

**Dalila da Graça Sepúlveda Mesquita de Freitas**

**IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA *PAY AS YOU THROW* – PAYT NO  
CENTRO HISTÓRICO DE GUIMARÃES E ZONA ENVOLVENTE**

**Universidade Fernando Pessoa**

**Mestrado em Engenharia e Gestão Ambiental**

**Ramo Sistemas Industriais**

**Porto, 2013**



**Dalila da Graça Sepúlveda Mesquita de Freitas**

**IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA *PAY AS YOU THROW* – PAYT NO  
CENTRO HISTÓRICO DE GUIMARÃES E ZONA ENVOLVENTE**

**Universidade Fernando Pessoa**

**Mestrado em Engenharia e Gestão Ambiental**

**Ramo Sistemas Industriais**

**Porto, 2013**

**Dalila da Graça Sepúlveda Mesquita de Freitas**

**IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA *PAY AS YOU THROW* – PAYT NO  
CENTRO HISTÓRICO DE GUIMARÃES E ZONA ENVOLVENTE**

**Faculdade de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Engenharia e Gestão Ambiental**

**Ramo Sistemas Industriais**

Declaro que o presente trabalho foi realizado na íntegra por mim e que todo o material bibliográfico necessário se encontra devidamente referenciado

---

(Dalila da Graça Sepúlveda Mesquita de Freitas)

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como  
parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia e Gestão Ambiental sob a orientação da  
Professora Doutora Maria Alzira Pimenta Dinis

## RESUMO

A gestão dos resíduos é uma área onde urge criar políticas de redução de custos e de diminuição na produção. Como refere o Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos II (PERSU II), os municípios têm que garantir a sustentabilidade do sistema de gestão de resíduos, otimizando os custos com a recolha, e fazendo repercutir no utilizador final esse custo. Neste contexto, importa garantir um princípio de recuperação de custos, através da elaboração de tarifários que permitam recuperar tendencialmente os custos económicos deste serviço, que incentivem à menor produção de resíduos, e que sejam calculados com base num cenário de eficiência e transparência para com o utilizador final, por forma a imputar-lhe o valor correto dessa prestação do serviço.

Pretende-se, com este trabalho propor um novo tarifário para os resíduos indiferenciados no projeto-piloto para a área do Centro Histórico de Guimarães e zona envolvente, baseado no sistema *pay-as-you-throw* (PAYT), ou seja, pague apenas aquilo que produz.

É um trabalho eminentemente prático, que se encontra dividido por capítulos, iniciando-se com uma componente teórica relativa à questão dos resíduos, onde se referem as principais dificuldades existentes, bem como referências à legislação em vigor. Efetuaram-se consultas a vários autores, especialistas na temática do PAYT, com o intuito de compreender todos os passos a que deve obedecer a implementação deste tipo de sistemas, relacionando-os com casos de estudo a nível internacional e nacional, para permitir chegar ao cálculo de uma nova tarifa variável a partir da produção de resíduos.

Este trabalho foi realizado através de inúmeras deslocações ao terreno, do cruzamento de dados associados à contabilidade analítica dos circuitos de recolha, conjuntamente com um sistema de gestão de frotas. Foi possível efetuar o cálculo dos quantitativos de recolha de resíduos na zona de intervenção, dos seus custos e tarifas, e projetá-los com a introdução de um tarifário PAYT baseado no volume dos resíduos produzidos, verificando o impacto que poderá a decisão da sua implementação provocar no município e no utilizador final confirmando-se um aumento substancial do valor da tarifa. Neste cálculo contabilizou-se ainda as respetivas vantagens e desvantagens do sistema PAYT a implementar.

Palavras-chave: resíduos urbanos, PAYT, custo, tarifa, Guimarães.

## **ABSTRACT**

Waste management is an area where it is urgent to create policies to reduce costs and decrease the waste production. As stated in the strategic plan for solid urban waste II (PERSU II), the municipalities have to ensure the waste management system sustainability, optimizing the collection costs, and reflecting that cost on the end-user. In this context, it is important to ensure the principle of cost recovery, through tariffs development which allow to recover most economic costs of this service, encouraging to lower waste production, and being calculated based on an efficiency and transparency scenario to the end-user, in order to charge the correct value for that service provision.

It is intended with this work to propose a new tariff method for unsorted waste in the pilot-project for the Guimarães historical centre and surrounding area, based on the pay-as-you-throw (PAYT), system which means paying only for the produced waste.

It is an eminently practical work, which is divided by chapters, beginning with a theoretical component on the waste issue, where the main difficulties, as well as references to the applicable legislation are presented. Several documents from various authors, experts in the PAYT subject studied, allowing to understand all the steps needed for the implementation of this type of systems, and linking them with case studies worldwide, allowing the calculation of a new rate for waste production.

This work was accomplished through numerous trips *in situ*, crossing accounting data associated with the collection circuits, together with a fleet management system. It was possible to calculate the collected waste quantities in the intervention area, their costs and applied rates, and to design a PAYT pricing system, based on the produced waste volume, entering with the impact that the decision of its implementation may have on the municipality and on the involved end-user. A substantial increase in the tariff value was confirmed, and the calculation included the advantages and disadvantages of the system.

Keywords: urban waste, PAYT, waste costs, waste tariff, Guimarães.

## **AGRADECIMENTOS**

Pelo que sou hoje e por toda a força que me deram durante este percurso quero agradecer:

Aos meus pais, por todos os princípios que me transmitiram;

À amiga Crisália, companheira de vida de trabalho e de estudo;

Ao meu irmão, pelo incentivo em mais este passo, pelas suas sugestões e apoio;

Ao Richard, pelo seu auxílio sempre que o computador não funcionava;

Ao Ricki, pela mão amiga e pelas suas leituras.

À Câmara Municipal de Guimarães, pelo trabalho que me permitiu desenvolver durante estes anos, e que demonstrou ser de grande utilidade na estruturação de pensamentos e conhecimentos.

À Prof<sup>a</sup> Doutora Ana Fonseca, por me convencer a seguir em mais esta etapa da minha vida.

À Prof<sup>a</sup> Doutora Maria Alzira Pimenta Dinis, por ter sido minha orientadora, porque demonstrou, mais uma vez, um empenho, um conhecimento, uma dedicação e paciência extraordinários.

Ao meu marido Ricardo, e à minha filha Xana  
por existirem na minha vida.

## ÍNDICE GERAL

<b>Resumo</b> .....	<b>i</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ii</b>
<b>Agradecimentos</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice de tabelas</b> .....	<b>viii</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>xi</b>
<b>Tabela de abreviaturas e símbolos</b> .....	<b>xiv</b>
<b>I. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>I-1</b>
I.1. Motivações .....	I-3
I.2. Objetivos .....	I-4
I.3. Metodologia .....	I-4
I.4. Limitações .....	I-5
I.5. Organização da dissertação .....	I-5
<b>II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>II-7</b>
II.1. Resíduos Urbanos: o consumo de materiais e a produção de resíduos .....	II-7
II.2. Sistema de gestão de resíduos urbanos em Portugal .....	II-12
II.3. Sistemas de recolha de resíduos urbanos .....	II-14
II.4. Os sistemas tarifários de resíduos urbanos .....	II-17
II.5. O sistema PAYT .....	II-21
II.5.1 Principais barreiras à implementação do PAYT .....	II-26

II.5.2	Fatores que influenciam o sucesso do PAYT .....	II-27
II.5.3	Diferentes tipos de sistemas PAYT: vantagens e desvantagens.....	II-28
II.5.4	Sistemas de preços do PAYT .....	II-35
II.5.5	Principais etapas no cálculo do sistema tarifário do PAYT .....	II-36
II.6.	Casos de estudo.....	II-38
II.6.1	Experiências e projetos nos Estados Unidos da América.....	II-38
II.6.2	Experiências e projetos no Japão.....	II-41
II.6.3	Experiências e projetos na Europa.....	II-42

### **III. ESTUDO DE CASO – IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA PAYT NO CENTRO HISTÓRICO E ZONA ENVOLVENTE..... III-48**

III.1.	Breve enquadramento de Guimarães: concelho e cidade .....	III-48
III.2.	Enquadramento da ZI para a implementação do PAYT .....	III-50
III.3.	O sistema municipal de gestão de resíduos urbanos de Guimarães.....	III-52
III.3.1	Tipos e equipamentos de deposição .....	III-53
III.3.2	Tipos de viaturas de recolha do SMGRU de Guimarães.....	III-54
III.3.3	Equipas, horários e frequências da recolha do SMGRU de Guimarães ...	III-56
III.3.4	Resíduos urbanos recolhidos em Guimarães .....	III-58
III.3.4.1	Quantificação da produção de resíduos em Guimarães .....	III-58
III.3.4.2	Composição física dos resíduos na RI em Guimarães .....	III-63
III.3.5	Custos, receitas e tarifas do SMGRU de Guimarães .....	III-64
III.3.6	Sistema de gestão de frotas aplicado ao SMGRU em Guimarães.....	III-68
III.4.	Projeto de aplicação do PAYT na zona de intervenção de Guimarães.....	III-72
III.4.1	Utilizadores do SMGRU na ZI de Guimarães.....	III-73

III.4.2	A recolha de RU na ZI de Guimarães .....	III-74
III.4.3	Quantificação da produção de resíduos na ZI em Guimarães .....	III-77
III.4.4	Composição física dos resíduos na RI na ZI de Guimarães .....	III-81
III.4.5	Custos e receitas do SMGRU na ZI de Guimarães .....	III-82
III.4.6	O sistema PAYT a implementar na ZI de Guimarães .....	III-85
III.4.6.1	Taxação do sistema PAYT por saco pré-comprado .....	III-88
III.4.6.2	Fases do processo do sistema PAYT na ZI de Guimarães .....	III-93
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>IV-94</b>
IV.1.	Obstáculos a ultrapassar na implementação do PAYT .....	IV-97
IV.2.	Perspetivas de desenvolvimento futuro .....	IV-98
<b>V.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>V-99</b>
VI.1.	Referências bibliográficas.....	V-99
VI.2.	Legislação .....	V-109

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela II.1. Modelo de gestão da recolha de RU em Portugal no ano de 2011 (Cunha e Rodrigues, 2011) .....	II-15
Tabela II.2. Tipo de tarifários de resíduos em Portugal no ano de 2009 (Lobo, 2009)...	II-18
Tabela II.3. Défice anual médio dos municípios com o SMGRU (Levy e Pinela, 2008) .....	II-20
Tabela II.4. Vantagens e desvantagens do sistema PAYT do tipo híbrido .....	II-32
Tabela II.5. Vantagens e desvantagens do sistema PAYT por capacidade de contentorização.....	II-32
Tabela II.6. Vantagens e desvantagens do sistema PAYT indexado à aquisição do saco ou do selo .....	II-33
Tabela II.7. Vantagens e desvantagens do sistema PAYT calculado pelo peso dos resíduos .....	II-34
Tabela II.8. Vantagens e desvantagens dos sistemas de preço a implementar no PAYT (Canterbury e Gordon, 1999) .....	II-36
Tabela II.9. Experiências com vários estados dos EUA na implementação do PAYT (Canterbury e Newill, 2003).....	II-40
Tabela III.1. Frota de recolha de RU da CMG .....	III-56
Tabela III.2. Quantidades de RU recolhidos e custos com o tratamento e taxa de gestão de resíduos (TGR) de 2010 a 2012 em Guimarães .....	III-65
Tabela III.3. Custos com o serviço de recolha de RU e cobrança das tarifas entre 2010 e 2012 em Guimarães.....	III-66
Tabela III.4. Receitas das tarifas aplicadas aos utilizadores finais desde 2010 a 2012 em Guimarães.....	III-66
Tabela III.5. Balanços dos custos e receitas do SMGRU entre 2010 e 2012 em Guimarães .....	III-66

Tabela III.6. Tarifário aplicado em 2012 aos utilizadores com abastecimento público de água em Guimarães .....	III-68
Tabela III.7. Tarifário aplicado em 2012 aos utilizadores sem abastecimento público de água em Guimarães .....	III-68
Tabela III.8. Tipo de utilizadores do SMGRU na ZI de Guimarães .....	III-73
Tabela III.9. Média de habitantes por alojamento na ZI .....	III-73
Tabela III.10. Distância do circuito de recolha de RU n.º 20 e respetivos arruamentos de Guimarães.....	III-76
Tabela III.11. Quantidade de resíduos recolhidos em 2012 na ZI em Guimarães .....	III-77
Tabela III.12. Capitação dos resíduos na ZI de Guimarães em 2012.....	III-81
Tabela III.13. Custo com os recursos humanos e respetiva imputação do circuito de recolha n.º 20 da ZI em 2012 .....	III-83
Tabela III.14. Custo com as viaturas de recolha de RU adstritas à ZI em 2012 .....	III-83
Tabela III.15. Custos com o tratamento e destino final dos resíduos recolhidos na ZI em 2012.....	III-83
Tabela III.16. Custos com a faturação e cobrança da tarifa dos utilizadores da ZI em 2012 .....	III-83
Tabela III.17. Receitas tarifárias referentes aos UD e UND da ZI no ano de 2012. ....	III-84
Tabela III.18. Custos e receitas do SGRU na ZI no ano de 2012.....	III-84
Tabela III.19. Diferencial entre a tarifa fixa e variável na cobertura dos custos relativa à ZI no ano de 2012 .....	III-85
Tabela III.20. Projeção da quantidade de resíduos após a introdução do PAYT na ZI de Guimarães.....	III-90
Tabela III.21. Valor dos custos com o tratamento e destino final após a introdução do PAYT na ZI de Guimarães.....	III-90
Tabela III.22. Projeção dos custos do SGRU na ZI de Guimarães após a introdução do PAYT .....	III-91

Tabela III.23. Tarifa fixa após a introdução do PAYT e valor da receita na ZI de Guimarães.....	III-91
Tabela III.24. Preço unitário do saco no sistema PAYT na ZI de Guimarães.....	III-92
Tabela III.25. Tarifa variável média do PAYT na ZI de Guimarães.....	III-92

## ÍNDICE FIGURAS

Figura II.1. Produção de resíduos nos anos de 2000 a 2011 em Portugal Continental (REA, 2012) .....	II-8
Figura II.2. Hierarquia dos resíduos (PNGR, 2011).....	II-10
Figura II.3. Os SGRU em Portugal Continental no ano de 2011 (APA, 2011).....	II-13
Figura II.4. Sistemas com valorização orgânica em Portugal Continental no ano de 2011 (APA, 2011) .....	II-14
Figura II.5. Tarifa anual praticada pelos municípios portugueses em 2010 (ERSAR, 2011) .....	II-19
Figura II.6. Aplicação do PAYT em 2004 na Europa (Bilitewski <i>et al.</i> 2004).....	II-23
Figura II.7. Aspectos técnicos e educacionais para estabelecer iguais oportunidades no SMGRU (Batllevell e Hanf, 2008).....	II-25
Figura II.8. Exemplo de contentor coletivo com <i>password</i> ou <i>smart key</i> (Wolff, 2012) .....	II-27
Figura II.9. Sistema PAYT pela capacidade de contentorização (The Municipality Anchorage , 2012).....	II-29
Figura II.10. Identificação dos contentores por utilizador (The Municipality Anchorage, 2012).....	II-29
Figura II.11. Exemplo de um sistema PAYT através do saco perdido (The Island free press, 2009).....	II-29
Figura II.12. Sistema de selos a colocar nos sacos de tara perdida (The H.H.H. Incorporated, 2012) .....	II-30
Figura II.13. Sistema de selos a colocar nos sacos de tara perdida (The H.H.H. Incorporated, 2012) .....	II-30
Figura II.14. Sistema híbrido com selo (Carrol Contytimes, 2013) .....	II-30
Figura II.15. Contentores com sistema de leitura por rádio frequência (RF) (Pietersma, 2009) .....	II-31

Figura II.16. Sistema completo do PAYT pelo peso dos resíduos (adaptado de Pietersma, 2009).....	II-31
Figura II.17. Estados com sistema PAYT implementado dos EUA em 2006 (Skumatz, 2008a) .....	II-39
Figura II.18. Distribuição dos vários modelos tarifários na Alemanha em 2008 (Bilitewski, 2008b).....	II-45
Figura III.1. Localização e limites do concelho de Guimarães .....	III-48
Figura III.2. Localização da ZI no concelho de Guimarães .....	III-49
Figura III.3. Delimitação na ZI do CHG e da área envolvente .....	III-51
Figura III.4. Exemplo de ecopontos existentes na ZI.....	III-54
Figura III.5. Viatura de recolha de RU do MG .....	III-55
Figura III.6. Exemplo das atividades da brigada do CHG.....	III-57
Figura III.7. Quantidades totais de RU recolhidos de 2000 a 2012 em Guimarães .....	III-58
Figura III.8. Previsão da produção de RU em Guimarães até 2020 .....	III-59
Figura III.9. Quantidade de resíduos recolhidos em Guimarães no ano de 2012.....	III-59
Figura III.10. Quantidade de resíduos de vidro recolhidos em Guimarães desde 2001. ....	III-60
Figura III.11. Quantidade de resíduos de papel/cartão recolhidos em Guimarães desde 2001 .....	III-61
Figura III.12. Quantidade de resíduos de embalagens recolhidos em Guimarães desde 2001 .....	III-61
Figura III.13. Percentagem dos RU recolhidos em 2012 em Guimarães, segundo a sua tipologia.....	III-62
Figura III.14. RS real <i>versus</i> potencial em Guimarães no ano de 2012 .....	III-62
Figura III.15. Composição física dos resíduos em Guimarães no ano de 2012 .....	III-63
Figura III.16. Consola do SGF com introdução de eventos (COMPTA, 2011).....	III-69

Figura III.17. Caixa para introdução de eventos colocada na traseira da viatura (COMPTA, 2011).....	III-70
Figura III.18. Visualização <i>online</i> da representação do geoposicionamento dos veículos de recolha de RU de Guimarães.....	III-70
Figura III.19. Exemplo dos dados a que se tem acesso num circuito de recolha de resíduos de Guimarães.....	III-71
Figura III.20. Exemplo de evento de caixa hermética da viatura de recolha parcialmente descarregada, num circuito de recolha de Guimarães.....	III-72
Figura III.21. Exemplo de viatura de recolha da ZI de Guimarães.....	III-74
Figura III.22. Circuito de recolha de RU na ZI de Guimarães.....	III-75
Figura III.23. Localização de ecopontos e trajetos da RS na ZI de Guimarães.....	III-78
Figura III.24. Quantidade de resíduos recolhidos da RI na ZI em 2012.....	III-79
Figura III.25. Quantidade de resíduos de vidro recolhido na ZI em 2012.....	III-79
Figura III.26. Quantidade de resíduos de papel/cartão recolhido na ZI em 2012.....	III-80
Figura III.27. Quantidade de resíduos de embalagens recolhidos na ZI em 2012.....	III-80
Figura III.28. Composição física dos resíduos na RI na ZI em Guimarães no ano 2012.....	III-81
Figura III.29. Alternativas ao sistema PAYT (Bilitewski, 2008b; Reichenbach, 2008; Santos, 2009).....	III-86
Figura III.30. Projeção da estimativa de produção de resíduos na ZI de Guimarães para o ano de 2013.....	III-89
Figura III.31. Fases do processo dos sistema PAYT a implementar na ZI de Guimarães.....	III-93

## TABELA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

### A

APA - Agência Português do Ambiente

AO - Assistente Operacional

### C

CMG - Câmara Municipal de Guimarães

CL - Cantoneiro de Limpeza

CHG - Centro Histórico de Guimarães

### D

DSU - Divisão de Serviços Urbanos

### E

EG - Entidade Gestora

ERSAR - Entidade Reguladora do Serviço de Águas e Resíduos

EUA - Estados Unidos da América

### G

g - grama

GPRS - *General Packet Radio Services*

GPS - *Global Position System*

GSM - *Global System for Mobile Communications*

### H

hab. - **habitante**

## **I**

**INE** - Instituto Nacional de Estatística

**IRAR** - Instituto Regulador de Águas e Resíduos

## **K**

kg - quilograma

km<sup>2</sup> – quilómetro quadrado

## **L**

**LER** - Lista Europeia de Resíduos

l - litro

## **M**

m - metro

m<sup>3</sup> – metro cúbico

mm - milímetros

**MG** – Município de Guimarães

## **O**

**OAU** - Óleos Alimentares Usados

## **P**

**PAYT** - *pay-as-you-throw*

**PIB** - Produto Interno Bruto

**PERSU II** - Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos II

**PNGR** – Plano Nacional de Gestão de Resíduos

## **R**

**RASARP** - Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal

**REA** - Relatório do Estado do Ambiente

**RESINORTE** – RESINORTE, Valorização e Tratamento de Resíduos S.A.

**RF** - Rádio Frequência

**RI** - Recolha Indiferenciada

**RS** - Recolha Seletiva

**RSGRUMG** - Regulamento do Serviço de Gestão de Resíduos do Município de Guimarães

**RSU** – Resíduo Sólido Urbano

**RU** - Resíduos Urbanos

**RUB** - Resíduos Urbanos Biodegradáveis

## **S**

**SGF** - Sistema de Gestão de Frotas

**SGRU** - Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos

**SMGRU** - Sistema Municipal de Gestão de Resíduos Urbanos

## **T**

ton - tonelada

**TGR** – Taxa de Gestão de Resíduos

## **U**

**UD** - Utilizadores Domésticos

**UE** - União Europeia

**UND** - Utilizadores Não-Domésticos

**UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura**

**V**

**VITRUS – Vitrus Ambiente, EM S.A.**

**Z**

**ZI – Zona de Intervenção**

## I. INTRODUÇÃO

A questão dos resíduos urbanos (RU) constitui hoje em dia uma problemática universal, e já vem sendo referenciada desde os anos 70, como é exposto no Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR), em que este conceito de resíduo já vem consignado no Direito Europeu desde 1975. Vivemos numa época de consumismo e com a intensificação das atividades económicas tem-se verificado ao longo dos anos que os problemas associados à produção de resíduos são questões prementes e presentes nas políticas praticadas e na sociedade em geral, como aliás referem Guerreiro *et al.* (2013), no estudo que efetuaram sobre os desafios das cidades nos países mais desenvolvidos. Desta forma, têm surgido, cada vez com maior relevância, políticas ambientais associadas ao desenvolvimento económico e social, com as Agendas 21 Locais a serem utilizadas como instrumentos de gestão como a participação social, englobando as várias áreas sociais e económicas, mas nunca descurando as componentes ambientais.

A visão de que o “lixo” era composto por substâncias que tinham que ser eliminadas logo após a sua produção, foi-se modificando ao longo destas décadas com o aparecimento do conceito de gestão integrada de resíduos a chamada *Integrated Waste Management*, que pressupõe a combinação do método de deposição e recolha, do seu tratamento e só no final da sua eliminação, com o objetivo de alcançar benefícios ambientais e preconizar a sustentabilidade económica dos sistemas (Coleman *et al.*, 2003). Tchobanoglous *et al.* (2009), estudiosos em matéria de resíduos, referem que o sistema municipal de gestão de resíduos urbanos (SMGRU) é um processo complexo, porque envolve muitas matérias e tecnologias diferentes e para que de facto seja um sistema eficiente e integrado, as questões administrativas, financeiras, legais, de arquitetura do território, de planeamento, e de engenharia têm que ser conciliadas e trabalhadas da mesma forma e importância.

O modelo de gestão de resíduos em Portugal foi concebido com base no pressuposto de ser da responsabilidade dos municípios a gestão dos RU, conforme estipulado no Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, que engloba as atividades de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação. Pela prestação desse serviço, os utilizadores pagam uma tarifa que conforme verificado no Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos II (PERSU II), publicado na Portaria n.º 187/2007, de 12 de

fevereiro, não reflete a recuperação da totalidade dos custos incorridos. Assim, o PERSU II tornou-se um instrumento fundamental nas opções de gestão de resíduos a nível nacional, incentivando comportamentos de prevenção, estipulando que é urgente a criação de tarifários que desincentivem a produção de resíduos indiferenciados, que reflitam corretamente os custos de gestão, e incentivem os esforços de adesão ao sistema de recolha seletiva (RS). Desta forma, nasceu o conceito do *pay-as-you-throw* (PAYT), onde o tarifário de resíduos é calculado tendo por base a produção efetiva, e não é baseado numa tarifa indexada ao consumo de água, ou por outro sistema como o número de residentes, área de ocupação ou frequência da recolha.

Bilitewski (2008b) explica que na maior parte dos locais em todo o mundo, os utilizadores pagam as suas tarifas de várias formas mas continuam sem ter a percepção do custo real. Contudo, existirá uma parte significativa da população que paga através do saco pré-pago ou através do peso do contentor recolhido. O mesmo autor refere que vários países da União Europeia (UE) implementaram programas com tarifários PAYT, como a Alemanha, a Suécia e a Finlândia, mas apenas a Lituânia, a Eslovénia e a Eslováquia os têm implementado em mais de 50% do seu território, sendo que Portugal ainda não tem qualquer programa implementado.

Desta forma, o PERSU II vem definir eixos de atuação nesta matéria, como a aposta num sistema tarifário de RU e de 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. Este plano explicita que os tarifários devem ser amplamente divulgados e que o cidadão pagador deverá ter uma informação clara sobre o destino dos RU e dos custos dessa gestão. Para que este sistema se integre com as realidades de cada local, o PERSU II indica e sugere 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. No SMGRU, e no âmbito de uma Sociedade de Informação, deverão ser constituídas bases de dados que permitam a clarificação da informação de suporte à gestão de resíduos.

### I.1. Motivações

O objetivo desta dissertação consiste no estudo do sistema atual do tarifário de RU nos utilizadores domésticos (UD) e utilizadores não-domésticos (UND) na área do Centro Histórico de Guimarães (CHG) e área envolvente, que será daqui em diante designada por zona de intervenção (ZI) bem como conceber um novo tarifário PAYT para esses mesmos utilizadores.

A escolha deste tema e a realização deste estudo para a cidade de Guimarães deve-se à oportunidade de desenvolver uma dissertação científica com base numa realidade existente, aliado à necessidade e à importância da realização deste estudo para a Divisão de Serviços Urbanos (DSU) do Município de Guimarães (MG).

A experiência profissional adquirida pela autora desta dissertação, na Câmara Municipal de Guimarães (CMG) desde 1998 foi fundamental, dado que permitiu adquirir conhecimentos práticos nesta matéria, constituindo o *leimotiv* para a realização deste trabalho académico, que sairá valorizado pela componente eminentemente prática e pela sua posterior utilização pela mesma Câmara Municipal.

A dissertação incidirá sobre o trabalho que teve por base a ZI, circuito de recolha de RU n.º 20, dado que a implementação de novos sistemas pressupõe uma adaptação e uma monitorização constante, quer pelo MG, quer pelos utilizadores, sendo por isso importante testar o CHG como projeto-piloto, para depois se equacionar o alargamento a todo o concelho. A escolha do local deveu-se ao facto de existir um conhecimento mais profundo da zona mencionada, já existindo uma brigada do centro histórico que engloba a recolha de RU e a limpeza urbana pelo que é de todo o interesse, para a CMG, que o estudo seja realizado nesta área, até pelas suas características únicas, dado ser Património Cultural da Humanidade, inscrito pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) desde dezembro de 2001 (UNESCO, 2005).

Numa época em que as políticas nacionais e europeias obrigam à otimização dos recursos, recuperação de custos e a incutir comportamentos mais sustentáveis nos cidadãos ao nível da política de resíduos, é fundamental criar meios de planeamento e de gestão mais eficazes. É por isso essencial determinar os custos diretos por circuito de recolha de resíduos, e estudar formas de calcular a produção efetiva de resíduos de cada utilizador.

Este estudo sairá ainda beneficiado tendo em conta que o MG instalou em 2012 um sistema de gestão de frotas (SGF) em todas as viaturas de recolha de resíduos, o que permite uma leitura e um estudo mais eficiente da realidade existente.

Assim, este trabalho contribuirá para verificar a importância do PAYT, de que forma poderá ser implementado, e quais serão as vantagens e as restrições a considerar caso o MG o adote.

Trata-se, de facto, de uma questão já abordada, na América do Norte desde os anos 80, e em alguns países europeus, principalmente os pertencentes à Antiga União Soviética, como sejam a Lituânia, a Eslovénia e a Eslováquia, estando agora a iniciar em países como a Alemanha, a Suécia e a Finlândia, sendo ainda uma realidade pouco a florada em Portugal. Contudo é original do ponto de vista académico, existindo apenas alguns estudos, e projetos-piloto, ainda não implementados, sendo por isso necessário criar uma sinergia universidade/realidade profissional, para que seja possível realizar um estudo científico baseado numa realidade prática conhecida e estudada e, ao mesmo tempo, adequado à realidade de uma cidade e de uma autarquia, contribuindo para a sinergia entre a teoria académica e a realidade prática.

### **I.2. Objetivos**

Pretende-se com este estudo, efetuar uma caracterização do sistema de recolha de resíduos em Guimarães, e realizar uma análise mais aprofundada no CHG, adequando-o ao sistema PAYT mais favorável à sua realidade, bem como determinar as componentes que deverão ser incluídas no cálculo dos custos diretos deste serviço. Este trabalho constituirá uma ferramenta fundamental para que seja possível aos decisores a tomada de ações referentes à concretização deste tarifário, no caso particular de Guimarães, bem como contribuirá como uma base prática sólida para que outros municípios avancem para soluções semelhantes.

### **I.3. Metodologia**

Com base na experiência profissional adquirida pela autora desta dissertação, a metodologia para o estudo à implementação deste projeto consistiu em analisar os dados dos anos 2011 e 2012, quando foi realizado um extenso trabalho de campo para o levantamento dos seguintes dados: informações sobre os habitantes do CHG e mais concretamente, a quantidade de resíduos produzidos que são diariamente colocados na rua.

Com estas informações, é possível conhecer depois a composição física desses resíduos, para que se definam os objetivos a alcançar no potencial ainda recuperável com a separação de resíduos, e nos resíduos que poderão ser novamente reutilizados. A importância deste tipo trabalho de campo é essencial, como também já foi demonstrado em Dresden (Bovea *et al.*, 2010), dado que permite o conhecimento absoluto da quantidade de resíduos que normalmente uma habitação coloca na rua, para que quando for implementada a tarifa no sistema PAYT, não haja qualquer hipótese do aparecimento de resíduos sem dono. Será também importante através da análise dos dados do SGF, e da avaliação dos custos, obter os custos reais e as receitas existentes até à data. Da análise de todos os dados anteriormente mencionados, será possível identificar o melhor sistema PAYT a implementar na ZI.

No final são previstos os custos para a instalação do sistema, para que seja possível perceber, dentro da realidade do CHG, qual será o peso desta alteração no custo efetivo com o serviço e no tarifário a implementar para o cidadão.

### **I.4. Limitações**

Os custos com os novos tarifários tendem a revelar-se muito superiores aos existentes, dado que o valor cobrado pela tarifa cobre apenas 55% dos custos reais com o sistema de recolha (Sepúlveda, 2012), o que poderá provocar uma reação negativa na população, e uma objeção ao sistema PAYT e do poluidor-pagador. A possibilidade de elevados custos de investimentos poderá inviabilizar a sua aprovação, tendo em conta as limitações orçamentais dos municípios, pelo que a solução deverá passar por uma adaptação gradual e adequar o melhor sistema/custo.

### **I.5. Organização da dissertação**

A presente dissertação está dividida em quatro capítulos, consistindo o primeiro na introdução, onde se faz uma abordagem ao tema da dissertação às suas motivações e aos objetivos pretendidos. O segundo capítulo incorpora uma extensa revisão da literatura, onde se enquadra o sistema de resíduos, os tipos de tarifários e o sistema PAYT e seus objetivos, apresentando-se os benefícios e constrangimentos deste sistema, bem como a sua situação ao nível internacional e nacional, para que, no capítulo seguinte, abordando o caso prático estudado, se estipule qual dos sistemas PAYT a escolher e a qual a

justificação, bem como uma análise à situação existente, aos tarifários implementados, aos custos incorridos e receitas obtidas. No quarto e último capítulo apresentam-se as conclusões ao presente estudo com sugestões para temas futuros, nomeadamente o alargamento da zona em estudo, pretendendo-se que este seja o estudo base à aplicação do sistema PAYT em todo concelho.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentadas as noções gerais sobre os resíduos, os problemas económicos e financeiros, os diplomas legais mais relevantes, realçando-se a temática dos tarifários e dos sistemas PAYT, bem como apresentados estudos de casos ao nível internacional e nacional e sua implementação.

### II.1. Resíduos Urbanos: o consumo de materiais e a produção de resíduos

O Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, vem alterar o conceito do resíduo sólido urbano (RSU), para RU, e isto deve-se, por exemplo, à gestão dos óleos alimentares usados (OAU), que, de facto, são considerados RU mas não sólidos. Assim, este decreto refere que os RU são os provenientes das habitações ou que, pela sua natureza ou composição, se assemelhem a estes; refere ainda este artigo que resíduos são quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz, ou tem a intenção ou obrigação de se desfazer. De acordo com o mesmo diploma a gestão de resíduos engloba a recolha, o transporte a valorização e a eliminação dos resíduos, referindo-se também que a responsabilidade por essa gestão é imputada aos municípios, desde que a produção diária não exceda os 1100 l por produtor. Os resíduos podem ser classificados tendo em conta a sua origem, isto é, em resíduos urbanos, resíduos industriais, resíduos agrícolas, resíduos hospitalares e resíduos de construção e demolição. De igual modo, podem ser classificados de acordo com as suas características em resíduos inertes e resíduos perigosos. Neste estudo apenas serão abrangidos os RU.

A atividade de gestão de RU compreende as atividades em baixa de recolha e transporte, desempenhadas essencialmente pelos sistemas municipais, sendo a componente em alta, realizada através dos sistemas multimunicipais, responsáveis pela armazenagem, triagem, valorização e eliminação dos resíduos.

A produção de resíduos está intimamente relacionada com as práticas de vida das populações, tendo-se transformado nos últimos anos num dos mais importantes desafios ambientais (RASARP, 2010).

A Portaria n.º 209/2004, de 3 de março, publicou a lista europeia de resíduos (LER), que inclui 20 capítulos, correspondentes aos diferentes tipos de resíduos, sendo que os

abordados neste trabalho são os referenciados no capítulo 20 – RU e equiparados, onde estão incluídos os resíduos recolhidos seletivamente.

O relatório do estado do ambiente (REA), da autoria de Vilão *et al.* (2012), é uma publicação da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), que tem como objetivo reportar o estado das pressões e respostas ambientais em Portugal, sendo por isso o documento de referência da evolução do ambiente nas últimas duas décadas e meia. Este relatório refere, que a produção total RU em Portugal continental em 2011, foi de aproximadamente 4 894 milhões de toneladas, tendo-se verificado uma diminuição de cerca de 6% em relação ao ano precedente. O valor registado encontra-se acima da meta prevista no PERSU II para o referido ano (4 768 milhões de toneladas). A capitação anual de RU em 2011 por habitante, de acordo o REA de 2012, foi de 487 kg/hab.ano, o que corresponde a uma produção diária de cerca de 1,33 kg/hab.dia, estando abaixo dos valores da União Europeia (UE) a 27 que foi de 502 kg/hab.ano, sendo que do total produzido, 84,4 % corresponde à recolha indiferenciada (RI) e 15,6% à RS. Na figura II.1. apresenta-se a variação ao longo dos anos da produção de RU em Portugal, verificando-se que até ao ano de 2008 se verificou uma tendência de aumento na produção de resíduos, sendo que desde 2010 essa inclinação está a ser alterada com a diminuição de produção de resíduos. De acordo com o mesmo relatório, mais de metade dos resíduos produzidos foram encaminhados diretamente para aterro, 20% foram para incineração, 14% para reciclagem e 11% para valorização orgânica.

