

# Implementação de um sistema Pay-as-you-throw (PAYT) no mercado de Vila do Conde e área envolvente

Marcos André Bastos

Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente

Faculdade de Ciências

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território  
2016

## **Orientador**

António José Guerner Dias, Professor,  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

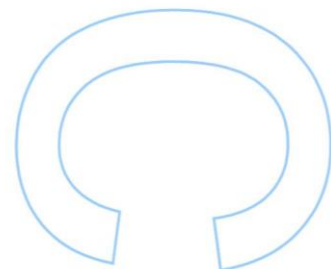
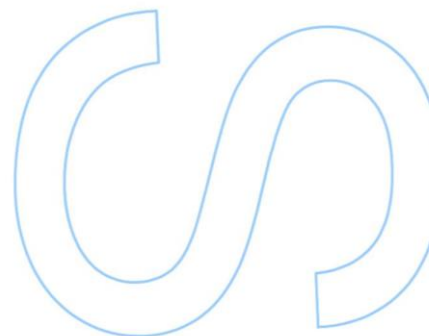
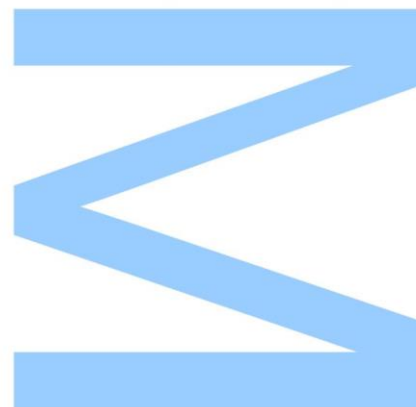
## **Coorientador**

Nome do Orientador, Categoria, Faculdade

## **Orientador externo**

Eng.º Paulo Rodrigues

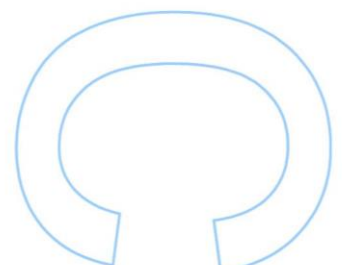
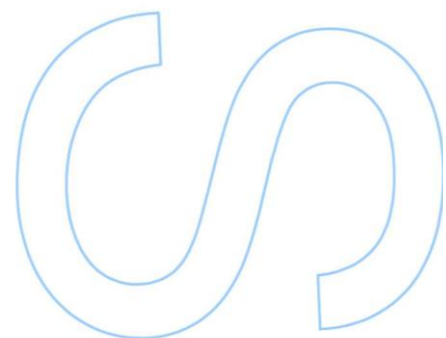
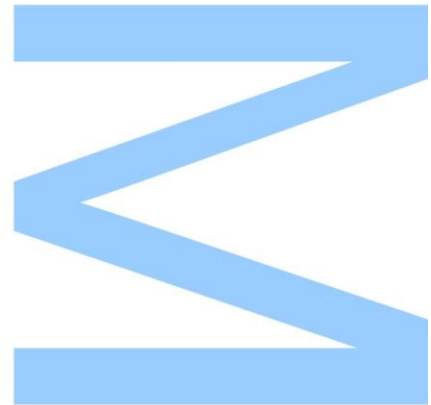
LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto







Todas as correções determinadas  
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.  
O Presidente do Júri,  
Porto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_





# Agradecimentos

Este relatório é o término de uma fase importante da minha vida e teve o contributo de diversas pessoas e instituições a quem desejo o meu mais sincero agradecimento:

Eng.º Paulo Rodrigues, que apesar do trabalho intenso que desenvolve, transmitiu-me a exigência do mundo real, a experiência e conhecimentos em diversas temáticas bem como a motivação e confiança que depositou em mim.

Ao professor doutor António Guerner, pela disponibilidade contínua desde o início do meu percurso académico até à orientação deste relatório de estágio.

À divisão de Operações, Manutenção e Obras (DOMO) da LIPOR, com ênfase, à Andreia Soares, ao Eng.º Pedro Oliveira, à Eng.ª Patrícia Matos e ao Pedro Oliveira, pela integração e por toda a ajuda que me facultaram durante o meu estágio.

À Divisão de Ambiente e Serviços Urbanos (DASU) da Câmara Municipal de Vila do Conde, mais precisamente Eng.ª Cláudia Madureira, Eng.º Joaquim Ponte, Eng.º Paulo Carvalho e Eduardo Fernandes, pelas informações disponibilizadas para a realização do presente relatório.

Aos meus pais e irmão, que sempre me apoiaram de forma incondicional e me ajudaram em momentos maior indefinição na minha vida académica e pessoal, possibilitando-me a hipótese de concluir mais um ciclo de estudos e o cumprimento de um objetivo pessoal.

À minha namorada Lígia Sousa, pela sua paciência, compreensão, companheirismo e apoio incondicional, particularmente em momentos de maior dificuldade pessoal e académica.

Ao meu companheiro de estágio Fábio Costa, que foi durante este ano um companheiro de guerra e com o qual eu partilhei muitas experiências.

Aos meus amigos de sempre, Renato Lopes, Pedro Gomes, José Soares e Pedro Dias que me apoiaram de forma incondicional em todos os momentos recentes da minha vida e têm sempre pronto uma palavra de apreço nos momentos mais complicados.

Obrigado a todos!



## Resumo

A correta gestão de resíduos não é apenas um desafio local, mas um desafio nacional que, através da aprovação recente do Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Urbanos – PERSU 2020 confere especial importância à otimização da eficiência na gestão pela alteração do paradigma do resíduo como um recurso. O cumprimento das metas estabelecidas no PERSU 2020 passam pela implementação de uma estratégia que fomente os princípios de uma economia circular, que estabeleça e priorize a valorização dos resíduos como uma fonte de recursos, que potencie e dinamize atividades comerciais, o emprego, a inovação e a coesão e cooperação social.

O projeto de Vila de Conde tem como base a instalação de equipamentos inteligentes (com base tecnológica) que permita a deposição controlada de resíduos. Estes equipamentos são dotados de sistema de identificação de utilizador, mecanismo de abertura e bloqueio dos equipamentos de deposição, software de gestão para transmissão e *report* de dados de utilização e portal de utilizador para o produtor de resíduos. Através da instalação de um sistema de abertura do contentor dos resíduos, o produtor é identificado e associado à tipologia de resíduo que está a depositar. O equipamento possui ainda uma tómbola doseadora para a colocação dos resíduos permitindo associar um volume/depósito efetuado. A informação obtida pela utilização dos equipamentos é enviada para um portal de gestão que associa a cada produtor os seus depósitos efetuados e define alertas (parametrizados) que apoiam a gestão a identificar de forma automática qual ou quais os produtores que apenas estão a separar apenas um fluxo de resíduos (ex. fluxo indiferenciado) ou vários fluxos (ex. todas as frações).

Verificou-se que a implementação deste tipo de projeto está dependente das campanhas de sensibilização sobre este à população e que estas fazem aumentar o número total de clientes bem como os quantitativos ao longo do tempo de avaliação do projeto. No entanto, não foi possível avaliar os efeitos do incentivo económico-financeiros.

Palavras chave: Pay-As-You-Throw (PAYT), Princípio do Poluidor-Pagador, Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), Vila do Conde.





## Abstract

Urban waste management is not only a local challenge, but a national challenge that through the recent adoption of the “Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Urbanos” - PERSU 2020 gives particular consideration to optimize the efficiency in the management aiming to amend the waste paradigm as a resource. To achieve PERSU 2020 purposes it is necessary the implementation of a strategy that promotes the principles of circular economy, that establish and prioritize the recovery of waste as a resource, to potentiate and stimulate business activities, employment, innovation and social cohesion and cooperation can and should be boosted in network systems, connection and capillarity.

Vila do Conde project is based on the installation of smart equipment (technology-based) that allows the controlled disposal of waste. It has a user identification system, opening and locking the delivery mechanism, management software transmission, user data reporter and user portal to access the amount of waste produced. This is possible through the installed identification device with which the user is affiliated with the type of residue deposited. The equipment has also a dosing tombola for the placement of residue allowing the correlation of a volume with each deposit made. The information obtained by the use of equipment, via data protocols, is sent to a management portal that links the producer with their deposits and defines alerts (parameterized) that aid the management identifying automatically which or what producers are only separating a waste stream (eg . undifferentiated waste) or multiple flows (eg . all fractions).

It was found that the implementation of PAYT projects is dependent on awareness campaigns. These increase the total number of customers and the amount of residue collected over the evaluation time. However, it was not possible to access the effects of economic and financial incentive.

Key words: Pay-As-You-Throw (PAYT). Polluter Pays Principle, Municipal solid waste (MSW), Vila do Conde.



# Índice

|   |      |
|---|------|
| Agradecimentos .....  | i    |
| Resumo .....  | iii  |
| Abstract .....  | v    |
| Índice de Figuras .....   | ix   |
| Índice de Tabelas .....   | xi   |
| Lista de Abreviaturas .....   | xiii |
| 1. Introdução.....  | 1    |
| 1.1 Apresentação do local de estágio.....   | 2    |
| 1.2 Objetivos do trabalho.....  | 3    |
| 1.3 Estrutura do relatório.....   | 3    |
| 2.Revisão Bibliográfica .....   | 5    |
| 2.1 Resíduos sólidos urbanos – definição geral .....  | 5    |
| 2.2 Enquadramento Legal: Comunitário e Nacional.....  | 6    |
| 2.2.1 Legislação Europeia .....   | 6    |
| 2.2.2 Legislação Nacional.....  | 10   |
| 2.2.3. Caraterização Geral Nacional .....   | 12   |
| 2.3 Sistemas de recolha de resíduos urbanos.....  | 18   |
| 2.4 Sistemas tarifários de resíduos urbanos.....  | 20   |
| 2.5 Sistemas PAYT – Pay-as-you-throw.....   | 26   |
| 2.5.1Enquadramento teórico.....   | 26   |
| 2.5.3 Fatores que influenciam o sucesso do PAYT.....  | 30   |
| 2.5.4 Diferentes tipos de sistemas PAYT .....   | 30   |
| 2.5.5 Estruturas Tarifárias sobre o PAYT.....   | 38   |
| 2.5.6 Casos de estudo.....  | 39   |
| 3. Caso de estudo – Implementação de um sistema PAYT no mercado de Vila de Conde e área envolvente..... | 47   |
| 3.1 Localização da área em estudo: Vila do Conde.....   | 47   |
| 3.2 Sistema de gestão na recolha de resíduos em Vila do Conde.....                                      | 48   |
| 3.3 Tipos e equipamentos de deposição .....   | 48   |
| 3.5 Resíduos urbanos recolhidos em Vila do Conde .....  | 50   |
| 3.5.1 Quantificação dos resíduos em Vila do Conde.....  | 50   |
| 3.5.2 Composição física dos RU dos resíduos indiferenciados em Vila do Conde.....                       | 52   |
| 3.6 Caracterização da zona de Implementação do projeto PAYT em Vila do Conde .....                      | 52   |
| 3.6.1 Sistema Pay-as-you-Throw em Vila do Conde.....  | 53   |
| 3.6.3 Comunicação do projeto.....   | 55   |
| 3.6.4 Sistema “EcoShop” .....   | 57   |

|   |    |
|---|----|
| 3.6.5 Portal de Gestão .....                            | 57 |
| 4. Resultados Obtidos.....                              | 61 |
| 4.1 Período de análise de resultados .....              | 61 |
| 4.2 Variação do número de utilizadores .....            | 61 |
| 4.3 Leituras .....                                      | 62 |
| 4.4 Quantitativos gerais.....                           | 64 |
| 4.5 Valor teórico calculado .....                       | 66 |
| 4.5 Análise SWOT do projeto PAYT em Vila do Conde ..... | 67 |
| 5. Conclusão.....                                       | 1  |
| 6. Bibliografia .....                                   | 5  |

# Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1- Posicionamento geográfico da LIPOR (LIPOR,2015) .....   | 2  |
| Figura 2 -Hierarquia de gestão de resíduos de acordo com as linhas de orientação da EU. ....  | 6  |
| Figura 3 -Comparação entre Resíduos sólidos produzidos, População, Resíduos sólidos per capita, Produto Interno Bruto e Resíduos Sólidos produzidos por Euro (PIB) na EU-27 de 1995 a 2009 (1995=100) (adaptado de Eurostat (2011b))..... | 7  |
| Figura 4 - Evolução na gestão de resíduos sólidos urbanos na UE-28 por tratamento, 1995-2014 (adaptado de Hauser e Blumenthal, 2016).....   | 8  |
| Figura 5 - Produção de resíduos municipais e o seu tratamento na EU, em kg por pessoa (Adaptado de Hauser e Blumenthal, 2016).....  | 9  |
| Figura 6 - Produção e capitação anual de resíduos urbanos em Portugal continental (fonte: APA 2015a). ....  | 13 |
| Figura 7 - Caracterização física média dos RU produzidos em Portugal Continental entre 2011 e 2014 (Adaptado de: APA, 2015b).....   | 13 |
| Figura 8 - RU encaminhados para as diversas operações de gestão em Portugal continental (APA, 2015a). ....  | 14 |
| Figura 9 - Variação dos resíduos urbanos encaminhados para as diversas operações de gestão em Portugal continental de 2010 em comparação com 2014 (fonte: APA 2015). ....   | 15 |
| Figura 10 - Resíduos sólidos urbanos tratados, por país e categoria de tratamento, classificadas por percentagem em 2011 (adaptado de Eurostat 2011). ....  | 16 |
| Figura 11 - Os SGRU em Portugal Continental no ano de 2015 (APA, 2015a). ....   | 17 |
| Figura 12 - Relação entre todos os municípios e a tarifa de resíduos que cada um deles paga (ERSAR, 2014).....  | 22 |
| Figura 13 - Aplicação do PAYT em 2004 na Europa (Freitas, 2013 adaptado de Bilitewski et al. 2004). ....  | 27 |
| Figura 14 - Aspetos técnicos e educacionais para estabelecer iguais oportunidades no SMGRU (Freitas, 2013 adaptado de Batllell e Hanf, 2008) .....  | 29 |
| Figura 15 - Esquema dos diferentes sistemas PAYT (Bilitewski, 2008a).....   | 31 |
| Figura 16 - Exemplo de um sistema PAYT através de contentores de proximidade de Vila do Conde com acesso controlado (Camara Municipal de Vila do Conde, 2016) ..  | 32 |
| Figura 17 - Exemplo de um sistema PAYT através de contentores (Maiambiente, 2009). ....   | 32 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 18 - Exemplo de um sistema PAYT através do saco perdido (The Island free press, 2009).....  | 33 |
| Figura 19 - Sistemas de selos para colocar nos sacos ( The H.H.H. Incorporated, 2012) .....  | 33 |
| Figura 20 - Sistema híbrido com contentores com selo (Carrol Contytimes, 2013) .....   | 34 |
| Figura 21 - Estados com sistema PAYT implementado dos EUA em 2006 (Freitas 2013 adaptado de Skumatz, 2008a).....   | 40 |
| Figura 22 - Mapa Ilustrativo da localização de sistemas PAYT de referência na Europa (Dohogne et al., 2016) .....  | 42 |
| Figura 23 - Localização e freguesias do concelho de Vila do Conde .....  | 47 |
| Figura 24 - Gráfico a produção de resíduos em Vila do Conde desde 2000 (Dados do INE e LIPOR, 2015).....   | 51 |
| Figura 25 - Distribuição geográfica dos RU (CMVC, 2015) .....  | 51 |
| Figura 26 - Composição física dos RU (CMVC, 2015) .....  | 52 |
| Figura 27 - Localização do projeto e dos Ecopontos Inteligentes.....   | 53 |
| Figura 28 - Equipamento (marco de deposição) implementado no Mercado Municipal de Vila do Conde - Vista frontal (com tómbola de deposição) e vista posterior (porta comercial) (Adaptado de: TNL, 2016). ..... | 54 |
| Figura 29 - Ecobags disponibilizados.....  | 55 |
| Figura 30 - Exemplo do cartão de acesso.....   | 55 |
| Figura 31 - Inauguração do Projeto Mercado Inteligente (Adaptado de: AmbienteMagazine, 2016) .....   | 56 |
| Figura 32 - Cartão do projeto Lipor “Ecoshop” (Adaptado de: Lipor, 2016b). .....   | 57 |
| Figura 33- Portal de Gestão.....   | 58 |
| Figura 34 - Balança de monitorização acoplada ao camião de recolha.....  | 59 |
| Figura 35 - Gráfico de flutuação de utilizadores ativos.....   | 61 |
| Figura 36 - Gráfico de leituras dos serviços .....   | 62 |
| Figura 37 - Gráfico de leituras das habitações.....  | 63 |
| Figura 38 - Gráfico dos quantitativos gerais do projeto. ....  | 64 |

# Índice de Tabelas

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 Infraestruturas de gestão de resíduos urbanos (Adaptado de: APA, 2015b); A- Aterro, TM- Tratamento Mecânico, TMB- Tratamento Mecânico Biológico, CVO- Valorização Orgânica, INC- Incineração com produção de energia, CDR- Unidade de preparação de CDR, T- Triagem, ET- Estação de Transferência, EC- Ecocentro, EP- Ecoponto ..... | 17 |
| Tabela 2 - Modelo de gestão da recolha de RU em Portugal no ano de 2011 (Cunha e Rodrigues, 2011). .....  | 18 |
| Tabela 3 - Tipo de tarifários de resíduos em Portugal no ano de 2009 (Lobo, 2009). .  | 21 |
| Tabela 4 - Défice anual médio dos municípios no SGMRU (Levy e Pinela, 2008) .....   | 23 |
| Tabela 5 - Sistema de tarifário aplicado na área da Lipor .....   | 24 |
| Tabela 6 - Vantagens e desvantagens de contentores de proximidade (Skumatz, L. ,2002). .....  | 34 |
| Tabela 7 - Vantagens e desvantagens da contentorização (Skumatz, L. ,2002). .....   | 35 |
| Tabela 8 - Vantagens e desvantagens de sacos de tara perdida ou de selo (Skumatz, L. ,2002). .....  | 35 |
| Tabela 9 - Vantagens e desvantagens dos sistemas híbridos (Skumatz, L. ,2002). ....   | 36 |
| Tabela 10 - Vantagens e desvantagens do sistema PAYT calculado pelo peso dos resíduos (Skumatz, L. ,2002). .....  | 37 |
| Tabela 11 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de sistemas tarifários (adaptado de Canterbury e Gordon, 1999). .....   | 39 |
| Tabela 12 - Especificações do projeto de Interza, Bélgica. ....   | 42 |
| Tabela 13 - Especificações do projeto de Maastrich, Holanda. ....   | 43 |
| Tabela 14 - Especificações do projeto de Umeå, Suécia. ....   | 43 |
| Tabela 15 - Especificações do projeto de Zollernalbkeries / Zollernalbdistrict, Alemanha. ....  | 44 |
| Tabela 16 - Especificações do projeto de Município de Treviso, Itália. ....   | 44 |
| Tabela 17 - Especificações do projeto de Município de Besançon, França. ....  | 45 |
| Tabela 18 - Especificações do projeto de Município de Innsbruck, Áustria. ....  | 45 |
| Tabela 19 - Valores teóricos calculados com base nas leituras obtidas .....   | 66 |
| Tabela 20 - Valores reais obtidos por pesagens no local. ....   | 66 |
| Tabela 21 - Razão entre os valores reais e os valores calculados teoricamente. ....   | 67 |
| Tabela 22 - Análise SWOT do projeto PAYT de Vila do Conde .....   | 68 |





## Lista de Abreviaturas

ACR + - Association of Cities & Regions for Recycling and for sustainable Resource managementcom

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CESUR - Centro de Sistemas Urbanos e Regionais

CMVC – Câmara Municipal de Vila do Conde

CVO – Central de Valorização Orgânica

DL- Decreto-lei

DQR – Diretiva quadro de resíduos

ERSAR - Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

HORECA – Hotéis, restaurantes e cafés.

IRAR - Instituto Regulador de Águas e Resíduos

PaP- Recolha porta a porta

PAPERSU - Plano de Ação do Plano Estratégico resíduos sólidos urbanos

PAYT – Pay-as-you-throw

PERSU - Plano estratégico resíduos sólidos urbanos

RFID - Radio frequency Identification

RSU – Resíduo sólido urbano

RI – Resíduo Indiferenciado

RUB – Resíduos urbanos biodegradáveis

SGMRU – Sistemas de gestão municipais resíduos urbanos

SRRU – Sistema de recolha de resíduos urbanos

UE – União Europeia

UNEP - United Nations Environment Program



# 1. Introdução

Vivemos numa era de alto consumismo e intensificação de negócios e, por consequência, uma crescente produção de resíduos ao longo das últimas décadas. Torna-se imperativo, portanto, criar sistemas para a gestão de resíduos urbanos (RU) dotados de ferramentas que permitam gerir de forma eficiente os nossos resíduos.

A problemática da gestão de RU está associada a projetos de grande envergadura, logo com grandes custos e com consequências na qualidade de vida das comunidades. Muitos países já desenvolveram políticas e legislação, numa tentativa de adotar uma postura mais responsável e compartilhar os custos destas operações pelos cidadãos e pelas entidades responsáveis pela recolha e tratamento de resíduos.

A crescente pressão económica, bem como a necessidade de respeitar metas traçadas pela União Europeia (UE), reforçam a necessidade de aumentar a sustentabilidade na gestão de RU em Portugal. Dessa forma, é necessário apostar em educação ambiental nesta temática, inculcando no consumidor um espírito de redução/minimização de resíduos e redistribuir as despesas relacionadas com estes sistemas (princípio do poluidor-pagador).

Os sistemas *Pay as you Throw* (PAYT), são sistemas apoiados no princípio do poluidor-pagador, onde é cobrado, de forma justa e conforme a quantidade de resíduos gerados, um sistema de tarifas diferenciado tendo em conta se o utilizador faz ou não a separação dos resíduos, se tenta minimizá-los, entre outras variantes.

A instabilidade financeira e política que se vive em vários países desenvolvidos, como Portugal, desafia a implementação de sistemas como o PAYT e que, por isso, necessita de um estudo aprofundado. Em primeiro lugar é necessário estudar a sustentabilidade deste sistema, garantindo a recuperação dos custos de operação e do tratamento dos RU. Por outro lado, existem os consumidores deste bem básico, que poderão ver algum do seu rendimento ser aplicado em algo que até este momento não era taxado, ou era taxado de forma incorreta; ou seja, estes sistemas têm que ser desenvolvidos com bastante sensibilidade e objetividade (Dinis, 2010) de forma a não comprometer o envolvimento do cidadão, mas também de forma a não prolongar em demasia o período de implementação do sistema.

Um dos principais objetivos do PAYT é a recolha automática de dados, tais como data de recolha dos resíduos, pontos de deposição, viaturas utilizadas, recursos humanos,

quantidade de resíduos recolhidos, velocidade na rota de recolha, incidências e a caracterização e identificação de produtores de resíduos. Estes dados têm-se verificado ser muito importantes na gestão dos RU e, até à implementação de projetos PAYT, tinham sido um pouco relegados para segundo plano.

Desta forma, torna-se imperativo desenvolver sistemas PAYT simples, justos e contínuos a nível nacional para se atingir as metas que foram traçadas pela UE para 2020 e para obter sistemas de gestão municipal de resíduos urbanos (SGMRU) confiáveis e sustentáveis.

### 1.1 Apresentação do local de estágio

A área de atuação da LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto, apresenta oito municípios associados: Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Valongo e Vila do Conde: correspondendo a uma área total de 646 km<sup>2</sup> (Figura 1) e servindo uma população de aproximadamente 1 milhão de habitantes (LIPOR, 2016).

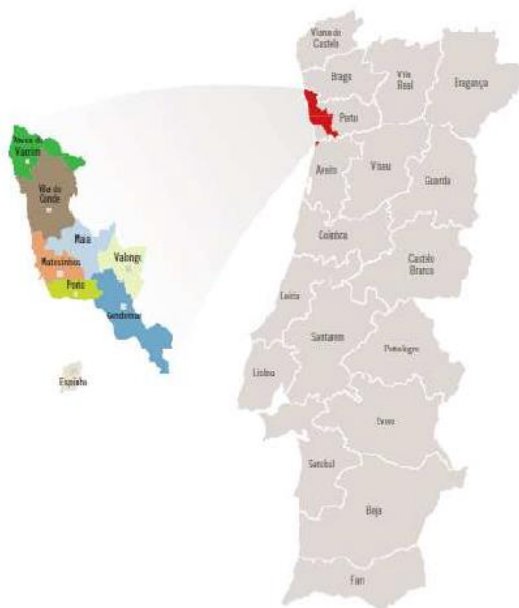


Figura 1- Posicionamento geográfico da LIPOR (LIPOR,2015)

À escala nacional, esta área representa cerca de 1% do território de Portugal Continental, concentra 10% da população e é responsável pela produção anual de 11% do total de RU, ou seja, aproximadamente 500 mil toneladas de RU, anuais,

correspondentes a uma capitação de 515 kg/hab.ano (população atual dos oito municípios: 968 671, segundo INE – Instituto Nacional de Estatística (LIPOR,2016a).

Tendo como base os conceitos inovadores na gestão de RU, que recomendam a minimização de deposição de resíduos em aterro, a LIPOR adotou um sistema integrado de valorização, tratamento e confinamento dos RU, sustentado em três componentes principais: i) Valorização Orgânica, ii) Valorização Multimaterial e, iii) Valorização Energética, complementadas por um Aterro Sanitário para receção dos resíduos previamente preparados (LIPOR, 2016a).

