



**INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO**

Maria Isabel Vilaça Machado

Avaliação Técnica e Económica de Soluções de Recolha Seletiva de Resíduos
Orgânicos:

Caso de estudo no Município de Barcelos

Nome do Curso de Mestrado

Mestrado Engenharia Civil e do Ambiente

Área de Ambiente

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Mário Augusto Tavares Russo

Julho de 2018

Membros do Júri Nomeados

Presidente: Professor Doutor Pedro Delgado

Vogais: Professor Doutor Mário Tomé
Professor Doutor Mário Russo

Agradecimentos

Pela força e pela ajuda de várias pessoas que contribuíram para o êxito deste trabalho agradeço, em particular:

Aos meus familiares, especialmente ao marido e aos meus filhos pelo apoio incondicional e pelos sacrifícios suportados, durante esta nova fase da nossa vida.

Ao Sr. Presidente da Câmara Municipal de Barcelos, Miguel Costa Gomes, pela oportunidade, interesse e confiança demonstrada, para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador de mestrado, Professor Doutor Mário Russo pelos conselhos, sugestões, esclarecimentos dados e disponibilidade demonstrada.

A todos os meus colegas e amigos que me ajudaram na elaboração dos inquéritos porta-a-porta, pois sem eles seria uma tarefa muito difícil.

A todos os colegas do serviço que estiveram envolvidos no projeto, nomeadamente os operacionais que permitiram toda a logística da caracterização dos resíduos e realização do inquérito à população.

Resumo

O objetivo do presente trabalho consiste em avaliar a implementação do serviço de recolha seletiva de resíduos orgânicos (RO) e a consequente viabilidade técnica, económica e ambiental para o Município de Barcelos, através do estudo da implementação de duas diferentes metodologias de recolha de RO, utilizando duas áreas piloto do município. Numa das áreas foi aplicada a metodologia de recolha porta-a-porta e na outra área piloto aplicado o sistema de recolha em ecoponto de proximidade.

O trabalho envolveu duas componentes, uma teórica relativa ao levantamento e estudo de casos semelhantes em vários países europeus, e uma componente prática com a realização de inquéritos à população nas duas áreas piloto, a caracterização e quantificação dos resíduos depositados nas duas áreas piloto e quantificação física e financeira dos meios necessários à concretização dos objetivos do projeto-piloto para os dois casos de estudo, plasmados nos resultados apresentados.

Através do cruzamento de dados dos resultados obtidos nos dois casos de estudo e os custos registados na contabilidade analítica do Município de Barcelos, foi possível calcular e comparar os custos e os benefícios, por tonelada da recolha de resíduos orgânicos, com o custo por tonelada da recolha de resíduos indiferenciados, através do sistema tradicional de deposição em contentores.

Pode-se concluir que a introdução de circuitos de recolha de resíduos orgânicos, aumenta o custo da recolha por tonelada, sobretudo nos primeiros anos de implementação do serviço, dada a necessidade de amortização do investimento em equipamentos. Conclui-se ainda que, apesar dos sistemas de deposição com controlo de acesso exigirem maior investimento do que os sistemas tradicionais, apresentam, no entanto, outras vantagens como potenciar o aumento do aproveitamento dos materiais recicláveis, devido à melhor separação dos diferentes materiais e ainda os ganhos financeiros. Sob o ponto de vista ambiental também existem melhorias evidentes, pois os RO recolhidos seletivamente permitem produzir um composto de melhor qualidade para a aplicação no solo, melhorando a qualidade destes e a reposição da sua fertilidade, assim como reduzir os seus efeitos quando aterrados e contribuir para o cumprimento da meta de desvio de resíduos orgânicos biodegradáveis do aterro.

Palavras-chave: Biorresíduos, Resíduos orgânicos, Resíduos Urbanos, Resíduos Indiferenciados, recolha seletiva.

Abstract

The aim of this study is to evaluate the implementation of a selective organic waste collection service and determine its technical, economic and environmental viability for implementation in the city of Barcelos, this will be done by implementation of two waste collection methods. One is the door-to-door collection system and the other is the bulk kurbside pick up.

The study is divided into two components. A theoretical component based on current examples of waste and organic waste management implemented across various EU countries, and a practical component with the results of a pilot project related to the two case studies.

Through the cross-analysis of data that was obtained from both case studies and the costs registered from the Barcelos County accounts, it was possible to obtain and compare a cost per tonne for organic waste collection and the cost per tonne for the collection of mixed waste which is currently in force.

It can be concluded that the introduction of organic waste collection routes, increases the cost per tonne of overall waste collection. Especially in the early years of its implementation due to the need to amortize the investment in equipment It is concluded that deposition systems with access control are more expensive than traditional systems, however, this does provide other advantages, such as increasing efficiency through recycling due to improvements in the separation of waste materials. Taking into consideration the environmental point of view, there are also improvements. The selective organic waste collection system allows a greater quality of compost to be produced, thus improving soil quality and restoring its fertility, as well as the reduction of its effects when buried and contribute to the achievement of the diversion target of biodegradable waste from sanitary landfill.

Keywords: Biowaste, organic waste, Urban Waste, Unsorted Wastes, selective collection.

Siglas e abreviaturas

3 F – Três frações, papel/cartão, embalagens e vidro

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional

D – Doméstico; ND – Não doméstico

EC – European Commission

EEA – Agência Europeia do Ambiente

ERSAR- Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

Hab – Habitante

LER – Lista Europeia de Resíduos

LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto

PAPERSU – Plano de Ação para o Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos

PERSU – Plano Estratégico de resíduos sólidos urbanos

PIB – Produto Interno Bruto

PNGR – Plano Nacional de Gestão de Resíduos

PO SEUR – Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos

PPRU – Plano de Prevenção de Resíduos Urbanos

RARU 2015 – Relatório Anual Resíduos Urbanos ano 2015

RE SEUR – Regulamento Específico do domínio Sustentabilidade e Eficiência no Uso dos Recursos

REEE – Resíduos de equipamentos elétricos eletrónicos

RFID - *Radio-Frequency Identification* ou, em português, Identificação por Rádio Frequência)

RGGR - Regime Geral da Gestão de Resíduos

RTSGRU - Regulamento Tarifário do Serviço de Gestão de Resíduos

RU – Resíduos Urbanos

SGRU – Sistema de gestão de resíduos urbanos

TGR – Taxa de gestão de resíduos

TMB – Tratamento mecânico biológico

UE - União Europeia

Índice geral

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS DO TRABALHO	2
1.2	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	3
2	ESTADO DA ARTE	4
2.1	GESTÃO DE RESÍDUOS	4
2.2	ENQUADRAMENTO LEGAL DOS RESÍDUOS	9
2.3	PRODUÇÃO DE RESÍDUOS	11
2.4	CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL	14
2.5	IMPLEMENTAÇÃO DO SERVIÇO DE RECOLHA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	20
2.6	CUSTOS ASSOCIADOS AO SERVIÇO DE GESTÃO DE RESÍDUOS	33
2.7	EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS DE RECOLHA SELETIVA DE RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS	46
3	MATERIAIS E MÉTODOS	67
3.1	CARACTERIZAÇÃO CONCELHO DE BARCELOS	67
3.2	PRODUÇÃO DE RESÍDUOS NO CONCELHO DE BARCELOS	70
3.3	METODOLOGIA UTILIZADA	74
3.4	RECOLHA SELETIVA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS: CASO DE ESTUDO NO MUNICÍPIO DE BARCELOS	76
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
4.1	GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS MUNICÍPIO DE BARCELOS	79
4.2	ANÁLISES DOS INQUÉRITOS	86
4.3	RESULTADOS DA RECOLHA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	93
4.4	IMPLEMENTAÇÃO DO SERVIÇO DE RECOLHA SELETIVA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA ÁREA URBANA E PERI-URBANA DE BARCELOS	98
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	109
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
	ANEXOS	114
	ANEXO 1 – INQUÉRITO	114
	ANEXO 2 – FLYER INFORMATIVO DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	115
	ANEXO 3 – FLYER INFORMATIVO SISTEMA CONTROLO DE ACESSO	116

Índice de figuras

Figura 2-1 - Mapa dos SGRU em alta e baixa em Portugal continental (ERSAR, 2017).....	15
Figura 2-2 - Estado da Recolha Seletiva de Biorresíduos na Europa, em 2014 (ECN, 2016)	24
Figura 2-3 - Indicadores quantitativos de recolha de biorresíduos na Catalunha, Espanha (Grima et al., 2013).	26
Figura 2-4 - Modelos de recolha de RO em contentores de superfície	27
Figura 2-5 - Modelos de recolha de RO em contentores de subterrâneos.....	28
Figura 2-6 - Recipientes de deposição de RO habitações individuais.	29
Figura 2-7 - Recipientes de deposição de RO habitações coletivas	29
Figura 2-8 - Sistema de recolha de RO pneumática em Barcelona (Grima et al. 2013).....	30
Figura 2-9 - Modelos de recolha de resíduos verdes (Ricci, 2015)	31
Figura 2-10 - Tipo de custos de acordo com o modelo de recolha (adaptado, Ricci, 2015) .	35
Figura 2-11 - Veículo de recolha sem compactação.....	38
Figura 2-12 - Veículo de recolha com compactação.....	38
Figura 2-13 - Veículo de recolha bifluxo com compactação	39
Figura 2-14 - Veículo de recolha misto com e sem compactação	39
Figura 2-15 - Tarifas de gestão de resíduos na região da Catalunha (adaptado Generalitat de Catalunya, 2013).....	41
Figura 2-16 - Calendário recolha seletiva, Mancherter 2015 - 2016 (Balnd, 2016).....	47
Figura 2-17 - Campanha de sensibilização Mancherter (Balnd, 2016)	47
Figura 2-18 - Campanhas de sensibilização de recolha de resíduos alimentares em Bristol, European Green Capital, 2015.	49
Figura 2-19 - Recolha de resíduos na área comum dos edifícios (Hartga, 2016).....	51
Figura 2-20 - Frequência de Recolha de Resíduos Milão (Vismara 2016).....	53
Figura 2-21 - Fases de implementação de recolha de RO(Vismara, 2016)	54
Figura 2-22 - Kit doméstico (Vismara, 2016)	54
Figura 2-23 - Modelo de recolha seletiva por contentores em Barcelona (Amigos de la Tierra, 2016)	57
Figura 2-24 - Distribuição de cestos para RO em Argenton (Zero Waste, 2014)	59
Figura 2-25 - Variação da recolha seletiva e resíduos indiferenciados, adaptado Kramžar (2016).	62
Figura 2-26 Variação da quantidade de resíduos recolhidos de acordo com o tipo, em Ljubljana, adaptado Kramžar (2016).	62
Figura 2-27 - Campanhas de sensibilização em Liubliana, Kramžar (2016).	63
Figura 2-28 - Sistema de recolha fixo (Envac - Automated Waste Colection).....	65
Figura 2-29 - Sistema de recolha móvel (Envac - Automated Waste Colection).....	65
Figura 2-30 - Sistema de entrega de RU no exterior de edifícios (Envac - Automated Waste Colection)	65

Figura 3-1 - Mapa de localização do Concelho Barcelos	67
Figura 3-2 - Percentagem do poder de compra, Região Norte, adaptado INE 2013.	69
Figura 3-3 - Caso de estudo 1 Figura 3-4 - Caso estudo 2	74
Figura 3-5 - Deposição de resíduos no espaço privado do condomínio.	77
Figura 3-6 – Ilha ecológica instalada na Rua Dr. Aníbal Araújo – Arcozelo.....	78
Figura 4-1 - Plataforma SIG Resíduos Urbanos, Município de Barcelos.	81
Figura 4-2 - Resíduos orgânicos depositados no contentor.	96
Figura 4-3 – Sistema de controlo de acesso ao contentor.	96
Figura 4-4 - Áreas de implementação dos projetos (fonte: Município de Barcelos).....	99

Índice de tabelas

Tabela 2-1- Produção total de resíduos na UE-28 no ano de 2014 (adaptado Eurostat 2017).	12
Tabela 2-2 – Produção de resíduos em Portugal (APA 2016)	16
Tabela 2-3 - Metas para o Sistema Resulima (fonte: PAPERSU Resulima)	19
Tabela 2-4 - Contributos quantitativos do Município de Barcelos projetados para a Recolha seletiva 3F no período 2015-2020 (PAPERSU Barcelos)	20
Tabela 2-5 - Obrigações legais de alguns países da UE, para a separação na origem de biorresíduos, fonte: Grima, et al. (2013).	23
Tabela 2-6 - Frequências de recolha, na Europa, mais habituais em função do tipo (Grima et al, 2013)	32
Tabela 2-7 - Tipos de custos associados ao serviço de recolha de RU	34
Tabela 2-8 - Custos de manutenção (fonte: Soma e Mitsubishi)	43
Tabela 2-9 - Custo de aquisição de viaturas de recolha de RU. (fonte: Soma e Mitsubishi)..	43
Tabela 2-10 - tipo de recipiente para habitações individuais de acordo com o tipo de resíduos (fonte: in site Mancherter CitY Concil, agosto 2017)	46
Tabela 2-11 - tipo de recipiente para habitações coletivas de acordo com o tipo de resíduos (fonte: in site Mancherter CitY Concil agosto 2017)	47
Tabela 2-12 - Recolha de resíduos no Município de Bristol	49
Tabela 2-13 - Comparação quantidade de material recolhido separadamente entre 2014 e 2015 (t/ano) (Zero Waste 2017).	52
Tabela 2-14- Frequência de recolha Treviso, adaptado Ricci, 2016,(fonte: contarina 2014)	57
Tabela 2-15 - Modelos de recolha de RO na Catalunha, ano 2012, (Guerrero, 2013)	58
Tabela 2-16 - Recolha de Resíduos em Argenton, Espanha, (Zero Waste, 2014)	60
Tabela 2-17 - Tipo de sistemas de recolha resíduos em Estocolmo (fonte: EC, 2017)	66
Tabela 3-1- Frequência de recolha de resíduos de acordo com o tipo	76
Tabela 4-1 - Total de equipamentos de deposição e recolha, agosto 2017	82
Tabela 4-2 - Balanço de custos e receitas entre 2011 e 2016 (fonte: CMB).	83
Tabela 4-3 - Avaliação da qualidade de serviço Município de Barcelos 2015	85
Tabela 4-4- Produção média diária sistema recolha porta-a-porta (g/hab*dia)	94
Tabela 4-5 - Descrição estatística da variável produção diária de RO, caso de estudo 1. ...	94
Tabela 4-6 -Produção média diária no sistema recolha ecoponto proximidade (g/hab*dia)	95
Tabela 4-7 - Valores estatísticos da variável produção diária de RO, caso de estudo 2.	95
Tabela 4-8 – Frequência de deposições em 6 semanas.	95
Tabela 4-9 - Principais variáveis estatísticas - N.º de deposições por habitação em 6 semanas.	96
Tabela 4-10 – Custos totais e por tonelada com os serviços de recolha e tratamento de RU em Barcelos	101
Tabela 4-11 Projeção do total de RUB produzidos na área urbana de Barcelos (ton/ano),	

Caso de estudo 1	102
Tabela 4-12 - Distribuição de RO por circuito de recolha, Caso de estudo 1	102
Tabela 4-13 - Investimentos na implementação do serviço de recolha de RO Caso de estudo 1.....	103
Tabela 4-14- Anuidade dos equipamentos adquiridos, caso estudo 1.	103
Tabela 4-15- Custos Opex, Caso estudo 1.	104
Tabela 4-16 - Custo/t da recolha de RO, Caso de estudo 1.	104
Tabela 4-17 - Projeção do total de RUB produzidos na área urbana de Barcelos (ton/ano), Caso de estudo 2.	105
Tabela 4-18 - Distribuição de RO por circuito de recolha, Caso de estudo 2.	105
Tabela 4-19 – Investimentos na implementação do serviço de recolha de RO Caso de estudo 2.....	106
Tabela 4-20 - Custos totais após a implementação do serviço de RO, Caso de estudo 2..	106
Tabela 4-21 - Custos OPEX, contentor de proximidade.	106
Tabela 4-22 - Tipos de custos por t de RO recolhidos, Caso estudo 2.....	107
Tabela 4-23 – Resumo dos custos atuais	107
Tabela 4-24 - Comparação do custo por tonelada nos dois cenários.....	108
Tabela 4-25 – Estimativa da quantidade de recicláveis obtidos adicionalmente com o projeto de recolha seletiva de RO na área piloto (preços unitários de recicláveis SPV).....	108

Índice de Gráficos

Gráfico 2.1 - Distribuição da produção de resíduos. (fonte: Eurostat 2017).....	12
Gráfico 2.2- Comparação da produção per capita de resíduos no ano de 2012 (kg/ano) segundo dados oficiais.....	13
Gráfico 2.3 - Taxas de reciclagem nas capitais europeias, CE (2015).....	14
Gráfico 2.4 Encaminhamento de RU no período 2011-2016 (APA 2017).....	16
Gráfico 2.5 - Evolução da produção de RU e capitação anual (kg/hab.dia) em Portugal continental (RARU 2016).	17
Gráfico 2.6 - Composição física dos RU em Portugal, ano de 2015 (APA 2017).	18
Gráfico 2.7 - Taxas de recolha de biorresíduos UE 28, CE (2015).....	22
Gráfico 2.8 - Quantidade de recolhida de RO/ano em contentor de 240 litros (Grima et al, 2013, fonte Giró 2012)	32
Gráfico 2.9 - Custos médios da recolha de resíduos indiferenciados (Fedeambiente, 2003b)	40
Gráfico 2.10 - Sistema integrado de recolha indiferenciada e resíduos alimentares; custo/hab.ano, (adaptado Fedeambiente, 2003b).	41
Gráfico 2.11 - Evolução da recolha seletiva em Itália, (adaptado Ricci 2015).....	51
Gráfico 2.12 - Histórico da produção de resíduos na Sardenha (t/ano) (Zero Waste, 2017)	52
Gráfico 2.13 - Variação da recolha seletiva em Milão 2012-2015 - (Vismara, 2016)	55
Gráfico 2.14 - Tendência da recolha seletiva em Milão 1993 - 2015 (Vismara, 2016	55
Gráfico 2.15 - Percentagem de reciclagem nos Municípios geridos por Contarina, (Contarina, 2015)	56
Gráfico 2.16 - Variação da produção de resíduos urbanos indiferenciados e volumosos em kg/hab.ano (Contarina, 2015)	56
Gráfico 2.17 – Evolução da % de recolha seletiva em Agentona (Zero Waste, 2014).....	59
Gráfico 2.18 - Comparação da produção de resíduos, adaptação a Kramžar (2016) dados Eurostat 2013.	61
Gráfico 3.1 - Evolução do PIB per capita na região Cávado e em Portugal, (fonte: INE)	69
Gráfico 3.2 Evolução da produção de RU e Pib per capita região Cávado (fonte: Resulima e INE)	70
Gráfico 3.3 Caracterização de resíduos produzidos em 2013 SGR Resulima (fonte: Resulima)	71
Gráfico 3.4 – Evolução da produção de RU Barcelos (fonte: Resulima).....	71
Gráfico 3.5 - Variação das taxas de reciclagem (fonte: Resulima).....	72
Gráfico 3.6 - Total de resíduos recolhidos por fileira no Município de Barcelos (fonte: Resulima)	72
Gráfico 3.7 - Evidência da evolução da capitação de retoma de RS 3 F do Município de Barcelos 2015 - 2020 (PAPERSU Barcelos, 2015)	73
Gráfico 3.8 - Percentagens de resíduos recolhidos ano 2016 Município de Barcelos (fonte	

Resulima)	73
Gráfico 4.1 Variação do grau de cobertura hab/ecoponto.	80
Gráfico 4.2 - Evolução dos custos de gestão de RU ente 2011 e 2016 (fonte: CMB).....	84
Gráfico 4.3 - Distribuição do n.º de habitantes por habitação nos dois casos de estudo.....	86
Gráfico 4.4 - Distribuição do rendimento médio mensal nos dois casos de estudo.	87
Gráfico 4.5 - Distribuição da população por faixa etária nos dois casos de estudo.	87
Gráfico 4.6 - Distribuição das habilitações nos dois casos de estudo.	88
Gráfico 4.7 - N.º total de adultos por ocupação.	88
Gráfico 4.8 – Distribuição da população adulta por género.....	89
Gráfico 4.9 - Hábitos de separação de resíduos nos dois casos de estudo.....	89
Gráfico 4.10 - Produção diária de resíduos.	90
Gráfico 4.11 - Frequência de deposição indiferenciada em dias por semana.....	91
Gráfico 4.12 Frequência de deposição seletiva em dias por semana.	91
Gráfico 4.13 - Frequência de recolha de RO desejada.	92
Gráfico 4.14 - Forma preferida para a deposição e recolha dos resíduos.	92

1 Introdução

A gestão dos resíduos urbanos constitui um serviço público essencial para garantir às populações bem-estar, saúde pública, qualidade de vida e ambiente sadio, sendo, por isso, um desafio das sociedades modernas, cada vez mais complexo, devido à crescente urbanização e aumento da sua produção.

Nas últimas décadas assistiu-se à mudança do paradigma dos resíduos, que deixaram de ser considerados lixo e passaram a ser considerados recursos que devem ser potenciados, tendo em vista a preservação de recursos naturais e no combate às alterações climáticas através do seu equacionamento mais correto.

A cadeia de gestão de resíduos está a tornar-se em muitos países, mais integrada, como parte de uma estratégia para o estabelecimento de uma sociedade de reciclagem (Bernstad, 2010), com evidência no estabelecimento de legislação, sobretudo na UE, Japão, Canadá e EUA, de preservação do ambiente e tendente a caminhar-se para uma economia da reciclagem e de baixo carbono, cujas denominações são variadas, como economia verde, economia circular, entre outras.

De acordo com a legislação portuguesa, a responsabilidade da gestão de resíduos urbanos, cuja produção diária não exceda 1100 litros por produtor, é dos municípios, constituindo, por isso, um serviço com peso significativo nos orçamentos municipais que deve ser encarado com elevado profissionalismo de modo a que sejam cumpridas as metas estabelecidas, ao mesmo tempo que sejam adotados modelos de otimização de custos para que o seu impacto nas tarifas aos utentes dos serviços seja socialmente sustentável.

Com efeito, ainda existem muitos municípios que não conseguiram atingir a plena recuperação de custos neste setor, e por isso, vivem uma situação económica e financeira com debilidades para as exigências de qualidade na prestação dos serviços e ao mesmo tempo para conseguir alcançar as exigentes metas estabelecidas pela legislação europeia e nacional neste domínio.

Portugal tem acompanhado a grande evolução que o setor tem experimentado nas últimas décadas, sobretudo fruto da sua inserção no espaço da União Europeia, que tem desempenhado um papel fundamental no estabelecimento de políticas de proteção ambiental e preservação de recursos naturais, consubstanciadas num arcabouço legislativo que através de Diretivas determina a sua transposição para o direito interno de cada Estado Membro, com o objetivo de harmonização dessas políticas e cumprimento das metas para o desenvolvimento sustentável e proteção do ambiente na Europa.

Tais compromissos assumidos pelos Estados Membros, implicam uma mudança de comportamento dos cidadãos perante os resíduos e, aos governos, exige-se uma gestão dos resíduos, como recursos escassos de forma sustentável.

De facto, as metas de desvio de resíduos dos aterros e de reciclagem multimaterial, impõe a adoção de medidas práticas e tecnologias que nem sempre se revelam as melhores opções. Portugal está a braços com este desafio e as Autarquias tentam fazer a sua parte.

O município de Barcelos, com 121.391 habitantes (INE, 2011) é um concelho com 61 freguesias dispersas, com uma população urbana de 20 mil habitantes, produz diariamente 129 toneladas de resíduos urbanos, correspondendo a uma capitação média diária de 1,07 kg/hab.dia, dos quais 7% são reciclados. A meta a que o município se propôs no PERSU, no que respeita ao desvio de RU do aterro foi de 10% no ano de 2020, referente às retomas com origem na recolha seletiva. Assumindo o compromisso de adoção de medidas que contribuam para o cumprimento da meta estabelecida para o sistema da Resulima, que corresponde a um desvio de RU do aterro de 91% no ano de 2020. No momento, não se procede à recolha seletiva de resíduos orgânicos no município, sendo considerado importante a sua adoção de maneira a potenciar a melhoria da recuperação de recicláveis através do TMB.

O presente trabalho pretende precisamente evidenciar a mais-valia da adoção desta prática de recolha seletiva de biorresíduos, como é, de resto, uma experiência bem-sucedida em diversos países e que se considera ser o fator crítico de sucesso para a obtenção das metas estabelecidas.

1.1 Objetivos gerais e específicos do trabalho

O objetivo geral do trabalho é avaliar a implementação do serviço de recolha seletiva de resíduos orgânicos, determinar custos e proveitos financeiros e ambientais, e proceder ao balanço comparativo com as soluções tradicionais de recolha e deposição, tendo em conta as medidas estabelecidas no PERSU 2020 e dos planos de ação do município de Barcelos e do sistema da RSULIMA.

Objetivos específicos:

Como objetivos específicos foram definidos os seguintes:

- Determinar a produção de RO em duas áreas piloto:

Domicílios das áreas piloto

- Estimativa de produção na área de intervenção;
 - Estimar os custos da recolha em cada uma das áreas, sendo uma porta-a-porta e a outra convencional em ecoponto de proximidade.
 - Estabelecer rácios para cada área piloto;
 - Caracterização dos utilizadores do serviço através de inquéritos nas duas áreas piloto;

- Levantamento de custos e proveitos com a implementação do serviço e realizar o balanço por comparação com outras áreas;
- Estabelecer um cenário de custos para a concretização dos objetivos.

1.2 Organização da dissertação

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos, sendo o primeiro a introdução, onde se faz uma abordagem ao tema, as suas motivações e os objetivos pretendidos.

No segundo capítulo apresenta-se uma resenha da pesquisa bibliográfica sobre o estado da arte e experiências da implementação de circuitos de recolha seletiva de resíduos orgânicos em diversos países. Esta pesquisa permitiu obter informação sobre os procedimentos adotados noutros países e resultados obtidos com a sua implementação, servindo de base ao projeto que se pretende para o Município de Barcelos. Neste capítulo também é feita uma pesquisa de dados nacionais, que permitem efetuar uma comparação com outros países europeus.

O terceiro capítulo é dedicado a materiais e métodos utilizados, onde são descritos os locais de implementação e a metodologia aplicada no caso de estudo.

No quarto capítulo, são apresentados os resultados obtidos na implementação do projeto e a discussão dos mesmos.

Finalmente, o quinto capítulo apresenta as conclusões do estudo e recomendações para futuros trabalhos.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Gestão de Resíduos

O Decreto-Lei n. 178/2006, com alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, define «Gestão de Resíduos» como sendo o conjunto de operações que envolvem a recolha, o transporte, a valorização e a eliminação de resíduos, incluindo a supervisão destas operações, a manutenção dos locais de eliminação no pós-encerramento, bem como as medidas adotadas na qualidade de comerciante ou corretor.

A diretiva 2008/98/CE de 19 de novembro define «**Resíduo**» como quaisquer substâncias ou objeto incluído no Anexo I, de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer. Mas, a palavra “lixo” continua a ser a mais utilizada para designar os objetos e materiais, resultantes das atividades humanas e que os seus detentores descartam como desperdícios.

Em Portugal, o Decreto-Lei n. 178/2006, com alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, aprova o regime geral da gestão de resíduos (RGGR) e estabelece o regime aplicável à prevenção, produção e gestão de resíduos, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva 2008/98/CE vulgarmente designada Diretiva-Quadro dos Resíduos (DQR), onde define «**Resíduo urbano**», como sendo o que é proveniente de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações.

O RGGR veio ainda clarificar os conceitos de subproduto e de fim do estatuto de resíduo, de forma a aproximar a gestão dos materiais que se encontram no âmbito desses conceitos da gestão dos recursos materiais no sistema económico (artigos 44.º-A e 44.º-B) (PNGR, 2014-2020, Pg 10). Os resíduos devem assim deixar de ser considerados, quando tenham sido submetidos a operações de valorização, reciclagem e reutilização.

O PGGR prevê o princípio da responsabilidade pela gestão que atribui ao produtor inicial dos resíduos a responsabilidade pela sua gestão, no entanto, a gestão dos resíduos urbanos, cuja produção não seja superior a 1100 litros diário, é assegurada pelos municípios.

As atividades de gestão de resíduos estão sujeitas a procedimentos administrativos de licenciamento legalmente definidos, atualmente licenciadas pela Agência Portuguesa do Ambiente.

A Decisão n.º 2000/532/CE, alterada pelas Decisões n.º 2001/118/CE, 2001/119/CE, e 2001/573/CE cria nova Lista Europeia de Resíduos (LER), sendo transposta para legislação Portuguesa pela portaria n.º 209/2004, alterada pelo Decreto-lei n.º 73/2011.

Os diferentes tipos de resíduos estão classificados na LER, que assegura a harmonização para a identificação e classificação do resíduo, sendo o referencial base para a classificação dos resíduos na Europa.

Para ajudar as entidades no cumprimento dos objetivos e metas definidas para a União Europeia, seguindo a hierarquia de gestão, foi criada a associação *Zero Waste Europe*, que se baseia na estratégia de resíduos zero e nas políticas de prevenção de resíduos, reutilização e a separação na fonte para garantir uma reciclagem de qualidade, contribuindo para a criação de cidades sustentáveis.

Países como, Itália, Espanha, Eslovénia, Polónia, implementaram nas suas principais cidades, sistemas de gestão de resíduos de forma a atingirem zero resíduos.

A realização de casos de estudo na Europa com base nas estratégias *zero waste* e a sua publicação, são cruciais para a implementação destas medidas noutros países e o sucesso das mesmas.

A filosofia *Zero Waste* pode ser entendida como mais ampla do que o conceito de hierarquia de resíduos sólidos, uma vez que descreve as razões para a inclusão de reutilização na prevenção, e, também prioriza a recuperação e medidas de reutilização (Gharfalkar et al., 2015b).

Para Pietzsch *et al.*(2017), é possível propor os seguintes aspetos-chave para o conceito *Zero Waste*:

- Gerir os resíduos de forma holística;
- Desenvolver diretrizes/políticas que enfoquem atividades de planeamento inteligente de produtos e serviços;
- Comunicar e educar os cidadãos;
- Desenvolver as cadeias de fornecimento verdes;
- Concentrar eficiência na seleção do material;
- Planear e inserir no mercado produtos com uma vida útil prolongada;
- Investir em tecnologias para a gestão adequada dos aterros sanitários.

Segundo Phillips *et al.* (2011b), é necessária uma mudança substancial nos padrões de comportamento e consumo dos cidadãos, a fim de alcançar o sucesso *Zero Waste*, que deve atender às necessidades ambientais.

Para aplicação de medidas *Zero Waste* são necessários programas e campanhas de educação ambiental para sensibilizar adultos e crianças a informar sobre os meios corretos de separação e eliminação de resíduos. Também para Lu *et al.* (2006), é essencial que as pessoas sejam envolvidas e encorajadas nestas atividades, a fim de serem capazes de atingir

as metas de gestão de resíduos, uma vez que os cidadãos são co-responsáveis pela produção e destino dos seus resíduos. A regulamentação das tarifas e incentivos financeiros também podem ser recomendáveis, uma vez que estes são usados como instrumentos que incentivam o desvio dos resíduos dos aterros sanitários (Phillipis et al., 2011).

2.1.1 Preparação para a reutilização

Muitos resíduos gerados podem ser usados para outros fins, pelo que antes de serem encaminhados para destino final, deve pensar-se na sua reutilização.

A reutilização consiste em qualquer operação mediante a qual produtos ou componentes que não sejam resíduos são utilizados novamente para o mesmo fim para que foram concebidos. A preparação para a reutilização corresponde a operações de valorização para controlo, limpeza ou reparação, mediante as quais os produtos ou os componentes de produtos que se tenham tornado resíduos são preparados para serem reutilizados, sem qualquer outro tipo de pré-processamento (Diretiva n.º 2008/98/CE).