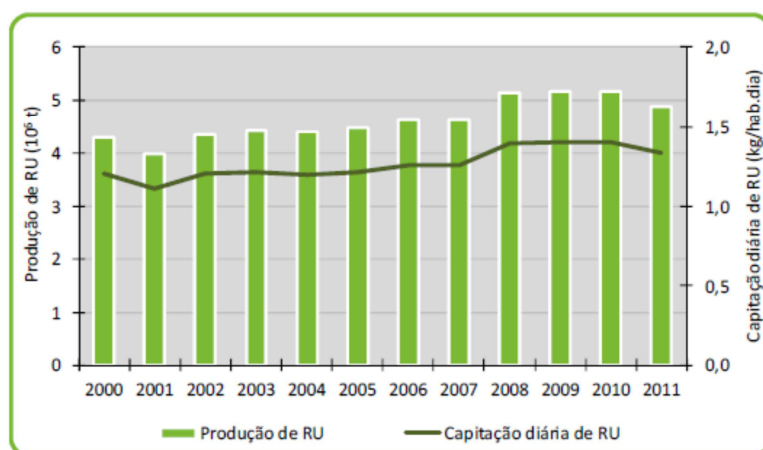


Figura II.1. Produção de resíduos nos anos de 2000 a 2011 em Portugal Continental (REA, 2012).

O Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto, estabelece o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro, as características técnicas e os requisitos a observar na concepção,

licenciamento, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 1999/31/CE, do Conselho, de 26 de abril, relativa à deposição de resíduos em aterro, e define como metas a redução da deposição de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) em aterro para 50% e 35% da quantidade total (em peso) de RUB produzidos em 1995, para os anos de 2013 e 2020, respetivamente.

Segundo Santos (2010), a estratégia da UE em matéria de resíduos, estabelece uma hierarquia preferencial das opções de gestão (prevenção, reutilização, reciclagem, incineração, e deposição em aterro) tendo em vista assegurar a eficiência na utilização de recursos naturais e a minimização dos impactes ambientais negativos associados aos resíduos. Assim, a atual política de resíduos da UE baseia-se na aplicação da hierarquia de gestão de resíduos, o que significa que se deve, preferencialmente, optar pela prevenção, e pela reutilização no caso dos resíduos cuja produção não pode ser evitada, sendo a sua eliminação em aterro reduzida ao mínimo indispensável. A eliminação é considerada a pior opção para o ambiente, dado implicar uma perda de recursos e poder transformar-se numa responsabilidade ambiental futura (APA, 2008). Aliás o mesmo salientam Pires *et al.* (2011), no estudo que elaboraram sobre o sistema de gestão de resíduos urbanos (SGRU) nos países europeus, onde referem que a legislação europeia mais recente incentiva à hierarquização dos resíduos, promovendo programas de prevenção de resíduos através da recuperação de resíduos orgânicos, da RS e com a responsabilização financeira do produtor.

Na figura II.2. apresenta-se a hierarquia da gestão de resíduos, que deverá ser o pilar da legislação e da política de gestão de resíduos, tendo como base que o melhor resíduo é aquele que não se produz.

De acordo com a Diretiva 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, de 19 de novembro, quando os Estados-Membros aplicarem a hierarquia dos resíduos devem tomar medidas para incentivar as opções conducentes aos melhores resultados ambientais globais. Para tal, pode ser necessário estabelecer fluxos de resíduos específicos que se afastem da hierarquia caso isso se justifique pela aplicação do conceito de ciclo de vida aos impactes globais da geração e gestão desses resíduos.



**Figura II.2. Hierarquia dos resíduos (PNGR, 2011).**

A hierarquia dos resíduos prioriza a prevenção dos resíduos, no topo da pirâmide. A reutilização, reciclagem e outros tipos de valorização, como por exemplo a compostagem ou a incineração, vêm primeiro e só como última solução se concebe a deposição em aterro. Mas é necessário criar mecanismos de motivação à população para que esta hierarquia se cumpra (Jan e Jan, 2013). Este modelo de gestão de RU assenta num conjunto de atividades que visam o encaminhamento dos resíduos para um destino final ambientalmente adequado, com custos justos e de forma socialmente aceite, envolvendo procedimentos tais como a recolha, o transporte, o armazenamento, o tratamento, a valorização e a eliminação desses resíduos. Em termos ideais, o destino final a dar a um resíduo deveria ser o da reintegração no ciclo material/matérias-primas (Lopes, 2010).

No RASARP (2010) são identificadas as áreas em que Portugal deve apostar para melhorar a política de gestão de resíduos, nomeadamente a de assegurar a prevenção da produção de resíduos através da alteração dos processos produtivos e de consumo, promovendo uma economia tendencialmente circular, em que os bens e produtos que deixam de ter utilidade para os consumidores possam ser reintroduzidos na economia. Para cumprir as metas de prevenção e de valorização material e energética e minimizando a deposição em aterro, deve ser aplicado o princípio da hierarquia de gestão de resíduos, de modo a aumentar a eficiência de recolha e triagem de resíduos, bem como a da recuperação e escoamento das frações valorizáveis e otimizar a gestão de resíduos, designadamente, através da reorganização de sistemas, da partilha de infraestruturas, da promoção de sinergias entre fluxos de gestão de resíduos e da adequada tarifação dos serviços. Para que seja possível melhorar o sistema de resíduos é ainda necessário

promover a qualidade dos dados e gestão da informação sobre resíduos, criar base de dados, e adesão a novas tecnologias e apostar na sensibilização de todos os intervenientes.

Os resíduos são originados pelas inúmeras atividades de produção e consumo que têm lugar na nossa sociedade. Estas atividades são alimentadas por recursos naturais (matérias-primas e energia) que entram no ciclo económico, desempenhando uma determinada função ou serviço. Mais cedo ou mais tarde estes recursos, caso não sejam reaproveitados, retornam ao ambiente mas já sob a forma de resíduos ou emissões que constituem desperdícios das referidas atividades (PNGR, 2011). As sociedades contemporâneas e a sociedade de consumo, ainda não entenderam que devem alterar os seus comportamentos, para que prioritariamente se minimize a produção de resíduos na origem. O PNGR (2011) refere ainda que a sociedade é profundamente ineficiente na forma como usa os seus recursos materiais, sendo que atualmente apenas uma fração muito reduzida dos materiais constituintes dos produtos em fim de vida é reintroduzida no sistema económico.

Emmanuel *et al.* (2011), demonstram que a única solução para este problema é a prevenção na produção dos RU e na mudança de atitudes e comportamentos, dos quais se destaca: a implementação de campanhas de sensibilização em grandes produtores de resíduos, como sejam restaurantes e centros comerciais para a minimização dos desperdícios, mudanças de hábito de consumo, criação de comércio de segunda mão, compra de produtos a granel e concepção de políticas que incentivem a não produção de resíduos. Sobre o mesmo tema Guerrero *et al.* (2013), sugerem ainda que os produtos a colocar no mercado devem ser redesenhados para evitar desperdícios de embalagens, evitar o efeito de ricochete, ou seja que a produção de um resíduo obrigue à produção de outro, criar eco-taxas para os produtos que são colocados no mercado e sensibilizar os consumidores para a compra de produtos que possam ser reutilizados.

A preocupação com a gestão dos resíduos nos últimos anos acentuou-se de acordo com o RASARP (2010) de forma mais significativa com o aumento do consumo, de tal modo que a sua produção e a atividade económica podiam, até há duas ou três décadas, nos países mais desenvolvidos, ser correlacionadas com o Produto Interno Bruto, situação que se tem alterado, como reflexo de uma maior preocupação ambiental neste domínio por parte das

entidades responsáveis e das populações envolvidas na implementação de estratégias de gestão de resíduos, tendo este indicador deixado de ter significado causa/efeito direto.

O PNGR (2011) coloca como um dos eixos principais de atuação ao nível das políticas ambientais nacionais as compras públicas ecológicas. As entidades públicas, consistindo em grandes consumidores, podem utilizar o seu poder de compra para adquirir bens e serviços, com reduzido impacte ambiental ao longo do seu ciclo de vida, quando comparados com outros bens e serviços com a mesma função primária, que seriam de outra forma adquiridos, influenciando assim o mercado através das tendências de produção e consumo. A promoção de compras ecológicas, uma área emergente que tem vindo a crescer, contribui para o desenvolvimento de tecnologias e produtos verdes, alargando ou criando novos mercados, fomentando assim, de forma importante, uma produção e um consumo sustentável. Como os bens e serviços “verdes” são definidos em função do ciclo de vida, as compras públicas ecológicas afetam toda a cadeia de produção-consumo, estimulando também a utilização de critérios ambientais nas compras do sector privado.

Para cumprir a hierarquização da gestão dos resíduos já existem casos de estudo e de implementação do *zero-waste*, ou o objetivo de resíduos zero, com o intuito da prevenção da produção de resíduos e visando a criação de cidades sustentáveis. Cidades como Estocolmo na Suécia, Vauban Freiberg na Alemanha e Adelaide na Austrália já implementaram o *zero-waste* que implica que do total de RU recolhidos se consiga uma taxa de reciclagem e de recuperação de 100% (Zaman e Lehmann, 2011).

### **II.2. Sistema de gestão de resíduos urbanos em Portugal**

O SGRU é uma estrutura de meios humanos, logísticos, equipamentos e infraestruturas, estabelecida para levar a cabo as operações inerentes à gestão dos RU, conforme estabelecido no relatório técnico da APA (2011), da situação atual dos sistemas.

Em 2011 e como se vê na figura II.3., existiam 23 SGRU, em todo o território continental divididos por 12 sistemas municipais e 11 intermunicipais. Cada um destes sistemas possui infraestruturas para assegurar um destino adequado para os RU produzidos nessa área.

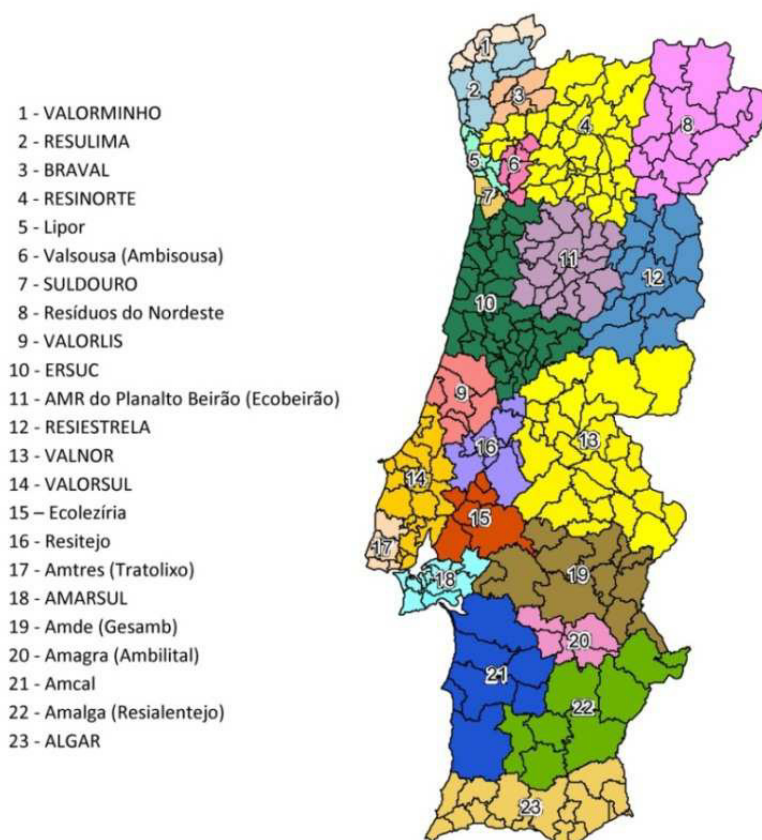


Figura II.3. Os SGRU em Portugal Continental no ano de 2011 (APA, 2011).

Conforme previsto no PERSU II, um dos importantes objetivos em matéria de gestão de RU é o desvio de RUB de aterro por via da implantação de Unidades de Valorização Orgânica (digestão anaeróbia, compostagem, tratamento mecânico e biológico). Assim, e de acordo com o mesmo estudo da APA (2011), os sistemas foram agregados tendo em conta as unidades existentes e as previstas para valorização orgânica, por forma a cumprir as metas previstas no PERSU II, como se observa na figura II.4.

Em dezembro de 2011, de acordo com o mesmo estudo da APA, existiam 31 aterros sanitários, duas centrais de valorização energética (incineração) e nove centrais de valorização orgânica, estando atualmente em construção um aterro e dez unidades de valorização orgânica, prevendo-se até 2016 a existência de mais oito aterros e cinco unidades de valorização orgânica.

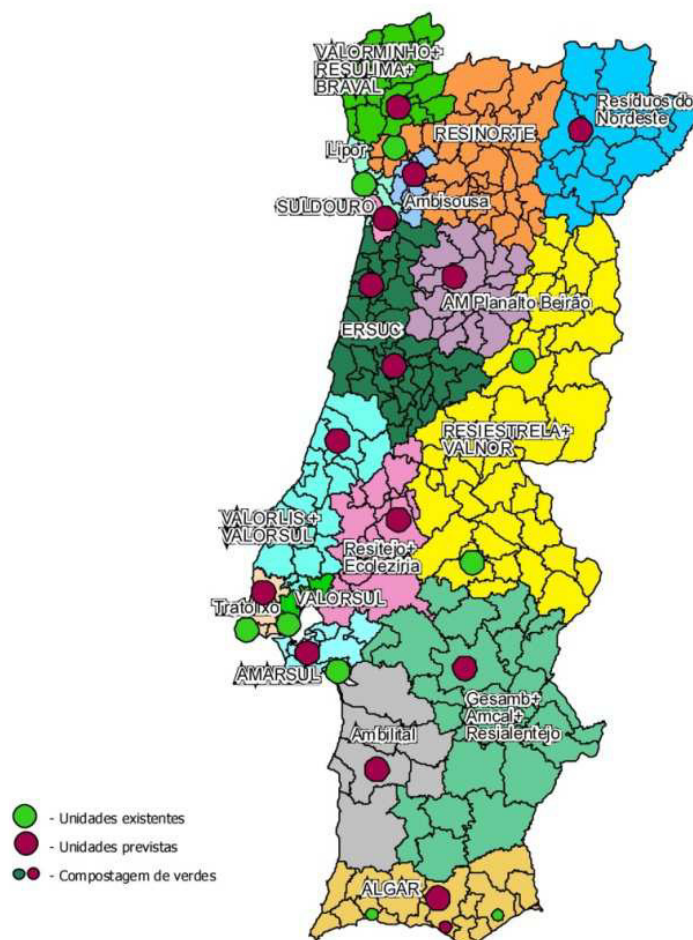


Figura II.4. Sistemas com valorização orgânica em Portugal Continental no ano de 2011 (APA, 2011).

Um dos maiores problemas no sistema municipal de gestão de resíduos urbanos (SMGRU) é o de recolha de RU, como se descreve de seguida.

### II.3. Sistemas de recolha de resíduos urbanos

O sistema de recolha de resíduos tem um dos maiores pesos a nível económico no SMGRU, dado que engloba todo o sistema desde a deposição e transporte até ao destino final, englobando os custos com o serviço, recursos humanos, aquisição e manutenção das viaturas, sendo que o maior objetivo dos municípios terá que ser a otimização da recolha de forma a rentabilizar o serviço. De acordo com Cunha e Rodrigues (2011) quase 80% dos municípios efetuam a recolha e transporte de resíduos por gestão direta, como se apresenta na tabela II.1., onde se referem os vários modelos de gestão nacional.

Tabela II.1. 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	79,1%
	serviços municipalizados	2,5%
Delegação		12,9%
Concessão municipal		1,8%
Delegação/concessão (estatal)	entidades estatais	3,6%
<b>Total</b>		<b>100%</b>

Como se constata, a maior fatia do modelo de gestão nas entidades referidas refere-se à prestação direta do serviço, pelos serviços municipais.

De acordo com Nuortio *et al.* (2006), a recolha de RU é a operação mais difícil que as autoridades locais detêm no SMGRU, em qualquer local. Nos anos mais recentes muitos municípios, particularmente nas nações mais industrializadas, estão a ser forçados a efetuar um balanço do custo/benefício dos sistemas de recolha de RU, obrigando-os mesmo a efetuar um novo desenho e traçado desses circuitos de recolha, com o objetivo de minimizar custos e aumentar a sua eficiência. Durante os últimos 15 anos foram desenvolvidas novas tecnologias, nomeadamente os SGF, de forma a melhorar os sistemas existentes. Na perspetiva de Byung-In *et al.* (2011), minimizar o tempo e o número de veículos na recolha de resíduos, e otimizar a compactação e o volume de resíduos recolhidos é a solução para a diminuição dos custos com a recolha, conseguindo-se assim maximizar os circuitos de recolha. No entanto, para os mesmos autores, existem constrangimentos na execução destes objetivos, que são os tempos de paragem obrigatórios na recolha de resíduos, a capacidade do veículo e a distância ao local de descarga. Conforme descrevem Juyoung *et al.* (2013), um dos problemas na recolha de RU em residências, são os quilómetros que as viaturas têm que percorrer ao longo de avenidas e arruamentos, sendo muitas delas estreitas, e outras largas onde as viaturas não conseguem efetuar a recolha com uma só volta, ou então é necessário mais do que um tipo de viatura, para efetuar o serviço, o que encarece o serviço a prestar.

Na cidade de Malmo na Suécia e segundo Johansson (2006), 10 a 15% da frota de veículos pesados refere-se aos veículos de recolha de resíduos, que pela velocidade média que

atingem e pelo número de paragens que efetuam, provocam um congestionamento do trânsito e um aumento da poluição do ar e do ruído superior a qualquer outro veículo de transporte de mercadorias. Assim, e de acordo com este autor, torna-se necessário organizar o sistema de recolha de resíduos por forma a minimizar estes constrangimentos, nomeadamente na aplicação de horários de recolha fora das horas de tráfego, através do uso de viaturas que não perturbem o silêncio do período noturno, aquisição de viaturas menos poluentes, e recorrendo à programação das rotas de modo a serem efetuadas conforme o declive do território.

O sistema de recolha de resíduos apresenta-se dividido por deposição e remoção como é aliás, descrito no regulamento do serviço de gestão de RU do MG (RSGRUMG), publicado sob o Regulamento n.º 496, de 10 de dezembro de 2012. A deposição consiste no acondicionamento dos RU nos locais ou equipamentos previamente determinados pela entidade gestora (EG), a fim de serem recolhidos. A remoção é o conjunto de operações que visam o afastamento dos resíduos dos locais de produção, mediante a deposição, recolha e transporte. Quanto ao tipo de deposição e recolha, existem normalmente dois sistemas: ou por contentores de proximidade ou por recolha porta-a-porta, sendo o primeiro coletivo e o segundo individual que poderá ser efetuado através de saco perdido, ou por contentor. Para Levy e Cabeças (2006), a recolha porta-a-porta representa elevados custos de instalação e de operação, pois no caso da recolha por contentores é necessário atribuir a cada edifício um contentor. No caso do saco com tara perdida, são reduzidos os custos de instalação mas aumenta a quantidade de resíduos para destino final, sendo que o desgaste com as viaturas de recolha é superior e obriga a um esforço suplementar pela equipa de recolha. Assim, um dos maiores problemas e o mais oneroso na componente do SMGRU é a recolha de RU no sistema porta-a-porta, conforme descrito por vários autores Faccio *et al.* (2011), Nuortio *et al.* (2006) e Ong *et al.* (1990). No sistema de recolha efetuado por contentores de proximidade ou por pontos de reagrupamento, os utilizadores têm ainda que se deslocar até ao local e depositar os seus resíduos, o que de acordo com os mesmos autores representa menos paragens e menos tempo no circuito, dado que os sistemas de deposição são de maior capacidade, tornando-se assim o sistema mais rentável.

Em 2009 foi publicado o regime jurídico dos serviços municipais de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de RU, através do

Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de agosto que veio eliminar uma lacuna na legislação existente, dado que não havia qualquer diploma que mencionasse a relação com o utilizador, especificando por exemplo qual a distância máxima a que um ponto de recolha deve estar. Assim, e conforme estipulado no artigo n.º 60, deste decreto, o serviço de recolha encontra-se disponível quando a recolha é efetuada até 100 m do limite do prédio, podendo ser aumentado para 200 m em áreas predominantemente rurais.

### II.4. Os sistemas tarifários de resíduos urbanos

Conforme descreve Bilitewski (2008b), o tradicional pagamento na maior parte dos países europeus do SMGRU consiste num imposto geral ou na aplicação de uma tarifa fixa. No entanto, alguns países europeus já utilizam o sistema do pagamento por contentor, ou seja, aplicam uma tarifa anual ao uso do contentor, tendo em conta a sua capacidade. O autor salienta ainda que todos os sistemas tarifários têm as suas vantagens e desvantagens, e que nos últimos 25 anos os académicos têm tentado encontrar a solução ideal, que ainda não se preconizou. Há ainda locais alguns locais europeus como em que Inglaterra que a tarifa dos resíduos está integrado na *council tax*, uma taxa que engloba todos os serviços públicos prestados pelos municípios. Esta taxa tem uma relação direta com a sustentabilidade orçamental do município para a recolha e tratamento dos RSU (Simões, 2007).

No estudo dos sistemas tarifários de RU em Portugal (CESUR, 2004), colocam-se em evidência as debilidades dos sistemas tarifários aplicados pelos municípios aos munícipes, sendo cobrados de várias formas e muitas vezes sem qualquer estudo de custos associado. Conforme descrito pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) de 2009, existe atualmente uma grande disparidade nos tarifários aplicados aos utilizadores. Estes tarifários apresentam divergências sem fundamentação técnica e económica. Não se conciliam nem na sua estrutura, nem nos valores que são faturados, não transmitindo por isso aos utilizadores finais um uso mais eficiente do sistema. Verifica-se ainda, tal como já foi referido, que os valores praticados nas tarifas de RU se revelam frequentemente insuficientes para cobrir os custos efetivos da sua prestação, sendo esta uma das fragilidades mais evidentes da política nacional de gestão de resíduos, tal como já foi referido anteriormente.

De acordo com Lobo (2009) existe uma realidade muito distante nos sistemas de tarifários praticados e do método de cálculo nos municípios portugueses, em que 34 municípios não

aplicam qualquer tarifa, 123 aplicam indexados à fatura da água, e 151 praticam tarifários fixos ou indexados a outras variáveis, como se pode verificar na tabela II.2.

**Tabela II.2. Tipo de tarifários de resíduos em Portugal no ano de 2009 (Lobo, 2009).**

Tipo de tarifa	N.º municípios		
Não aplicam tarifa	34		
Indexada ao consumo de água	123		
Fixa ou indexada a outras variáveis	151	Tarifa fixa	127
		Frequência	9
		Características rurais ou urbanas	12
		Área da habitação	3

Como consequência desta disparidade de sistemas tarifários, verificam-se grandes diferenças nos valores faturados pelos vários municípios, conforme se pode constatar na figura II.5., onde há municípios a praticar tarifas anuais por utilizador de cerca de 90,00 €, e outros de 7,00 €. É este cenário que a Entidade Reguladora do Serviço de Águas e Resíduos (ERSAR), que veio substituir o IRAR, pretende ver alterado. Assim, a ERSAR elaborou as recomendações n.º 01 e n.º 02 de 2010, de forma a uniformizar as diversas tarifas, para que possuam uma estrutura uniforme em todo o território nacional, tão simples e transparente quanto possível, mas ainda agora nem todos os municípios seguiram as referidas recomendações (ERSAR, 2011).

Como explica Guimarães *et al.* (2010), um modelo de tarifário calculado para cada utilizador é de difícil implementação em Portugal, dado que quase todos os municípios indexam as tarifas à fatura da água, que definitivamente não é justo, mas também não existem grandes reclamações, dado que os valores praticados são definitivamente deficitários. A maioria dos utilizadores em Portugal não paga mais que 40,00 €/ano da sua tarifa de resíduos.

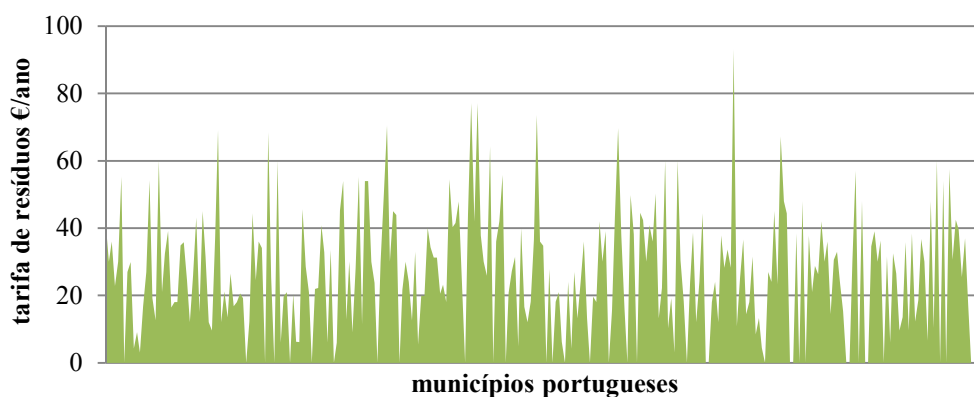


Figura II.5. Tarifa anual praticada pelos municípios portugueses em 2010 (ERSAR, 2011).

Os tarifários do serviço de gestão de RU devem obedecer aos princípios estabelecidos pela Lei de Bases do Ambiente (Lei n.º 11/87, de 7 de abril), pelo Regime Geral da Gestão de Resíduos (Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho) e pela Lei das Finanças Locais (Lei n.º 2/2007, de 15 de janeiro), e respeitar especificamente os princípios preconizados pelo IRAR (2009): da **recuperação dos custos**, operando num cenário de eficiência de forma a não penalizar indevidamente os utilizadores com custos resultantes de uma ineficiente gestão dos sistemas, sendo que o tarifário deve permitir a recuperação tendencial dos custos económicos e financeiros decorrentes da sua provisão, em condições de assegurar a qualidade do serviço prestado e a sustentabilidade das EG; da prevenção e da valorização, nos termos do qual as tarifas dos serviços de gestão de resíduos devem contribuir para evitar e reduzir a produção de resíduos, incentivando a adesão dos utilizadores finais aos sistemas de RS de materiais e à valorização de resíduos; da **defesa dos interesses dos utilizadores**, nos termos da qual os tarifários devem assegurar uma correta proteção do utilizador final, no que se refere à continuidade, qualidade e custo para o utilizador final dos serviços prestados e, por outro, no que respeita aos mecanismos de supervisão e controlo, que se revelam essenciais em situações de monopólio; da **acessibilidade económica**, nos termos do qual os tarifários devem atender à capacidade financeira dos utilizadores finais, na medida necessária a garantir o acesso tendencialmente universal aos serviços de águas e resíduos.

Relativamente à recuperação dos custos, e conforme referem Levy e Pinela (2008), a média anual do défice dos municípios portugueses no SMGRU é superior a 75% do custo com este serviço, conforme se verifica na tabela II.3., que apresenta ainda o custo médio

por habitante na recolha, transporte, transferência e tratamento dos RU indiferenciados.

**Tabela II.3. Défice anual médio dos municípios com o SMGRU (Levy e Pinela, 2008).**

	Custo médio ponderado no serviço de RU (€/hab./ano)			Média Portugal (€/hab./ano)
	Continente	RA Açores	RA Madeira	
<b>Custo médio do serviço</b>	52,28	31,28	69,97	<b>51,56</b>
<b>Valor recebido pelos municípios</b>	12,07	7,45	18,17	<b>11,96</b>
<b>Défice</b>	<b>76,91%</b>	<b>76,18%</b>	<b>74,03%</b>	<b>76,8%</b>

Da análise da tabela II.3. pode concluir-se que apenas 25% da despesa com o SMGRU é pago pelos utilizadores através das tarifas de resíduos. Em média cada habitação tem 3 habitantes, logo, a tarifa média anual por utilizador para cobrir inteiramente os custos devia considerar-se de 145,00 €/utilizador/ano. Desta forma os sistemas revelam-se ineficazes e insustentáveis, dado que os tarifários aplicados se afastam completamente da realidade.

Assim, é necessário que se cumpram as recomendações da ERSAR, e se aplique o princípio do poluidor-pagador para que os sistemas não colapsem financeiramente, definindo um método de cálculo universal para todo o país e que reflita a produção real de resíduos. De acordo com a recomendação do IRAR (2009), os tarifários do SMGRU devem compreender uma tarifa fixa e uma variável, de forma a repercutirem os custos por todos os utilizadores. A tarifa fixa será aplicada baseada nos custos fixos da operação e pela disponibilidade do serviço, e a tarifa variável assenta na produção de resíduos.

Na perspetiva de Levy e Pinela (2008), as tarifas em Portugal, são normalmente indexadas ao abastecimento público de água, subdividem-se ainda em três tipos:

- Tarifa fixa – tarifa única cobrada por utilizador com contador de água;
- Tarifa variável – varia diretamente com o consumo de água, ou 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.

Careto (2009) expõe que não há correlação específica entre a produção de resíduos e o consumo de água, pelo que é indispensável encontrar outros indexantes ou formas de tarifar que não o consumo de outro recurso sem qualquer relação evidente, nem na gestão nem nas infraestruturas para a produção e gestão de resíduos. Também Lobo (2009) é da mesma opinião, mencionando ainda que os tarifários praticados provocam um défice frequente, com risco para a sustentabilidade operacional e económica da prestação dos serviços. Existem elevadas reclamações na ERSAR, devido à injustiça criada entre os utilizadores, uma vez que não existe qualquer incentivo à utilização eficiente dos serviços, para além de existir uma incompreensão dos métodos de cálculos utilizados. Esta situação leva a que este serviço seja subsidiado a partir de outras receitas autárquicas (de natureza fiscal), o que a médio prazo vai levar a uma menor qualidade no serviço prestado aos utilizadores e a longo prazo pode provocar mesmo o colapso deste sector.

De acordo Levy (2004), e conforme já mencionado anteriormente, as tarifas aplicadas aos utilizadores devem cobrir os custos de exploração, de investimento e outros custos como amortizações, juros e fiscalidade. Santana (2009) acrescenta que devem ter como princípios, como já se verificou no PERSU II, o da recuperação dos custos, impondo o princípio do poluidor-pagador, ser socialmente justas, desincentivar a produção de resíduos, e refletir clara e corretamente os custos de gestão, para promover a sustentabilidade económica e técnica na prestação do serviço.

É por isso necessário, introduzir tarifários que traduzam corretamente os custos do SMGRU e que ao mesmo tempo contrariem a produção de resíduos indiferenciados e que promovam a adesão aos sistemas de deposição de RS. Aparece assim o sistema PAYT como um instrumento para aplicação em matéria de resíduos do princípio do poluidor-pagador e da recuperação dos custos como se descreve mais detalhadamente no ponto seguinte.

### **II.5. O sistema PAYT**

O PERSU II veio confirmar a necessidade da introdução de um tarifário em função dos resíduos produzidos, ou seja, do princípio do PAYT, dado que pode ser uma medida eficaz para os objetivos da política de gestão de resíduos, na medida em que constitui um claro incentivo, por via financeira, para promover a separação na origem e aumentar as taxas de RS. Contudo, o mesmo PERSU II salienta que a aplicação efetiva do PAYT implicará,

numa primeira fase, a realização de estudos e experiências piloto para a implementação de sistemas de deposição de resíduos que permitam a sua quantificação e pagamento em função do volume ou peso dos resíduos que se produz. A frequência da recolha ou grau de utilização dos contentores de RU indiferenciados, são outros fatores a ter em consideração de forma a identificar e mitigar eventuais fragilidades das diferentes soluções técnicas possíveis, bem como avaliar a viabilidade técnico-económica da sua implementação em zonas de diferentes tipologias. É esta experiência piloto que se pretende mostrar na elaboração deste trabalho de dissertação.

Os sistemas PAYT baseiam-se na aplicação conjunta de dois princípios fundamentais de uma política ambiental: o princípio do poluidor-pagador e o do conceito da responsabilidade partilhada, segundo os quais os munícipes deverão pagar os custos que a sua parte de responsabilidade na cadeia de consumo gera (Bilitewski, 2008a). Na perspetiva de Bilitewski (2008b) o PAYT também denominado como preço pelo resíduo que produz, preço unitário do resíduo ou tarifa diferenciaria, tem o objetivo de alterar o SMGRU, dado que trata cada utilizador de forma diferente e justa. Os custos suportados pelo utilizador correspondem à sua efetiva produção de resíduos. Assim, os utilizadores que efetuem a reciclagem ou a reutilização dos seus resíduos verão a sua fatura diminuir, sendo ainda o método de faturação completamente transparente.

Jan e Jan (2013) referem que o sistema PAYT é um instrumento para controlar a produção de RU, e Marta e Hanf (2008) salientam que o sistema PAYT se baseia em dois princípios fundamentais, o do poluidor-pagador, como já referido anteriormente, e o da responsabilidade partilhada entre utilizadores e gestores do serviço.

Já existem vários países europeus que têm de alguma forma o sistema PAYT implementado como apresentam Bilitewski *et al.* (2004) na figura II.6., sendo que somente os países mais orientais têm em mais de 40% do seu território uma aplicação de tarifário pela produção de resíduos (países como a Eslovénia e a Eslováquia), sendo que Portugal e Espanha não possuíam nessa data qualquer sistema e França só detinha em 10% do seu território o sistema PAYT. Até agora situação em Portugal mantém-se (Soares, 2013), existindo alguns projetos-piloto em Espanha na província da Catalunha (Puig-Ventosa *et al.*, 2011).

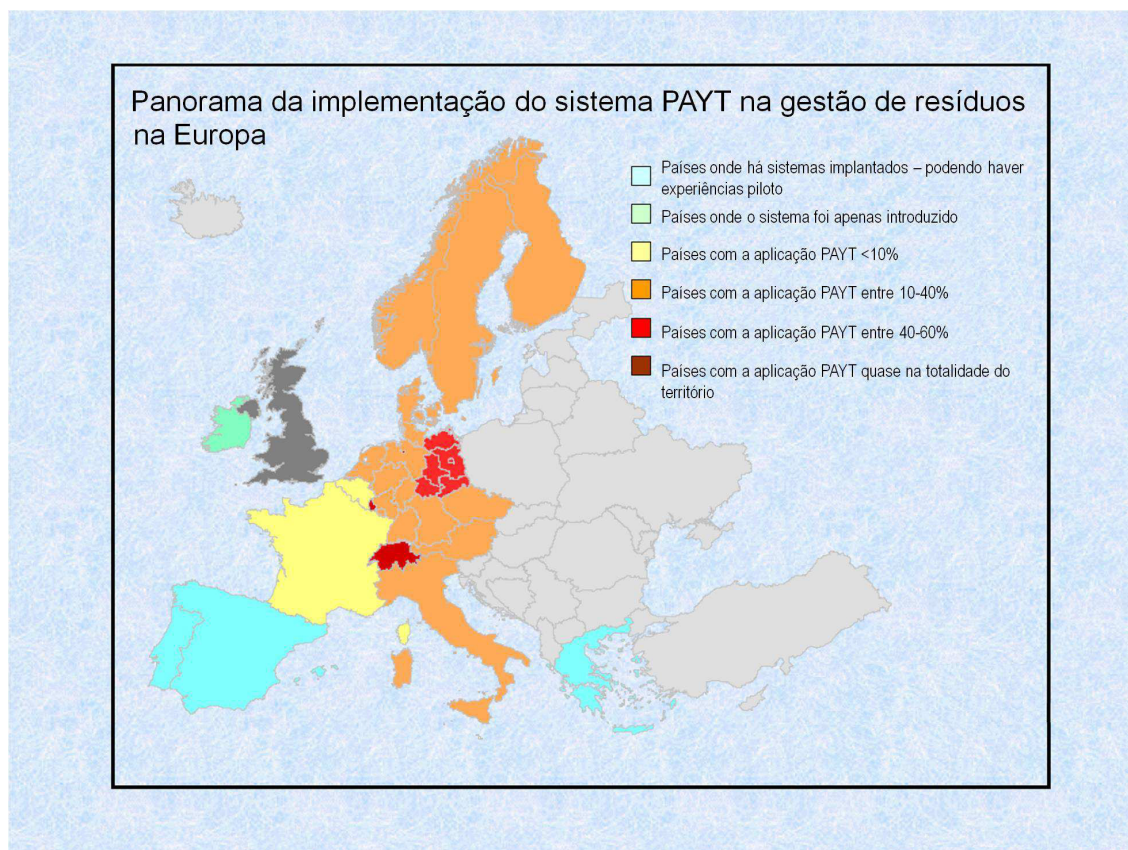


Figura II.6. Aplicação do PAYT em 2004 na Europa (Bilitewski *et al.* 2004).