## 1.2 Objetivos do trabalho

Com o presente trabalho pretende-se dar a conhecer o projeto PAYT implementado em Vila do Conde, analisando a metodologia aplicada, bem como os resultados obtidos ao longo do projeto. Será ainda apresentada uma análise SWOT para avaliar os pontos positivos e negativos do projeto numa visão de perspectiva para projetos futuros, de forma a serem corrigidas falhas e reaproveitadas as vantagens desta implementação do PAYT em Vila do Conde.

## 1.3 Estrutura do relatório

No próximo capítulo será feita uma revisão bibliográfica e enquadramento do projeto, assim como a justificação sustentada para a sua implementação. No terceiro capítulo será feito um ponto de situação sobre Vila do Conde e o seu SGMRU bem como as metodologias aplicadas no projeto PAYT em Vila do Conde. No quarto capítulo serão apresentados os dados obtidos após a implementação do PAYT em Vila do Conde e a discussão desses mesmos dados, com uma posterior análise SWOT, para perceber os pontos fracos e fortes deste projeto. No quinto capítulo são referidas as conclusões dos quatro meses de desenvolvimento deste projeto e possíveis passos a implementar no futuro.



## 2.Revisão Bibliográfica

### 2.1 Resíduos sólidos urbanos – definição geral

Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são definidos, segundo a UNEP (*United Nations Environment Programme*), como um conjunto heterogéneo de resíduos produzidos em áreas urbanas, que varia de região para região (UNEP, 2005). A nível nacional, os RSU, são definidos pelo DL nº 73/2011 como “*resíduo proveniente de habitações, bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações*” (Ministério do Ambiente, 2011).

A palavra “resíduo” tem uma conotação negativa, pois é considerado como um material em fim de vida, algo que o consumidor rejeitou, ou seja, o material só toma esta definição aquando da rejeição do mesmo. A palavra, por si só, exprime a sensação de ser dispensável ou excluída. Apesar disto, não significa que a recuperação ou a reciclagem sejam excluídas (Comunidades Europeias, 2002).

Resíduos definem-se, segundo o mais recente Decreto-Lei Português<sup>1</sup>, como: “*quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer*”, desta forma, é essencial para a sustentabilidade, conceber novos sistemas de tratamento e gestão de resíduos.

Alguns autores, defendem que os materiais recicláveis não deveriam ser abrangidos pela definição, devido aos custos económicos no cumprimento da legislação, e à imagem negativa a esta definição, prejudicando deste modo qualquer iniciativa ou plano no sector da reciclagem (Comissão Europeia, 2004).

Desta forma, a Diretiva-Quadro Comunitária, Diretiva nº 2009/98/CE, promove diferentes perspetivas, nomeadamente, com o enquadramento e a desclassificação da categoria de resíduos para certos materiais. Foram introduzidos diversos conceitos como subprodutos, fim de estatuto de resíduo (*end-of-waste*), auxiliando, deste modo, a reintrodução desses materiais no circuito económico, aumentando a eficiência da utilização das matérias-primas (APA, 2011).

Hoje em dia é claramente reconhecido que os resíduos representam um problema ambiental de maior importância em quase todos os países da União Europeia, uma vez que representam uma perda de recursos materiais e energéticos. As quantidades

---

<sup>1</sup> DL 73/2011 - Artigo 3.º - p.3277

produzidas estão, de uma forma geral, a aumentar, portanto esta é uma temática de elevada relevância ambiental, social e económica.

## 2.2 Enquadramento Legal: Comunitário e Nacional

### 2.2.1 Legislação Europeia

Em relação ao manejo e a gestão dos RSU, a UE é legislada pela Diretiva nº 2008/98/CE, de 19 de novembro, a qual estabelece uma hierarquia preferencial para a gestão dos resíduos, definindo a prevenção, minimização e reutilização como as opções de mais-valia e que mais contribuem para a redução do volume de resíduos produzidos (LIPOR, 2009).

Pretende-se que o principal foco dos estados membros da UE, seja a redução na fonte da utilização de matérias-primas, desviando-se, quando possível, da opção final da deposição em aterros, tal como se observa na Figura 2.

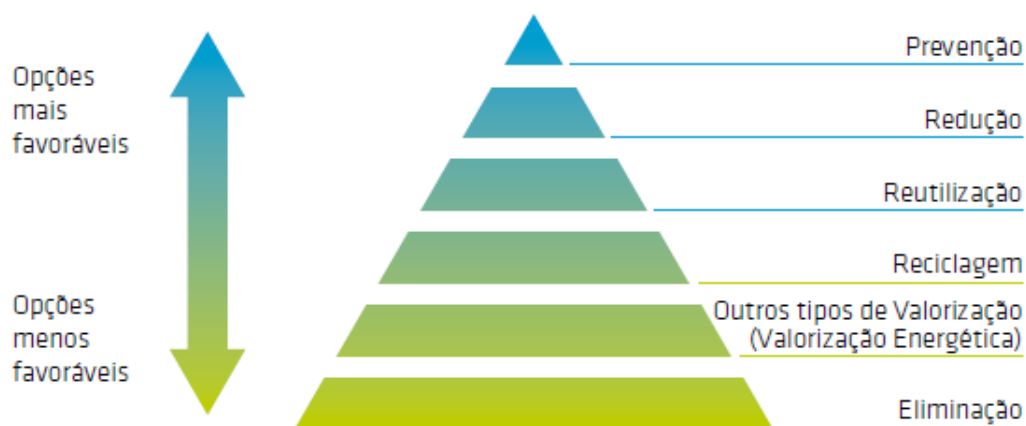


Figura 2 -Hierarquia de gestão de resíduos de acordo com as linhas de orientação da EU.

A produção de resíduos está relacionada com o quotidiano e as práticas de vida das populações, tendo-se transformado de uns anos para cá num dos mais importantes desafios ambientais (ERSAR,2015).

A Diretiva 2008/98/CE, começa a modificar o modo de pensar sobre o “resíduo”, iniciando uma abordagem modernizada acerca da gestão destes. Atualmente é visto como um recurso com muitas possibilidades de aproveitamento ao invés de um encargo adicional indesejável, uma vez que visam o desenvolvimento de uma estratégia de longo prazo para a redução e aproveitamento destes.



Apesar de possuir uma legislação forte e inovadora, a UE continua a enfrentar um problema grave: o aumento contínuo do volume de RSU produzido nos seus estados membros como pode ser visto na Figura 3.

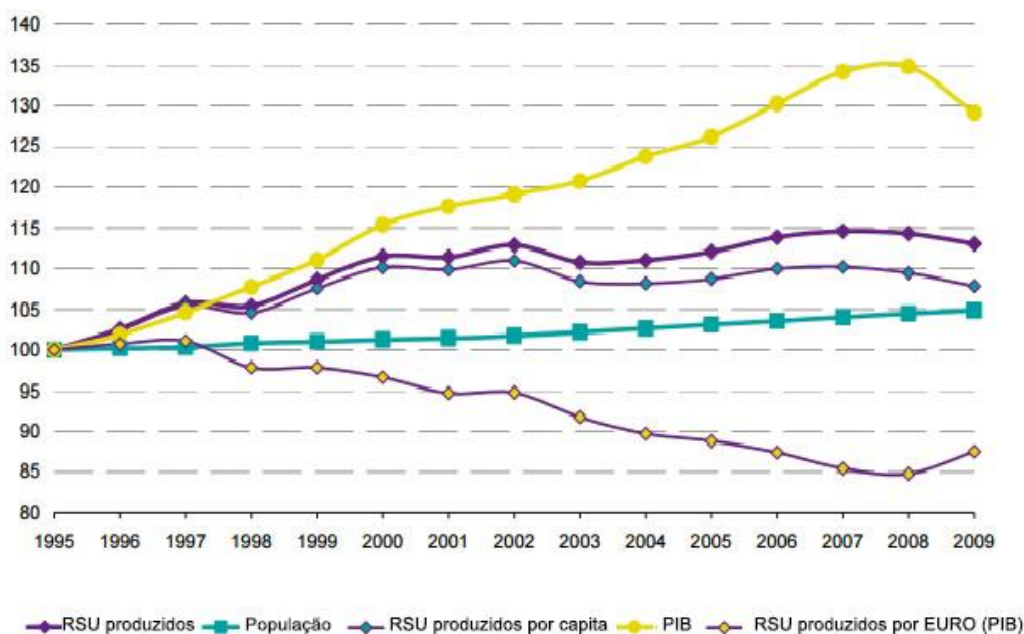


Figura 3 - Comparação entre Resíduos sólidos produzidos, População, Resíduos sólidos per capita, Produto Interno Bruto e Resíduos Sólidos produzidos por Euro (PIB) na EU-27 de 1995 a 2009 (1995=100) (adaptado de Eurostat (2011b)).

Pela análise do gráfico apresentado na Figura 3, pode-se verificar que, desde 1995, a produção de RSU na UE-27 aumentou de forma constante até 2002. Neste intervalo, a taxa de crescimento total na produção de resíduos ficou pelos 13%. Em 2003 e 2004, a tendência de crescimento foi interrompida, o que pode ser atribuída às mudanças de atitude, metodologias e classificações perante os resíduos, em vários países da UE (Blumenthal, 2011). Este decréscimo foi seguido por um aumento no intervalo de tempo entre 2004-2007 até aos 260 milhões de toneladas, seguindo-se um período de diminuição entre 2008-2009 para as 256 milhões de toneladas de RSU. As razões para esta diminuição estão bem identificadas. A implementação de diversas ferramentas económicas tais como, proibição de aterro e esquemas que destacam a responsabilidade do produtor, contribuíram para a redução de RSU produzidos. As mudanças nas comunicações de dados e alteração do que são RU podem ter contribuído para este decréscimo (European Commission, 2012). No período entre 2008 e 2009 a redução da geração do RSU também não poderia estar ligada a redução do PIB da UE27? Nota-se que a população cresceu, mas a geração per

capita caiu, o que pode indicar também queda no consumo. Creio que vc deveria também comentar a curva RSU produzido por euro, pois ela apresenta o comportamento inverso da curva PIB.

### 2.2.2 Caracterização geral

Embora a quantidade de resíduos esteja a aumentar na UE-27, a quantidade enviada para aterro tem diminuído no período entre 1995 até 2014. Neste período reduziu-se cerca de 78 milhões de toneladas (54%): de 144 milhões de toneladas depositadas em aterro, em 1995, reduziu-se para 66 milhões de toneladas em 2014. Isto corresponde a um decréscimo anual de 4% (Hauser e Blumenthal, 2016)

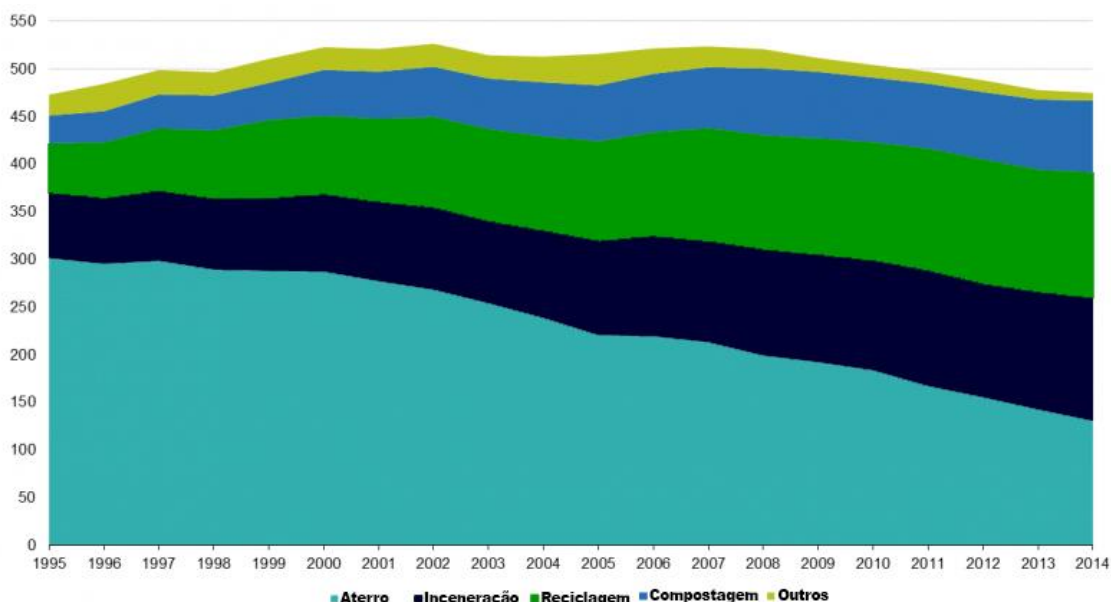


Figura 4 - Evolução na gestão de resíduos sólidos urbanos na UE-28 por tratamento, 1995-2014 (adaptado de Hauser e Blumenthal, 2016).

Esta redução pode ser parcialmente atribuída à implementação das diretivas 1991/31/CE e 94/62/CE que incentivam os estados membros a recuperar um mínimo de 50% de todas as embalagens colocadas no mercado. Além destas diretivas, a União Europeia aplicou a diretiva 31/1999, que obriga os estados membros a reduzir a quantidade de material biodegradável enviado para aterro em 75% até 16 julho de 2006, em 50% até 16 julho de 2009 e em 35% em julho 2016. Esta redução foi calculada com base no total de biodegradáveis presentes nos RU em 1995 e esta diretiva obrigou os países a adotar estratégias para evitar o envio desta matéria para aterro, nomeadamente a compostagem, incineração e o pré-tratamento como o tratamento mecânico-biológico (Hauser e Blumenthal, 2016).

Como resultado destas medidas, a quantidade de material reciclado aumentou de 25 milhões de toneladas (52kg per capita) em 1995 para 66 milhões de toneladas (132kg per capita) em 2014, um aumento anual de 5,2%. Os recicláveis nos municípios aumentaram de 11% para 28% de 1995 até 2014.

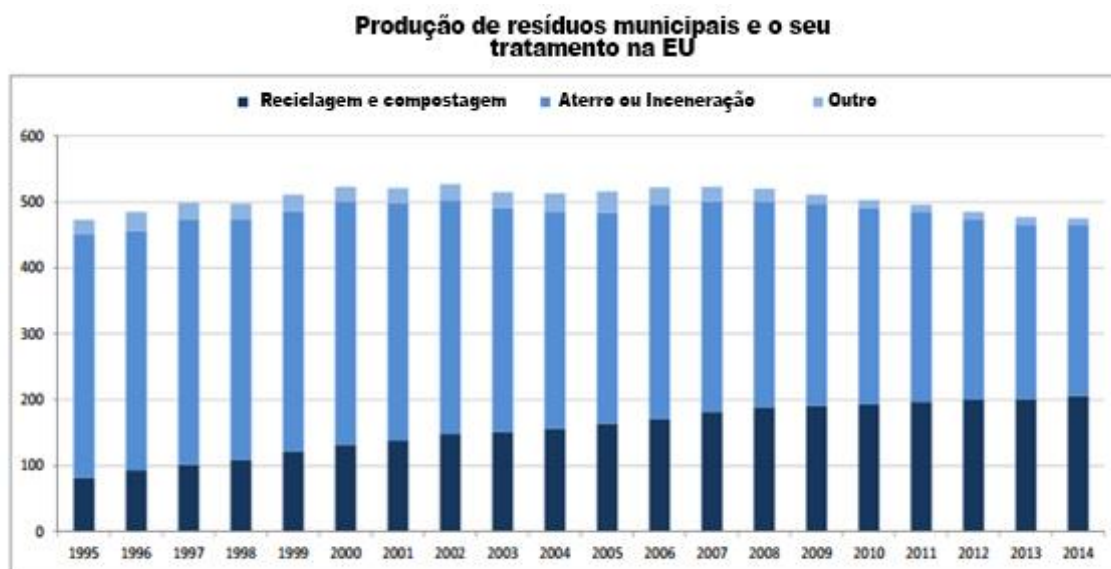


Figura 5 - Produção de resíduos municipais e o seu tratamento na UE, em kg por pessoa (Adaptado de Hauser e Blumenthal, 2016).

Na UE, a quantidade de resíduos produzidos por pessoa em 2014 foi de 475 kg, baixando 10% comparando com o seu pico de 527kg por pessoa em 2002. Desde 2007, que a produção de resíduos sólidos urbanos vem decrescendo na UE para níveis dos anos 90. Dos 475kg produzidos, 465kg foram tratados e tiveram a seguinte distribuição como destino final:

- 28% foram depositados em aterro
- 28% foi reciclado
- 27% foi incinerado
- 16% foi direcionado para a compostagem.

A percentagem dos resíduos recicláveis ou de compostagem, tem vindo a crescer de uma forma gradual no período entre 1995-2014 de 17% para 44%. Em alguns países da UE, como a Alemanha e na Eslovénia, 64% dos resíduos gerados tiveram, em 2014, como destino final a reciclagem ou a compostagem. Na Escandinávia, países como a Finlândia e a Suécia preferem a incineração dos seus resíduos (cerca de 50%). E países como a Letónia, a Roménia e a Grécia ainda enviam a maior parte dos seus resíduos para aterro (mais de 85%) (Hauser e Blumenthal, 2016).

## 2.2.2 Legislação Nacional

Desde 1986, ano em que Portugal aderiu à UE, grande parte da legislação nacional, a nível de resíduos, está sob a influência da legislação comunitária. As portarias comunitárias são adaptadas à realidade portuguesa, quer por obrigação, quer por iniciativa própria. Ao nível legal, Portugal, tal como os outros países que fazem parte da UE, é também regido por diretivas que não foram alvo de transposição, assim como outros diplomas de âmbito comunitário em matéria de resíduos (Ministério do Ambiente, 2007).

A legislação em Portugal foi revista e procedeu-se à transposição da diretiva nº 2008/98/CE da qual resultou a mais recente Diretiva Quadro dos Resíduos (DQR) e publicada do DL nº73/2011, no qual foram corrigidas disparidades que pudessem afetar o normal funcionamento do mercado interno português.

Da nova DQR nacional sobressaem quatro pontos, já referidos na diretiva europeia. Destaca-se a nova hierarquização na gestão de resíduos, os subprodutos, o estatuto de fim de vida do resíduo e a responsabilidade alargada dos produtores. Em suma, a nova hierarquia tem como objetivo estimular a reciclagem e a preocupação em reduzir ao máximo a produção de resíduos sólidos urbanos (Ministério do Ambiente, 2011).

O termo subproduto é importante uma vez que é um produto criado que não é considerado resíduo se cumprir integralmente as quatro condições específicas presentes na DQR (Ministério do Ambiente, 2011).

Relativamente ao estatuto de fim de vida do resíduo, é estabelecido no momento em que um material deixa de ser resíduo e for submetido a uma operação de valorização, incluindo a reciclagem e satisfaçam os critérios nos termos das condições presentes na DQR (Ministério do Ambiente, 2011).

As novas diretrizes atribuem aos produtores a responsabilidade pelos impactos ambientais, pela produção de resíduos consequentes do processo produtivo e da posterior utilização dos produtos, bem como da sua gestão quando atingem o final de ciclo de vida (Ministério do Ambiente, 2011).

A nova DQR, ambiciona atingir níveis superiores de reciclagem e reduzir a extração de recursos naturais, tendo em conta o esforço na separação, reutilização, valorização de resíduos e prevenção.

Devido à necessidade de resolver algumas questões ambientais, referentes aos resíduos e também por regras impostas pela comunidade europeia, o Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional, criou o Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos II (PERSU II), para um período de 2007 a 2016. Este estabeleceu novas metas, traçou novas estratégias e definiu prioridades a cumprir na gestão dos RSU em Portugal.

Além disso, confere, sustentabilidade, coerência e equilíbrio à intervenção de vários agentes envolvidos (Municípios, Operadores Privados do Sector dos RSU, Sistemas Intermunicipais e Multimunicipais, Autoridade Nacional de Resíduos, Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Autoridades Regionais de Resíduos, Inspeção-geral do Ambiente e cidadãos em geral). É importante ter em conta que as estratégias que se adotaram têm as mesmas orientações comunitárias estabelecidas pela diretiva 2004/12/CE relativa à gestão de embalagens e resíduos de embalagens e pela diretiva 1999/31/CE do Conselho Europeu, relativa à deposição em aterro (LIPOR, 2009; Ministério do Ambiente, 2007).

As orientações do Plano Estratégico têm como base os objetivos propostos nas diretivas europeias acima referidas, a par de outras medidas que a UE traçou nesta problemática. As principais linhas orientadoras deste documento são: redução, reutilização e reciclagem, separação na origem, minimização da deposição de resíduos em aterro, transformação dos não recicláveis em energia. O “Protocolo de Quioto” é um compromisso determinante na política de resíduos; bem como a Estratégia de Lisboa para a sustentabilidade dos sistemas de gestão (Ministério do Ambiente, 2007).

Para a concretização das normas impostas pelo PERSU II, o Ministério do Ambiente, definiu cinco eixos de atuação para orientar a estratégia no período 2007-2016 (Ministério do Ambiente, 2007):

- Eixo I – Prevenção: Programa Nacional;
- Eixo II – Sensibilização/Mobilização dos cidadãos;
- Eixo III – Qualificação e otimização da gestão de resíduos;
- Eixo IV – Sistema de Informação como pilar de gestão dos RSU;

- Eixo V – Qualificação e otimização da intervenção das entidades públicas no âmbito da gestão de RSU.

Estes eixos são essenciais para a mudança de paradigma nacional no que toca à gestão de resíduos e cada um deles apresenta uma grande importância porque todos funcionam em cadeia. Mas, no âmbito deste trabalho é relevante referir a medida 2 no Eixo III, onde se faz referência à necessidade de implementação de sistemas tarifários que traduzam os custos efetivos da gestão de resíduos<sup>2</sup> (Ministério do Ambiente, 2007).

Das linhas orientadoras definidas pela medida referida acima, há que salientar as seguintes: *“aposta em tarifários sustentáveis”, a “Introdução no curto prazo de um sistema de tarifação e cobrança que se coadune com a necessidade de sustentabilidade económica dos Sistemas e dos Municípios e que, simultaneamente, se configure como uma solução de maior justiça e de equidade para os cidadãos” e a “Realização de um estudo técnico e experiências piloto, para a implementação de sistemas de deposição de resíduos que permitam o pagamento da tarifa em função da produção de resíduos, à luz do princípio do PAYT”* (Ministério do Ambiente, 2007).

Neste mesmo capítulo do PERSU II, é possível verificar que as principais linhas de atuação são as seguintes: informação clara aos cidadãos sobre o destino dos RSU e os custos do sistema e a divulgação dos tarifários (Ministério do Ambiente, 2007).

No que toca ao sistema PAYT, este já surge referenciado no plano estratégico nacional dos RSU em 2007 (2007-2016), como um instrumento valioso na resposta a vários problemas ambientais (Ministério do Ambiente, 2007).

### 2.2.3. Caraterização Geral Nacional

A produção total de resíduos urbanos em Portugal continental foi, no ano de 2014, de aproximadamente 4,474 milhões de toneladas, o que corresponde a uma capitação anual de 452 kg/(hab.ano), ou seja, uma produção diária de RU de 1,24 kg por habitante.

Estes valores representam um aumento de cerca de 2,5%, em milhões de toneladas, e 3%, em capitação, em relação ao ano anterior, invertendo-se a tendência que se

---

<sup>2</sup> Decreto-Lei n.º 73/2011 Artigo 3º p) «Gestão de resíduos» a recolha, o transporte, a valorização e a eliminação de resíduos, 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»

verificava desde 2010, como se pode ver na Figura 6 (APA, 2015a) .

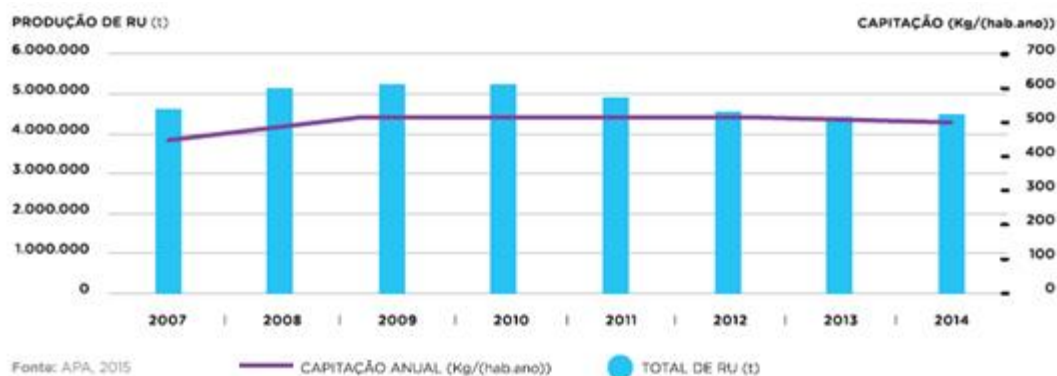


Figura 6 - Produção e capitação anual de resíduos urbanos em Portugal continental (fonte: APA 2015a).

Comparando a variação entre 2013 e 2014, confirma-se que a produção de RU passou de 4362 milhões de toneladas para 4471 milhões de toneladas, o que corresponde a um aumento de 2,5%.

Na Figura 7, apresenta-se a caracterização física média dos RU produzidos em Portugal, entre 2011 e 2014 utilizando as especificações técnicas da Portaria n.º 51/2009, de 7 de agosto.