Preparar para a reutilização refere-se à verificação do estado do produto e às operações de recuperação, de forma a que os resíduos sejam reutilizados. No entanto, a par destas operações de preparação para a reutilização, deve haver uma sensibilização para a mudança de comportamentos da sociedade acostumada a usar produtos novos e rejeitar os usados.

Muitos municípios colaboram com organizações de caridade na distribuição de roupas e outros móveis que podem ser reutilizados. Mas esta utilização deve ser alargada à sociedade, evitando o estigma do seu uso.

Com efeito, a preparação para a reutilização é considerada a segunda melhor opção na hierarquia de gestão de resíduos, sendo de elevada importância para a redução da quantidade de resíduos produzidos. Merece, por isso, um cuidado especial em termos de educação ambiental e de sensibilização para a mudança de paradigma e até de estigma, dando segurança aos consumidores deste tipo de produtos de segundo uso.

2.1.2 Reciclagem

A Diretiva n.º 2008/98/CE define **«Reciclagem»**, como qualquer operação de valorização através da qual os materiais constituintes dos resíduos são novamente transformados em produtos, materiais ou substâncias para o seu fim original ou para outros fins. Inclui o reprocessamento de materiais orgânicos, mas não inclui a valorização energética nem o reprocessamento em materiais que devam ser utilizados como combustível ou em operações de enchimento.

A legislação da UE em matéria de resíduos estabelece metas específicas para a reciclagem com o objetivo de evitar a produção de resíduos, utilizar os resíduos produzidos como re-

curso e diminuir a quantidade de resíduos enviados para aterros, sendo da responsabilidade de cada Estado Membro a adoção de medidas para atingir estes objetivos.

De acordo com os dados da Agência Europeia do Ambiente (2014), na UE, são cada vez mais os resíduos destinados à reciclagem e cada vez menos os que são enviados para aterros. No caso dos resíduos urbanos, a percentagem de resíduos reciclados ou utilizados em compostagem na UE 27 aumentou de 31 % em 2004 para 41 % em 2012.

Quoden (2016) defende que a criação de um sistema de recolha seletiva adequado, em cada Estado Membro da UE, é fundamental para implementar os objetivos e metas do pacote de Economia Circular para uma gestão sustentável dos recursos. A forma concreta para recolher separadamente tem de ser decidido com base nas circunstâncias locais e não como uma única solução. Isto tem que ser feito de “mãos dadas”, com grandes campanhas de sensibilização.

Relativamente aos resíduos biodegradáveis, a Comissão Europeia considera a compostagem doméstica como uma operação de reciclagem, tal como a compostagem em escala industrial, sendo por isso, uma solução a ser adotada sobretudo em municípios com forte presença de moradias unifamiliares como parte contributiva para a redução de RUB em aterros. Portugal tem algumas experiências neste domínio, sendo o de maior dimensão o experimentado em municípios da área de influência da LIPOR, na região metropolitana do Porto.

Em Portugal o modelo de reciclagem começa com a recolha seletiva, que é basicamente organizado em ecopontos e ecocentros, sendo os primeiros considerados de proximidade e constituídos por contentores diferenciados de acordo com o tipo de material a ser recolhido, cuja frequência de recolha é variada e estipulada pela entidade gestora.

2.1.3 Outros Tipos de Valorização

A «**valorização**» de resíduos é definida pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de junho, como qualquer operação cujo resultado principal seja a transformação dos resíduos de modo a servirem um fim útil, substituindo outros materiais que, caso contrário, teriam sido utilizados para um fim específico, ou a preparação dos resíduos para esse fim, na instalação ou no conjunto da economia.

2.1.3.1 Valorização Orgânica de Resíduos

A compostagem e/ou digestão anaeróbia são os processos de valorização de resíduos orgânicos mais usuais na Europa. No caso da digestão anaeróbia, do processo resulta ainda a produção de energia térmica e/ou elétrica, a partir do biogás.

O Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, que veio alterar o Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, introduziu a definição de «**Biorresíduos**» os resíduos biodegradáveis de espaços verdes, nomeadamente os de jardins, parques, campos desportivos, bem como os resíduos biodegradáveis alimentares e de cozinha das habitações, das unidades de fornecimento de refeições e de retalho e os resíduos similares das unidades de transformação de alimentos.

A fração orgânica dos resíduos urbanos é constituída por:

- Restos de comida e sua preparação, alimentos em mau estado ou fora do prazo de validade.
- Fração vegetal, aparas de jardim e poda de pequenas dimensões, pequena vegetação e relva.
- Poda de grandes dimensões, ramos e troncos, têm um processo de degradação mais longo e não devem ser recolhidos com os anteriores resíduos biodegradáveis.
- Digestão anaeróbia

A digestão anaeróbica de resíduos biológicos é um processo de valorização com vista à produção de energia e composto.

Tanto os resíduos orgânicos recolhidos separadamente como resíduos biológicos de recolha indiferenciada podem ser utilizados para na digestão anaeróbia.

Os resíduos orgânicos da recolha indiferenciada têm a desvantagem de produzirem um composto de menor qualidade, devido à contaminação dos outros resíduos urbanos.

- Compostagem

A compostagem é um processo de transformação aeróbia dos resíduos orgânicos, sólidos e semi-sólidos, que se processa em duas etapas, sendo a primeira a degradação ativa em que é primordial garantir as condições de arejamento, temperatura e humidade para que uma população diversificada de microrganismos aeróbios proceda às transformações da MO, e a segunda, a maturação, onde as frações mais dificilmente degradáveis são transformadas por uma população de microrganismos específicas como os fungos e actinomicetos.

O composto é um material húmico, estável e rico em matéria orgânica, proteínas e hidratos de carbono, que constitui um bom condicionador do solo e também pelas características fertilizantes (5 a 6% de macro e micronutrientes fundamentais).

O composto produzido a partir de resíduos biodegradáveis provenientes de separação em TMB, exibem menor qualidade do que o produzido a partir de recolha seletiva de resíduos orgânicos biodegradáveis.

2.2 Enquadramento Legal dos Resíduos

As operações de gestão de resíduos, a sua prevenção e redução, estão regulamentadas, em Portugal, por vários diplomas que transpõem as Diretivas Europeias, destacando-se:

- Decreto-lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-lei n.º 73/2011, de 17 de junho, estabelece o regime geral aplicável à prevenção, produção e gestão de resíduos;
- Portaria n.º 209/2004, de 3 de março, aprova a lista europeia de resíduos;
- Portaria n.º 851/2009, de 7 de agosto, aprova as normas técnicas relativas à caracterização de resíduos urbanos e altera a Portaria n.º 178/2007, de 12 de fevereiro (PERSU II);
- Portaria n.º 187/A/2014, aprova o Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU 2020), para Portugal Continental.
- Decreto-lei n.º 366-A/97, de 20 de dezembro, alterado pelo Decreto-lei n.º 162/2000, de 27 de julho, Decreto-lei n.º 92/2006, de 25 de maio, Decreto-lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, Decreto-lei n.º 73/2011, de 17 de junho e Decreto-lei n.º 110/2013, de 2 de agosto e a Portaria 29-B/98, de 15 de janeiro, estabelecem os princípios e normas aplicáveis à gestão de embalagens e resíduos de embalagens;
- Decreto-lei n.º 67/2014, de 7 de maio, aprova o regime jurídico da gestão de REEE;
- Decreto-lei n.º 183/2009, de 10 de agosto, estabelece o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro;
- Decreto-lei n.º 127/2013, de 30 de agosto, estabelece o regime de emissões industriais aplicável à prevenção e ao controlo integrados da poluição, bem como as regras destinadas a evitar e ou reduzir as emissões para o ar, água e o solo e a produção de resíduos;
- Portaria n.º 72/2010, de 4 de fevereiro, que estabelece as regras respeitantes à liquidação pagamento e repercussão da TGR;

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

- A Diretiva-Quadro dos Resíduos, n.º 2008/98/CE, de 19 de novembro de 2008, estabelece o enquadramento legal para o tratamento dos resíduos na União Europeia (UE). Destina-se a proteger o ambiente e a saúde humana, sublinhando a importância da utilização de técnicas adequadas de gestão, valorização e reciclagem dos resíduos a fim de reduzir as pressões exercidas sobre os recursos e melhorar a sua utilização.

- Diretiva n.º 94/62/CE, do Parlamento e do Conselho, de 20 de dezembro de 2004, e estabelece os princípios e as normas aplicáveis à gestão de embalagens e resíduos de embalagens, vista a limitar a produção de resíduos de embalagens e a promover a reciclagem, reutilização e outras formas de valorização destes resíduos. A sua eliminação final deve ser considerada como uma solução de último recurso.
- A Diretiva n.º 2006/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de abril, enumera as operações de valorização e eliminação de resíduos, devendo aos mesmos serem eliminados sem pôr em perigo a saúde humana e sem a utilização de processos ou métodos suscetíveis de prejudicar o ambiente.

O PERSU 2020, constitui a revisão do PERSU II e passou a ser o novo instrumento da política de resíduos urbanos em Portugal Continental, estabelecendo orientações e definindo metas e prioridades.

Os princípios gerais estabelecidos pelo PERSU 2020 são concretizados nos seguintes objetivos:

- Prevenção da produção e perigosidade dos resíduos;
- Aumento da preparação para reutilização, da reciclagem e da qualidade dos recicláveis;
- Redução da deposição de RU em aterro;
- Valorização económica e escoamento dos recicláveis e outros materiais de tratamento;
- Reforço dos instrumentos económico-financeiros;
- Incremento da eficácia e capacidade institucional e operacional do setor;
- Reforço da investigação, do desenvolvimento tecnológico, da inovação e da internacionalização o setor;
- Aumento do contributo do setor para outras estratégicas e planos nacionais.

Os primeiros quatro objetivos são associados a quatro metas nacionais, as quais são avaliadas com recurso a um sistema de indicadores-chave (definidos no PERSU 2020), que pretendem refletir o cumprimento das metas estabelecidas no Plano. Os últimos quatro objetivos são transversais à atividade dos agentes do setor e, não estando especificamente relacionados com metas em concreto, visam dar suporte e criar condições de contexto para o seu cumprimento e são enquadrados numa perspetiva nacional de desenvolvimento sustentável, estando o seu cumprimento fundado apenas em medidas que visam a concretização desses objetivos (ERSAR, 2017, pg 9 e 10).

Nos objetivos definidos no PERSU 2020, são estabelecidas metas nacionais e metas específicas a cumprir pelos vários sistemas de gestão de resíduos urbanos.

O PO SEUR, aprovado pela Comissão Europeia pela Decisão C(2014) 10110 final, de 16-12-2014, e o RE SEUR, aprovado pela Portaria n.º 57-B/2015, de 27 de fevereiro, alterado pelas portarias n.º 404-A/2015, de 18 de novembro, n.º 238/2015, de 31 de agosto, e n.º 124/2017, de 27 de março, prevê o Eixo Prioritário 3.

O Eixo Prioritário 3 tem como objetivo proteger o ambiente e promover a eficiência dos recursos, tendo prioridades “Investimento no setor dos resíduos para satisfazer os requisitos do acervo da união em matéria de ambiente e para satisfazer as necessidades de investimento que excedam esses requisitos, identificados pelos estados membros.”

2.3 Produção de Resíduos

Em 2014, foram produzidos 2 503 milhões de toneladas de resíduos na UE-28, sendo o maior valor registado durante o período 2004-2014 (Eurostat, 2017).

O setor alimentar é um dos maiores produtores de resíduos. A Agência Europeia do Ambiente (AEA), estima que cerca de um terço dos alimentos produzidos na Europa não sejam consumidos, tendo identificado desperdício em todas as etapas da cadeia. De facto, só na União Europeia, de acordo com estimativas da CE, são desperdiçadas cerca de 90 milhões de toneladas de alimentos por ano (ou seja, 180 kg per capita por ano), grande parte dos quais ainda em bom estado para o consumo humano.¹

Apresenta-se na Tabela 2-1 a panorâmica da produção total de RU na Europa no ano de 2014, sendo o peso das diferentes atividades económicas e das habitações apresentado no Gráfico 2.1, segundo dados do Eurostat, publicados em 2017.

¹Dados obtidos em setembro 2017 em <https://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2014/artigos/da-producao-aos-residuos-o>

Tabela 2-1- Produção total de resíduos na UE-28 no ano de 2014 (adaptado Eurostat 2017).

Países UE - 28	Produção resíduos(MT)
Total UE - 28	2 503
Bélgica	65,6
Bulgária	179,7
República Checa	23,4
Dinamarca	20,1
Alemanha	387,5
Estónia	21,8
Irlanda	15,2
Grécia	69,8
Espanha	110,5
França	324,5
Croácia	3,7
Itália	159,1
Chipre (2012)	2,1
Letónia	2,6
Lituânia	6,2
Luxemburgo	7,1
Hungria	16,7
Malta	1,7
Holanda	133,2
Áustria	55,9
Polónia	179
Portugal	14,6
Roménia	175,6
Eslovénia	4,7
Eslováquia	8,9
Finlândia	96
Suécia	167
Reino Unido	251

Distribuição da produção total de resíduos na UE no ano de 2014

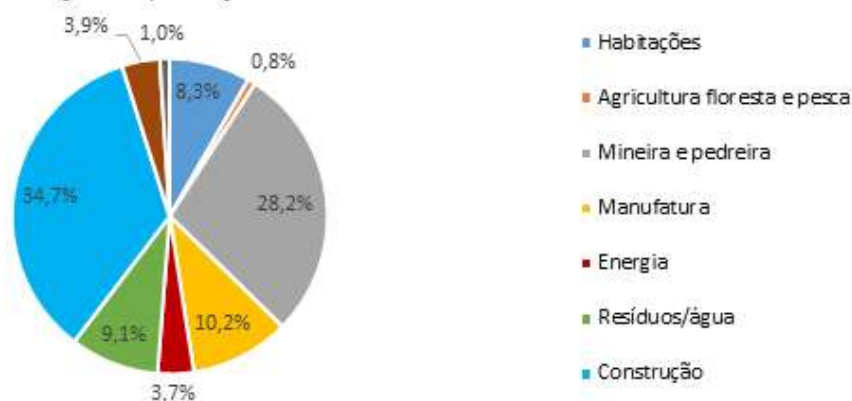


Gráfico 2.1 - Distribuição da produção de resíduos. (fonte: Eurostat 2017)

Apresenta-se no Gráfico a seguir a capitação anual de resíduos em algumas cidades europeias.

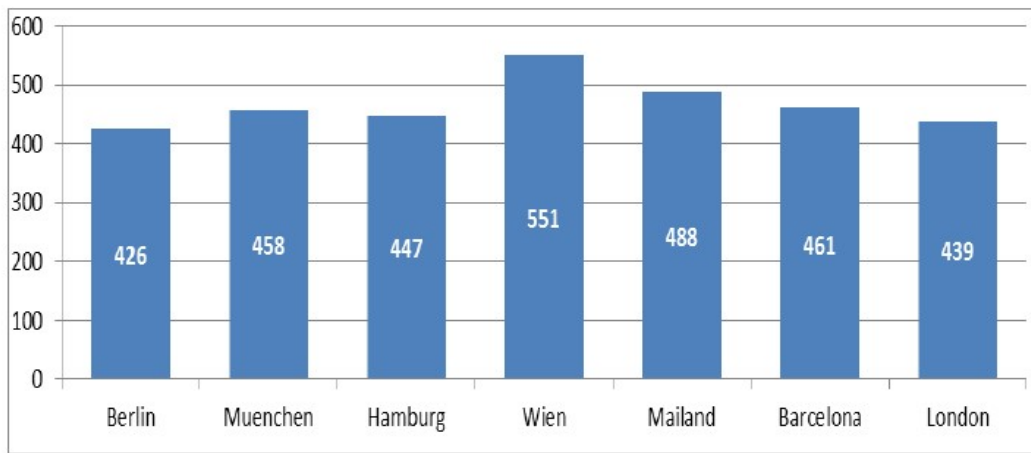


Gráfico 2.2- Comparação da produção per capita de resíduos no ano de 2012 (kg/ano) segundo dados oficiais (adaptado, Ricci, 2015).

Relativamente aos materiais recolhidos separadamente, segundo dados da CE (2015), as capitais europeias, no ano de 2014, recolheram em média 80 kg/hab, nas quatro frações, papel/cartão, embalagens, vidro, e biorresíduos e 108 kg/hab de outras frações, como volumosos e REE.

Dublin, Helsínquia, Ljubljana e Tallinn, são as capitais europeias que têm maiores taxas (Gráfico 2.3) de recolha separada para as cinco frações combinadas (papel/cartão, embalagens, vidro, biorresíduos e indiferenciados, que segundo a CE (2015), têm em comum o seguinte:

- Sistema de tarifa variável que é baseada nos resíduos indiferenciados produzidos, e que cofinancia a recolha de outras frações separadas.
- Para os materiais recicláveis, o município e o produtor têm regime de responsabilidade ou mecanismos de mercado livre que são combinados de forma inteligente e de uma forma harmonizada.
- O sistema de tarifa existente nos regulamentos municipais, que define o padrão mínimo para a recolha de biorresíduos, é um fator primordial para o sucesso deste serviço.
- O desenvolvimento da recolha seletiva começou com papel/cartão, em seguida vidro e metal, sendo o maior desafio a recolha separada de biorresíduos.
- Campanhas de comunicação muito claras sobre o que pode ou não ser colocado em cada contentor.

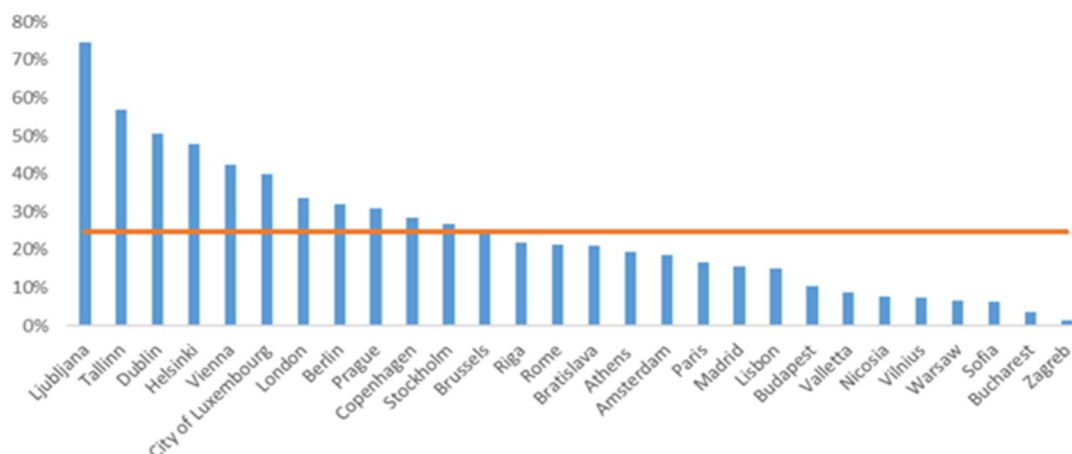


Gráfico 2.3 - Taxas de reciclagem nas capitais europeias, CE (2015)

2.4 Caracterização do setor de resíduos urbanos em Portugal

Os Serviços de Gestão de RU constituem um sistema que engloba as etapas de recolha, transporte, triagem, valorização e eliminação dos resíduos produzidos.

Existem dois grandes fluxos de recolha de resíduos, a indiferenciada e a seletiva. A recolha indiferenciada é, tipicamente da responsabilidade das entidades gestoras em baixa, os municípios, entidades concessionárias ou serviços municipalizados, que efetuam a recolha sem prévia seleção. A maioria dos sistemas em alta, são geridos por sistemas intermunicipais, municipais ou multimunicipais, sendo que os sistemas multimunicipais são explorados por empresas de capital privado que efetuam a recolha seletiva, onde os resíduos são recolhidos previamente separados pelos produtores.

No período anterior a 1995, a gestão dos resíduos urbanos era predominantemente municipal, atividade vedada ao setor privado. Com a alteração legislativa, o setor privado passou a poder desenvolver atividades no setor dos resíduos. Da gestão municipal e individual, o setor evoluiu para uma gestão em consórcios públicos de municípios ou de municípios e Estado, em sistemas denominados de intermunicipais e multimunicipais. Assim, foram criados 40 sistemas multimunicipais e intermunicipais de gestão de RU, que entretanto se foram fundindo, para ganhos de escala económica e rentabilização de meios e diminuição de custos, sendo hoje em dia os atuais 23 sistemas responsáveis pelo serviço de tratamento e destino final adequado dos RU (alta) produzidos nos 278 municípios de Portugal Continental, 12 sistemas multimunicipais e 11 intermunicipais, com características diferentes a nível geográfico, demográfico, socioeconómico, equipamentos e infraestruturas.

Na Figura 2-1, apresenta-se a distribuição dos sistemas de gestão de resíduos urbanos e infraestruturas de tratamento em Portugal continental em dezembro de 2015.

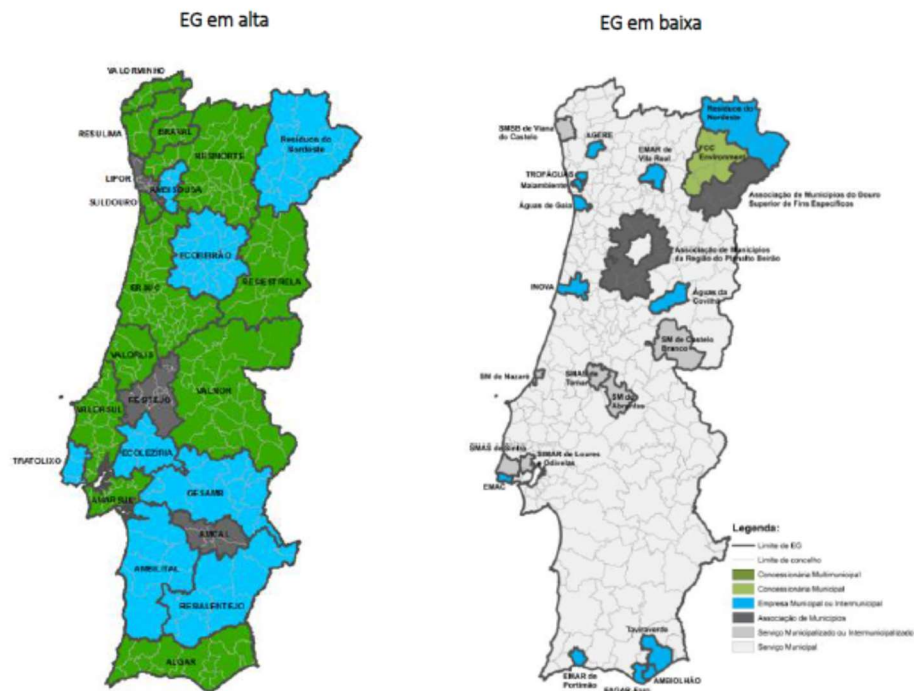


Figura 2-1 - Mapa dos SGRU em alta e baixa em Portugal continental (ERSAR, 2017).

No ano de 2015, o governo português decidiu privatizar a sua participação social nas entidades gestoras de sistemas multimunicipais no setor dos resíduos, onde detinha 51% do capital social, passando estas a serem maioritariamente de capital privado.

As entidades nacionais competentes que atuam no âmbito das políticas e regulação dos Resíduos Urbanos são as seguintes:

APA – Exerce as funções de Autoridade Nacional de Resíduos, nomeadamente assegurando e acompanhando a execução da estratégia nacional para os resíduos, mediante o exercício de competências próprias de licenciamento, da emissão de normas técnicas aplicáveis às operações de gestão de resíduos, do desempenho de tarefas de acompanhamento das atividades de gestão de resíduos, bem como de uniformização dos procedimentos de licenciamento.

ERSAR – Regula e supervisiona os setores de água e resíduos, assegurando uma correta proteção dos utilizadores dos serviços de águas e resíduos no que se refere à garantia e ao controlo da qualidade dos serviços públicos prestados.

Elabora e aprova regulamentos com eficácia externa, sem prejuízo de outras que venham a ser definidas por lei. Exerce ações de fiscalização, inspeção e auditoria.

CCDR – Entidade responsável pelo licenciamento e fiscalização das operações de gestão de resíduos.

Segundo dados divulgados pela APA em 2015 foram produzidas em Portugal 4,765 milhões de toneladas (t) de RU, mais 1% do que em 2014, invertendo-se a tendência de decréscimo, Tabela 2-2.

Tabela 2-2 – Produção de resíduos em Portugal (APA 2016)

Região\Ano	2011	2012	2013	2014	2015
Portugal Continental	4888	4525	4363	4474	4523
Região Autónoma da Madeira	124	114	106	110	110
Região Autónoma dos Açores	147	143	139	136	132
Total (milhares de toneladas)	5159	4782	4608	4719	4765
Varição face ao ano anterior	-6%	-7%	-4%	2%	1%

2.4.1 Encaminhamento direto de RU para as operações de gestão

O destino final dos resíduos em Portugal tem sofrido uma evolução em linha com os objetivos da política nacional e Europeia neste setor, como evidencia o Gráfico a seguir apresentado.

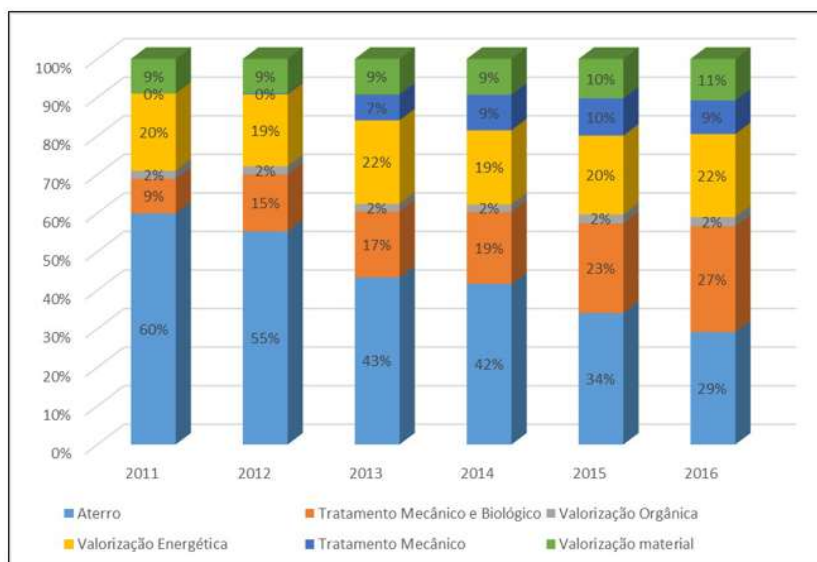


Gráfico 2.4 Encaminhamento de RU no período 2011-2016 (APA 2017)

Em 2016 verifica-se uma descida acentuada da quantidade de RUB depositado em aterro, sendo que a entrada em funcionamento de novas instalações de TM e TMB permitiu uma redução para 45% dos RUB depositados em aterro face aos valores de 1995. Contudo, torna-se a verificar um ligeiro aumento na produção total de RU o que poderá dificultar atin-

gir os objetivos definidos. A concretização da meta em 2020 está dependente da otimização das unidades TMB já existentes, cujo funcionamento se iniciou nos últimos anos (APA 2016).

No ano de 2016, em Portugal Continental, obteve uma capitação de 459 kg/hab.ano, abaixo da média Europeia, 474 kg/hab.ano, 28 países no ano de 2014, (RARU, 2015).

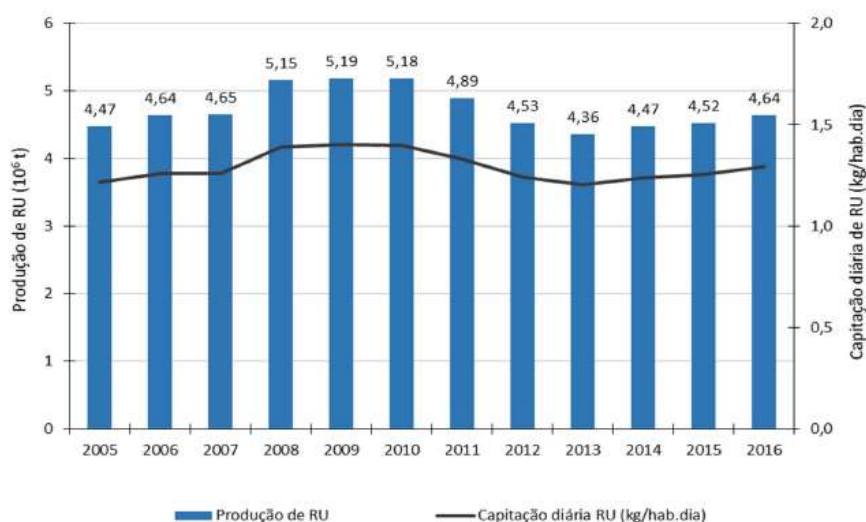


Gráfico 2.5 - Evolução da produção de RU e capitação anual (kg/hab.dia) em Portugal continental (RARU 2016).

De acordo com os resultados obtidos por município, verifica-se uma maior produção de RU *per capita* no sul do país, podendo a zona do Algarve ser justificada pela população flutuante.

Na Gráfico 2.6 apresenta-se a caracterização física média dos RU produzidos no continente. Segundo o RARU 2016, a comparação do peso de cada uma das categorias entre 2011 e 2016 revela um padrão consistente de composição de RU que resulta provavelmente de hábitos de consumo semelhantes neste período.

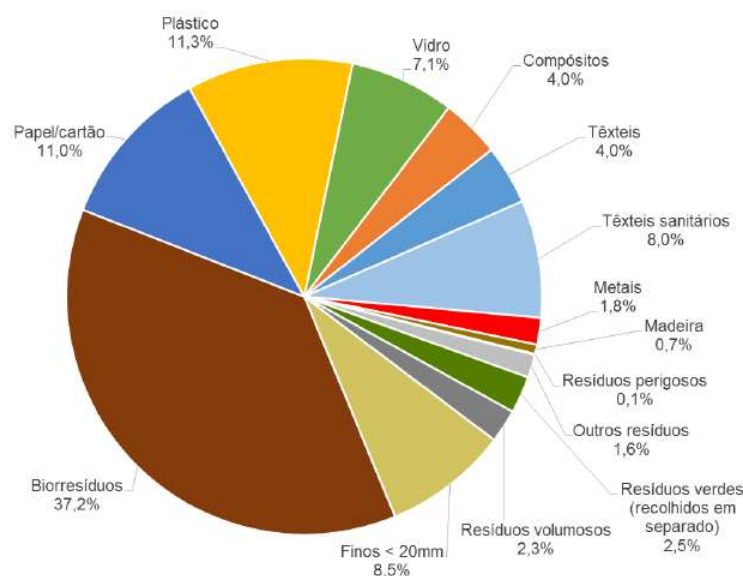


Gráfico 2.6 - Composição física dos RU em Portugal, ano de 2015 (APA 2017).

2.4.2 Metas Nacionais - PERSU 2020

- **Metas de prevenção de resíduos**

Até 31 de dezembro de 2016, alcançar uma redução mínima da produção de resíduos por habitante de 7,6% em peso relativamente ao valor verificado em 2012.

Até 31 de dezembro de 2020, alcançar uma redução mínima da produção de resíduos por habitante de 10% em peso relativamente ao valor verificado em 2012

- **Meta preparação para a reciclagem**

Até 31 de dezembro de 2020, um aumento mínimo global para 50% em peso relativamente à preparação para a reutilização e a reciclagem de resíduos urbanos, incluindo o papel, o cartão, o plástico, o vidro, o metal, a madeira e os resíduos urbanos biodegradáveis.

- **Meta reciclagem de resíduos de embalagens**

Até 31 de dezembro de 2020 deverá ser garantida, a nível nacional, a reciclagem de, no mínimo, 70 %, em peso dos resíduos de embalagens.

- **Meta da deposição de RUB em aterro**

Até julho de 2020, os resíduos urbanos biodegradáveis destinados a aterro devem ser reduzidos para 35% da quantidade total, em peso, dos resíduos urbanos biodegradáveis produzidos em 1995.

No ano de 2015 foram elaborados os Planos de Ação municipais para o PERSU 2020, sendo definidas as ações a desenvolver no âmbito da gestão de resíduos urbanos, em articulação com as metas estabelecidas nos Plano de Ação dos sistemas multimunicipais.