A implementação do PAYT constitui um instrumento importante para as políticas municipais de gestão de RU, de forma a otimizar o sistema, conseguindo-se a diminuição das quantidades de resíduos que são encaminhados para destino final e aumentando as quantidades de RS (Bilitewski, 2008b). Nos sistemas tradicionais todos os utilizadores pagam o mesmo, independentemente da quantidade de resíduos que produzem, enquanto no sistema PAYT quanto menos se produzir menos se paga.

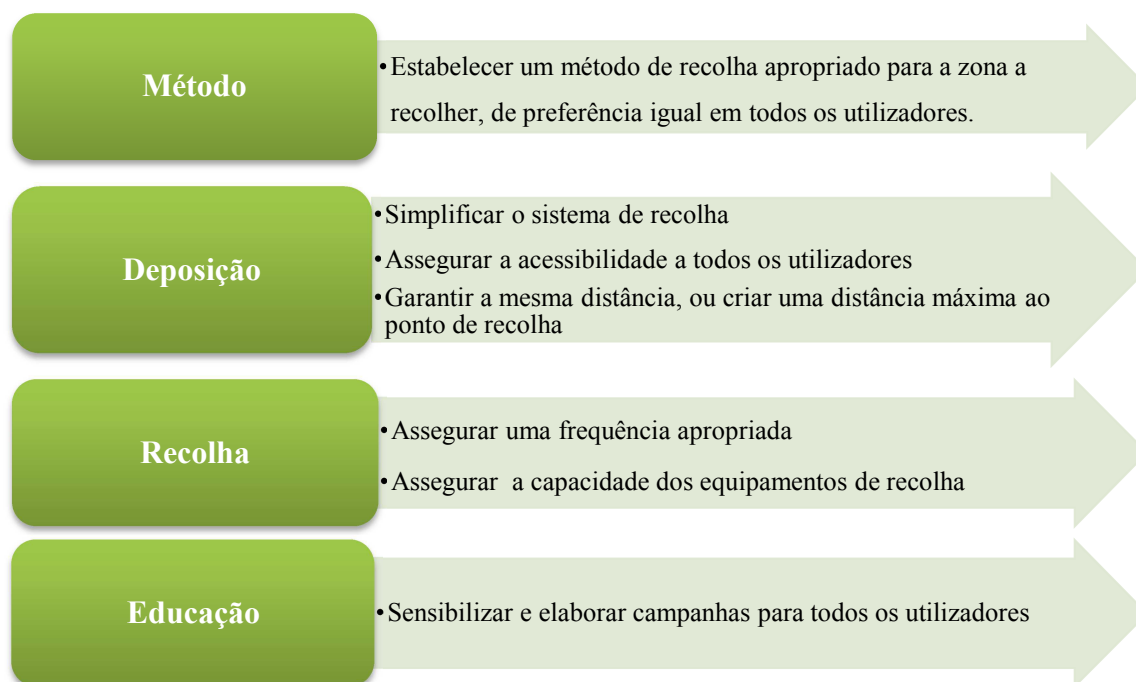
Batllevell e Hanf (2008) descrevem o PAYT como um sistema baseado na responsabilidade partilhada e no princípio do poluidor-pagador; assim os utilizadores são envolvidos no sistema, desde a produção, à recolha e ao tratamento final, dado que são os primeiros responsáveis da quantidade de resíduos que colocam na via pública para ser recolhida, pagando a sua quota.

Alguns estudos revelam que o PAYT cria um incentivo económico, promovendo a participação dos cidadãos de forma a entenderem os objetivos deste novo tarifário, e de que forma podem reduzir a sua fatura (Bilitewski, 2008a; Bilitewski, 2008b; Karagiannidis

*et al.*, 2008; Reichenbach, 2008). O sistema PAYT só funciona verdadeiramente se existir uma relação direta entre a produção e o pagamento, pois só dessa forma os cidadãos se sentem tratados de igual forma e protegidos pelas suas corretas políticas ambientais e de minimização na produção de resíduos. Só dessa forma se consegue, na hierarquia dos resíduos, dois pilares fundamentais: o da minimização da produção e resíduos e o do aumento dos resíduos enviados para RS. Para que o sistema PAYT seja implementado é necessário que os serviços de recolha de resíduos disponham de um serviço contabilístico rigoroso, com os custos reais do serviço, e que o SMGRU esteja continuamente a ser monitorizado e otimizado, para que os utilizadores não sejam responsabilizados pelo pagamento de uma tarifa que advém de uma má gestão, conforme esclarecem Bilitewski (2008a).

Os estudos realizados pelos autores Batllewell e Hanf (2008) e Bilitewski (2008b) demonstram que o sistema PAYT tem que ser baseado num custo unitário, para ser introduzido ou seja que todos os utilizadores pagam o mesmo custo unitário por tonelada, sem restrições relativamente ao local onde residem, e que deve haver igualdade no acesso ao serviço. Este sistema não significa que o utilizador só vai pagar de acordo com os resíduos que gera, dado que o valor unitário tem que ser calculado para um âmbito geral do SMGRU, em que algumas áreas vão subsidiar outras. É o problema dos concelhos com elevada dispersão, onde a disponibilidade do serviço tem um custo mais elevado do que em concelhos concentrados. Assim, Karagiannidis *et al.* (2005) mencionam que existem sistemas PAYT que penalizam os grandes produtores de resíduos, estabelecendo uma tarifa progressiva, em que a segunda carga de um contentor ou de um saco teria um custo superior ao da primeira; desta forma o sistema evita a produção de resíduos pelos UD.

Em geral, todos os autores referidos anteriormente mencionam que este sistema tem que contar com a participação de todos os intervenientes e quanto mais simples e transparente for o processo, melhor compreensão existirá pela parte dos utilizadores pagadores. Desta forma, o processo do PAYT deverá contemplar os aspetos apresentados na figura II.7.



**Figura II.7. Aspectos técnicos e educacionais para estabelecer iguais oportunidades no SMGRU (Batllell e Hanf, 2008).**

De acordo com Dinis (2010), a adoção de um tarifário variável não tem como objetivo a recuperação de custos, mas pode ser abordado tendo por base três vertentes:

- Vertente Económica: os custos de recolha devem estar todos assegurados pelo PAYT, diminuindo a despesa pública deste sector.
- Vertente Social: o PAYT beneficia os munícipes que produzem menos resíduos, sendo os custos divididos equitativamente entre a população. Já é possível beneficiar aquele que menos promove a reciclagem.
- Vertente Ambiental: o tarifário tem influência direta na quantidade gerada de resíduos recicláveis e orgânicos. Encoraja ainda a redução, levando a menores custos com a recolha.

Na perspetiva de Batllell e Hanf (2008), Bilitewski (2008a), Dinis (2010), Karagiannidis *et al.* (2005) e Reichenbach (2008) as consequências da implementação deste sistema é bastante positiva, nomeadamente na minimização da produção de resíduos, sendo contudo moroso o seu processo de implementação e havendo necessidade de envolvimento de todos, desde técnicos a políticos e à população em geral. As consequências a médio prazo da implementação do PAYT são a redução na produção de resíduos de 15 a 50%, o

aumento de 5 a 10% das quantidades recolhidas seletivamente e o incentivo à implementação da compostagem doméstica como refere Santos (2009).

No entanto, para a implementação de qualquer sistema enfrentam-se obstáculos, como já se mencionou e esses são abordados no ponto II.5.1 seguinte.

### II.5.1 Principais barreiras à implementação do PAYT

Mesmo com todos os aspetos positivos que o sistema PAYT pode integrar, na sua implementação existem barreiras que devem ser conhecidas e transpostas, como refere Canterbury (1994), Marta e Hanf (2008), e que ainda vigoram como atuais, que são essencialmente as **descargas ilegais**, dado que alguns utilizadores oferecem muita resistência à implementação da tarifa unitária, o que pode encorajar a descargas ilegais noutros locais, de forma a evitar pagamentos de tarifas superiores. Só com uma boa política de sensibilização e um conhecimento profundo do terreno se podem evitar essas situações. **O conhecimento real dos custos das operações** e das quantidades reais e potenciais de resíduos produzidos é essencial para que o cálculo do preço unitário não seja insuficiente para a cobertura dos custos, em virtude da receita ser variável de acordo com a produção de resíduos. Acrescenta ainda a este respeito Reichenbach (2008), os previsíveis **aumentos dos custos administrativos**, dada a dificuldade de estabelecer uma tarifa unitária, e efetuar a sua faturação e cobrança. Poderá existir uma **percepção dos utilizadores que o valor cobrado é superior ao sistema existente** – mesmo que o sistema PAYT ofereça aos utilizadores um melhor e maior controlo na fatura de resíduos que vão pagar, no início da sua implementação poderá ser encarado como um aumento dessa tarifa. Mais uma vez, só com muita informação e sensibilização se poderá ultrapassar esta barreira.

A **implementação do PAYT em edifícios de habitação coletiva** é um desafio maior, como verificaram Piirimäe e Voronova (2011) no estudo que realizaram para a UE da implementação do PAYT na Estónia e no Chipre. Na grande parte dos sistemas, esses resíduos são colocados num único local de deposição, sendo quase impossível a sua taxação individual, pelo que a solução será taxar o edifício como um todo e implementar políticas individuais de minimização na produção de resíduos, ou atribuir um código para acesso a um contentor coletivo, como se exemplifica na figura II.8. onde a capacidade de entrada é limitada e cada saco é registado.

Os consensos públicos, deverão constituir assim uma das maiores barreiras na implementação do PAYT, dada a resistência natural à mudança por parte dos utilizadores. Só com um conhecimento muito profundo da realidade e de um planeamento atempado, da introdução do PAYT, conciliado com fortes campanhas de sensibilização e informação, se poderá garantir o sucesso do mesmo, questão que se explora no ponto seguinte.



Figura II.8. Exemplo de contentor coletivo com *password* ou *smart key* (Wolff, 2012).

### II.5.2 Fatores que influenciam o sucesso do PAYT

Para evitar e contornar as barreiras referidas no ponto anterior, é necessário conhecer os mecanismos: técnicos, políticos, económicos e sociais, que influenciam o sucesso, ou não, da implementação do sistema PAYT como salienta Santos (2009). Os mecanismos **técnicos e de conveniência** traduzem-se na necessária separação dos resíduos, e na necessidade de identificar corretamente o produtor de resíduos, diminuindo as distâncias aos ecopontos, e garantindo que os utilizadores têm confiança no serviço prestado e no modo como é calculada a tarifa de resíduos, e obviamente garantir a transparência no serviço de gestão de resíduos.

As estruturas ao **nível político** são fundamentais neste processo porque é necessário participar e envolver o político/técnico nos processos de tomada de decisão, e envolver atores locais, sendo prioritário intensificar e contribuir na qualidade de informação ao público, e principalmente na devida aplicação de penalizações aos prevaricadores. Também Karagiannidis *et al.* (2008) realçam que as **questões económicas**, por exemplo, os incentivos das tarifas são fundamentais, porque se obtém um tratamento justo para todos os cidadãos e equidade nas tarifas implementadas e existem sistemas de consignação.

Por último, como **fator social** tem-se a criação do estatuto financeiro do cidadão, obrigando a uma maior consciência ambiental que conduzirá à progressão do nível de educação dos mesmos cidadãos.

### II.5.3 Diferentes tipos de sistemas PAYT: vantagens e desvantagens

Todos os autores Batllell e Hanf (2008), Bilitewski (2008b), Dinis (2010), Karagiannidis (2008), Marta e Hanf (2008), Piirimäe e Voronova (2011) e Reichenbach (2008) que estudam esta matéria são relativamente consensuais quanto à flexibilidade e à adaptabilidade dos vários sistemas PAYT. Estes autores referem que existem duas grandes diferenças caso a tarifa seja calculada com base no volume ou no peso dos resíduos, e só a partir daqui se pode partir para os restantes passos de implementação, estimando-se no mínimo nove meses, antes do início do programa.

Conforme descrevem Canterbury (1994) e Shindler *et al.* (2012), a tarifa que é baseada no volume dos resíduos pode ser calculada de duas formas: através do número e capacidade dos contentores, em que a tarifa é aplicada com base no número de contentores que são colocados na via pública; ou através da aquisição de sacos especiais de tara perdida, ou de selos para a colocação nos mesmos, que incluem já a tarifa de resíduos.

Os sistemas calculados diretamente a partir do peso dos resíduos, obrigam normalmente à uniformização de contentores por parte dos utilizadores. Assim, ao efetuar-se a descarga do contentor na viatura de recolha, este é automaticamente pesado e aplicada a tarifa por quilograma. Este sistema aparenta, de acordo com os estudos efetuados por Bilitewski *et al.* (2004), Canterbury (1994) e Skumatz (2002) evitar uma maior produção de resíduos do que os baseados no volume, dado que os resíduos encaminhados para reciclagem ou para compostagem caseira resultam diretamente num decréscimo na fatura de resíduos. Este tipo de sistema permite ainda um cálculo mais preciso da produção de resíduos. Por outro lado, é mais dispendioso que o sistema do volume, porque obriga à aquisição de equipamento especial para instalação nos contentores e nas viaturas de recolha.

De acordo com Marta e Hanf (2008), Piirimäe e Voronova (2011), Shindler *et al.* (2012) e Skumatz (2002), existem cinco grandes tipos de sistema PAYT, todos baseados no sistema do volume dos resíduos exceto no que diz respeito à alínea e:

- a. **Capacidade de contentorização**, apresentada nas figuras II.9. e II.10. – neste sistema os utilizadores escolhem o número de contentores e a capacidade necessária à sua produção de resíduos e à frequência da recolha. Nestas situações os

serviços de recolha de resíduos poderão implementar o sistema do preço por contentor ou uma tarifa progressiva, em que a segunda carga de um contentor teria um custo superior à da primeira.



Figura II.9. Sistema PAYT pela capacidade de contentorização (The Municipality Anchorage, 2012).



Figura II.10. Identificação dos contentores por utilizador (The Municipality Anchorage, 2012).

- b. **Programa do saco de tara perdida** – os utilizadores adquirem previamente os sacos à autarquia, que já incorporam o valor da tarifa por saco adquirido. No município de Hyde County na Islândia utiliza-se este método como se exemplifica na figura II.11.



Figura II.11. Exemplo de um sistema PAYT através do saco perdido (The Island free press, 2009).

- c. **Programa dos selos ou do imposto** – muito idêntico ao programa dos sacos, onde o utilizador adquire um selo, como se apresentam nas figuras II.12. e II.13., para

colocação no seu saco. Este selo deve ser colocado em local visível, devidamente identificado, e o saco só será removido se tiver o devido selo.



Figura II.12. Sistema de selos a colocar nos sacos de tara perdida (The H.H.H. Incorporated, 2012).

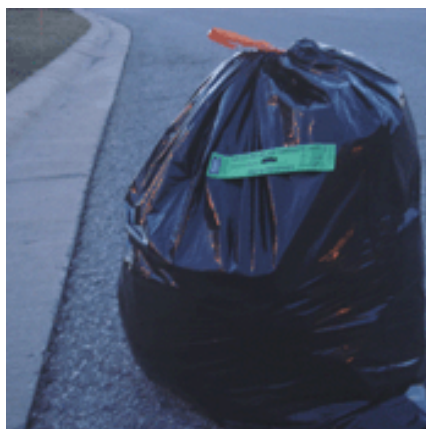


Figura II.13. Sistema de selos a colocar nos sacos de tara perdida (The H.H.H. Incorporated, 2012).

- d. **Sistema híbrido** – é a autarquia que estipula, de acordo com a área de residência e a frequência da recolha, o número de sacos ou de contentores que disponibiliza aos utilizadores, o que obriga à redução de resíduos produzidos, mas implica um bom planeamento e serviço de RS. Poderá ainda dispor de um sistema de sacos ou de selos em simultâneo, como apresentado na figura II.14. com uma taxa superior, caso o utilizador necessite.

- e. **Peso dos resíduos** – utiliza sistemas de pesagem de contentores e taxa os utilizadores por peso recolhido. Obriga à instalação de um sensor, como se ilustra na figura II.15., nos contentores



Figura II.14. Sistema híbrido com selo (Carrol Contytimes, 2013).

e de um sistema computadorizado nas viaturas de recolha que permita a pesagem direta do contentor e a grave imediatamente numa base de dados. Para Wyld (2010), este sistema veio afirmar-se como o mais eficaz em termos de redução de

resíduos, nos vários locais onde já se encontra instalado, como por exemplo em Dresden na Alemanha (Bovea *et al.*, 2010) e no Luxemburgo (Gonçalves, 2010).

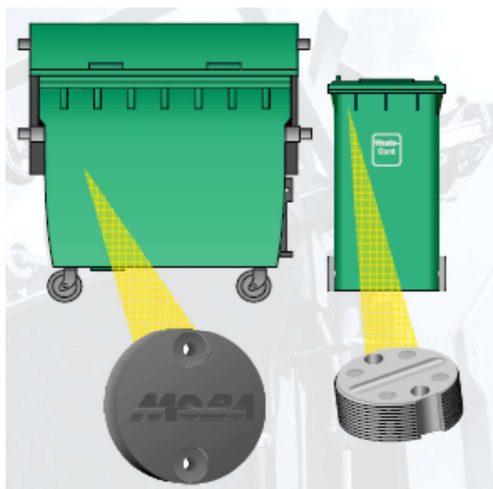


Figura II.15. Contentores com sistema de leitura por rádio frequência (RF) (Pietersma, 2009).

A base de dados é posteriormente descarregada num computador central, ligado ao serviço de faturação, que depois emitirá a fatura discriminada do serviço afetado e o respetivos pesos das recolhas como está representado na figura II.16.

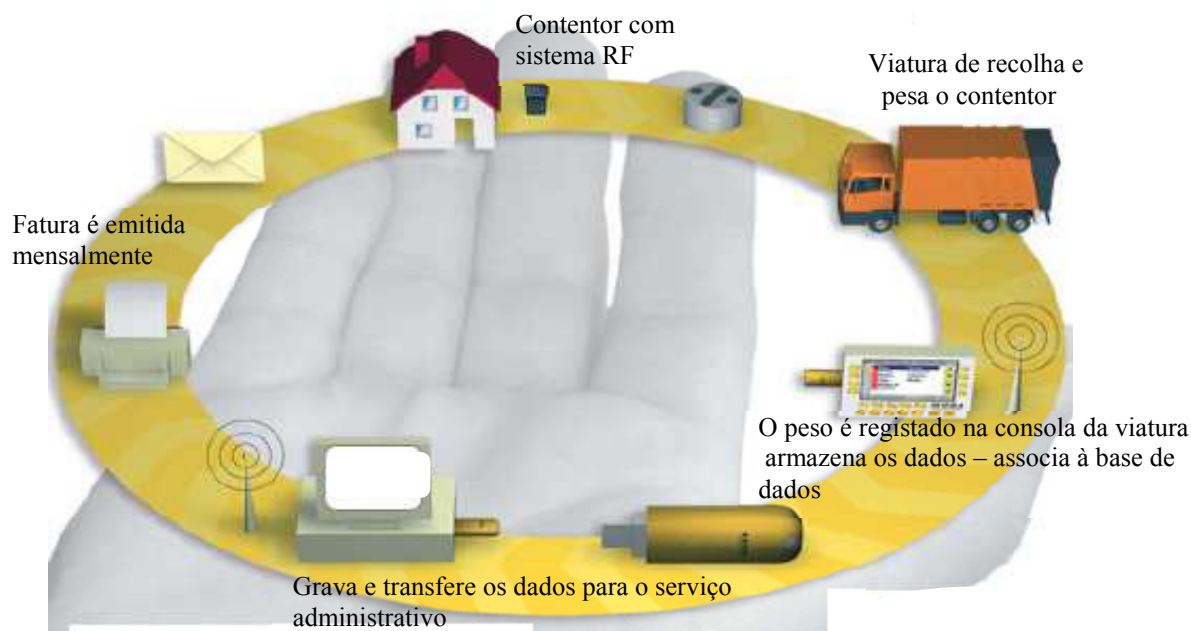


Figura II.16. Sistema completo do PAYT pelo peso dos resíduos (adaptado de Pietersma, 2009).

Após uma pesquisa bibliográfica a Bilitewski *et al.* (2004), Piirimä e Voronova (2011) e Shindler *et al.* (2012), com especial incidência ainda em Skumatz (2002), foi possível

elaborar as tabelas n.ºs II.4., II.5., II.6 e II.7., seguintes referindo as principais vantagens e desvantagens entre os vários sistemas PAYT abordados.

**Tabela II.4. Vantagens e desvantagens do sistema PAYT do tipo híbrido.**

Vantagens	Desvantagens
<p>a. Pode ser implementado com rapidez e sem grandes custos, sendo fácil a transição em relação aos sistemas existentes.</p> <p>b. Inexistência de investimento inicial em viaturas de recolha ou contentores especiais.</p> <p>c. Serviço de faturação sem grandes alterações.</p> <p>d. Os utilizadores só necessitam de adquirir sacos ou selos extras, caso excedam os limites de produção para a sua área de residência.</p> <p>e. Redução de resíduos indiferenciados em 10%.</p>	<p>a. Não há grande incentivo ao aumento da reciclagem.</p> <p>b. Desvantagem no caso de habitações coletivas, que normalmente não usam contentores para a colocação de resíduos. Implementação de um serviço de RS de proximidade.</p>

**Tabela II.5. Vantagens e desvantagens do sistema PAYT por capacidade de contentorização.**

Vantagens	Desvantagens
<p>a. Distribuição de vários tipos de contentores.</p> <p>b. Possibilidade da criação de uma tarifa progressiva.</p> <p>c. Contentores ocupam espaço, logo tende-se à sua redução.</p> <p>d. Possibilidade de uso de contentores já existentes na autarquia.</p> <p>e. O serviço de faturação poderá ser facilmente implementado.</p>	<p>a. Os utilizadores é que escolhem o número e o tipo de contentores que necessitam.</p> <p>b. Deverá ser especificada e registada a recolha do contentor.</p> <p>c. Custos dos contentores.</p> <p>d. Não há incentivos à reciclagem para quem utilize o contentor de menor capacidade.</p> <p>e. Desvantagem no caso de habitações coletivas, que normalmente não usam contentores para a colocação de resíduos.</p> <p>f. Criação de uma tarifa coletiva para os edifícios de habitação coletiva.</p>

Tabela II.6. Vantagens e desvantagens do sistema PAYT indexado à aquisição do saco ou do selo.

Vantagens	Desvantagens
a. Fácil implementação.	a. Aquisição dos sacos ou dos selos.
b. Reduzidos custos de implementação.	b. 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.
c. Permite a taxação individual nos edifícios de habitação coletiva.	c. Limitação dos horários de deposição dos sacos na via pública dada a possibilidade de poderem romper-se.
d. O serviço é pré-pago.	d. Não existem incentivos à reciclagem para quem utilize o saco de menor dimensão ou a tarifa mínima no selo.
e. Eficácia de redução de resíduos indiferenciados em 32%.	e. Impossibilidade de implementar a tarifa progressiva por número de sacos.
	f. Dificil leitura dos selos nos sacos.
	g. Obriga a uma maior fiscalização do cumprimento da obrigação da aquisição de sacos ou de selos.

Como se pode verificar pela análise das tabelas II.4., II.5. e II.6 o sistema do saco ou do selo reduz em maior percentagem a produção de resíduos, constituindo a melhor solução em locais com edifícios de habitação coletiva, e sendo o sistema que apresenta menores custos de investimento embora limitando os horários de deposição em relação ao sistema híbrido ou por contentorização e obrigando à recolha no sistema porta-a-porta. Assim, verifica-se que o local de implementação deve influenciar o sistema escolhido.

Shindler *et al.* (2012) e Wyld (2010) referem que, o sistema PAYT baseado no peso dos resíduos com a tecnologia de RF é o mais eficaz na minimização de resíduos, porque é aquele que melhor permite a quantificação exata dos resíduos recolhidos. Na tabela II.7. analisam-se as vantagens e desvantagens do sistema PAYT baseado no peso dos resíduos

**Tabela II.7. Vantagens e desvantagens do sistema PAYT calculado pelo peso dos resíduos.**

Vantagens	Desvantagens
<p>a. Maior flexibilidade do sistema, maior incentivo à reciclagem, há uma poupança imediata por parte dos utilizadores na minimização da produção de resíduos.</p> <p>b. Fácil compreensão pelos utilizadores do método de cálculo da sua tarifa – transparência.</p> <p>c. Os utilizadores só pagam o serviço que utilizam.</p> <p>d. Utilização de equipamento moderno e automático no cálculo do peso.</p> <p>e. Redução de 45% de resíduos indiferenciados .</p>	<p>a. Obrigatoriedade do uso de contentores, o que dificulta o uso em habitações coletivas.</p> <p>b. Elevados custos de instalação e manutenção, com aquisição de contentores com sensores, e que permitam a leitura dos mesmos e automatização das viaturas de recolha.</p> <p>c. Sistema de faturação mais complexo, necessidade de uma base de dados completa e atualizada dos utilizadores.</p>

Assim, no sistema PAYT apoiado no peso dos resíduos, verifica-se que em comparação com os sistemas sustentados no volume dos resíduos permite uma maior redução da quantidade de resíduos indiferenciados e permite um melhor entendimento do cidadão quanto à tarifa que este está a pagar. Contudo, implica elevados custos de instalação e a sua implementação é difícil em edifícios de habitação coletiva, dado que requer sistemas sofisticados com código ou chave. Assim, este sistema é normalmente equacionado quando existam fontes de financiamento alternativas ou quando se pretenda efetuar um investimento avultado no SMGRU e na faturação.

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

Na perspetiva de Bilitewski *et al.* (2004), Piirimä e Voronova (2011), Shindler *et al.* (2012) e Wyld (2010) as consequências da implementação destes sistemas são positivas, dado que permite alcançar o primeiro pilar da pirâmide dos resíduos, ou seja, a redução da produção na fonte, apesar de moroso no que respeita à implementação.

Depois de conhecidos os vários sistemas PAYT, é necessário escolher o tipo de sistema de preços a implementar como se aborda no ponto II.6.4.

### II.5.4 Sistemas de preços do PAYT

Conforme referem Canterbury e Gordon (1999), há três grandes sistemas de preços, que já foram implementados e testados com sucesso em algumas locais dos Estados Unidos da América (EUA), o proporcional, o variável ou o multicomponentes. A **tarifa proporcional**, é o sistema que relaciona diretamente a produção de resíduos e o preço. A tarifa é calculada pelo número de sacos, de contentores ou de selos colocados. A **tarifa variável** é a que calcula diferentes tarifas por unidade de resíduos. Os utilizadores subscrevem o serviço normal, com a capacidade básica, caso utilizem serviços (contentores, sacos) suplementares é-lhes acrescido um valor adicional. Trata-se de uma tarifa progressiva. Na **tarifa multicomponentes**, os utilizadores pagam duas tarifas, uma baseada no serviço que é prestado, que pode ser cobrada na fatura de resíduos ou através de um imposto municipal e uma segunda tarifa para o pagamento da produção de resíduos, que pode ser variável ou proporcional. A primeira cobre os custos fixos e a segunda cobre os custos variáveis do SMGRU. Este é o sistema adotado pela ERSAR, conforme é descrito na recomendação n.º 1 do IRAR (IRAR, 2009).

A escolha da tarifa a implementar deverá ter em conta a realidade da região, e o orçamento que se dispõe para a sua implementação, sendo os objetivos principais encorajar a não produção de resíduos, aumentar a reciclagem e a compostagem e principalmente manter o SMGRU financeiramente estável.

Na tabela II.8. são analisadas as vantagens e desvantagens de cada sistema de preço do PAYT (Canterbury e Gordon, 1999). Este conhecimento permite apoiar a decisão da tarifa a implementar, verificando-se qual é o método de mais rápida implementação, considerando a realidade do sistema de faturação existente e das alterações que teriam que ser produzidas para a implementação de outro completamente distinto.

Tabela II.8. Vantagens e desvantagens dos sistemas de preço a implementar no PAYT (Canterbury e Gordon, 1999).

Sistema	Vantagens	Desvantagens
<b>Tarifa proporcional</b>	- Incentiva à redução de resíduos. - Fácil implementação. - Baixos custos de instalação e administrativos.	- Incerteza nas receitas.
<b>Tarifa variável</b>	- Possibilidade de tarifas progressivas. - Incentivo à minimização na produção de resíduos.	- Custos elevados de implementação. - Elevados custos administrativos e de gestão.
<b>Tarifa multicomponentes</b>	- Os custos fixos estão cobertos. - Maior estabilidade das receitas.	- Não há incentivo à diminuição na produção de resíduos.

Após um conhecimento das vantagens e das desvantagens dos vários sistemas de preços torna-se depois necessário conhecer as etapas em que consiste o seu cálculo.

### II.5.5 Principais etapas no cálculo do sistema tarifário do PAYT

Na perspetiva de Canterbury (1994), Canterbury e Gordon (1999) e Skumatz (2008a) existem seis grandes etapas no cálculo do sistema tarifário, referidos de seguida:

**Estimativa das quantidades de RU produzidas:** de forma a calcular corretamente a produção de resíduos a estimar no ano em que se pretende implementar o sistema, é necessário separar os resíduos provenientes dos UD dos UND. Devem considerar-se do primeiro tipo aqueles que utilizem os prédios urbanos para fins habitacionais, com exceção das utilizações para as partes comuns, nomeadamente as dos condomínios, e UND os restantes (IRAR, 2009). Em primeiro lugar deve-se efetuar a estimativa tendo em conta os utilizadores, o sistema de recolha, e o tarifário existente e, posteriormente, efetuar a projeção com a implementação do sistema PAYT, nomeadamente na previsão da redução de RU. Não se deve subestimar o sucesso da minimização da produção de resíduos se o programa for acompanhado de uma forte campanha de informação e sensibilização.

**Determinação das componentes do sistema PAYT a implementar:** devem ser definidos os tipos de recolha de RU que estarão disponíveis (indiferenciada, seletiva ou orgânica), os sistemas de deposição, a frequência do serviço, o sistema de recolha (hermético, por carga

lateral, entre outros), os utilizadores que ficarão abrangidos pelo sistema (edifícios uni e bifamiliares ou habitações coletivas). Deve ainda ser delineado o tipo de deposição dos resíduos (por contentorização ou sistema porta-a-porta) e a sua capacidade. Nesta componente é ainda necessário determinar qual o método PAYT que melhor se enquadra no cenário em estudo: peso ou volume e em que sistema de tarifário.

**Estimativa dos custos do novo SMGRU:** neste ponto devem ser considerados os custos iniciais, e os da continuidade do sistema. Os custos iniciais incluem os custos de investimento, de formação dos recursos humanos e das campanhas de sensibilização. Pode ainda incluir-se despesas administrativas e as do novo método de faturação. Os custos de continuidade implicam os custos que incorrem ao longo do tempo e com carácter permanente como sejam: custos da recolha, substituição de contentores, aumento de áreas de RS, campanhas de sensibilização e de acompanhamento, fiscalização, custos com o tratamento e alterações no sistema. Para o cálculo devem ser sempre considerados os custos diretos, como a mão-de-obra, viaturas, combustíveis, tratamento, entre outros e indiretos do serviço como, telefone, eletricidade, rendas, portarias, gás, água, entre outros (Cunha e Rodrigues, 2011).

**Determinação das receitas e da cobertura de custos com o sistema PAYT:** com base nos custos mencionados no ponto anterior, é possível estimar a receita que se deve arrecadar, de forma a cobrir ou a totalidade dos custos ou uma percentagem que for claramente definida. O PAYT deve cobrir o objetivo que se pretende alcançar.

**Cálculo da tarifa PAYT:** a partir deste ponto já é possível determinar a tarifa a implementar no PAYT, a qual poderá ser meramente indicativa para início do sistema, e que será adaptada na continuidade do mesmo. A tarifa poderá ser mais simples ou mais complexa conforme os sistemas de preços do PAYT adotados.

**Balanço, evolução e ajustamento:** serão certamente necessários vários balanços e ajustamentos ao tarifário implementado, até a tarifa passar de provisória a definitiva, pelo que estes sistemas são iniciados sempre como projetos-piloto. Só depois de uma gestão completa do processo e do seu acompanhamento será possível fechar o processo do cálculo da tarifa para passar à fiscalização e ao melhoramento dos sistemas bem como à pressão para a minimização na produção de resíduos.

Após a clarificação destes pontos sobre o sistema PAYT é importante referir de seguida alguns casos de estudo, internacionais e nacionais que serão abordados no ponto II.6.

### **II.6. Casos de estudo**

De acordo com Reichenbach (2008), têm surgido nos últimos 20 anos importantes avanços técnicos na implementação de soluções de sistemas PAYT, por se tratarem de modelos com incentivos individuais que permitem a diminuição na produção de resíduos e o aumento da RS, o que conduziu a um acréscimo no número de países europeus a adotar estes sistemas, em relação aos EUA, que já tinha iniciado mais cedo como se verá de seguida.

#### **II.6.1 Experiências e projetos nos Estados Unidos da América**

O estudo realizado por Skumatz (2008b), comprova que desde os anos 80 o sistema PAYT tem crescido exponencialmente nos EUA, crescendo de cerca de 100 comunidades, para 1000 no início dos anos 90, e para 5200 em 2001. O inventário realizado em 2006 demonstra que nesse ano já existiam 7100 comunidades com pagamento da tarifa de resíduos no sistema PAYT, representando 25% do total da população da América, distribuída de acordo com a figura II.17. Para que fosse possível este crescimento na implementação do sistema, os estados alteraram os seus regulamentos e as suas políticas. Minnesota tem o sistema incrementado em todas as suas comunidades. Já Washington obriga apenas as comunidades que estejam certificadas ambientalmente, conforme o estudo do mesmo autor.

Canterbury e Newill (2003) referem, nos seus estudos, que o PAYT tem constituído um sucesso nas mais variadas cidades, mas cada uma coloca diferentes obstáculos na implementação. Por exemplo Dover teve dificuldade em 1991, em mudar o programa existente devido à resistência de cerca de 26 000 residentes, dado que o sistema promovido até então era totalmente gratuito. Após um ano e muitas campanhas de sensibilização e educação conseguiu implementar o programa e passados 8 anos conseguiu reduzir-se cerca de 7 000 ton/ano na quantidade de resíduos produzidos.