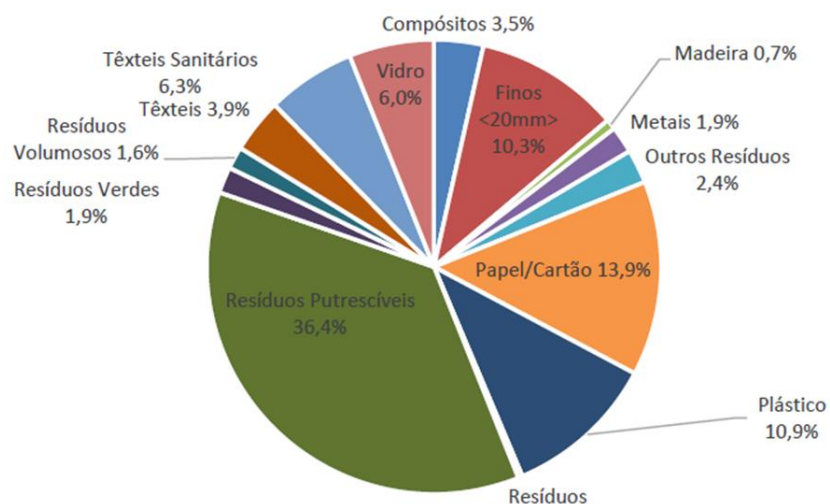


Figura 7 - Caracterização física média dos RU produzidos em Portugal Continental entre 2011 e 2014 (Adaptado de: APA, 2015b)

A caracterização física média dos RU produzidos em Portugal Continental entre os anos de 2011 e 2014, demonstra um padrão uniforme relativamente às percentagens de cada categoria, pelo que esta situação resulta de hábitos de consumo, por parte da população, semelhantes no mesmo período (APA, 2015b). Deve-se ressaltar que a caracterização física apresentada na figura 7 é típica de países desenvolvidos, sendo

que, quanto menor o grau de desenvolvimento do país, mais o percentual de ocorrência de resíduos putrescíveis na composição do RSU.

Considerando a fração alvo para Reutilização e Reciclagem, constituída por Papel/Cartão, Vidro, Plásticos, Resíduos verdes, Bio resíduos, Madeira, Compósitos e Metais, o valor encontra-se nos 73%

Deste modo, a análise à caracterização física média dos RU produzidos em Portugal Continental entre os anos de 2011 e 2014, permite identificar elevadas frações de Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB) e resíduos reutilizáveis e recicláveis produzidos, que podem ser alvo de operações de valorização, justificando o investimento em medidas efetivas à sua recuperação (APA, 2015b).

Apesar de a quantidade de RU produzida apresentar uma tendência de redução (menos 13,7% em 2014 face a 2010), verifica-se uma maior tendência de redução dos resíduos depositados diretamente em aterro, diminuindo 42% face a 2010 e 1,4% face a 2013 tal como pode ser visto na figura 8. Estes RU, estão a ser direcionados para Tratamento Mecânico e Biológico, que regista um aumento de 102% face a 2010.

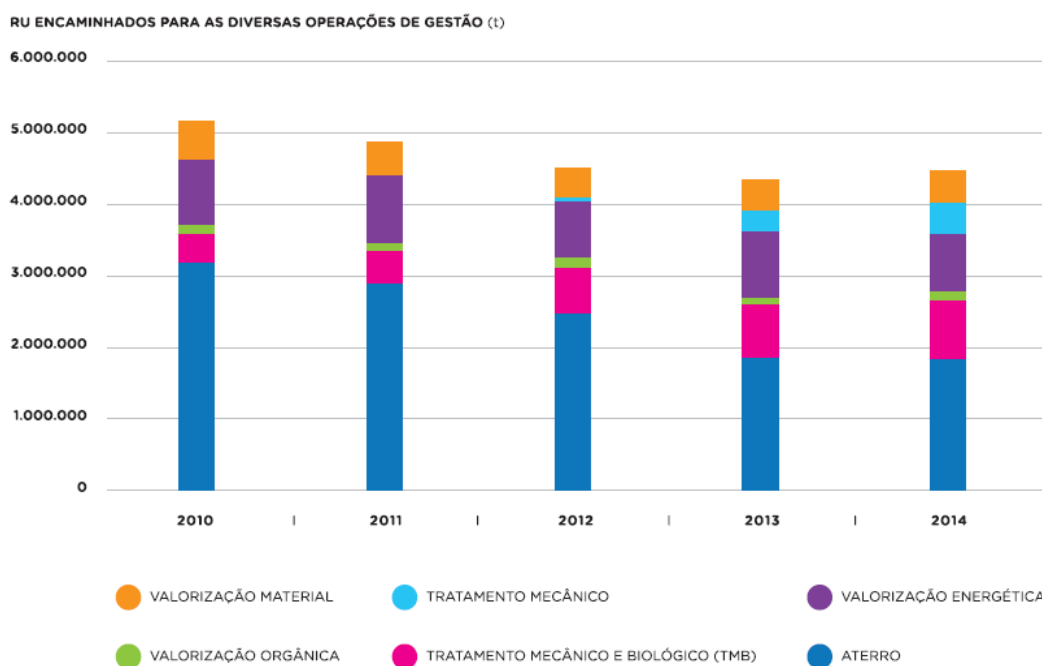


Figura 8 - RU encaminhados para as diversas operações de gestão em Portugal continental (APA, 2015a).

Em 2014, os RU produzidos em Portugal continental (4,474 milhões de toneladas) foram sujeitos às seguintes operações de gestão: 42% de deposição em aterro, 19%



valorização energética, 19% de tratamento mecânico e biológico (TMB), 9% de valorização material, 9% de tratamento mecânico e 2% de valorização orgânica como é possível observar na figura 9.

Em 2014, foram depositadas em aterro 1,191 milhões de toneladas de RUB, o que

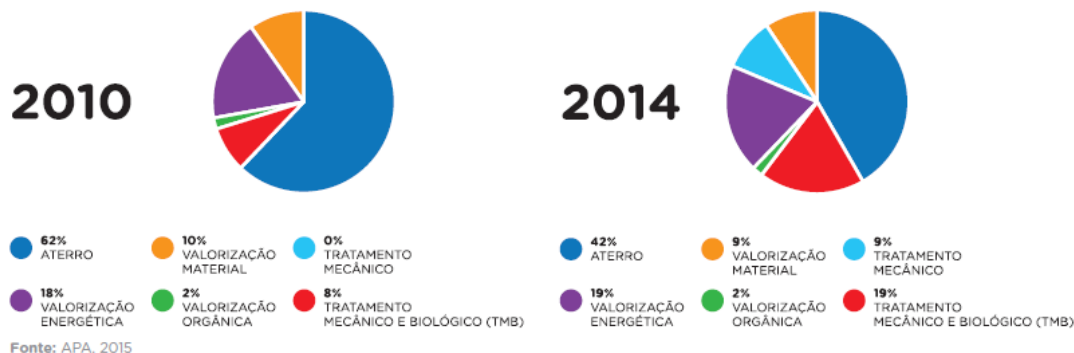


Figura 9 - Variação dos resíduos urbanos encaminhados para as diversas operações de gestão em Portugal continental de 2010 em comparação com 2014 (fonte: APA 2015).

representa uma diminuição de 0,4% face ao ano anterior. Em termos relativos, verificou-se que houve um decréscimo de 62% para 42% de RU depositados em aterro entre 2010 e 2014 enquanto os RU encaminhados para tratamento mecânico atingiram os 9% em 2014 e os RU sujeitos a TMB aumentaram de 8% para 19%, de 2010 para 2014.

Comparando Portugal com a Europa, sobre a temática de destino final dos RU, podemos verificar, com auxílio da Figura 10, o cenário que Portugal apresentava no ano de 2011.

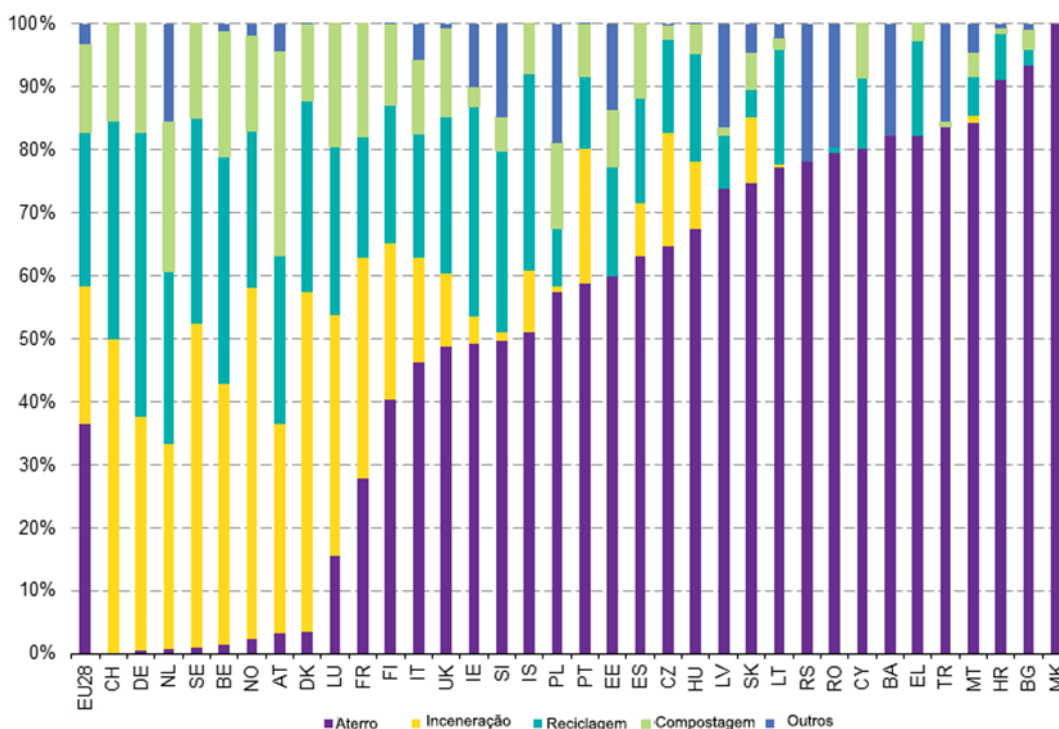


Figura 10 - Resíduos sólidos urbanos tratados, por país e categoria de tratamento, classificadas por percentagem em 2011 (adaptado de Eurostat 2011).

É possível perceber, para o ano de 2011, que a taxa de resíduos depositados em aterro em Portugal ainda era bastante significativa comparativamente aos países ambientalmente mais desenvolvidos como é o caso da Suíça, Áustria ou da Alemanha, que exibem valores próximos de zero, aos quais se juntam taxas de reciclagem na ordem dos 35% a 40%, com Portugal a exibir cerca de 14% (APA,2013).

As diferenças são consideráveis entre vários países na UE, no que diz respeito às suas taxas de separação e envio dos resíduos para aterro. Portugal tem que continuar no seu caminho, apostando em formação e legislação forte para reduzir o desperdício na fonte e aumentar as taxas de separação dos recicláveis dos restantes resíduos. O sistema de gestão de resíduos urbanos em Portugal, é designado com uma estrutura de meios humanos, de infraestruturas e de equipamentos, com o objetivo de suportar todas as tarefas relacionadas com a gestão dos RU, conforme o estabelecido no relatório da APA em 2013 (APA, 2014).

Consultando a Figura 11, em 2015, existiam 23 entidades que faziam a gestão de RU, em todo o território continental, divididos por doze sistemas municipais e onze intermunicipais, sendo que, estes sistemas possuem infraestruturas para assegurar um destino adequado aos RU produzidos (APA,2015a).

Seguindo as metas impostas pelo PERSU II, em Portugal, começou-se a desenvolver tecnologias para desviar os RUB de aterro, implementando Unidades de Valorização Orgânica (compostagem, tratamento mecânico e biológico e a digestão anaeróbia). Sendo assim, de acordo com o estudo da APA (2011), as empresas responsáveis pela gestão destes sistemas, tentaram agregar sistemas de valorização orgânica de forma a cumprir os objetivos previstos no PERSU II.

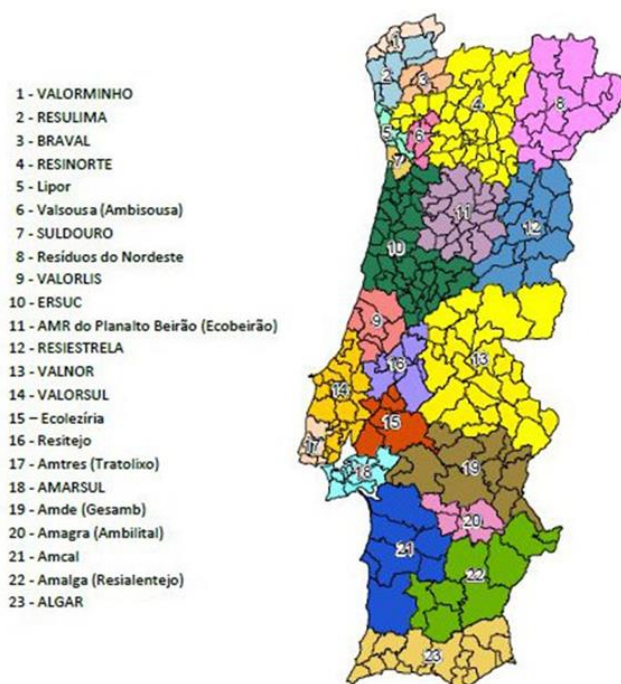


Figura 11 - Os SGRU em Portugal Continental no ano de 2015 (APA, 2015a).

Na tabela seguinte são especificadas as diferentes infraestruturas de gestão de RU existentes em Portugal Continental (APA, 2015b).

**Tabela 1 Infraestruturas de gestão de resíduos urbanos (Adaptado de: APA, 2015b); A- Aterro, TM- Tratamento Mecânico, TMB- Tratamento Mecânico Biológico, CVO- Valorização Orgânica, INC- Incineração com produção de energia, CDR- Unidade de preparação de CDR, T- Triagem, ET- Estação de Transferência, EC- Ecocentro, EP- Ecoponto**

| SGRU                 | A | TM | TMB | CVO | INC | CDR | T | ET | EC | EP   | Hab/ecoponto |
|----------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|---|----|----|------|--------------|
| Valorminho           | 1 |    |     |     |     |     | 1 | 1  | 2  | 424  | 178          |
| Resulima             | 1 |    |     |     |     |     | 1 | 1  | 2  | 962  | 330          |
| Braval               | 1 |    |     |     |     |     | 1 | 1  | 2  | 1167 | 248          |
| Resinorte            | 5 | 1  | 1   |     |     |     | 4 | 8  | 17 | 3657 | 256          |
| Lipor                | 1 |    |     | 1   | 1   |     | 1 |    | 19 | 3680 | 262          |
| Ambisousa            | 2 |    |     |     |     |     | 2 | 2  | 8  | 1000 | 336          |
| Suldouro             | 1 |    | 1   |     |     |     | 1 |    | 4  | 1748 | 253          |
| Resíduos do Nordeste | 1 |    | 1   |     |     |     |   | 4  | 14 | 616  |              |
| Valorlis             | 1 |    | 1   |     |     |     | 1 | 3  | 4  | 1109 | 274          |
| Ersuc                | 2 |    | 2   |     |     | 2   | 2 | 7  | 7  | 3687 | 254          |
| Ecobeirão            | 1 | 1  |     |     |     |     | 1 | 3  | 19 | 1524 | 223          |

|              |    |   |    |   |   |   |    |    |     |       |     |
|--------------|----|---|----|---|---|---|----|----|-----|-------|-----|
| Resiestrela  | 1  |   | 1  |   |   |   | 1  | 7  | 14  | 964   | 201 |
| Valorsul     | 2  |   |    | 1 | 1 |   | 2  | 6  | 8   | 5620  | 282 |
| Ecoleziria   | 1  |   |    |   |   |   |    | 3  | 4   | 462   | 273 |
| Resitejo     | 1  | 1 |    |   |   |   | 1  | 7  | 8   | 1515  | 134 |
| Tratolixo    |    | 1 | 1  |   |   |   | 1  | 1  | 2   | 3548  | 238 |
| Amarsul      | 2  | 1 | 2  |   |   | 1 | 1  | 1  | 7   | 2662  | 294 |
| Gesamb       | 1  |   | 1  |   |   |   | 1  | 4  | 7   | 676   | 221 |
| Ambital      | 1  |   | 1  |   |   |   | 1  | 5  | 7   | 874   | 130 |
| Amcal        | 1  |   |    |   |   |   | 1  | 3  | 5   | 128   | 194 |
| Valnor       | 2  |   | 1  |   |   | 1 | 1  | 8  | 14  | 2068  | 126 |
| Resialentejo | 1  |   | 1  |   |   |   |    | 5  | 5   | 470   | 197 |
| Algar        | 2  | 1 | 1  | 3 |   |   | 2  | 7  | 14  | 2860  | 155 |
| Total        | 32 | 6 | 15 | 5 | 2 | 4 | 27 | 87 | 193 | 41421 | 239 |

Após a análise destes números, é possível concluir que as infraestruturas de tratamento existentes dos SGMRU ficarão com capacidade para atingir as metas para 2020, embora nalguns casos seja necessário a partilha de infraestruturas ou novos investimentos.

### 2.3 Sistemas de recolha de resíduos urbanos

Os SGMRU são os maiores responsáveis nas despesas de um município. Englobam todas as funções necessárias de deposição de todos os materiais até ao transporte para o destino final, chamando a si a responsabilidade de suportar os custos com o serviço, aquisição e manutenção das viaturas e a gestão dos recursos humanos.

Cabe a cada município otimizar estes recursos de forma a rentabilizar o serviço. Segundo Cunha e Rodrigues (2011) 80% dos municípios fornecem o serviço de transporte e recolha por gestão direta, como se apresenta na Tabela 2, onde se podem observar vários modelos de gestão nacional.

Tabela 2 - Modelo de gestão da recolha de RU em Portugal no ano de 2011 (Cunha e Rodrigues, 2011).

| Modelo de gestão               | Tipo de entidade         | % Municípios |
|--------------------------------|--------------------------|--------------|
| Gestão direta                  | Serviços municipais      | 79,10%       |
|                                | Serviços municipalizados | 2,50%        |
| Delegação                      |                          | 12,90%       |
| Concessão Municipal            |                          | 1,80%        |
| Delegação/ concessão (estatal) | Entidades estatais       | 3,60%        |
| Total                          |                          | 100%         |

Segundo Nuortio et al. (2006), a recolha de RU é a operação mais complicada que os municípios apresentam no seu sistema municipal de gestão de resíduos urbanos. Recentemente, muitos municípios estão a efetuar um balanço custo/benefício dos sistemas de recolha de resíduos urbanos (SRRU), criando assim, oportunidades de melhoramento nos seus sistemas, por redefinição de circuitos de recolha, aquisição de veículos com melhores consumos com o objetivo de minimizar custos e aumentar a eficiência (Freitas, 2013).

Aliar a tecnologia à recolha de resíduos tem sido a estratégia seguida pela maior parte dos municípios, de modo a aumentar a eficiência da frota já existente. Byung-In *et al.* (2011), explicam que a solução passará pela minimização do tempo e no número de veículos na recolha de resíduos, na otimização da compactação e no volume de resíduos recolhidos. No entanto, segundo os mesmos autores, existem alguns constrangimentos nestes objetivos, sendo estes, a capacidade dos veículos, a distância ao local de descarga e o tempo de paragem obrigatória na recolha dos resíduos.

No caso da Suécia e segundo Johansson (2006), 10 a 15% dos veículos pesados refere-se à frota de recolha de resíduos que, pela sua velocidade média e pelo número de paragens que efetuam, provocam congestionamentos no trânsito, aumento da poluição do ar e do ruído, sendo esta superior à de qualquer outro veículo de transporte de mercadorias.

Deste modo, segundo o mesmo autor, torna-se importante organizar o sistema de recolha de resíduos de forma a minimizar estes constrangimentos, definindo horários de recolha fora das horas de ponta, uso de viaturas menos poluentes, adaptação das rotas às viaturas conforme o declive do terreno e aquisição de veículos que produzam menos ruído.

Juyoung et al (2013) descrevem outros problemas na recolha de RU em zonas residenciais, tais como os quilómetros que as viaturas necessitam de percorrer ao longo de avenidas e arruamentos, variando entre ruas estreitas e largas, sendo necessária a utilização de distintos tipos de viaturas, encarecendo assim o serviço que o município deve prestar.

O sistema de recolha de resíduos está dividido em deposição e remoção, sendo que as podemos classificar da seguinte forma:

- **Deposição:** baseia-se no acondicionamento dos RU nos locais ou equipamentos, a fim de serem recolhidos.
- **Remoção:** baseia-se no conjunto de operações que visam ao afastamento dos resíduos dos locais de produção, mediante a deposição, recolha e transporte.

Existem normalmente dois tipos de sistemas de deposição sendo estes: contentores de proximidade e recolha porta-a-porta, tendo ambos os seus pontos fracos e as suas mais-valias. Para Levy e Cabeças (2006), o sistema de recolha de RU's mais dispendioso é a recolha porta-a-porta, quer na sua instalação quer na sua operação. No caso do saco com tara perdida tem-se um preço de instalação deste sistema relativamente baixo, mas a quantidade de resíduos para destino final aumenta, criando assim um maior desgaste nas viaturas de recolha e obrigando ainda a um esforço adicional pela equipa de recolha. Desta forma, um dos maiores problemas e o mais dispendioso na componente de um sistema municipal de gestão de resíduos (SGMRU) é a recolha de RU, no sistema porta-a-porta, conforme descrito por vários autores tais como Faccio *et al.* (2011), Nuortio *et al.* (2006) e Ong *et al.* (1990).

O sistema de recolha por contentores de proximidade ou por pontos de reagrupamento, obriga os utilizadores a deslocar-se até ao local e aí depositar os seus resíduos que, de acordo com os mesmos autores, representam menos paragens e menos tempo de circuito, dado que os regimes de deposição são de maior capacidade, tornando-se assim o sistema mais rentável ao nível financeiro.

## 2.4 Sistemas tarifários de resíduos urbanos

Tradicionalmente o pagamento da recolha dos RSU, na maior parte dos países europeus, consiste num imposto geral ou na aplicação de uma tarifa fixa. Contudo, alguns países europeus utilizam o pagamento por contentor, ou seja, aplicam uma tarifa anual ao uso do contentor, tendo em conta a sua capacidade (Bilitewski, 2008a). Bilitewski salienta que todos os sistemas tarifários têm as suas vantagens e desvantagens, e que nos últimos 25 anos procura-se a solução ideal, mas esta ainda não foi descoberta.

Vários países europeus, como é o caso de Inglaterra, adotaram a utilização de um imposto que engloba todos os serviços públicos prestados pelos municípios. Este imposto permite assim a sustentabilidade orçamental do município no que toca a recolha e tratamento dos RSU (Simões, 2007).

Em Portugal, num estudo elaborado pela CESUR, colocam-se em evidência as disparidades dos sistemas tarifários aplicados pelos municípios aos seus munícipes, sendo que, em alguns casos, não é cobrada qualquer tarifa e noutros casos a tarifa aplicada é insuficiente para tornar o circuito de recolha sustentável.

Conforme o exposto pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) de 2009, existe uma grande variedade de tarifários aplicados aos munícipes. Estes tarifários apresentam divergências sem fundamentação económica nem técnica. Os valores aplicados não se compatibilizam com a estrutura existente para a recolha de RU, tornando desta forma o sistema de recolha insustentável não sendo suficiente para cobrir os custos efetivos da sua prestação. Esta é uma das principais fragilidades da política nacional de gestão de resíduos.

Existe uma realidade muito díspar entre os sistemas de tarifários praticados e do método de cálculo nos municípios portugueses, em 34 municípios não se aplica qualquer tarifa na recolha dos RSU, em 123 aplicam indexados a fatura da água e em 151 praticam tarifários fixos ou indexados a outras variáveis, como se pode verificar na Tabela 3 (Lobo, 2009).

Tabela 3 - Tipo de tarifários de resíduos em Portugal no ano de 2009 (Lobo, 2009).

| Tipo de Tarifário                   | Nº de Municípios |                                   |     |
|-------------------------------------|------------------|-----------------------------------|-----|
| Não se aplica tarifa                | 34               |                                   |     |
| Indexada ao consumo da água         | 123              |                                   |     |
| Fixa ou indexada a outras variáveis | 151              | Tarifa fixa                       | 127 |
|                                     |                  | Frequência                        | 9   |
|                                     |                  | Características rurais ou Urbanas | 12  |
|                                     |                  | Área da habitação                 | 3   |

Esta disparidade de sistemas tarifários criou grandes diferenças nos valores faturados pelos vários municípios, como se pode verificar na Figura 12.