2.4.2.1 Metas para o sistema intermunicipal RESULTIMA

PAPERSU RESULTIMA, 2015:

- Mínimo de preparação para reutilização e reciclagem (% de RU recicláveis) - 80%
- Máximo de deposição de RUB em aterro (% de RUB produzidos) - 10%
- Retomas de recolha seletiva (kg *per capita* por ano) – 45

Na tabela seguinte constam as metas previstas para o sistema Resultima entre 2016 e 2020, para a preparação para a reutilização e reciclagem, redução da deposição de RUB em aterro e retomas de recolha seletiva.

Tabela 2-3 - Metas para o Sistema Resultima (fonte: PAPERSU Resultima)

(%)	2016	2017	2018	2019	2020
Meta Preparação para a Reutilização e Reciclagem	16	18	19	53	80
Meta de Redução da deposição de RUB em aterro	87	85	83	42	10
Meta de retomas de recolha seletiva	34	36	38	42	45

Refere no PAPERSU Resultima, 2015, que com as instalações que possui atualmente, e até que seja iniciada a exploração da unidade TMB, com arranque previsto para 2017 mas que não se concretizou, a RESULTIMA não conseguirá cumprir com as metas intercalares, relativamente às metas de Preparação para a Reutilização e Reciclagem e de Redução da Deposição de RUB em aterro.

2.4.2.2 Metas para o Município de Barcelos

De acordo com o previsto no PAPERSU RESULTIMA, 2015, é expectável que o Município de Barcelos atinga os seguintes resultados:

- No horizonte 2020, uma capitação de retomas com origem na recolha seletiva de 36 kg/hab em 2020, correspondendo a um incremento de 52 % face a 2014 (representado por um aumento de 12 kg/ hab no período 2015-2020).

- No horizonte de 2020, uma fração de 30 % na fração RS 3F total do SGRU (um crescimento de 49 % face ao valor registado em 2014), o que compara com uma fração ponderal de 38 % da população respetiva no perímetro demográfico do sistema e com o recurso ao potencial 3F não explorado nos RU indiferenciados encaminhados para aterro em 2014 para atingir o incremento projetado: apenas 10 % desse potencial.

Assim, o Município de Barcelos tem um desafio a vencer rumo à concretização das metas de retomas com origem na recolha seletiva e da preparação para reutilização e reciclagem definidas para o SGRU no âmbito do PERSU 2020, nomeadamente ao nível da promoção da gestão integrada da recolha seletiva.

Face à realidade do concelho, o Município necessita implementar medidas, de forma a contribuir para o cumprimento das metas estipuladas nos PAPERSU (Tabela 2-4), nomeadamente a implementação de um sistema de recolha seletiva, da fração valorizável de resíduos orgânicos.

Tabela 2-4 - Contributos quantitativos do Município de Barcelos projetados para a Recolha seletiva 3F no período 2015-2020 (PAPERSU Barcelos)

RS3F (toneladas) anual	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Crescimento 2014-2020	Crescimento 2014-2020 (%)	Crescimento 2014-2020 no potencial RS 3F dos RU indiferenciados 2014 [%]
Município Barcelos	3.097	3.246	3.470	3.768	4.186	4.546	1.492	49%	10%
Projeção SGRU total	11.198	11.595	12.190	12.983	14.094	15.050	3.967	36%	10%

2.5 Implementação do Serviço de Recolha de Resíduos Orgânicos

Nas últimas décadas vários países implementaram a recolha seletiva de resíduos alimentares domésticos. Apesar dos aumentos significativos na reciclagem, a recolha seletiva de resíduos de orgânicos tem níveis baixos.

Segundo Denis (2014b), em geral os países em desenvolvimento estão a enfrentar maiores desafios na gestão de resíduos orgânicos do que os países desenvolvidos.

Para a Generalitat Valenciana (2013), uma das dificuldades na implementação seletiva de resíduos orgânicos é o custo associado com o sistema (contentores, transporte, frequência de recolha, etc.) e a adequação das instalações para a gestão dos resíduos orgânicos.

Para Grima, *et al.* (2013), sendo a hierarquia de gestão de resíduos a referência nas políticas de resíduos, não existe uma solução única e definitiva para desenvolver a gestão dos resíduos biológicos, há muitas soluções, modelos e tecnologias que devem combinar-se

para adequar a cada realidade. Para encontrar a melhor alternativa de gestão de resíduos, é necessário encontrar um equilíbrio técnico, económico, social e ambiental entre as diferentes opções e os custos de gestão de resíduos, em função dos seguintes fatores:

- A densidade populacional;
- Urbanismo;
- A presença de atividades comerciais;
- Os sistemas de recolha e tratamento aplicados;
- A composição e qualidade dos resíduos;
- As condições climáticas;
- O uso potencial do composto;
- Comunicações.

Os resíduos biodegradáveis representam, sobretudo nos países do Sul da Europa, a maior percentagem dos resíduos urbanos, a sua composição varia entre países e regiões dependendo de vários fatores como a localização geográfica, a tipologia urbana ou rural, a cultura e hábitos alimentares etc.

Para Rodrigues (2017)², a valorização biológica apresenta-se como a aposta principal, considerando que mais de 38% dos resíduos urbanos são orgânicos (restos de comida e verdes). A necessidade de se avançar com a recolha de biorresíduos foi identificada como uma das medidas incontornáveis, a implementar não pela adição de mais um fluxo de recolha e, portanto, de mais um circuito de recolha, mas por substituição da recolha indiferenciada, alternando com a recolha dos restantes fluxos de recolha seletiva.

De acordo com o relatório da CE (2015), a recolha separada de biorresíduos é um excelente candidato para aumentar significativamente o total da recolha seletiva. O Gráfico 2.7, mostra as taxas de recolha de biorresíduos nas capitais EU 28, que em média recolhem 16% de biorresíduos dos resíduos produzidos, mas o valor médio é fortemente influenciado pelo grupo de cidades que atualmente não estão a recolher este material.

Constata-se novamente que a cidade de Liubliana se destaca com uma elevada taxa de recolha de biorresíduos 73%, Gráfico 2.7, com um sistema de recolha porta-a-porta que é diferenciado em termos de frequência de recolha, mas é principalmente um sistema de recolha semanal.

² Pesquisa em setembro 2017 em <http://www.ambienteonline.pt/canal/detalhe/colunista-susana-rodrigues-persu-2020-economia-circular-e-biorresiduos>

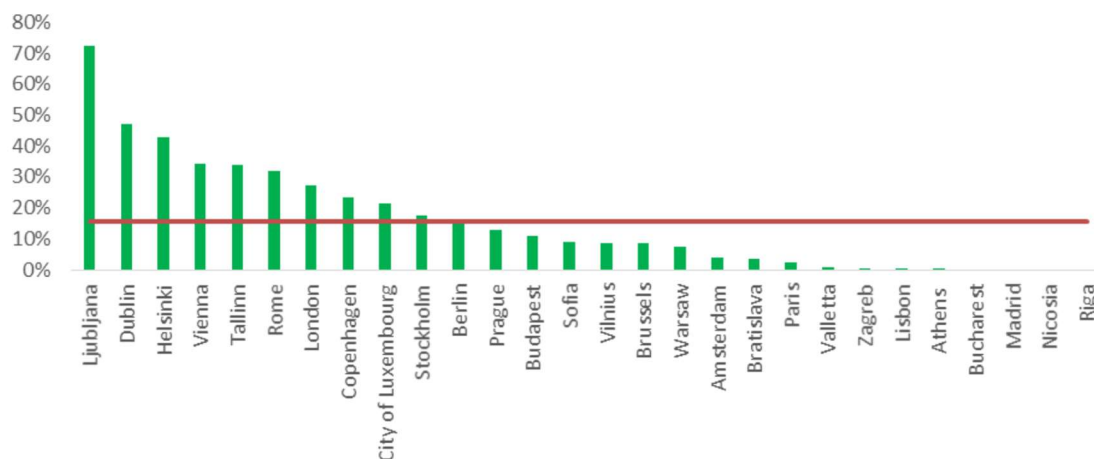


Gráfico 2.7 - Taxas de recolha de biorresíduos UE 28, CE (2015)

Atrás de Liubliana, Dublin, Helsínquia, Viena, Tallinn e Roma conseguem recolher 30% de biorresíduos da quantidade de resíduos produzidos. Segundo CE (2015), todas estas cidades têm em comum o sistema de recolha porta-a-porta, com frequência de recolha variável. Também todas estas cidades, com exceção de Helsínquia, têm pontos de entrega de biorresíduos, locais de utilidade cívica.

Um dos objetivos do sistema de recolha de resíduos orgânicos consiste em remover, grande parte dos materiais putrescíveis, reduzindo o volume dos resíduos indiferenciados, para permitir um aumento na frequência de recolha.

Segundo Ricci (2003), a introdução do serviço de recolha de resíduos orgânicos (RO) nos países do sul da Europa, como Itália e Catalunha (Espanha), significou reduzir a recolha de resíduos indiferenciados de 4 a 6 vezes por semana para 2 ou 3 vezes por semana. Nas áreas do norte de Itália perto dos Alpes, passou de uma recolha semanal para quinzenal.

Para Prasad *et al.* (2011b) embora alguns países estejam a dar atenção à gestão de resíduos orgânicos, as Leis estabelecidas permanecem incompletas. Também para Thi *et al.* (2015), os principais problemas da correta gestão dos resíduos orgânicos são administrativos e dotações orçamentais pobres e inadequadas para melhorar a atividade de reciclagem. Além disso, as experiências dos países desenvolvidos têm mostrado que um país não pode resolver o problema dos resíduos orgânicos, se o governo não estabelecer objetivos e criar leis abrangentes para reduzir a produção destes resíduos.

Alguns países, criaram mecanismos legais para a redução da deposição de resíduos orgânicos em aterros, na Tabela 2-5, constam alguns exemplos de medidas adotadas em países europeus para a separação na origem de resíduos biodegradáveis.

Tabela 2-5 - Obrigações legais de alguns países da UE, para a separação na origem de biorresíduos, fonte: Grima, et al. (2013).

País	Medida
Áustria	Obrigatoriedade de recolha separada para os resíduos de cozinha e jardim desde 1995, quando esteja o tratamento biológico disponível.
Catalunha Espanha	Desde 2008 obrigatoriedade de realizar a recolha separada de resíduos orgânicos a toda a população da Catalunha.
França	Obrigatoriedade a partir de 2012 de aplicar a recolha separada para grandes produtores, gradualmente até 10 toneladas no ano de 2016.
Alemanha	Introdução de esquemas nacionais obrigatórios de recolha separada até ao ano de 2015
Irlanda	Separação na origem obrigatória e tratamento biológico para resíduos comerciais de alimentos a partir de 2010, incluindo os principais produtores de alimentos, restaurantes, cantinas, pontos de venda de alimentos, supermercados e hotéis.
Itália	Recolha separada obrigatória a partir de parques e jardins em 4 regiões: Lombardia, Piemonte, Veneto e Sicília.
Eslováquia	Estabelecimento da recolha separada de biorresíduos de parques e jardins desde o ano 2006 e separação na origem de biorresíduos domésticos desde o ano de 2010.

O aparecimento de novas tecnologias e as experiências aprendidas com outros países, são ferramentas importantes para a implementação de uma correta gestão de resíduos orgânicos.

Thi *et al.* (2015), defende que há uma necessidade de aumentar a consciencialização das populações sobre a questão dos resíduos orgânicos e mudar comportamentos dos consumidores para reduzir a sua produção. Há também uma necessidade urgente de expandir campanhas, projetos e conceitos associados à reciclagem dos resíduos orgânicos. Thi *et al.*, (2015), define oito etapas para a implementação de um plano de gestão de resíduos orgânicos na íntegra, sendo um processo contínuo, e portanto, os governos precisam de adaptar os sistemas em simultâneo, de acordo com o seguinte:

1. Rever o sistema existente;
2. Rever a regulação existente;
3. Identificar partes interessadas;
4. Estabelecer normas e regulamentos;

5. Estabelecer metas
6. Conduzir atividades e programas de gestão de RO
7. Estimar e comparar opções;
8. Avaliar o sistema de gestão de RO

Com base em pesquisas realizadas pela ECN, aproximadamente 30 milhões de toneladas de biorresíduos são recolhidos separadamente, anualmente em cerca de 3.500 estações de tratamento, compostagem ou digestão, em toda a Europa. Os resíduos verdes representam mais de 50% deste resíduo biodegradável, que é processado em mais de 2.000 estações de compostagem. A compostagem predomina sobre a digestão anaeróbica para o fluxo de biorresíduos, resultando em mais de 90% dos alimentos e resíduos verdes, sendo processados em composto.

O objetivo global da revisão da legislação europeia de gestão de resíduos é promover a prevenção e reciclagem de resíduos. Apesar disso, a maior parte dos resíduos urbanos produzidos na Europa ainda são eliminados através de deposição em aterro (31%) ou de incineração (26%), e menos de metade (43%) são reciclados. A reciclagem de vidro, papel e papelão, metais e plásticos tem aumentado nos últimos anos. Mas por outro lado, não houve nenhum aumento correspondente na reciclagem de biorresíduos ECN, (2016).

Apresenta-se na Figura 2-2 o panorama da recolha de resíduos orgânicos biodegradáveis na Europa em 2014.

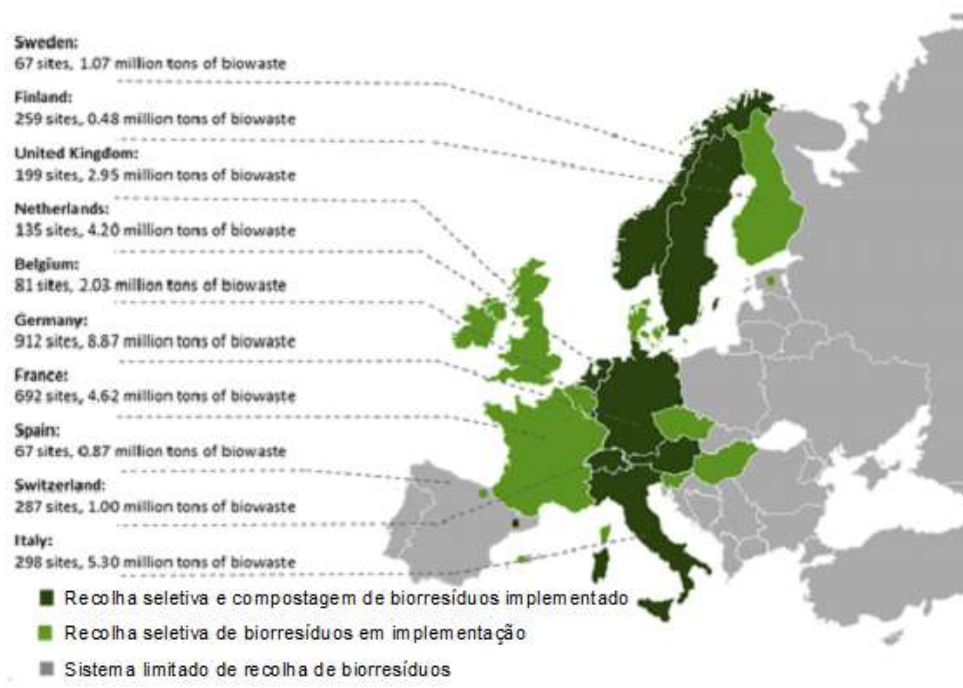


Figura 2-2 - Estado da Recolha Seletiva de Biorresíduos na Europa, em 2014 (ECN, 2016)

Segundo, ECN (2016), existem grandes diferenças no serviço de recolha separada e capacidade de tratamento para biorresíduos em toda a Europa. Países como a Áustria, a Suíça, a Alemanha, os Países Baixos, Bélgica, a Suécia e a Noruega, basearam-se em sistemas recolha separada e tratamento de biorresíduos há mais de 15 anos, enquanto países como o Reino Unido, Itália, Finlândia, Irlanda, Eslovénia, Estónia e a França fizeram avanços significativos durante este período. Por outro lado, há um grande potencial de expansão que permanece em vários países como a Bulgária, Grécia, Croácia, Letónia, Lituânia, Malta, Polónia, Portugal, Romênia, Eslováquia, Espanha, República Tcheca, Hungria e Chipre.

Em Portugal a recolha seletiva de resíduos orgânicos está apenas disponível em alguns municípios para grandes produtores, como restaurantes, cantinas, grandes supermercados e mercados municipais. Apesar de alguns Sistemas Intermunicipais terem iniciado projetos piloto de recolha seletiva de resíduos orgânicos a domésticos, como o caso da LIPOR no concelho da Maia, atualmente o serviço não se encontra implementado em nenhum município. Segundo informação disponibilizada pela LIPOR prevê-se para 2018 a recolha de resíduos orgânicos em áreas residenciais, nomeadamente no Município de Gondomar e ainda os Serviços Municipalizados de Viana do Castelo.

A implementação de circuitos seletivos de recolha de resíduos orgânicos tem várias vantagens, tais como:

- Composto orgânico de melhor qualidade, comparado com o retirado dos resíduos indiferenciados.
- Grande contributo para as instituições locais, nacionais e europeias, reduzirem a quantidade de resíduos biodegradáveis que são enviados para aterro.
- Fácil utilização e participação.
- Contribui para a sustentabilidade económica.

Um estudo realizado em Espanha por Amigos de la Tierra, (2016) foram analisados e avaliados os sistemas de gestão de resíduos em 5 cidades espanholas com diferentes sistemas de recolha de produtos orgânicos, que mostra que os modelos porta-a-porta e de compostagem comunitária, envolvem maior participação cidadã, e têm menor custo, sendo estes os mais eficazes.

O estudo revela os cinco melhores modelos para a entrega separada de orgânicos:

1. Compostagem comunitária, um sistema pelo qual os cidadãos levam seus resíduos orgânicos diretamente para o compostor local. Uma vez que o composto é aplicado localmente e são diminuídas as emissões de gases de efeito estufa, provocadas pelo transporte de resíduos.

2. Recolha porta-a-porta, exige que os cidadãos tenham muito cuidado com a separação de fluxos de resíduos e obtém-se grandes níveis de fluxo de resíduos orgânicos não contaminados.
3. Contentores públicos na rua acessíveis com uma chave, de modo que apenas os utilizadores aderentes ao serviço de recolha de resíduos orgânicos possam abrir o recipiente e colocar os seus.
4. Recolha separada em dois contentores para resíduos orgânicos e inorgânicos.
5. Recipiente aberto, onde mesmo se os resíduos orgânicos são separados, há muitos resíduos impróprios e gera um composto de baixa qualidade.

Na Figura 2-3 pode visualizar-se os indicadores quantitativos e a % de impróprios sobre a quantidade absoluta de biorresíduos recolhidos separadamente, na região da Catalunha, Espanha, no ano de 2010, de acordo com o modelo de recolha adotado.

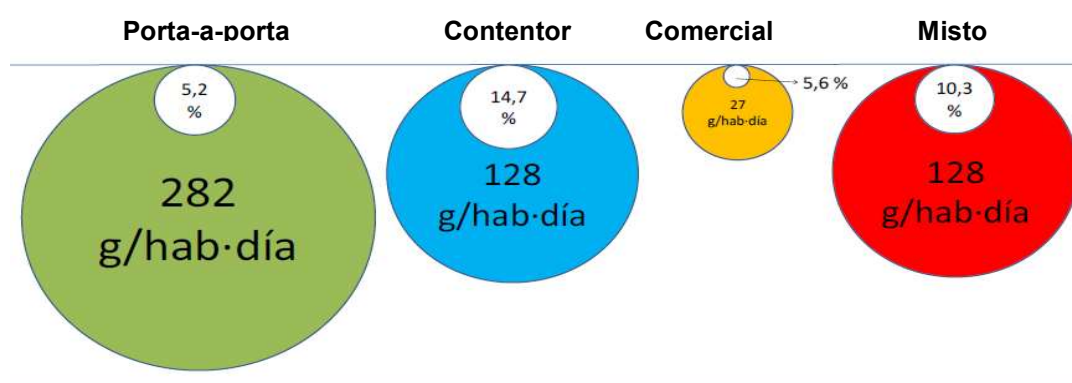


Figura 2-3 - Indicadores quantitativos de recolha de biorresíduos na Catalunha, Espanha (Grima et al., 2013).

O estudo da CE (2015) revela algumas recomendações que abordam diferentes níveis decisórios:

1. A recolha separada das frações de resíduos conduz a níveis mais elevados de reciclagem.
2. Envolver o setor privado na recolha e tratamento pode ajudar a reduzir custos e a carga na gestão. No entanto, há muitas vezes uma falta de transparência e informação disponível. Envolvendo o setor privado, devem ser definidas normas mínimas de recolha e tratamento e por em prática um sistema de relatório robusto com dados também sobre a recolha e tratamento.
3. Nos sistemas de recolha seletiva porta-a-porta resultam maiores taxas de recolha e rendimentos dos materiais recicláveis. As despesas de recolha deste sistema podem ser maiores, mas as taxas de recolha também são geralmente mais elevadas, e as taxas de eliminação e custos de tratamento são mais baixos.

4. A recolha separada estrita a um material em cada recipiente leva a taxas de reciclagem mais elevadas, a qualidade de material recolhido é melhor e a taxa de rejeição é baixa.
5. A implementação do sistema de tarifa *pay as you throw (Payt)*, para a recolha de resíduos indiferenciados é um dos principais fatores de sucesso para a recolha seletiva de resíduos.

2.5.1 Tipos de sistemas de recolha de biorresíduos

Existem vários sistemas de recolha seletiva de biorresíduos e a sua frequência de recolha varia de país para país e de entidade para entidade gestora.

Assim, como a recolha de resíduos indiferenciados os resíduos orgânicos de origem doméstica podem ser recolhidos de várias formas:

- Recolha em contentores de superfície

Existem vários modelos de contentores de superfície, distribuídos na via pública ou colocados pelos produtores na rua para a sua descarga, diferindo de tipo, volume, e características, em função do tipo de viatura utilizada para a recolha.

Para habitações unifamiliares, são utilizados baldes de 30 a 60 litros, enquanto para grandes produtores ou habitações coletivas são utilizados contentores de duas ou quatro rodas variando a capacidade entre os 90 e 800 litros.

A Figura 2-4 mostra exemplos de recolha em contentores de superfície em cidades diferentes.



Recolha de RO Milão – Itália, (Jürgensen, 2014)

Recolha de RO Verdú – Espanha, (Grima, *et al.*, 2013)

Recolha de RO e residual Barcelona– Espanha, (Grima, *et al.*, 2013)

Figura 2-4 - Modelos de recolha de RO em contentores de superfície

Uma das desvantagens da utilização de contentores abertos está na má utilização dos produtores, nomeadamente na deposição de impróprios e resíduos verdes, que são compostáveis mas não devem ser recolhidos com os RO.

De forma a evitar a deposição de impróprios a solução pode ser adotar contentores com controlo de acesso, que são acessíveis apenas aos utilizadores autorizados. Este tipo de

contentores, para além de terem uma melhor qualidade, permitem a aplicação de tarifários conhecidos por *PAYT* (*pay as you throw*).

Para Grima, *et al.* (2013), existem outras soluções para evitar a deposição de impróprios, nos contentores de resíduos orgânicos como a utilização de orifícios apertados ou sobretampas pequenas e a utilização de sacos biodegradáveis.

- Recolha em contentores subterrâneos

Também para contentores enterrados ou semi-enterrados existe uma grande variedade de modelos que diferem do tipo de recetáculo e sistema de elevação. O volume habitualmente utilizado é 3000 ou 5000 litros, o que, segundo Grima, *et al.* (2013) geralmente supera a capacidade necessária para armazenar resíduos orgânicos, tornando o serviço menos eficiente e mais caro.

Também se pode utilizar contentores de rodas iguais aos de superfície em unidades enterradas, dependendo do sistema de elevação, Figura 2-5.

Normalmente as “ilhas ecológicas” são constituídas por cinco contentores destinados à deposição seletiva de papel/cartão, embalagens, vidro, orgânicos e resíduos indiferenciados.



Ilha contentores subterrâneos, Ljubljana – Eslovénia (Kramžar, 2015)



Ilha de contentores de superfície enterrados, (Grima *et al.* 2013)

Figura 2-5 - Modelos de recolha de RO em contentores de subterrâneos

- Recolha porta-a-porta

O modelo de recolha porta-a-porta é muito usual para a recolha de resíduos orgânicos, podendo ser utilizados sacos homologados que controlam o volume ou contentores herméticos, sendo a recolha realizada em dias estipulados.

Para a recolha em contentores é efetuada a entrega de pequenos cestos de cozinha (10 a 20 l) e baldes ou contentores de rodas, para exterior, conforme sejam habitações unifamiliares ou coletivas.

As habitações e estabelecimentos comerciais, necessitam de um recipiente para depositar os resíduos apropriados à quantidade de resíduos produzidos, à frequência de recolha e dimensões adequadas ao espaço disponível.

No mercado existe uma variedade de cestos, no geral distinguem-se por cestos fechados ou cestos arejados, sendo que o sistema arejado permite uma melhor oxigenação dos resíduos, mas exige a utilização de um saco biodegradável.

Nas figuras seguintes apresentam-se exemplos de recipientes de deposição de resíduos orgânicos.

- Habitações unifamiliares



Figura 2-6 - Recipientes de deposição de RO habitações individuais.

- Edifícios coletivos e atividades comerciais



Figura 2-7 - Recipientes de deposição de RO habitações coletivas

- Sistema de recolha pneumático

O sistema de recolha pneumático de resíduos orgânicos é utilizado na cidade de Barcelona, Espanha e Estocolmo na Suécia. Este sistema consiste na deposição dos RO em tubos de queda, conectados através de condutores subterrâneos a um ponto de aspiração. Os tubos de queda podem estar localizados nos edifícios ou em áreas públicas.

Os sistemas de recolha pneumáticos, podem ser móveis, com recurso a um veículo, ou estáticas com central de aspiração e armazenamento que transportam os resíduos dos tubos de queda para serem recolhidos por veículos até à estação de tratamento, como demonstra a figura seguinte.

Estes sistemas estão a aumentar especialmente em áreas recém construídas, as vantagens destes sistemas é que não necessitam de tanto manuseamento manual e têm vantagens estéticas, reduz a necessidade de transporte, nomeadamente em áreas residenciais.



Figura 2-8 - Sistema de recolha de RO pneumática em Barcelona (Grima et al. 2013)

- Recolha de biorresíduos comerciais

Generalitat Valenciana (2013), apresenta três modelos diferentes para recolha de resíduos biodegradáveis de origem comercial:

- **Modelo integrado**, em que os resíduos comerciais são recolhidos junto com os de origem doméstica, utilizando o mesmo recipiente e a mesma logística de recolha.

- **Modelo segregado**, em que os resíduos comerciais são recolhidos de forma totalmente separada dos resíduos orgânicos domésticos, por diferentes empresas que utilizam diferentes recipientes e veículos.

- **Modelo misto**, em que os resíduos orgânicos comerciais são depositados em recipientes diferentes, mas a logística (especialmente o veículo de recolha) é a mesma.

- Recolha de resíduos verdes

Grima, *et al.* (2013), recomendam que sempre que possível se deve dissociar a gestão da fração vegetal da fração orgânica dos resíduos, tendo em conta que a produção e o tratamento são distintos. Tanto para os resíduos verdes domiciliários como os produzidos em serviços públicos municipais, a melhor solução é promover sempre que possível a autogestão através de compostagem, doméstica ou comunitária com trituração no caso da poda e material lenhoso.

Segundo Wrap, (2016), os custos do serviço de recolha de jardim e alimentos, são fortemente influenciados pelo fluxo de resíduos verdes, dado que tendem a recolher um grande volume e quantidade destes resíduos. Se a recolha de resíduos orgânicos e de jardim for misturada, normalmente o contentor é recolhido quinzenalmente, a não ser que as quantidades de resíduos orgânicos sejam elevadas que obrigue a recolhas separadas, aumentando assim os custos de recolha. Só serão necessárias equipas adicionais se a tonelagem de resíduos orgânicos for suficiente para exceder a capacidade disponível para a recolha de resíduos verdes existentes.

No entanto, Wrap, (2016), concluí que o maior impacto do custo de um serviço de recolha misto, está no custo de tratamento, sendo que os resíduos de alimentos exigem um tratamento em ambiente controlado, que exclui a compostagem através de leira ao ar livre, na qual as taxas à entrada são pelo menos o dobro. Assim, os custos do tratamento de um serviço misto são significativamente mais altos do que se a recolha de resíduos verdes e orgânicos for separada.

A recolha de resíduos verdes pode ser efetuada de várias formas:

- **Recolha porta-a-porta**, este modelo de recolha pode ser efetuada nos mesmos dias dos resíduos orgânicos ou em dias estipulados. Podem ser utilizados sacos normalizados ou contentores.
- **Pontos de recolha sem contentor**, a recolha é efetuada em dias estipulados e normalmente são depositados os resíduos verdes junto aos outros contentores, existentes na via pública.
- **Contentores de grande capacidade**, colocados em pontos específicos, apropriados para resíduos verdes de maior dimensão.



Figura 2-9 - Modelos de recolha de resíduos verdes (Ricci, 2015)

2.5.2 Frequência de recolha de resíduos orgânicos

A frequência de recolha das várias frações de resíduos é uma forte influência nos custos com a prestação do serviço, a este parâmetro junta-se a capacidade da viatura de recolha e o número de recipientes disponíveis.

De acordo com a pesquisa efetuada sobre a implementação do serviço de recolha seletiva de biorresíduos noutros países a frequência de recolha varia entre diária, semanal ou quinzenal. Para CE (2000), se os municípios organizarem um sistema de recolha seletiva da fração orgânica que leve a uma redução na frequência do circuito de recolha de outros resíduos, é importante assegurar uma frequência de recolha da fração orgânica que evite a sua acumulação nas residências. Este fator é de particular importância nos países com climas mais quentes, visto que, se a frequência de recolha não for suficientemente elevada, a fração orgânica decompõe-se rapidamente, dando origem a odores e problemas ambientais.

Na Tabela 2-6 constam frequências de recolha de resíduos urbanos mais comuns para diversos resíduos e tipo de recolha.

Tabela 2-6 - Frequências de recolha, na Europa, mais habituais em função do tipo (Grima et al, 2013)

Tipo de resíduos	Contentores	Porta a porta
Resíduos orgânicos	3-7 vezes/semana	3-4 vezes/semana
Indiferenciado	3-7 vezes/semana	1-2 vezes/semana
Papel/cartão	discrecional	1 vezes/semana
Embalagens	discrecional	2 vezes/semana
Vidro	discrecional	1 vezes/semana
Fração inorgânica	3 vezes/semana	3 vezes/semana
Multiprodutos	2 vezes/semana	2 vezes/semana
Fraldas	Com indiferenciado	3-7 vezes/semana
Poda	1-2 vezes/mês	1-2 vezes/mês
Volumosos	1-2 vezes/mês	1-2 vezes/mês

Apresenta-se no gráfico a seguir a percentagem de enchimento de contentores em função da frequência de recolha.

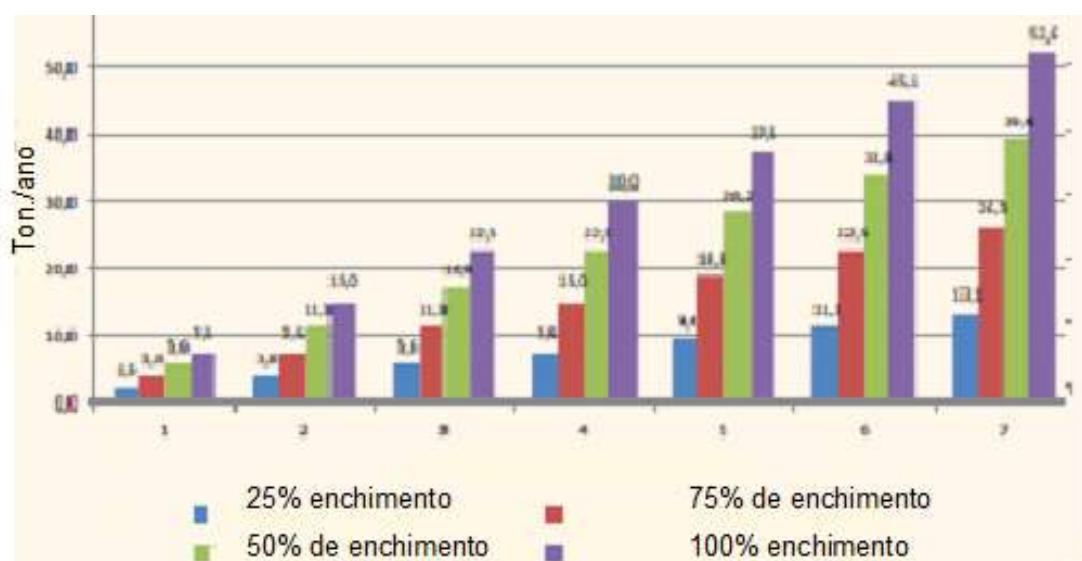


Gráfico 2.8 - Quantidade de recolhida de RO/ano em contentor de 240 litros (Grima et al, 2013, fonte Giró 2012)

Através do gráfico anterior verifica-se que a percentagem de enchimento dos contentores depende da frequência de recolha realizada, a partir de uma recolha semanal a recolha diária, o nível de enchimento do recipiente varia de 25%, 50%, 75% e 100%.