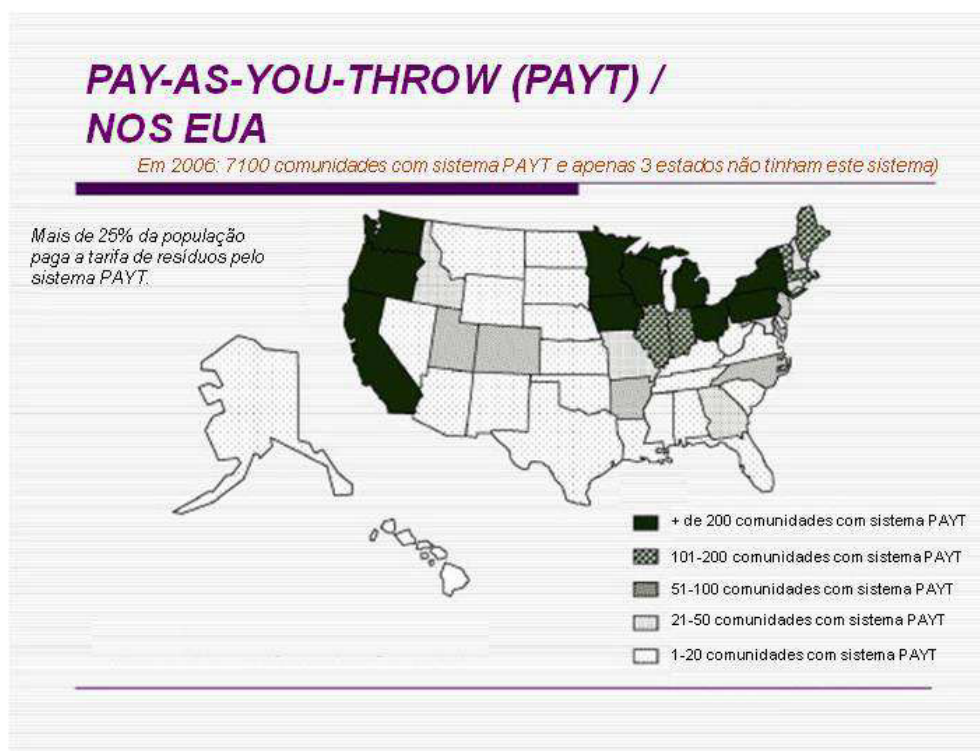


Figura II.17. Estados com sistema PAYT implementado dos EUA em 2006 (Skumatz, 2008a).

Em Pasadena, na Califórnia, foi bastante simples a implementação e não existiu qualquer resistência da população mesmo com 136 237 habitantes, dado que foi efetuado um trabalho exaustivo, de explicação e de diálogo com a população. Concluiu-se que o melhor sistema era o da capacidade por contentor, e no primeiro ano, não se incrementou a tarifa progressiva por número de contentores. Nos restantes, a tarifa aumentava 35,00 \$/contentor. A capacidade de contentorização escolhida foi de cerca de 120, 240 e 360 l, dado que o sistema americano é diferente do europeu.

Seattle, uma das maiores comunidades urbanas nos EUA com sistema PAYT implementado em cerca de 563 374 residentes, desenvolveu tarifários exclusivos, ou seja, combinou este sistema com reduções na tarifa para pessoas com necessidades especiais, ou com problemas económicos, permitindo assim obter uma elevada taxa de sucesso na sua implementação.

Na tabela II.9 encontra-se um resumo de algumas das experiências com o sistema PAYT realizadas nos EUA até 2003, referidas por Canterbury e Newill (2003).

**Tabela II.9. Experiências com vários estados dos EUA na implementação do PAYT (Canterbury e Newill, 2003).**

<b>Cidade</b>	<b>Estado</b>	<b>Ano de implementação</b>	<b>Resultados</b>
<b>Portland</b>	Oregon	1992	Aumento da reciclagem de 7 para 35% no primeiro ano.
<b>Austin</b>	Texas	1991	Aumento da taxa de reciclagem de 9,8% para 28,5% em 10 anos.
<b>Worcester</b>	Massachusetts	1992	Redução de 40 milhões de dólares em 7 anos.
<b>Dover</b>	Delaware	1991	Redução de 7100 ton/ano de 1991 a 1999, aumento de 50% na reciclagem e poupança de 322 000 \$ anualmente.
<b>Falmouth</b>	Maine	1992	Aumentou no primeiro ano as taxas de reciclagem de 21 para 50% e poupança de 88 000 \$/ano.
<b>Fort Collins</b>	Colo	1996	Aumento da reciclagem de 53,5% para 79% no primeiro ano.
<b>Gainesville</b>	Flórida	1994	Aumentou da taxa de reciclagem no primeiro ano em 25% e poupança de 186 000 \$.
<b>Mont Vernon</b>	Iowa	1990	Redução da quantidade de resíduos produzidos em 40% em 5 anos.
<b>San José</b>	Califórnia	1993	Aumento das taxas de reciclagem no primeiro ano em 50%. Em 1996, 90% da população estava satisfeita com o preço.
<b>South Kigstown</b>	Rhode Island	2000	As taxas de reciclagem chegaram a atingir em 2002 60% dos resíduos totais gerados e a população poupou 40,00 \$/ano.
<b>Vancouver</b>	Washington	1995	Aumento de 50% da reciclagem no primeiro ano.

O estado de Massachusetts aumentou o seu programa PAYT depois dos resultados atingidos nas suas comunidades como Worcester e Seekonk. Na segunda comunidade, em Seekonk, com uma população de cerca de 170 000 hab. os custos anuais com o SMGRU

diminuíram \$1,2 milhões e a reciclagem aumentou 36%. Em Worcester, o processo foi iniciado gratuitamente para efetuar o estudo das quantidades de resíduos produzidos por habitação, para evitar as deposições ilegais quando fossem cobradas tarifas. Com uma população de 14 000 hab. conseguiu-se reduzir 20% na quantidade de resíduos, aumentando-se 35% as taxas de reciclagem.

### II.6.2 Experiências e projetos no Japão

A cidade de Shingu, localizada a sudoeste da Península de Kii-hanto, com uma população de 34 000 hab., implementou o sistema PAYT em 2002. Adotou um preço fixo, por um número específico de sacos de tara perdida, consoante o número de membros da família (por exemplo, famílias com três a cinco membros, ficaram com 60 sacos, com capacidade de 15 l cada); caso as famílias pretendessem mais sacos teriam que os adquirir. No comércio foram introduzidos o saco pré-comprado com capacidade máxima de 45 l. Introduziu-se ainda um novo sistema da RS por pontos de aproximação, denominado sistema *ecoplaza*. Após a introdução deste sistema, os benefícios consistiram na redução em 25% da quantidade de resíduos enviados para confinamento final, no primeiro ano e no aumento de materiais recicláveis em 17,7%. Estes resultados foram obtidos num estudo sobre a implementação dos sistemas PAYT no Japão, realizado por Sakai *et al.* (2008).

Sakai *et al.* (2008) estudaram o caso da cidade de Nagoya na região de Chubu, com uma população de 2,2 milhões de habitantes, dada a dificuldade que a cidade teve em arranjar locais para confinamento final e por ter declarado o estado de emergência dos resíduos. Assim, foi conduzida uma política de redução de resíduos, promovida por cidadãos, comércio e pelos autarcas locais, obtendo-se bons resultados. A cidade adotou o sistema PAYT com a compra de um saco específico, mas só para o comércio. Após a declaração de estado de emergência, as autoridades locais redesenharam as suas políticas ambientais e os seus regulamentos e incluíram no sistema de recolha a separação do plástico e do papel. Os impactes destas medidas consistiram na redução da quantidade de resíduos enviados para confinamento final em 23,4% entre 1998 e 2000, na redução na fonte em 8% e no aumento de 112,4% nos materiais reciclados. Esta redução persistiu até 2004, quando se verificou a estabilidade na produção de resíduos. A razão para que este sucesso fosse alcançado deveu-se ao empenho de todos.

Na Europa, os sistemas PAYT iniciaram-se um pouco mais tarde. Na UE verificou-se, como se referiu anteriormente, que os países da antiga União Soviética já estavam habituados ao pagamento deste tipo de tarifas, o que permitiu estudos para a implementação nos restantes.

### II.6.3 Experiências e projetos na Europa

As cidades belgas têm duas formas diferentes de financiar os sistemas de gestão. Existem dois tipos de taxas: a taxa de resíduos residenciais ou a taxa ambiental, que consistem em valores fixos pagos anualmente. Por outro lado, os sacos utilizados na deposição de resíduos têm um determinado preço, pelo que quantos mais sacos forem utilizados, mais o utilizador tem que pagar (Santos, 2005).

No Luxemburgo, como refere Gonçalves (2010), é utilizado o sistema PAYT através do peso com a incorporação de *chips* em contentores individuais, para todos os tipos de resíduos recolhidos: papel/cartão, embalagens de plástico/metálico, orgânicos e indiferenciados. A recolha é efetuada por tipo de resíduo, ou tipos de resíduos, existindo dias estipulados e sendo pesados os contentores sempre que são recolhidos. Este sistema permite conhecer a quantidade de todos os resíduos produzidos por utilizador, que depois é tarifado de acordo com o tipo de resíduo. Existem tarifas diferentes para os vários tipos de resíduos.

Segundo Dunne *et al.* (2008) Monaghan, uma cidade irlandesa, iniciou em 2003 o seu processo PAYT com uma tarifa fixa pelo peso dos resíduos recolhidos, e implementou a RS, tendo conseguido reduzir-se os resíduos enviados para aterro em 25% no primeiro ano e mais de 40% em 2005, valor superior a 740 kg por utilizador. Quanto à RS esta passou de 0 kg/hab. para 240 kg/hab. em 2005. Os maiores problemas deste sistema consistiu na deposição ilegal, que obrigou a um aumento da fiscalização e dos custos de investimento em cerca de 2,00 € por *chip* incorporado nos contentores, representando 30 000,00 € em tecnologia para as viaturas de recolha.

Na cidade de Panorama, na Grécia, com cerca de 21 000 habitantes e de 5 915 utilizadores do SGRU, foi efetuado um estudo por Karagiannidis *et al.* (2008), para implementação do PAYT. Das conclusões do referido estudo salienta-se a diminuição em 10,6% da quantidade de resíduos enviados para destino final o que implica uma redução de custos de

5,4% com a recolha de resíduos e de 13,9% com o tratamento (um total de 235 000,00 €/ano). O referido estudo apresentado por Karagiannidis estabeleceu ainda como o sistema PAYT mais vantajoso o do volume de resíduos produzido, com a etiquetagem por selo do saco perdido, pela facilidade de implementação e com um custo de investimento total de 58 mil euros. Por último e para que houvesse sucesso na implementação do PAYT as autoridades municipais teriam que aumentar a fiscalização, para que se apliquem coimas pesadas a quem não respeitar as novas normas de deposição e de pagamento. Acrescentam ainda que no caso de serem adotados o tarifário fixo + variável, o fixo deve ser o mais baixo possível para que obrigue de facto os utilizadores a produzirem menos resíduos, com a diminuição da sua tarifa variável.

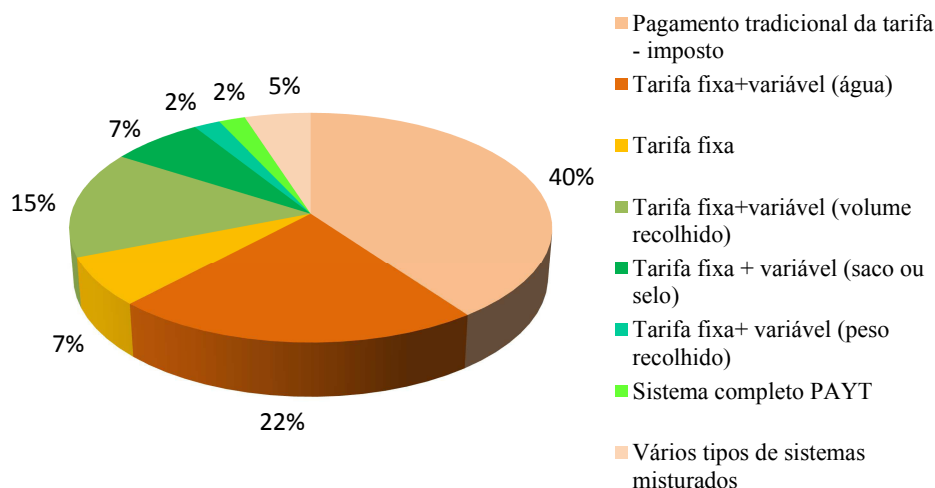
Na cidade de Torrelles del Llobregat na Catalunha foi implementado, em 2003, um sistema tarifário PAYT. De acordo com Puig-Ventosa (2008), o sistema consistia na recolha porta-a-porta e num “pagamento-por-saco”, onde os resíduos passíveis de serem reciclados e os biodegradáveis não eram cobrados. Os restantes resíduos eram introduzidos em sacos de 40 l, com um custo por saco de 0,60 €, para os UD, e de 100 l a 1,50 € para os UND. A má deposição implicava a colagem de uma etiqueta azul na casa como aviso, e posteriormente uma vermelha que implicava uma coima. Com este sistema, em apenas um ano a taxa de reciclagem aumentou 50%. Já em 2010 e conforme um estudo de Puig-Ventosa *et al.* (2011) a cidade de Argentona da província de Barcelona, com cerca de 12 000 hab., introduziram o PAYT, ao que chamaram a *taxa justa*, numa população de 8 500 hab. com a implementação do sistema de recolha porta-a-porta de RUB e recicláveis. O PAYT foi introduzido gradualmente, de outubro de 2009 a fevereiro de 2010. O sistema PAYT cobra pela recolha dos resíduos indiferenciados, e os restantes resíduos passíveis de valorização eram recolhidos gratuitamente. A tarifa implementada até então era no sistema fixo de 151,00 €/ano/utilizador, e foi alterada com o sistema PAYT para uma tarifa fixa de: 95,00 €/ano/utilizador e uma tarifa variável por volume de saco: de 17 l a 0,65 € para os resíduos indiferenciados e de 35 l a 0,35 € para os resíduos orgânicos. Comparando os resultados entre 2009 e 2010, verificou-se uma redução na produção de resíduos em 13,7%, e o aumento da taxa de reciclagem de 64,7% para 65,7%. A recolha de RUB aumentou de 344 para 355 g/hab.dia. Os maiores e melhores resultados de RS foram os verificados na área PAYT, em relação às restantes zonas da Catalunha.

Em 2001 só existiam 7 municípios franceses com projetos-piloto do sistema PAYT, como afirma Bózec (2002), mas desde 2005 que o país está a travessar uma reforma no panorama da gestão de RU municipais e na sua forma de regulação tarifária. A aplicação do sistema PAYT está limitada a cerca de 15 cidades, mas o interesse está a expandir-se (Bózec, 2008). Os exemplos franceses confirmam a eficiência do sistema PAYT. De acordo com mesmo autor, os sistemas baseados na capacidade de contentorização e nos sacos pré-pagos são os preferidos pela maior parte das autarquias francesas, pela simplicidade do sistema, enquanto o sistema de pesagem de contentores está a avançar bastante devagar. Bózec (2008) analisou dois sistemas em Montaigu-Rocheserviére com 39 000 hab. e Dannemarie-La Porte d'Alsace com 18 800 hab., em que a tarifa adotada foi multicompartimentada numa parte fixa que constitui uma espécie de subscrição no sistema e numa componente variável como incentivo à redução de resíduos e diferenciada pela capacidade do contentor escolhido. Com a aplicação deste sistema, e dos respetivos incentivos à minimização de resíduos, nestas duas comunidades, foram observados os seguintes resultados: aumento para quase o dobro das quantidades enviadas para reciclagem, redução dos resíduos indiferenciados em quase 40%, e consequente aumento significativo dos projetos de compostagem caseira e estabilidade na produção de resíduos. Os resultados que foram observados para estas duas cidades, foram confirmados posteriormente em outros locais em França. Como obstáculos ao seu melhor desenvolvimento, que têm que ser ultrapassados, foi o comportamento indisciplinado por parte de alguns cidadãos, que efetuavam descargas ilegais, que queimavam os seus resíduos no jardim, que efetuavam compactação dos resíduos dentro do contentor, bem como a colocação dos contentores noutra local, tudo isto com o único objetivo de fugir ao pagamento das tarifas.

Já outro sistema diferente foi adotado em Dresden, na Alemanha, a primeira cidade a colocar identificação electrónica em cada contentor, onde os resíduos eram pesados sempre que se efetuava a descarga (Habil, 2008). Verificou-se uma receção muito positiva da população, que entendeu que este sistema seria mais justo em matéria de pagamento.

Bilitewski (2008b) refere que o panorama europeu está a ser alterado passando dos antigos sistemas de cobrança para sistemas mais atuais e modernos como o PAYT. Na Alemanha,

por exemplo, não existe um só sistema, cada município escolhe o que melhor se adequa à sua realidade como pode observar-se na figura II.18



**Figura II.18. Distribuição dos vários modelos tarifários na Alemanha em 2008 (Bilitewski, 2008b).**

Da leitura da figura II.18., verifica-se que em 2008, existiam ainda 69% das comunidades no território da Alemanha sem qualquer sistema PAYT, e que apenas 2% tinha o sistema PAYT completamente abrangido em todo o território.

Na República Checa, e de acordo com o estudo efetuado por Slavik e Pavel (2013), torna-se evidente que os resultados da implementação do PAYT reduziram as quantidades de resíduos produzidos e conduziram ao aumento da separação comparativamente aos sistemas implementados até à data. Estas alterações sentiram-se de forma mais substancial nas cidades onde os técnicos e políticos se envolveram com a população, e nas cidades onde a consciencialização ambiental dos seus habitantes já era mais elevado. Nos locais onde os municípios subsidiam uma grande parte do SGRU, verificou-se por parte da população uma grande resistência à implementação do PAYT.

Piirimäe e Voronova (2011), levaram a cabo um estudo da implementação deste sistema na capital da Estónia, em Tallin, com uma população total, em 2008, de 401 372 hab. produzindo-se cerca de 220 154 ton/ano (1,50 kg/percapita/dia). Os RU recolhidos pelo município de Tallin são os orgânicos/indiferenciados e o papel/cartão. O serviço é subsidiado de forma substancial pelo governo, levando a que os utilizadores paguem apenas uma ínfima parte do serviço prestado. Deste modo, foram aplicados questionários

porta-a-porta, informando sobre os benefícios do sistema PAYT e auscultando as reações à possível alteração ao sistema existente. Como conclusão deste estudo, comprovou-se que existe ainda um longo caminho a percorrer até à concretização da implementação do sistema. A população não está receptiva à mudança, porque vai pagar mais do que paga atualmente, e as entidades locais também têm que incrementar a RS de outros materiais, para que o sistema PAYT possa vir a ser implementado.

Em Portugal os primeiros projetos nacionais do sistema PAYT ou sistemas de gestão de resíduos de tarifa variável eram esperados em 2011, mas até agora, fevereiro de 2013, ainda não saíram do papel. Aliás, aquela que é uma das tendências da futura política da gestão de resíduos não tem conseguido mais do que abranger experiências circunscritas. Na Câmara Municipal do Funchal, a aplicação do PAYT está a funcionar para os estabelecimentos comerciais, a Maia/Ambiente tem um projeto que está prestes a arrancar, enquanto as autarquias de Óbidos e Portimão ainda não conseguiram arrancar com os seus projetos nesta área (Duarte, 2012).

Conforme referido numa notícia muito recente da Quercus (2013), em Portugal ainda não foi instalado nenhum sistema deste género, sendo que a primeira experiência desta prática deverá efetivamente arrancar na Maia.

A partir de meados de abril, de 2013, os moradores da zona do Lidador, na freguesia de Vila Nova da Telha, na Maia, vão testar um sistema em que pagam pela quantidade exata de resíduos que produzem. Este projeto-piloto, baseado no sistema PAYT, vai abranger cerca de 1 100 habitações, num total de 3 500 pessoas. Segundo o coordenador do projeto, em cada habitação serão entregues quatro contentores (para os RU, o plástico, o vidro e o papel), equipados com sistemas que permitem pesar a quantidade de resíduos depositados e identificar o utilizador, através de um cartão. No caso dos prédios, continuarão a ser usados os contentores para a deposição seletiva, devidamente equipados. Também os contentores colocados na via pública vão ter sistemas de deposição controlada com identificação do utilizador. O custo por quilo de resíduos ainda não está definido, mas o projeto representa um investimento de 400 mil euros. No caso de Portimão, o sistema de recolha será realizado através de ilhas ecológicas na via pública e preparado para funcionar com o sistema PAYT. Os moradores possuirão um cartão identificativo, através do qual poderão

aceder aos contentores instalados nas ilhas ecológicas, e pagarão consoante a quantidade de RU depositados (Soares, 2013).

Para o concelho de Óbidos, Santos (2010) sugere dois tipos de sistema PAYT. Na Vila de Óbidos recolha porta-a-porta e nas restantes zonas do município recolha por contentores de proximidade. A proposta da solução recaiu sobre a tarifa por saco uma vez que a Câmara Municipal de Óbidos já produz os sacos para a RS e portanto todo o sistema de fabrico e distribuição já está implementado sendo necessário apenas ajustá-lo para a taxaço. Assim sendo, este sistema apresenta-se como sendo o sistema com menor custo de implementação, simples e eficaz do ponto de vista operacional e o que representa um sistema de taxaço mais justo. Contudo, como já se referiu anteriormente, este projeto ainda não se encontra instalado.

No próximo capítulo será abordado o caso de estudo desta dissertação, iniciando-se com um enquadramento do local e do SMGRU em Guimarães, e passando-se depois ao cálculo dos custos e das receitas e dos passos necessário à implementação do sistema PAYT na ZI.

### III. ESTUDO DE CASO – IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA PAYT NO CENTRO HISTÓRICO E ZONA ENVOLVENTE

Este capítulo é dedicado ao caso prático desta dissertação, que posteriormente permite a análise ao sistema PAYT a implementar na ZI permitindo retirar conclusões da aplicação deste sistema para a área em análise. Para um melhor conhecimento da zona analisada será efetuado um breve enquadramento do Concelho de Guimarães, concretizando-se depois em pormenor a ZI. Todos os mapas apresentados foram elaborados pela autora da dissertação recorrendo ao *software arcgis - arcmap* versão 9.3 da ESRI.

#### III.1. Breve enquadramento de Guimarães: concelho e cidade

O concelho de Guimarães, representado na figura III.1. abaixo, localiza-se no Distrito de Braga, na sub-região do Ave, estando limitado a Norte pelos concelhos de Braga e Póvoa de Lanhoso, a Este pelos concelhos de Fafe e Felgueiras, a Oeste pelos concelhos de V. N. Famalicão e St. Tirso e a Sul pelo concelho de Vizela (CMG, 2009). É atravessado por várias vias: Estradas Nacionais (101, 105, 106, 206 e 310) e pelas Auto-Estradas A7 e A11.

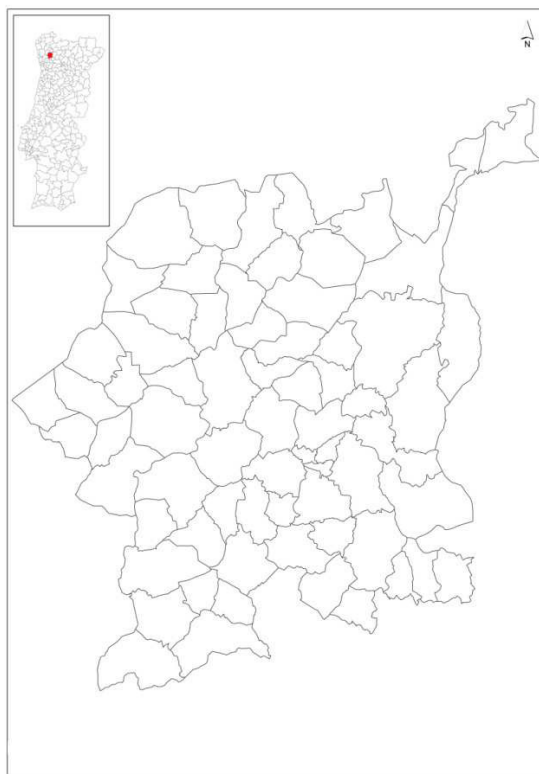


Figura III.1. Localização e limites do concelho de Guimarães.

Conforme é descrito no Plano Municipal de Emergência de Guimarães (CMG, 2009), o concelho de Guimarães possui uma área de 241,05 km<sup>2</sup>, distribuídos pelas suas 69 freguesias das quais se destacam nove vilas: Brito, Lordelo, Moreira de Cónegos, Pevidém, Ponte, Ronfe, Taipas, Serzedelo e S. Torcato. É um concelho densamente povoado, com cerca de 158 124 hab. conforme os dados definitivos dos INE (Censos, 2011). Na figura III.2., está representada a ZI em relação ao concelho de Guimarães.

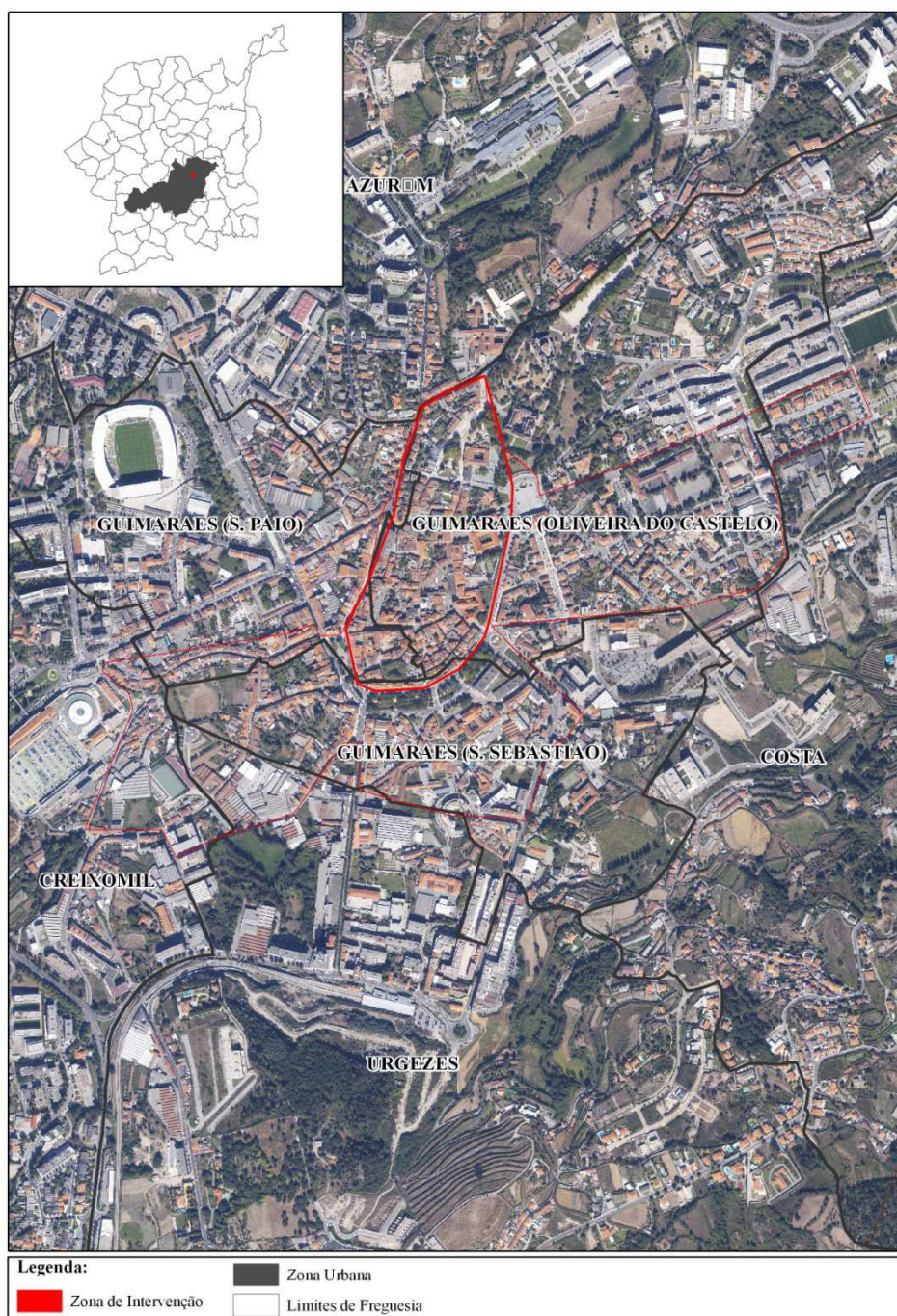


Figura III.2. Localização da ZI no concelho de Guimarães.

Habitualmente designada por Berço da Nacionalidade, a cidade de Guimarães possui características ímpares que a distinguem de outras cidades portuguesas e a colocam num lugar de relevo na História de Portugal, o que lhe confere tal epíteto. De acordo com o que reza a tradição, terá sido em Guimarães que nasceu e foi batizado aquele que, em 1179, viria a ser coroado o primeiro Rei de Portugal, D. Afonso Henriques, assumindo um papel de grande relevo no tempo do Condado Portucalense, pois era a sua *villa* mais importante e terá sido palco da batalha de S. Mamede, cuja vitória de D. Afonso Henriques foi decisiva para a fundação da Nação Portuguesa ao garantir a independência do Condado Portucalense face ao Reino de Leão (Figueiredo, 2005).

A 13 de Dezembro de 2001, o Comité do Património Mundial, na sua 25<sup>a</sup> sessão, inscreveu o CHG na Lista do Património Mundial da UNESCO. Para tal foi tido em linha de conta a ligação de Guimarães à fundação da nacionalidade portuguesa, as técnicas de construção aí desenvolvidas na Idade Média e que foram transmitidas além fronteiras, e também o facto de Guimarães ilustrar a evolução de vários tipos de construção, nomeadamente dos séculos XV a XIX (UNESCO, 2005).

A qualidade de vida da população vimaranense, a par da preservação do legado patrimonial singular herdado de gerações passadas são preocupações constantes da autarquia. Estas preocupações estão patentes no processo de reabilitação urbana e social do CHG, iniciado da década de 80, e que consta fundamentalmente da requalificação de habitações, praças e edifícios públicos - utilizando para tal, nomeadamente nas habitações, técnicas e materiais tradicionais, e na preservação do tecido social. Esta requalificação também contribuiu para que o CHG se tornasse um local apazível. É um local muito frequentado por estudantes mas também pelos vimaranenses e muito apreciado pelos turistas. Aí têm lugar atividades culturais e lúdicas, principalmente no Verão, que tornam o CHG ainda mais atrativo (CMG, 2009).

### III.2. Enquadramento da ZI para a implementação do PAYT

O presente estudo está, como já foi referido, delimitado a uma ZI, constituída pela zona classificada de Património Mundial, apresentada na figura III.3. na zona central e mais escura e por uma envolvente a esta, representada na mesma figura com uma cor mais clara. A ZI, engloba parte das três freguesias principais da cidade, Oliveira do Castelo, S. Paio e S. Sebastião, onde predomina a habitação unifamiliar.



**Figura III.3. Delimitação na ZI do CHG e da área envolvente.**

Conforme descreve Figueiredo (2005), no plano piloto de luta contra incêndios na zona histórica de Guimarães, a zona central do CHG e simultaneamente da ZI, constitui o núcleo da cidade, e apresenta elevada densidade de construção com edifícios muito antigos, pequenas indústrias e ruas estreitas de difícil acesso. A zona norte (zona do castelo) detém baixa densidade de construção, com predominância de habitações unifamiliares e comércio, sendo a indústria reduzida. Na zona oriental, verifica-se uma predominância de

edifícios de habitação com comércio e serviços, sendo uma das zonas mais povoadas com habitações coletivas em altura e arruamentos com largura superior ao do CHG. A zona de Couros, a sul, possui elevada densidade de construção, é maioritariamente mais antiga, existindo dificuldade nos acessos, com arruamentos de largura reduzida, e existem ainda algumas ilhas, como é exemplo a ilha do Sabão. Na área Sudoeste (zona da Caldeira), uma parte significativa da construção é bastante antiga com habitação unifamiliar e arruamentos estreitos.

### III.3. O sistema municipal de gestão de resíduos urbanos de Guimarães

Neste ponto serão abordados os métodos de deposição e recolha de RU, bem como os meios humanos e materiais afetos a este sector, no Concelho de Guimarães. Será ainda feita uma abordagem dos circuitos de recolha existentes, e posteriormente a análise do SGRU incidirá na ZI.

Conforme estipulado no RSGRUMG (2012), o MG é a Entidade Titular que, nos termos da lei, tem por atribuição assegurar a provisão do serviço de gestão de RU no respetivo território, sendo ainda a EG responsável pela RI em toda a área do MG, exceto nas zonas onde a recolha se processa por contentores semienterrados em que a EG é a Vitrus ambiente, EM S.A. (VITRUS). A RESINORTE - Valorização e Tratamento de Resíduos S.A. (RESINORTE), é a EG da RS, triagem, valorização e eliminação dos RU, sendo a Entidade Titular, o Estado Português.

O MG compreende as atividades do SMGRU em baixa enquanto a RESINORTE é a EG do sistema em alta, que engloba as componentes do tratamento e do destino final dos resíduos. No contexto da presente dissertação, o sistema em alta apenas será mencionado no que toca ao cálculo dos custos, não se abordando o sistema de tratamento existente.

O serviço de gestão de RU compete à DSU que está integrada no Departamento de Serviços Urbanos e Ambiente, e engloba as seguintes componentes relativas à operação de remoção de resíduos: acondicionamento, deposição indiferenciada, RI, transporte e atividades complementares como sejam a conservação e manutenção dos equipamentos e das infraestruturas e atividades de carácter técnico, administrativo, financeiro e de fiscalização.

A recolha de resíduos em Guimarães tem circuitos pré-definidos com horários e frequências distintas de acordo com as características da zona. Designa-se por circuito, um itinerário de recolha que obedece a um planeamento prévio em termos de sequência de pontos de recolha (ou ruas a percorrer), dias e horários. Um circuito pode completar-se numa só volta, o que acontece quando as quantidades a recolher ocupam um volume idêntico ou inferior à capacidade do veículo, ou apenas completar-se após mais de uma volta, quando os resíduos produzidos nesse circuito possuam um volume superior à capacidade do veículo (Martinho e Gonçalves, 2000). São estes aspetos que serão abordados nos pontos seguintes.

### III.3.1 Tipos e equipamentos de deposição

Numa comunidade com uma grande variedade de RU, torna-se necessário optar por diferentes métodos de deposição e recolha que melhor se ajustem a cada situação (Bilitewski *et al.*, 1994). Nesta escolha devem ser considerados os seguintes fatores: os aspetos geográficos, os acessos, o volume e tipo de resíduos a recolher, o tipo de habitação e urbanização, a densidade populacional, a frequência e rapidez de recolha, a distância e o tipo de tratamento, valorização ou eliminação que se pretende para os resíduos, os hábitos, as atitudes e as características dos produtores de resíduos, o tipo de recipientes e veículos a utilizar e os recursos financeiros e humanos disponíveis (Martinho e Gonçalves, 2000). Pires *et al.* (2011) referem que os métodos de deposição podem ser classificados, de acordo com o tipo de resíduos ou com os equipamentos de deposição utilizados. Estes influenciam também, na opção do tipo de recolha.