A ERSAR, Entidade Reguladora do Serviço de Águas e Resíduos, tem vindo a tentar uniformizar as tarifas a nível nacional. Dessa forma, elaborou as recomendações nº 1 e nº2 de 2010, de forma a atingir este objetivo, mas ainda nem todos os municípios seguiram as recomendações (ERSAR, 2014)

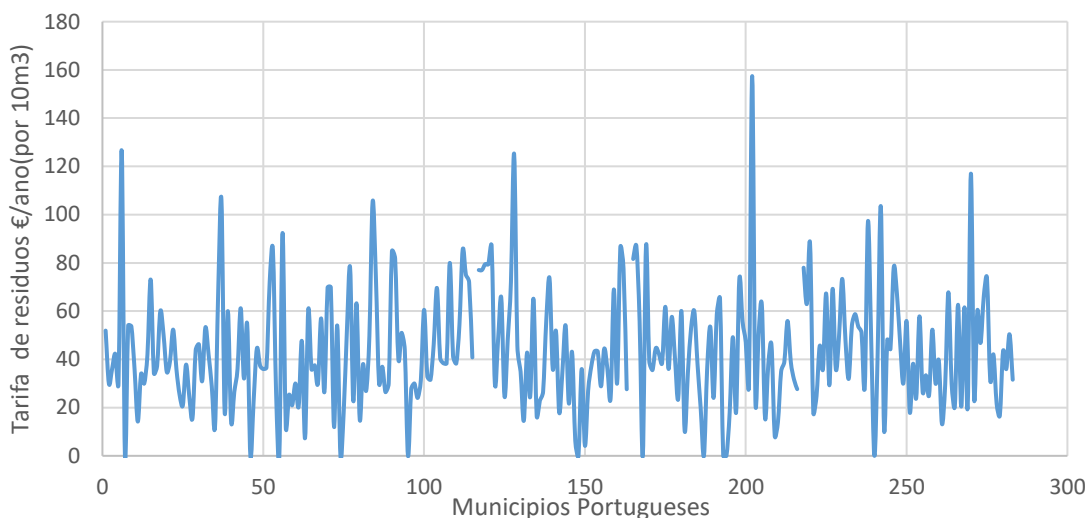


Figura 12 - Relação entre todos os municípios e a tarifa de resíduos que cada um deles paga (ERSAR, 2014)

Os sistemas de gestão de RU devem respeitar os princípios estabelecidos pela Lei de Bases do Ambiente (Lei nº 11/87 de 7 de abril), pela Lei das Finanças Locais (Lei nº 2/2007, de 15 de janeiro) e pelo Regime Geral de Gestão de Resíduos (Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de junho). A esta legislação podemos acrescentar o IRAR de 2009 que tem os seguintes princípios:

- Recuperação de custos, dando prioridade à eficiência de forma a não penalizar os utilizadores com custos superiores devido à má gestão, sendo que, este tarifário deve permitir a recuperação tendencial dos custos económicos decorrentes da prestação deste serviço sem comprometer a sua qualidade e a sustentabilidade das entidades gestoras. Estes sistemas devem estar direcionados para a prevenção e valorização dos resíduos, incentivando a separação e valorização destes.
- Defesa dos interesses dos utilizadores, os tarifários devem assegurar a proteção do utilizador final, assegurando a qualidade e a continuidade dos serviços prestados. Deve ainda criar mecanismos de controlo e supervisão, para identificar e supervisionar situações de monopólio.
- Acessibilidade económica, as tarifas aplicadas aos clientes devem atender à capacidade financeira de cada um, na medida necessária a garantir o acesso universal aos serviços de resíduos e água.



Alusivos à recuperação dos custos, os municípios portugueses no SGMUR têm um défice anual superior a 75% do custo do serviço, como se pode observar na Tabela 3. Pode-se ainda verificar o custo médio por habitante na recolha, transporte, transferência e tratamento dos RU indiferenciados (Levy e Pinela, 2008).

Tabela 4 - Défice anual médio dos municípios no SGMUR (Levy e Pinela, 2008)

| Custo médio no serviço de RSU (€/habitante/ano) |            |              |               |                                  |
|---|------------|--------------|---------------|----------------------------------|
|   | Continente | RA<br>Açores | RA<br>Madeira | Média Portugal (€/habitante/ano) |
| Custo médio do serviço                          | 52,28      | 31,28        | 69,97         | 51,56                            |
| Valor recebido pelos municípios                 | 12,07      | 7,45         | 18,17         | 11,96                            |
| Défice  | 76,91%     | 76,18%       | 74,03%        | 76,80%                           |

É assim possível concluir que os SGMUR não são sustentáveis, apresentando uma taxa de retorno de apenas 25% do investimento inicial. Em média em cada habitação existem 3 habitantes, logo, a tarifa média anual por utilizador para cobrir os custos deveria ser na ordem dos 145 €/habitação/ano. Por este motivo os sistemas são insustentáveis e ineficazes, dado que os tarifários aplicados são desfasados da realidade.

Segundo Levy e Pinela (2008), o sistema tarifário aplicado em Portugal é normalmente associado ao abastecimento público de água, subdividem-se em três tipos:

- Tarifa fixa - Tarifa única cobrada por utilizador com contador de água independentemente do consumo de água ou tipologia de resíduos que produz;
- Tarifa variável – varia diretamente com o consumo de água, pode ser dividida por escalões ou uma percentagem da fatura de água;
- Tarifa fixa + variável – dispõe de uma componente fixa e outra que varia com o consumo de água de cada utilizador.

Diversos autores, como Careto (2009), mostram que não há uma interdependência entre o consumo de água e os resíduos produzidos, pelo que é imperativo encontrar

outras formas de tarifar os municípios sem ter nenhuma relação direta com o consumo de outros recursos sem qualquer relação evidente.

Também Lobo (2009) é da mesma opinião, mencionando ainda que os tarifários praticados em Portugal provocam défices frequentes e colocam em risco a sustentabilidade económica e operacional na prestação de serviços concedidos pelos SGMRU.

A ERSAR recebe dezenas de reclamações a respeito das injustiças criadas com este tipo de tarifários aplicados, pois não existe qualquer incentivo na utilização eficiente dos serviços bem como a existência de muitas dúvidas nos métodos de cálculo das tarifas praticadas (Freitas, 2013).

Como foi referenciado ao longo deste trabalho, o modelo em vigor não é o mais correto, visto que, a médio prazo, vai levar a uma menor qualidade no serviço prestado aos utilizadores e a longo prazo pode provocar o colapso deste sector.

Santana (2009) faz referência a outros pontos que o SMRSU deve obedecer, tais como a recuperação de custo impondo o princípio de poluidor-pagador, refletir clara e corretamente os custos de gestão, ser socialmente justos e desincentivar a produção de resíduos, para promover a sustentabilidade técnica e económica na prestação do serviço, tal como é indicado no PERSU II.

Atualmente a gestão de resíduos é cobrada nos municípios abrangidos pela LIPOR através de uma componente fixa e uma componente variável associada ao consumo da água. As tarifas aplicadas variam de acordo com o município, como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Sistema de tarifário aplicado na área da Lipor

| Município | Ano: 2011          |                                     |                            |                                |                            |
|-----------|--------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
|           | Tipo de utente     |                                     | Componente fixa<br>(€/mês) | Componente variável<br>(€/mês) | Escalão de<br>consumo (m3) |
| Espinho   | Habitação          | Com<br>ligação à<br>rede<br>pública | 2,500 €                    | 0,400 €                        | 0-5                        |
|           |                    |                                     |                            | 0,800 €                        | 6-10                       |
|           |                    |                                     |                            | 1,500 €                        | 11-20                      |
|           |                    |                                     |                            | 1,600 €                        | 21-25                      |
|           |                    |                                     |                            | 1,750 €                        | 26-40                      |
|           |                    |                                     |                            | 1,800 €                        | + de 40                    |
|           |                    | Sem<br>ligação à<br>rede<br>pública | 3,500 €                    |                                |                            |
|           | Comércio/indústria | Com<br>ligação à<br>rede<br>pública | 7,500 €                    | 0,500 €                        | até 50                     |
|           |                    |                                     |                            | 0,600 €                        | 51-200                     |
|           |                    |                                     |                            | 0,700 €                        | + de 200                   |
|           |                    |                                     |                            | Sem<br>ligação à               | 3,500 €                    |

|                             |  | rede pública               |          |         |         |
|-----------------------------|--|----------------------------|----------|---------|---------|
| Gondomar                    | Habitação                                      |                            | 1,300 €  | 0,390 € |         |
|                             | Comércio/indústria                             |                            | 8,000 €  | 0,450 € |         |
| Maia                        | Habitação                                      | Com ligação à rede pública | 1,650 €  | 0,600 € |         |
|                             |  | Sem ligação à rede pública | 4,990 €  |         |         |
|                             | Comércio/indústria                             | Com ligação à rede pública | 9,990 €  | 0,710 € |         |
|                             |  | Sem ligação à rede pública | 19,970 € |         |         |
|                             | Instituição                                    |                            | 4,990 €  |         |         |
|                             | Espaços de utilização comum comércio/indústria |                            | 4,990 €  |         |         |
| Matosinhos                  | Habitação                                      |                            | 1,530 €  | 0,360 € |         |
|                             | Comércio/indústria/estado                      |                            | 7,130 €  | 0,510 € |         |
|                             | Instituição/ Associação                        |                            | 1,530 €  | 0,360 € |         |
| Porto                       | Habitação                                      | Com ligação à rede pública | 1,000 €  | 0,270 € |         |
|                             |  | Sem ligação à rede pública | 1,880 €  |         |         |
|                             | Comércio/indústria                             | Com ligação à rede pública | 6,000 €  | 0,300 € |         |
|                             |  | Sem ligação à rede pública | 1,880 €  |         |         |
|                             | Póvoa de Varzim                                | Utilizadores domésticos    |          | 4,000 € | 0,750 € |
|                             |  |                            |          |         | 1,000 € |
|                             |  |                            |          | 1,250 € |         |
|                             |  |                            |          | 1,500 € |         |
| Utilizadores não domésticos |  |                            | 4,250 €  | 1,250 € |         |
|                             |  |                            |          | 1,500 € |         |
|                             |  |                            | 2,000 €  |         |         |
|                             |  |                            | 3,500 €  |         |         |
| Valongo                     | Habitação                                      | Com ligação à rede pública | 1,170 €  | 0,310 € |         |
|                             |  | Sem ligação à rede pública | 3,550 €  |         |         |
|                             | Comércio/indústria                             | Com ligação à rede pública | 7,120 €  | 0,360 € |         |
|                             |  | Sem ligação à rede pública | 3,550 €  |         |         |
|                             | Associações                                    | Com ligação à rede pública | 7,120 €  |         |         |
|                             |  | Sem ligação à rede pública | 3,550 €  |         |         |

|               |  |  |                         |              |
|---------------|--|--|-------------------------|--------------|
| Vila do Conde | Habitação  | rede pública<br>Com ligação à rede pública | 1,300 €                 | 0,352 €      |
|               | Comércio/indústria   | Com ligação à rede pública                 | 7,790 €                 | 0,414 €      |
|               | Contentor extra (pagamento anual mediante a capacidade do respetivo contentor) |  | Componente fixa (€/ano) |              |
|               |  |  | 59,990 €                | 120 Litros   |
|               |  |  | 119,970 €               | 240 Litros   |
|               |  |  | 479,830 €               | 800 Litros   |
|               |  |  | 599,790 €               | 1.000 Litros |

Torna-se importante, perante esta realidade, desenvolver tarifários justos em função dos resíduos produzidos, que consigam traduzir corretamente as necessidades dos SGMRU, que contrariem a produção de resíduos indiferenciados (RI) e aumentar taxas de reciclagem.

Os sistemas PAYT, que serão abordados no próximo capítulo, podem ser um instrumento muito importante para atingir estes objetivos, visto que englobam os princípios abordados até aqui, tais como o do poluidor-pagador e o da recuperação dos custos.

## 2.5 Sistemas PAYT – Pay-as-you-throw

### 2.5.1 Enquadramento teórico

Utilizando o PERSU II como referência, é cada vez mais importante definir metodologias que permitam atingir as metas que foram definidas. Desta forma é necessário a introdução de um tarifário justo em função dos resíduos produzidos, criando um incentivo financeiro que promova a separação dos resíduos na origem e aumente taxas nas recolhas seletivas. Estes são os princípios base de qualquer sistema PAYT. Embora este conceito esteja já bem desenvolvido nalguns países da Europa e nos Estados Unidos da América, em Portugal começa-se a dar os primeiros passos nesta área.

O PERSU II sustenta que uma aplicação efetiva do PAYT implicará, numa fase inicial, a realização de estudos e projetos piloto, com o intuito de testar vários sistemas de deposição que permitam a quantificação dos resíduos em depósito e posterior faturação dos clientes conforme o volume ou peso destes.

Estes sistemas têm como base dois princípios fundamentais de uma política ambiental sustentável: o princípio do poluidor-pagador e o conceito de responsabilidade partilhada entre os utilizadores e os gestores do serviço (Marta e Hanf, 2008).

Segundo Bilitewski (2008a), os sistemas PAYT, irão reinventar os SGRU, visto que irão diferenciar todos os seus utilizadores e que cada um deles irá pagar por realmente aquilo que produz. Desta forma, os utilizadores que efetuarem reciclagem ou reutilizarem os seus resíduos terão um custo menor com os seus RI, sendo assim possível criar um sistema de faturação transparente, diferentemente do sistema aplicado atualmente.

Segundo Marta e Hanf (2008), existem vários autores que referem o sistema PAYT como um instrumento para controlar a produção de RU, como é o caso apresentado por Bilitewski (2008b). Estes autores reforçam ainda o conceito que os princípios basilares de qualquer sistema PAYT são os de poluidor-pagador e o da responsabilidade partilhada entre o utilizador e o gestor de serviços.

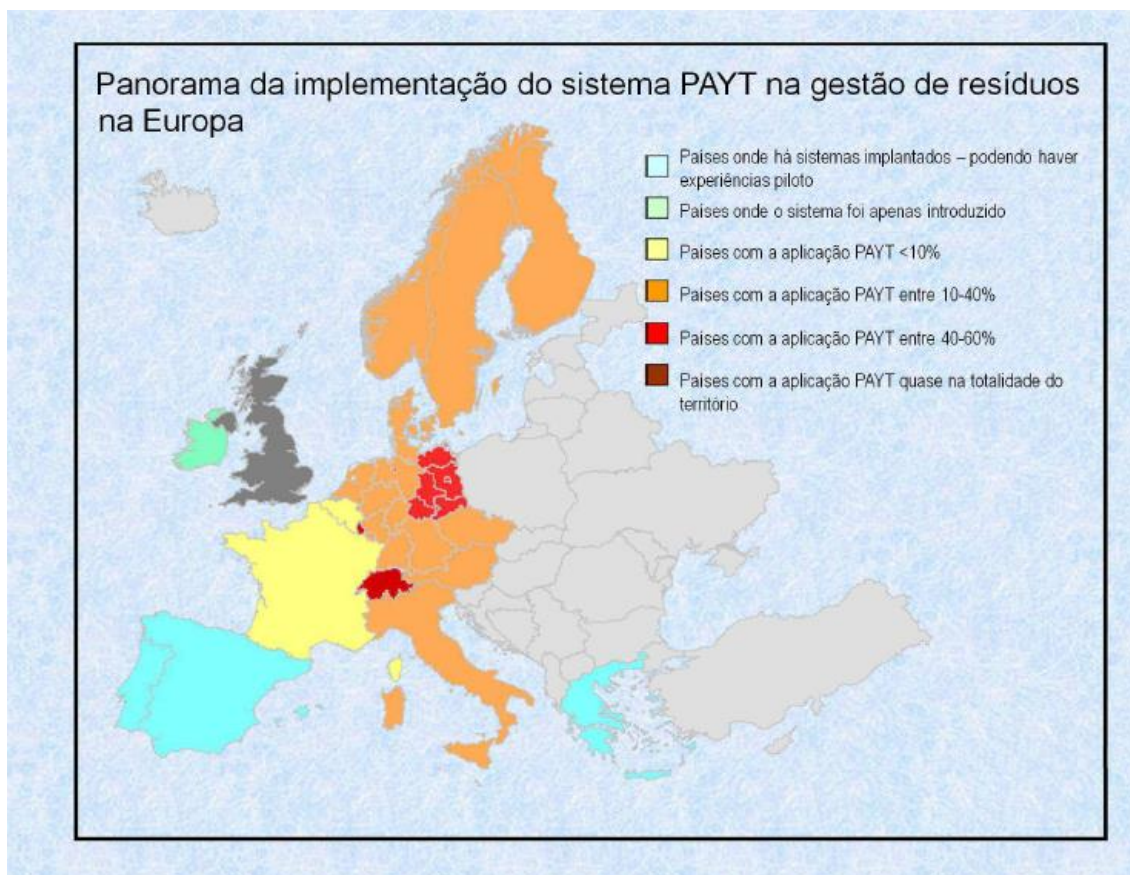


Figura 13 - Aplicação do PAYT em 2004 na Europa (Freitas, 2013 adaptado de Bilitewski et al. 2004).

Nos sistemas de recolha atuais todos os utilizadores pagam o mesmo, independentemente se efetuam a separação dos materiais recicláveis e da quantidade de resíduos que produzem. A base dos sistemas PAYT é que o utilizador paga o que produzir e, desta forma, quanto menos produzir, menos paga.

Estes sistemas só funcionam, na sua totalidade, se existir uma relação direta entre a produção de resíduos e o pagamento do utilizador que os produz, pois só desta forma os cidadãos têm uma sensação de igualdade e proteção pelas suas corretas políticas ambientais e de minimização na produção de resíduos.

Para o sucesso destes sistemas é necessário atingir duas metas fundamentais: o aumento dos resíduos enviados para recolha seletiva e a minimização de produção de resíduos. Outro elemento essencial para o funcionamento do PAYT é a existência de serviços de recolha que tenham um mecanismo económico-financeiro desenvolvido, onde sejam discriminados todos os custos reais do serviço. É importante a existência de monitorização e otimização constante dos SGMRU, para que os utilizadores não sejam responsabilizados pelo custo que provem de uma má gestão. Bilitewski defende que este é um princípio basilar, o princípio da defesa do utilizador.

Outro princípio basilar é o da equidade, ou seja, o sistema PAYT tem que ser baseado num custo unitário por RU produzido. Portanto, todos os utilizadores devem pagar o mesmo custo unitário por tonelada, sem restrições relativamente ao local de residência e haver a garantia de qualidade e igualdade no acesso ao serviço. Baseando o processo nestas premissas, o valor unitário calculado para um SGMRU, tem que ter em consideração possíveis dispersões nos concelhos, onde algumas áreas com maior densidade populacional irão financiar zonas com menor número de pessoas (Bilitewski, 2008a).

Tal como foi apresentado até agora, é necessário envolver todos os intervenientes, criando um processo simples e transparente para existir uma melhor compreensão por parte dos utilizadores. Seguindo a base traçada por Battlevell e Hanf, é preciso fornecer aos utilizadores as ferramentas apresentadas na Figura 14.

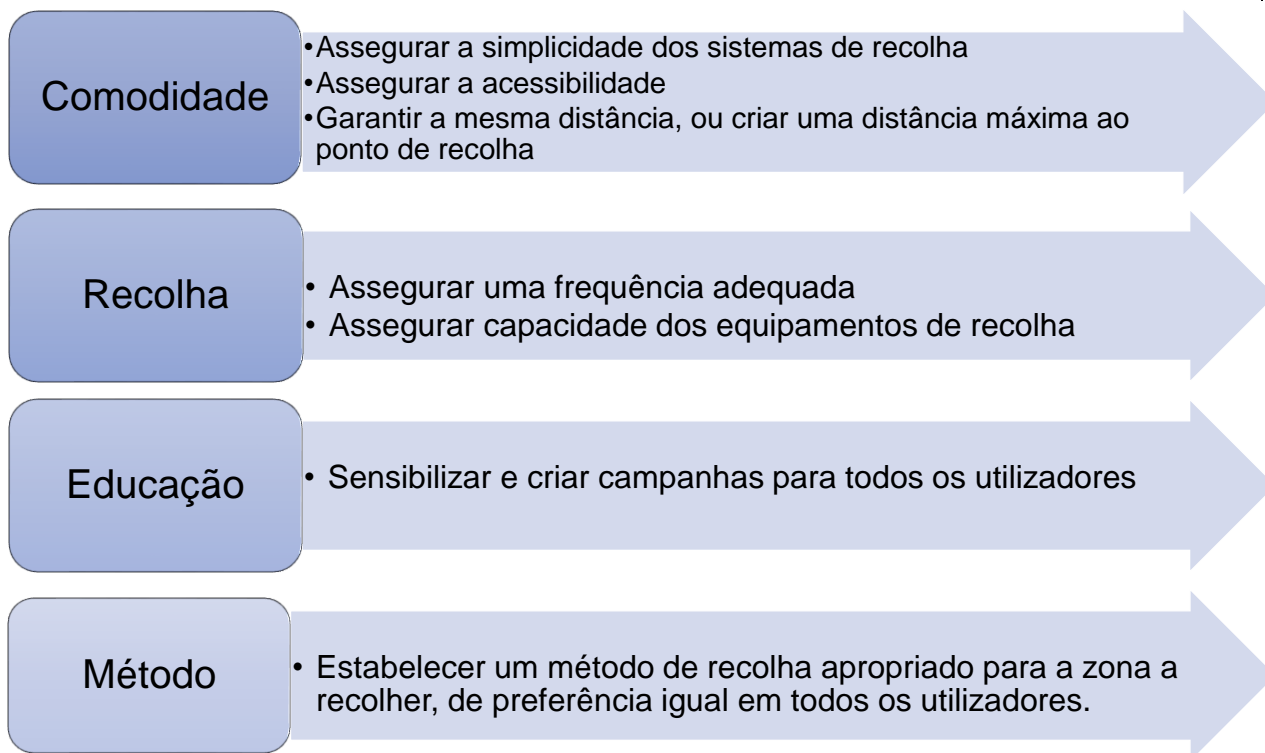


Figura 14 - Aspectos técnicos e educacionais para estabelecer iguais oportunidades no SMGRU (Freitas, 2013 adaptado de Batllell e Hanf, 2008)

## 2.5.2 Principais dificuldades na implementação de um Sistema PAYT

O sistema PAYT apresenta inúmeras vantagens que têm sido referenciadas ao longo deste relatório, mas, na sua implementação, poderão existir diversas barreiras como Canterbury (1994) e Marta e Hanf (2008) descrevem. Estas normalmente prendem-se com os depósitos ilegais e com a falta de conhecimento do cidadão comum nos custos de operação.

Os depósitos ilegais são algo a ter consideração visto que muitos utilizadores irão tentar ao máximo diminuir a sua tarifa e dessa forma irão procurar outro tipo de deposição. Este problema só pode ser contornado com a existência de uma legislação e fiscalização forte, com campanhas de sensibilização e com um trabalho de reconhecimento profundo do terreno onde se irá implementar este sistema de forma a evitar este tipo de situações.

Com a falta de conhecimento sobre os custos de operação, os utilizadores destes serviços, podem ter a perceção que o sistema poderá encarecer o processo de deposição de resíduos. O principal objetivo do sistema PAYT é aumentar os materiais

recicláveis por penalização, a nível monetário, de depósitos de indiferenciados, portanto os utilizadores têm a hipótese de controlar melhor as suas tarifas neste formato do que no formato existente atualmente. Mais uma vez esta situação só pode ser contornada com uma legislação forte e com campanhas de sensibilização onde seja possível explicar as bases deste sistema.

### 2.5.3 Fatores que influenciam o sucesso do PAYT

Para ultrapassar os problemas descritos anteriormente é necessária uma equipa multidisciplinar que seja capaz de reconhecer os mecanismos certos para potenciar ao máximo estes projetos. Estas equipas, tal como Santos (2009) descreve, devem ser capazes de diminuir distâncias aos ecopontos, identificar corretamente os produtores de resíduos, garantir a qualidade dos serviços prestados e no modo de cálculo da tarifa a aplicar.

As estruturas a nível político devem ser capazes de incorporar as autoridades locais para sensibilizar os utilizadores fornecendo-lhes o máximo de informação. Estas devem ser capazes, numa fase posterior da implementação do sistema, de aplicar coimas aos utilizadores.

### 2.5.4 Diferentes tipos de sistemas PAYT

Autores como Marta e Hanf (2008), Bilitewski (2008a), Karagiannidis (2008) entre outros, concluem que existem vários sistemas PAYT e cada um deles pode ser aplicado consoante a necessidade das populações. Contudo, são consensuais na opinião que não existe uma resposta única na implementação destes sistemas. Adicionam ainda que os sistemas PAYT têm que ser flexíveis e moldáveis às necessidades dos utilizadores.

Existem maioritariamente dois tipos distintos de sistemas PAYT, por volume e por peso, desta forma o tarifário vai ser diferente e necessitam de um período mínimo de estudo de cerca de 9 meses.

Shindler *et al.* (2012) e Canterbury (1994) dizem que a tarifa baseada no volume dos resíduos pode ser calculada de duas formas: através da capacidade dos contentores em que a tarifa é aplicada por cada vez que o utilizador vai ao contentor na via pública; ou através de sacos com tara perdida, que incluem uma tarifa de resíduos. Os diferentes tipos de sistemas podem ser visualizados na figura 15. A tarifa baseada através do peso dos resíduos, obriga à uniformização dos contentores, de pequenas



dimensões, por parte dos utilizadores, porque desta forma, será mais fácil pesar os resíduos aquando da recolha feita pela viatura que terá uma balança acoplada.

Comparando os dois sistemas, verifica-se que o sistema por peso é mais dispendioso, visto que implica a aquisição de equipamento para instalação nos camiões de recolha e a uniformização dos contentores. No sistema por volume o investimento prende-se com a aquisição de equipamentos de proximidade, onde os todos os utilizadores possam ser diferenciados e em campanhas de sensibilização e formação da população para a criação de novos hábitos (Canterbury, 1994 e Bilitewski et al., 2004).