No caso mais comum, com frequência de recolha três a quatro vezes por semana, para 50% e 75% de enchimento, um contentor de 240 litros recolhe 11 e 22 toneladas de resíduos orgânicos por ano.

2.6 Custos Associados ao Serviço de Gestão de Resíduos

O custo associado ao serviço de recolha de resíduos deve ser recuperado através de uma tarifa definida para cada município, em conformidade com a legislação em vigor e as orientações da Entidade Reguladora (ERSAR).

A tarifa de recolha de RU deverá ressarcir os custos totais das entidades gestoras nas atividades de deposição, recolha e transporte de resíduos urbanos para valorização, tratamento e eliminação. No entanto, em Portugal grande parte dos municípios não aplica tarifas que cumpram com esta regra.

Com efeito, a forma de cobrança pode revestir-se de várias formas, podendo ser tarifa fixa ou mista, com uma componente fixa e outra variável, em função do consumo, de modo a cobrir os custos com a prestação do serviço, assegurando o funcionamento dos sistemas e os investimentos de substituição de equipamentos e inovações.

Tipo de Custos

- Equipamento de transporte de RU (camiões), amortizado no n.º de anos de acordo com o seu tempo de vida útil.
- Equipamento de deposição (contentores), amortizado no n.º de anos de acordo com o seu tempo de vida útil.
- Custos dos cestos, no caso de resíduos orgânicos
- Custo dos sacos biodegradáveis, para resíduos orgânicos (opcional)
- Custos com reparações de equipamentos (manutenção preventiva e curativa)
- Custos com abastecimento de combustível.
- Aluguer de equipamento.
- Rendas, eletricidade, gás e água
- Todos os custos com recursos humanos afetos ao serviço: operadores de recolha, administração, faturação, recursos humanos, atendimento, etc.
- Custos indiretos.
- Custos de tratamento, varia de acordo com as quantidades a tratar

Os Custos da atividade de recolha de RU são divididos em **custos diretos** e **indiretos**.

Os custos diretos são os que estão diretamente relacionados com a prestação do serviço em análise, que apresentam uma relação inequívoca com essa prestação, e os que refletem a utilização de recursos adicionais de outros serviços e atividades que contribuem para a função, como materiais e mão-de-obra.

Os custos indiretos são os custos cuja ocorrência se justifica pela atividade global do Município, correspondendo a uma percentagem de afetação de cada serviço, relaciona-se a custos administrativos e de gestão.

Os custos são ainda divididos pela sua natureza e variabilidade da atividade, os **custos fixos** e os **custos variáveis**.

Os custos fixos são os que se mantêm inalterados, no seu valor global, independentemente de variações do nível de atividade geradora do custo.

Os custos variáveis são os que variam, no seu valor global, em função do nível de atividade, ou seja, o grau de utilização de recursos geradores do custo varia com o nível da atividade em causa.

Na Tabela2-7 consta os tipos de custos associados ao serviço de recolha RU em função da sua natureza e englobamento.

Tabela2-7 - Tipos de custos associados ao serviço de recolha de RU

Custos	Fixos	Variáveis
Diretos	<p>Pessoal afeto ao serviço de recolha de RU;</p> <p>Amortizações de bens móveis e imóveis afetos ao serviço;</p> <p>Frota e seguros</p>	<p>Pessoal - custos com pessoal cujo valor varia em função do nível de atividade;</p> <p>FSE – custos suportados com a remoção e tratamento de RU; encargos de liquidação e cobrança; outros custos variáveis associados à atividade;</p> <p>Frota – encargos com as viaturas afetas à função RU;</p> <p>Encargos financeiros associados ao financiamento de investimentos na atividade;</p> <p>Outros investimentos associados à atividade;</p>
Indiretos	<p>Inclui os custos dos serviços afetos à função, que, pela sua natureza, não lhe possam ser diretamente imputados ou que sejam partilhados com outras funções.</p>	

Relativamente aos proveitos obtidos são os que resultam da tarifa cobrada e devem cobrir os custos da prestação do serviço de deposição, recolha e transporte para valorização, tratamento e eliminação de resíduos urbanos e equiparáveis

Os custos variam de país para país e de município para município, dependendo do modelo de gestão utilizado, dos meios, do tipo e qualidade do serviço, frequência, entre outros custos.

A Figura 2-10 mostra que o modelo de recolha utilizado pode influenciar na variação dos custos associados à prestação de serviço.

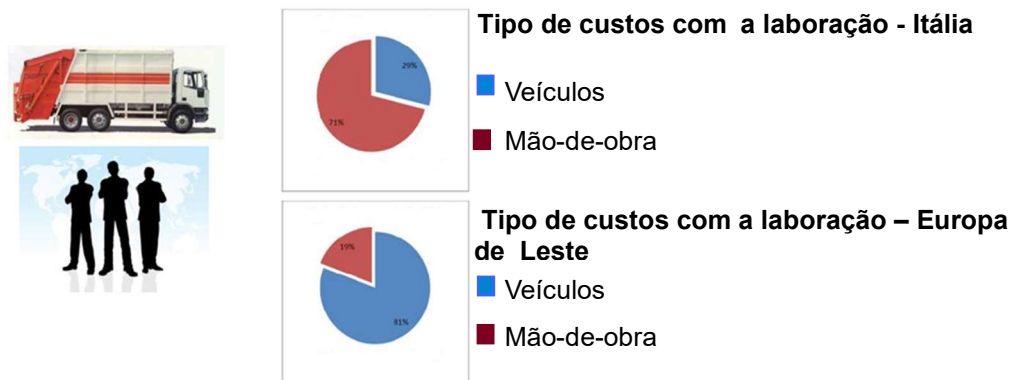


Figura 2-10 - Tipo de custos de acordo com o modelo de recolha (adaptado, Ricci, 2015)

Conforme um estudo realizado a 81 municípios da Catalunha, dos quais 41 com recolha porta-a-porta e 40 com recolha por contentores, Ricci, (2015) afirma que o custo anual por habitante é quase equivalente para os dois sistemas.

Segundo o relatório da CE (2015), com disponibilidade de dados limitados, sugere que na UE28 a recolha seletiva porta-a-porta é o sistema mais caro em termos de custos de funcionamento. No entanto, a criação de um sistema de recolha seletiva porta-a-porta torna-se mais barato do que a entrega em contentores.

2.6.1 Modelos de Recolha de Resíduos Urbanos

A recolha de RU varia muito entre as entidades de gestão e como referido os custos com o serviço dependem do modelo adotado, sendo que muitas entidades optam por modelos de gestão mistos.

Existem vários modelos de recolha de acordo com os seguintes métodos de deposição:

Deposição na rua - recolha porta-a-porta: os produtores colocam os resíduos no chão.

- É um sistema que exige maior número de funcionários.
- Apresenta grandes resultados quando existe um serviço de fiscalização a atuar em paralelo e inconvenientes, sobretudo por permitir que animais rompam os sacos de plástico para procurar comida.

Deposição em contentores de superfície: existe uma grande variedade de equipamentos e da capacidade de deposição.

- Sistema fácil e não exige grande responsabilidade dos produtores.
- Os pontos são móveis.
- Volume limitado.

Deposição em contentores subterrâneos: existe uma grande variedade de equipamentos e da capacidade de deposição.

- Sistema fácil e simples.
- Custo elevado.
- De uso fácil para os produtores.
- Melhor estética dos locais de deposição.

Deposição em Ecocentros: Centros municipais de deposição voluntária dos produtores.

- Possibilidade de maior tipo de resíduos a depositar.
- Encontram-se mais longe dos produtores.
- Não exige grande logística.

Pedido de recolha: Serviço especial de recolha, disponibilizado pelas entidades para a recolha de resíduos verdes e volumosos.

2.6.1.1 Tipo de veículos de recolha

A recolha de resíduos causa grandes impactos ambientais, porque geralmente são utilizados camiões com motores a diesel, que consomem grande quantidade de combustível. Muitos municípios possuem veículos com idade avançada e com manutenção de rotina débil, os camiões pesados emitem níveis elevados de dióxido de carbono (CO₂) e óxido de azoto (NO₂) para a atmosfera.

O tipo de veículos de recolha de resíduos depende do sistema de deposição utilizado, havendo uma grande variedade de recipientes que diferem em relação à sua forma, capacidade e processo de descarga. O processo de descarga exige que o veículo de recolha possua uma configuração especial capaz de manobrar os recipientes. Os tipos de sistemas de recolha mais utilizados em Portugal são os veículos de descarga traseira, ou seja, o recipiente é descarregado através da parte traseira do veículo, com elevação hidráulica, sendo a operação realizada por uma equipa de três trabalhadores. São também utilizados veículos de descarga superior, onde o recipiente é levantado através de uma grua para o topo do veículo, com uma equipa de dois ou três trabalhadores. Também existem veículos de carga lateral, normalmente podendo manobrar contentores de grande capacidade (até 3,2 toneladas).

Para Ferreira *et al* (2016) a eficiência e custo inerente do serviço de recolha dependem fortemente de vários fatores, incluindo o sistema de recolha selecionado, com implicações sobre o tempo despendido para manobrar o veículo e esvaziar o recipiente, a distância percorrida em cada circuito e sobre o consumo de combustível, entre outras. Recipientes mais fáceis de manobrar, com uma melhor coordenação entre o recipiente e o veículo de recolha, tem resultado menores tempos de descarga, aumentando a eficiência do trabalho. O consumo de combustível depende significativamente do tempo de recolha e a distância, mas também é uma característica intrínseca de cada veículo de recolha, de acordo com a potên-

cia necessária para realizar a operação de esvaziamento dos recipientes, sendo fatores decisivos na eficiência e custos dos sistemas. É particularmente importante basear a seleção do equipamento também em aspetos operacionais e não apenas sobre os critérios tradicionais de custos de aquisição e adequação ao território.

- Veículos sem compactação

Recolha de resíduos orgânicos;

Vidro, embalagens e papel/cartão;

Resíduos elétricos e eletrónicos;

Resíduos hospitalares;

Resíduos verdes.

- Com compactação

Resíduos indiferenciados;

Embalagens e papel/cartão;

Resíduos verdes;

2.6.1.1.1 Veículos de Recolha de Resíduos Orgânicos

Existem no mercado vários modelos e capacidades de veículos especializados para a recolha de resíduos orgânicos. Estes veículos podem ser destinados apenas à recolha de RO, como também podem ser mistos, com dois ou mais compartimentos para os diferentes materiais a recolher.

A capacidade do veículo deve ser adequada ao peso e volume de resíduos orgânicos recolhidos diariamente.

Wrap (2016), refere que o uso de camiões compactadores, na recolha seletiva de RO, apresenta poucos benefícios porque os resíduos alimentares são muito densos, elevada humidade e a compactação é desaconselhável porque provoca a produção de lixiviados. Assim, a escolha do veículo depende de vários fatores incluindo:

- Os resíduos alimentares devem ser recolhidos separadamente dos resíduos de jardim, porque estes podem ser compactados para redução de volume, ao contrário dos orgânicos biodegradáveis;
- Natureza de recicláveis secos existentes;
- Área geográfica;
- Características demográficas;
- Tipos de edifícios;

- Aspetos de segurança e saúde;
- Custo;

- Veículo de caixa aberta para a recolha de resíduos orgânicos sem compactação.

Veículo composto por uma única caixa com capacidade variável, Figura 2-11, por exemplo 5,5 ou 7 m³, de estrutura trapezoidal totalmente estanque. Equipado com elevador de contentores traseiro de 120 a 1100 litros.



Figura 2-11 - Veículo de recolha sem compactação

- Veículo único para a recolha de resíduos orgânicos com compactação

Composto por uma caixa compactadora trapezoidal, Figura 2-12, de capacidade variável 5,5, 7, ou 10 m³, por exemplo, equipado com elevador traseiro para contentores de 120 a 1100 litros de capacidade.



Figura 2-12 - Veículo de recolha com compactação

- Veículos bifluxo com compactação

Os resíduos alimentares podem ser recolhidos em duas fileiras de resíduos (ex. resíduos orgânicos e indiferenciados ou recicláveis secos e orgânicos), esta opção reduz o número de veículos utilizados, porém tem algumas desvantagens na gestão das recolhas, podendo um compartimento estar cheio e o outro parcialmente e exigir boa logística.

A estrutura está dividida em dois compartimentos, Figura 2-13, compostos por duas caixas de capacidade variável, sendo o mais usual 5 ou 8 m³ na totalidade, divididos por exemplo em 2,5+2,5 m³ 5,5+2,5 m³.

O veículo é equipado com elevador de contentores hidráulico traseiro, para o levantamento de 120, 240, 360 e 800 litros.



Figura 2-13 - Veículo de recolha bifluxo com compactação

- Veículos mistos com e sem compactação



Figura 2-14 - Veículo de recolha misto com e sem compactação

Veículo equipado com duas caixas, Figura 2-14, uma traseira com compactação de 5 m³, com elevador de contentores, apropriada para a recolha de indiferenciados, papel ou embalagens, a segunda caixa de 3 m³ sem compactação, situa-se na dianteira do camião, também equipada com elevador de contentores, adequada para a recolha de resíduos orgânicos, sem compactação.

2.6.2 Análise de Custos

Para Pietzsch (2017), a implementação de estratégias *Zero Waste* tem benefícios como:

- Redução de custos e conseqüente aumento de lucros, uma vez que são produzidos menos resíduos e são separados na fonte;
- Aumento dos lucros com a venda de material reciclado;
- Aumento de fluxo, que deriva das ofertas de emprego associada a este sistema.

Apresenta-se na figura a seguir custos médios da recolha indiferenciada segundo estudos de Ricci para a Fedeamambiente (2003b).

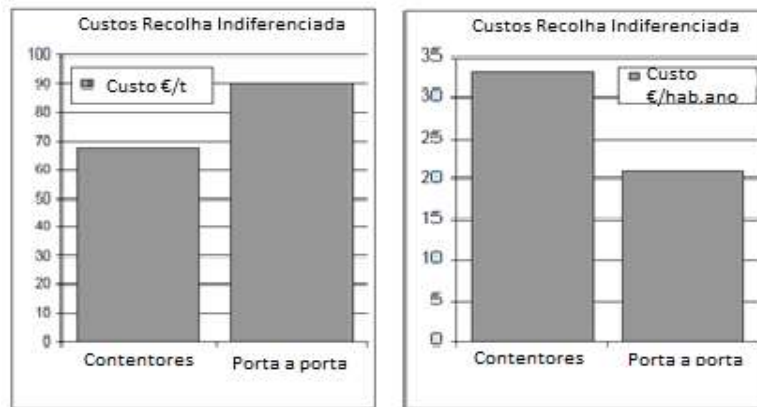


Gráfico 2.9 - Custos médios da recolha de resíduos indiferenciados (Fedeamambiente, 2003b)

É habitual as análises de custo com a gestão de resíduos, serem indexados à massa de resíduos recolhidos. No entanto, segundo Ricci (2003), há evidências de que isso distorce a realidade, porque quanto mais resíduos recolhidos, menores são os custos do serviço de recolha por quilograma. É, portanto, incorreto expressar o custo deste serviço por unidade de massa, mas sim avaliar por custo por pessoa, ou seja, €/habitante.ano ou €/habitação.ano, como mostra o Gráfico 2.9, referente a um estudo realizado por Fedeamambiente (2003b). Os resultados diferentes do parâmetro €/t está relacionado com a quantidade de resíduos indiferenciados recolhidos que é 235 kg/hab.ano na recolha porta-a-porta e 460 kg/hab.ano em contentor.

Ricci (2003) conclui, através do referido estudo, que a soma do custo de recolha porta-a-porta de resíduos indiferenciados e resíduos de comida pode ser altamente competitiva para a recolha em contentores de rodas, como mostra o Gráfico 2.10. Outra conclusão importante é que a recolha de resíduos porta-a-porta é mais cara do que por meio de contentores, mas isso leva a uma grande redução do custo da recolha indiferenciada e a uma redução de custos na recolha de resíduos em geral.

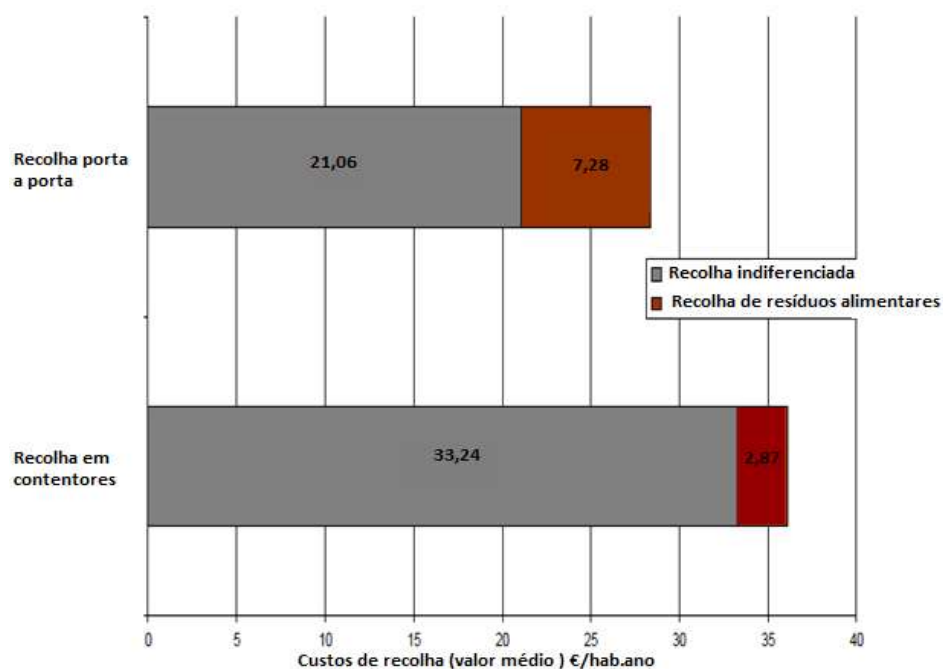


Gráfico 2.10 - Sistema integrado de recolha indiferenciada e resíduos alimentares; custo/hab.ano, (adaptado Fedambiente, 2003b).

A Agência de Resíduos da Catalunha apresentou em 2013 os valores estimados das tarifas de gestão de resíduos na região, Figura 2-15, para a recolha e os vários tipos de tratamento relativo aos resíduos indiferenciados e biorresíduos.

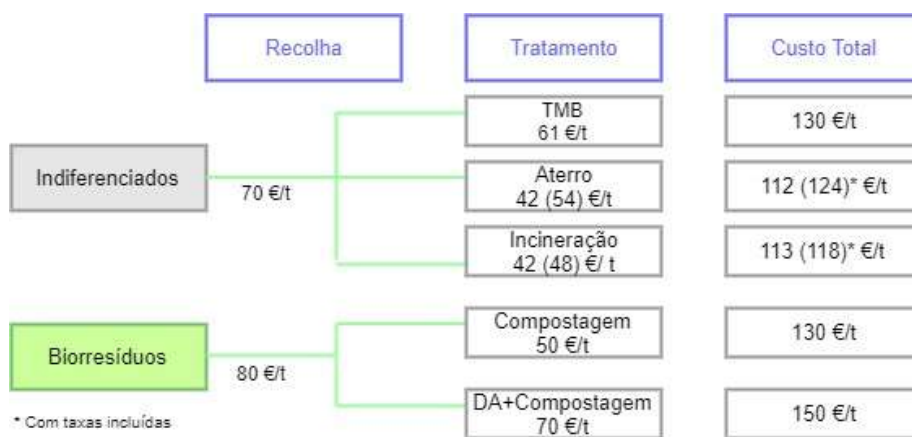


Figura 2-15 - Tarifas de gestão de resíduos na região da Catalunha (adaptado Generalitat de Catalunya, 2013)

2.6.2.1 Custos de Recolha de resíduos orgânicos

O custo com a recolha de RO está diretamente relacionado com a quantidade de resíduos recolhidos, aumentando a quantidade recolhida, diminui o custo com o serviço, considerando o custo evitado com a eliminação. Outros fatores importantes a considerar são a densi-

dade populacional, a distância percorrida e a frequência de recolha, podendo aumentar ou diminuir os custos.

Wrap (2016), apresenta para vários tipos de recolha semanais de resíduos de comida na Inglaterra, as seguintes considerações:

- Os custos de recolha de alimentos variam de acordo com a tipologia das populações e a recolha, não existindo solução mais eficiente para autoridades locais.
- O custo de recolha semanal de resíduos de comida, tende a ser menor quando está incluído na recolha multifluxo. Devido aos custos serem partilhados pelos serviços, nomeadamente com veículo multicompartimentado.
- Para áreas rurais a recolha de alimentos junta com outros materiais, tem menor custo do que efetuar a recolha com veículos separados.
- Para áreas urbanas quando a recolha de alimentos é efetuada conjuntamente com os materiais recicláveis secos, conduz a maior custo do serviço, uma vez que o compartimento destinado a resíduos de alimentos reduz a capacidade disponível para outros materiais.

Ricci (2003), conclui através do estudo realizado por Favorino, *et al*, (2002), que sistemas de recolha porta-a-porta, uma recolha duas vezes por semana para resíduos alimentares, usando pequenos camiões, tende a igualar o custo de uma recolha duas vezes por semana para resíduos indiferenciados, com camiões compactadores, devido às diferenças de custo de aquisição e utilização.

2.6.2.1.1 Custos associados aos Veículos de Recolha

Um parâmetro com muita influência nos custos de prestação do serviço de recolha de RU é a escolha da viatura. Como referido, existem vários tipos de viaturas quer para a recolha indiferenciada quer para a recolha seletiva.

Camiões pequenos sem compactação revelam custos de manutenção bastante inferiores aos camiões de maior capacidade e com compactação, que são utilizados na recolha indiferenciada. Na Tabela 2-8 apresenta-se comparação de custos³ de manutenção de duas viaturas de recolha de RU, uma utilizada na recolha indiferenciada e outra na recolha seletiva de resíduos orgânicos.

³ São apenas considerados custos com manutenção normal, excluem-se custos de má utilização, negligência do condutor e custos associados a pneus, os valores apresentados não inclui IVA.

Tabela 2-8 - Custos de manutenção (fonte: Soma e Mitsubishi)

Equipamento com compactação 15 m ³	Custo (€)/ano	Equipamento sem compactação 7 m ³ recolha de RO	Custo (€)/ano
Manutenção Caixa	5.940	Manutenção Caixa	3.564
Manutenção Chassis	4980	Manutenção Chassis	1.780
Total	10.920	Total	5.344
Consumo litros/100 km	60⁴	Consumo l litros/100 km	20⁵

Em análise aos dados, conclui-se que uma viatura de recolha de RO consome 1/3 do combustível consumido por uma viatura de 15 m³ de recolha indiferenciada, sendo de 2,86L/m³.100km para o primeiro caso e 4L/m³.100km. No entanto, a manutenção preventiva de uma viatura de recolha de RO de 15m³ é ligeiramente mais económica que a de 7m³, pois no primeiro caso o custo é de 728€/m³.ano, enquanto no segundo caso é 763,4/m³.ano.

Os custos de aquisição das viaturas de recolha de resíduos urbanos também variam em função do tipo, verificando-se que os veículos sem compactação têm menor custo do que veículos com compactação, conforme apresentado na Tabela2-9.

Tabela2-9 - Custo de aquisição de viaturas de recolha de RU. (fonte: Soma e Mitsubishi)

Camião com compactação		Camião sem compactação		Misto (com e sem compactação)	
Capacidade m3	Custo €	Capacidade m3	Custo €	Capacidade m3	Custo €
15	151.905	5,5	63.960 €	(5+3)	102.828 €
10	137.514	7	70.110 €		
7	101.721 €				
Bifluxe (5+3m3) ou (4+4 m3)	108.978 €				

2.6.3 Ferramentas de otimização para recolhas seletivas de resíduos orgânicos

Para Ricci (2003) projetar um sistema de recolha de resíduos alimentares e de jardim apresenta vantagens operacionais específicas:

- **Redução do n.º de lavagens dos recipientes de deposição**, pode ter um efeito significativo na redução dos custos. Para sistemas de recolha porta-a-porta, as famílias devem ser responsáveis pela limpeza e manutenção dos baldes atribuídos,

⁴ Este valor depende muito do tipo de circuitos utilizados. Em recolha de resíduos e com motores com menos de 10 anos, o consumo pode variar chegar aos 80 litros / 100km.

⁵ Valor indicado pelo fabricante, mas para serviço de distribuição.

ou através da entrega a cada agregado familiar de 2 a 3 sacos por semana de 6 ou 10 litros, para permitir a recolha de resíduos alimentares.

- **Escolha de descarga manual em vez de descarga mecânica**, a entrega de sacos e baldes pequenos (até 30L), para recolhas em casas isoladas ou geminadas, permite acelerar a taxa de descarga da equipa de recolha, em relação aos sistemas que optam por recipientes de rodas que necessitam de um dispositivo de elevação mecânico.
- **Escolha do veículo de recolha**, deve ser em função das características dos resíduos, principalmente da sua densidade. Os resíduos de alimentos tem uma densidade a granel elevada (0,6 a 0,8 kg/l), pelo que não necessita de compactação. O uso de camiões a granel é adequado e impede a entrega de resíduos verdes.

Um pequeno veículo pode ser operado apenas por uma pessoa e o seu custo de investimento é um terço do veículo de compactação.

- **A recolha de resíduos de jardins separada dos alimentos** é uma das razões para limitar o tamanho dos recipientes a fornecer às famílias.

Wrap (2016), considera alguns aspetos operacionais que podem melhorar a recolha de resíduos de alimentos e os seus custos:

- **Balanco do tempo produtivo e não produtivo**, independentemente das horas de trabalho contratadas, há elementos não produtivos. Revendo o tempo gasto e reduzindo a frequência de recolha nas voltas, pode ajudar a reduzir os custos, através da sua extensão diária.
- **Taxas de participação**, em recolha de resíduos de alimentos, as taxas de participação para recolha estabelecidas semanalmente são conhecidas por serem mais elevadas onde a recolha de indiferenciados é efetuada quinzenalmente.

Deve proporcionar-se a todas as habitações comunicações claras destacando a necessidade de colocar os recipientes de comida junto à propriedade. Uma boa comunicação é essencial para alcançar uma elevada taxa de recolha.

Quanto mais resíduos de alimentos forem recolhidos em cada volta, o serviço será mais produtivo.

- **Nível de enchimento por contentor**: a quantidade de resíduos recolhidos por contentor deve ser aumentada para compensar o impacto de recolha a cada habitação. Quando se efetua recolhas limitadas em recipientes de comida é provável que o custo com o serviço aumente.
- **Número de cargas**, se as cargas descarregadas são mais elevadas do que o previsto, isso pode significar uma redução do tamanho das voltas, aumentando a necessidade de mais funcionários e, conseqüentemente, os custos.

- **Veículo multicompartimentado**, a utilização de um veículo multicompartimentado irá reduzir os custos, evitando a necessidade de frota separada. O fator limitante, é a capacidade dos compartimentos do veículo, se for reduzida implica descargas mais frequentes, reduzindo assim o tempo disponível. A escolha dos compartimentos deve favorecer os materiais “centrais”.
- **Considerar tempos de carregamento**, o carregamento e esvaziamento dos recipientes de forma automática retarda a taxa de descarga pelas equipas. Esvaziamento de recipientes diretamente no veículo, pela equipa, é uma operação mais rápida e permite que mais habitações sejam recolhidas no mesmo tempo.
- **Equipa e capacidade do veículo apropriadas**, veículos de pequena capacidade com um motorista e dois membros pode significar que o veículo enche mais rapidamente, obrigando a efetuar viagens adicionais para descarregar, obrigando a gastar mais tempo fora da rota, pelo que esta situação deve ser evitada. Em alternativa optando-se por veículos de maior capacidade pode efetuar-se a recolha ao mesmo tempo a estabelecimentos comerciais, escolas, etc.

2.7 Experiências Internacionais de Recolha seletiva de Resíduos Biodegradáveis

2.7.1 Inglaterra

Manchester

O concelho de Manchester presta o serviço de recolha de resíduos orgânicos juntamente com os resíduos verdes.

O sistema de recolha depende da tipologia das habitações. Na Tabela 2-10 apresenta-se o tipo de recolha de acordo com a tipologia das habitações, o material recolhido e sua frequência de recolha.

Todos os recipientes são colocados no ponto e dia designado para a recolha, de acordo com comunicações feitas.

A Figura 2-16 representa um modelo de comunicação, através de calendário, sendo definidos os fins de semana verdes e azuis para a recolha seletiva.

- **Habitações individuais**

Tabela 2-10 - tipo de recipiente para habitações individuais de acordo com o tipo de resíduos (fonte: in site Manchester City Council, agosto 2017)

Tipo de Equipamento	Material Recolhido	Frequência de Recolha
Saco azul (35-140 L)	Papel e cartão	2 em 2 semanas
Contentor castanho (55-140 L)	Vidro e embalagens	2 em 2 semanas
Cesto verde (23 L máximo)	Restos de comida	Semanal (quinzenal no inverno)
Contentor verde (240 L máximo)	Restos de comida e jardim	Semanal (quinzenal no inverno)
Contentor ou saco autorizado cinza (140 L mínimo)	Todos os resíduos domésticos que não podem ser reciclados	2 em 2 semanas

- **Habitações coletivas (prédios)** – O município avalia o número de contentores necessários, sendo recolhidos de acordo com a frequência de recolha estipulada para cada tipo de material, Tabela 2-11.

Tabela 2-11 - tipo de recipiente para habitações coletivas de acordo com o tipo de resíduos (fonte: in site Mancherter CitiY Concil agosto 2017)

Tipo de Equipamento	Material Recolhido	Frequência de Recolha
Contentor Azul (1100 L)	Papel e cartão	2 em 2 semanas
Contentor Castanho (1100 L)	Vidro e embalagens	2 em 2 semanas
Contentor Verde (240 L)	Restos de comida	Semanal (quinzenal no inverno)
Contentor Preto (1100 L)	Todos os resíduos domésticos que não podem ser reciclados	2 em 2 semanas



Figura 2-16 - Calendário recolha seletiva, Mancherter 2015 - 2016 (Balnd, 2016)



Figura 2-17 - Campanha de sensibilização Mancherter (Balnd, 2016)

Bristol

Bristol foi a primeira cidade do Reino Unido a ter um Conselho de Política Alimentar (BFPC), pelo que as questões alimentares têm sido um foco de atenção. BFPC foi criado em março de 2011 e tem liderado o caminho a percorrer para uma estratégia sustentável de alimentos, com a recolha de resíduos alimentares para famílias (Bristol 2015, *European Green Capital*).