Conforme estipulado no RSGRUMG (2012), são disponibilizados para efeitos de deposição indiferenciada dos RU aos utilizadores os seguintes equipamentos no sistema de RI de proximidade:

- a. Contentores herméticos, de capacidade variável, entre 80 e 1 100 l instalados pelo MG e colocados na via pública para uso geral da população;
- b. Contentores semienterrados com capacidade de 3 000 e 5 000 l, sob gestão da VITRUS;
- c. Contentores enterrados com capacidade de 3 000 e 5 000 l, sob gestão da VITRUS.

Assim, sendo o sistema de recolha em Guimarães efetuado por circuitos pré-definidos, com uma frequência pré-determinada, o sistema mais representativo é o porta-a-porta através de saco perdido, com todas as vantagens e desvantagens já abordadas ao longo do trabalho.

A RS está concessionada à RESINORTE, que efetua a recolha através de ecopontos de superfície ou semienterrados, efetuando ainda a RS porta-a-porta de papel/cartão e embalagens nas principais zonas comerciais da cidade, da vila das Taipas e Pevidém. Na ZI existem vários equipamentos de RS à superfície: com capacidade de 750 l vulgo *ecobox* e com capacidade de 2 500 l na zona envolvente. Muito recentemente, e com as obras efetuadas no âmbito da Capital Europeia da Cultura, em 2012, foram instalados contentores semienterrados em profundidade com capacidade de 5 m<sup>3</sup> para as embalagens e papel/cartão e 3 m<sup>3</sup> para o vidro. A figura III.4. apresenta um ecoponto semienterrado colocado no final de 2011, e os ecopontos do CHG de pequena capacidade, dadas as características especiais dessa zona.



Figura III.4. Exemplo de ecopontos existentes na ZI.

### III.3.2 Tipos de viaturas de recolha do SMGRU de Guimarães

As viaturas utilizadas pela CMG na recolha de RU são herméticas com uma abertura a toda a largura da traseira do veículo, protegida por uma cortina de borracha, o que permite o carregamento de contentores de média capacidade, dos sacos e baldes na recolha porta-a-porta. Este tipo de viatura contribui para uma maior higiene e limpeza, para a diminuição dos riscos de saúde e defende os trabalhadores da libertação de cheiros e poeiras. Tratam-se no entanto de viaturas mais dispendiosas, tanto na altura da sua aquisição como durante a sua vida útil, em termos de manutenção, visto necessitarem de reparações mais frequentemente (Martinho e Gonçalves, 2000). As viaturas de recolha do SMGRU do MG possuem sistema de carregamento traseiro, e de elevação por sistema

hidráulico. Este processo torna-se bastante vantajoso, uma vez que permite obter uma altura mais baixa de vazamento dos contentores e utilizar o mesmo sistema para efetuar a descarga dos resíduos (Sepúlveda, 2004).

A CMG possui no total uma frota de 16 viaturas de recolha hermética, como é exemplo a imagem apresentada na figura III.5. Todas as viaturas do SMGRU são de carregamento traseiro com braços hidráulicos para o basculamento de contentores, dessas 16 viaturas algumas têm mais de 20 anos, o que as tornam menos utilizadas. As viaturas assinaladas a verde na tabela III.1. seguinte são as que têm características para a recolha de RU em ruas estreitas e no CHG, e as que efetuam o circuito da ZI, sendo a mais utilizada a com a matrícula 29-48-XU, dado que possui mais capacidade.



**Figura III.5. Viatura de recolha de RU do MG.**

O SMGRU possui ainda viaturas com três eixos com capacidade de 13 ton (assinalados a cinza), normalmente utilizadas nos circuitos com maiores densidades populacionais e menos frequência. As restantes viaturas são de dois eixos, com capacidades compreendidas entre as 8 e as 10 ton. Esta variedade de viaturas permite abranger todos os territórios do concelho. As viaturas utilizadas pela RESINORTE para a RS também são de carregamento traseiro, dotado com um sistema de grua, que permite a recolha porta-a-porta ou o levantamento de ecopontos, rentabilizando desta forma os circuitos efetuados.

**Tabela III.1. Frota de recolha de RU da CMG.**

<b>Tipo de viatura</b>	<b>Matrícula</b>	<b>Ano de aquisição</b>
<b>Volvo FL7-41</b>	QQ-O5-72	1989
<b>Volvo FL7-41</b>	QQ-75-94	1989
<b>Volvo FL7-52</b>	08-56-FV	1995
<b>Volvo FL7-41</b>	35-85-GE	1996
<b>Volvo FL7-52</b>	50-94-GM	1996
<b>Volvo FL7-41</b>	05-19-IG	1997
<b>Volvo FL612</b>	91-68-OL	1999
<b>Volvo FM7-43</b>	33-16-PC	2000
<b>Volvo FL-H15-34</b>	29-48-XU	2004
<b>Volvo FM9-43</b>	60-93-ZG	2004
<b>Volvo FM9-43</b>	29-20-ZN	2005
<b>Volvo FM9-43</b>	79-CN-84	2006
<b>Toyota Dyna</b>	49-FX-05	2008
<b>Volvo FM9-43</b>	49-GC-79	2008
<b>Volvo FM9-43</b>	49-GC-80	2008
<b>Volvo FM9-43</b>	49-GC-81	2008

Depois de conhecida a frota de recolha é necessário descrever como são constituídas as equipas de recolha de RU e que horários praticam, o que é feito de seguida.

### **III.3.3 Equipas, horários e frequências da recolha do SMGRU de Guimarães**

A constituição das equipas de recolha pode ser variada. No MG as equipas de trabalho que efetuam a recolha pertencem à carreira de Assistente Operacional (AO), sendo constituídas por um motorista e dois cantoneiros de limpeza (CL). Na totalidade do serviço de recolha de resíduos a câmara possui 86 trabalhadores (motoristas e CL), 3 encarregados (um por cada turno) e 1 chefe de serviço. No quadro superior, os serviços têm um Diretor de Departamento, uma Chefe de Divisão que supervisionam o serviço e uma Técnica Superior de Ambiente, que conjuntamente com o chefe de serviços analisa e gere todo o serviço de recolha.

Nestas equipas, foi criada uma brigada do CHG, desde outubro de 2011, exemplificada na figura III.6., constituída por diferentes AO que efetuam desde a recolha de resíduos à

limpeza pública e lavagem de pavimentos. A recolha de resíduos na ZI é organizada por elementos desta equipa e constituída por um motorista e dois CL, que efetuam todo o circuito de recolha.



**Figura III.6. Exemplo das atividades da brigada do CHG**

Os horários praticados na recolha de RU em Guimarães, são em jornada contínua, existindo dois grandes períodos para a maior parte dos circuitos de recolha existentes: o período noturno entre as 23.00h e as 04.45h, de segunda a sexta-feira e aos domingos das 00.00h às 04.45h, para os circuitos com características mais urbanas e estradas nacionais, e no período da manhã entre as 06.00h e as 11.45h de segunda a sexta-feira e das 06.00h às 10.45h aos sábados, onde estão inseridas as zonas mais rurais do concelho. O circuito de recolha n.º 20, da ZI, está inserido na malha urbana e funciona com os horários das restantes equipas de recolha do período noturno. Existem ainda alguns circuitos no período da tarde, para ruas estreitas e zonas extras para permitir terminar alguns circuitos dos restantes períodos.

A frequência de recolha dos RU em Guimarães é maioritariamente de três vezes por semana, exceto na zona da cidade e freguesias envolventes, e nos centros das vilas das Taipas e Pevidém, em que é efetuada seis vezes por semana, devido à maior densidade populacional dessas zonas.

No ponto seguinte são apresentadas as quantidades de resíduos recolhidos e a composição dos mesmos resíduos.

### III.3.4 Resíduos urbanos recolhidos em Guimarães

Os fatores geográficos e físicos que afetam a produção de RU incluem a localização, a estação do ano, o uso de trituradores nas cozinhas, a frequência da recolha, entre outros (Tchobanoglous *et al.*, 2009).

#### III.3.4.1 Quantificação da produção de resíduos em Guimarães

Conhecer as quantidades de RU produzidas num concelho, estimar a sua tendência em relação aos últimos anos e perceber porque é que em determinados meses há maior produção de resíduos é um desafio que os concelhos devem perseguir para que se consiga uma boa gestão dos RU. É imprescindível conhecer a situação passada e atual para se gerir o futuro. Assim, efetuou-se a compilação de todos os dados disponíveis sobre as quantidades de resíduos encaminhados para destino final desde 2000, para conhecer e quantificar a produção de resíduos ao longo do tempo.

Desde 2001 até à atualidade não tem havido grandes oscilações nas quantidades de resíduos recolhidas em Guimarães, destaca-se apenas o ano de 2003, onde paralelamente se verificou um crescimento da RS. Contudo nos últimos anos os valores têm tido tendência a estabilizar, como se apresenta na figura III.7.

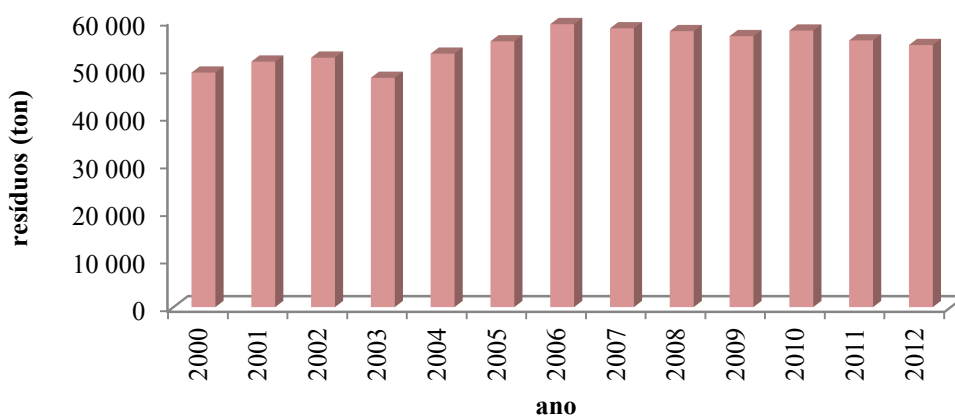


Figura III.7. Quantidades totais de RU recolhidos de 2000 a 2012 em Guimarães.

Para o presente estudo foi também necessário traçar a tendência da produção, de RU até 2020, tendo como base a produção desde 2000 até à atualidade, como se apresenta na figura III.8.

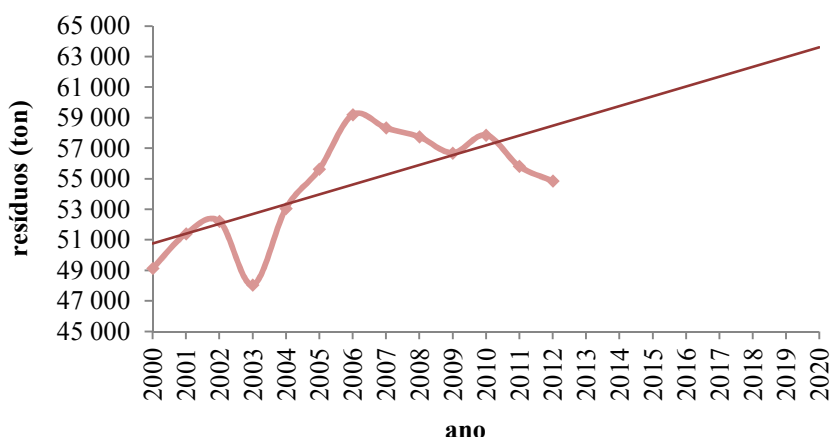


Figura III.8. Previsão da produção de RU em Guimarães até 2020.

Da análise da figura III.8. verifica-se que se prevê uma tendência linear no crescimento da produção até às 63 000 ton. Num estudo mais profundo em matéria de previsão da produção de resíduos devem considerar-se ainda o crescimento da população e a recessão financeira.

Analisar a variação anual da produção de RU num local, permite um conhecimento mais aprofundado das alturas onde há maior produção de resíduos. Este factor possibilita por exemplo a gestão das férias dos trabalhadores e os períodos onde é necessário um reforço das equipas. Assim, a figura III.9. apresenta as quantidades mensais de resíduos recolhidos no ano de 2012 em Guimarães.

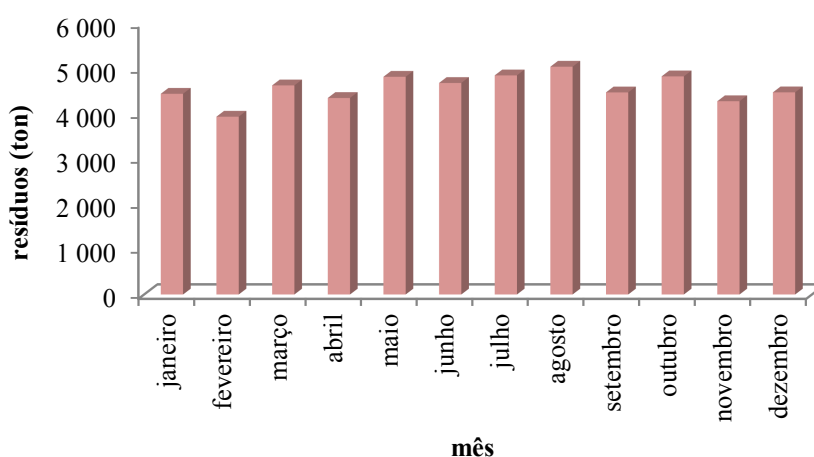
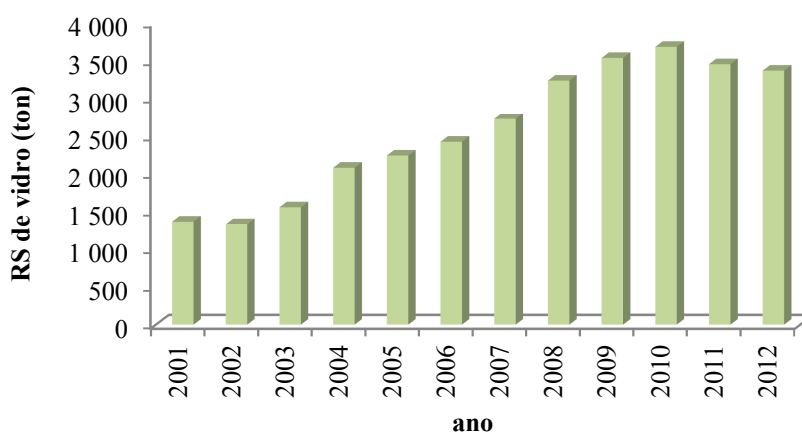


Figura III.9. Quantidade de resíduos recolhidos em Guimarães no ano de 2012.

Em Guimarães a produção de RU não é constante ao longo do tempo. Registam-se alterações semanais, mensais e anuais. De uma forma geral, tem-se constatado que a maior

produção se regista à segunda-feira, e terça-feira (ao domingo não há recolha e nos locais onde a recolha é trissemanal há uma acumulação de RU desde sexta-feira e sábado), à quarta e quinta-feira nota-se uma descida e à sexta e sábado a produção de resíduos volta a aumentar. A primeira semana de cada mês é a de maior produção, decrescendo o seu valor até ao final do mês. Os meses de maior produção correspondem às épocas de maior consumo, dezembro/janeiro (Natal e Fim de Ano), em maio, decorrente da Páscoa, e nos meses de julho e agosto, devido ao regresso de emigrantes, como se verifica na figura III.9.

No que concerne à RS, tem-se verificado um decréscimo nas quantidades recolhidas na maioria dos materiais nos últimos anos, como no vidro e no papel/cartão. Já as quantidades recolhidas de embalagens têm aumentado ao longo dos anos, porque a capitação real ainda está muito aquém da real produção deste material. Nas figuras seguintes apresentam-se as quantidades recolhidas através da RS dos diversos materiais recolhidos porta-a-porta ou através de ecopontos. A quantidade de vidro recolhido em Guimarães, desde 2001, encontra-se representada na figura III.10., verificando-se que este material sofreu um aumento da sua recolha entre 2003 e 2004, quando se colocaram os últimos ecopontos e se aumentou a capitação para 1 ecoponto por cada 375 hab. Esse aumento aconteceu até ao ano de 2010, tendo-se desde aí verificado um decréscimo anual de 200 ton.



**Figura III.10. Quantidade de resíduos de vidro recolhidos em Guimarães desde 2001.**

Quanto ao papel/cartão verificou-se um crescimento mais lento que o vidro, tendo-se verificado um forte aumento no ano de 2007, dado que em 2005 foi criado o circuito de recolha porta-a-porta nas principais artérias comerciais e em 2007 conseguiu-se a colocação de mais de 100 contentores em empresas e centros comerciais. O maior pico

verificou-se em 2009 com 2 879 ton, e desde aí tem vindo a sofrer um decréscimo muito elevado, em mais de 30% em relação a 2012. Este decréscimo deve-se, principalmente, aos sucateiros que furtam estes materiais da via pública, dado o preço elevado de venda do papel. Na figura III.11. apresenta-se as quantidades recolhidas de papel/cartão desde 2001 em Guimarães.

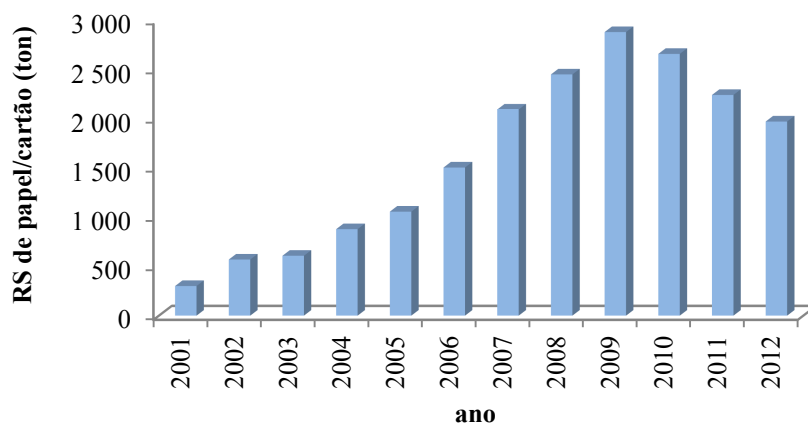


Figura III.11. Quantidade de resíduos de papel/cartão recolhidos em Guimarães desde 2001.

Relativamente às embalagens, os valores recolhidos ainda estão longe dos valores potenciais para o concelho. O potencial deste material é superior a 7 000 ton/ano (CMG A21, 2004), sendo que o valor máximo recolhido foi em 2012 de 1 079 ton. Os valores aumentaram gradualmente desde 2005, quando se iniciou a RS porta-a-porta, como se pode verificar na figura III.12.

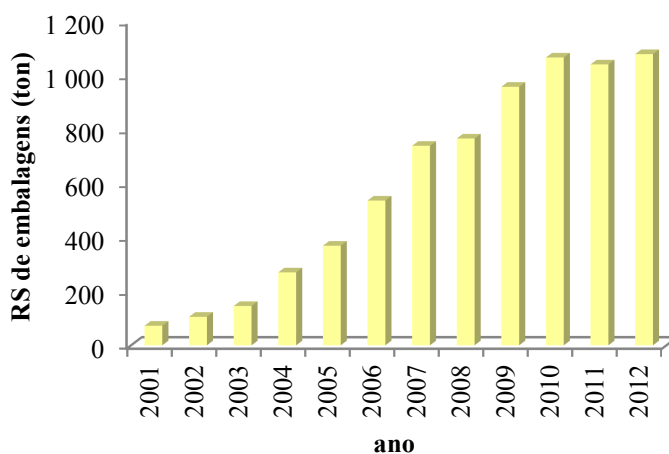


Figura III.12. Quantidade de resíduos de embalagens recolhidos em Guimarães desde 2001.

Da quantidade total de resíduos recolhidos em 2012, 61 269 ton, só 10% representa a RS sendo o restante relativo à RI, como se verifica na figura III.13. Este valor está longe do preconizado no PERSU II relativa aos resíduos recolhidos seletivamente que devem chegar a 25% do peso total dos resíduos.

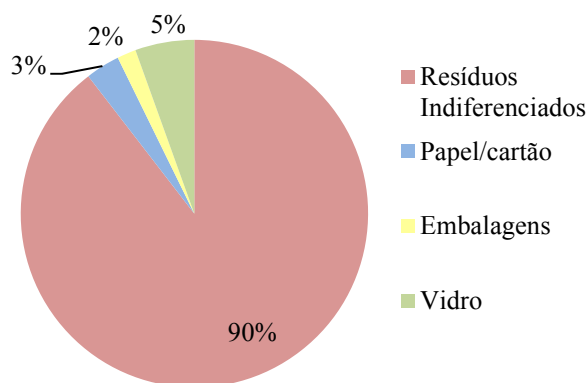


Figura III.13. Percentagem dos RU recolhidos em 2012 em Guimarães, segundo a sua tipologia.

O indicador mais utilizado para expressar os quantitativos de resíduos produzidos é a capitação, ou seja, a produção de RU (em peso) por habitante e por unidade de tempo (ano ou dia) (Guerrero *et al.*, 2013). A capitação da totalidade dos RU recolhidos em Guimarães no ano de 2012 é de 1,06 kg/hab.dia, relativamente à RI é de 0,95 kg/hab.dia. Na figura III.14. é apresentada a capitação da RS em 2012 no concelho de Guimarães *versus* o potencial previsto no estudo da Agenda 21 Local de Guimarães (CMG A21, 2004), verificando-se que a realidade da RS ainda está longe da efetiva produção.

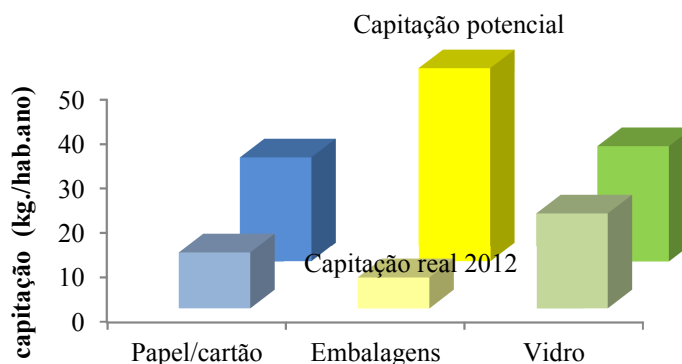


Figura III.14. RS real *versus* potencial em Guimarães no ano de 2012.

A composição física dos RU é outro dos pontos importantes no conhecimento do tipo de resíduos produzidos.

### III.3.4.2 Composição física dos resíduos na RI em Guimarães

Por forma a determinar a composição física dos resíduos urbanos produzidos no concelho de Guimarães foi realizada uma campanha de caracterização física durante o ano de 2012 em dois períodos distintos. A metodologia utilizada para amostragem e caracterização dos RU produzidos é a preconizada na Portaria n.º 851/2009, de 7 de agosto, que aprova as normas técnicas relativas à caracterização de RU e vem revogar o n.º 6.81 do PERSU II, relativo à metodologia para a quantificação e caracterização de RU.

A campanha de caracterização foi programada em dois períodos distintos: outono/inverno – nos meses de outubro e de janeiro e primavera/verão - nos meses de março e de julho/agosto de 2012. A partir dos dados das amostras, foi possível obter a figura III.15., onde se constata, em termos das principais categorias que nos resíduos da RI existe uma clara predominância dos bio-resíduos, essencialmente resíduos alimentares, que representam 43%, em peso, do total de RU. A segunda fração mais importante incluída nos RU recolhidos indiferenciadamente é a categoria dos resíduos finos, ou seja, aqueles cuja dimensão é inferior a 20 mm, representando 13% em peso de RU na média das amostras.

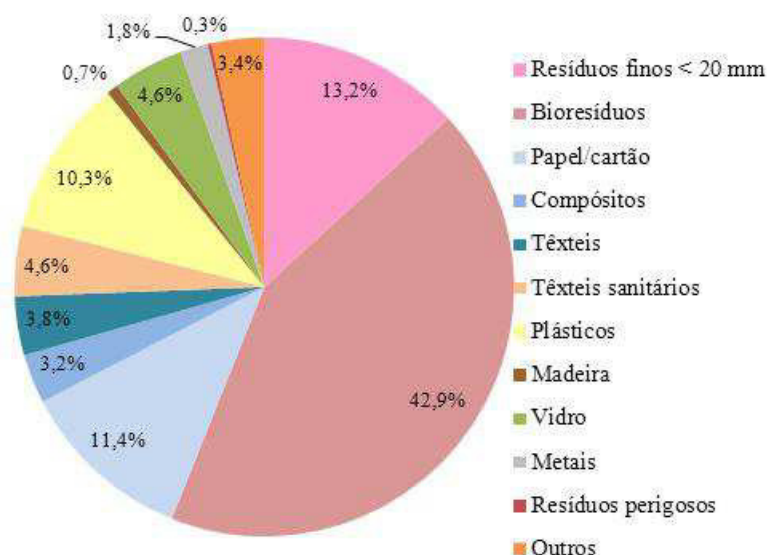


Figura III.15. Composição física dos resíduos em Guimarães no ano de 2012.

Da análise da figura III.15, verifica-se ainda que apesar dos esforços na sensibilização da população, da colocação de ecopontos na via pública e do incremento da RS porta-a-porta, ainda se verifica existirem mais de 30% dos materiais que poderiam ser recolhidos seletivamente e que continuam a ser transportados juntamente com os restantes resíduos. É este cenário que se pretende alterar com a implementação de um sistema PAYT.

No próximo ponto serão abordados os custos com a RI e as tarifas implementadas aos utilizadores finais. Os custos com a RS não serão abordados, dado que o contrato de concessão com a RESINORTE já pressupõe que a tarifa paga pelo tratamento de resíduos engloba ainda a RS.

### **III.3.5 Custos, receitas e tarifas do SMGRU de Guimarães**

No cálculo dos custos e dos proveitos foi seguida a metodologia preconizada por Cunha e Rodrigues (2011), no seu relatório técnico elaborado para a ERSAR sobre o apuramento dos custos e receitas relativos ao CMGRU. Assim, há que distinguir os custos e os proveitos, e dos primeiros os que são diretos e indiretos. Como custos diretos foram considerados os serviços diretamente relacionados com a prestação do serviço de recolha como sejam os equipamentos, as viaturas, os recursos humanos e o tratamento. O custo dos trabalhadores do serviço de recolha de resíduos foram contabilizados a 100%. Quanto aos técnicos e às chefias considerou-se o tempo despendido nessa atividade, imputando-se o valor/hora. Após o reconhecimento dos custos diretos devem ser apurados os custos indiretos, que têm impacto na atividade de recolha de RU (atividades acessórias ou complementares) bem como os custos que não devem, de todo, ser incluídos, nomeadamente a limpeza urbana, de forma a obter a distribuição de custos e proveitos, como se encontra preconizada pela ERSAR (2010a). Nos custos indiretos devem ser englobados os custos que refletem a utilização de recursos com a prestação de outras atividades levadas a cabo pela entidade, tais como os de secretaria, fotocópias, ofícios, energia, segurança, entre outros.

Os proveitos diretos resultantes da atividade do SMGRU em Guimarães são exclusivamente os provenientes da receita tarifária aplicada aos utilizadores finais. Assim, apresentam-se nas tabelas III.2, III.3, III.4 e III.5 os custos e as receitas desde 2010 do SMGRU de Guimarães.

## Implementação do Sistema PAYT no Centro Histórico de Guimarães e Zona Envolvente

Antes da leitura das seguintes tabelas é necessário conhecer algumas realidades, nomeadamente que a partir de 2011 o modo tarifário foi alterado por forma a seguir as recomendações da ERSAR (2010b), atribuindo-se aos utilizadores finais uma tarifa fixa e uma variável. O custo com a prestação de serviços de recolha desceu drasticamente em 2012, dado que desde 1 de janeiro a VITRUS é a EG pela recolha de contentores subterrâneos cobrando o serviço diretamente aos utilizadores. O MG é responsável pelo pagamento dos encargos com o tratamento de todos os utilizadores do concelho. As receitas tarifárias do SMGRU em 2012 sofreram uma descida devido à transferência de 11 000 utilizadores para a VITRUS.

**Tabela III.2. Quantidades de RU recolhidos e custos com o tratamento e taxa de gestão de resíduos (TGR) de 2010 a 2012 em Guimarães.**

Resíduos recolhidos (ton)	Anos		
	2010	2011	2012
janeiro	4 758,62	4 584,42	4 448,96
fevereiro	4 150,40	3 973,52	3 943,78
março	4 981,70	4 493,62	4 632,86
abril	4 897,46	4 748,34	4 355,96
maio	4 763,58	4 666,04	4 822,86
junho	4 876,84	4 489,22	4 687,3
julho	5 149,80	4 615,92	4 854,28
agosto	5 101,20	5 028,98	5 045,06
setembro	4 901,32	4 562,58	4 478,94
outubro	4 821,04	4 471,94	4 832,46
novembro	4 701,00	4 379,46	4 284,06
dezembro	4 759,18	4 455,10	4 479,84
<b>Total de custos com o tratamento + TGR</b>	<b>57 862,14</b>	<b>55 811,09</b>	<b>54 866,36</b>
<b>Valor Líquido</b>	<b>2 038 372,04 €</b>	<b>2 242 088,61 €</b>	<b>2 251 702,47 €</b>
<b>Custo/ton</b>	<b>35,23 €</b>	<b>40,17 €</b>	<b>41,04 €</b>

Na tabela III.3., apresentam-se os custos diretos e indiretos para o SMGRU de Guimarães entre os anos de 2010 e 2012, referindo-se que o valor das amortizações das viaturas no ano de 2010 foram calculadas separadamente, enquanto em 2011 e 2012 com a aplicação da contabilidade de custos já foram englobados nos custos totais com as viaturas.

Tabela III.3. Custos com o serviço de recolha de RU e cobrança das tarifas entre 2010 e 2012 em Guimarães.

Custos		2010	Anos	
			2011	2012
Equipamentos	Viaturas	591 114,70 €	628 798,78 €	705 310,79 €
	Amortizações de viaturas	238 000,00 €	-	-
	Materiais	55 169,30 €	21 100,00 €	25 500,00 €
	<b>Sub-total</b>	<b>884 284,00 €</b>	<b>649 898,78 €</b>	<b>730 810,79 €</b>
Recursos humanos	Pessoal da recolha, encarregados e administrativos	1 225 499,67 €	1 145 909,98 €	1 121 348,93 €
	Técnica superior (50%)	39 151,00 €	11 952,36 €	10 460,53 €
	Diretor de Departamento (20%)	27 767,10 €	27 478,91 €	27 384,74 €
	Chefe de Divisão (50%)			
<b>Sub-total</b>	<b>1 292 417,77 €</b>	<b>1 185 341,25 €</b>	<b>1 159 194,20 €</b>	
	Custos com a prestação de serviços de recolha	315 600,00 €	577 038,19 €	75 000,00 €
	<b>Total de custos com a recolha</b>	<b>2 492 301,77 €</b>	<b>2 412 278,22 €</b>	<b>1 965 004,99 €</b>
Cobranças	Custo pagos pela cobrança da tarifa	111 439,07€	94 097,00€	76 988,45€
	Custos pagos aos CTT pelo envio das faturas	5 509,84 €	6 681,36 €	5 934,32 €
	<b>Sub-total</b>	<b>116 948,91 €</b>	<b>100 778,36 €</b>	<b>82 922,77 €</b>
	<b>Custos Indiretos</b>	49 846,04 €	48 245,56 €	39 300,10 €
	<b>Total de custos (recolha+tratamento)</b>	<b>4 697 468,76 €</b>	<b>4 803 390,75 €</b>	<b>4 338 930,33 €</b>
	<b>Custo por ton de resíduo</b>	<b>81,18 €</b>	<b>88,19 €</b>	<b>79,08 €</b>

Na tabela III.4. apresentam-se as receitas das tarifas de resíduos aplicadas em Guimarães desde 2010. Na tabela III.5. expõe o balanço dos custos e das receitas para o mesmo período.

Tabela III.4. Receitas das tarifas aplicadas aos utilizadores finais desde 2010 a 2012 em Guimarães.

Receitas	2010	2011	2012
Receitas das tarifas	2 742 749,89 €	2 644 294,78 €	2 384 029,78 €

Tabela III.5. Balanços dos custos e receitas do SMGRU entre 2010 e 2012 em Guimarães.

Balanços	2010	2011	2012
Balanço entre custos e receitas	-1 954 718,87 €	-2 159 095,97 €	-1 954 900,55 €
Percentagem cobertura das receitas	58,39%	55,05%	54,95%

Da análise das tabelas anteriores verifica-se que o custo com o tratamento dos RU tem vindo a diminuir, dado que a quantidade dos mesmos também tem diminuído. Verifica-se ainda que o custo com as viaturas tem vindo a aumentar, nomeadamente devido à sua idade, o que obriga a um custo de manutenção suplementar, e ainda à subida sucessiva dos preços dos combustíveis. Os custos com os recursos humanos têm descido devido ao corte nos salários, subsídios de férias e de natal e no número dos trabalhadores. Os restantes custos, nomeadamente com a prestação do serviço de recolha, na aquisição de materiais e custos indiretos também diminuíram devido a um esforço acrescido no planeamento e gestão, acompanhado da implementação do SGF, o que permite uma melhor organização do serviço, com a consequente diminuição global dos custos.

Assim, e da análise da tabela III.5., verifica-se que no SMGRU de Guimarães os princípios da recuperação dos custos e do poluidor-pagador estão longe de ser uma realidade, dado que o MG cobre cerca de 45%, da totalidade dos custos com o orçamento municipal, sendo que os proveitos das tarifas apenas cobrem 55%, no ano de 2012.

Após o conhecimento dos custos são calculadas as tarifas a aplicar aos utilizadores finais do SMGRU, sendo certo, que até agora a política do MG foi a de continuar a cobrir cerca de metade da despesa deste sector, daí que seja premente a implementação de um sistema PAYT.

As tarifas aplicadas aos utilizadores pelo SMGRU em Guimarães estão indexadas à fatura da água nos locais onde existe abastecimento público de água, e sujeitos uma fatura emitida pelo MG nos locais onde não existe abastecimento público de água. O tarifário aplicado em 2012 no MG é apresentado nas tabelas III.6. e III.7. seguintes, podendo verificar-se que as tarifas são distintas para os UD e para os UND.

No SMGRU de Guimarães existem 55 000 utilizadores, destes 47 000 possuem abastecimento público de água. O tarifário aplicado está dividido em tarifa fixa, a qual tem por objetivo cobrir os custos fixos e numa tarifa variável, a qual advém da produção de resíduos. Esta tarifa variável está indexada diretamente ao consumo de água na maior parte dos utilizadores, ou à área de ocupação, nos utilizadores sem abastecimento público de água. Assim, verifica-se que a tarifa variável não valoriza a RS nem existe qualquer incentivo à minimização da produção de resíduos.

De acordo com a recomendação do IRAR (2009), a tarifa fixa deve ser aplicada em função da disponibilidade do serviço ao utilizador final, enquanto a tarifa variável deve aplicar-se em função do nível de utilização do serviço.