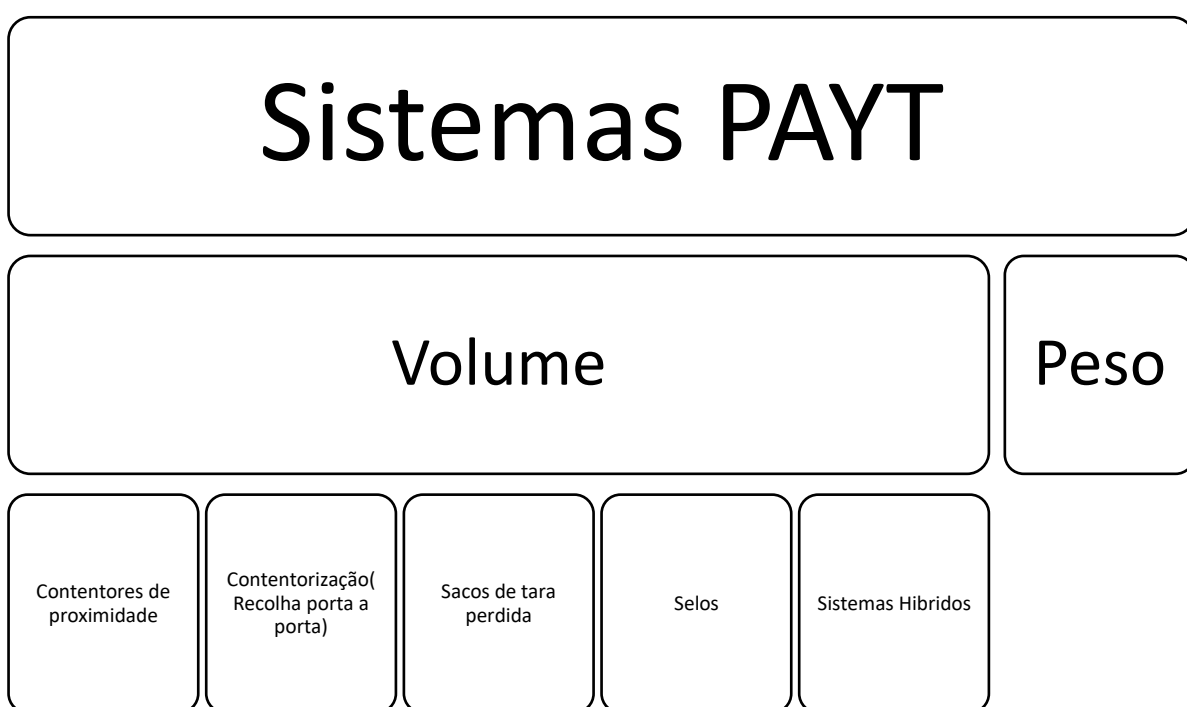


Figura 15 - Esquema dos diferentes sistemas PAYT (Bilitewski, 2008a).

Dentro dos sistemas por volume existem várias opções que podem ser influenciadas pela tipologia de habitações, rapidez de deposição e os custos de implementação e manutenção dos equipamentos.

Nos contentores de proximidade (figura 16), o volume é dado pela existência de uma tómbola, de um volume fixo e com acesso controlado. Desta forma, é possível identificar que utilizadores vão a estes equipamentos e aplicar uma tarifa com base no número de deposições que o utilizador irá fazer.



Figura 16 - Exemplo de um sistema PAYT através de contentores de proximidade de Vila do Conde com acesso controlado (Camara Municipal de Vila do Conde, 2016)

Nos sistemas de contentorização (figura 17) os utilizadores escolhem o número e o volume dos contentores para depositar os seus resíduos. Os clientes serão taxados conforme o número de recolhas que pretendem e os volumes dos contentores adquiridos inicialmente. Estes sistemas podem ser equiparados aos sistemas porta-a-porta (PaP).



Figura 17 - Exemplo de um sistema PAYT através de contentores (Maiambiente, 2009).

No caso dos sacos com tara perdida (figura 18), os utilizadores adquirem previamente os sacos às autarquias, que já incorporam o valor da tarifa por saco adquirido. É um método muito aplicado pela Europa porque é de fácil implementação.



Figura 18 - Exemplo de um sistema PAYT através do saco perdido (The Island free press, 2009).

O sistema dos selos funciona de forma muito idêntica ao programa de sacos, onde o utilizador adquire um selo, como está presente na figura abaixo, para colocação no seu saco. Este selo deve ser colocado num local visível, devidamente identificado. Só estes sacos sinalizados serão recolhidos pelas equipas de recolha.

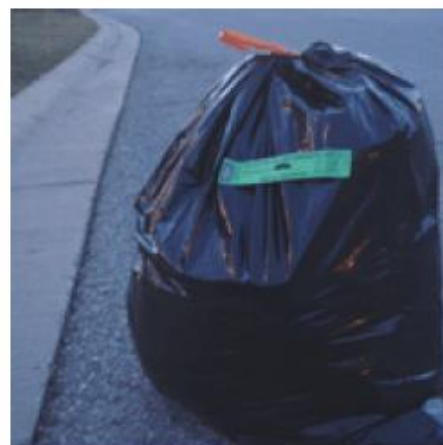


Figura 19 - Sistemas de selos para colocar nos sacos ( The H.H.H. Incorporated, 2012)

Nos sistemas híbridos as autarquias são responsáveis pela definição, conforme as zonas de residência, das recolhas e do número de contentores disponibilizados. Pode ainda existir um sistema de sacos ou selos caso o utilizador necessite de depósitos extra.



Figura 20 - Sistema híbrido com contentores com selo (Carrol Contytimes, 2013)

Nos sistemas PAYT por pesagem dos resíduos, tal como foi descrito até aqui, utilizam-se sistemas de pesagem de contentores, sendo taxados os utilizadores pelo peso recolhido. Os contentores precisam de um sensor RFID (*radio frequency Identification*), ou uma tecnologia análoga, que permita a sua identificação e ligação com o peso que é recolhido. Este depois é enviado para uma base de dados para posterior taxação. Sistemas como este mostram-se muito eficientes na redução de resíduos nos locais onde foram implementados como é o caso do Luxemburgo (Gonçalves, 2010) e de Dresden (Bovea et al., 2010).

Segundo o trabalho de Skumatz, L. (2002), é possível concluir que todos os sistemas PAYT apresentam pontos fortes que devem ser explorados de forma a estes sistemas se tornarem sustentáveis e pontos fracos que devem estudados e minimizados. Nas Tabelas abaixo podem ser visualizadas as conclusões que Skumatz e outros autores obtiveram através de estudos pilotos e experiências no terreno.

Tabela 6 - Vantagens e desvantagens de contentores de proximidade (Skumatz, L. ,2002).

| Vantagens  | Desvantagens   |
|--|--|
| 1 - Identificação correta dos clientes e possibilidade de reconhecimento de maus hábitos de separação. | 1 - Elevados custos de instalação e aquisição de contentores com sensores de abertura.                     |
| 2 – Maior capacidade de armazenamento comparativamente com outros métodos PAYT.                        | 2 - Sistema de faturação mais complexo, havendo necessidade de uma base de dados completa e atualizada dos |

|   |  |
|---|--|
| <p>3 - Harmonização estética com a cidade.</p> <p>4 - Melhor capacidade de higienização.</p> <p>5 - Maior capacidade de extração de informação de base para o desenvolvimento de sistemas PAYT.</p> <p>6 - Aumento da recolha de recicláveis em cerca de 25%.</p> | <p>utilizadores.</p> <p>3 - Necessita de sensibilização contínua por parte das equipas responsáveis.</p> <p>4 - Sistema mais complexo, mas mais evoluído tecnologicamente.</p> |
|---|--|

Este tipo de sistemas PAYT apresenta muitas capacidades que poderão ser exploradas no futuro. Desta forma, é importante reforçar a aposta nestes equipamentos e continuar a desenvolver tecnologias compatíveis para melhorar a performance dos mesmos.

Tabela 7 - Vantagens e desvantagens da contentorização (Skumatz, L. ,2002).

| Vantagens   | Desvantagens  |
|---|---|
| <p>1 - Distribuição de vários tipos de contentores.</p> <p>2 - Possibilidade da criação de uma tarifa progressiva.</p> <p>3 - Como os contentores são espaçosos os utilizadores tendem a reduzir o número de contentores que requerem.</p> <p>4 - Possibilidade de uso de contentores já existentes na autarquia.</p> <p>5 - O serviço de faturação poderá ser facilmente implementado.</p> | <p>1 - Custos dos contentores e dos leitores RFID.</p> <p>2 - Não existem incentivos para a reciclagem.</p> <p>3 - Desvantagem no caso de habitações coletivas, que normalmente não usam contentores para a colocação de resíduos.</p> <p>4 - Criação de uma tarifa coletiva para os edifícios de habitação coletiva.</p> <p>5 – Adaptação dos camiões existentes para a recolha.</p> |

Tabela 8 - Vantagens e desvantagens de sacos de tara perdida ou de selo (Skumatz, L. ,2002).

| Vantagens   | Desvantagens   |
|---|--|
| <p>1 - Fácil implementação.</p> <p>2 - Reduzidos custos de implementação.</p> <p>3 - Permite a taxação individual nos</p> | <p>1 - Aquisição dos sacos ou dos selos.</p> <p>2 - Incentiva a recolha porta-a-porta, dado que a colocação dos sacos em</p> |

|   |   |
|---|---|
| <p>edifícios de habitação coletiva.</p> <p>4 - O serviço é pré-pago.</p> <p>5 - Eficácia de redução de RI em 32%.</p> | <p>contentores de maior capacidade não permite a leitura do selo ou a verificação do saco.</p> <p>3 - Limitação dos horários de deposição dos sacos na via pública dada a possibilidade de poderem romper-se.</p> <p>4 - Não existem incentivos à reciclagem para quem utilize o saco de menor dimensão ou a tarifa mínima no selo.</p> <p>5 - Impossibilidade de implementar a tarifa progressiva por número de sacos.</p> <p>6 - Difícil leitura dos selos nos sacos.</p> <p>7 - Obriga a uma maior fiscalização do cumprimento da obrigação da aquisição de sacos ou de selos.</p> |
|---|---|

A opção de saco com tara perdida ou selo é a opção mais fácil de implementar, mas apresenta muitas fraquezas como foram descritas ao longo da Tabela. A estratégia da utilização de sacos é uma metodologia necessária em alguns casos, mas existem no mercado outras oportunidades, mais avançadas, para a implementação de sistemas PAYT. Embora as taxas de redução de RI sejam consideráveis, comparativamente com outros sistemas, este apresenta alguns problemas como a limitação dos horários de deposição.

Tabela 9 - Vantagens e desvantagens dos sistemas híbridos (Skumatz, L. ,2002).

| Vantagens   | Desvantagens   |
|---|--|
| <p>1 - Pode ser implementado com rapidez e sem grandes custos, sendo fácil a transição em relação aos sistemas existentes.</p> <p>2 - Inexistência de investimento inicial em viaturas de recolha ou contentores especiais.</p> <p>3 - Serviço de faturação sem grandes alterações.</p> <p>4 - Os utilizadores só necessitam de</p> | <p>1 - Aquisição dos sacos ou dos selos.</p> <p>2 - Incentiva a recolha porta-a-porta, dado que a colocação dos sacos em contentores de maior capacidade não permite a leitura do selo ou a verificação do saco.</p> <p>3 - Limitação dos horários de deposição dos sacos na via pública dada a possibilidade de poderem romper-se.</p> <p>4 - Não existem incentivos à reciclagem</p> |

|  |   |
|--|---|
| <p>adquirir sacos ou selos extras, caso excedam os limites de produção para a sua área de residência.</p> <p>5 - Redução de RI em 10%.</p> | <p>para quem utilize o saco de menor dimensão ou a tarifa mínima no selo.</p> <p>5 - Impossibilidade de implementar a tarifa progressiva por número de sacos.</p> <p>6 - Difícil leitura dos selos nos sacos.</p> <p>7 - Obriga a uma maior fiscalização do cumprimento da obrigação da aquisição de sacos ou de selos.</p> |
|--|---|

Shindler et al. (2012), verificaram que um sistema PAYT, baseado no peso dos resíduos com a incorporação de sistemas de RFID, é o processo mais eficaz na minimização de resíduos, pois este é mais exato e permite uma melhor quantificação dos resíduos recolhidos. Na Tabela abaixo analisam-se as vantagens e desvantagens destes sistemas.

Tabela 10 - Vantagens e desvantagens do sistema PAYT calculado pelo peso dos resíduos (Skumatz, L. ,2002).

| Vantagens  | Desvantagens   |
|--|--|
| <p>1 - Mais flexível – os utilizadores farão uma melhor separação de resíduos porque existe uma poupança imediata conforme a separação que realizam.</p> <p>2 -Este sistema é de fácil compreensão – transparência.</p> <p>3 – Os utilizadores só pagam o que usam.</p> <p>4 – Utilização de tecnologias modernas no cálculo do peso.</p> <p>5 – Redução dos RI em cerca de 45%.</p> | <p>1 – Uso obrigatório de contentores para recolha, o que é inconveniente em habitações em altura.</p> <p>2 – Elevados custos de instalação e manutenção, com a aquisição de contentores com sensores que permitam a leitura correta e a automatização dos veículos de recolha</p> <p>3 – Sistema de faturação complexo, necessidade de criar uma base de dados elaborada e atualizada dos utilizadores.</p> |

Assim, nos sistemas PAYT que utilizam o peso como barómetro para a faturação é possível uma maior redução na quantidade de resíduos produzidos e uma melhor perceção do utilizador do que realmente está a pagar pelos seus resíduos. Porém, os elevados custos de instalação são um impedimento à sua implementação em zonas altamente populacionais, visto que é necessário criar um complexo sistema de chaves para saber quem vai ao contentor depositar. Por isso, este é um sistema pensado para



quando existem outras fontes de financiamento ou quando se pretende efetuar um investimento avultado no SGMRU e na faturação (Freitas, 2013).

### 2.5.5 Estruturas Tarifárias sobre o PAYT

Na aplicação de um sistema tarifário é necessário ter-se em conta a cobertura dos custos de gestão de RSU. Estes custos incluem normalmente a recolha, transporte, tratamento, deposição de resíduos, campanhas de sensibilização/informação e os custos administrativos.

Tendo por base o trabalho de Canterbury e Gordon os sistemas de preços mais utilizados na aplicação de sistemas PAYT são:

- **Tarifa fixa:** é cobrado o mesmo valor por cada unidade de resíduos colocada para recolha;
- **Tarifa variável:** O munícipe subscreve um serviço básico, acima do qual o preço é diferente e o munícipe terá de pagar uma taxa adicional. Esta taxa pode ser mais elevada de forma a incentivar a redução de resíduos ou mais baixa de forma a combater a deposição e migração ilegal de resíduos;
- **Tarifa de Componente Dupla ou de Multi-Componentes:** é constituída por uma taxa fixa e por uma componente proporcional ou 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 escolha de tarifa a implementar deverá ter em conta a realidade da região e o orçamento que se dispõe para a sua implementação, tendo como principais objetivos a obtenção de um SGMRSU sustentável, aumento da reciclagem e compostagem, a equidade social, aceitação por parte dos utilizadores e, por fim, a redução da produção de RI (Canterbury e Gordon, 1999).

Portanto, torna-se importante adquirir conhecimento acerca de possíveis vantagens e desvantagens de cada sistema tarifário. Este permitirá apoiar a decisão da tarifa a implementar verificando-se qual o método de sistema PAYT mais ágil a implementar, considerando a realidade do sistema de faturação existente e das alterações que terão de ser produzidas para a implementação de outro método de faturação. Na Tabela 11 pode-se verificar as vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de tarifas (Gonçalves, 2009).



Tabela 11 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de sistemas tarifários (adaptado de Canterbury e Gordon, 1999).

| Sistema                    | Vantagens  | Desvantagens  |
|----------------------------|--|---|
| Tarifa Fixa                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentiva a redução de resíduos.</li> <li>- Fácil implementação.</li> <li>- Baixos custos de instalação e administrativos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incerteza nas receitas.</li> </ul>   |
| Tarifa Variável            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilidade de tarifas progressivas.</li> <li>- Incentivo à minimização na produção de resíduos.</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Custos elevados de implementação.</li> <li>- Elevados custos administrativos e de gestão.</li> </ul> |
| Tarifa de Componente Dupla | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Os custos fixos estão cobertos.</li> <li>- Maior estabilidade das receitas.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não há incentivo à diminuição na produção de resíduos.</li> </ul>                                    |

Um sistema tarifário baseado no modelo PAYT, deve aproximar-se o mais possível de um modelo de tarifa variável, visto que um modelo de cobrança fixa não permite prever com exatidão as despesas decorrentes com a gestão dos resíduos, colocando em risco a sustentabilidade económica da empresa gestora.

Assim, a LIPOR pretende atender ao disposto na Recomendação ERSAR n.º 02/2010, que preconiza que as entidades gestoras utilizem uma estrutura tarifária que combine uma tarifa fixa com uma tarifa variável, sendo a componente fixa aplicada em função do intervalo de tempo de prestação do serviço e a componente variável aplicada em função do nível de utilização do serviço durante esse período.

Como já referido para a implementação de um novo sistema de tarifário, a LIPOR irá seguir a Recomendação ERSAR n.º 02/2010, seguindo o modelo de cálculo recomendado.

### 2.5.6 Casos de estudo

Um pouco por todo o mundo, existem comunidades onde os tarifários PAYT já se encontram implementados ou estão em fase de projeto-piloto. Segundo Reichenback (2008), os últimos 20 anos foram muito importantes no desenvolvimento técnico da implementação de soluções em sistemas PAYT, onde começaram a ser reunidas condições de bonificação que permitem a diminuição na produção de resíduos e o aumento da recolha seletiva, que levou a um acréscimo no número de países europeus e mundiais a adotar estes sistemas.

### 2.5.6.1 Estados Unidos

De acordo com Skumatz (2008b), os EUA foram os pioneiros no desenvolvimento dos sistemas PAYT. Desde 1980 que se tem vindo a implementar estes sistemas, passando de 100 comunidades para 1000 no início dos anos 90 e para 5200 em 2001. Em 2006 está referenciado que 7100 comunidades têm um sistema tarifário PAYT, representando 25% do total da população dos EUA, distribuída de acordo com o representado na Figura 21. Para que este crescimento fosse possível, existiu um grande apoio legislativo e muitos estados tiveram que alterar os seus regulamentos e políticas, como foi o caso do Minnesota, que tem 100% das suas comunidades com sistemas PAYT. Já Washington obriga à implementação destes sistemas em comunidades que estejam certificadas ambientalmente.

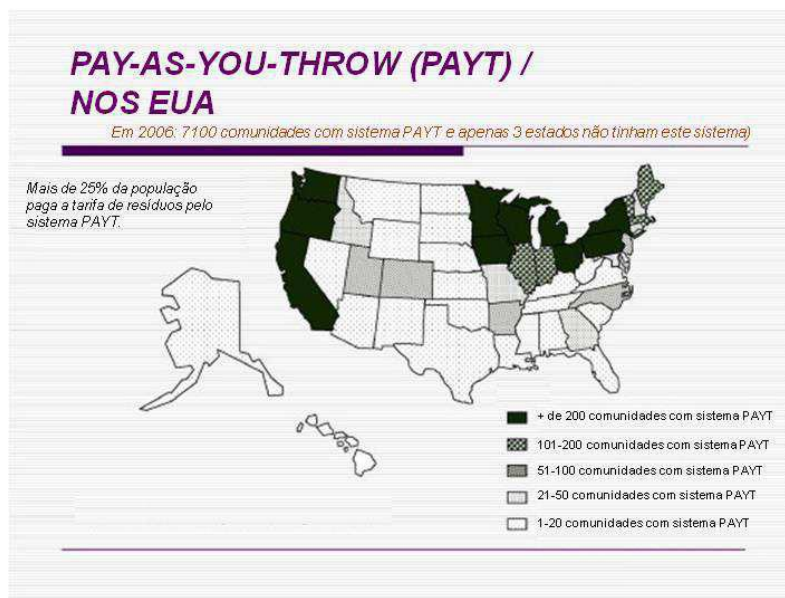


Figura 21 - Estados com sistema PAYT implementado dos EUA em 2006 (Freitas 2013 adaptado de Skumatz, 2008a).

Alguns projetos mais referenciados na bibliografia estão descritos de seguida. São casos onde é possível verificar que, apesar da existência de alguma resistência dos utilizadores, foi possível implementar estes sistemas com a criação de boas campanhas de sensibilização e sistemas de tarifários justos.

Segundo vários autores como Canterbury e Newill (2003), aproveitando o trabalho desenvolvido pela EPA (1997), foi elaborada uma lista onde é possível ver os maiores casos de sucesso:

- Vancouver, Washington – em 1990, foi implementado um sistema PAYT baseado no volume em que a recolha do segundo contentor era 84% mais caro do que o primeiro contentor. Desta forma, os utilizadores deixaram de utilizar dois contentores, depois de algum tempo de implementação, foi criado um serviço de minicontentor mais barato, que recebeu uma enorme adesão. Em resultado, os municípios reduziram a produção de resíduos e aumentaram a reciclagem, a qual chegou a 50% em 1995.
- Mount Vernon, Iowa – este município implementou, em 1991, um sistema de etiquetas que tinha o custo de 1,75 dólares. Estas eram colocadas em contentores que não poderiam ter mais de 114 litros ou 18kg. Para outras tipologias de resíduos, como resíduos volumosos, eram utilizados outros sistemas. Além da compra dos selos, era cobrado a cada utilizador uma taxa fixa mensal de 7 dólares. Com a implementação destas medidas, reduziu-se em cerca de 40% os resíduos enviados para aterro.
- Falmouth, Maine – implementou um programa de pagamento por saco em 1992. Este sistema tinha como base a compra de sacos que iriam ser posteriormente utilizados na deposição de RU indiferenciado. Estes tinham como preço 91 cêntimos para sacos de 125 litros e 64 cêntimos para sacos de 75 litros. As taxas de reciclagem subiram para lá dos 50% e a deposição de RU diminuiu cerca de 35%.
- South Kingstown, Rhode Island – implementou em 1994, um programa de etiquetas, que poderiam ser adquiridas pelos municípios a 1 dólar, com o intuito de as colocar nos sacos de deposição com um limite máximo de 125 litros por saco. Após a implementação desta metodologia as taxas de reciclagem chegaram aos 40%.
- Fort Collins, Colorado – em 1995, implementou um sistema de tarifas baseadas no volume dos resíduos recolhidos, ao mesmo tempo que tornou a deposição de resíduos recicláveis gratuita, situação que não acontecia antes. Como resultado, a reciclagem aumentou para os 79% em residências unifamiliares, em contraste com os 53% do ano anterior.

### 2.5.6.2 Europa

Utilizando como referência o estudo Association of Cities & Regions for Recycling and for sustainable Resource Management (ACR+), elaborado por Dohogne *et al.* em 2016, são apresentados de seguida os casos com maior relevância na implementação de sistemas PAYT pela Europa como pode ser visto na figura 22.



Figura 22 - Mapa Ilustrativo da localização de sistemas PAYT de referência na Europa (Dohogne et al., 2016)

- Interza, Bélgica

Na cidade de Interza, na Bélgica iniciou-se um projeto que está descrito na tabela 12.

Tabela 12 - Especificações do projeto de Interza, Bélgica.

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Ano de implementação</b> | 2004  |
| <b>População abrangida</b>  | 82,425  |
| <b>Número de Habitações</b> | 33,235  |
| <b>Sistema adotado</b>      | Sacos pré-pagos e preço por volume nos recicláveis  |
| <b>Tarifas</b>              | 2€ por saco de 60L e 0,125€ por saco de recicláveis |
| <b>Resultados obtidos</b>   | Redução de 25% nos RU ou equiparáveis               |

- Município de Maastricht, Holanda

No Município de Maastricht, na Holanda inaugurou-se em 2001 o projeto descrito na tabela 13.

Tabela 13 - Especificações do projeto de Maastrich, Holanda.

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Ano de implementação</b> | 2001  |
| <b>População abrangida</b>  | 122,481   |
| <b>Número de Habitações</b> | 67,281  |
| <b>Sistema adotado</b>      | Sacos pré-pagos.  |
| <b>Tarifas</b>              | 0,71€ por saco de 50L e 0€ na utilização de contentores de proximidade no caso dos recicláveis.                           |
| <b>Resultados obtidos</b>   | Pequeno aumento nos recicláveis, mas mais de 50% de separação nos resíduos biodegradáveis (resto de comida, entre outros) |

- Município de Umeå, Suécia

Na Suécia, no Município de Umeå, foi idealizado e implementado um sistema PAYT descrito na tabela 14.

Tabela 14 - Especificações do projeto de Umeå, Suécia.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Ano de implementação</b> | 1996   |
| <b>População abrangida</b>  | 119,613  |
| <b>Número de Habitações</b> | 55,943   |
| <b>Sistema adotado</b>      | Frequência, volume e peso  |
| <b>Tarifas</b>              | Preço na gama de: 957€ por uma recolha bimensal de um contentor de 4m <sup>3</sup> até a um máximo de 4,668 € para uma recolha bissemanal de um contentor de 8m <sup>3</sup> . Estas tarifas são aplicadas a condomínios ou conjunto de habitações térreas. Sem nenhuma tarifa para recicláveis. |
| <b>Resultados obtidos</b>   | Diminuição de 23% dos RU e aumento de 25% na reciclagem nos primeiros dois anos de implementação. Comparando 1996 e 2014, houve uma diminuição de 44% dos RU e um aumento de 360% na separação de resíduos.  |

- Zollernalbkeries / Zollernalbdistrict, Alemanha

Na Alemanha no município de Zollernalbkeries iniciou-se um projeto PAYT em 1998 com as características descritas na tabela 15.