Segundo o relatório da *European Green Capital* (EGC, 2015), a estratégia de Gestão de Resíduos da Câmara Municipal de Bristol publicado em 2009 estabeleceu uma série de metas ambiciosas para combater o desperdício de alimentos, tais como:

- Restrições à recolha de resíduos indiferenciados - Campanhas para incentivar famílias a reduzir o desperdício e aumentar a participação em serviços de reciclagem. As recolhas são quinzenais e para as famílias com 2-5 membros o tamanho do contentor é restrito a 180 litros.
- Contentores para compostagem doméstica – Cedidos pelo município, contentores destinados à compostagem doméstica de resíduos de jardins.
- Recolha de resíduos orgânicos – Recolha semanal de resíduos alimentares, com a cedência de um cesto de cozinha a cada família.
- Campanha de sensibilização – Realizada uma campanha de sensibilização para promover o serviço de recolha de resíduos alimentares chamada “*Feed Me and Win*”, Figura 2-18, com o objetivo de aumentar a participação na reciclagem de alimentos, reduzindo os níveis de resíduos de alimentos recolhidos no lixo residual, e promover a importância da redução de resíduos de alimentos. Os moradores que colocaram o seu contentor de alimentos para recolha, foram inseridos num sorteio semanal para ganhar £ 50 (ou doar para uma instituição de caridade de sua escolha), Figura 2-18.
- Campanha de sensibilização porta-a-porta - Equipa de sensibilização porta-a-porta, que visitam áreas da cidade com baixas taxas de participação, para incentivar as famílias a usarem as recolhas de resíduos de alimentos e de reciclagem de secos. Foi criado um serviço designado “*Doutor Resíduo*”, disponibilizado aos residentes que manifestaram dificuldades em separar os seus resíduos corretamente e entraram em contato com linha de apoio do Concelho.
- Digestão anaeróbia - Os resíduos alimentares recolhidos são tratados através do processo de digestão anaeróbia com aproveitamento do biogás para produção de energia e fertilizante por compostagem do digerido. O biogás é utilizado para produzir eletricidade no local ou transportado juntamente com o biogás produzido no tratamento de águas residuais para produzir biometano que é injetado diretamente na rede nacional de gás para abastecer casas locais, escolas e empresas e fornecer combustível para veículos de transporte.

Na Tabela 2-12 apresenta-se a frequência de recolha de resíduos no Município de Bristol⁶, através do sistema de recolha porta-a-porta de acordo com o calendário definido, nomeadamente para biorresíduos.

⁶ Retirado em <https://www.bristol.gov.uk/bins-recycling> em agosto 2017.

Tabela 2-12 - Recolha de resíduos no Município de Bristol

Tipo de resíduos	Cor	Frequência de recolha
Resíduos orgânicos (restos de comida)	Castanho	1 vez por semana
Resíduos indiferenciados	Preto (contentor ou sacos)	Duas em duas semana
Recicláveis	Preto e verde	Semanal
Resíduos de Jardim	Verde (contentor ou saco)	Duas em duas semana Serviço pago a solicitar



Figura 2-18 - Campanhas de sensibilização de recolha de resíduos alimentares em Bristol, European Green Capital, 2015.

2.7.2 Alemanha

A Alemanha implementou o sistema de recolha seletiva de resíduos domésticos e outros tipos de resíduos há mais de vinte anos,.

Para Schüch, *et.al.* (2016), economiza-se anualmente na Alemanha o equivalente a cerca de 56 milhões de toneladas de dióxido de carbono em comparação com 1990, através da separação de resíduos nas residências, nomeadamente a recolha seletiva de biorresíduos, que assumem uma posição de liderança na Europa.

O sistema de gestão de resíduos da Alemanha é realizado por um sistema designado “sistema dual”. Os resíduos indiferenciados e os orgânicos são da responsabilidade das autoridades de gestão de resíduos (administração pública), outras frações de resíduos domésticos recicláveis são eliminados por empresas particulares (Schüch, *et.al.*, 2016):

- Sistema de recolha seletiva – As famílias são incentivadas a efetuar a separação dos materiais recicláveis e a depositar na rua para a recolha regular.
- Sistemas de entrega – Conhecidos por sistemas de ponto fixo ou centros “drop-off”, que contém grandes contentores de reciclagem em locais de fácil acesso (centros de reciclagem ou supermercados).

No ano de 2010, foram contabilizados 287 municípios com acesso a um sistema de recolha seletiva abrangente, que utiliza contentores de biorresíduos. Enquanto 39 distritos ofereciam recolha separada em algumas partes da sua área de gestão e 76 distritos não tinham nenhum serviço de biorresíduos (Oetjen Dehne, *et al*, 2014b).

No ano de 2010 a quantidade total de biorresíduos recolhidos variou de 5 a mais do que 200 kg/habitante. ano.

Segundo Schüch, *et.al.* (2016), na Alemanha o tratamento de resíduos biológicos olha para trás como uma tradição de sucesso e tornou-se firmemente estabelecida a um nível avançado.

Berlim

Resíduos domésticos em Berlim são geridos pela *Berliner Stadtreinigungsbetriebe* (BSR), que é um órgão estatutário integralmente detida pela *Land Berlin* (as autoridades da cidade). É uma das maiores empresas de gestão de resíduos na Europa.

Em Neukölln o tipo de habitação predominante são edifícios multi-ocupação geralmente de cinco andares de altura e pode ser constituído por 10 ou mais apartamentos individuais. A limpeza e manutenção de áreas comuns dos edifícios é organizado por um condomínio ou sociedade de gestão.

Os residentes compartilham a reciclagem externa e caixotes do lixo indiferenciado que normalmente são armazenados num pátio traseiro comum, Figura 2-19. Aproximadamente 90% dos edifícios em Berlim estão atualmente assegurados com um serviço de recolha de resíduos de alimentos, conhecido como '*BioGut*', que foi lançado antes de 2008. O serviço é constituído por um contentor de tampa castanha geralmente 120, 140 ou 240 litros, mas, por vezes, 1.100 litros para edifícios de maiores dimensões, que é esvaziado pela BSR uma vez a cada duas semanas, exceto durante o verão que é esvaziado uma vez por semana para minimizar os cheiros e problemas de higiene nos dias mais quentes.

Os resíduos alimentares são transportados para uma unidade de biogás, que abriu no verão de 2013, em Ruhleben nos subúrbios ocidentais de Berlim. Antes da abertura desta central, os resíduos alimentares eram levados para uma central de compostagem, num processo seco de fermentação que gera biogás. Este gás é utilizado na frota da BSR, sendo 50% dos veículos de recolha movidos a gás.



Figura 2-19 - Recolha de resíduos na área comum dos edifícios (Hartga, 2016)

2.7.3 Itália

A Itália tem uma experiência de 20 anos em sistemas de recolha seletiva incluindo resíduos orgânicos. Como se pode observar no gráfico seguinte a recolha seletiva na Itália teve uma grande evolução deste o ano de 1997 para 2015, conforme o gráfico seguinte.

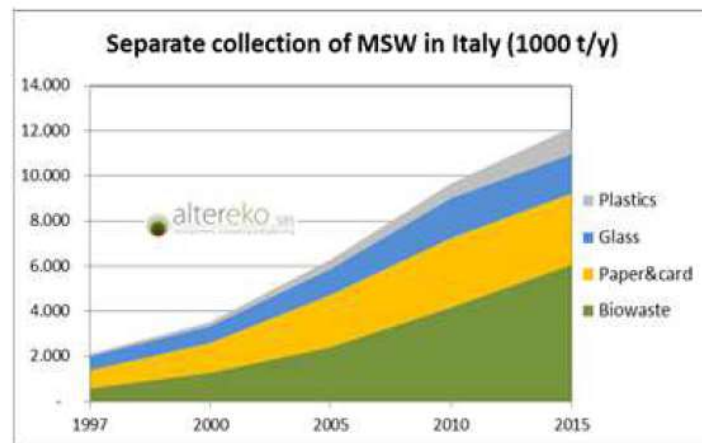


Gráfico 2.11 - Evolução da recolha seletiva em Itália, (adaptado Ricci 2015)

Sardenha

A Sardenha implementou um sistema de recolha seletiva porta-a-porta, onde os próprios municípios são responsabilizados e punidos ou recompensados pela quantidade de resíduos que recolhem.

Através desta iniciativa, a Sardenha conseguiu atingir uma taxa de reciclagem regional de 56% em 2015, reduzindo a produção de resíduos em 16% durante um período de 9 anos.

Dos 377 municípios, 206 atingiram uma taxa de reciclagem superior a 65%, enquanto 47 uma taxa acima de 75%, de acordo com os dados publicados no relatório de 2015 sobre Gestão de Resíduos Urbanos da Sardenha (Zero Waste, 2017).

O Gráfico 2.12 mostra que a quantidade total de resíduos da Sardenha, enviada para eliminação, está a diminuir.

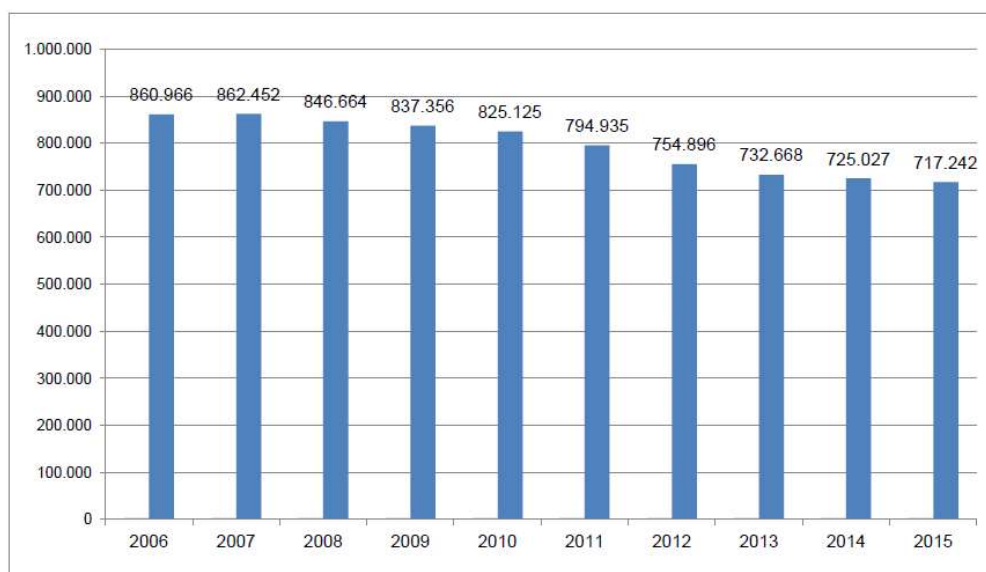


Gráfico 2.12 - Histórico da produção de resíduos na Sardenha (t/ano) (Zero Waste, 2017)

Tabela 2-13 - Comparação quantidade de material recolhido separadamente entre 2014 e 2015 (t/ano) (Zero Waste 2017).

	População	R. alimentares	R. verdes	Vidro	Papel / cartão	Plástico	Metal	Madeira	REEE	R. Perigosos	Outros Materiais
2015	1.658.138	178.419	26.815	61.991	75.554	35.710	3.575	3.069	9.502	576	9.034
2014	1.663.286	167.353	28.518	58.579	72.678	30.945	3.435	2.797	9.326	580	10.039
Varição 2015-2014 (t)	-5.148	11.066	-1.703	3.411	2.865	4.765	140	292	176	-4	-1005
Varição 2015-2014 (%)	-0,30%	7%	-6%	6%	4%	15%	4%	10%	2%	-1%	-10%

Milão

Milão é a segunda maior cidade da Itália e 80% das famílias vivem em prédios em altura, o concelho é constituído por 12 municípios, que em 2015 produziram 786.500 toneladas de resíduos urbanos. O tratamento de resíduos baseia-se na recolha de materiais recicláveis e na recuperação de energia a partir da fração residual (zero em aterro), (Vismara, 2016).

Vismara, (2016), apresenta o serviço de recolha seletiva de resíduos em Milão com os seguintes métodos:

- Recolha porta-a-porta em toda a cidade com:
 - Contentores pequenos para papel, vidro, orgânicos;
 - Sacos para metais leves, de plástico e resíduos indiferenciados;

- 55.000 pontos de recolha indiferenciada e orgânica duas vezes por semana ou armazenamento de resíduos em instalações privadas dentro de edifícios.

Contentores e sacos são colocados na rua em dias e horários específicos definidos pela empresa de gestão, de acordo com a frequência de recolha apresentado na Figura 2-20.







	Saco Cinzento – Resíduos indiferenciados	três vezes por semana
	Saco Amarelo – Plástico e metais	uma vez por semana
	Cartão – Resíduos indiferenciados	três vezes por semana
	Contentor branco – Papel	uma vez por semana
	Contentor Verde – Vidro	uma vez por semana
	Contentor castanho – Orgânicos	Três vezes por semana para domésticos Diário para comércio

Figura 2-20 - Frequência de Recolha de Resíduos Milão (Vismara 2016)

A recolha de resíduos de alimentos foi introduzida no ano de 2011, sendo em 2012 substituído o saco preto por um transparente para resíduos indiferenciados. A cada família foi entregue gratuitamente um *Kit*, Figura 2-22

Segundo Vismara, (2016), o plano operativo para otimizar a recolha de resíduos orgânicos nas habitações, foi desenvolvido em 4 zonas conforme a Figura 2-21, seguindo o modelo:

- Recolha porta-a-porta de contentores;
- Dimensionamento de um novo sistema de recolha e construção de um modelo ideal teórico com base em elementos chave (pesos, utilizadores, rotas, produção, etc.);
- Entrega de folhetos informativos, contentores e sacos biodegradáveis 10 litros.

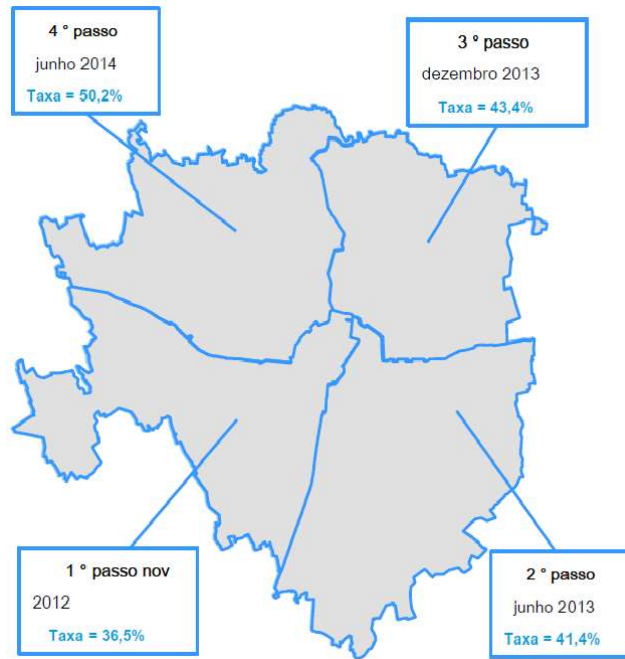


Figura 2-21 - Fases de implementação de recolha de RO (Vismara, 2016)



Figura 2-22 - Kit doméstico (Vismara, 2016)

Vismara, (2016) conclui que sistemas de recolha porta-a-porta permitem ser mais eficientes, conseguindo uma melhor qualidade de todas as frações recicláveis e minimiza a fração dos resíduos indiferenciados.

O serviço de recolha porta-a-porta em Milão foi concebido tendo em conta as necessidades, conforto dos utilizadores e acima de tudo a higiene, tendo obtido bons resultados como mostra os gráficos seguintes.

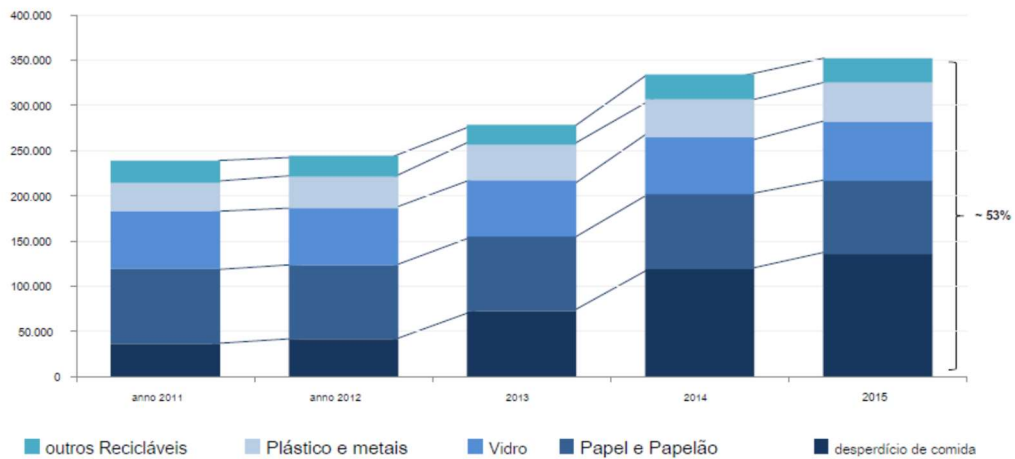


Gráfico 2.13 - Variação da recolha seletiva em Milão 2012-2015 - (Vismara, 2016)

Em Milão o serviço de recolha seletiva de resíduos orgânicos domésticos, obteve excelentes resultados, com uma grande evolução desde o ano de 2011. A reciclagem superou os 50% no ano de 2014, Gráfico 2.14.

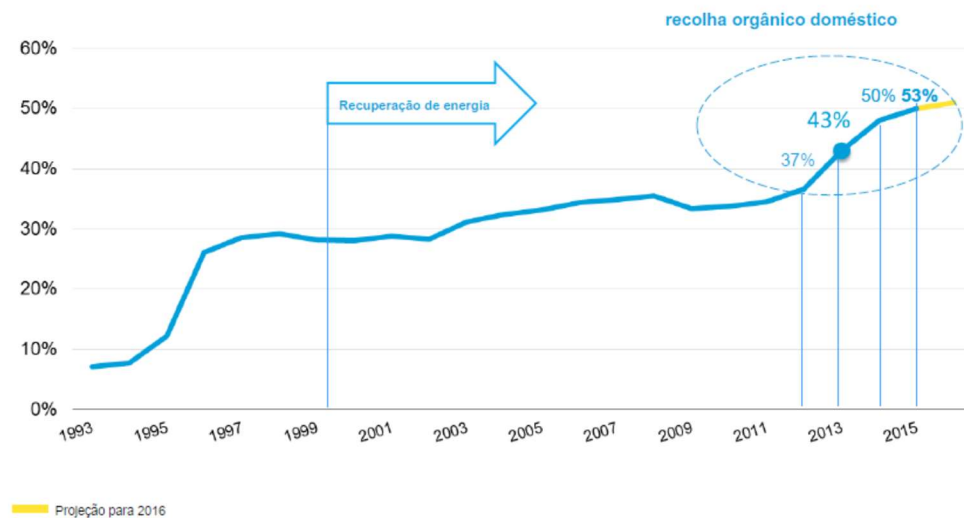


Gráfico 2.14 - Tendência da recolha seletiva em Milão 1993 - 2015 (Vismara, 2016)

Província de Treviso, Região de Veneto

Contarina SPA é a entidade responsável pela gestão dos resíduos dos municípios pertencentes à província de Treviso, na região do Veneto (Itália), abrange cerca 554.000 habitantes, distribuídos por áreas urbanas, suburbanas, centros históricos e áreas rurais.

Contarina e consórcios têm sido durante anos entre os primeiros na Itália e na Europa na recolha seletiva de resíduos. Em 2014, foram alcançados resultados excelentes a nível europeu, a recolha seletiva ascendeu a 85%, Gráfico 2.15, reduzindo a produção de resíduos

secos que não podem ser reciclados para apenas 55 kg por habitante ano, (Contarina, 2015), comparativamente com o nível médio da UE de separação na fonte que é de 42% e 285 kg por habitante de resíduos indiferenciados, (Zero Waste, 2015).

O sistema de tarifa de gestão de resíduos aplicado é o modelo *PAYT*, com base na deposição de resíduos indiferenciados, nos contentores com controlo de acesso. Após a introdução do sistema *PAYT*, no ano de 2002, verificou-se um aumento drástico na taxa de reciclagem e uma diminuição da produção de resíduos indiferenciados, conforme se constata nos gráficos seguintes.

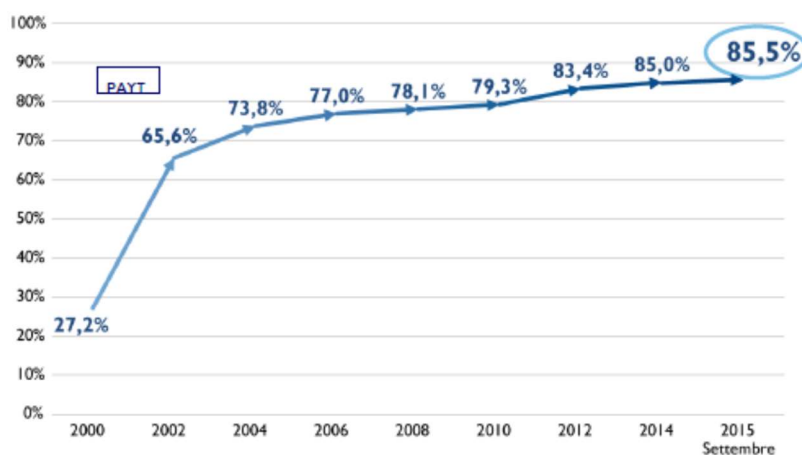


Gráfico 2.15 - Percentagem de reciclagem nos Municípios geridos por Contarina, (Contarina, 2015)

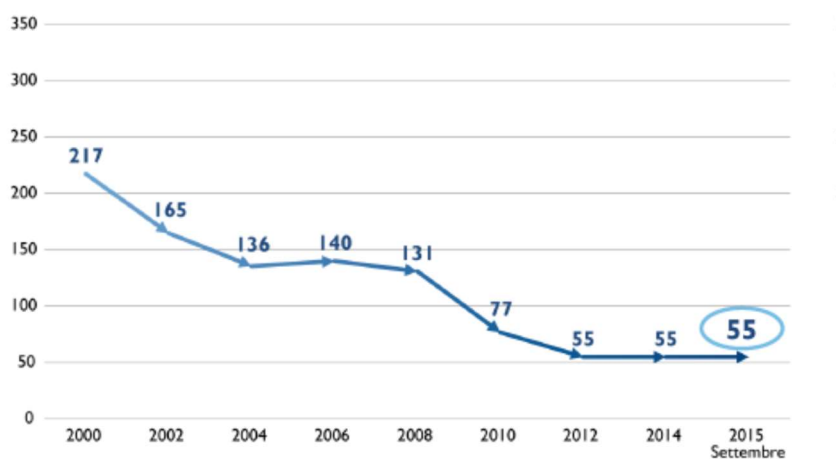


Gráfico 2.16 - Variação da produção de resíduos urbanos indiferenciados e volumosos em kg/hab.ano (Contarina, 2015)

A Tabela 2.14, apresenta a frequência de recolha efetuada conforme o tipo de resíduos e de acordo com a tipologia das áreas.

Tabela 2-14- Frequência de recolha Treviso, adaptado Ricci, 2016,(fonte: contarina 2014)

Tipo de Resíduos	Centros históricos	Áreas Urbanas	Áreas de média e baixa população
S Indiferenciado	2/semana	1/semana	1 a 2/semana
U Orgânico	3/semana	1/semana	2/semana
C Papel	2/semana	1/semana	1 a 2/semana
V Vidro e embalagens	3/semana	2/semana	1/semana
VG Verdes	1/semana	1/semana	1/semana

2.7.4 Espanha

Região da Catalunha

A recolha de biorresíduos na Área Metropolitana da Catalunha foi implementada em 2001, em alguns bairros, correspondendo a 30% da população, apenas a resíduos orgânicos de origem comercial.

Inicialmente, a recolha de resíduos indiferenciados e da fração orgânica era efetuada em contentores bicompartimentados, mas foram substituídos por contentores individuais.

No ano de 2009, após a publicação de um Decreto, que obrigou todos os municípios da Catalunha, com mais de 5.000 habitantes, a implementar sistemas de recolha seletiva incluindo a fração orgânica, a recolha de resíduos orgânicos passou a realizar-se com a utilização de contentores com controlo de acesso (Amigos de la Tierra, 2016).



Figura 2-23 - Modelo de recolha seletiva por contentores em Barcelona (Amigos de la Tierra, 2016)

Grima, *et al.* (2013) apresenta a gestão de biorresíduos na região da Catalunha nas seguintes formas:

- Recolha de resíduos orgânicos em contentores de superfície e subterrâneos (baterias de cinco frações na rua);
- Recolha porta-a-porta de resíduos orgânicos comerciais;
- Recolha da fração vegetal proveniente da poda de árvores;
- Compostagem doméstica individual.

Segundo Guerrero (2013), 732 municípios da região da Catalunha, no ano de 2012, prestavam serviço de recolha de resíduos orgânicos, 693 com implementação total e 39 com implementação parcial, de acordo com os modelos constantes na Tabela 2-15.

Tabela 2-15 - Modelos de recolha de RO na Catalunha, ano 2012, (Guerrero, 2013)

Modelo de Recolha Seletiva de RO	Total Municípios
Modelo de contentores	610
Porta a porta	82
Misto (contentores e porta a porta)	29
Grandes produtores	11

De acordo com os dados apresentados por Guerrero, (2013), segundo dados da Agência de Resíduos da Catalunha referentes ao ano de 2011, no modelo de recolha porta-a-porta foram recolhidos em média 320,20 gr/ hab.dia enquanto que no modelo de contentores desce para 151,55 gr/hab.dia, com 5,35% e 13,93% de impurezas, respetivamente, pelo que conclui-se que o modelo porta-a-porta obtém melhores resultados comparativamente com o serviço prestado em contentores.

Argentona

A cidade catalã de Argentona, está localizada a noroeste de Barcelona. A rede de municípios catalães está a optar pela estratégia “Zero Resíduos). O sistema de recolha de resíduos porta-a-porta foi introduzido no ano de 2004, Argentona duplicou as taxas de reciclagem e tornou-se uma referência pioneira da Catalunha, (Zero Waste, 2014).

Antes de lançar com o sistema de recolha de orgânicos, os habitantes de Argentona foram informados sobre as próximas mudanças através de uma campanha que visava gerar consciência.

Numa primeira fase, foi cedido à população um pequeno recipiente castanho, Figura 2-24, para resíduos de alimentos separados em suas casas. A fração residual dos resíduos, ou seja, os que não podiam ser reciclados, também foram recolhidos porta-a-porta, enquanto que outros fluxos de resíduos continuavam a ser recolhidos em recipientes.



Figura 2-24 - Distribuição de cestos para RO em Argentona (Zero Waste, 2014)

No começo não foi fácil, porque algumas pessoas não estavam dispostas a mudar os seus hábitos e até mesmo protestaram contra o sistema de recolha porta-a-porta. Felizmente, o governo municipal decidiu manter-se firme na sua posição, de modo que a primeira fase de implementação foi um sucesso e, em seguida, deixaram tudo acalmar. E, de facto, algumas semanas mais tarde, o sistema foi instalado e funcionando sem problemas ou reclamações (Zero Waste, 2014).

Os resultados foram positivos e desde o início a percentagem de recolha seletiva aumentou drasticamente Gráfico 2.17.

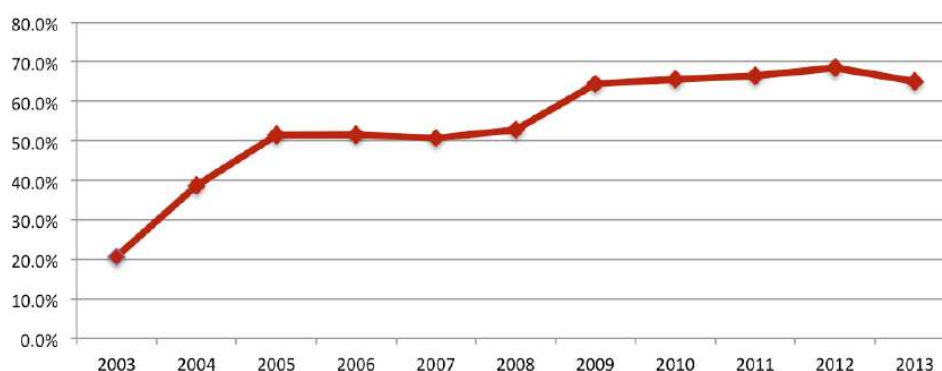


Gráfico 2.17 – Evolução da % de recolha seletiva em Argentona (Zero Waste, 2014)

Na segunda fase, em 2008, Argentona começou a recolha porta-a-porta de resíduos de papel e embalagem. A recolha de vidro continuou a realizar-se em recipientes localizados no município, sendo que as taxas de reciclagem continuaram a aumentar.

Os resíduos são recolhidos porta-a-porta todos os dias da semana por camiões de carga traseira, de acordo com as frações de resíduos recolhidos.

A recolha é organizada de acordo com a Tabela 2-16, onde cada tipo de resíduos é recolhido com diferentes frequências.

Tabela 2-16 - Recolha de Resíduos em Argentona, Espanha, (Zero Waste, 2014)

Tipo de resíduos	Frequência de recolha
Resíduos orgânicos (restos de comida e resíduos de jardim de menor dimensões, por exemplo, aparas de relva, folhas)	Três vezes por semana
Embalagens leves (garrafas de plástico ou latas)	Duas vezes por semana
Papel e resíduos indiferenciados	Duas vezes por semana
Fraldas descartáveis	Diário

Segundo a publicação da Zero Waste (2014), após a implementação da recolha seletiva de resíduos através do sistema porta-a-porta, foi necessário introduzir um incentivo para melhorar ainda mais as taxas de reciclagem e reduzir a produção de resíduos.

Em 2009 foi implementado a gestão do sistema de pagamento *PAYT* que recompensa ou penaliza economicamente as famílias de acordo com a quantidade de resíduos que produzem.

Até 2009, Argentona aplicava uma taxa fixa para todos os residentes na área de recolha porta-a-porta. Quando o sistema *PAYT* foi introduzido em 2009, a recolha passou a ser em sacos padronizados especiais, sendo o custo da gestão de resíduos coberto por uma combinação de um imposto fixo, que se destina a cobrir os custos de rede parcial fixa e uma taxa variável cobrado na proporção dos resíduos indiferenciados produzidos.

Em 2011, o Conselho Municipal introduziu alguma flexibilidade na *PAYT* regime combinando um custo fixo e custo variável. A parte variável da taxa agora é determinada pelo número de pessoas em cada agregado familiar, que determina o número de sacos dados para resíduos indiferenciados e de embalagens, Zero Waste, (2014).

2.7.5 Eslovénia

Liubliana é a capital da Eslovénia que recebeu o título de Capital Verde da Europa no ano de 2016, sendo também a primeira capital europeia avançar para desperdício zero.

Snaga é a empresa pública que gere os resíduos de Liubliana e mais nove municípios suburbanos, prestando serviço a 380.287 habitantes.

Segundo Kramžar (2016) a Eslovénia obteve em 2013 a maior taxa de reciclagem da Europa, Gráfico 2.18.

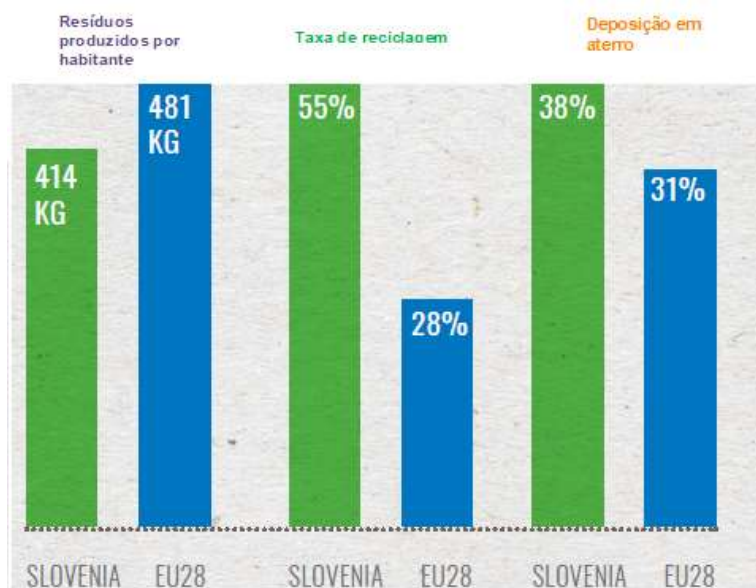


Gráfico 2.18 - Comparação da produção de resíduos, adaptação a Kramžar (2016) dados Eurostat 2013.