**Tabela III.6. Tarifário aplicado em 2012 aos utilizadores com abastecimento público de água em Guimarães.**

Tarifa fixa		Tarifa variável	
UD	2,20 €	1º escalão (0-5 m <sup>3</sup> /30 dias)	0,080 €/m <sup>3</sup>
		2º escalão (>5 a 15 m <sup>3</sup> /30 dias)	0,150 €/m <sup>3</sup>
		3º escalão (>15 a 25 m <sup>3</sup> /30 dias)	0,190 €/m <sup>3</sup>
		4º escalão (>25 m <sup>3</sup> /30 dias)	0,248 €/m <sup>3</sup>
UND	7,70 €	1º escalão (0< 20m <sup>3</sup> /30 dias)	0,280 €/m <sup>3</sup>
		2º escalão (≥ 20 m <sup>3</sup> /30 dias)	0,350 €/m <sup>3</sup>

**Tabela III.7. Tarifário aplicado em 2012 aos utilizadores sem abastecimento público de água em Guimarães.**

Tarifa fixa		Tarifa variável	
UD	2,20 €	1,008 €/30dias	
UND	7,70 €	1º escalão (0≤100 m <sup>2</sup> /30 dias)	0,005 €/m <sup>2</sup>
		2º escalão (> 100 m <sup>2</sup> /30 dias)	0,040 €/m <sup>2</sup>

Silva *et al.* (2012) refere que o sistema PAYT diferencia-se do tarifário aplicado no MG, uma vez que a tarifa variável aplicada à remoção dos resíduos é diretamente proporcional à sua produção. Com isso, evita-se a indexação da tarifa a parâmetros que não estão diretamente correlacionados com a produção de resíduos tais como a área, o número de residentes por habitação, ou consumos de água ou eletricidade.

Por último e antes de iniciar a análise à zona piloto para a implementação do sistema PAYT, descreve-se de seguida o SGF implementado nas viaturas de recolha de resíduos.

### III.3.6 Sistema de gestão de frotas aplicado ao SMGRU em Guimarães

O acompanhamento contínuo, a análise de resultados e o diagnóstico da operação da recolha são imprescindíveis para em conjunto poderem ser identificados fatores de otimização do serviço de recolha de resíduos (Piedade e Aguiar, 2010). A crescente preocupação na eficiência das operações de gestão de resíduos, de minimização de custos, na qualidade do serviço prestados aos utilizadores, torna necessário a adoção de novas práticas, tecnologias e ferramentas de gestão de planeamento, controlo e apoio à decisão.

O sistema de georreferenciação *Global Position System* (GPS) associado a um sistema *Global System for Mobile Communications* (GSM) ou *General Packet Radio Services* (GPRS), tem constituído uma ferramenta importante na gestão dos SMGRU, como referem Arebey *et al.* (2010) dado que permite determinar a posição do veículo num mapa, podendo traçar rotas ótimas, escolher as direções e o caminho a percorrer, identificar a equipa de recolha, definir os tempos e as distâncias efetivas de recolha e permite ainda enviar avisos para a viatura sempre que necessário.

Os sistemas mais modernos de georreferenciação através do SGF, mesmo os que não disponham de um sistema de pesagem de contentores, podem disponibilizar informação da recolha do contentor, e permitem inserir a pesagem da viatura e verificar se a mesma se encontrava cheia ou se ainda dispõe de capacidade.

O SGF implementado em Guimarães pertence empresa *Compta*, denominado GRSU – Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, e foi instalado no início de janeiro de 2012. Desde essa data tem sido possível um conhecimento pormenorizado da atividade diária das viaturas de recolha, com a retirada de relatórios, verificação de rotas, horários, quilómetros percorridos com e sem recolha, tempos de paragem e de andamento. Tem-se verificado constituir um instrumento indispensável à atividade de gestão e planeamento do SMGRU. O sistema dispõe de uma consola *touch*, apresentada na figura III.16. que é o *interface* entre o sistema e o motorista, e é nesta consola que o motorista vai efetuar a identificação da equipa de recolha, bem como a seleção do circuito que vai realizar, podendo ainda introduzir vários eventos pré-programados e a pesagem na estação de tratamento de RU.



Figura III.16. Consola do SGF com introdução de eventos (COMPTA, 2011).

Os CL dispõem na traseira da viatura de uma consola, conforme apresentada na figura III.17. com dois eventos pré-definidos que permitem interagir com o sistema, bastando

## Implementação do Sistema PAYT no Centro Histórico de Guimarães e Zona Envoltente

acionar o botão. Os eventos pré-definidos, escolhidos pelo MG, são de “contentor danificado” e “RU à volta de contentor cheio”, o que possibilita uma rápida intervenção na substituição ou no reforço dos contentores. O SGF possui dentro da caixa hermética da viatura sensores magnéticos, o que possibilita a este equipamento identificar o basculamento dos contentores contabilizando o seu número e a sua



Figura III.17. Caixa para introdução de eventos colocada na traseira da viatura (COMPTA, 2011).

localização. O SGF serviu de referência para um trabalho que será realizado ainda durante o ano de 2013, na DSU, nomeadamente no que diz respeito à alteração de percursos de recolha e dos circuitos, e foi fundamental para o conhecimento do circuito n.º 20, que será o abrangido da ZI do estudo.

O SGF adquirido não tem ainda instaladas as funções que permitem integrar o sistema PAYT, mas encontra-se adaptado à sua instalação, com a possibilidade de integrar a faturação do serviço realizado, com a respetiva emissão de documentos. O sistema permite a consulta *online* das viaturas de recolha como se ilustra na figura III.18., bem como as paragens, representadas com um ponto de exclamação, e com um P representa-se o parque das viaturas que estão estacionadas na garagem. Esta visualização imediata é importante quando se pretende rapidamente identificar uma viatura que poderá deslocar-se a um local urgente, ou em caso de reclamação.

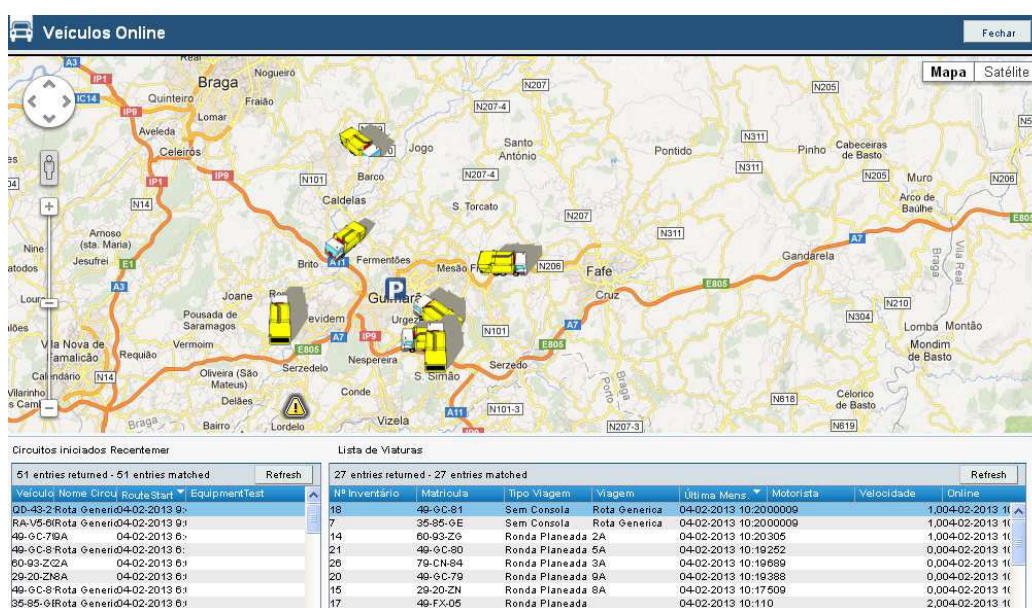


Figura III.18. Visualização *online* da representação do geoposicionamento dos veículos de recolha de RU de Guimarães.

## Implementação do Sistema PAYT no Centro Histórico de Guimarães e Zona Envolverte

Quando o circuito se encontra finalizado, é possível efetuar o descarregamento dos dados, como os tempos, distâncias, velocidade atingida e média, número de contentores descarregados, identificação da equipa de recolha e os arruamentos atravessados. É ainda possível identificar os eventos transmitidos pelo motorista e pelos CL, como se ilustra na figura III. 19.

40 entries returned - 9806 entries matched

Tipo Viagem	Nome do Circuito	Código d. Veículo	Nome Motorista	Cantoneiro 1	Cantoneiro 2	Dia	Cont. Recoilhi	Peso Yaeio	Distância	
Tracking	Rota Genérica	0	80-93-ZG	Desconhecido	-	04-02-2013	0	0,0	0,49	
Tracking	Rota Genérica	0	29-20-ZN	Desconhecido	-	04-02-2013	0	0,0	23,15	
Tracking	Rota Genérica	0	79-CN-84	Desconhecido	-	04-02-2013	5	0,0	22,18	
Planeada	5A	9	49-GC-80	Joaquim O. Freitas	-	04-02-2013	0	0,0	34,22	
Tracking	Rota Genérica	0	49-GC-80	Desconhecido	-	04-02-2013	0	0,0	0,00	
Tracking	Rota Genérica	0	49-GC-79	Desconhecido	-	04-02-2013	4	0,0	16,35	
Planeada	19B	44	49-GC-80	Andre F. Silva	Carlos C. Arantes	Jose S. Marques	03-02-2013	0	0,0	48,54
Planeada	14	35	79-CN-84	Jose F. Pinheiro	-	-	60	0,0	55,33	
Tracking	Rota Genérica	0	49-GC-80	Desconhecido	-	03-02-2013	1	0,0	0,27	
Planeada	13	34	29-20-ZN	Antonio L. Lopes	Francisco C. Vitorino	Jose S. Oliveira	03-02-2013	0	0,0	50,23

Forma: PDF XLS XLSDATA Imprimir Listagem de

Geral Contentores da rota Eventos Eventos de Medição Eventos de Velocidade

Content. do Circuito: 0      Distancia (km): 48,54      Hora de Inicio: 0:14:30

Content. Identificados: 0      Velocid. Media (km/h): 11,70      Hora de Fim: 4:23:21

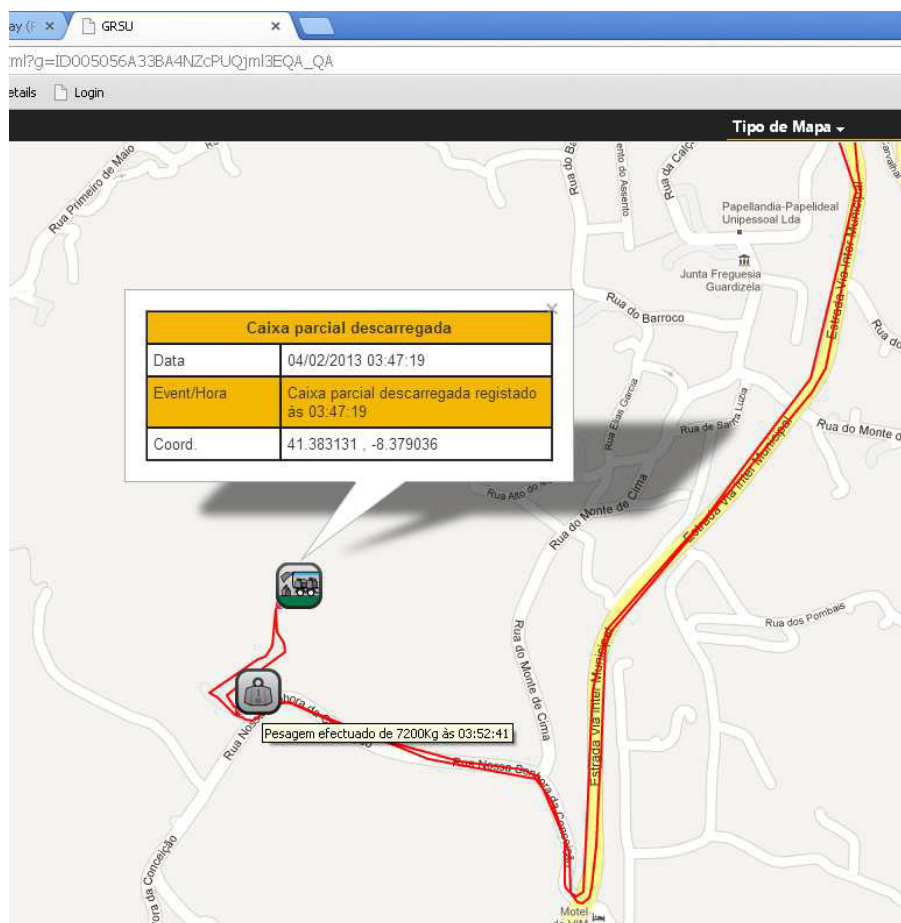
Content. Recoilidos: 0      Tempo Parado (Minut): 0,00      Tempo da Viager: 04h 08m 51s

Nome Motorista	Hora de Inicio	Hora Fim	Tempo de Viagem	Distância (km)
Andre F. Silva	04-02-2013 0:14:30	04-02-2013 4:18:52	04h 02m 22s	48,54
Motorista Genérico	04-02-2013 4:17:25	04-02-2013 4:17:42	00h 00m 17s	0,00
Andre F. Silva	04-02-2013 4:18:06	04-02-2013 4:23:21	00h 05m 15s	0,00

Figura III.19. Exemplo dos dados a que se tem acesso num circuito de recolha de resíduos de Guimarães.

Outras das opções do SGF, exportada por circuito, é a hora da passagem da viatura em determinado arruamento, com o número de porta por exemplo. Essa informação é relevante para um trabalho futuro de conjugação do tipo de utilizadores por arruamento e identificar os UND e as características de cada um. Esta informação serve de base para estudos de RS porta-a-porta, onde se identificam os maiores produtores. OSGF veio diminuir o tempo de resposta às reclamações, porque permite a verificação da passagem da viatura e em que horário foi realizado, o que até à sua instalação era efetuado pela verificação do encarregado no local conjuntamente com a equipa de recolha, poupando-se recursos e disponibilizando informação mais correta associada a uma base de dados.

No mesmo quadro é possível a visualização em mapa do circuito, com os eventos, os locais de paragem, a descarga da viatura, e o estado de capacidade da viatura na descarga com a respetiva base de dados associada, como se apresenta na figura III.20.



**Figura III.20. Exemplo de evento de caixa hermética da viatura de recolha parcialmente descarregada, num circuito de recolha de Guimarães.**

Após o conhecimento do SMGRU em Guimarães, apresenta-se o estudo à ZI, nomeadamente no levantamento efetuado aos utilizadores, o tipo e quantidade de resíduos recolhidos, que permita por fim efetuar o cálculo da tarifa a implementar no sistema PAYT e definir que sistema de preço se propõe.

### III.4. Projeto de aplicação do PAYT na zona de intervenção de Guimarães

A ZI engloba como já referido anteriormente o CHG e uma área envolvente. Trata-se de uma zona predominantemente habitacional, mas dispõe de arruamentos com características comerciais, o que conduz a um estudo final para os UD e UND. Os dados apresentados no

presente estudo referem-se ao levantamento de campo e de estudo efetuado durante o ano de 2012, recorrendo ainda a dados exportados pelo SGF. Em primeiro lugar efetuou-se o levantamento, no primeiro semestre de 2012 do tipo de utilizadores existentes, como se aborda no ponto seguinte.

#### **III.4.1 Utilizadores do SMGRU na ZI de Guimarães**

O número de utilizadores do SMGRU na ZI é de 2 233, distribuído por UD e UND conforme se apresenta na tabela III.8.

**Tabela III.8. Tipo de utilizadores do SMGRU na ZI de Guimarães.**

Tipo de utilizador	Número	Tipo	Número
UD	1 650		
UND	580	Comércio	510
		Instituições de ensino e lares	58
		Organismos do Estado	12
<b>Total</b>	<b>2 233</b>		

Esta distribuição é relevante para o presente estudo, porque permite identificar os utilizadores na ZI, verificando-se que se trata de uma zona mista onde os UND correspondem a 26% do total de utilizadores, o que pressupõe uma maior produção de materiais passíveis de serem reciclados, provenientes do comércio e dos organismos do estado. As instituições são de pequena dimensão, mais propriamente creches e lares, onde existe uma maior produção de resíduos orgânicos, provenientes das cantinas.

Do levantamento de campo efetuado foi possível contabilizar o número de habitantes e cruzá-lo com o número de utilizadores/alojamento do SMGRU, e desta forma conseguiu-se obter uma média de 2,99 hab./alojamento, como se apresenta na tabela III.9. Este valor é superior à média do concelho que de acordo com o Censos (2011) é de 2,36 hab./alojamento, isto deve-se à centralidade da zona em questão, sendo de grande densidade populacional.

**Tabela III.9. Média de habitantes por alojamento na ZI.**

Área	N.º de habitantes	N.º de UD	Média de hab./alojamento
141 ha	4 934 hab.	1 650	2,99 hab.

Desta forma no ponto seguinte aborda-se o tipo de recolha e a produção de resíduos na ZI de Guimarães.

### III.4.2 A recolha de RU na ZI de Guimarães

A recolha de RU na ZI está incluída no circuito n.º 20, é efetuada de domingo a sexta-feira no período noturno por 2 CL e 1 motorista, equipada com uma viatura de pequenas dimensões, dada as características do CHG. O circuito foi calculado de forma a haver apenas uma deslocação à descarga e que inicie sempre da zona exterior da ZI para o interior onde existem bares e restaurantes que encerram mais tarde, o que permite a recolha de todos os resíduos, durante o horário do circuito. Na figura III.21. apresenta-se uma das viaturas que efetua a recolha na ZI. A recolha de resíduos na ZI é efetuada recorrendo ao sistema porta-a-porta através de saco perdido, quer para os UD quer para os UND. A RS é efetuada através de ecopontos, ou porta-a-porta para as embalagens e para o papel/cartão.



Figura III.21. Exemplo de viatura de recolha da ZI de Guimarães.

O circuito de recolha de resíduos n.º 20 está representado na figura III.22. com a ordem de recolha por arruamento representada a verde. As restantes cores representam as deslocações sem recolha de RU. Da observação da figura III.22. verifica-se que o circuito de recolha tem características exclusivamente urbanas, o que permitiu criar um circuito contínuo, com pequenas deslocações sem a efetiva recolha de RU. A deslocação até à descarga não foi apresentada, na sua totalidade, pois tornaria a figura ilegível, devido à distância a percorrer até esse local.



Figura III.22. Circuito de recolha de RU na ZI de Guimarães.

Os números apresentados na figura III.22. correspondem ao arruamento do circuito de recolha que estão incluídos na tabela III.10. com as respetivas distâncias efetivas de recolha e de deslocação, a cinza.

Tabela III.10. Distância do circuito de recolha de RU n.º 20 e respetivos arruamentos de Guimarães.

Ordem do circuito	Rua	Distância de recolha (m)
<b>Início</b>	Garagem ao início do circuito	1 047,72
1	Rua D. João I	541,38
2	Rua das Lameiras	362,08
3	Rua de Trás-de-Gaia	81,32
4	Rua do Montinho	47,00
5	Rua da Liberdade	526,64
6	Rua do Mercado Municipal	165,60
7	Rua de Camões	193,92
8	Travessa de Camões	90,22
9	Rua Dr. Bento Cardoso	104,07
10	Largo Valentim Moreira de Sá	49,31
11	Rua da Caldeira	356,74
12	Rua Cães de Pedra	144,34
13	Alameda de S. Dâmaso	678,48
14	Largo do Trovador	109,14
15	Rua Padre Gaspar Roriz	141,02
16	Largo de S. Francisco	30,49
17	Largo da República do Brasil	606,02
18	Rua da Ramada	302,62
19	Rua D. Domingos da Silva Gonçalves	33,73
20	Largo de S. Gualter	43,17
21	Rua Dr. José Sampaio	598,85
22	Rua Conde Arnoso	60,88
23	Praceta Guilherme de Faria	22,42
24	Rua Dr. João Antunes Guimarães	127,81
25	Rua Raul Brandão	210,08
26	Rua da Marcha Gualteriana	114,83
27	Rua Almirante Gago Coutinho	306,67
28	Rua Professor Egas Moniz	204,69
29	Praça Cidade de Igualada	82,39
30	Rua Dr. Carlos Malheiro Dias	308,21
31	Rua Dr. Roberto Carvalho	161,77
32	Largo Condessa Mumadona	125,34
33	Rua Almirante Sousa Ventura	76,24
34	Av. Combatentes da Grande Guerra	187,62
35	Rua Abade de Tagilde	111,88
36	Rua Dr. Eduardo de Almeida	296,87
37	Rua Calouste Gulbenkian	153,33
38	Rua Joaquim de Sousa Oliveira	208,02
39	Avenida Cónego Gaspar Estaço	286,81
40	Rua Padre Torcato de Azevedo	141,19
41	Alameda Eng. Abel Salazar	303,00
42	Rua do Condestável Nun' Álvares	148,64
43	Rua de Santa Maria	227,37
44	Largo Martins Sarmento	271,63
45	Rua Conde D. Henrique	76,24
46	Rua Agostinho Barbosa	128,58
47	Rua Serpa Pinto	111,04
48	Praça de S. Tiago	89,43
49	Rua do Gravador Molarinho	73,26
50	Rua João Lopes Faria	68,83
51	Largo dos Laranjais	14,46
52	Rua das Trinas	88,87
53	Avenida Alberto Sampaio	289,94
54	Largo 25 de Abril	99,55
55	Largo do Toural	280,10
56	Rua de Val de Donas	159,92
57	Largo João Franco	46,85
58	Largo da Misericórdia	102,06
59	Rua da Rainha D. Maria II	179,97
60	Largo da Oliveira	20,81
61	Rua Alfredo Guimarães	93,49
62	Largo A. L. de Carvalho	62,31
63	Largo Condessa do Juncal	194,01
64	Rua Egas Moniz	160,89
	Distâncias de deslocação no circuito	6 318,76
<b>Fim</b>	Distância à descarga e à garagem	30 295,50

Assim, a distância total do circuito n.º 20 é de 49 955,80 m, sendo que a distância efetiva de recolha é de 12 293,88 m, o que se entende tendo em conta que a zona é muito concentrada, sendo a maior distância efetuada à descarga e posteriormente à garagem.

Após os cálculos da distância do circuito efetuou-se a compilação dos dados relativos à quantidade de resíduos recolhidos na ZI, relativamente ao ano de 2012, e que será abordado no próximo ponto.

### III.4.3 Quantificação da produção de resíduos na ZI em Guimarães

As quantidades de resíduos recolhidos na ZI foram divididas em indiferenciados e em seletivos e estão apresentados na tabela III.11.

**Tabela III.11. Quantidade de resíduos recolhidos em 2012 na ZI em Guimarães.**

	Tipo de resíduos (ton/mês)				Total
	Indiferenciados	Vidro	Papel/cartão	Embalagens	
janeiro	145,62	9,81	6,25	2,30	<b>163,98</b>
fevereiro	142,54	9,20	5,75	1,80	<b>159,29</b>
março	157,64	9,43	7,50	3,42	<b>177,99</b>
abril	135,50	9,80	4,12	1,71	<b>153,13</b>
maio	155,90	9,62	5,50	4,58	<b>175,60</b>
junho	145,46	9,83	5,25	4,42	<b>150,71</b>
julho	166,76	12,42	8,80	5,71	<b>189,81</b>
agosto	152,04	11,40	7,80	5,41	<b>176,65</b>
setembro	142,07	8,88	3,90	2,33	<b>146,60</b>
outubro	160,02	8,72	4,72	3,45	<b>176,91</b>
novembro	124,18	8,62	4,80	4,52	<b>142,12</b>
dezembro	129,90	8,80	5,65	6,82	<b>151,17</b>
<b>Total</b>	<b>1 760,25</b>	<b>116,53</b>	<b>70,04</b>	<b>46,47</b>	<b>1 993,3</b>

Da leitura da tabela anterior pode-se verificar que o mês de julho, que é o mês com maior produção de resíduos indiferenciados, também coincide com o mês com maior produção de resíduos seletivos. No mês de agosto a RS também aumentou devido principalmente aos resíduos recolhidos nos bares do CHG enquanto os resíduos da RI sofreu um decréscimo devido ao período de férias e de encerramento das escolas. O mês de dezembro, em que normalmente existe uma elevada produção de resíduos, não aconteceu em 2012, devendo-se isto às condições climatéricas durante este mês, o que levou à diminuição de pessoas na rua e da compra de presentes no comércio tradicional. No mês de abril existe

menor produção de resíduos de embalagens, porque no mês anterior o valor foi mais elevado, com a época da Páscoa. O papel/cartão teve a menor produção no mês de setembro que poderá ser explicado pelo comércio que encerra neste mês para férias. Em novembro recolheu-se a menor quantidade de vidro, verificando-se que este material desde agosto que tem sofrido um decréscimo aliado à menor produção de RU na RI. As quantidades de resíduos encaminhados para a RS advêm dos ecopontos instalados na ZI e da recolha comercial porta-a-porta, como se apresenta na figura III.23. Os pontos verdes da figura III.23. assinalam os ecopontos de menor dimensão e a amarelo os tradicionais, quanto aos percursos a verde correspondem à RS porta-a-porta.

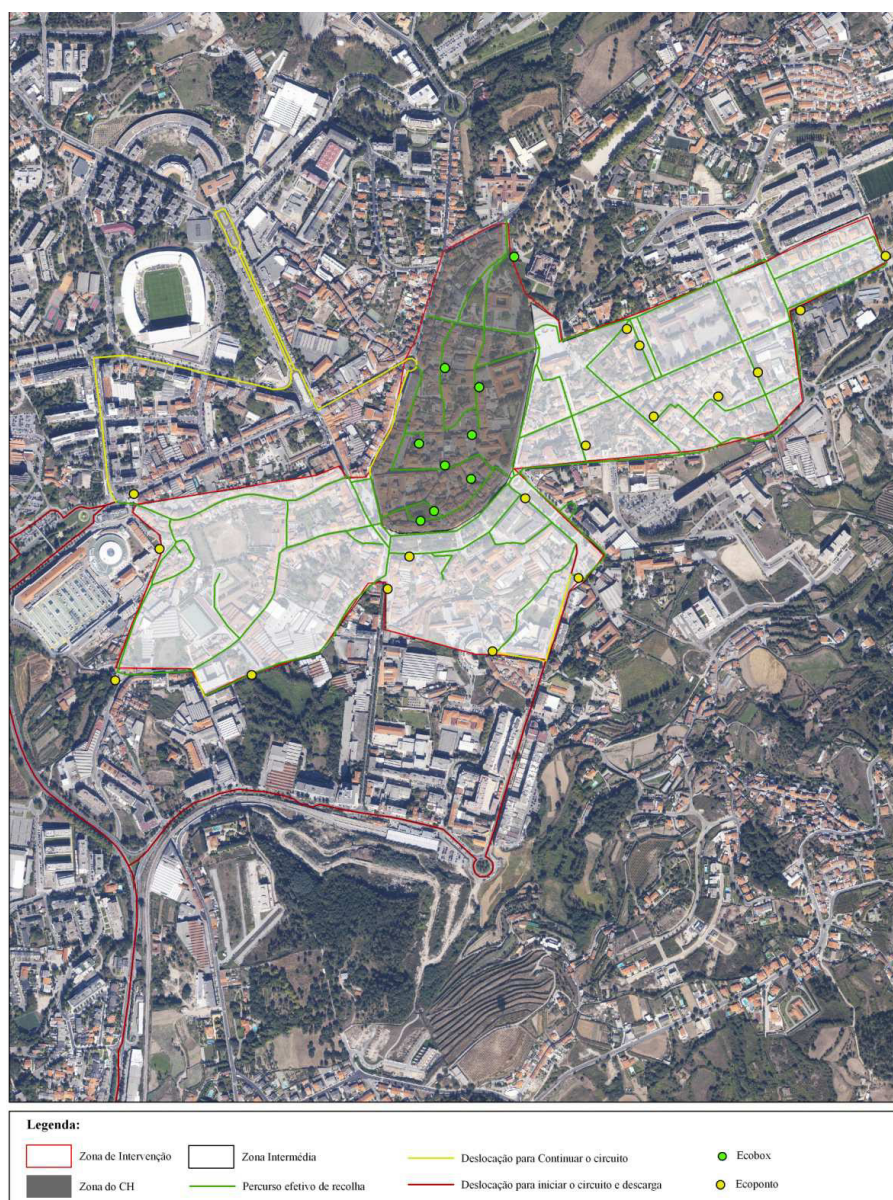


Figura III.23. Localização de ecopontos e trajetos da RS na ZI de Guimarães.

Relativamente ao universo dos resíduos recolhidos no concelho de Guimarães em 2012 num total de **61 269 ton**, correspondem à ZI **1 993 ton**, representando **3%** dos resíduos recolhidos em relação ao restante concelho.

Através dos dados obtidos na tabela III.11. foi possível traçar o gráfico da figura III.24. com os quantitativos da RI, permitindo uma melhor visualização das oscilações mensais.

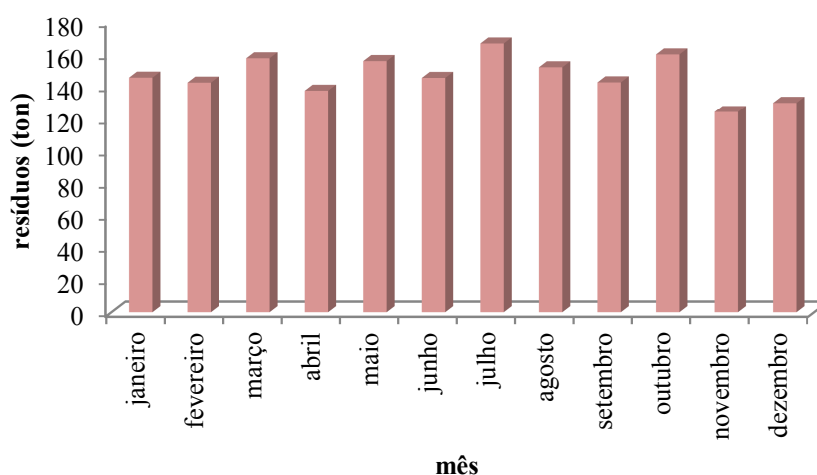


Figura III.24. Quantidade de resíduos recolhidos da RI na ZI em 2012.

Relativamente à RS, as figuras III.25., III.26. e III.27. apresentam os dados mensais de acordo com os dados disponíveis na tabela III.11.

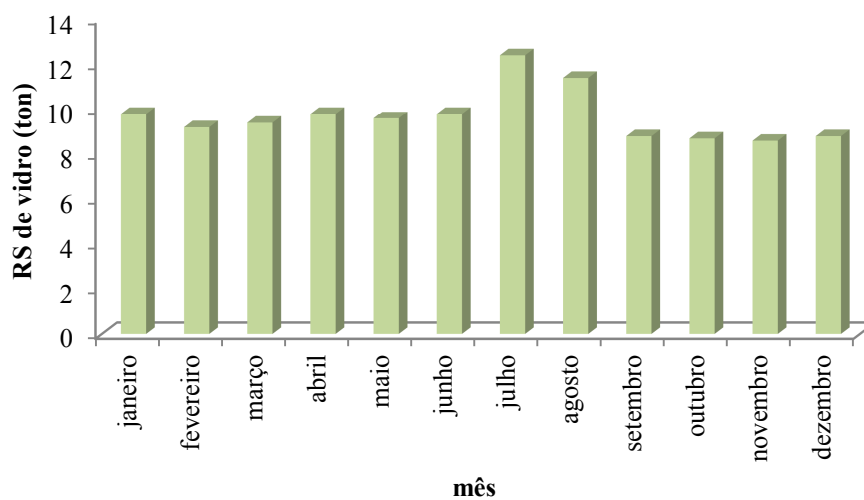


Figura III.25. Quantidade de resíduos de vidro recolhido na ZI em 2012.

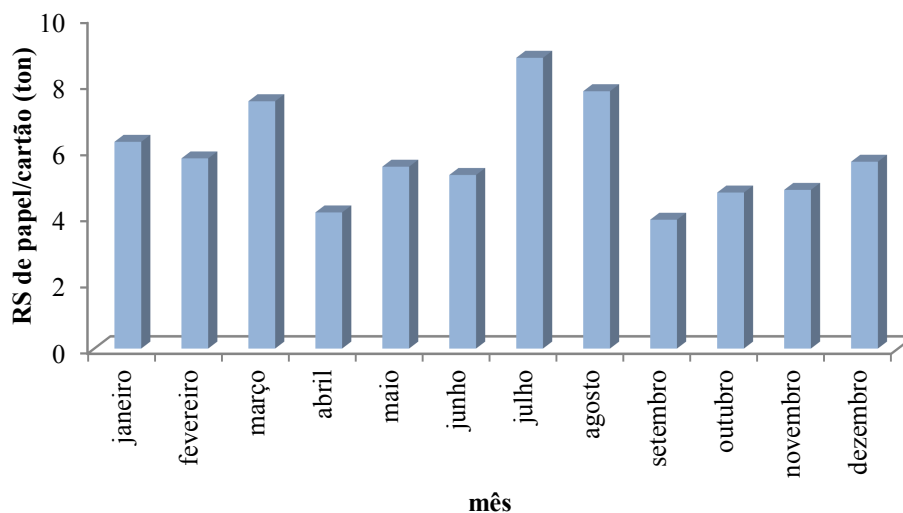


Figura III.26. Quantidade de resíduos de papel/cartão recolhido na ZI em 2012.

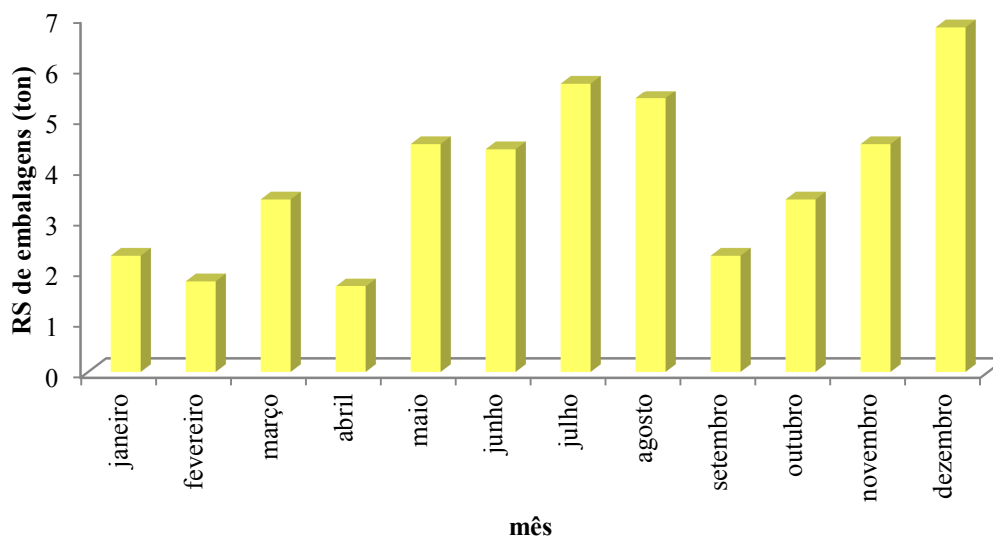


Figura III.27. Quantidade de resíduos de embalagens recolhidos na ZI em 2012.

A captação da produção de resíduos na ZI está representada na tabela III.12., não tendo sido elaborada a captação diária para os materiais passíveis de serem reciclados dado que os valores são muito pequenos. Conclui-se que a captação total de RU é de 1,104 kg/hab.dia, valor superior à média do concelho, que é de 1,06 kg/hab.dia, o que se entende devido às características exclusivamente urbanas desta zona.

Tabela III.12. Capitação dos resíduos na ZI de Guimarães em 2012.

	kg/ano	kg/hab.ano	kg/hab.dia
Resíduos indiferenciados	1 760 260	356,11	0,976
Vidro	116 300	23,53	
Papel/cartão	70 040	14,17	
Embalagens	46 200	9,35	
<b>Total</b>	<b>1 992 800</b>	<b>403,16</b>	<b>1,104</b>

Em seguida caracteriza-se a composição física dos resíduos recolhidos durante o ano de 2012, no circuito 20.