Tabela 15 - Especificações do projeto de Zollernalbkeries / Zollernalbdistrict, Alemanha.

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Ano de implementação</b> | 1998 / 2001   |
| <b>População abrangida</b>  | 184,611   |
| <b>Número de Habitações</b> | 80,123  |
| <b>Sistema adotado</b>      | 1998: Frequência, 2001: Peso no RU  |
| <b>Tarifas</b>              | 0,21€ por kg de RU e 0€ pelos recicláveis   |
| <b>Resultados obtidos</b>   | Diminuição do RU no ano de implementação e aumento dos materiais recicláveis recolhidos nos ecopontos |

- Município de Treviso, Itália

No município de Treviso foi implementado um projeto PAYT com as características descritas na tabela 16.

Tabela 16 - Especificações do projeto de Município de Treviso, Itália.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Ano de implementação</b> | 2014   |
| <b>População abrangida</b>  | 83,652   |
| <b>Número de Habitações</b> | 41,951   |
| <b>Sistema adotado</b>      | Frequência de recolha dos contentores de RU  |
| <b>Tarifas</b>              | 4,07€ para um contentor de 30L de RU, 0€ para os recicláveis.                                  |
| <b>Resultados obtidos</b>   | Diminuição de 80% na produção de RU entre 2012-2014. Taxa de reciclagem aumentou ligeiramente. |

- Município de Besançon, França

No município de Besançon foi desenvolvido um projeto PAYT e as suas características estão descritas abaixo na tabela 17.

Tabela 17 - Especificações do projeto de Município de Besançon, França.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Ano de implementação</b> | 2012   |
| <b>População abrangida</b>  | 176,339  |
| <b>Número de Habitações</b> | 84,873   |
| <b>Sistema adotado</b>      | Volume, Peso e Frequência  |
| <b>Tarifas</b>              | Varia conforme a localização do utilizador e a tipologia de contentor, tendo como exemplo um contentor de 60L com uma recolha bissemanal tem o preço de 84€ mensais ao que acresce 0,231€/kg mais 1,12 por taxa de recolha. Recicláveis não têm qualquer custo |
| <b>Resultados obtidos</b>   | Os RU tiveram uma redução de 23% e os recicláveis um aumento de 17%.   |

- Município de Innsbruck, Áustria

Na Áustria, no município de Innsbruck, iniciou-se um projeto que está descrito na tabela 18.

Tabela 18 - Especificações do projeto de Município de Innsbruck, Áustria.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Ano de implementação</b> | 1995   |
| <b>População abrangida</b>  | 127,944  |
| <b>Número de Habitações</b> | 60,234   |
| <b>Sistema adotado</b>      | Volume   |
| <b>Tarifas</b>              | Tem um preço de 0,0344€/L nos RU ou os utilizadores podem comprar sacos com 60L por 2,95€. |
| <b>Resultados obtidos</b>   | Os RU reduziram 13% e os recicláveis aumentaram 38%.                                       |

Existem ainda outros casos de projetos PAYT no mundo, como é o caso da Coreia do Sul, tornando-se o primeiro país oriental a implementar um sistema deste tipo. Teve início em 1995, um sistema baseado no volume de resíduos através de um pagamento por saco, em que os RI eram colocados em sacos pré-pagos, enquanto os recicláveis não tinham qualquer taxa (Hogg, 2006). Neste projeto, as taxas de resíduos reciclados

e compostados duplicaram no período entre 1994-2004, enquanto os RI tiveram uma redução substancial.

No panorama nacional tem-se alguns estudos piloto nesta temática, mas ainda sem resultados concretos.

O caso mais desenvolvido decorreu na zona do Lidador, na freguesia de Vila Nova da Telha, no concelho da Maia, onde o projeto PAYT tem como base a utilização de contentores de proximidade com uma tómbola doseadora onde é possível aferir, com rigor, o volume depositado pelos utilizadores e tarifar os mesmos de forma justa.

Em Portimão, existe um projeto denominado de “Ilhas Ecológicas”, que tem como objetivo final a implementação de um sistema com este princípio. Os moradores terão um cartão de acesso aos contentores e pagarão consoante a quantidade de RU depositados (Soares, 2013).

No ano de 2015, iniciou-se um projeto, na zona histórica de Guimarães, com a utilização de sacos pré-pagos para a deposição dos RU e com uma frota de carros elétricos para conseguir responder a uma zona de forte deposição (Freitas, 2013).

No próximo capítulo serão abordadas as questões técnicas ligadas com o projeto de Vila de Conde, onde vão ser apresentadas as suas especificações assim como todos os passos que foram necessários para a sua implementação.



### 3. Caso de estudo – Implementação de um sistema PAYT no mercado de Vila de Conde e área envolvente

Este capítulo será dedicado ao caso prático que foi desenvolvido no decorrer dos 9 meses de estágio na LIPOR. Aqui serão abordadas todas as questões técnicas relacionadas com este projeto e serão descritas as ações que foram implementadas. Será feito, ainda, um pequeno enquadramento geográfico da área de implantação, bem como uma análise socioeconómica dos principais utilizadores.

#### 3.1 Localização da área em estudo: Vila do Conde

O concelho de Vila do Conde (ver Figura 23) localiza-se no distrito do Porto, estando limitado a norte pelo município da Póvoa do Varzim, a este por Vila Nova de Famalicão e Trofa, a sul pela Maia e por Matosinhos e a oeste pelo oceano Atlântico. Tem uma área aproximada de 149km<sup>2</sup> distribuídos pelas suas 21 freguesias sendo as de maior importância as freguesias de Azurara, Mindelo e Vila Chã, devido a sua rápida expansão urbana.

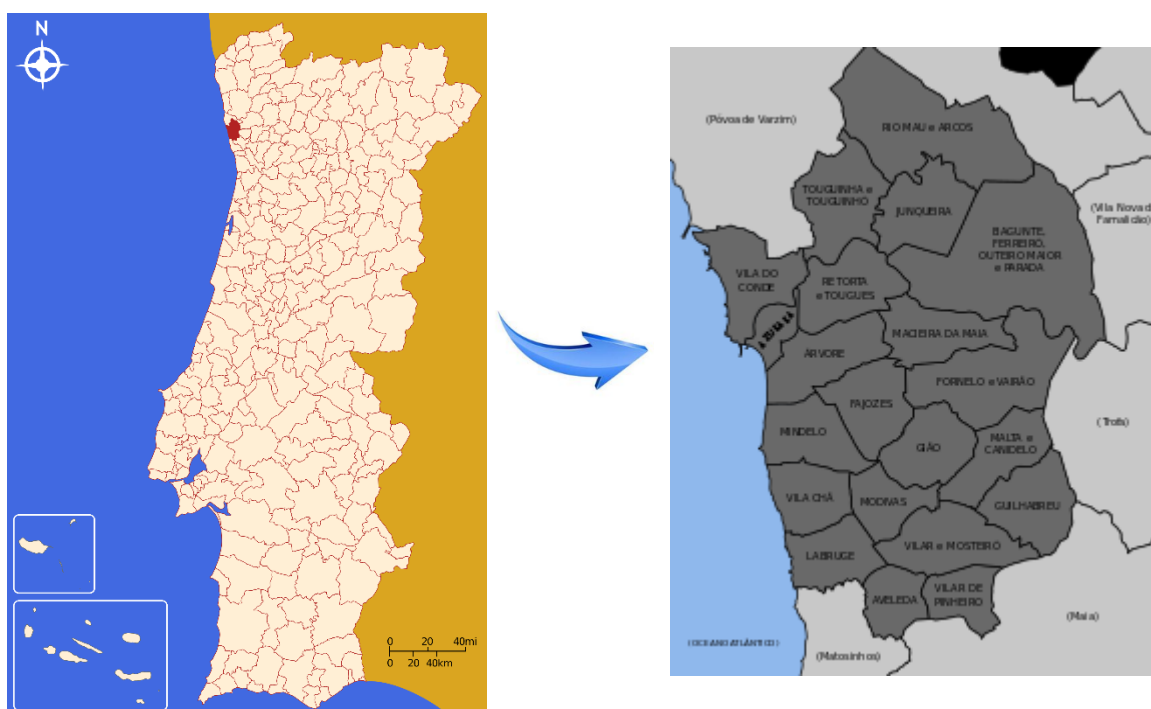


Figura 23 - Localização e freguesias do concelho de Vila do Conde

No concelho de Vila do Conde residiam em 2014, de acordo com a estimativa do INE, 79.740 habitantes, dos quais 36% se concentram na sede do concelho com cerca de 29.000 habitantes, estando a restante população (64%) distribuída por aglomerados com menos de 5.000 habitantes (CMVC, 2015).

### 3.2 Sistema de gestão na recolha de resíduos em Vila do Conde

Vila do Conde pertence aos concelhos inseridos na LIPOR e, desta forma, tem assegurado o tratamento dos seus resíduos. A recolha e transporte até as instalações da LIPOR é da responsabilidade dos serviços da Câmara Municipal de Vila do Conde (CMVC). Em 2014 cerca de 15% dos RU produzidos foram objeto de recolhas seletivas, utilizando várias operações de gestão, tais como (CMVC,2015):

- Recolha em ecopontos;
- Recolha em ecocentros;
- Recolha seletiva em comércio e serviços;
- Recolha seletiva de orgânicos;
- Recolha seletiva de verdes.

A recolha indiferenciada assenta basicamente em contentores de superfície e contentores enterrados (*Molok*), sendo este serviço assegurado quer diretamente pelo município, quer mediante prestação de serviços (CMVC, 2015).

Os resíduos recolhidos têm como destino o tratamento nas várias unidades da LIPOR, designadamente:

- Centro de Triagem
- Central de Valorização Orgânica (CVO)
- Central de Valorização Energética (CVE).

### 3.3 Tipos e equipamentos de deposição

Numa sociedade com uma grande variedade de RU, torna-se imperativo optar por diferentes métodos de deposição e recolha que se ajustem a cada situação (Bilitewski et al, 1994). Nesta escolha devem ser considerados os seguintes fatores: os acessos, o volume, o tipo de habitação e urbanizações, o tipo de resíduos a recolher, a distância e tipo de tratamento, a valorização ou eliminação que se pretende dos resíduos, os hábitos da sociedade, as atitudes e as características dos produtores, o tipo de recipiente e veículos a utilizar e os recursos humanos e financeiros disponíveis para estas ações (Martinho e Gonçalves, 2000).

Os métodos de deposição podem ser classificados de acordo com o tipo de resíduos ou equipamento de deposição utilizados. Estes influenciam na opção do tipo de recolha (Pires et al., 2011).

Utilizando as medidas do plano estratégico resíduos sólidos urbanos (PAPERSU), elaborado em 2015 pela Câmara Municipal de Vila do Conde (CMVC), o sistema onde os municípios podem fazer os seus depósitos de resíduos em Vila do Conde é constituído:

- Recolha seletiva de ecopontos através de uma rede que comporta 731 ecopontos triplos e 45 contentores isolados;
- Recolhas seletivas em ecocentros; em Vila do Conde existe um ecocentro localizado na zona da Varziela;
- Recolhas seletivas a pedido do município; para além dos serviços referidos anteriormente a CMVC, tem o serviço de recolha por pedido, conforme a necessidade do cliente;
- Recolha seletiva em comércio e serviços: o serviço de recolha seletiva em comércio e indústrias incide exclusivamente sobre o fluxo papel/cartão, abrangendo um total de 131 estabelecimentos;
- Recolha seletiva de orgânicos: a recolha seletiva de resíduos orgânicos (RO) abrange 86 produtores não residenciais (predominantemente do tipo cafés, cantinas, restaurantes e supermercados) enquadrados no projeto “Restauração 5 estrelas”;
- Recolha seletiva de verdes: para além dos resíduos verdes que dão entrada nos ecocentros, o município efetua também a recolha destes resíduos na origem, a pedido, em produtores residenciais e não residenciais;
- Recolha indiferenciada: a recolha indiferenciada é efetuada pelo município e por uma entidade privada em regime de prestação de serviços; existem cerca de 2278.

### 3.4 Recolha dos resíduos urbanos

A recolha está a cargo da CMVC e da empresa em regime de prestação de serviços, estando estruturada da seguinte forma (CMVC,2015):

- a cargo do município:

- a. 5 circuitos diurnos com frequência de recolha de 3 a 6 vezes por semana (recolha de contentores de proximidade);
- b. 6 circuitos noturnos com frequência de recolha de 3 e 6 vezes por semana (recolha de contentores de proximidade, porta-a-porta e compartimentos).

Nos meses de verão (julho/agosto), em 6 destes circuitos é efetuado o reforço da frequência de recolha, face ao aumento dos quantitativos de resíduos produzidos na época alta.

- a cargo do prestador de serviços
  - a. 6 circuitos diurnos com frequência bissemanal (recolha de contentores de proximidade);
  - b. 1 circuito diurno com frequência diária, de segunda a sábado (recolha de contentores enterrados e semienterrados).

Também no caso dos 6 circuitos de recolha de contentores de proximidade, em época alta, o número de recolhas semanais é superior ao indicado face ao aumento dos quantitativos de resíduos produzidos.

### 3.4.1 Viaturas de recolha

Os serviços de recolha referidos nos pontos anteriores são assegurados por uma frota constituída por 13 viaturas (às quais acrescem as viaturas do prestador de serviço), com idade média de 13 anos e as características apresentadas no Anexo I.

## 3.5 Resíduos urbanos recolhidos em Vila do Conde

Diversos fatores influenciam a produção de RU, a saber: a localização, a estação do ano, a frequência de recolha, entre outros aspetos (Tchobanoglous et al., 2009).

### 3.5.1 Quantificação dos resíduos em Vila do Conde

Para que a gestão da recolha de RU seja eficiente, torna-se necessário elaborar estudos sobre as quantidades geradas num concelho, perceber como varia ao longo do ano e estimar a tendência de crescimento ou recessão na sua produção.

É imperativo conhecer o passado da região, para assim poder gerir o seu futuro. Para tal, foram analisadas as quantidades de RU recolhidos em Vila do Conde desde o ano 2000 até 2015 (ver figura 24).

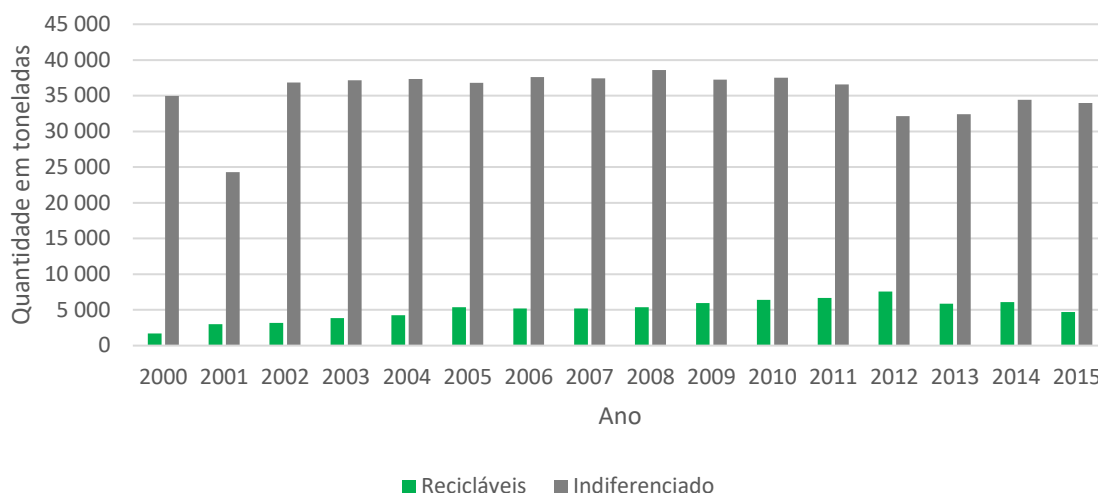


Figura 24 - Gráfico a produção de resíduos em Vila do Conde desde 2000 (Dados do INE e LIPOR, 2015).

Em Vila do Conde a produção de RU não apresenta nenhuma linha evolutiva clara ao longo do tempo, tendo muitas diferenciações ao longo dos anos, mas como uma pequena tendência, relacionada com a crise económica, de diminuição desde 2009.

De todo o material recolhido em 2014, apenas 15% provém da recolha seletiva, em que a recolha em ecopontos e ecocentros representa 79% do volume total recolhido seletivamente (CMVC,2015).

Na Figura 25, apresenta-se a distribuição geográfica da produção total de RU, assumindo a distribuição da população por aglomerado em 2014.

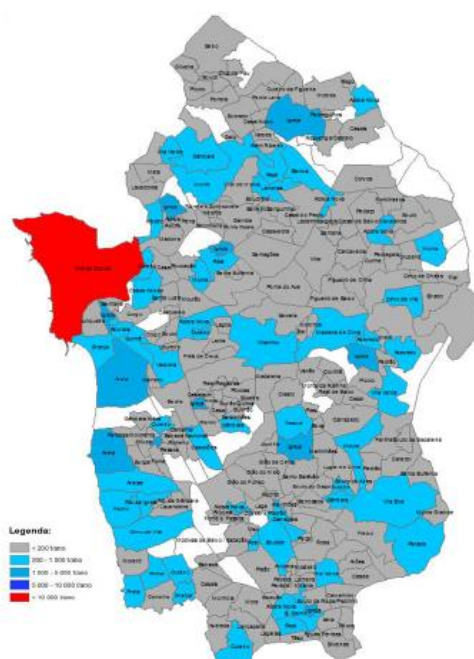


Figura 25 - Distribuição geográfica dos RU (CMVC, 2015)

### 3.5.2 Composição física dos RU dos resíduos indiferenciados em Vila do Conde

Com base no PAPERSU da CMVC, é possível estimar a composição da massa de RU recolhido, tal como se apresenta na Figura 26. Cerca de 72%, à luz das categorias/subcategorias consideradas pela APA, são valorizáveis que se encontram presentes na fração indiferenciada. Nestes valorizáveis, destacam-se os resíduos alimentares e os resíduos de jardim, que no conjunto correspondem aos resíduos putrescíveis, e os plásticos.

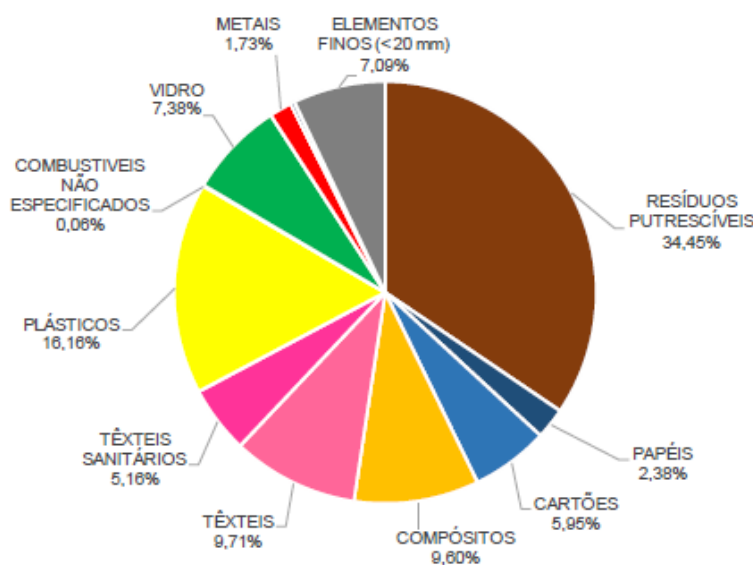


Figura 26 - Composição física dos RU (CMVC, 2015)

A composição física dos RU descrita na figura acima é comum em Portugal e na Europa, esta descreve todo o município de Vila do Conde e cerca de 80% dos resíduos produzidos na zona de estudo seriam alvo de uma tarifa PAYT.

### 3.6 Caracterização da zona de Implementação do projeto PAYT em Vila do Conde

O projeto “Mercado Inteligente” foi implementado numa zona central de Vila do Conde, junto ao Mercado Municipal, na Avenida 5 de Outubro num troço da N13 (Figura 27). Como foi dito ao longo deste trabalho, a implementação de um sistema deste tipo é delicada, não só a nível social e financeiro, mas sobretudo político. Por estas razões, optou-se por selecionar uma área onde os grandes produtores como cafés, restaurantes, entre outros, já tivessem contacto com a Câmara e já tivessem uma sensibilização para uma boa gestão e separação de resíduos. Neste local ainda existem algumas habitações onde foi necessária alguma sensibilização e onde este tipo de metodologia na gestão de resíduos era desconhecida.



Figura 27 - Localização do projeto e dos Ecopontos Inteligentes

Este relatório, focar-se-á nos 56 lojistas e nas 16 residências presentes nesta área visto que além destes, vão acrescer cerca de 300 clientes pertencentes à feira e ao mercado de Vila do Conde.

### 3.6.1 Sistema Pay-as-you-Throw em Vila do Conde

O sistema PAYT aplicado em Vila do Conde insere-se nos sistemas por volume em contentores semienterrados de proximidade com controlo de acesso (figura 28). Estes contentores foram criados e colocados no terreno pela empresa TNL.

O volume total dos contentores varia entre 3m<sup>3</sup> para o vidro e 5m<sup>3</sup> para os restantes fluxos de resíduos (ver anexo II). O contentor idealizado para Vila do Conde compreende uma tómbola de deposição com capacidade para 90 L (colocada na parte frontal do equipamento), assim como uma porta comercial, projetada para deposição direta de grandes volumes de resíduos (na parte traseira do equipamento).

Ambas possuem controlo de acesso, podendo ser utilizadas simultaneamente, mediante o parecer da equipa técnica de cada projeto. Para este projeto, decidiu-se ser possível utilizar simultaneamente as duas opções referidas anteriormente, salvaguardando a qualquer momento a interdição de qualquer uma delas.

O controlo de acesso foi criado pela empresa IT3, que criou os fechos, os cartões de acesso, os leitores de RFID e ainda os portais de utilizador, onde cada cliente pode aceder a diversas informações sobre os seus hábitos de deposição, ou o portal de gestão, onde a equipa de gestão consegue retirar os dados para posterior análise.

Todos os equipamentos foram concebidos com o objetivo de facilitar a utilização dos clientes criando um processo simples de deposição. Basta a passagem do cartão pelo leitor de RFID, que se encontra na parte superior do contentor, este desbloqueia as duas portas, o utilizador usa uma delas, fecha a tãmbola ou a porta comercial e o processo é concluído.



Figura 28 - Equipamento (marco de deposição) implementado no Mercado Municipal de Vila do Conde - Vista frontal (com tãmbola de deposição) e vista posterior (porta comercial) (Adaptado de: TNL, 2016).

Durante a implementação do projeto realizaram-se as ações necessárias para o conhecimento de hábitos e rotinas dos clientes que fazem parte deste projeto.

Foram realizados inquéritos (ver anexo III) a todos os clientes para identificar os possíveis resíduos que estes iriam produzir. No caso das habitações, tentou-se ao máximo identificar quantas pessoas residiam nesse espaço, se estas já realizavam a separação de resíduos e o seu conhecimento sobre o que é um sistema PAYT. No caso dos estabelecimentos comerciais, questionaram-se os proprietários sobre os dias em que estão em funcionamento, se pertencem ao canal HORECA (HOTels, REstaurant and CAfes), o tipo de atividade, entre outras informações menos relevantes.



Ao longo deste processo de inquéritos, foi construída uma base de dados onde foi possível cruzar resultados e verificar os utilizadores que necessitavam de uma sensibilização mais forte na separação de resíduos e nas implicações de um sistema PAYT e de como este funciona.

Após a criação da base de dados e da sensibilização dos clientes, distribuíram-se os cartões de acesso com um conjunto de *ecobags* pelos diferentes utilizadores, para estimular a ideia de que a reciclagem é fundamental. Esta distribuição foi faseada e sempre acompanhada por uma equipa com pessoal da LIPOR e da CMVC, auxiliando os utilizadores quando estes tinham dúvidas sobre o sistema.



Figura 29 - Ecobags disponibilizados



Figura 30 - Exemplo do cartão de acesso.

No decorrer das semanas seguintes, a equipa LIPOR fez-se deslocar até ao local de implementação deste projeto para reforçar a importância da adesão a este sistema por parte dos utilizadores, nomeadamente para efeitos de cálculo de uma futura tarifa a aplicar por deposição de RI.

### 3.6.3 Comunicação do projeto

Para o desenvolvimento de um projeto PAYT é necessária uma boa comunicação e um apoio constante aos utilizadores e às dificuldades por eles encontradas. Desta forma, a equipa LIPOR e a equipe da CMVC, realizaram varias sessões de esclarecimento sobre o projeto e sobre o seu funcionamento.

Para além das ações de esclarecimento, foi desenvolvido um sítio na internet com o endereço [www.mercadointeligente.pt](http://www.mercadointeligente.pt), onde todos os utilizadores do projeto podem consultar informações relativas ao projeto em si, sobre as boas práticas de prevenção, redução e valorização multimaterial de resíduos, sobre os serviços complementares de

recolha de resíduos disponibilizados pelo município e ainda um espaço pessoal (conta pessoal) reservado a cada utilizador, onde estes poderão monitorizar os depósitos realizados e comunicar com as equipas de gestão do projeto.