Liubliana iniciou em 2002 a recolha seletiva de vidro, papel/cartão e embalagens, com recolha efetuada em recipientes colocados na via pública. No ano de 2006, a Snaga mudou o sistema e começou a recolher resíduos biodegradáveis (cozinha e jardins) porta-a-porta a todas as habitações.

Em 2012 a empresa Snaga removeu os recipientes de recolha seletiva e começou a recolher porta-a-porta, com o mesmo sistema aplicado seis anos antes aos resíduos biodegradáveis, CE (2015).

Após o modelo testado um ano antes em Brezovica, um dos municípios suburbanos, em poucos meses triplicou a reciclagem de embalagens, enquanto os resíduos indiferenciados diminuíram 29%, sendo que o modelo aplicado em Liubliana foi estendido a todos os outros municípios (Zero Waste, 2015).

De acordo com a publicação da Zero Waste (2015), em 2013 a frequência de recolha de resíduos indiferenciados, em Liubliana, foi reduzida para uma recolha de duas em duas semanas, para áreas de baixa população, sendo em pouco tempo aumentada para uma recolha de três em três semanas. Em áreas predominantemente urbanas, os resíduos indiferenciados passaram a ser recolhidos semanalmente. Relativamente aos resíduos biodegradáveis a recolha era efetuada várias vezes por semana.

Os custos médios mensais para as famílias, com a gestão de resíduos, caíram para 7,06 €, correspondendo a menos de 100 € anuais, representado um dos valores mais baixos da Eslovénia, que em média era 150 € por ano.

Para Zero Waste (2015), a palavra-chave do sucesso de Liubliana foi a introdução do serviço de recolha porta-a-porta, especialmente os resíduos biodegradáveis, sendo a maior contribuição para o aumento das taxas de reciclagem. No ano de 2014 conseguiu uma taxa de reciclagem de 61% e apenas 121 kg/hab.ano de resíduos urbanos indiferenciados recolhidos.

Como se pode verificar nas figuras seguintes a quantidade de resíduos indiferenciados diminui e em contrapartida as quantidades de recicláveis recolhidos aumentou, em dez anos a recolha separada passou de 16 para 145 kg por habitante ano.

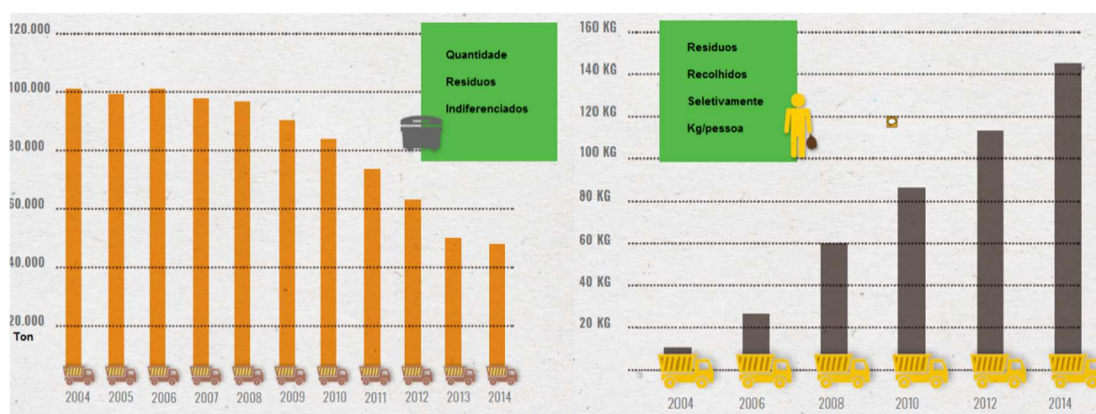


Figura 2-25 - Variação da recolha seletiva e resíduos indiferenciados, adaptado Kramžar (2016).

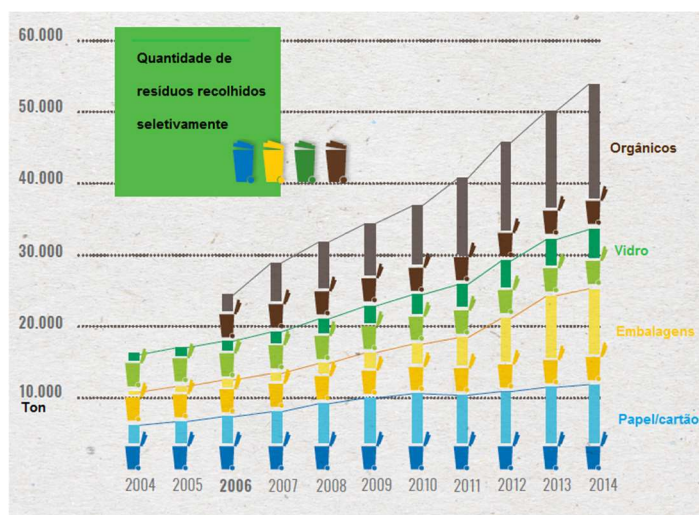


Figura 2-26 Variação da quantidade de resíduos recolhidos de acordo com o tipo, em Ljubljana, adaptado Kramžar (2016).

Na Figura 2-26, constata-se que a recolha de resíduos biodegradáveis acompanhou o crescimento da recolha seletiva, após a sua introdução em 2006.

Segundo Kramžar (2016), devido ao aumento da quantidade de recicláveis recolhidos e a diminuição de resíduos depositados em aterro, no final do ano de 2014 a Snaga emitiu uma nota de crédito, para todos os utilizadores, equivalente à fatura de dezembro, para compro-

var que a separação de resíduos compensa. Em setembro de 2014 Liubliana adotou a estratégia *Zero Waste*.

Segundo o relatório CE (2015), os principais fatores de sucesso de Liubliana eram:

- O compromisso político;
- Introdução de infraestruturas e equipamentos apropriados;
- Campanhas de sensibilização feitas à medida;
- Boa gestão e definição clara dos objetivos.

Os resultados obtidos pela empresa foram apoiados por uma estratégia de comunicação bem geridas pela empresa Snaga em cooperação com outras entidades (meios de comunicação e organizações locais).

Para CE (2015), uma das ações mais aclamadas foi a demonstração prática da quantidade média de resíduos alimentares que estava a ser desperdiçada por cada esloveno num ano, em quinze cidades, que fez parte da Semana Europeia de Prevenção de Resíduos.

Foram colocados resíduos alimentares em exposição em frente a edifícios municipais, Figura 2-27, principais mercados e outros locais, para ilustrar o desperdício de alimentos, sendo feita uma boa cobertura mediática, através de jornais, programas informativos na televisão e rádio etc.

Foram também realizadas outras campanhas que ajudaram Liubliana a alcançar num curto espaço de tempo bons resultados na recolha seletiva de resíduos orgânicos.



Figura 2-27 - Campanhas de sensibilização em Liubliana, Kramžar (2016).

2.7.6 Suécia

Estocolmo

A legislação sueca proíbe que os resíduos orgânicos sejam enviados para aterro. Em Estocolmo todos os resíduos de alimentos são recolhidos separadamente e reciclados, sendo produzido biogás e fertilizante (composto).

De acordo com o Relatório da EGC, 2010 (*European Green Capital*) em Estocolmo existe uma tradição de incineração centenária, de conversão de resíduos domésticos em energia, a cidade transformou o “lixo” num recurso valioso.

Segundo Avfall Sverige (2015b), o número de municípios com o sistema de recolha de resíduos de alimentos para produzir biogás está a aumentar a cada ano. A Gestão de Resíduos Sueca tem demonstrado seguir corretamente a hierarquia de resíduos. O município de Estocolmo iniciou a recolha separada de resíduos alimentares nos anos 90, após o êxito da recolha a grandes produtores, o serviço foi expandido às famílias, (Blongren, 2013).

Em 2014 a recolha e tratamento de resíduos alimentares separados na fonte aumentou 5% em comparação com 2013, sendo que 190 dos 290 municípios do país recolhem resíduos de alimentos separados, alguns deles efetuam a recolha apenas a restaurantes e cozinhas profissionais enquanto que outros têm também sistemas para as famílias (Avfall Sverige, 2015).

O Plano Estratégico de Gestão de Resíduos de Estocolmo para 2008-2012, apresenta objetivos estratégicos para aumentar a quantidade de resíduos de alimentos recolhidos e tratados. Em 2007, registou-se 9,5% dos desperdícios de alimentos de restaurantes e supermercados e 2% do desperdício de alimentos das habitações foram tratados biologicamente.

O município de Estocolmo é responsável pela recolha seletiva de biorresíduos, enquanto que as frações secas são cobertas por regimes de responsabilidade do produtor. O sistema de recolha de biorresíduos é porta-a-porta, (cobertura de 12% para as famílias e 36% para as empresas) (CE2015). Todos os materiais recicláveis secos são recolhidos de formas diferentes, dependendo da zona (ecopontos de rua, sistemas de vácuo, contentores individuais para cada edifício ou sacos), complementada por parques ecológicos para todas as frações.

Segundo CE (2014), em Estocolmo muitos proprietários ou associações de habitação organizam, dentro ou ao lado da propriedade, a recolha de embalagens de vidro, plástico, papel e metal, e jornais contratando o serviço de recolha na propriedade com a empresa responsável. No entanto, o principal sistema de recolha seletiva é a entrega nun dos 254 pontos de recolha (ecopontos, 2014).

Nas empresas o desperdício de alimentos é recolhido, quer através de um camião vácuo ou um camião de recolha através de contentores. Para as famílias o desperdício de alimentos é recolhido através de contentor separado (porta-a-porta), pelo sistema de sucção por vácuo (se existir), ou a partir de contentores enterrados com um moinho e o desperdício de alimentos separado (CE, 2014).

Nas áreas residenciais novas foi criado um sistema automático de eliminação de resíduos, em que os edifícios estão conectados por um sistema de transporte de resíduos subterrâneo, de várias frações, para facilitar a acessibilidade e aumentar a separação na fonte, estes sistemas são funcionais, esteticamente agradáveis e de fácil integração com a arquitetura dos edifícios, Figura 2-30.

Os resíduos são facilmente transportados, Figura 2-28 e Figura 2-29, nas ruas para um centro de receção que está localizado nos arredores da área. Os camiões recolhem os resíduos e transportam para a central de reciclagem, aterros ou instalações de incineração.



Figura 2-28 - Sistema de recolha fixo (Envac - Automated Waste Collection)



Figura 2-29 - Sistema de recolha móvel (Envac - Automated Waste Collection)



Figura 2-30 - Sistema de entrega de RU no exterior de edificios (Envac - Automated Waste Collection)

Na Tabela 2-17 apresenta-se resumo dos tipos de sistemas de recolha disponíveis em Estocolmo, de acordo com o tipo de resíduos e frequência de recolha.

Tabela 2-17 - Tipo de sistemas de recolha resíduos em Estocolmo (fonte: EC, 2017)

Tipo de resíduos	Sistema de recolha	Frequência de recolha
Resíduos orgânicos (restos de comida)	Porta a porta	1 vez por semana para edifícios coletivos e bisemanal para habitações unifamiliares.
	Sistemas subterrâneos (contentores e vácuo)	Sistema sempre disponível
Resíduos indiferenciados	Porta a porta	Acordo entre proprietários e entidade de recolha.
	Sistemas subterrâneos (contentores e vácuo)	Sistema sempre disponível
Recicláveis	Porta a porta	Acordo entre proprietários e entidade de recolha
	Sistemas subterrâneos (contentores e vácuo)	Sistema sempre disponível
Resíduos de Jardim	Entrega nos centros de reciclagem.	Sistema sempre disponível

3 Materiais e Métodos

O trabalho desenvolvido foi parcialmente realizado como um estudo de recolha de resíduos orgânicos numa área do município de Barcelos.

Apresenta-se a seguir a caracterização do município de Barcelos.

3.1 Caracterização Concelho de Barcelos

Barcelos localiza-se no distrito de Braga, tem uma área de quase 380 Km² (extensão média de cerca de 25 Km norte-sul e 15 Km nascente -poente), repartida por 61 freguesias ou uniões de freguesias.

O concelho de Barcelos confronta a norte pelos municípios de Viana do Castelo e Ponte de Lima, a leste por Vila Verde e por Braga, a sul por Vila Nova de Famalicão, a sudoeste pela Póvoa de Varzim e a oeste por Esposende. O Rio Cávado atravessa todo o concelho na direção nascente – poente, dividindo-o aproximadamente a meio.

De acordo com os censos de 2011 o concelho de Barcelos possui 120 391 habitantes e uma densidade populacional de 317,74 hab./Km². Na última década, os dados dos Censos 2011 registam um decréscimo da população em Barcelos, invertendo a tendência e a evolução positiva que marca o Cávado e o Norte Litoral, com uma variação negativa de -1,4%. (CMB, 2015).

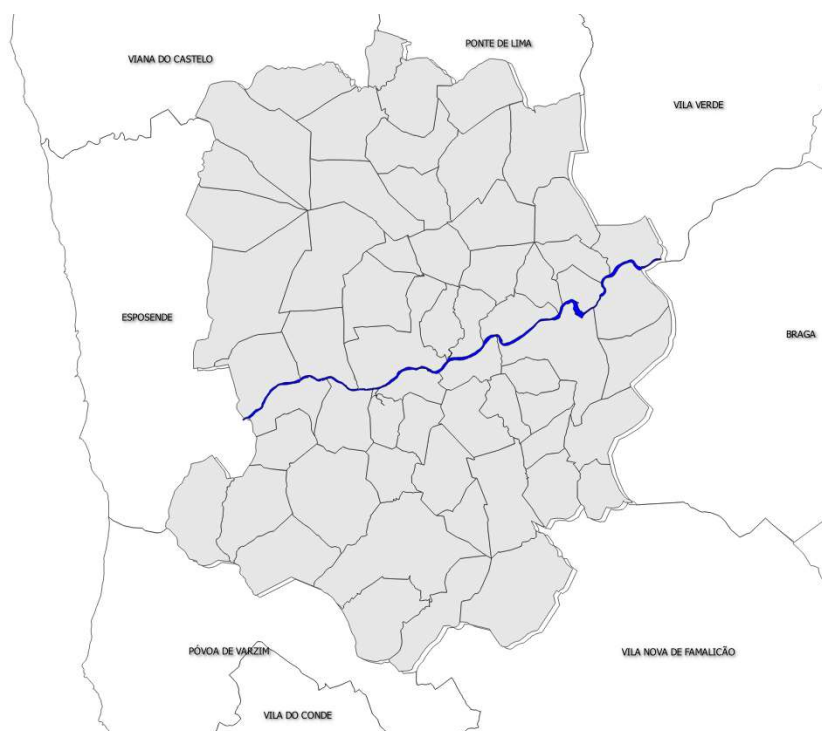


Figura 3-1 - Mapa de localização do Concelho Barcelos

A população do concelho distribui-se de forma irregular pelo território, numa estrutura linear ao longo dos eixos viários principais e secundários. Dada a densidade desta rede viária, em algumas áreas do concelho, resulta um modelo de edificação extremamente disperso e desordenado, com sobreposição de áreas e atividades agrícolas, urbanas/residenciais e rurais (Barcelos 2020, 2011). A situação demográfica do concelho de Barcelos revela realidades muito diversas, quer no que diz respeito ao número de residentes por freguesia, quer à densidade populacional e à variação da população em cada freguesia (CMB, 2015).

O município detém a maior referência de identidade nacional e regional, como é o caso do Galo de Barcelos e a feira semanal (realizada à quinta-feira). O concelho tornou-se com uma identidade cultural e etnológica muito forte decorrente da variedade de artes e ofícios, dos quais se destaca pela sua importância a olaria. Efetivamente o trabalho no barro ganhou tal relevância ao longo dos séculos que se tornou indissociável da história, passada e presente, desta região e das suas gentes (*in site* CMB 2017).

A agricultura e a indústria têxtil, juntamente com as indústrias de vestuário, malhas e confeções, calçado, mobiliário e cerâmica artística, dominam o panorama económico do concelho.

O contexto institucional associado ao quadro territorial que permite construir respostas eficientes e proactivas aos problemas e desafios na área do ambiente/ sustentabilidade/ prevenção de risco) é o seguinte (Barcelos 2020, 2011):

- CIM Cávado: parceiro para projetos de planeamento territorial, qualificação do território, estrutura ecológica e monitorização da qualidade ambiental (água dos rios; águas subterrâneas e solos).
- RESULIMA: parceiro para soluções infraestruturais e para projetos inovadores de gestão de resíduos, educação/ sensibilização ambiental e comportamento sustentável de cidadãos e empresas.
- Águas do Cávado: idem, no quadro da gestão e uso racional da água e proteção de recursos hídricos nos Municípios vizinhos, tendo em conta alguma partilha de problemáticas.
- Centro de Gestão Agrícola de Barcelos, Cooperativa Agrícola, Minho: competitividade e sustentabilidade do mundo e da paisagem rural.
- Escolas Superiores com cursos e investigação nas áreas do ambiente (IPVC/ ESA; Universidade do Minho): investigação aplicada às problemáticas do território de Barcelos.

A nível económico, nomeadamente o produto interno bruto (PIB) o INE não tem informação a nível do concelho, assim, articula-se a informação disponível sobre a estrutura do PIB a

nível de NUTS III (Cávado) com indicadores concelhios que nos permitam obter, por via indireta, uma visão da estrutura produtiva concelhia.

De acordo com os dados disponíveis pelo INE, o PIB *per capita*, no ano de 2015, da região do Cávado, acompanhou o crescimento do país, registando o valor de 14,0, abaixo da média nacional 17,3, como mostra o gráfico seguinte.

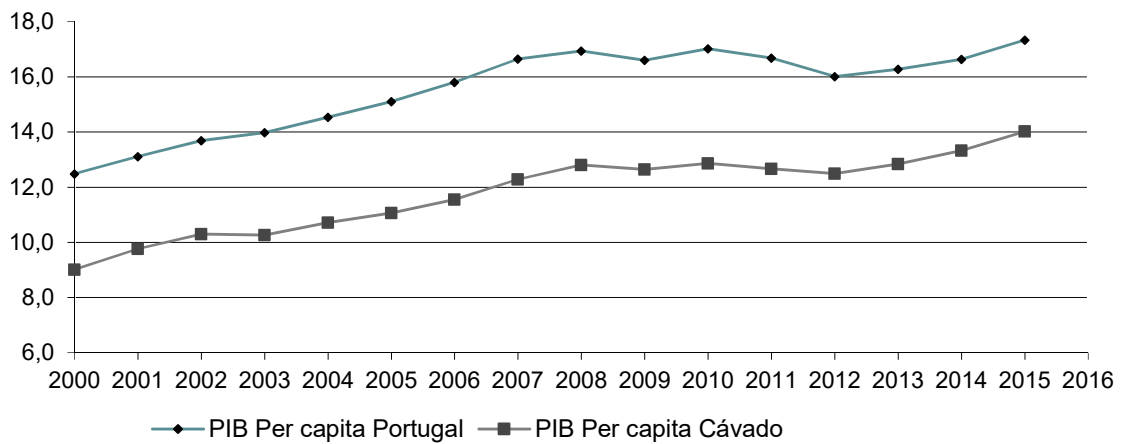


Gráfico 3.1 - Evolução do PIB per capita na região Cávado e em Portugal, (fonte: INE)

Ainda segundo um estudo realizado pelo INE, sobre o poder de compra concelhio, no ano de 2013, Barcelos encontrava-se com 1% de poder de compra, abaixo dos concelhos vizinhos, Braga, Famalicão e Guimarães que atingiram os 2 %, sendo que no topo com 4% encontra-se a região do Porto, Figura 3-2.

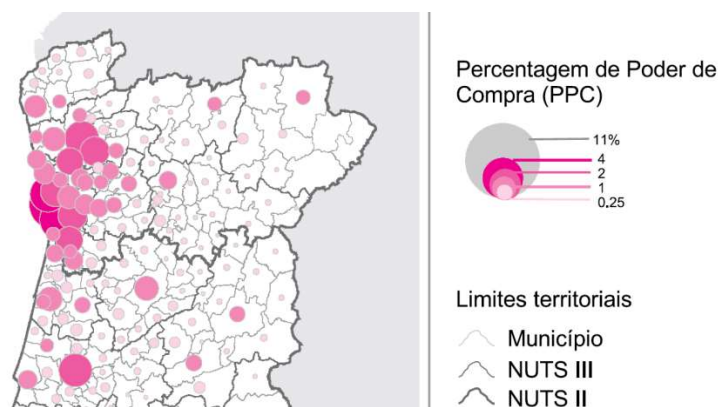


Figura 3-2 - Percentagem do poder de compra, Região Norte, adaptado INE 2013.

3.2 Produção de resíduos no concelho de Barcelos

O município de Barcelos iniciou o encaminhamento dos resíduos produzidos no concelho para a Resulima em novembro de 1999, pelo que são apresentados dados quantitativos desde ano de 2000, relativos à recolha indiferenciada e seletiva do concelho.

A produção de resíduos no Município de Barcelos esteve em crescimento desde o ano de 2000 até 2010, verificando-se um ligeiro decréscimo a partir de 2011 e 2012, não tendo até à data grande variação, conforme se pode constatar pelo

Gráfico 3.4. No ano de 2014, Barcelos obteve uma produção total de resíduos de 396 kg por habitante, correspondendo a 1,09 kg/hab*dia, valor abaixo da média Europeia que atingiu 425 kg/hab*ano, equivalente a 1.24 kg/hab*dia.

A produção de resíduos do concelho de Barcelos acompanhou a evolução do PIB a nível de NUTS III (Cávado), Gráfico 3.2, podendo constatar-se que os indicadores económicos concelhios correspondem aos da região do Cávado.

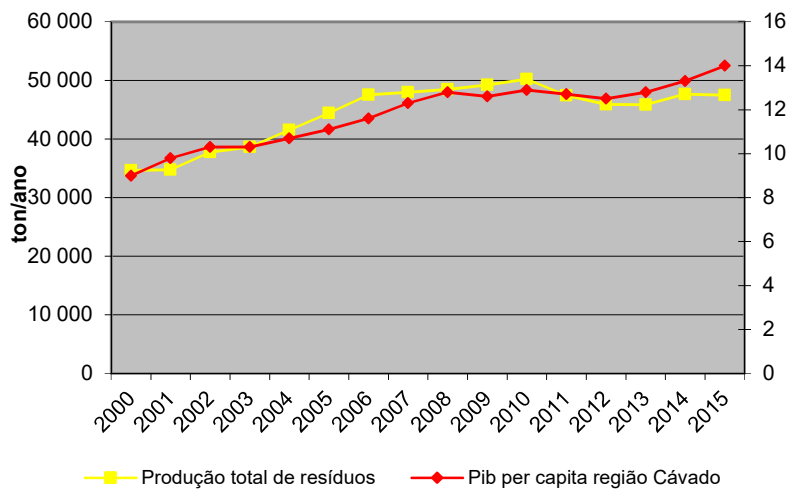


Gráfico 3.2 Evolução da produção de RU e Pib per capita região Cávado (fonte: Resulima e INE)

Apresenta-se no gráfico a seguir a caracterização gravimétrica dos resíduos do município de Barcelos.

Caracterização dos resíduos produzidos em 2013

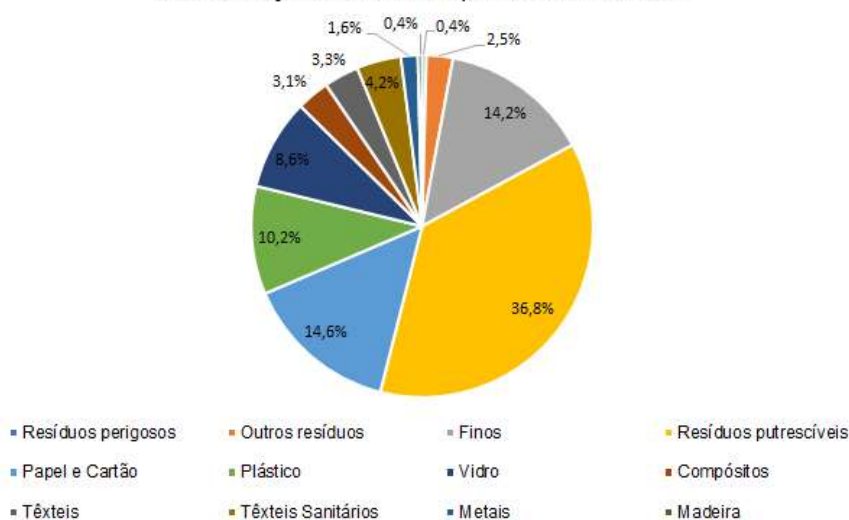


Gráfico 3.3 Caracterização de resíduos produzidos em 2013 SGR Resulima (fonte: Resulima)

A responsabilidade pela caracterização de RU é contratualmente uma atribuição da Resulima, entidade gestora em alta, de que Barcelos é sócio. Constata-se que 36,8% dos resíduos produzidos, em média, são biorresíduos, que são depositados em aterro conjuntamente com as restantes frações (Gráfico 3.3).

Apresenta-se no Gráfico a seguir a evolução da geração de resíduos em Barcelos, de 2000 a 2016.

Produção de Resíduos - Município de Barcelos

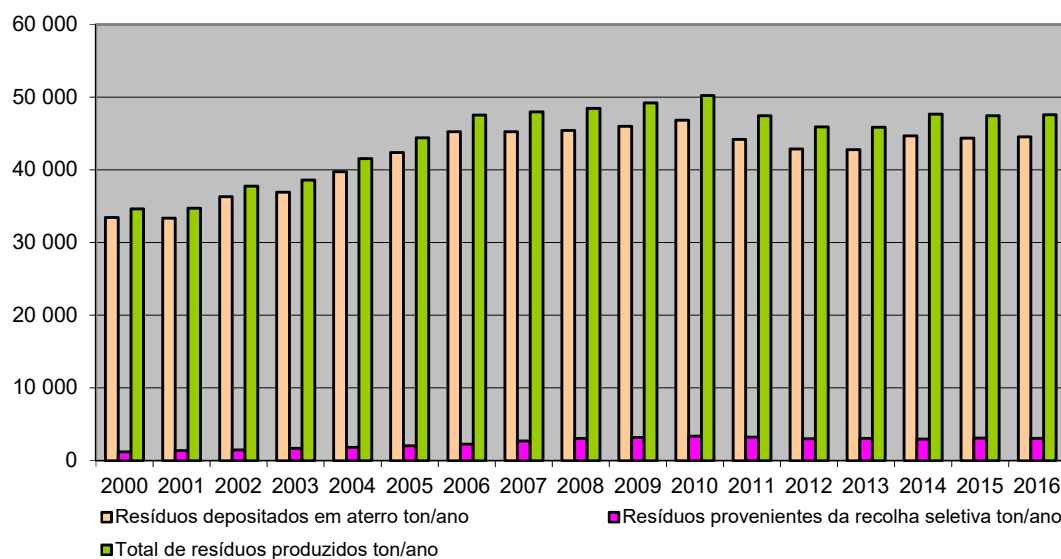


Gráfico 3.4 – Evolução da produção de RU Barcelos (fonte: Resulima)

Relativamente à recolha seletiva não apresenta um cenário muito animador no contexto de cumprimento de metas, Gráfico 3.5. Desde o ano de 2014, Barcelos é o município do SGR Resulima que apresenta menor taxa de reciclagem das três frações, tendo-se observado retoma de 24,8 kg de resíduos recolhidos seletivamente por habitante, valor muito abaixo da média Europeia, que registou 80 kg por habitante por ano (Eurostat, 2017).

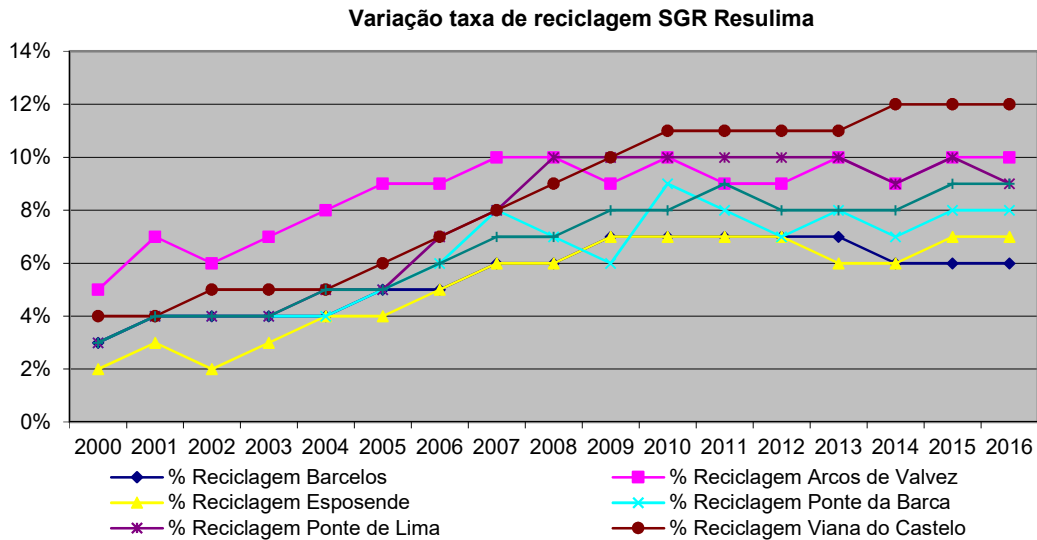


Gráfico 3.5 - Varição das taxas de reciclagem (fonte: Resulima)

Como referido, relativamente às quantidades de materiais recolhidos seletivamente no Município de Barcelos, a evolução da recolha seletiva regista uma tendência idêntica à deposição de resíduos em aterro, Gráfico 3.6. No ano de 2016 apenas 6% dos resíduos foram encaminhados para reciclagem, como se pode verificar no Gráfico 3.5.

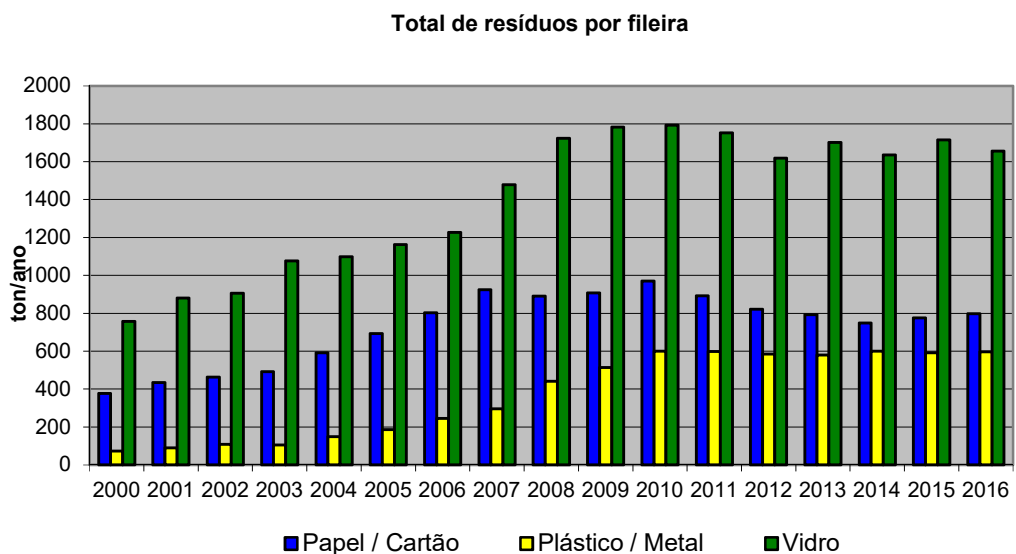


Gráfico 3.6 - Total de resíduos recolhidos por fileira no Município de Barcelos (fonte: Resulima)

O Município constitui-se como um agente fundamental na concretização das metas de retomas com origem na recolha seletiva e da preparação para reutilização e reciclagem definidas para o SGRU no âmbito do PERSU 2020, quer ao nível da promoção da gestão integrada da recolha seletiva e indiferenciada, quer ao nível da sensibilização dos cidadãos para a prevenção da produção e separação de resíduos. Os restantes Municípios acionistas do SGRU concertam a sua contribuição de forma partilhada, harmonizando-se no apoio ao cumprimento das metas definidas para o sistema que integram (PAPERSU Barcelos, 2015). Apresenta-se a seguir, a previsão da evolução da capitação de retoma de RS 3 F do Município de Barcelos entre 2015 e 2020.