#### III.4.4 Composição física dos resíduos na RI na ZI de Guimarães

A caracterização dos RU, ou a determinação a composição física dos resíduos produzidos por uma população constitui uma tarefa árdua, mas de primordial importância para qualquer projeto na área dos resíduos, podendo os resultados obtidos na caracterização ser comparados com os de outro local, ou até mesmo servirem como base para outros projetos na área dos resíduos. (Junior, 2005). Assim, aquando se obteve a composição física dos RU do concelho de Guimarães, recorreu-se a uma caracterização especial ao circuito n.º 20, de forma a ser possível verificar os resíduos que ainda podiam ser retirados da RI, e melhorar o sistema PAYT a implementar. A metodologia adotada na caracterização foi a abordada no ponto III.3.4.2. Da caracterização da ZI obteve-se a figura III.28.

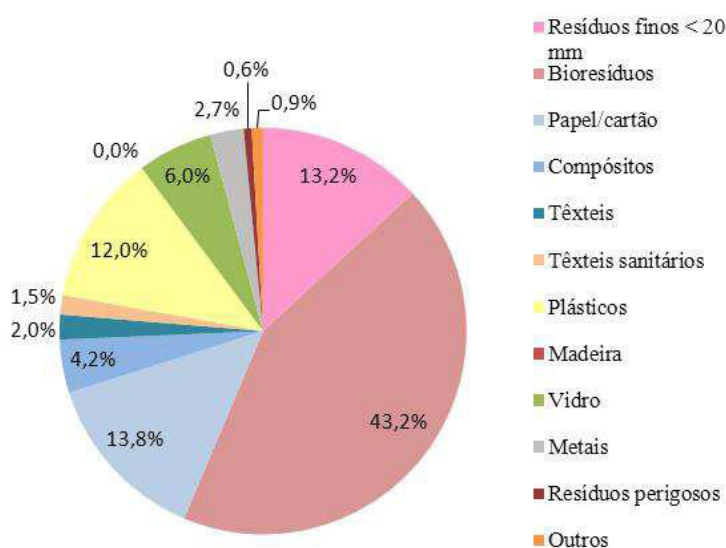


Figura III.28. Composição física dos resíduos na RI na ZI em Guimarães no ano 2012.

Da análise da figura anterior conclui-se que há mais de 30% de materiais passíveis de serem reciclados como o papel/cartão, os plásticos, metais e o vidro, que estão a ser recolhidos indiferenciadamente, e que poderiam ser colocados em ecopontos ou no sistema de RS porta-a-porta.

São estes valores que permitem efetivar que um sistema PAYT seria indicado para este local de forma a permitir que estes materiais sejam valorizados, dado que o atual sistema tarifário não incentiva a que estes resíduos sejam retirados da RI. Outro inconveniente na mistura de resíduos passíveis de serem reciclados nos circuitos de RI, é o aumento do valor da TGR que advém da quantidade de RU depositada em aterro.

No próximo ponto apresentam-se os custos e as receitas da RI de RU do circuito n.º 20, da ZI de Guimarães.

### **III.4.5 Custos e receitas do SMGRU na ZI de Guimarães**

Os custos foram calculados tendo em conta a mesma metodologia dos custos totais do SMGRU, tendo-se apenas desagregado alguns deles de forma a definir o custo do circuito de recolha n.º 20 da ZI. Os dados referidos, no ponto III.3.5, quanto ao número e tipo de utilizadores permitem calcular a receita proveniente do tarifário. O cálculo dos custos com o tratamento e destino final foi realizado através do conhecimento das quantidades de RU da RI, o que permitiu ainda o cálculo da TGR.

Os custos indiretos, como estão agregados a todos os circuitos de recolha efetuou-se pela percentagem de 1 circuito em relação aos 20 circuitos de RI existentes. Relativamente aos custos com as viaturas efetuou-se o levantamento anual das viaturas utilizadas no circuito de recolha n.º 20 e imputou-se os custos associados aos dias de trabalho. No cálculo dos recursos humanos, do circuito de recolha da ZI, utilizou-se o tempo despendido no serviço de recolha de RU utilizado no cálculo dos custos totais do SMGRU, apresentado no ponto III.3.5.

Deste modo apresentam-se da tabela III.13., III.14., III.15. e III.16. todos os cálculos com os custos, referentes ao ano de 2012, para o circuito de recolha n.º 20 da ZI de Guimarães.

**Tabela III.13. Custo com os recursos humanos e respetiva imputação do circuito de recolha n.º 20 da ZI em 2012.**

Categoria	Vencimento anual	Base de imputação	Valor circuito 20
Encarregado Operacional	16 290,68 €	30%	4.887,20 €
Técnica Superior	20 921,07 €	3%	627,63 €
Chefe Divisão	37 386,03 €	3%	1 121,58 €
AO	11 041,45 €	100%	11 041,45 €
AO	11 686,81 €	100%	11 686,81 €
AO	11 938,29 €	100%	11 938,29 €
Assistente Técnica	16 516,45 €	5%	825,82 €
Diretor de Departamento	43 458,60 €	1%	434,59 €
<b>Total</b>	<b>169 239,38 €</b>		<b>42 563,37 €</b>

Foram separados os custos referentes às três viaturas de recolha, pelos dias de recolha na ZI e efetuou-se uma ponderação relativa ao custo anual que se apresenta na tabela III.14.

**Tabela III.14. Custo com as viaturas de recolha de RU adstritas à ZI em 2012.**

Matrícula	Amortizações	Reparações	Combustível	Óleo	Seguros	Total
29-48-XU	7 824,54 €	2 488,86 €	7 997,74 €	168,46 €	201,93 €	18 681,53 €
91-68-OL	5 600,98 €	2 430,69 €	11 152,35 €	332,99 €	201,93 €	19 718,93 €
49-FX-05	2 437,29 €	702,77 €	2 292,68 €	39,71 €	48,50 €	5 520,94 €
<b>Total</b>						<b>43 921,39 €</b>

No custo com o tratamento de resíduos utilizou-se o valor cobrado pela RESINORTE em 2012 de 34,06 €/ton e o valor da TGR/ton (tabela III.15.).

**Tabela III.15. Custos com o tratamento e destino final dos resíduos recolhidos na ZI em 2012.**

Quantidade de resíduos	Custo tratamento	Valor TGR do SMGRU	TGR circuito 20	Valor Total líquido
<b>1 760,26 ton</b>	59 954,46 €	4,52 €/ton	7 951,76 €	<b>71 980,59 €</b>

Nos custos com a faturação, verifica-se que todos os utilizadores têm abastecimento público de água sendo o custo por fatura de 0,12 €/mês (tabela III.16.).

**Tabela III.16. Custos com a faturação e cobrança da tarifa dos utilizadores da ZI em 2012.**

N.º utilizadores	Custo/utilizador/fatura	Custo ano líquido
2232	0,12 €	<b>4 027,60 €</b>

Quanto à imputação dos **custos indiretos** estima-se que para 1 circuito representa um **total anual de 1 965,00 €**, valor obtido do total dos custos indiretos do SMGRU apresentado na tabela III.3.

Quanto às receitas, efetuou-se o levantamento dos utilizadores do circuito n.º 20, compilando-se os dados de faturação do ano 2012, o que permitiu obter os resultados expressos na tabela III.17.

**Tabela III.17. Receitas tarifárias referentes aos UD e UND da ZI no ano de 2012.**

Utilizadores	Número	tarifa fixa	tarifa variável	Total
UD	1 650	43 560,00 €	10 078,84 €	53 638,84 €
UND	580	53 592,00 €	15 676,56 €	69 268,56 €
<b>Total</b>				<b>122 907,40 €</b>

Assim, através da compilação das tabelas anteriores obteve-se o seguinte balanço entre os custos e as receitas da recolha de RU na ZI em 2012, apresentado na tabela III.18.

**Tabela III.18. Custos e receitas do SGRU na ZI no ano de 2012.**

	Custos	Ano 2012
<b>Custos para o cálculo da tarifa fixa</b>	Recursos humanos	42 563,37 €
	Viaturas	43 921,39 €
	Faturação/cobrança	4 027,60 €
	Custos indiretos	1 965,00 €
<b>Custos para o cálculo da tarifa variável</b>	Tratamento e destino final	71 980,59 €
	Total custos diretos+indiretos	164 457,95 €
	Custo/ton	93,41 €
	Total Receitas	122 907,40 €
	<b>Diferença custos/receitas</b>	<b>-41 550,55 €</b>
	<b>Balanço custos/receitas</b>	<b>75%</b>

Da análise dos custos e das receitas do circuito n.º 20 conclui-se que apesar do custo/ton ser superior ao restante SMGRU, as tarifas cobrem uma percentagem superior. Isto devendo-se isto essencialmente à elevada densidade populacional no circuito de recolha por se tratar de uma área predominantemente urbana, existindo um número acrescido de UD e UND como comércio e restauração. Destes custos e receitas, é possível comprovar

que a tarifa fixa está a ser cobrada acima dos custos da operação, enquanto a variável está muito aquém do valor da produção de resíduos, como se pode verificar na tabela III.19.

**Tabela III.19. Diferencial entre a tarifa fixa e variável na cobertura dos custos relativa à ZI no ano de 2012.**

	Valor total		Valor total	Diferencial
Operação	92 477,36 €	Tarifa fixa	97 152,00 €	105%
Tratamento	71 980,59 €	Tarifa variável	25 755,40 €	35%

Assim, e conforme é explicitado na recomendação do IRAR (2009), a tarifa variável deve ser atribuída em função da quantidade de resíduos recolhidos. Neste caso o que se verifica é que a indexação ao consumo de água está longe da realidade da produção de resíduos, ou seja o tarifário aplicado apenas cobre 35% do valor do tratamento e destino final enquanto as tarifas fixas têm um saldo positivo nos custos com a operação. É esta realidade que o sistema PAYT vem corrigir quando o pagamento é feito pela real produção de resíduos e não como indexante a outra componente. No universo destes utilizadores pode acontecer que alguns estão com a tarifa sobredimensionada enquanto outros utilizadores pagam uma tarifa aquém do serviço prestado, e é a partir desta análise que a população tem que ser informada sobre as vantagens do PAYT, por se tratar de um sistema mais justo e equitativo.

Deve ser uma preocupação cada vez maior das EG do SMGRU, como já referido anteriormente, da tendência de fazer recair sobre os produtores de resíduos o custo integral do serviço prestado, o que hoje em dia não se verifica. (Piedade e Aguiar, 2010).

Assim, no próximo ponto será tratado o sistema PAYT a implementar, tendo em conta todos os dados até agora reunidos e a contenção de custos que as autarquias atravessam neste momento.

### III.4.6 O sistema PAYT a implementar na ZI de Guimarães

Como já se verificou, o sistema PAYT é um instrumento económico que permite um maior equilíbrio financeiro das autarquias porque traduz no utilizador final o real valor da fatura pelo SMGRU, e é um incentivo constante à minimização da produção de resíduos e ao seu encaminhamento para RS.

Já se referiu existir na RI da ZI uma elevada percentagem de materiais que poderiam ser escoados para valorização, mais de 30%, ou mesmo obter-se a diminuição na produção de resíduos. Outro benefício seria que os resíduos da RI que fossem encaminhados para destino final seriam predominantemente orgânicos, o que seria uma mais-valia na Estação de Compostagem, porque diminuiria os custos com a triagem dos resíduos não orgânicos, melhoraria o sistema de compostagem, aumentando a percentagem de composto e diminuindo o refugo encaminhado para aterro sanitário. Assim, verifica-se que esta solução só trará vantagens a médio e longo prazo.

Conforme referem Bilitewski (2008a), Bilitewski (2008b), Karagiannidis *et al.* (2005), Reichenbach (2008), Santana (2009) e Santos (2009), o primeiro passo na implementação do PAYT numa área de estudo é identificar qual das alternativas se melhor adequa. Na figura III.29. apresenta-se uma síntese aos vários sistemas PAYT existentes a nível mundial. A escolha do sistema PAYT deve ser baseada no tipo de edifícios existentes, no tipo de recolha, no investimento que se pretende realizar e considerando ainda se a solução é alterar drasticamente o sistema existente, ou apenas adequá-lo a um sistema PAYT. Estas são as questões que devem ser imediatamente colocadas, dado que a melhor solução encontrada para outros locais, poderá não se adequar à zona em análise, quer pela complexidade de instalação quer pelos custos de investimento.

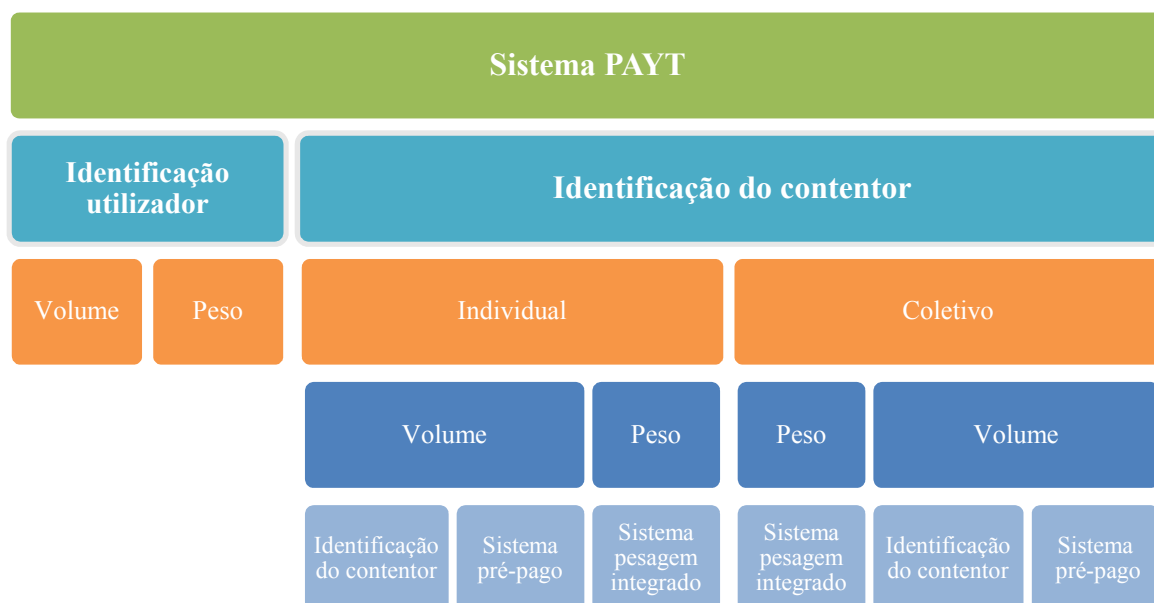


Figura III.29. Alternativas ao sistema PAYT (Bilitewski, 2008b; Reichenbach, 2008; Santos, 2009).

Assim, e no caso de Guimarães, pretende-se analisar as alternativas possíveis, mas o objetivo consiste fundamentalmente em adequar os meios existentes e implementar o sistema PAYT de forma a não haver grandes alterações nos hábitos dos utilizadores, e tentar dessa forma alargar o sistema a outras zonas.

A recolha de RU na ZI é efetuada no sistema porta-a-porta, e ao longo dos tempos verifica-se como sendo a melhor solução, devido à especificidade deste local, dado que já foram testadas outras soluções e outras alternativas como a deposição por contentores de aproximação à superfície, verificando-se que a colocação dos resíduos se torna mais indisciplinada. Haveria ainda a necessidade de aumentar o número de contentores para cumprir o estabelecido no Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de agosto, que estipula como distância máxima ao ponto de recolha de 100 m, o que implicaria uma concentração de contentores num local com as particularidades como o CHG – Património Mundial da Humanidade e a sua área tampão, que não se coaduna com a realidade existente. Por forma a evitar a acumulação de contentores à superfície a opção poderia passar pela colocação de contentores enterrados o que neste local também não é solução tendo em conta as condicionantes arqueológicas do local. Outro tipo de deposição possível num sistema PAYT é a distribuição/aquisição de contentores porta-a-porta, o que permitiria a taxação por peso, e que adequando ao SGF existente seria a alternativa mais vantajosa na minimização dos resíduos e mais precisa na taxação (Bilitewski *et al.*, 2004; Canterbury, 1994; Skumatz, 2002; Shindler *et al.*, 2012; Wyld, 2010). Contudo devido às condições físicas das habitações neste local, não se apresenta como uma solução viável, dado que a maioria das habitações não dispõe de espaços exteriores para o armazenamento dos contentores e a existência de vários edifícios de habitação coletiva sem elevadores dificultaria o transporte dos contentores para a via pública, e complicaria a fiscalização da colocação de resíduos de outros utilizadores nos contentores individuais. Aliás Piirimäe e Voronova (2011) referem que nos edifícios de habitação coletiva com contentores é quase impossível a sua taxação individual, porque não permite a identificação do produtor, excepto se houver uma chave de acesso.

O sistema a adotar, tem que ser um sistema simples para que seja de facto implementado, não alterando drasticamente o comportamento dos utilizadores, e eficaz do ponto vista operacional. Deve ainda representar o menor custo de implementação, devido aos

constrangimentos financeiros mas penalizando os utilizadores pela produção de resíduos e pelo não encaminhamento dos mesmos para reciclagem.

Durante este ano de estudo e de trabalho de campo, foi possível conhecer os hábitos dos utilizadores, tendo-se efetuado várias fiscalizações aos locais com a consequente compilação de dados da quantidade de sacos que eram colocados na via pública. Este trabalho de campo é importante para no momento de implementação se evitar deposições ilegais, e verificar em que pontos em que há uma diminuição drástica de produção de resíduos.

Neste contexto, e para que o SMGRU não sofra alterações, a opção do sistema PAYT a implementar será o da compra de saco, isto porque não altera o sistema de recolha e deposição já existente, permitindo que o SMGRU seja pré-pago, e adequa-se às habitações da ZI. Aliás como refere Skumatz (2002), é dos sistemas que melhor se adapta a locais de edifícios de habitação coletiva, e que não envolve grandes custos de investimento, e é apropriado a locais onde a recolha já é efetuada no sistema porta-a-porta. Este sistema de saco apresenta algumas desvantagens como a colocação de outro tipo de sacos na via pública. Assim a única solução será que os utilizadores sejam devidamente informados e sensibilizados e, que façam parte da implementação do sistema. Aumentando a fiscalização, haverá uma rápida identificação do prevaricador com a aplicação da respetiva coima. Será importante ainda obter a participação dos condomínios que poderão ser também fiscalizadores, e servir de veículos de formação aos seus condóminos. Os sacos serão adquiridos no MG, faturando-se de imediato o custo com o mesmo, nos serviços contabilísticos da DSU.

O primeiro passo para a implementação do PAYT está realizado, com a identificação de todos os utilizadores na ZI, o estudo dos custos e da produção desses resíduos, a análise à composição física para verificação do potencial de materiais passíveis de serem reciclados. É agora necessário, o cálculo da nova tarifa, da solução a implementar, ou seja, a taxação por volume através de compra de sacos.

### **III.4.6.1 Taxação do sistema PAYT por saco pré-comprado**

Neste sistema o utilizador tem que comprar os sacos destinados aos seus RU, pagando o valor correspondente ao tarifário PAYT. Quanto aos resíduos recicláveis não será

necessário, porque o objetivo é que continuem a utilizar os vários ecopontos distribuídos na ZI.

Assim, deve estimar-se em primeiro lugar a produção de resíduos com a implementação do sistema PAYT, tendo em conta o que já foi referido pelos vários autores citados, nomeadamente Canterbury (1994), Canterbury e Gordon (1999) e Skumatz (2008b), para que seja possível o cálculo da nova tarifa. Esta tarifa será meramente indicativa para início do sistema, e que será adaptada na continuidade do mesmo, tendo-se como perspectiva a sua estabilização e controlo efetivo três anos após a sua iniciação. Considerando que os dados relativos à quantidade de resíduos recolhidos na ZI, apenas refletem o ano 2012, mas verificando-se que as quantidades de resíduos recolhidos no SMGRU, como já foi referido anteriormente, estão aparentemente estabilizadas ao longo dos últimos anos, irá projetar-se a produção de resíduos para um ano, dado que as alterações no comportamento dos utilizadores ditarão a evolução da produção de resíduos no sistema PAYT.

Assim, através das quantidades produzidas no ano 2012, foi possível traçar o gráfico de tendência para os próximos 12 meses, apresentado na figura III.30. O que se verifica é que a tendência apresenta uma ligeira descida. Estes dados não são rigorosos porque não entram com outras variáveis importantes, como a comportamento da população, mas suportam o cálculo.

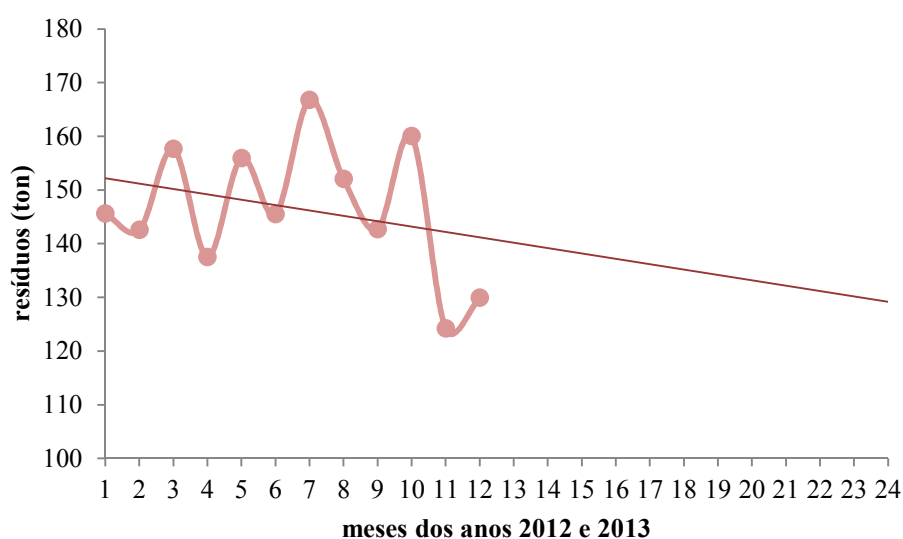


Figura III.30. Projeção da estimativa de produção de resíduos na ZI de Guimarães para o ano de 2013.

Num universo de apenas um ano, o erro não será considerável. Assim, prevê-se que exista uma ligeira descida da quantidade de resíduos produzidos, estimando-se uma média mensal que rondará entre as 140 e as 150 ton. Estimando-se ainda com a implementação do sistema PAYT se diminua ou se retire para valorização cerca de 15% dos RU, no primeiro ano, tal como indica a pesquisa bibliográfica a Bilitewski *et al.* (2004), Piirimä e Voronova (2011), Shindler *et al.* (2012) e Skumatz (2002). Assim, em 2013 ter-se-á a produção de resíduos na ZI apresentada na tabela III.20.

**Tabela III.20. Projeção da quantidade de resíduos após a introdução do PAYT na ZI de Guimarães.**

Ano 2012	Projeção ano 2013	Implementação PAYT (-15%) em 2013
1 750,60 ton	1 740 ton	<b>1 479 ton</b>

Como o período temporal de previsão é de apenas um ano, não se espera que existam grandes alterações ao número de utilizadores, nem no gasto com as viaturas ou custos indiretos. Neste contexto, apenas irá sofrer alterações a tarifa da RESINORTE, que já se encontra prevista para o período temporal de 2013, e assistir-se-á ao reforço de fiscalização com 4 trabalhadores que ficarão adstritos à implementação do sistema PAYT. Como se verifica da tabela III.21. apesar da quantidade de resíduos ter diminuído em cerca de 300 ton/ano, o aumento do custo com o tratamento de 34,06 € para 35,55 € aumenta o valor global com o tratamento dos resíduos da ZI.

**Tabela III.21. Valor dos custos com o tratamento e destino final após a introdução do PAYT na ZI de Guimarães.**

Quantidade de resíduos	Custo tratamento	Valor TGR do SMGRU	Valor Total líquido
<b>1479 ton</b>	35,55 €/ton	4,52 €/ton	<b>72 803,18 €</b>

O sistema tarifário aplicado aos utilizadores será o preconizado pelo IRAR (2009), de uma tarifa fixa + tarifa variável, sendo que a fixa continuará a ser faturada juntamente com a fatura de água, diferenciando-se apenas a cobrança da tarifa variável que será efetuada através da aquisição dos sacos. Assim, o custo pela faturação/cobrança mantém-se igual no sistema PAYT.

Em seguida é apresentada a tabela III.22., com a projeção dos custos totais do SGRU na ZI, após a implementação do PAYT.

Tabela III.22. Projeção dos custos do SGRU na ZI de Guimarães após a introdução do PAYT.

	Custos	Ano 2012
<b>Custos para o cálculo da tarifa fixa</b>	Recursos humanos	42 563,37 €
	Recursos humanos adstritos à fiscalização	26 258,68 €
	Viaturas	43 921,39 €
	Faturação/cobrança	4 027,60 €
	Custos indiretos	1 965,00 €
<b>Custos para o cálculo da tarifa variável</b>	Tratamento e destino final	72 803,18 €
<b>Total custos diretos+indiretos</b>		<b>191 539,22 €</b>
<b>Custo/ton</b>		<b>129,51 €</b>

Assim, verificando-se que os custos para o cálculo da tarifa fixa aumentaram cerca de 28% após a introdução do PAYT, é necessário calcular a nova tarifa fixa PAYT. Considerando o valor das tarifas fixas para os UD e UND aprovadas no MG para 2013, e considerando a instalação do sistema PAYT na ZI, verifica-se que estas tarifas apenas cobrem os custos do SGRU em 89% nos UND e 82% nos UD, como se verifica na tabela III.23. Assim, o MG deverá continuar a subsidiar o sistema, para que não haja um aumento considerável na tarifa fixa de RU, o que pode prejudicar a adesão e a recepção positiva ao sistema.

Tabela III.23. Tarifa fixa após a introdução do PAYT e valor da receita na ZI de Guimarães.

Tipo utilizadores	N.º	Tarifa fixa 2013	Tarifa fixa PAYT	Valor receita 2013	Valor receita PAYT	% cobertura tarifa. 2013
<b>UND</b>	580	8,05 €	<b>9,00 €</b>	56 028,00 €	<b>62 640,00€</b>	<b>89%</b>
<b>UD</b>	1 650	2,30 €	<b>2,80 €</b>	45 540,00 €	<b>55 440,00 €</b>	<b>82%</b>
<b>Total</b>				<b>101 568,00 €</b>	<b>118 080,00 €</b>	

Para o cálculo da tarifa variável é necessário imputar o custo/saco, assim é necessário transformar o peso dos resíduos numa área volúmica em metros cúbicos, tendo-se utilizado o valor de 180 g/l para a densidade dos resíduos (Gonçalves, 2010). Na tarifa variável os UND e UD serão vistos da mesma forma e terão um custo/saco igual, dado que o valor da tarifa fixa já os diferencia, e consoante a produção de resíduos serão adquiridos mais ou menos sacos. Os utilizadores com maior produção pagarão assim uma tarifa superior. Na tabela III.24., está apresentado o preço calculado do saco por forma a cobrir os custos variáveis do SMGRU.

**Tabela III.24. Preço unitário do saco no sistema PAYT na ZI de Guimarães.**

g/ano/ produção RU	litros/ ano	Custo variável	tipo de saco (l)	Preço unitário
1 479 000 000	8 216 666,67	72 803,18 €	30	0,27 €
1 479 000 000	8 216 666,67	72 803,18 €	50	0,44 €
1 479 000 000	8 216 666,67	72 803,18 €	100	0,89 €

Assim, se se realizar a capitação com a nova produção PAYT ter-se-á uma capitação de resíduos de 0,82 kg/hab.dia. Com os dados anteriormente obtidos verifica-se que o número médio de pessoas por edifício é de 2,99, pelo que por cada utilizador se tem a produção 2,46 kg/dia. Assim, efetuando a conversão do peso para volume dos resíduos obtém-se que por dia cada utilizador produz 13,64 l de resíduos. Estipulando o custo e o número de sacos de 30 l mensais necessários (cerca de 14), a tarifa variável média será de 3,78 €, estes dados apresentam-se na tabela III.25. Comparando com as tarifas atuais em vigor verifica-se como refere Sepúlveda (2012), que uma família média consome 9 m<sup>3</sup> de água e então a tarifa variável será de 0,91 €.

Sendo assim, o valor de aumento da tarifa variável para uma tarifa PAYT será superior na maior parte dos UD em 315%, pelo que haverá à partida uma forte resistência na sua implementação.

**Tabela III.25. Tarifa variável média do PAYT na ZI de Guimarães.**

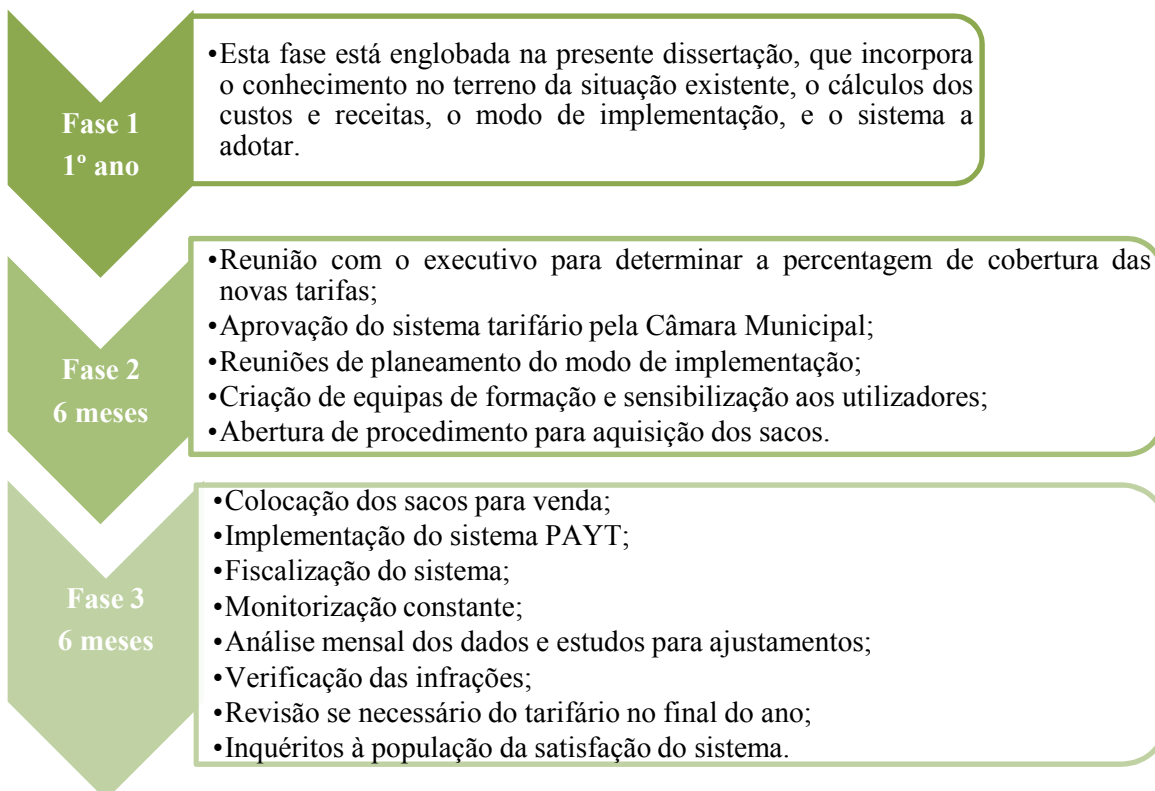
kg/ ano	n.º hab.	kg/ hab.dia	n.pessoas/ edif	kg/ util.dia	l/dia	30 dias	Saco 30 l	tarif. med
1 479 000	4 934	0,82	2,99	2,46	13,64	409,26	14	<b>3,78 €</b>

Como até à data a política do MG foi subsidiar o sistema, a opção mais viável é que continue a fazê-lo, nomeadamente atribuindo um desconto no preço do saco. Após a aceitação dos utilizadores e a monitorização do sistema, pode recorrer-se ao aumento gradual ao longo dos próximos anos.

Por último é necessário descrever as fases do processo de implementação do sistema PAYT.

### III.4.6.2 Fases do processo do sistema PAYT na ZI de Guimarães

Após a análise efetuada a todos os parâmetros do ponto III.4 que durou um ano, é agora necessário estipular as restantes fases do sistema PAYT como se encontra apresentada na figura III.31, estimando-se que o restante processo dure 12 meses até à efetiva implementação.



**Figura III.31. Fases do processo dos sistema PAYT a implementar na ZI de Guimarães.**

Analisou-se o SMGRU em Guimarães com principal incidência no circuito de recolha da ZI, concluindo-se que o método PAYT a adotar será o da tarifa fixa e da variável por volume através do saco pré-comprado, e que as tarifas vão sofrer um aumento substancial de 315% pelo que a sua subida gradual será a chave para o sucesso. Em toda a análise efetuada ao sistema PAYT a implementar foram consideradas as medidas heurísticas abordadas pelos diversos autores citados.

## **IV. CONCLUSÕES**

Esta dissertação resulta de uma exaustiva pesquisa bibliográfica sobre a questão dos RU, dos sistemas tarifários e do tema PAYT em particular, sendo que os conhecimentos obtidos permitiram o estudo da implementação de um sistema PAYT para a ZI de Guimarães. Foram referenciados vários casos de estudo a nível internacional e nacional o que permitiu uma abordagem mais académica deste tema tão atual.

Os municípios estão a sofrer uma reforma de gestão, direcionada para a eficácia e a eficiência dos serviços, de planeamento de novos instrumentos económicos e informáticos que permitam o apuramento dos serviços e a relação com os utilizadores finais.

O futuro de qualquer sector de está direcionado para o princípio do poluidor-pagador, e o que se verifica em Portugal é que, na gestão dos RU, este objetivo ainda está longe de ser concretizado, mormente na cobertura dos custos pelas tarifas ou mesmo na disparidade de tarifários existentes que constitui, aliás, uma das preocupações da ERSAR.

A implementação de sistemas de taxação variável com a produção de resíduos, como o PAYT, constitui um instrumento valioso na otimização da gestão de resíduos através da redução da produção e do aumento da RS. Trata-se de um sistema de faturação transparente, mais justo para o utilizador final, sendo o sistema recomendável numa sociedade onde o futuro é a RS e a minimização dos resíduos enviados para destino final. Neste contexto, o PAYT é um instrumento económico que vem modificar e alterar o sistema de taxação dos resíduos consistindo no sistema, a nível mundial, que se torna mais justo e equitativo para o cidadão e que, de facto, sustenta a pirâmide hierárquica dos resíduos, particularmente ao nível da prevenção e no encaminhamento para valorização. Existem dificuldades na sua implementação, sobretudo em relação ao tempo de planeamento e aos ajustes constantes que o sistema requer até à solução final. Este sistema permite a taxação individual e/ou coletiva dos resíduos, através do volume ou do peso, sendo este último o que oferece melhores desempenhos na redução dos quantitativos de resíduos, mas o que envolve também um maior investimento e também alterações profundas ao sistema.

O sistema PAYT é um instrumento económico, social e ambiental na medida em que os custos do SMGRU devem estar assegurados pelos utilizadores, diminuindo a despesa

pública deste serviço e beneficiando os utilizadores que menos produzem e que mais promovem a reciclagem. Como está diretamente correlacionado com a produção e quantidade geradas, promove ainda a redução de resíduos e a sua separação.

O trabalho desenvolvido ao longo desta dissertação centra-se na área do CHG e na zona envolvente. O CHG é uma zona especial, muito heterógena, com características de um centro histórico, Património Mundial da Humanidade, onde a habitação é unifamiliar e antiga, possuindo vários pisos e arruamentos bastante estreitos. A zona envolvente tem habitações mais recentes, prédios de habitação coletiva e arruamentos de maior dimensão, típicos de um centro de cidade. O circuito de recolha de resíduos na ZI é efetuado pelo circuito n.º 20 no período noturno, sendo o método de deposição e de recolha o do saco perdido, no sistema porta-a-porta.