Outro meio de comunicação utilizado foi o facebook, onde foi criada uma página



Figura 30 – Portal de Utilizador

dedicada ao projeto com o intuito de chegar à população mais jovem que é parte integrante do projeto. Nesta página é possível visualizar algumas recomendações de separação e é possível saber quais os utilizadores com mais deposições (ver anexo IV).

No dia da inauguração do projeto vários meios de comunicação locais, regionais e nacionais, tais como rádios, jornais e revistas técnicas do Ambiente, fizeram a cobertura da mesma.



Figura 311 - Inauguração do Projeto Mercado Inteligente (Adaptado de: AmbienteMagazine, 2016)

### 3.6.4 Sistema “EcoShop”

Na fase inicial do projeto não foi desenvolvido um tarifário para aplicar aos seus utilizadores. Desta forma, tornou-se importante associar uma ferramenta que atribuísse algum benefício aos utilizadores que apresentassem os melhores comportamentos ambientais (LIPOR,2016b).

Assim, de cada vez que um utilizador do cartão “Mercado Inteligente” depositar resíduos num dos Ecopontos do projeto, está a acumular pontos. Pontos que lhe darão acesso a vales de compras para um produto ou serviço inserido no catálogo “Ecoshop”.



Figura 322 - Cartão do projeto Lipor “Ecoshop” (Adaptado de: Lipor, 2016b).

Desta forma, o projeto Ecoshop, associado à LIPOR, permite publicidade e marketing gratuito aos parceiros (públicos e privados) do projeto em todos os seus documentos e comunicação e, por outro lado, possibilita a atribuição de contrapartidas competitivas aos utilizadores que efetuem a separação multimaterial de resíduos (Lipor, 2016b).

### 3.6.5 Portal de Gestão

Para a monitorização dos resultados, foi idealizada uma ferramenta onde fosse possível consultar todos os dados relacionados com o projeto. Com o acompanhamento da empresa IT3, desenvolveu-se um portal onde é possível à equipa de gestão monitorizar todos os aspetos relacionados com o projeto. O portal é a ferramenta principal na monitorização, visto que fornece informações sobre os clientes, as suas deposições, elabora relatórios de deposição (ver anexo V), permite o envio de mensagens para os clientes, permite a monitorização das equipas de recolha, possibilita saber o estado do equipamento bem como o seu nível de enchimento. Estas funções foram pensadas para o presente, mas já foram idealizadas outras para uma expansão do projeto PAYT em Vila do Conde, como a localização dos equipamentos e os utilizadores que podem usar determinado contentor.

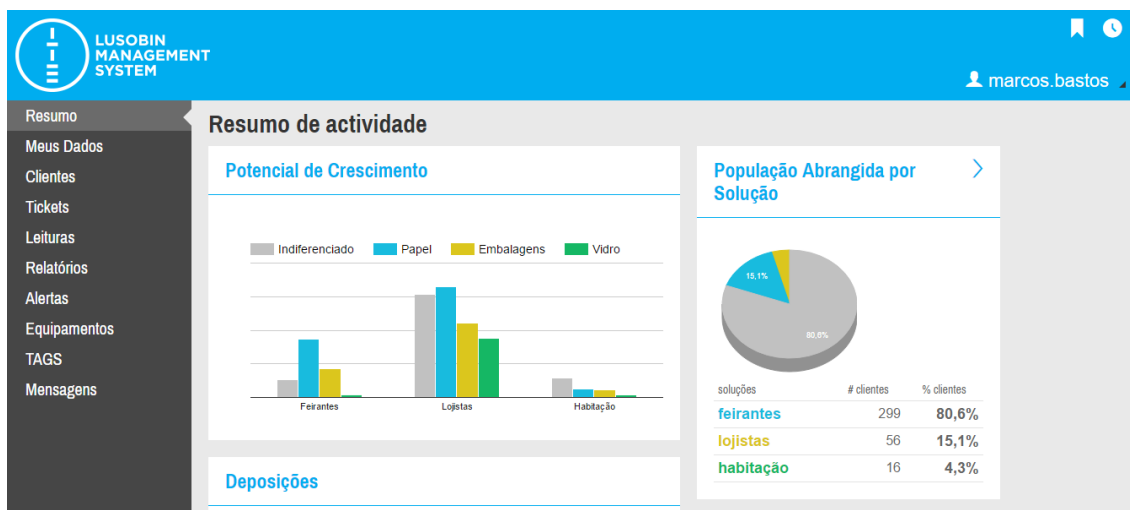


Figura 33- Portal de Gestão

### 3.6.6 Monitorização dos quantitativos

Para o acompanhamento dos resultados obtidos em campo, a CMVC em conjunto com a LIPOR, adquiriu uma balança de carga para a monitorização dos resíduos recolhidos. A balança tem um limite de pesagem de 5 toneladas e pode ser vista na Figura 36. Foi ainda solicitado às equipas de recolha que preenchessem uma Tabela de Registo (ver anexo VI), onde é possível, além de registar os pesos, caracterizar a qualidade destes e alguma anomalia nos equipamentos. Finalmente, foi dada formação sobre o manuseamento deste equipamento, bem como o preenchimento das tabelas de monitorização, aos elementos das equipas de recolha.

Paralelamente a esta monitorização, realizou-se um estudo de caracterização de resíduos onde foi atribuído a cada depósito um valor médio, em peso, para comparação com os valores reais obtidos pela balança. Estes valores foram estimados pela caracterização de resíduos efetuada pela LIPOR em 2012, com base no volume fixo das tómbolas e pelo número de deposições que ocorreram em cada fluxo. Os cálculos foram baseados nas seguintes variáveis para os diferentes fluxos:

- Papel: tem uma densidade de  $77,74\text{kg/m}^3$  com uma taxa de enchimento de 30% da tómbola de 90L perfaz um peso de 2,1kg por deposição;
- Plástico e metal:  $37,42\text{kg/m}^3$  com uma taxa de enchimento de 40% da tómbola de 90L perfaz um peso de 1,21kg por deposição;
- Vidro: tem uma densidade de  $422,37\text{kg/m}^3$  com uma taxa de enchimento de 10% da tómbola de 90L perfaz um peso de 3,8kg por deposição.



- Indiferenciado: tem uma densidade de  $276,6 \text{ kg/m}^3$  com uma taxa de enchimento de 20% da tómbola de 90L perfaz um peso de 5kg por deposição.



Figura 344 - Balança de monitorização acoplada ao camião de recolha.

Esta ferramenta de monitorização é importante para definir qual o nível de enchimento do contentor com base no número de leituras. Embora, os 4 meses de monitorização indiquem que estes resultados se aproximem da realidade seria necessário um período de pelo menos um ano para refinar os dados obtidos desta forma. Estes resultados podem ser consultados no próximo capítulo do presente trabalho.



## 4. Resultados Obtidos

### 4.1 Período de análise de resultados

Os resultados apresentados de seguida têm como período de análise as semanas compreendidas entre o início do projeto a 07/03/2016 até ao dia 27/06/2016, estando numeradas de 1 a 17, para uma leitura mais rápida dos gráficos que estão ilustrados nos seguintes subcapítulos.

Serão abordados o número de utilizadores ativos, as leituras produzidas pela deposição de resíduos, os quantitativos gerais do projeto e os resultados da monitorização paralela, utilizando como referência os valores da caracterização de resíduos feita pela LIPOR e pelo número de leituras.

### 4.2 Variação do número de utilizadores

O primeiro ponto a analisar será o número de utilizadores ativos e a sua flutuação ao longo das várias semanas de amostragem.

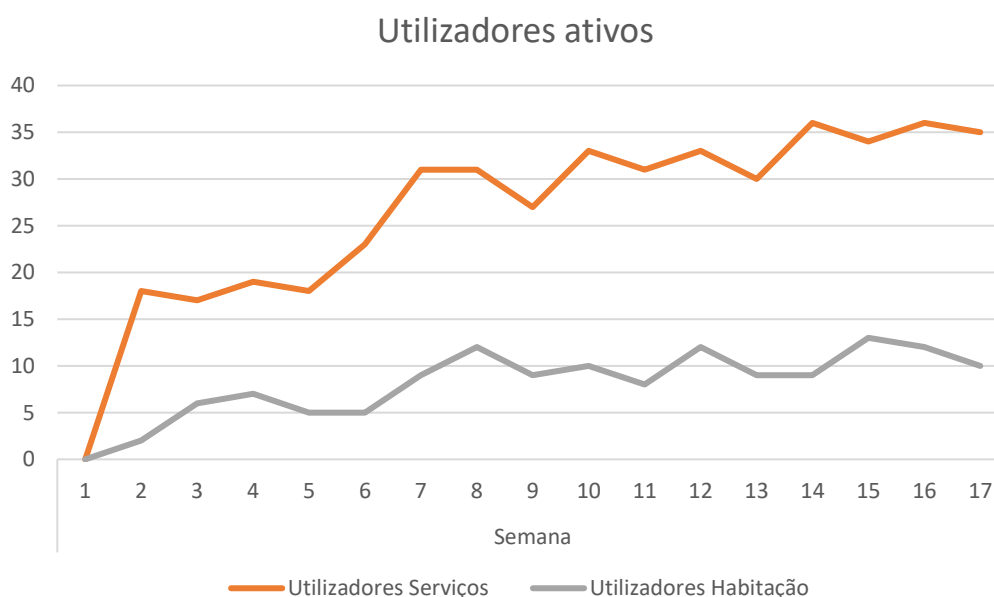


Figura 35 - Gráfico de flutuação de utilizadores ativos.

Verifica-se uma tendência de aumento de adesão no decorrer das 17 semanas em que o projeto foi monitorizado. Verificou-se um aumento significativo de adesões após a semana 5, facto que pode ser explicado pela presença da equipa LIPOR no terreno, que reforçou a sensibilização e a importância da adesão ao projeto. Esta incidiu com

maior assertividade sobre os grandes produtores da zona e sobre as habitações que, até àquele momento, não haviam aderido ao projeto.

Na semana 14 (semana de 6 a 14 de junho), ocorre um pico de utilização por parte do comércio e serviços, pico que pode ser explicado pela melhoria das condições atmosféricas e por um aumento do consumo por parte da população (início do mês reflete maior poder de compra e, conseqüentemente, mais gastos no comércio, tais como em cafés e restaurantes) o que leva os grandes produtores a um maior número de depósitos. Na mesma semana, existe uma assimetria, onde os utilizadores domésticos registaram o valor mais baixo após a sensibilização, o que suporta a hipótese assumida anteriormente, visto que, se os utilizadores domésticos se deslocam a cafés e restaurantes não vão produzir tantos resíduos nas suas casas, logo, diminuindo o número de utilizadores efetivos do projeto.

Ainda de realçar que 35 dos 56 utilizadores, usam com frequência os contentores de deposição, tendo uma taxa de adesão da ordem de 63%. De notar que os restantes, 37% são lojas que, no decorrer do projeto, fecharam ou se encontram longe dos contentores. Ao nível habitacional verifica-se um valor máximo de 13 utilizadores em 16 possíveis com um valor médio semanal de 9 utilizadores, tendo uma taxa de adesão média, desde o início do projeto, da ordem de 56%.

### 4.3 Leituras

As leituras dos cartões RFID são, a par dos quantitativos, uma das principais ferramentas de monitorização do projeto, podendo ser obtidas a partir do portal de gestão. Nas Figuras 38 e 39 é possível observar-se o número de leituras por semana,

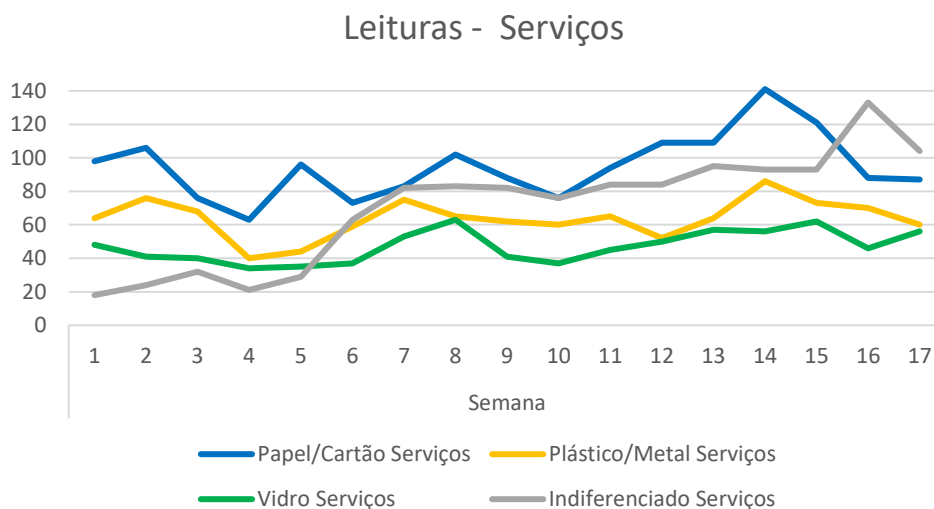


Figura 36 - Gráfico de leituras dos serviços



por cada fluxo no comércio e serviços e nas habitações, respetivamente.

Tal como nos resultados apresentados anteriormente, houve uma diminuição de leituras até à quarta semana, altura em que a equipa LIPOR realizou um reforço na sensibilização. Após este reforço, verificou-se um aumento generalizado, comparativamente com o início do projeto, de todos os fluxos de resíduos. O aumento generalizado de RI é consequência de mudança de estratégia da CMVC, ou seja, anteriormente a este projeto os grandes produtores estavam enquadrados numa recolha PaP dos RI. Na quinta semana, para não existirem circuitos paralelos, a CMVC com apoio da LIPOR, informou os grandes produtores que a recolha PaP deixaria de existir e que se teriam de se deslocar ao contentor. O pico de leituras para o plástico e papel foi atingido na semana 14 e, tal como foi explicado anteriormente, terá como causa a sazonalidade e o reconhecimento dos utilizadores por este projeto.

Ainda de salientar os resultados da semana 10, onde ocorreram alguns problemas com os contentores. Estes estiveram desativados eletronicamente durante 3 dias dessa semana, permitindo os depósitos de todos os tipos de resíduos, mas não contabilizando o número de leituras. Os problemas foram resolvidos e esta foi a única ocorrência grave a registar.

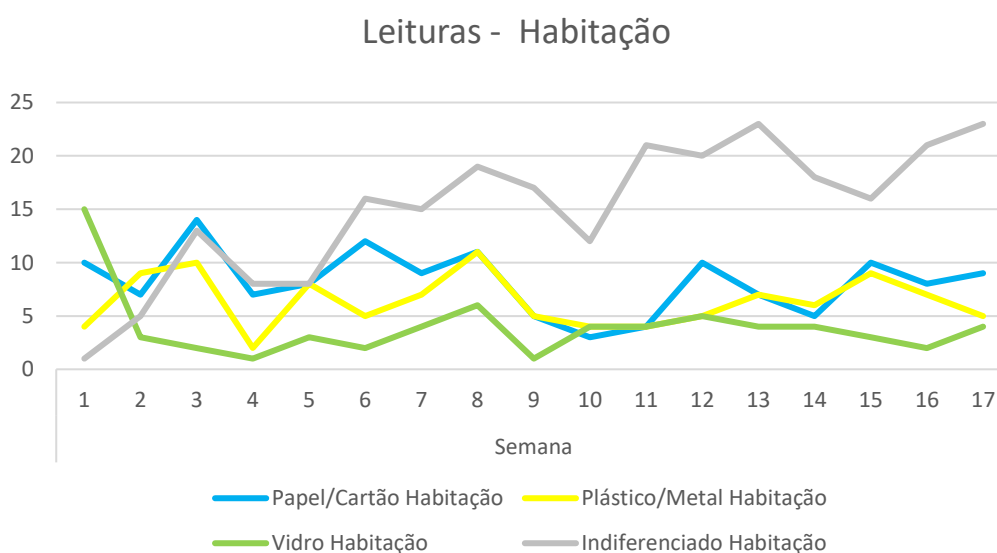


Figura 377 - Gráfico de leituras das habitações.

No universo geral do projeto, a amostra habitacional é a mais reduzida, mas é importante não a ignorar visto que pode servir como base para a implementação de outros projetos do mesmo tipo noutras zonas do concelho ou até mesmo do país.

Tal como nas análises anteriores, houve um decréscimo das leituras até à semana 4, período que antecedeu a campanha de sensibilização já anteriormente referida.

Próximo dos contentores inteligentes existiam contentores de proximidade que tiveram que ser removidos para não existirem circuitos paralelos de depósito e para evitar fugas de resíduos.

O apresentado na figura 38 mostra um aumento constante de leituras de indiferenciado. A justificação para este aumento, gradual, mas constante, prende-se com a maior dificuldade da sensibilização dos utilizadores, nomeadamente por se tratar de uma população mais idosa, com menor receptividade à equipa LIPOR e CMVC quando em comparação com o comércio/serviço e, por fim, denotando grande falta de incentivo para a reciclagem. Este último ponto é fundamental para fazer um projeto PAYT funcionar, tal como é importante a existência de uma ferramenta como o “Ecoshop” que foi implementada em simultâneo em Vila do Conde.

#### 4.4 Quantitativos gerais

A pesagem dos quantitativos reflete a eficiência do projeto e em que áreas se deve apostar num reforço da sensibilização. De notar que neste gráfico apresentam-se os quantitativos gerais do projeto, ou seja, a fração que é descrita nesta tese, bem como os resíduos provenientes da feira e mercado de Vila do Conde.

Na Figura 40 é representado o gráfico das pesagens efetuadas pelos serviços de recolha da CMVC

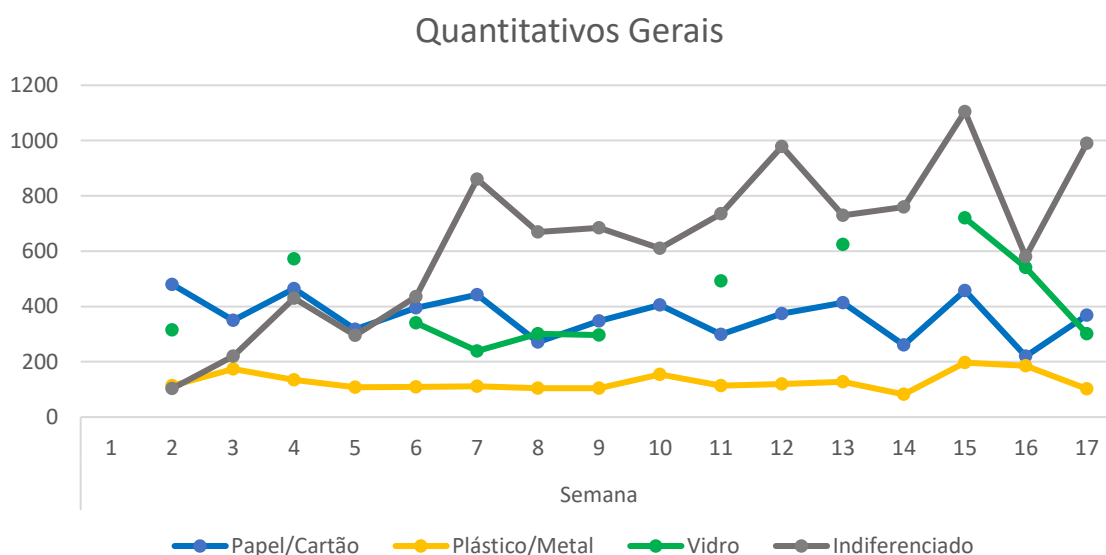


Figura 388 - Gráfico dos quantitativos gerais do projeto.

De notar que na semana 3, 5, 10, 12 e 14 não houve recolha de vidro, logo a pesagem para essas semanas será de zero. Existe uma tendência crescente com a quantidade

de todos os fluxos de resíduos, com maior incidência no indiferenciado e no vidro. Esta tendência começa a desenvolver-se, no caso dos RI, com a mudança de instrumentos de gestão já referidos anteriormente. No caso do vidro, este aumento pode ser explicado pela sazonalidade e por uma época de maior consumismo por parte dos munícipes com o início do verão. Relativamente ao plástico e papel, não apresentam variações significativas, existindo apenas ciclos de deposição sem que se vislumbre uma causa aparente.

#### 4.5 Valor teórico calculado

Além dos quantitativos reais, calculou-se, tendo como base os valores obtidos na caracterização de resíduos elaborado pela LIPOR em 2012, a quantidade em peso em Kg por cada deposição. Neste subcapítulo serão apresentados os valores calculados com base nos valores teóricos e a sua quantificação no universo do projeto. Os valores apresentados na Tabela 20 representam os valores teóricos calculados com base nas leituras dos clientes de habitação e serviços e comércio

Tabela 19 - Valores teóricos calculados com base nas leituras obtidas

| Teórico        | Semana    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7      | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | Total |
|----------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leituras       |           |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 17    |
| Papel/Cartão   | Serviços  | 205,8 | 205,8 | 205,8 | 205,8 | 201,6 | 73    | 174,3  | 214,2 | 184,8 | 159,6 | 197,4 | 228,9 | 228,9 | 296,1 | 254,1 | 184,8 | 182,7 |
|                | Habitação | 21    | 14,7  | 21    | 14,7  | 8     | 12    | 18,9   | 23,1  | 10,5  | 21    | 8,4   | 21    | 14,7  | 10,5  | 21    | 16,8  | 18,9  |
| Plástico/Metal | Serviços  | 86,4  | 102,6 | 91,8  | 54    | 59,4  | 79,65 | 101,25 | 87,75 | 83,7  | 81    | 87,75 | 70,2  | 86,4  | 116,1 | 98,55 | 94,5  | 81    |
|                | Habitação | 5,4   | 12,15 | 13,5  | 2,7   | 10,8  | 6,75  | 9,45   | 14,85 | 6,75  | 9,45  | 5,4   | 6,75  | 9,45  | 8,1   | 12,15 | 9,45  | 6,75  |
| Vidro          | Serviços  | 182,4 | 155,8 | 152   | 129,2 | 133   | 140,6 | 201,4  | 239,4 | 155,8 | 140,6 | 171   | 190   | 216,6 | 212,8 | 235,6 | 174,8 | 212,8 |
|                | Habitação | 57    | 19    | 7,6   | 11,4  | 11,4  | 7,6   | 15,2   | 22,8  | 3,8   | 15,2  | 15,2  | 19    | 15,2  | 15,2  | 11,4  | 7,6   | 15,2  |
| Indiferenciado | Serviços  | 90    | 120   | 160   | 105   | 145   | 315   | 410    | 415   | 410   | 380   | 420   | 420   | 475   | 465   | 465   | 665   | 520   |
|                | Habitação | 5     | 25    | 65    | 40    | 40    | 80    | 75     | 95    | 85    | 60    | 105   | 100   | 115   | 90    | 80    | 105   | 115   |
|                |           |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 7260  |

O cálculo teórico teve como principal objetivo a monitorização remota do projeto bem como a quantificação de cada grupo dentro do projeto. Na Tabela 21 estão descritos os valores reais obtidos por pesagem no terreno do universo do projeto, em que foram contabilizados todos os clientes inseridos no projeto.

Tabela 20 - Valores reais obtidos por pesagens no local.

| Real           | Semana | 1 | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13   | 14  | 15   | 16  | 17  | Total |
|----------------|--------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-------|
| Peso em Kg     |        |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |       |
| Papel/Cartão   |        | 0 | 480 | 350 | 465 | 317 | 395 | 442 | 348 | 405 | 299 | 374 | 413 | 457  | 261 | 457  | 220 | 368 | 5865  |
| Plástico/Metal |        | 0 | 114 | 174 | 135 | 108 | 109 | 111 | 104 | 154 | 114 | 120 | 128 | 82   | 197 | 185  | 102 | 102 | 2041  |
| Vidro          |        | 0 | 315 | 0   | 572 | 0   | 341 | 239 | 301 | 297 | 0   | 492 | 0   | 624  | 0   | 720  | 541 | 301 | 4743  |
| Indiferenciado |        | 0 | 103 | 220 | 430 | 295 | 435 | 860 | 669 | 610 | 735 | 978 | 730 | 1105 | 760 | 1105 | 580 | 990 | 10185 |

Após a obtenção destes dados calculou-se a razão entre os valores calculados teoricamente e os valores reais obtidos, para verificar a validade dos valores e a importância destes dois grupos no universo do projeto.

Tabela 21 - Razão entre os valores reais e os valores calculados teoricamente.

| Relação real/teórico em % | Semana |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |         |
|---------------------------|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|---------|
|                           | 1      | 2     | 3     | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16    | 17   | % média |
| Papel/Cartão              | 0      | 45,9  | 64,8  | 47,4 | 66,1 | 21,5 | 43,7 | 87,6 | 56,1 | 44,6 | 68,8 | 66,8 | 59,0 | 117,5 | 60,2 | 91,6  | 54,8 | 62,7    |
| Plástico/Metal            | 0      | 100,7 | 60,5  | 42,0 | 65,0 | 79,3 | 99,7 | 98,7 | 87,0 | 58,7 | 81,7 | 64,1 | 74,9 | 151,5 | 56,2 | 56,2  | 86,0 | 79,0    |
| Vidro                     | 0      | 55,5  | -     | 24,6 | -    | 43,5 | 90,6 | 87,1 | 53,7 | -    | 37,8 | -    | 37,1 | -     | 34,3 | 33,7  | 75,7 | 69,9    |
| Indiferenciado            | 0      | 140,8 | 102,3 | 33,7 | 62,7 | 90,8 | 56,4 | 76,2 | 72,3 | 72,1 | 71,4 | 53,2 | 80,8 | 73,0  | 49,3 | 132,8 | 64,1 | 71,3    |

Após a análise dos valores é possível concluir que os valores teóricos calculados encontram-se dentro dos valores reais obtidos, facto que pode ser considerado um bom indicador para realizar uma monitorização à distância. Os valores acima dos 100% podem ser explicados pela utilização da porta comercial, visto que esta não tem qualquer doseador ou balança e, desta forma, estas leituras podem ter, ou não, o peso que foi considerado. Após 4 meses de monitorização, os clientes referentes às habitações e serviços/comércio, contabilizaram 63% do peso total de papel depositado, 79% do peso total do plástico/metal depositado, 70% do peso total do vidro depositado e 71% do indiferenciado depositado.