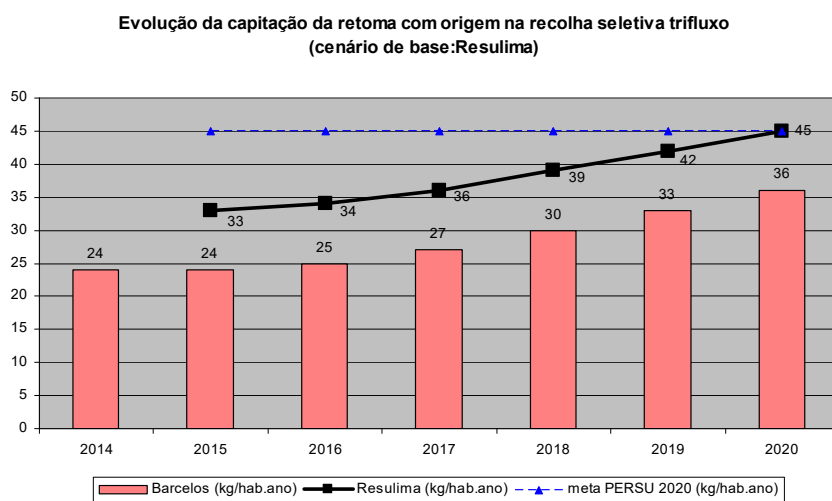


Gráfico 3.7 - Evidência da evolução da capitação de retoma de RS 3 F do Município de Barcelos 2015 - 2020 (PAPERSU Barcelos, 2015)

Percentagem de resíduos recolhidos ano 2016

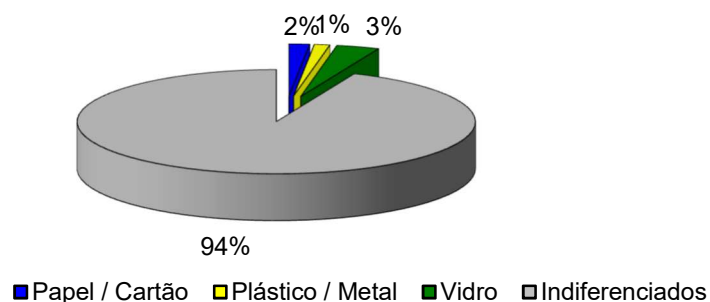


Gráfico 3.8 - Percentagens de resíduos recolhidos ano 2016 Município de Barcelos (fonte Resulima)

3.3 Metodologia utilizada

Para obter informação sobre a problemática dos resíduos orgânicos é utilizado o método qualitativo, recorrendo à abordagem profunda de casos específicos. Relativamente à implementação do projeto-piloto de recolha seletiva de resíduos orgânicos, foi utilizado o método quantitativo dos dados recolhidos junto da população participante.

Os dados foram recolhidos através de inquérito, sendo o questionário efetuado porta-a-porta. O inquérito foi constituído por doze questões, que caracterizam os residentes das habitações, mas centra-se na separação de resíduos. Os principais objetivos do inquérito foram caracterizar as habitações em termos de agregado familiar e avaliar os comportamentos da população na gestão de resíduos nas duas áreas de estudo.

A análise estatística aos inquéritos foi efetuada através da ferramenta informática Excel com a produção de resultados no formato de fórmulas e gráficos.

Ericson (2005b) realça que os resultados quantitativos podem ser influenciados pela validade e precisão dos números de entrada. Por esta razão os resultados quantitativos não devem ser vistos como número exato, mas como uma estimativa com uma gama de variabilidade dependendo da qualidade dos dados (Bráz, 2014, pg 12).

Para a elaboração do estudo foram selecionadas duas áreas com características semelhantes a nível socioeconómico, designadas de **Caso de Estudo 1** e **Caso de Estudo 2**, localizadas, a primeira, na União de Freguesias de Barcelos, Vila Frescaíinha S. Martinho e S. Pedro e Vila Boa, e a segunda na freguesia de Arcozelo, a primeira na zona periurbana, próximas do Centro da Cidade de Barcelos, e a segunda no interior ao perímetro urbano.

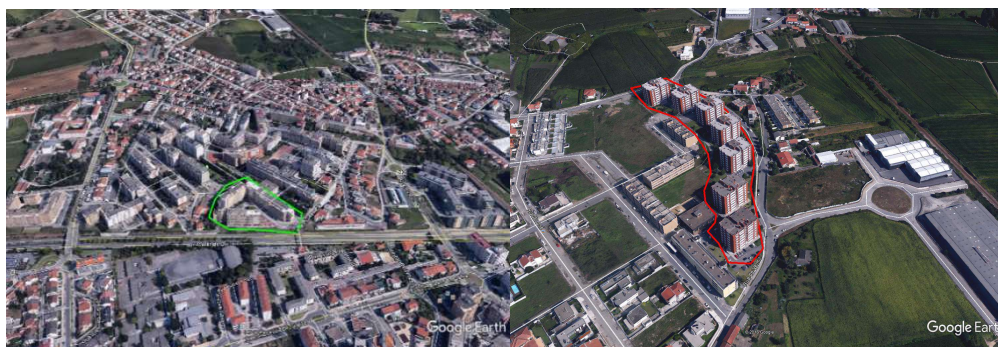


Figura 3-3 - Caso de estudo 1

coordenadas: -40450.7, 209143.1

Figura 3-4 - Caso estudo 2

coordenadas: -40288.8, 207953.1

O estudo teve início com a comunicação a todos os residentes (entregue na caixa do correio) nas áreas em causa, efetuada através de ofício da Câmara Municipal de Barcelos, a informar a realização do estudo e apelando à participação dos moradores. Nesta fase, foram também informados todos os responsáveis pela administração dos condomínios em causa.

Seguidamente, realizou-se um inquérito anónimo porta-a-porta, por equipas constituídas por 2 entrevistadores por edifício, estruturado com doze questões, as primeiras três caracterizam o agregado familiar a nível socioeconómico e as restantes dizem respeito a hábitos de separação de resíduos. Para além das questões colocadas aos participantes, houve a preocupação dos entrevistadores contextualizarem a problemática dos resíduos orgânicos.

A realização dos inquéritos apresentou-se como uma fase bastante difícil, dada a dificuldade de chegar aos habitantes, muitas pessoas mostraram-se apreensivas e algumas não estavam dispostas a receber os entrevistadores.

Assim, a implementação do projeto foi desenvolvida nas seguintes fases:

1 - Elaboração de inquérito, anexo 1, porta-a-porta abrangendo sensibilização, sobre a temática dos resíduos, realizado nos meses de março e abril de 2017, no caso de estudo 1 e junho e julho de 2017 no caso de estudo 2.

3 – Caracterização das áreas de estudo, nomeadamente a nível socioeconómico e hábitos de deposição de resíduos com base nos resultados obtidos nos inquéritos.

4 - Distribuição de um pequeno cesto de 10 litros, a cada habitação, para deposição de resíduos orgânicos, com entrega de flyer informativo, anexo 2, sobre os materiais a depositar em cada recipiente, no início do mês de dezembro 2017.

5 – Implementação do projeto-piloto de recolha seletiva nas duas áreas de estudo, durante o mês de dezembro 2017.

6 – Análise de resultados.

O projeto-piloto foi implementado, para efeitos de estudo e obtenção de resultados, para uma futura implementação da prestação do serviço de recolha de resíduos orgânicos no concelho de Barcelos, pelo que os resíduos orgânicos recolhidos seletivamente foram encaminhados para aterro, juntamente com os resíduos indiferenciados, dado a falta de viatura adequada para a recolha destes resíduos.

Para a análise dos resultados é utilizado o método quantitativo e estatístico, onde são analisadas as populações, as quantidades de resíduos recolhidos, determinação da produção média *per capita* por componente e avaliação dos inquéritos.

Para Peter Sem (2004b) de acordo com estudos realizados foram desenvolvidos critérios absolutos e relativos para o tamanho da amostra, acima de 5% da população de amostra ou 100 a 200 famílias.

Para a identificação dos custos de implementação do projeto, foram identificados todos os investimentos previstos, aquisição de equipamento, mão-de-obra, manutenções e todos os outros custos diretos e indiretos, sendo efetuada uma projeção de custos, com base no *Capex (CAPital EXpenditure*, em português, despesas de capital ou investimento em bens de capital, que indica os custos na compra de bens de capital de uma determinada empre-

sa, como a compra de equipamento) e *Opex* (*OPerational EXpenditure*, em português, despesas operacionais, que se referem ao custo associado à manutenção dos equipamentos, gastos de consumíveis e outras despesas operacionais). Para o efeito, os custos são amortizados ao longo de vários anos, explanando de forma contabilística os custos de capital, a depreciação, o financiamento e as taxas inerentes.

3.4 Recolha Seletiva de Resíduos Orgânicos: Caso de estudo no Município de Barcelos

3.4.1 Caso de Estudo 1

A área de estudo 1 é constituída por 7 edifícios de cinco andares cada, localizada na Rua de Vermil, Vila Boa, Lotes 132, 133, 134, 135, 136, 137e 138.

Foram inquiridas 114 habitações, tendo aceite participar no projeto 100 domicílios.

Nesta área foi implementado um sistema de recolha seletiva de resíduos porta-a-porta para cinco frações: papel/cartão, embalagens, vidro, orgânicos e indiferenciados.

Os equipamentos de deposição utilizados, Figura 3-5, foram contentores de 240 litros de capacidade, com duas rodas em polietileno, distinguidos por cores diferentes e com frequência de recolha de acordo com a tipologia dos resíduos, conforme se apresenta na Tabela 3-1.

Tabela 3-1- Frequência de recolha de resíduos de acordo com o tipo.

Tipo de resíduo	Cor	Frequência de recolha
Papel e cartão	Azul	3 vezes por semana
Embalagens	Amarelo	3 vezes por semana
Vidro	Verde	Quinze em quinze dias
Orgânicos	Castanho	1 vez por semana
Indiferenciados	Cinza	3 Vezes por semana

Foram efetuados registos relativos à recolha de RO, sendo a recolha seletiva garantida pela Resulima. Os registos da capacidade dos contentores de RO foram efetuados em tabelas, considerando as percentagens de enchimento a 25%, 50%, 75% e 100%, sendo efetuada uma análise visual, pelo que os valores registados são aproximados.



Figura 3-5 - Deposição de resíduos no espaço privado do condomínio.

3.4.2 Caso de Estudo 2

A área de estudo 2 é constituída por 3 edifícios de seis andares cada, localizada na Rua Dr. Aníbal Araújo, Arcozelo.

Foram inquiridos os moradores de 104 habitações, tendo aceite participar no projeto 100.

Nesta área foi implementado um sistema de recolha seletiva de resíduos em ecoponto de proximidade, localizado a um raio não superior a 100 metros dos edifícios, para a deposição das cinco frações: papel/cartão, embalagens, vidro, orgânicos e indiferenciados.

O equipamento de deposição utilizado foi uma “ilha ecológica” subterrânea da marca *Sotkon*, Figura 3-6, com contentores de 5 m³ de capacidade para o papel/cartão e embalagens de 3 m³ para o vidro, orgânicos e indiferenciados.

Para a deposição de resíduos orgânicos, foi aplicado um marco com controlo de acesso no contentor, para abertura da tampa, sendo efetuado o registo automático das deposições nos contentores através de tag's – tecnologia RFID (Radio-Frequency Identification).

Optou-se por utilizar um marco de deposição com controlo de acesso para limitar a deposição aos participantes, dado que o ecoponto serve população que não participou no projeto piloto, Figura 3-6.

O sistema de controlo de acesso é efetuado por via de um leitor de identificador (“tag”) incorporado nos marcos de deposição e que atua em conjunto com o sistema de trinco eletromecânico da tampa do marco. Os leitores de identificadores (“tag”), assim que validem um identificador (“tag”) autorizado, envia um comando elétrico para o trinco eletromecânico da tampa para permitir a abertura da mesma.

O sistema de controlo de acesso possui uma bateria interna com autonomia superior a 1 ano, memória de armazenamento tem capacidade superior a 10.000 utilizações e um relógio em tempo real para registo da utilização, a transmissão de registo das utilizações é efetuada através de um modem interno com cartão SIM., sendo a frequência de transmissão quinzenal.

A informação é recolhida de cada vez que a unidade de inserção é utilizada por qualquer um dos diferentes utilizadores. Essa informação indica: quem depositou, que tipo de resíduos depositou, quando e quanto. A transferência de dados pode ser feita através de um sistema completo de GPRS/GSM.

Como referido anteriormente, a utilização de contentores com controlo de acesso aumenta a qualidade da matéria orgânica a recolher e conseqüentemente a qualidade do composto a produzir.



Figura 3-6 – Ilha ecológica instalada na Rua Dr. Anibal Araújo – Arcozelo.

O sistema de controlo instalado inclui a recolha e transmissão de dados para faturação dos resíduos depositados de acordo com os tarifários praticados pelos municípios.

Todos os dados estão centralizados e são apresentados, através de um portal gerido de acesso ao município.

De forma a otimizar o serviço de recolha indiferenciada e orgânica foram instalados sensores de enchimento nos contentores com comunicação à distância. Este sistema permite monitorizar o nível de enchimento dos contentores através de sondas volumétricas possibilitando o planeamento da rota mais eficiente para efetuar a recolha dos mesmos. Através do acesso à plataforma informática foram retirados todos os dados relativos às recolhas de RO efetuadas no contentor como a capacidade, data e hora da recolha e a percentagem de enchimento do mesmo.

4 Resultados e Discussão

4.1 Gestão de Resíduos Urbanos Município de Barcelos

Os resíduos recolhidos no concelho de Barcelos são encaminhados, desde 1999, para a empresa multimunicipal Resulima S.A, empresa com capital misto, público e privado, que recebe e trata os resíduos provenientes de seis concelhos: Barcelos, Viana do Castelo; Arcos de Valdevez, Esposende, Ponte de Lima, Ponte da Barca.

O Município de Barcelos efetua a recolha de outros fluxos específicos de resíduos, a recolha de objetos volumosos fora de uso e REEE, ao domicílio, a pedido dos munícipes, dispondo também de um ponto de entrega destes resíduos, nas instalações dos serviços do Município.

A gestão da recolha seletiva é da responsabilidade da Resulima bem como toda a gestão das atividades relacionadas com o tratamento e destino final dos resíduos entregues nas suas instalações, nomeadamente central de triagem, deposição em aterro e recuperação energética do biogás produzido (PAPERSU Barcelos, 2015).

A recolha de resíduos no concelho de Barcelos efetua-se por 16 circuitos diurnos e 10 noturnos, definidos com horários e frequências de recolha distintas de acordo com as características da zona, sendo maioritariamente diária para a zona urbana e três vezes por semana na área mediantemente urbana e rural. Os turnos diurnos laboram de segunda a sexta-feira das 6.00 às 12.00 horas e ao sábado das 6.00 às 11.00 horas, os turnos noturnos laboram de segunda a sexta das 20.00 às 02.00 horas e ao sábado das 20.00 à 01.00 hora, perfazendo 35 horas semanais de trabalho.

O sistema de recolha de resíduos urbanos indiferenciados é realizado a partir de contentores de superfície e subterrâneos (na área urbana) e em situações pontuais em pontos de recolha que funcionam da mesma forma dos contentores, sendo os resíduos depositados no pavimento na via pública, em sacos de plástico.

A recolha seletiva é da responsabilidade da Resulima, sendo a deposição efetuada em contentores de superfície e subterrâneos na zona urbana. Em julho de 2017 a Resulima iniciou a recolha porta-a-porta de papel/cartão e embalagens, no centro da Cidade de Barcelos, encontrando-se ainda em fase experimental.

Como referido no capítulo II, o Município de Barcelos apresenta uma taxa de reciclagem muito baixa comparativamente com a média nacional e europeia, podendo uma das razões ser a existência de “catadores de lixo” que recolhem por todo o concelho todo o tipo de material reciclável, alimentando a economia paralela na área dos resíduos e diminuindo a retoma por parte do município.

Barcelos possui também um rácio de ecopontos por habitante inferior à média Nacional e da Resulima, embora o rácio tenha diminuído significativamente no ano de 2013, devido à exigência de instalação de ecopontos nas operações urbanísticas, continua a possuir um rácio de habitantes por ecoponto elevado, (Gráfico 4.1) comparativamente à média portuguesa, este facto influencia as taxas de utilização dos equipamentos de deposição seletiva, dado que é o único sistema de recolha seletiva que está disponível aos cidadãos.

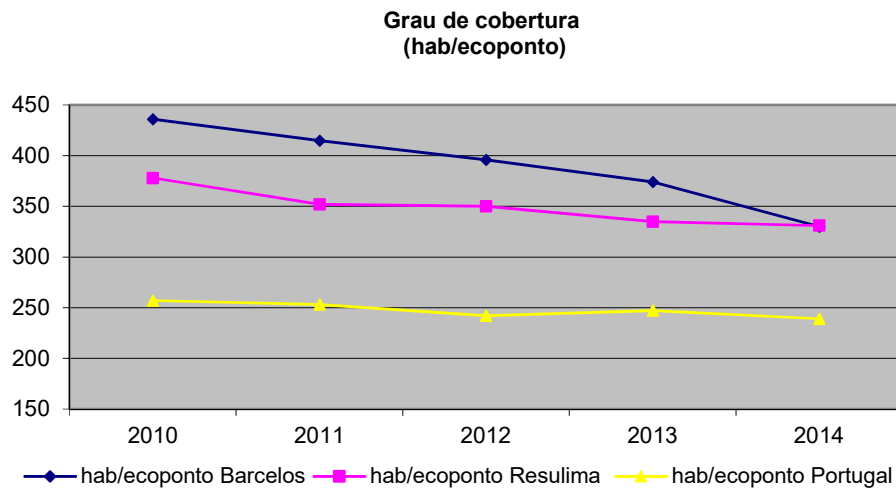


Gráfico 4.1 Variação do grau de cobertura hab/ecoponto.

No ano de 2011 o serviço de gestão de resíduos do Município de Barcelos iniciou o processo de implementação do Sistema de Gestão de Qualidade em conformidade com a norma NP EN ISO 9001:2008, obtendo o certificado no ano de 2013, sendo o mesmo renovado anualmente, pela APCER.

4.1.1 Infraestruturas e equipamentos associados à gestão de RU

Para assegurar o Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos, o Município de Barcelos dispõe de uma estrutura de meios humanos, logísticos, equipamentos e infraestruturas, para a prestação do serviço aos utilizadores.

Todos os equipamentos de deposição estão georreferenciados no SIG do Município, Figura 4-1, encontrando-se também atualizada toda a informação disponível como nome da rua, freguesia, coordenadas, numeração, tipo de contentor, capacidade, data das lavagens efetuadas, número do circuito a que pertence e a sua frequência de recolha.

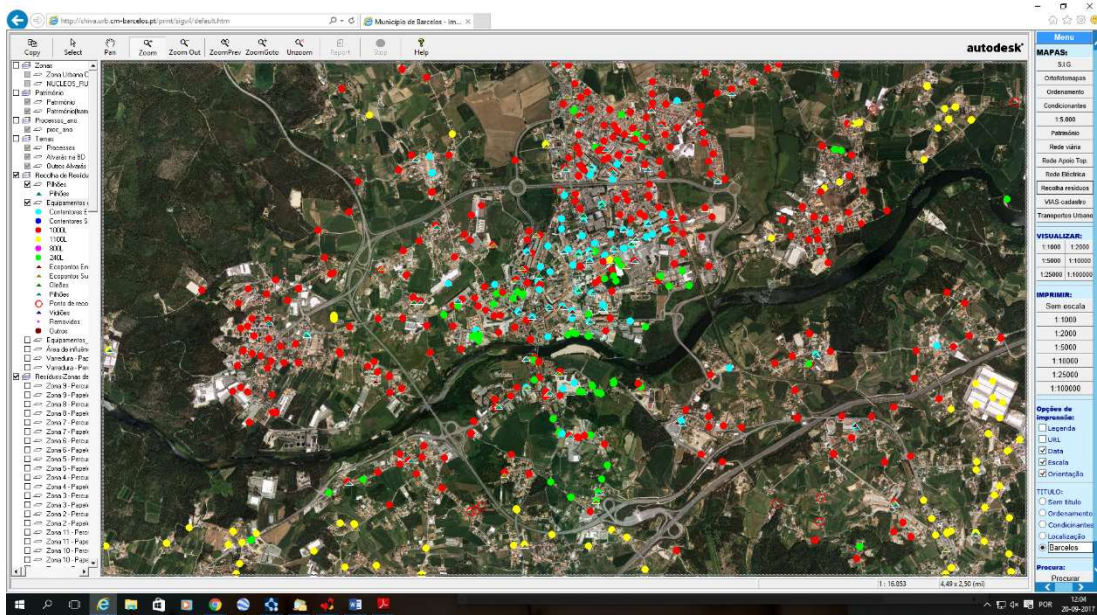


Figura 4-1 - Plataforma SIG Resíduos Urbanos, Município de Barcelos.

A recolha de RU indiferenciados é efetuada através de contentores de superfície, de capacidade variada, e contentores subterrâneos de 3000 litros para a deposição de vidro e indiferenciados e 5000 litros para embalagens e papel/cartão.

Os contentores subterrâneos são constituídos por uma cuba unitária em betão pré-fabricado, um marco de deposição feitos em aço inoxidável, um contentor em polietileno de base fechada que é descarregado por volteio nos normais camiões de recolha de carga traseira, através de grua que equipa o camião. O contentor é totalmente estanque, sendo que os lixiviados saem juntamente com os resíduos para o camião. A abertura da tampa efetua-se a partir de uma chave e o esforço da abertura é feito por dois cilindros articulados, existindo vários tipos de revestimentos, de acordo com integração total da superfície que o rodeia, resina epoxy antiderrapante em várias cores, calçada calcária ou pedras de granito.

Para a tarefa de descarga dos contentores subterrâneos são necessários apenas um motorista e um operário, no entanto, como os circuitos de recolha são mistos, contentores de superfície e subterrâneos, o Município de Barcelos utiliza equipas de três funcionários (um motorista e dois operários).

Todos os camiões de recolha de resíduos indiferenciados são compactadores, de 15 ou 20 m³ de capacidade, de carga traseira, utilizando um elevador de contentores para a descarga dos resíduos na cuba de receção. Atualmente o Município dispõem de dois camiões equipados com gruas, para basculamento de contentores enterrados com a utilização do elevador de contentores situado na traseira da caixa.

Na Tabela 4-1 apresenta-se o total de equipamentos, camiões e contentores que o serviço de recolha de resíduos disponibiliza atualmente.

Tabela 4-1 - Total de equipamentos de deposição e recolha, agosto 2017.

Tipo de equipamento	Capacidade	Total	Tipologia
Contentor em polietileno	240 l	199	Superfície
Contentor em polietileno	800 l	3	Superfície
Contentor em polietileno	1000 l	585	Superfície
Contentor metálico	1100 l	2362	Superfície
Contentor subterrâneo para resíduos indiferenciados	3000 l	101	Subterrâneo
Ecoponto (bateria de 3 contentores para papel/cartão, embalagens e vidro)	7500 l (2500 l cada)	350	Superfície
Vidrão	2500 l	18	Superfície
Ecoponto subterrâneo para deposição seletiva	13000 l (5000+5000+3000)	26	Subterrâneo
Oleões	240 l	109	Metálico e PEAD
Camião de recolha de RU	20 m ³	5	Compactador
Camião de recolha de RU	15 m ³	1	Compactador
Camião grua recolha de volumosos e outros	16 m ³	1	Camião de caixa aberta
Camião grua recolha de volumosos e outros	13 m ³	1	Camião de caixa aberta

4.1.2 Custos e proveitos associados ao serviço de recolha de resíduos urbanos no Município de Barcelos

A prestação do serviço de recolha de resíduos requer elevados custos de infraestruturas, equipamentos e exploração, estes custos são apurados anualmente através de programas informáticos pelo sistema de contabilidade analítica do Município de Barcelos, que permite determinar a sustentabilidade económico financeira da prestação do serviço.

O custo com a prestação do serviço de recolha de RU no Município de Barcelos representa, entre os anos de 2013 e 2016, 6% das despesas totais de execução do orçamento do Município.

Os proveitos e os custos são classificados com a sua forma de afetação ao serviço de recolha de RU, sendo para tal utilizada a informação da contabilidade de custos e gestão patrimonial.

Os proveitos são diretamente provenientes da receita tarifária aplicada pela prestação do serviço.

De forma a uniformizar os procedimentos de cálculo dos tarifários aplicados aos serviços de águas e resíduos, a ERSAR lançou várias recomendações, com destaque a Recomendação ERSAR n.º 02/2010 e o Regulamento Tarifário do Serviço de Gestão de Resíduos (RTS-GRU) Urbanos, publicado pela Deliberação 928/2014, de 15 de abril, para todas as entidades gestoras procederem às adaptações aos seus regulamentos de serviços.

O RTSGRU assenta em vários princípios de acordo com o artigo 5º, salienta-se os princípios constantes nas alíneas d), e) e f):

- Princípio da sustentabilidade económica e financeira dos serviços;
- Princípio da autonomia local, o qual se traduz, no respeito pelas competências legais das autarquias em matéria de aprovação de tarifas, sem prejuízo da salvaguarda do princípio da recuperação de custos;
- Princípio do utilizador-pagador.

Do RTSGRU consta a estrutura tarifária a aplicar pela prestação dos serviços aos utilizadores finais domésticos e não-domésticos aplicável a cada sistema a tarifa de disponibilidade, a tarifa variável e as tarifas de serviços auxiliares, devidas por cada serviço prestado e em função da unidade correspondente e o montante correspondente à repercussão do encargo suportado pela entidade gestora relativo à taxa de gestão de resíduos.

O Município de Barcelos não procedeu à alteração do Regulamento Municipal de Resíduos Sólidos, Higiene Urbana e Espaços Verdes, publicado em diário da república a 28 de novembro de 2000, de acordo com o RTSGRU aprovado pela ERSAR, pelo que não são cumpridos os princípios enumerados no artigo 5º.

Na seguinte consta o balanço entre custos e receitas entre os anos de 2011 e 2016, onde se constata a falta de cumprimento do grau de recuperação de custos do serviço de recolha de RU.

Tabela 4-2 - Balanço de custos e receitas entre 2011 e 2016 (fonte: CMB).

Ano	Custos totais	Proveitos	Balanço entre custos e receitas	Taxa de cobertura de gastos
2011	2.981.932,26	1.960.493,45	-1.021.438,81	65,75%
2012	2.362.613,45	2.051.822,00	-310.791,45	86,85%
2013	3.134.746,48	1.928.325,00	-1.206.421,48	61,51%
2014	2.980.577,53	1.932.155,64	-1.048.421,89	64,82%
2015	3.082.838,48	2.440.425,97	-642.412,51	79,16%
2016	3.105.892,00	2.105.244,10	-1.000.647,90	67,78%

Apresenta-se no gráfico abaixo a evolução dos custos de gestão de resíduos no município de Barcelos, sendo que custos operacionais referem-se ao somatório dos custos diretos e indiretos.

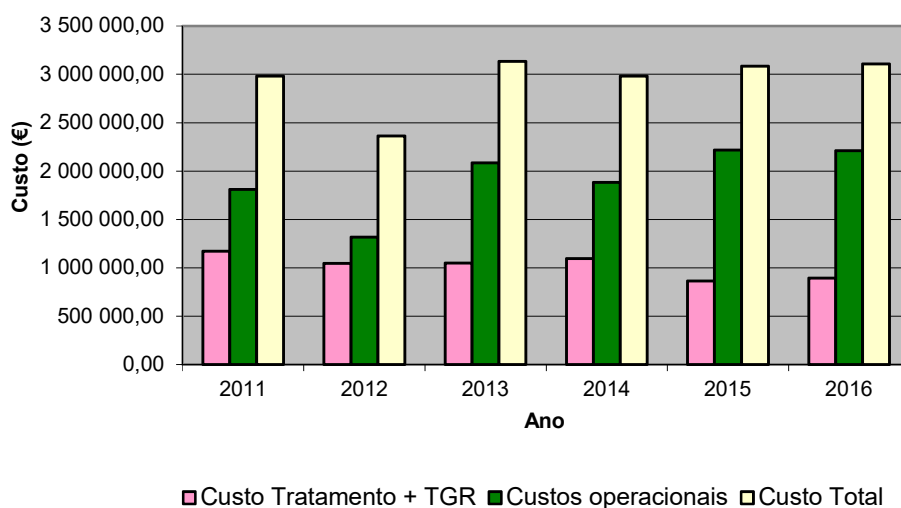

















Gráfico 4.2 - Evolução dos custos de gestão de RU entre 2011 e 2016 (fonte: CMB)

Do Gráfico 4.2 conclui-se que em relação aos custos totais, com exceção do ano de 2012, onde se verificou uma diminuição da produção de resíduos, os custos de gestão nos restantes anos não sofreram grande alteração dado que os custos operacionais aumentaram, devido ao aumento de custos relacionados com as reparações de camiões, mas os custos com a deposição de resíduos diminuíram, devido à diminuição da tarifa de deposição de resíduos em aterro no ano de 2015.

4.1.3 Avaliação da Qualidade do Serviço de Recolha de Resíduos Urbanos do Município de Barcelos

Relativamente à avaliação da qualidade do serviço prestado, de acordo com a avaliação efetuada pela ERSAR, no ano de 2015, dados publicados no RASAR 2016, o Município de Barcelos não se apresenta com um bom cenário relativo ao serviço de gestão de resíduos urbanos, como se pode constatar pela informação constante da Tabela 4-3.

Tabela 4-3 - Avaliação da qualidade de serviço Município de Barcelos 2015

Indicador/Banda de referência para qualidade de serviço boa/unidade	Avaliação
RU01 Acessibilidade física do serviço % [95;100] [90;100] [80;100]	 54
RU02 Acessibilidade do serviço de recolha seletiva % [90;100] [70;100] [50;100]	 45
RU03 Acessibilidade económica do serviço % [0;0,5]	 0,09
RU04 Lavagem de contentores (-) [12;24]	 1
RU05 Resposta a reclamações e sugestões % [100]	 73
RU06 Cobertura dos gastos totais (-) [1;1,1]	 79
RU07 Reciclagem de resíduos de embalagem % [90; +∞]	 83
RU011 Renovação do parque de viaturas Km/viatura [0;250 000]	 429.775
RU12 Rentabilização do parque de viaturas Kg/m3 [450; +∞]	 442
RU13 Adequação dos recursos humanos trabalhadores/1000 t [1,5;2,5] [1,5;3,0] [1,5;3,5]	 1,8
RU14 Utilização de recursos energéticos tep/1000 l [0;6]	 5,3
RU16 Emissão de gases com efeitos de estufa Kg CO2/t 95;100] [90;100] [80;100]	 16
<ul style="list-style-type: none">  Qualidade de serviço boa  Qualidade de serviço adequada  Qualidade de serviço inadequada 	

Destacam-se pela negativa os indicadores: acessibilidade física do serviço e do serviço de recolha seletiva e reciclagem de embalagens por serem inadequados.

4.2 Análises dos inquéritos

A amostra das duas áreas foi constituída por 100 famílias clássicas⁷, definidas como conjunto de pessoas que residem no mesmo alojamento e que têm relações de parentesco (de direito ou de facto) entre si, podendo ocupar a totalidade ou parte do alojamento. Considera-se também como família clássica qualquer pessoa independente que ocupe uma parte ou a totalidade de uma unidade de alojamento.

O número de habitantes é muito semelhante nos dois casos de estudo, 299 no caso 1 e 286 no caso 2, no Gráfico 4.3 apresenta-se a distribuição do n.º de habitantes por habitação.

Questão nº1: Nº de moradores na habitação/fogo.