Pela utilização do SMGRU, os utilizadores pagam uma tarifa fixa correspondente à disponibilidade do serviço, e uma tarifa variável relativa à utilização do serviço, indexada ao consumo de água. Da análise realizada, verifica-se que esta indexação está longe de repercutir no utilizador final os custos efetivos da utilização do serviço, e que o MG continua a subsidiar o sistema em cerca de 45% dos custos a este associados. Na análise à composição física dos resíduos da ZI e de todo o SMGRU, verifica-se que apesar das campanhas de sensibilização, da existência de RS porta-a-porta ou através de ecopontos, há ainda mais de 30% de materiais que estão a ser misturados na RI e que poderiam ser escoados para a RS. Assim, é urgente a tomada de medidas e de incentivos à população para que estes resíduos sejam devidamente separados.

Um estudo desta índole permite analisar objetivamente uma quantidade de parâmetros suscetíveis de conduzirem ao melhoramento do SMGRU e à obtenção dos dados para que, em conjunto com as políticas desenvolvidas pelo município, se possa implementar um sistema PAYT, sem recurso a grandes alterações do sistema já existente, nem pressupondo investimentos significativos. Desta forma, e através de dados quantitativos da recolha de resíduos, e do extenso trabalho de campo efetuado, foi possível conhecer o circuito de recolha da ZI, englobando custos, receitas, quantitativos da produção de resíduos e sua composição, o que possibilitou a concepção de um sistema PAYT baseado no volume dos resíduos. Este sistema de taxação através do volume não é tão preciso como o do peso, mas permite a sua concretização a mais curto prazo, porque tem custos reduzidos de instalação,

dado que não é necessário adquirir *software* e *hardware* suplementares nem efetuar alterações ao SMGRU, facilitando a sua utilização por parte do utilizador, uma vez que este já conhece as regras.

Dentro dos vários sistemas de taxação através do volume, foi determinado como o mais adequado para a ZI o do saco pré-comprado, dado que é o sistema de deposição habitual dos utilizadores e devido às características habitacionais da ZI, sem espaços exteriores e com edifícios sem elevador, o que dificulta o armazenamento e o transporte de contentores. Este serviço tem a vantagem de ser pré-pago, significando que o MG vai arrecadando receita, o que permite a monitorização da tarifa implementada/saco, e detém uma eficácia de redução de resíduos na RI até 32%, como já foi referido. É um sistema que limita os horários de deposição na via pública, o que constitui uma desvantagem, mas dadas as características desta zona acaba por ser uma vantagem, porque disciplina o horário de deposição, não permanecendo os resíduos na via pública por muito tempo.

O cálculo do preço da nova tarifa PAYT teve em conta os dados quantitativos trabalhados no horizonte temporal de um ano. Dado ser necessário que o sistema seja constantemente monitorizado e ajustado, estão previstos três anos para a sua estabilização, não sendo assim necessário um estudo mais alargado temporalmente. Da quantidade atual de resíduos recolhidos, prevê-se que em 2013 haja uma ligeira redução na produção, tendo em conta o histórico existente e prevê-se, conforme verificado nos casos de estudo abordados, uma redução de 15% na quantidade de resíduos no primeiro ano de implementação do PAYT. Assim, a capacidade de sacos que se encontrará à venda no MG será de 30, 50 e 100 l, tendo em conta que cada utilizador produz em média cerca de 14 l/dia, sendo os sacos de 100 l mais vocacionados para os UND. O preço será de 0,27 €, 0,44 € e 0,89 € respetivamente, o que leva a um aumento em relação à tarifa indexada ao consumo de água de 315 %, devido à subsidiação até agora do serviço pelo MG.

O tarifário será assim composto por uma tarifa variável PAYT e uma tarifa fixa, que suporta os custos da disponibilidade do serviço, que continuará a ser cobrado juntamente com a fatura da água e que, de acordo com os cálculos efetuados com base nos novos custos PAYT, será de 9,00 € para os UND e de 2,80 € para os UD. O tarifário PAYT irá aumentar consideravelmente os custos para o utilizador como se verificou, apesar de se considerar mais justo e equitativo. Sugere-se assim que a sua execução seja gradual para

que não ocorra uma total rejeição à sua implementação e para que haja um real entendimento de que esta tarifa é mais benéfica e justa, conseguindo-se desta forma uma diminuição progressiva da subsídição do MG.

A RS terá que ser eficaz e reforçada, dado que com a concretização do PAYT, irão aumentar as quantidades recolhidas seletivamente, e deverão ser efetuadas triagens consecutivas no circuito, de forma a perceber que o utilizador incorporou o mecanismo do novo tarifário e que está a aumentar a separação destes materiais.

O presente estudo tinha como objetivo inicial o cálculo do SMGRU atual, e perspetivar um tarifário PAYT sustentável para a ZI que foi alcançado. Conclui-se que a primeira fase do processo foi concretizada com sucesso. Uma das maiores dificuldades na sua realização consistiu na análise e tratamento dos dados, nomeadamente dos custos, bem como no exaustivo trabalho de campo realizado.

Prevê-se que com o sistema PAYT se reduzam os custos do SMGRU ao longo do tempo, como aliás aconteceu em todos os casos de estudo anteriormente referidos.

O trabalho sai reforçado pela componente eminentemente prática e a atualidade do tema, com resultados atuais, e com a perspetiva de concretização real, uma vez que este será o estudo que suportará a tomada de decisão do sistema PAYT a adotar no MG.

Por último o sistema PAYT, será um instrumento que irá permitir atingir os objetivos do PERSU II, das políticas ambientais atuais perspetivadas, e da estabilidade orçamental do SMGRU. Aliás, como se verifica com a recente Resolução da Assembleia da República 8/2013, de 31 de janeiro, que recomenda ao Governo a necessidade de aplicar o tarifário de gestão de resíduos através dos sistema PAYT, como estímulo à prevenção, à redução de resíduos, ao aumento da reciclagem e à diminuição de custos.

### **IV.1. Obstáculos a ultrapassar na implementação do PAYT**

É de esperar uma forte resistência à mudança por parte dos utilizadores. Será necessário o envolvimento político e técnico para que o sistema possa efetivamente avançar. O aumento da tarifa fixa e variável poderá constituir o principal obstáculo ao sucesso do sistema, pelo que o mesmo deverá ser implementado gradualmente. O desconhecimento da matéria e das vantagens associadas poderá produzir renitência significativa nos utilizadores. Para que

esta última se possa prevenir e evitar, devem ser constantes as campanhas de informação e sensibilização no terreno.

Um dos maiores problemas consistirá nas deposições ilegais, que não podem ser negligenciadas, e onde deve haver uma atuação desde o início, para que o utilizador tenha confiança no funcionamento da fiscalização. Como se trata de uma deposição por saco pré-comprado, outro problema que certamente se pode antecipar será a mistura com outro tipo de sacos, pelo que, e mais uma vez, a fiscalização e consequente aplicação de coimas são as únicas ferramentas a considerar nesta matéria.

O tempo de implementação também poderá ser um obstáculo, mas deverá haver consciencialização política e técnica de que todas as fases requerem tempo de maturação e de informação, e que só assim se poderá obter bons resultados no futuro.

### **IV.2. Perspetivas de desenvolvimento futuro**

Este trabalho consistiu na primeira fase do processo de implementação do sistema PAYT em Guimarães, sendo agora possível avançar este estudo na ZI, como projeto-piloto, e daí tirar as ilações necessárias à monitorização total do sistema, sendo alargada a área de intervenção a todo o concelho nos próximos anos, bem como desenvolver estudos contabilísticos por circuito, que permitam monitorizar constantemente todo o sistema e servir de ferramenta para a otimização do sistema de recolha de resíduos. Este estudo poderá servir para apoiar outros estudos futuros de desenvolvimento do PAYT no concelho de Guimarães, bem como contribuir para a implementação de outros projetos desta área, ainda tão incipiente em Portugal.

## V. BIBLIOGRAFIA

### VI.1. Referências bibliográficas

APA (2008). *Dossier de prevenção (redução) de Resíduos*. Amadora, Agência Portuguesa de Ambiente. [Em linha]. Disponível em <http://netresiduos.trace.pt/resources/docs/dossiers%20temáticos%20sobre%20resíduos/prevenção/dossier%20temático%20prevenção%20-%20agência%20portuguesa%20do%20ambiente%20-%20guia%20de%20recursos.pdf>. [Consultado em 07/11/2012].

APA (2011). *Resíduos Urbanos em 2010*. Lisboa, Agência Portuguesa de Ambiente. [Em linha]. Disponível em [http://netresiduos.com/resources/docs/estudos\\_pareceres/relatorioru\\_2010.pdf](http://netresiduos.com/resources/docs/estudos_pareceres/relatorioru_2010.pdf). [Consultado em 02/12/2012].

Arebey, M., Hannan, M. e Basri, H. (2010). RFID and Integrated Technologies for Solid Waste Bin Monitoring System. *World Congress on Engineering*, 1, pp. 29-33. [Em linha]. Disponível em [http://www.iaeng.org/publication/WCE2010/WCE2010\\_pp29-33.pdf](http://www.iaeng.org/publication/WCE2010/WCE2010_pp29-33.pdf). [Consultado em 17/01/2012].

Batllell, M. e Hanf, K. (2008b). The fairness of PAYT systems: Some guidelines for decision-makers. *Waste Management*, 28 (12), pp. 2793-2800.

Bilitewski, B. (2008a). Pay as you throw: a tool for urban waste management. *Waste Management*, 28 (12), pp. 2759.

Bilitewski, B. (2008b). From traditional to modern fee systems. *Waste Management*, 28 (12), pp. 2760-2766.

Bilitewski, B., Härdtle, G. e Marek, K. (1994). *Waste Management*. Berlin, Springer.

Bilitewski, B., Werner, P. e Reichenbach, J. (2004). *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. [Em linha]. Disponível em [http://web.tu-dresden.de/intecuspayt/files/literature\\_review.pdf](http://web.tu-dresden.de/intecuspayt/files/literature_review.pdf).

[Consultado em 08/11/2012].

Bovea, M., Forés, V., Gallardo, A. e Mendoza, C. (2010). Environmental assessment of alternative municipal solid waste management. *Waste Management*, 30 (11), pp. 2383-2395.

Bózec, A. (2004). *Evaluation économique de la redevance incitative au tri des déchets: étude dans deux collectivités françaises*. Droits de Propriete, economie et environnement. [Em linha]. Disponível em [http://grand-dole.dechets.pagesperso-orange.fr/reom/2004-06-23Le%20Bozec\\_Aix.PDF](http://grand-dole.dechets.pagesperso-orange.fr/reom/2004-06-23Le%20Bozec_Aix.PDF). [Consultado em 02/12/2012].

Bózec, A. (2008). The implementation of PAYT system under the condition of financial balance in France. *Waste Management*, 28 (09), pp. 2786-2792.

Byung-In, K., Seongbae, K. e Surya, S. (2011). Waste collection vehicle routing problem with time windows. *Computers & Operations Research*, 33 (12), pp. 3624-3642.

Canterbury, J. (1994). *Pay-as-you-throw – lessons learned about unit pricing of municipal solid waste*. U.S., EPA Office Solid waste. [Em linha]. Disponível em <http://www.epa.gov/osw/conservation/tools/payt/pdf/payasyou.pdf>. [Consultado em 05/12/2012].

Canterbury, J. e Gordon, H. (1999). *Rate Structure Design Setting Rates for a Pay-As-You-Throw Program*. U.S., EPA Office of Solid Waste. [Em linha]. Disponível em <http://www.epa.gov/osw/conservation/tools/payt/pdf/rsdhandbook.pdf>. [Consultado em 05/12/2012].

Canterbury, J. e Newill, R. (2003). The pay-as-you-throw payoff. *American City County*. [Em linha]. Disponível em [http://americancityandcounty.com/mag/government\\_payasyouthrow\\_payoff](http://americancityandcounty.com/mag/government_payasyouthrow_payoff). [Consultado em 01/12/2012].

Careto, H. (2009). *A Política Ambiental na fiscalidade sobre Resíduos*. Congresso: Semana Europeia de Prevenção de Resíduos, Lipor. [Em linha]. Disponível em [http://www.maiambiente.pt/documentos/1.1\\_GEOTA\\_HelderCareto.pdf](http://www.maiambiente.pt/documentos/1.1_GEOTA_HelderCareto.pdf). [Consultado em 01/10/2012].

Carroll Countytimes (2013). *Cash for trash: Different areas see success with pay-as-you-throw collection programs*. [Em linha]. Disponível em [http://www.carrollcountytimes.com/news/local/cash-for-trash-different-areas-see-success-with-pay-as/article\\_4f25a28d-770f-514f-9ee7-47dfd5dd6fed.html](http://www.carrollcountytimes.com/news/local/cash-for-trash-different-areas-see-success-with-pay-as/article_4f25a28d-770f-514f-9ee7-47dfd5dd6fed.html). [Consultado em 10/01/2013].

Censos (2011). Quadro 1.01 população residente, presente, famílias, alojamento e edifícios. Instituto Nacional de Estatística – INE. [Em linha]. Disponível em [http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos\\_quadros](http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos_quadros). [Consultado em 24/01/2013].

CESUR (2004). *Sistemas Tarifários de Resíduos Sólidos Urbanos em Portugal*. Lisboa, Centro de Sistemas Urbanos e Regionais do Instituto Superior Técnico.

CMG (2009). *Plano Municipal de Emergência de Guimarães*. Guimarães, Câmara Municipal de Guimarães. [Em linha]. Disponível em [http://www.cm-guimaraes.pt/PageGen.aspx?WMCM\\_PaginaId=7314](http://www.cm-guimaraes.pt/PageGen.aspx?WMCM_PaginaId=7314). [Consultado em 24/11/2012].

CMG A21 (2004). *Agenda 21 Local de Guimarães*. Guimarães, Câmara Municipal de Guimarães. [Em linha]. Disponível em <http://www.cm-guimaraes.pt/files/1/documentos/478121.pdf>. [Consultado em 24/01/2013].

Coleman, T., Masoni, P., Dryer, A. e McDougall, F. (2003). International Expert Group on Life Cycle Assessment for Integrated Waste Management. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 8 (3), pp.175-178.

Compta (2011). Manual técnico GRSU V3.0.

Cunha, A. e Rodrigues C. (2011) *Apuramento de custos e proveitos dos serviços de águas e resíduos*. Lisboa, Entidade Reguladora de Serviço de Águas e Resíduos. [Em linha]. Disponível em <http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?BookID=2524&SubFolderPath=%5cRoot%5cContents%5cSítio%5cMenuPrincipal%5cDocumentacao%5cPublicacoesexternas&GenericContentId=0&Section=MenuPrincipal&FolderPath=%5cRoot%5cContents%5cSítio%5cMenuPrincipal%5cDocumentacao>. [Consultado em 10/09/2012].

Dinis, R. (2010). Estudo de Implementação do Princípio Poluidor-Pagador no Concelho da Maia. Tese de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. [Em linha]. Disponível em <http://hdl.handle.net/10216/61697>. [Consultado em 10/09/2012].

Duarte, L. (2012). *Sistemas PAYT ainda não saíram do papel*. [Em linha]. Disponível em <http://www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=12429>. [Consultado em 01/01/2013].

Dunne, L., Convery, F. e Gallagher L. (2008). An investigation into waste charges in Ireland, with emphasis on public acceptability. *Waste Management*, 28 (9), pp. 2826-2834.

Emmanuel, C., Gallo, D. e Christensen, T. (2011). Environmental evaluation of municipal waste prevention. *Waste Management*, 31 (12), pp. 2371-2379.

ERSAR (2010a). Recomendação n.º 01 – Conteúdo das faturas dos serviços de abastecimento de água para consumo humano, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos prestados aos utilizadores finais, Lisboa, Entidade Reguladora do Serviço de Águas e Resíduos. [Em linha]. Disponível em <http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?SubFolderPath=%5cRoot%5cContents%5cSítio%5cMenuPrincipal%5cDocumentacao%5cPublicacoesexternas&Section=MenuPrincipal&FolderPath=%5cRoot%5cContents%5cSítio%5cMenuPrincipal%5cDocumentacao&GenericContentId=0&BookID=2351>. [Consultado em 22/12/2012].

ERSAR (2010b). Recomendação n.º 02 – Critérios de cálculo para a formação de tarifários aplicáveis aos utilizadores finais dos serviços públicos de abastecimento de água para consumo humano, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos, Lisboa, Entidade Reguladora do Serviço de Águas e Resíduos. [Em linha]. Disponível em <http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?BookID=2515&SubFolderPath=%5cRoot%5cContents%5cSítio%5cMenuPrincipal%5cDocumentacao%5cPublicacoesexternas&GenericContentId=0&Section=MenuPrincipal&FolderPath=%5cRoot%5cContents%5cSítio%5cMenuPrincipal%5cDocumentacao>. [Consultado em 22/12/2012].

ERSAR (2011). Encargos dos utilizadores finais domésticos com os serviços públicos de águas e resíduos, Lisboa, Entidade Reguladora do Serviço de Águas e Resíduos. [Em

linha]. Disponível em <http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?SubFolderPath=%5cRoot%5cContents%5cSítio%5cMenuPrincipal%5cDocumentacao%5cOutrosdocumentosIRAR&Section=MenuPrincipal&FolderPath=%5cRoot%5cContents%5cSítio%5cMenuPrincipal%5cDocumentacao&BookTypeID=19&BookCategoryID=4>. [Consultado em 22/12/2012].

Faccio, M., Persona, A. e Zanin, G. (2011). Waste collection multi-objective model with real time traceability data. *Waste Management*, 31 (12), pp. 2391-2405.

Figueiredo, M. (2005). *Plano Piloto de luta contra incêndios e segurança*. Guimarães. Gabinete Técnico Local, Câmara Municipal de Guimarães.

Gonçalves, B. (2010). Aplicação do Sistema Pay-As-You-Throw no Município de Lagoa. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve. [Em linha]. Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.1/475>. [Consultado em 17/09/2012].

Guerrero, L., Maas, G. e Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 33 (1), pp. 220-232.

Guimarães, B., Simões, P. e Marques, R. (2010) Does performance evaluation help public managers? A Balanced Scorecard approach in urban waste services. *Journal of Environmental Management*, 91 (12), pp. 2632-2638.

Habil, B. (2008). Pay-as-you-throw – A tool for urban waste management. *Waste Management*, 1 (10), pp. 2433-2438.

IRAR (2009). Recomendação n.º 01 - Recomendação Tarifária, Lisboa, Instituto Regulador de Águas e Resíduos. [Em linha]. Disponível em <http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?SubFolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSítio%5CMenuPrincipal%5CDocumentacao%5COutrosdocumentosIRAR&Section=MenuPrincipal&FolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSítio%5CMenuPrincipal%5CDocumentacao&BookTypeID=5&BookCategoryID=2>. [Consultado em 08/10/2012].

Jan, S. e Jan, P. (2013). Do the variable charges really increase the effectiveness and economy of waste management? A case study of the Czech Republic. *Resources, Conservation and Recycling*, 70 (1), pp. 68-77.

Johansson, M. (2006). The effect of dynamic scheduling and routing in a solid waste management system. *Waste Management*, 26 (8), pp. 875-885.

Junior, W. (2005). Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos da cidade de Bela-Vista. [Em linha]. Disponível em <http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/CARACTERIZA%C3%87%C3%83O%20F%C3%8DSICA%20DOS%20RES%C3%8DDUOS%20S%C3%93LIDOS%20DOM%C3%89STICOS%20DA%20C%E2%80%A6.pdf>. [Consultado em 24/01/2013].

Juyoung, W., Byung-In, K. e Seongbae, K. (2013). The rollon–rolloff waste collection vehicle routing problem with time windows. *European Journal of Operational Research*, 224 (1), pp. 466–476.

Karagiannidis, A. Moussiopoulos, N. e Xirogiannopoulou, A. (2005). Studying the applicability of variable rate pricing in solid waste management in Greece. *International Journal of Environment and Pollution*, 23 (2), pp. 189-204.

Karagiannidis, A., Xirogiannopoulou, A. e Tchoubanoglous, G. (2008). 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*, 28 (9), pp. 2801-2808.

Levy, J. (2004). *Panorama Nacional e a Política dos 3R (Logística Inversa)*. Recursos, Resíduos e Reciclagem. Seminário Instituto Superior Técnico, 25 de Outubro. [Em linha]. Disponível em [http://seminarios.ist.utl.pt/05-06/des/material/res\\_rec\\_jlevy.ppt](http://seminarios.ist.utl.pt/05-06/des/material/res_rec_jlevy.ppt). [Consultado em 08/12/2012].

Levy, J. e Cabeças, A. (2006). *Resíduos Sólidos Urbanos. Princípios e Processos*. Lisboa, Associação de Empresas Portuguesas para o Sector do Ambiente.

Levy, J. e Pinela, A. (2008). *Os sistemas tarifários de resíduos sólidos urbanos em Portugal*. Centro de Sistemas Urbanos e Regionais. [Em linha]. Disponível em [http://www.ecoservicos.pt/index\\_htm\\_files/2005%20-%20DEZ%20-%20Sist%20Tarif%20RSU%20Portugal%20-%20II%20Cong%20Ib%20Ater-Mal.pdf](http://www.ecoservicos.pt/index_htm_files/2005%20-%20DEZ%20-%20Sist%20Tarif%20RSU%20Portugal%20-%20II%20Cong%20Ib%20Ater-Mal.pdf). [Consultado em 08/12/2012].

Lobo, F. (2009). *Sistemas tarifários e tarifas*. Workshop – Fórum da Maia – 26 de novembro. [Em linha]. Disponível em [http://www.maiambiente.pt/documentos/1.2\\_ERSAR\\_FilomenaLobo.pdf](http://www.maiambiente.pt/documentos/1.2_ERSAR_FilomenaLobo.pdf). [Consultado em 08/12/2012].

Lopes, M. (2010). Contribuição para um modelo de gestão sustentável de resíduos urbanos a nível municipal. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro. [Em linha]. Disponível em <http://hdl.handle.net/10773/613>. [Consultado em 10/09/2012].

Marta, B. e Hanf, K. (2008). The fairness of PAYT systems: some guidelines for decision makers. *Waste Management*, 28 (12), pp. 2793-2800.

Martinho, M. e Gonçalves, M. (2000). *Gestão de Resíduos*. Universidade. 1ª Edição, Lisboa. Universidade Aberta.

Nuortio, T., Kytöjoki, J, Niska, H. e Bräysy, O. (2006). Improved route planning and scheduling of waste collection and transport. *Expert Systems with Applications*, 20 (09), pp. 223-232.

Ong, L., Goh, N., Poh, L. e Lim, C. (1990). A computerized vehicle routing system for refuse collection. *Advances in Engineering Software*, 12 (2), pp. 54-58.

Piedade, M. e Aguiar, P. (2010). *Opções de Gestão de Resíduos Urbanos*. Lisboa, Entidade Reguladora do Serviço de Águas e Resíduos.

Pietersma, M. (2009). *Fornecemos mobilidade – sistema DIFTAR*. Fórum da Maia – 26 de novembro. [Em linha]. Disponível em [http://www.maiambiente.pt/documentos/3.2\\_IVU\\_MarriellePietersma.pdf](http://www.maiambiente.pt/documentos/3.2_IVU_MarriellePietersma.pdf). [Consultado em 08/12/2012].

Piirimäe, K. e Voronova, V. (2011). *The Development of Pay-As-You-Throw Systems in Hellas, Estonia and Cyprus*. EU-LIFE+ Environment Policy and Governance HEC-PAYT. [Em linha]. Disponível em <http://www.payt.gr/images/stories/pdf/Estonian%20study%20PAYT.pdf>. [Consultado em 17/09/2012].

Pires, A., Martinho, G. e Chang, N. (2011). Solid waste management in European Countries: A review of systems analysis techniques. *Waste Management*, 92 (11), pp. 1033-1050.

PNGR (2011). *Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020*. Lisboa, Instituto Superior Técnico e APA, Portugal. [Em linha]. Disponível em [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/Politiclas/Residuos/Planeamento/Projeto\\_PNGR\\_2011\\_2020.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/Politiclas/Residuos/Planeamento/Projeto_PNGR_2011_2020.pdf). [Consultado em 10/09/2012].

Puig-Ventosa, I. (2008). Charging systems and PAYT experiences for waste management in Spain. *Waste Management*, 28 (12), pp. 2767-2771.

Puig-Ventosa, I., Forn, M. e Vivanco, D. (2011). Pay-as-you-throw in Spain. *Environmental Management – Waste 360°* (7). [Em linha]. Disponível em <http://waste360.com/pay-you-throw-payt/pay-you-throw-spain>. [Consultado em 10/12/2012].

RASARP (2010). *Relatório anual do setor de águas e resíduos em Portugal Caracterização Geral do Sector*. Lisboa, Entidade Reguladora do Serviço de Águas e Resíduos, volume 1. [Em linha]. Disponível em <http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?FolderPath=&SubFolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSitio%5CMenuPrincipal%5CDocumentacao%5CPublicacoesIRAR&BookCategoryID=1&BookTypeID=3&Section=>. [Consultado em 13/12/2012].

Reichenbach, J. (2008). Status and prospects of pay-as-you-throw in Europe – A review of pilot research and implementation studies. *Waste Management*, 28 (12), pp. 2809-2814.

Sakai, S., Ikematsu, T., Hirai, Y. e Yoshida, H. (2008). Unit-charging programs for municipal solid waste in Japan. *Waste Management*, 28 (12), pp. 2815-2825.

Santana, P. (2009). *Pay-as-you-Throw*. Fórum da Maia – 26 de novembro. [Em linha]. Disponível em [http://www.maiambiente.pt/documentos/2.1\\_APA\\_PaulaSantana.pdf](http://www.maiambiente.pt/documentos/2.1_APA_PaulaSantana.pdf). [Consultado em 08/12/2012].

Santos, F. (2010). Implementação de Taxa de Resíduos Individual em Portugal - Caso de Óbidos. *Território e Ambiente Urbano*, (3), pp. 1-6. [Em linha]. Disponível em

[http://www.allevo.pt/wp-content/uploads/2011/05/Artigo\\_PAYT\\_16.02.2010.pdf](http://www.allevo.pt/wp-content/uploads/2011/05/Artigo_PAYT_16.02.2010.pdf).

[Consultado em 13/12/2012].

Santos, P. (2005). Tarifários municipais de resíduos em função da quantidade produzida. Análise da viabilidade de adoção na área metropolitana do Porto. Dissertação para obtenção de grau de Mestre pela Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Santos, P. (2009). *A aplicação de tarifários progressivos*. Fórum da Maia – 26 de novembro. [Em linha]. Disponível em [http://www.maiambiente.pt/documentos/2.2\\_APEA\\_PedroSantos.pdf](http://www.maiambiente.pt/documentos/2.2_APEA_PedroSantos.pdf). [Consultado em 08/12/2012].

Sepúlveda, D. (2004). Gestão dos circuitos de recolha de RSU no concelho de Guimarães. Monografia de licenciatura. Universidade Fernando Pessoa. [Em linha]. Disponível em <http://hdl.handle.net/10284/1587>. [Consultado em 10/09/2012].

Sepúlveda, D. (2012). *Cálculo dos custos do SMGRU desde 2009*. Guimarães, Câmara Municipal de Guimarães. [Em linha]. Disponível em [http://www.cm-guimaraes.pt/PageGen.aspx?WMCM\\_PaginaId=6116](http://www.cm-guimaraes.pt/PageGen.aspx?WMCM_PaginaId=6116). [Consultado em 10/08/2012].

Shindler, H., Schmalbein, N., Steltenkamp, V., Cave, J., Wens, B. e Anhalt, A. (2012). *SMART TRASH: Study on RFID tags and the recycling industry*. RAND Europe, Institut für Aufbereitung und Recycling RWTH Aachen University. [Em linha]. Disponível em [http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/technical\\_reports/2012/RAND\\_TR1283.pdf](http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/technical_reports/2012/RAND_TR1283.pdf). [Consultado em 17/09/2012].

Simões, P. (2007). Eficiência dos Serviços de Resíduos Sólidos em Portugal. Tese de Mestrado. Instituto Superior Técnico. [Em linha]. Disponível em <https://fenix.ist.utl.pt/dissertacoes/44214>. [Consultado em 10/09/2012].

Silva, L., Roza, B. e Rathmann, R. (2012). Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade do Porto (Portugal): um exemplo de prática sustentável? *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 6 (2). [Em linha]. Disponível em <http://www.revistargsa.org/rgsa/article/view/60-78>. [Consultado em 12/01/2013].

Skumatz, L. (2002). *Variable rate or pay-as-you-throw waste management*. Los Angeles, Reason.

Skumatz, L. (2008a). *Model Pay-as-you-throw/variable rates and legislation*. Los Angeles, Skumatz Economic Research Associates. [Em linha]. Disponível em [http://www.paytwest.org/pdf-files/paytlegislationSERA\\_012908.pdf](http://www.paytwest.org/pdf-files/paytlegislationSERA_012908.pdf). [Consultado em 12/10/2012].

Skumatz, L. (2008b). Pay as you throw in the US: Implementation, impacts, and experience. *Waste management*, 28 (12), pp. 2778-2785.

Slavik, J. e Pavel, J. (2013). Do the variable charges really increase the effectiveness and economy of waste management. A case study of the Czech Republic. *Resources, Conservation and Recycling*, 70 (1), pp. 68-77.

Soares, M. (2013). *Maia testa sistema em que municípios só pagam o lixo que produzem*. [Em linha]. Disponível em <http://www.publico.pt/local/noticia/maia-testa-sistema-em-que-moradores-so-pagam-o-lixo-que-produzem-1580104>. [Consultado em 13/01/2013].

Tchobanoglous, G., Nemerow, L., Agardi, J., Sullivan, P. e Salvato, J. (2009). *Environmental Engineering – Environmental Health and Safety*. New Jersey, John Wiley & Sons Inc.

The H.H.H. Incorporated Home Page - Servicing the waste 2012. [Em linha]. Disponível em <http://www.hhhincorporated.com/about-pay-as-you-throw.html>. [Consultado em 10/01/2013].

The Island free press Home Page - Why Pay as You Throw is fair for all and will work on Ocracoke (2009). [Em linha]. Disponível em <http://islandfreepress.org/2009Archives/04.23.2009-GuestColumnsTalkingTrashOnOcracoke.html>. [Consultado em 08/01/2013].

The Municipality of Anchorage Home Page (2012). Automated Curbside Collection Service and Rate Information. [Em linha]. Disponível em <http://www.muni.org/Departments/SWS/curbside/Pages/serviceinfo.aspx>. [Consultado em 08/01/2013].

The Quercus Home Page (2013). *Sistema Pay-as-You-Throw: taxar o lixo em função da produção favorece quem recicla*. [Em linha]. Disponível em <http://www.quercus.pt/comunicados/2013/janeiro/1004-sistema-pay-as-you-throw-taxar-o-lixo-em-funcao-da-producao-favorece-quem-recicla>. [Consultado em 13/01/2013].

UNESCO – Organização para as Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. (2005)- Património Mundial em Portugal – Guimarães 2001. [Em linha]. Disponível em [http://www.unesco.pt/pdfs/docs/patm\\_pt.doc](http://www.unesco.pt/pdfs/docs/patm_pt.doc). [Consultado em 15/10/2012].

Vilão, R., Venâncio, C., Gervásio, I., Silva, J., Liberal, P. e Ribeiro, R. (2012). REA - Relatório do Estado do Ambiente. [Em linha]. Disponível em <http://sniamb.apambiente.pt/docs/REA/rea2012.pdf>. [Consultado em 13/12/2012].

Wolff, P. (2012). Avantgarde Linie: Galerie Container-Boxen. [Em linha]. Disponível em <http://www.paulwolff.de/containerboxen/avantgarde-linie/galerie/>. [Consultado em 12/12/2012].

Wyld, D. 2010. Taking out the Trash (And the Recyclables): RFID and the Handling of Municipal Solid Waste. *International Journal Of Software Engineering & Applications* 1 (1). Em linha]. Disponível em <http://airccse.org/journal/ijsea/papers/0101e1.pdf>. [Consultado em 17/01/2012].

Zaman, A. e Lehmann, S. (2011). Urban growth and waste management optimization towards “zero waste city”. *City, Culture and Society*, 2 (12), pp. 177-187.

### VI.2. Legislação

Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto. Estabelece o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro, as características técnicas e os requisitos a observar na concepção, licenciamento, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 1999/31/CE do Conselho, de 26 de abril, relativa à deposição de resíduos em aterros, alterada pelo Regulamento (CE) n.º 1882/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de setembro, aplica a Decisão n.º 2003/33/CE, de 19 de dezembro de 2002, e revoga o Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de maio. [Em linha]. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2009/08/15300/0517005198.pdf>. [Consultado em 10/10/2012].

Decreto-lei n.º 194/2009, de 20 de agosto. Estabelece o regime jurídico dos serviços municipais de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais e de gestão de resíduos urbanos. [Em linha]. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2009/08/16100/0541805435.pdf>. [Consultado em 10/09/2012].

Decreto-lei n.º 73/2011, de 17 de junho. Procede à terceira alteração ao Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, transpõe a Diretiva n.º 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro, relativa aos resíduos, e procede à alteração de diversos regimes jurídicos na área dos resíduos. [Em linha]. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2011/06/11600/0325103300.pdf>. [Consultado em 10/09/2012].

Diretiva 1999/31/CE do Conselho, de 26 de abril de 1999. Relativa à deposição de resíduos em aterros. [Em linha]. Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:182:0001:0019:PT:PDF>. [Consultado em 10/10/2012].

Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, de 19 de novembro. Estabelece medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, prevenindo ou reduzindo os impactos adversos decorrentes da geração e gestão de resíduos. [Em linha]. Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:pt:PDF>. [Consultado em 10/09/2012].

Lei n.º 11/87, de 7 de abril. Aprova a Lei de Bases do Ambiente. [Em linha]. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/1987/04/08100/13861397.pdf>. [Consultado em 10/09/2012].

Lei n.º 2/2007, de 15 de janeiro. Aprova a Lei das Finanças Locais. [Em linha]. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2007/01/01000/03200335.pdf>. [Consultado em 10/09/2012].

Portaria n.º 209/2004, de 3 de março. Aprova a lista europeia de resíduos (LER). [Em linha]. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2004/03/053B00/11881206.pdf>. [Consultado em 10/09/2012].

Portaria n.º 187/2007, de 12 de fevereiro. Aprova o PERSU II - Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos II (2007-2016). [Em linha]. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2007/02/03000/10451118.pdf>. [Consultado em 08/12/2012].

Portaria n.º 851/2009, de 7 de agosto. Aprova as normas técnicas relativas à caracterização de resíduos urbanos. [Em linha]. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2009/08/15200/0514305146.pdf>. [Consultado em 10/12/2012].

Regulamento n.º 496/2012, de 10 de dezembro de 2012. Regulamento do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos do Município de Guimarães. [Em linha]. Disponível em <http://dre.pt/pdf2sdip/2012/12/238000000/3934739362.pdf>. [Consultado em 05/01/2013].

Resolução da Assembleia da República, 8/2013, de 31 de janeiro de 2013. Recomenda a aplicação do sistema tarifário de resíduos baseado no instrumento económico *pay as you throw* (PAYT), tal como sugestão da Comissão Europeia no recente estudo sobre prevenção e reciclagem de resíduos. [Em linha]. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2013/01/02200/0061300613.pdf>. [Consultado em 07/02/2013].

*Texto escrito conforme o novo Acordo Ortográfico*