#### 4.5 Análise SWOT do projeto PAYT em Vila do Conde

Utilizando os resultados obtidos e a experiência no local, a análise SWOT torna-se uma ferramenta importante para delinear estratégias futuras com o intuito de melhorar quantitativos e taxas de adesão neste e noutros projetos, contrariando os pontos fracos, aproveitando os pontos fortes, combatendo as fraquezas e aproveitando as oportunidades.

Tabela 22 - Análise SWOT do projeto PAYT de Vila do Conde

| Fatores Internos   |  | Fatores Externos  |  |
|--|--|---|--|
| Forças (Strengths)   | Fraquezas (Weaknesses)   | Oportunidades (Opportunities)   | Ameaças (Threats)  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da valorização multimaterial de resíduos, através do aumento;</li> <li>- Redução na produção de RI para deposição em aterro ou incineração;</li> <li>- Redução na fonte de resíduos, pela sua prevenção;</li> <li>- Significativa diversidade na gestão da deposição e recolha, permitindo associar os resíduos, bem como a sua quantificação e qualidade, ao produtor dos mesmos;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento dos Custos Administrativos;</li> <li>- Investimento financeiro elevado;</li> <li>- Perceção do aumento de tributação por parte do utilizador;</li> <li>- Migração de resíduos para outros locais, freguesias e/ou cidades contíguas;</li> <li>- Limitação na capacidade de compactação de resíduos como é o caso do papel/cartão;</li> <li>- Público-alvo com pouca sensibilidade ambiental e cultural para programas de sustentabilidade ecológica.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Setor com Recursos Humanos de qualificação técnica e experiência reconhecida na Gestão de Resíduos Urbanos;</li> <li>- Infraestruturas e rede de recolha de resíduos com boa cobertura e tecnologicamente evoluída, com consequente minimização de potenciais impactes negativos no ambiente e saúde pública;</li> <li>- Bom grau de diversificação da origem das receitas (tarifas, venda de recicláveis, venda de energia elétrica, venda de combustíveis derivados de resíduos);</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crescimento de redes paralelas de recolha de diversos fluxos de RU, com furtos de materiais valorizáveis nos ecopontos e via pública, desviando-os dos SGRU;</li> <li>- Pouco conhecimento das populações sobre os SGRU e fraca perceção do seu valor ambiental e económico - Visão Insuficiente do resíduo como recurso;</li> <li>- Insuficiente capacidade de intervenção das entidades com competências de fiscalização, inspeção e acompanhamento;</li> <li>- Pluviosidade sazonal;</li> <li>- Deposição e/ou queima ilegal de resíduos;</li> </ul> |

| Fatores Internos   |                           | Fatores Externos  |   |
|--|---------------------------|---|---|
| Forças<br>(Strengths)  | Fraquezas<br>(Weaknesses) | Oportunidades<br>(Opportunities)  | Ameaças<br>(Threats)  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Justiça do sistema (equidade), pois os utilizadores só pagam unicamente os serviços que utilizam;</li> <li>- Assegura a recuperação dos custos fixos decorrentes de cada SGMRU – Sustentabilidade financeira;</li> <li>- Sistema de tributação de fácil compreensão pelos utilizadores – transparência.</li> <li>- Sistema flexível, permitindo uma implementação integrada e consonante com as raízes culturais e com a cidade.</li> <li>- Boa comunicação, imagem e marketing ambiental;</li> </ul> |                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Legislação Ambiental comunitária e nacional recomenda a introdução de novos instrumentos económico-financeiros como o sistema PAYT, assim como a preservação de uma correta salubridade pública;</li> <li>- Metas europeias ambiciosas para alguns fluxos, criando condições para a otimização de processos e inovação tecnológica;</li> <li>- Disponibilidade de financiamento comunitário para investimentos no setor no período 2014-2020;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conflitos de interesse e/ou diferentes agendas políticas pela posição dos municípios como acionistas, decisores e clientes nos sistemas de gestão em alta;</li> <li>- Dependência de mercados globais para os materiais recicláveis e reduzido número de agentes no lado da indústria recicladora, monopolizando os preços praticados no mercado e o escoamento dos resíduos;</li> </ul> |

| Fatores Internos   |                           | Fatores Externos   |  |
|--|---------------------------|--|--|
| Forças<br>(Strengths)  | Fraquezas<br>(Weaknesses) | Oportunidades<br>(Opportunities)   | Ameaças<br>(Threats)   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promoção de novos instrumentos económicos e financeiros, no âmbito da Economia Verde, que atuem como desincentivo à deposição de resíduos em aterro e que promovam práticas sustentáveis na Gestão de RU (por exemplo, tarifa PAYT, sistema Ecoshop e Fiscalidade Verde – por meio da taxa de gestão de resíduos);</li> <li>- Diminuição da extração de matérias-primas.</li> </ul> |                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presença permanente de Responsáveis do Mercado Municipal no local, de forma a monitorizar a utilização dos ecopontos e eventuais casos ilícitos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Constrangimentos e limitações associados ao setor público - Estado e municípios (Ex: restrição de investimentos, dificuldades de financiamento e limitação no recrutamento de recursos humanos);</li> <li>- Debilidade económico-financeira do país e dos municípios, com asfixia financeira das empresas por inexistência de mecanismos adequados de cobrança das tarifas aos municípios;</li> <li>- Hábitos de separação multimaterial de resíduos insuficientes e débeis.</li> </ul> |



## 5. Conclusão

Analisando o que foi apresentado ao longo desta tese, as grandes conclusões são baseadas essencialmente no estudo de uma metodologia de implementação de um sistema PAYT e os resultados aferidos nos seus primeiros 4 meses de funcionamento.

Atualmente, em Portugal, as tarifas de gestão de resíduos são cobradas com base no consumo de água numa habitação, criando um sistema injusto que não respeita o princípio da equidade e da transparência, não incentiva os cidadãos a reduzirem as suas taxas de indiferenciados nem a aumentarem a separação de recicláveis. Deste modo, existe a necessidade de implementar um sistema baseado na quantificação e diferenciação de resíduos produzidos, ou seja, um sistema PAYT de forma a serem atingidos os objetivos traçados pela legislação europeia e portuguesa.

Este sistema é um instrumento social, económico e ambiental, de tal forma em que os custos do SGMRU devem ser assegurados pelos utilizadores, diminuindo a despesa pública, bonificando os utilizadores que menos resíduos produzem e mais promovem a reciclagem. Como as tarifas estão diretamente relacionadas com a produção e quantidade gerada, os utilizadores vão apenas pagar o que produzem, tornando este sistema mais justo e, por outro lado, criando uma recompensa pelo esforço de fazerem a separação dos seus resíduos. Este sistema adiciona ainda outros pontos comprovadamente positivos, nomeadamente a efetiva redução de produção de RSU e o aumento das taxas de reciclagem.

A implementação de um sistema PAYT, bem como todo o sistema de tarifário a ele associado, é uma tarefa complexa e que pressupõe a avaliação ponderada de todos os intervenientes no projeto. Assim, torna-se importante organizar todos os passos envolvidos no planeamento, na estruturação e na implementação desse mesmo sistema, permitindo uma visão holística do processo para identificar possíveis falhas. Devem ser analisados todos os fatores sociais, económicos, ambientais, técnicos e territoriais, relacionados com o sistema atual de gestão de resíduos para que um sistema seja bem-sucedido.

O trabalho desenvolvido ao longo deste estágio foca-se na área central de Vila do Conde. Esta zona é muito heterogénea, com características únicas, tais como a presença de um mercado que, recentemente, foi alvo de uma reestruturação. Além desta infraestrutura, este local é uma zona de serviços e habitação, criando condições

ótimas de estudo para a implementação futura de uma tarifa associada a um projeto PAYT.

O método de deposição é por contentor de proximidade, com controlo de acesso por cartão RFID e a recolha é realizada pela CMVC e pelos seus serviços. Os contentores de proximidade, assim como os leitores de cartões, foi algo que nunca tinha sido experimentado em Portugal com este razoável sucesso. Nestes 4 meses, apenas ocorreu um problema técnico que foi resolvido em menos de 12 horas. É importante reforçar investimentos nesta área, com o intuito de fazer avançar o desenvolvimento tecnológico, necessária para o desenvolvimento de projetos PAYT, tendo como objetivo final corresponder às metas impostas no Horizonte 2020 bem como aumentar as taxas de recolha de materiais recicláveis e diminuir a quantidade de RI.

No decorrer do projeto foi recorrente a existência de alguma resistência por parte dos utilizadores, tendo sido este um dos principais obstáculos na sua implementação, visto que foi necessária sensibilização antes do início do projeto, explicando a sua base e as regras de utilização dos contentores, bem como uma sensibilização contínua, quer por parte da CMVC quer pelos elementos da equipe LIPOR. Com esta sensibilização pretendeu-se reforçar a ideia de que só com a adesão de grande parte dos utilizadores poderíamos fazer algo de útil para o futuro.

Após 4 semanas de sensibilização os utilizadores, número de leituras e quantitativos aumentaram e, dessa forma, torna-se imperativo que neste tipo de projeto onde ainda não existe qualquer tipo de sistema tarifário, se faça um acompanhamento constante de sensibilização com o intuito de no futuro conseguir aplicar um sistema justo e transparente.

Para finalizar, o sistema PAYT é um instrumento que permitirá atingir os objetivos traçados pelo PERSU II, as políticas traçadas pela EU e criará estabilidade orçamental dos SGMUR. Desde 2013, que com a Resolução da Assembleia da República 8/2013, de 31 de janeiro, onde é recomendado aos governos a necessidade de aplicar um tarifário de gestão de resíduos através dos sistemas PAYT, como estímulo à redução, prevenção de resíduos bem como ao aumento da reciclagem e à diminuição de custos.

## 5.1 Ações futuras

Face à importância da determinação de uma estrutura tarifária viável, os 4 meses de implementação de projeto são insuficientes. Conclui-se, por isso, que seria necessária uma análise mais exaustiva relativamente a custos de implementação, manutenção e recolha de resíduos noutros projetos semelhantes. Seria importante avaliar as receitas que resultam do sistema tarifário atual e adaptar estas a uma nova realidade com a implementação do projeto. Ao longo destas análises seria necessária uma colaboração de uma equipa multidisciplinar com o objetivo de não criar disparidades sociais visto que uma tarifa deste género poderá vir a introduzir uma despesa extra no orçamento familiar.

Após esta análise, seria necessário a implementação do sistema tarifário e a replicação deste projeto nas áreas adjacentes, com o objetivo de evitar a migração de resíduos para outros locais onde não está implementado qualquer sistema deste género. Seria de interesse nacional traçar metas de implementação de sistemas PAYT, visto que estes são ferramentas importantes na diminuição do RU e no aumento da sustentabilidade de SGMRU que, neste momento, se encontram sobre grande stress financeiro.



## 6. Bibliografia

- Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Relatório do Estado do Ambiente (REA) 2015, 2016a.
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Relatório Anual Resíduos Urbanos 2015. 2016b.
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Relatório do Estado do Ambiente, (REA) 2012, 2013.
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Relatório do Estado do Ambiente 2013 (REA). 2014.
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Resíduos Urbanos Relatório Anual. 2010. 2011.
- Batllell, M. e K. Hanf, The fairness of PAYT systems: some guidelines for decision-makers. *Waste Management*, 2008. 28 (12): p. 2793-2800.
- Bilitewski, B., From traditional to modern fee systems. *Waste Management*, 2008a. 28(12): p. 2760-2766.
- Bilitewski, B., G. Härdtle, e K. Marek, *Waste Management*. Berlin, Springer. 1994.
- Bilitewski, B., P. Werner, e J. Reichenbach, *Handbook on the Implementation of Pay-As-You-Throw as a Tool for Urban Management*, the series of the Institute of Waste Management and Contaminated Site Treatment. Dresden, University of Technology. 2004.
- Bilitewski, B., Pay as you throw: a tool for urban waste management. *Waste Management*, 28, 2008b. 28 (12): p. 2759.
- Blumenthal, K., Generation and treatment of municipal waste. In Eurostat 2011.
- Bovea, M., et al., Environmental assessment of alternative municipal solid waste management. *Waste Management*, 2010. 30 (11): p. 2383-2395.
- Câmara Municipal de Vila do Conde (CMVC), PAPERSU do Município de Vila do Conde. 2016.
- Canterbury, J. and H. Gordon, Rate Structure Design Setting Rates for a Pay-As-You-Throw Program. U.S., EPA Office of Solid Waste. 1999.
- Canterbury, J. and R. Newill, The pay-as-you-throw payoff. American City County. 1999.
- Comissão Europeia, Comissão das Comunidades Europeias, Para uma estratégia temática de prevenção e reciclagem de resíduos. *Jornal Oficial C 76 de 25 de março de 2004*. 2004.

- Comunidades Europeias, DECISÃO N.º 1600/2002/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 22 de julho de 2002 que estabelece o sexto programa comunitário de ação em matéria de Ambiente. Jornal Oficial das Comunidades Europeias., 2002.
- Dinis, A., Distribuição/Identificação de contentores Estudo de Implementação do princípio do poluidor-pagador no Concelho da Maia, in Faculdade de Engenharia. 2012, Universidade do Porto.
- ERSAR, Encargos dos utilizadores finais domésticos com os serviços públicos de águas e resíduos, Lisboa, Entidade Reguladora do Serviço de Águas e Resíduos. 2014.
- ERSAR, Relatório anual do setor de águas e resíduos em Portugal Caracterização Geral do Sector. Vol. 1. 2015, Lisboa: Entidade Reguladora do Serviço de Águas e Resíduos.
- European Commission, Eurostat Key Figures on Europe ed. E. Pocketbooks. 2014. 164-165.
- European Commission, Environmental statistics and accounts in Europe. 2015.
- European Environment Agency, Price development of plastic, paper and glass waste, ed. C.R.I. (CRI). 2012.
- Faccio, M., A. Persona, and G. Zanin, Waste collection multi-objective model with real time traceability data. Waste Management, 2011. 31(12): p. 2391-2405.
- Fernandes, S., Sistema PAYT- Estudo Preliminar para a Implementação numa Área Densamente Populacional. 2010. 2009/2010 – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010., Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente – 2009/2010 – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Freitas, D, Implementação do sistema PAY AS YOU THROW – PAYT no centro histórico de Guimarães e zona envolvente, in Ramo Sistemas Industriais 2013, Faculdade de Ciências e Tecnologia
- Gonçalves, B.J.C., Aplicação do Sistema Pay-As-You-Throw no Município de Lagoa – Conceção e Implementação. 2009, Universidade do Algarve Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Hauser, H.-E. and K. Blumenthal, Environment in the EU. 2016.
- Hogg, D., Working Group on Waste Prevention and Recycling - Impacts of Unit-based Waste Collection Charges. Environment Directorate Environment Policy Committee. 2006.

- IRAR, Recomendação n.º 01 - Recomendação Tarifária, Lisboa, Instituto Regulador de Águas e Resíduos. 2009.
- Dohogne J., L. Labriga, e G. Longworth, Cross-analysis of 'Pay-As-You-Throw' schemes in selected EU municipalities. 2016.
- Johansson, M., The effect of dynamic scheduling and routing in a solid waste management system. *Waste Management*, 2006. 26: p. 875-885.
- Juyoung, W., K. Byung-In, e K. Seongbae, The rollon-rolloff waste collection vehicle routing problem with time windows. *European Journal of Operational Research*, 2013. 224: p. 466-476.
- Karagiannidis, A., A. Xirogiannopoulou, e G. Tchoubanoglous, Full Cost accounting as a tool for the financial assessment of pay-as-you-throw schemes: A case study for the Panorama municipality, Greece. *Waste Management*, 2008. 28(9): p. 2801-2808.
- Levy, J. e A. Cabeças, Resíduos Sólidos Urbanos. Princípios e Processos, ed. Lisboa e Associação de Empresas Portuguesas para o Sector do Ambiente. 2006.
- Levy, J. e A. Pinela, Sistemas Tarifários de Resíduos Sólidos Urbanos em Portugal. 2005.
- Levy, J., Panorama Nacional e a Política dos 3R (Logística Inversa). Recursos, Resíduos e Reciclagem. 2004, Instituto Superior Técnico.
- Lipor, Guia para uma gestão sustentável de resíduos: edição para autarcas., ed. LIPOR - Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto. Porto. 2009.
- LIPOR, Plano estratégico LIPOR, 2015-2020. 2016.
- Lobo, Sistemas tarifários e tarifas Recomendação ERSAR. 2009.
- Marta, B. e K. Hanf, The fairness of PAYT systems: some guidelines for decision makers. *Waste Management*, 2008. 28(12): p. 2793-2800.
- Martinho, M. e M. Gonçalves, Gestão de Resíduos. Universidade. 1ª Edição, Lisboa. Universidade Aberta. 2000.
- Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento, PERSU II: Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016. Regional Depósito legal n.º 255 244/07. 2007.
- Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento, DL 73/ 2011. 2011.

- Nuortio, T., et al., Improved route planning and scheduling of waste collection and transport. *Expert Systems with Applications*, 2006. 20 (09): p. 223-232.
- Ong, L., et al., A computerized vehicle routing system for refuse collection. *Advances in Engineering Software*, 1990. 12 (2): p. 54-58.
- Piirimäe, K. e V. Voronova, The Development of Pay-As-You-Throw Systems in Hellas, Estonia and Cyprus. *EU-LIFE+ Environment Policy and Governance HEC-PAYT*. 2011.
- Pires, A., G. Martinho, e N. Chang, Solid waste management in European Countries: A review of systems analysis techniques. *Waste Management*, 2011. 92(11): p. 1033-1050.
- Reichenbach, J., Status and prospects of pay-as-you-throw in Europe – A review of pilot research and implementation studies. *Waste Management*, 2008. 28 (12): p. 2809-2814.
- Rodrigues, J., Sistema PAYT – Estudo de Implementação de um Instrumento Economico de Incentivo. 2013, FEUP.
- Santana, P., Pay-as-you-Throw. *Fórum da Maia*. 2009.
- Santos, P., PAYT Pay-As-You-Throw A aplicação de tarifários progressivos. 2009.
- Shindler, H., et al., SMART TRASH: Study on RFID tags and the recycling industry. *RAND Europe, Institut für Aufbereitung und Recycling RWTH Aachen University*. 2012.
- Simões, P., Eficiência dos Serviços de Resíduos Sólidos em Portugal 2007, Instituto Superior Técnico.
- Skumatz, L., Model Pay-as-you-throw/variable rates and legislation. Los Angeles, Skumatz Economic Research Associates. 2008a.
- Skumatz, L., Pay as you throw in the US: Implementation, impacts, and experience. *Waste management*, 2008b. 28 (12): p. 2778-2785.
- Skumatz, L., Variable rate or pay-as-you-throw waste management. Los Angeles, Reason. 2002.
- Soares, M., Maia testa sistema em que municípios só pagam o lixo que produzem. 2013.
- Teemu Nuortioa, et al., Improved route planning and scheduling of waste collection and transport. *Expert Systems with Applications*, 2006.
- United Nations Environment Programme (UNEP), Solid Waste Management, ed. C. Incorporate. Vol. 1. 2005.



- United States Environmental Protection Agency, Pay-As-You-Throw Success Stories. 1997.

## Anexos

### Anexo I – Características dos veículos de recolha da CMVC.

| Matricula | Ano de aquisição | Tipo de recolha  |
|-----------|------------------|--|
| 26-56-UV  | 2003             | Recolha seletiva<br>(Papel/cartão)                         |
| 06-69-IH  | 1997             | Recolha seletiva<br>(Embalagens)                           |
| 60-17-IU  | 1997             | Recolha seletiva<br>(Embalagens)                           |
| 74-24-BE  | 1992             | Recolha seletiva-<br>Ecocentro                             |
| 25-39-SJ  | 2001             | Recolha Seletiva -<br>Monstros                             |
| 97-HB-91  | 2009             | Recolha Seletiva em<br>comércio/serviços<br>(Papel/Cartão) |
| 06-55-OV  | 2000             | Recolha Seletiva em<br>comércio/serviços<br>(Papel/Cartão) |
| 71-HF-96  | 2009             | Recolha seletiva<br>“Restauração 5 estrelas”               |
| 87-83-SA  | 2001             | Recolha indiferenciada de<br>superfície                    |
| 03-AQ-12  | 2005             | Recolha indiferenciada de<br>superfície                    |
| 68-09-JA  | 1997             | Recolha indiferenciada de<br>superfície                    |
| 86-67-JF  | 1997             | Recolha indiferenciada de<br>superfície                    |

|          |      |                                      |
|----------|------|--------------------------------------|
| 07-49-RL | 2001 | Recolha indiferenciada de superfície |
|----------|------|--------------------------------------|

**Anexo II** – Imagem representativa dos ecopontos inteligentes (ilha ecológica) instalados no Mercado Municipal de Vila do Conde, assim como um dos exemplares de *ecobag's* disponibilizados aos utilizadores pela Sociedade Ponto Verde (SPV).



**Anexo III - Imagem representativa do inquérito realizado a todos os utilizadores do projeto.**

**INQUÉRITO**

**1. Banca/Lugar de Terrado**

1.1 Designação da Banca n.º / Lugar de Terrado n.º \_\_\_\_\_

1.2 Tipo de atividade: Canal HORECA  Café/Pastelaria  Restaurante  É aderente ao Verdeorca? S  N   
 Outro  Qual? \_\_\_\_\_

1.3 Nome Concessionário: \_\_\_\_\_

1.4 Função Concessionário: \_\_\_\_\_

**2. Localização**

2.1 Morada \_\_\_\_\_

2.2 Telefone/Telemóvel \_\_\_\_\_

2.3 Número de Contribuinte \_\_\_\_\_ 2.4 E-mail \_\_\_\_\_

**3. Período de Funcionamento**

3.1 Funcionamento (assinalar com um "X" os dias de funcionamento):

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 2ªF                      | 3ªF                      | 4ªF                      | 5ªF                      | 6ªF                      | Sáb.                     | Dom.                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3.2 Encerramento (assinalar com um "X" se encerra):

|           |                          |
|-----------|--------------------------|
| Ferriados | <input type="checkbox"/> |
| Férias    | <input type="checkbox"/> |

3.3 Qual o período de encerramento para férias? \_\_\_\_\_

**4. Resíduos Multimaterial (Situação Atual)**

4.1 Qual o tipo de resíduos produzidos na Banca /Lugar de Terrado? (Assinalar com um "X" as opções corretas).

|                          |                          |                                  |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Indiferenciados          | Papel/Cartão             | Embalagens plásticas e metálicas | Vidro de Embalagem       | Pilhas                   | Óleos Alimentares Usados |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.2 Faz Separação de Resíduos? (assinalar com um "X" a opção correta).

|     |                           |
|-----|---------------------------|
| Sim | Passar para a questão 4.3 |
| Não | Passar para a questão 4.5 |

4.3 Quais destes resíduos separa? (assinalar com um "X" a/s opção correta).

|                                     | Papel/Cartão                      | Embalagens plásticas e metálicas  | Vidro de embalagem                | Pilhas                            | ÓAUs                           |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Assinalar com "X"                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                |
| 4.3.1 Como acondiciona os resíduos? | Saco<br>Contentor<br>Outro. Qual? | Saco<br>Contentor<br>Outro. Qual? | Saco<br>Contentor<br>Outro. Qual? | Saco<br>Contentor<br>Outro. Qual? | —<br>Contentor<br>Outro. Qual? |

4.4. O que faz aos resíduos após a separação? (assinalar com um "X" a/s opção correta).

|                             | Papel/Cartão             | Embalagens plásticas e metálicas | Vidro de embalagem       | Pilhas                   | ÓAUs                     |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Junto com indiferenciado    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ecoponto                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ecoponto                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vidro                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Recicla Porta-a-Porta (CM)  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Farrapo                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| IP3S/Campanha carit. social | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Leva para casa              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Outro                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.5 Se NÃO separa os resíduos. Porquê?

|                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| Falta de tempo                  | <input type="checkbox"/> |
| Falta de Espaço                 | <input type="checkbox"/> |
| Falta de meios                  | <input type="checkbox"/> |
| Não sabe                        | <input type="checkbox"/> |
| Ecoponto longe                  | <input type="checkbox"/> |
| Não produz resíduos suficientes | <input type="checkbox"/> |

Outro motivo. Qual? \_\_\_\_\_

---

**Observações:**

Data de Entrevista: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Realizado por: \_\_\_\_\_

**Anexo IV – Imagem Representativa de uma ação de divulgação e sensibilização do projeto Mercado Inteligente junto dos grandes produtores, neste caso o café Saura.**