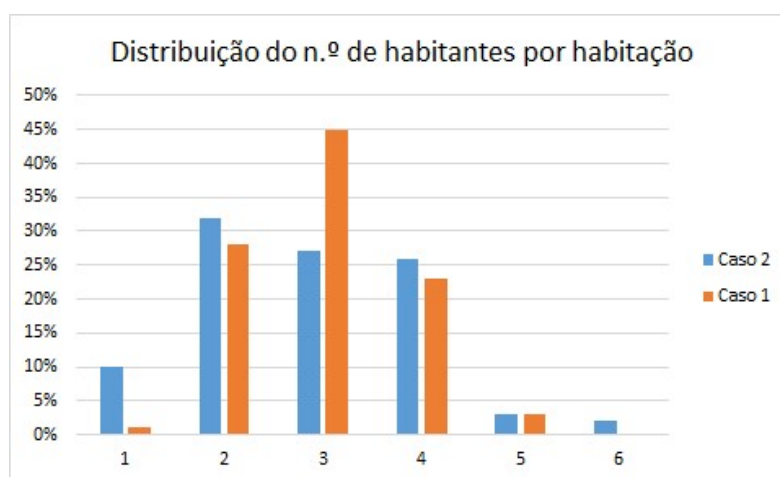


Gráfico 4.3 - Distribuição do n.º de habitantes por habitação nos dois casos de estudo.

O número total de residentes em cada habitação distribui-se basicamente por dois, três e quatro moradores, sendo as restantes situações pouco significativas. No caso 1 verifica-se 45% das habitações possuem três habitantes, 28% dois e 24% quatro. No caso 2 a distribuição por dois, três e quatro habitantes é muito semelhante, sendo 32%, 27% e 26%, respetivamente.

Questão nº2: Rendimento médio mensal do agregado.

No gráfico seguinte apresenta-se o rendimento médio mensal do agregado familiar nas duas áreas de estudo.

⁷ Definição retirada em dezembro de 2017 em <http://smi.ine.pt/Conceito/Detalhes/1123>

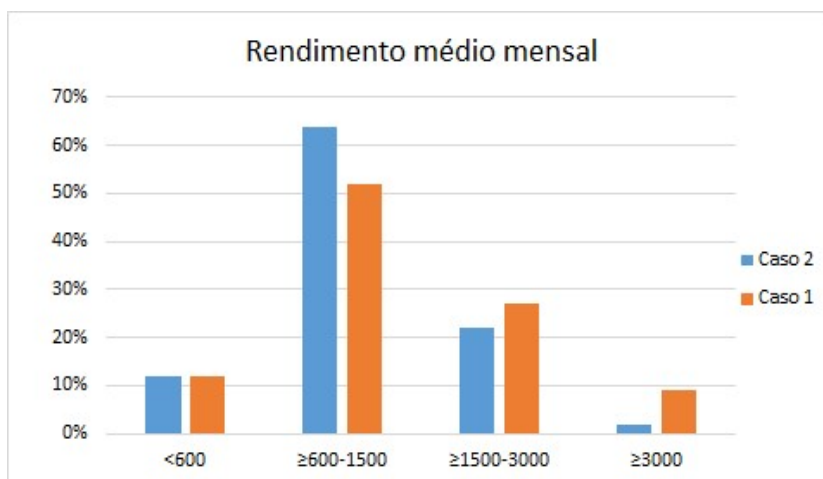


Gráfico 4.4 - Distribuição do rendimento médio mensal nos dois casos de estudo.

Relativamente ao rendimento médio mensal do agregado familiar verifica-se, nos dois casos de estudo, que a maior parte dos inquiridos dizem possuir um rendimento mensal entre 600 e 1500 euros, embora no caso de estudo 2 seja mais significativo com 64%.

Questão nº3: Idade e habilitações literárias dos moradores adultos ocupação e género.

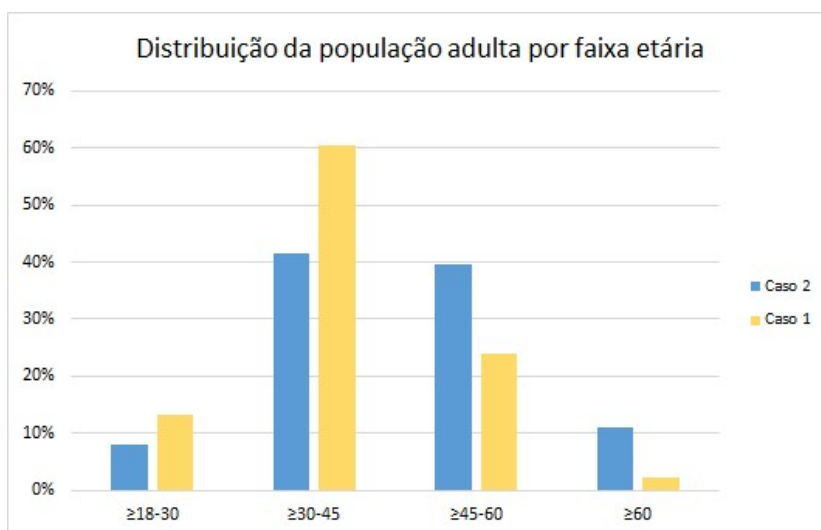


Gráfico 4.5 - Distribuição da população por faixa etária nos dois casos de estudo.

A idade predominante dos adultos no caso 1 é o escalão etário entre 30 e 45 anos, equivalente a 61%. No caso 2, as idades predominantes encontram-se divididas em dois escalões 42% no escalão 30 a 45 anos e 40 % maiores de 45 a 60 anos.

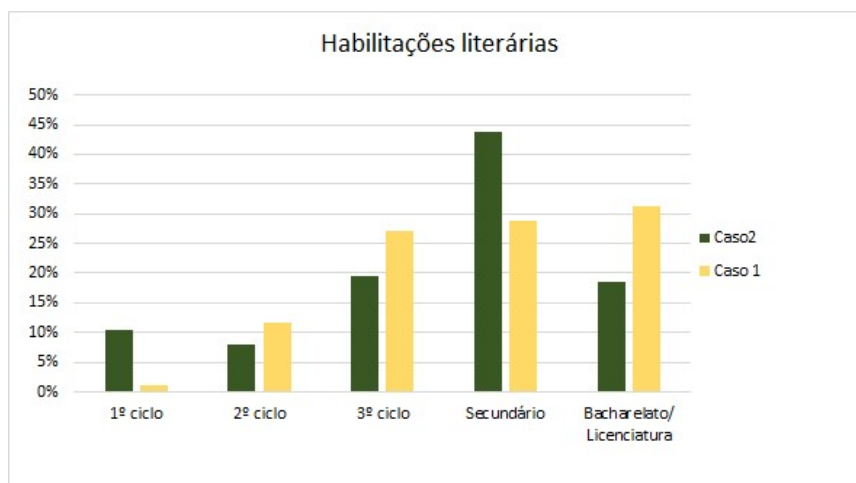


Gráfico 4.6 - Distribuição das habilitações nos dois casos de estudo.

Em relação às habilitações literárias dos adultos, no caso de estudo 1 encontram-se bastante distribuídas, 31% têm curso superior (Bacharelato, Licenciatura, Mestrado ou Doutorado). No caso de estudo 2 é bastante representativo o secundário (12ºano) com 44%, verificando-se que o somatório dos níveis secundário e ensino superior é maior neste caso, pelo que o caso de estudo 2 apresenta maiores habilitações literárias.

Apresenta-se o resultado da situação de emprego dos adultos inquiridos na amostra no Gráfico 4.7.

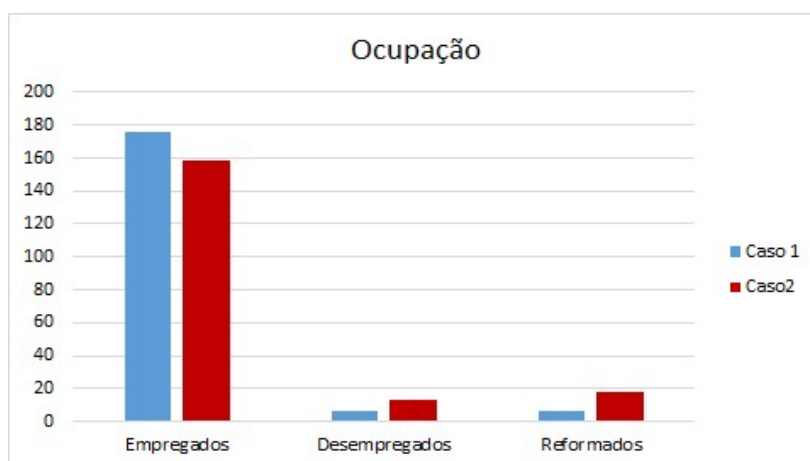


Gráfico 4.7 - N.º total de adultos por ocupação.

Apresenta-se no Gráfico 4.8 a distribuição da população da amostra por género.

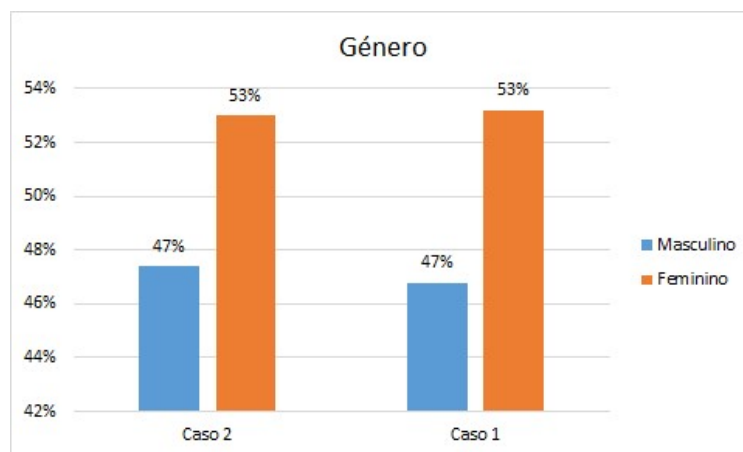


Gráfico 4.8 – Distribuição da população adulta por género.

Nas duas áreas a população adulta está dividida em 53% do sexo feminino e 47% do sexo masculino.

Questão nº4: Costuma fazer separação de resíduos?

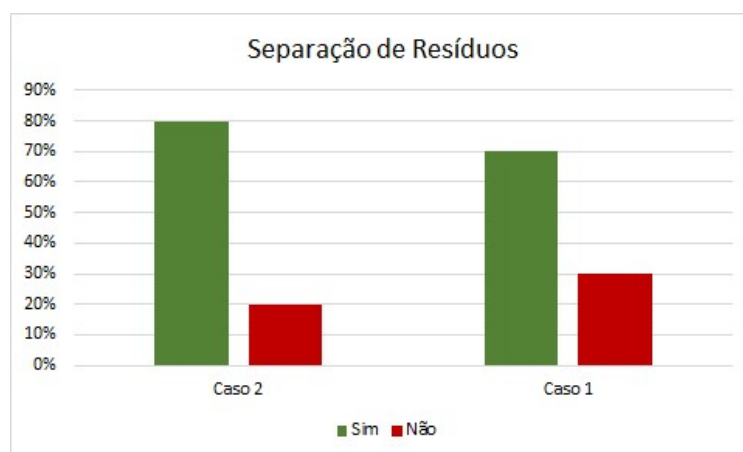


Gráfico 4.9 - Hábitos de separação de resíduos nos dois casos de estudo.

Em relação aos hábitos de separação de resíduos, 70% dos inquiridos, no caso 1, afirmam fazerem separação de resíduos, enquanto no caso 2 a separação de resíduos atinge os 80%, embora o tipo de separação não seja na totalidade. Este resultado vem afirmar a ideia de que pessoas com mais habilitações têm uma melhor compreensão relativamente aos problemas de gestão de resíduos.

Para a deposição de resíduos recicláveis o caso de estudo 1 têm ao dispor, porta-a-porta, os contentores 3F (papel/cartão, embalagens e vidro). No caso de estudo 2 é utilizada a “Ilha Ecológica” que se encontra a uma distância inferior a 100 metros dos edifícios, de acordo com o estipulado no Decreto-Lei n.º 194/2009 de 20 de agosto.

Questão nº5: Acha que a recolha separada de resíduos orgânicos tem vantagens?

Verificou-se nas duas áreas que as pessoas têm consciência dos benefícios da recolha seletiva de resíduos orgânicos dado que 99% da população respondeu afirmativamente.

Questão nº6: Tem disponibilidade para separar os resíduos orgânicos dos restantes resíduos?

Também nas duas áreas do projeto, as pessoas demonstraram terem disponibilidade para separar os resíduos orgânicos dos restantes resíduos, 8% das pessoas, no caso 1, afirmaram não ter disponibilidade para a separação, mas estavam disponíveis para participar no projeto. No caso de estudo 2 apenas 1% disse que não tinha disponibilidade para separar os resíduos orgânicos dos restantes resíduos, mas também estavam disponíveis para participar no projeto.

Questão nº7: Qual a produção estimada de resíduos urbanos por dia (L/dia)?

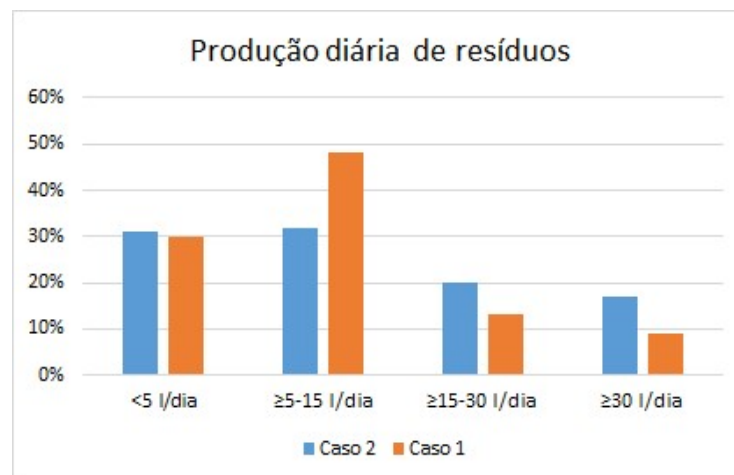


Gráfico 4.10 - Produção diária de resíduos.

A questão relacionada com a produção de resíduos nas habitações, revelou-se ser de difícil resposta, dado que os entrevistados não tinham noção do volume de resíduos produzidos diariamente, pelo que os entrevistadores ajudaram a responder à pergunta, recorrendo a exemplos, nomeadamente capacidades dos sacos de “lixo” e do balde utilizado na cozinha para armazenamento.

Os resultados foram agrupados por escalões de produção, sendo que nos dois casos a maior percentagem das habitações produzem entre 5 a 15 litros de resíduos por dia.

Questão nº 8: Quantas vezes por semana deposita os resíduos nos contentores indiferenciados?

Relativamente à frequência de deposição indiferenciada dos resíduos, nos contentores, apresentam-se os resultados no gráfico seguinte.

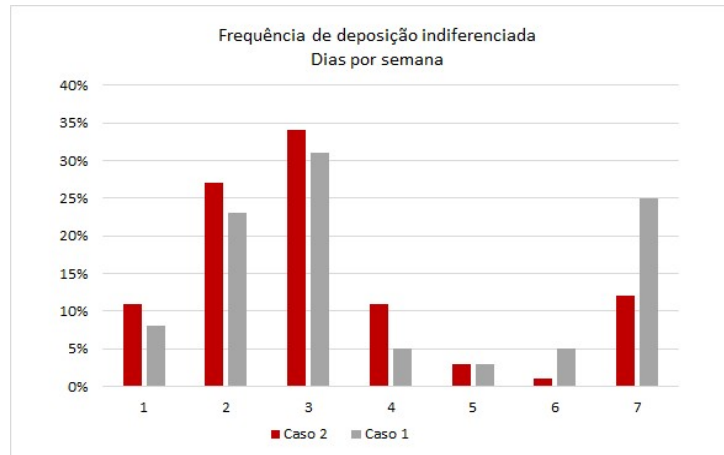


Gráfico 4.11 - Frequência de deposição indiferenciada em dias por semana.

A maioria das pessoas depositam 3 vezes por semana os seus resíduos nos contentores.

Questão nº 9: Quantas vezes por semana deposita os resíduos separados no ecoponto?

Apresenta-se no Gráfico 4.12 o resultado relativo à frequência de deposição seletiva de resíduos nos contentores.

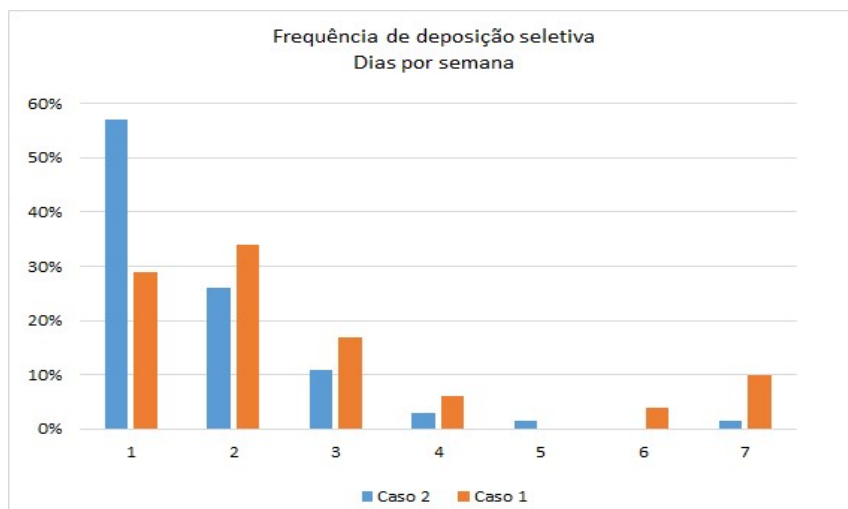


Gráfico 4.12 Frequência de deposição seletiva em dias por semana.

A frequência de deposição seletiva nos ecopontos também é variada, no 1º caso de estudo 34% vai depositar os resíduos duas vezes por semana, no 2º caso de estudo 57% deposita uma vez por semana.

Questão nº10: Qual a frequência semanal desejada para a recolha de resíduos orgânicos?

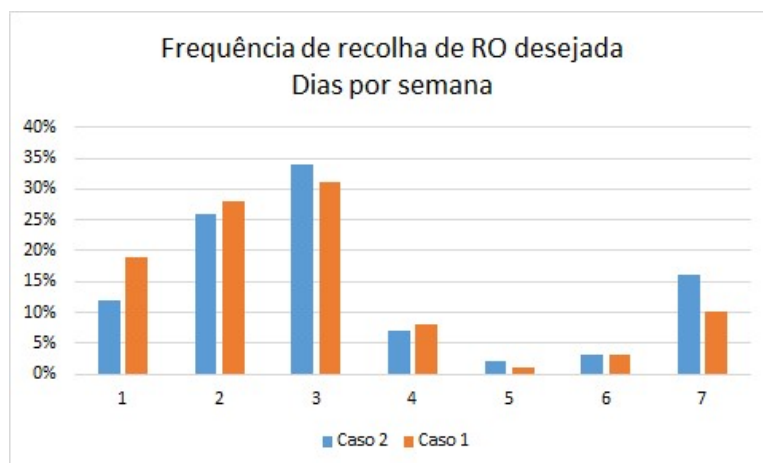


Gráfico 4.13 - Frequência de recolha de RO desejada.

A frequência de recolha desejada para os resíduos orgânicos, demonstrou ser uma questão que não preocupa a população, dado que nos dois casos a maior parte entende que está adequada a recolha três vezes por semana.

Questão nº11: Qual a forma mais eficiente para a deposição e recolha dos resíduos?

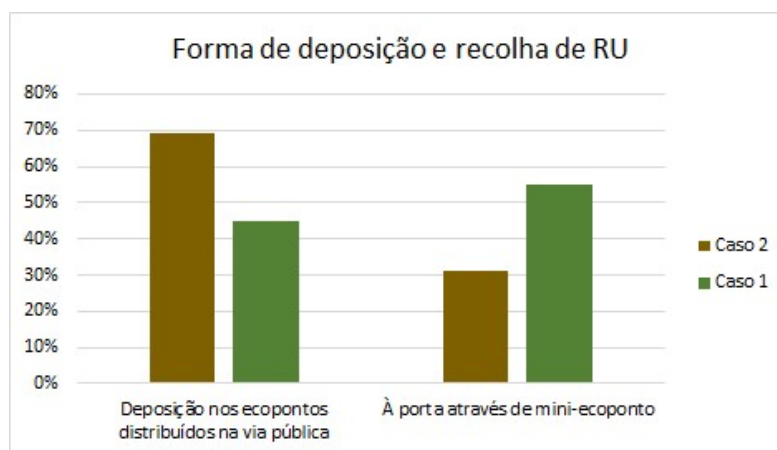


Gráfico 4.14 - Forma preferida para a deposição e recolha dos resíduos.

A preferência sobre a forma de deposição de resíduos é diferente nos dois casos, no caso 1, a preferência de 45% dos inquiridos é pela recolha porta-a-porta através de mini-ecoponto. Este facto poderá estar relacionado com a distância a que os contentores e ecopontos estão dos edifícios, sendo que neste caso há alojamentos que distam mais de 100 m dos equipamentos de deposição indiferenciada, sendo por vezes superior no caso da deposição seletiva.

No caso de estudo 2 é notória a satisfação do sistema de deposição nos ecopontos distribuídos na via pública, com 69% a preferirem este modelo. Neste caso todos os edifícios encontram-se a uma distância inferior a 100 m, o que poderá justificar a satisfação.

Questão nº 12: Se a recolha for porta-a-porta, no caso1, ou no ecoponto junto à ponte peonal, no caso 2, está disponível para fazer a separação dos resíduos de embalagens (secos) e orgânicos/restos alimentares e de comidas (húmidos)?

Relativamente à disponibilidade para participar no projeto, constata-se uma maior disponibilidade no caso1, onde foram inquiridos 104 indivíduos e apenas 4 não se mostraram disponíveis. No caso 2 foram inquiridos 114 indivíduos, sendo que desses, 14 não aceitaram a adesão ao serviço. No total obteve-se uma amostra de 100 alojamentos em cada caso de estudo.

As principais conclusões a extrair dos inquéritos é que as diferenças nos comportamentos em ambos os casos de estudo são pouco relevantes, no entanto, apesar da boa adesão à nova filosofia de separação, no caso de estudo 2, cuja formação académica é superior ao caso 1, ser ligeiramente superior.

Pode dizer-se que a sensibilização para a separação na fonte tem de ser feita, sob pena de se perder eficiência. Deve realçar-se que os participantes no projeto foram sensibilizados para o mesmo, não se sabendo que resultados se obteria sem a sensibilização feita.

4.3 Resultados da recolha de resíduos orgânicos

O projeto teve início no dia 3 de dezembro de 2017, no entanto o marco de deposição com controlo de acesso apenas foi instalado no dia 11-12-2017, pelo que no caso de estudo 1 são apresentados registos de 8 semanas enquanto que no caso de estudo 2 corresponde a 6 semanas de projeto.

Para determinação do peso específico efetuaram-se duas pesagens em cada caso de estudo, no Caso 1 ao contentor de 240 litros cheio, obtendo-se um valor de 450 kg/m³ e no caso de estudo 2 ao contentor subterrâneo que obteve o valor de 500 kg/ m³.

Nas tabelas 4.4 e 4.6 são apresentados os registos das recolhas efetuadas e a produção média diária por habitante de resíduos orgânicos tendo em consideração o peso específico 450kg/m³ e 500 kg/ m³, respetivamente.

Caso estudo 1 – Recolha porta-a-porta:

O período de deposição foi de 7 dias para contemplar sempre recolhas de resíduos produzidos todos os dias da semana.

Na tabela seguinte apresenta-se os dados obtidos durante a implementação do projeto no caso de estudo 1.

Tabela 4-4- Produção média diária sistema recolha porta-a-porta (g/hab*dia)

Data da Recolha	% média de enchimento dos contentores (240 litros)	m3/recolha	dias	m3/dia	kg/dia	g/hab*dia
04-12-2017	39%	0,6552	7	0,09	42	201,5
11-12-2017	50%	0,840	7	0,12	54	258,4
18-12-2017	64%	1,0752	7	0,15	69	330,7
26-12-2017	68%	1,1424	7	0,16	73	351,4
02-01-2018	93%	1,5624	7	0,22	100	480,6
09-01-2018	89%	1,4952	7	0,21	96	459,9
16-01-2018	75%	1,2600	7	0,18	81	387,6
23-01-2018	64%	1,0752	7	0,15	69	330,7
Média						350

Na Tabela 4-5 apresentam-se as principais variáveis estatísticas para o cálculo da produção de resíduos orgânicos em g/hab*dia, no sistema porta-a-porta.

Tabela 4-5 - Descrição estatística da variável produção diária de RO, caso de estudo 1.

	Média g/hab*dia	Mediana g/hab*dia	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Produção RO	350	341,05	87,8	480,6	201,5

Constata-se que o máximo foi observado após o Ano Novo. A média pode estar distorcida pelo período de observação contemplar o Natal, Ano Novo e festa de Reis.

Caso estudo 2 – Recolha ecoponto proximidade:

Na tabela seguinte apresentam-se os dados registados pela sonda aquando da descarga do contentor, apesar do contentor possuir 3m³ de capacidade a sonda está localizada a uma altura correspondente a 2,5 m³.

Apresenta-se seguidamente os dados obtidos durante a implementação do projeto no caso de estudo 2.

Tabela 4-6 -Produção média diária no sistema recolha ecoponto proximidade (g/hab*dia)

Data da Recolha	% média de enchimento do contentor 3m ³	m3/recolha	dias	m3/dia	kg/dia	g/hab*dia
18-12-2017	30%	0,8	7	0,11	57	285,7
26-12-2017	25%	0,6	7	0,09	43	214,3
30-12-2017	37%	0,9	5	0,18	90	450,0
02-01-2018	24%	0,6	2	0,30	150	750,0
04-01-2018	13%	0,3	2	0,15	75	375,0
08-01-2018	28%	0,7	5	0,14	70	350,0
11-01-2018	18%	0,4	3	0,13	67	333,3
13-01-2018	13%	0,3	1	0,30	150	750,0
19-01-2018	28%	0,7	6	0,12	58	291,7
Média						422

Na Tabela 4-7 apresentam-se as principais variáveis estatísticas da produção de resíduos orgânicos em g/hab.dia, no sistema ecoponto de proximidade.

Tabela 4-7 - Valores estatísticos da variável produção diária de RO, caso de estudo 2.

	Média g/hab*dia	Mediana g/hab*dia	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Produção RO	422	350	221,4	750,3	214,3

Para obtenção dos dados relativos à capacidade do contentor subterrâneo, quando da sua descarga, foi consultada a plataforma informática da empresa “ENEVO”, responsável pelo fabrico dos sensores de enchimento, sendo o acesso cedido pela empresa “Sotkon” que comercializa os contentores subterrâneos, obtendo-se os dados da frequência de deposição, apresentados na tabela seguinte.

Tabela 4-8 – Frequência de deposições em 6 semanas.

	Média de deposições/habitação																Total habitações					
N.º de deposições/habitação	30	24	23	22	20	19	17	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	3,51	70
N.º de habitações	1	1	1	1	1	2	2	4	3	2	3	4	3	5	6	5	9	10	4	6		

De acordo com os dados registados verifica-se que o n.º médio de deposições efetuadas por cada habitação está abaixo do que seria desejado. Tendo em consideração ter decorrido 6 semanas de implementação do projeto, seria razoável chegar a um valor médio de 12 deposições por habitação, no entanto há deposições muito diferentes, variando desde 1 deposição por habitação a 30 deposições.

Verifica-se que 30% das habitações nunca utilizaram o serviço, pelo que tendo em consideração que os utilizadores não tinham qualquer contrapartida direta para a adesão ao serviço, ainda assim 70 % das habitações aderiram ao serviço. Esta informação permite fazer a

abordagem às habitações que não usam o serviço para saber como resolvem o problema dos resíduos e porque não aderem a um serviço de proximidade.

Na Tabela 4-9 constam as principais variáveis estatísticas sobre as deposições por habitação.

Tabela 4-9 - Principais variáveis estatísticas - N.º de deposições por habitação em 6 semanas.

	Média	Moda	Mediana	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Nº de deposições por habitação	3,51	3	10,5	11,9	30	1

No que se refere à qualidade do material depositado, Figura 4-2, podemos afirmar que, de forma geral, as pessoas fizeram deposições corretas, constatando-se que os utilizadores vazaram os RO diretamente no contentor, como se solicitou.



Figura 4-2 - Resíduos orgânicos depositados no contentor.



Figura 4-3 – Sistema de controlo de acesso ao contentor.

4.3.1 Projeção da produção de resíduos orgânicos na área urbana de Barcelos

Recorrendo ao programa de faturação de resíduos foi possível identificar todos os utilizadores domésticos e não domésticos (grandes produtores de RO) existentes na área urbana. Assim, temos 11.800 utilizadores domésticos e 350 utilizadores não domésticos que podem utilizar o sistema.

Assumindo que a produção de resíduos irá manter-se estável no próximo ano considera-se a produção de resíduos no ano de 2017. A produção de RI no concelho no ano de 2017 registou o valor de 44.387 toneladas, sendo 16.334 toneladas de RUB depositados em aterro e passíveis de valorização, correspondendo a 36,8% do total de RI.

Tendo em consideração que para o sucesso da medida são necessárias alterações aos hábitos de separação e deposição de resíduos, a adesão da população deverá ser gradual, sendo que no primeiro ano de implementação a percentagem de RUB domésticos recolhidos deverá atingir os 70%, de acordo com o resultado obtido no projeto piloto, obtêm-se os quantitativos anuais apresentados na Tabela 4-11 e Tabela 4-17, incluindo a projeção do total de RU desviados de aterro com a implementação do serviço de recolha seletiva de RO na área urbana de Barcelos.

Com a implementação do sistema de recolha de RO prevê-se também um aumento nos quantitativos recolhidos na fração 3F enviados para reciclagem e conseqüentemente uma diminuição de resíduos indiferenciados enviados para aterro.

O potencial 3F desviado de aterro também será gradual, assumindo-se no primeiro ano de implementação um aumento de 5% na recolha seletiva na área a implementar, pelo que retirando os RUB desviados em aterro, são também desviados 5% dos resíduos indiferenciados produzidos nas 11800 habitações, ou seja, das 39.714 toneladas de RI, correspondendo a uma capitação média diária de 0,904 kg/hab*dia, são desviados para a reciclagem 0,045 kg/hab*dia.

De acordo com os dados recolhidos não se tem verificado grandes alterações no n.º de utilizadores, pelo que estima-se que o valor se mantenha nos próximos anos.

Com a introdução de dois circuitos de recolha de RO na área urbana é expectável uma redução na frequência de recolha dos resíduos indiferenciados, sendo que nos três circuitos que atualmente efetuam recolha diária na área urbana seja possível reduzir a sua frequência de recolha, mantendo-se o mesmo número de circuitos, mas com frequências de recolha diferentes. Para a recolha de RO uma frequência de recolha três vezes por semana, podendo ser inferior no inverno, e para a recolha indiferenciada também três vezes por semana.

Para a recolha de RO a grandes produtores, propõe-se a aquisição de uma viatura apenas, podendo a frequência de recolha variar conforme o tipo de produtor. Para o cálculo da quantidade de resíduos recolhidos por turno de trabalho assume-se o valor de referência dispo-

nibilizado pelos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo (SMSBVC), 2,1 ton/dia, recolha porta-a-porta a grandes produtores na área urbana.

Em termos de alterações no custo total da tonelada de resíduos recolhidos temos que considerar os custos de aquisição de equipamento e viaturas e a sua amortização anual, a introdução do circuito e recolha de RO a grandes produtores (manutenção da viatura, combustível e dois operadores) e uma diminuição com o custo de tratamento, não se prevê alterações nos custos com as outras viaturas e custos indiretos.

Para a viatura de recolha a grandes produtores são contabilizados nos custos 160 km diários de percurso divididos por dois turnos de trabalho.

Embora os custos com o transporte até ao SGR Resulima possam diminuir, com a entrada em funcionamento da TMB na freguesia de Paradela, concelho de Barcelos, considera-se um valor pouco significativo para a recolha doméstica, dado que a unidade dista do centro da Cidade cerca de 13 km.

4.4 Implementação do serviço de recolha seletiva de resíduos orgânicos na área urbana e peri-urbana de Barcelos.

Como já se referiu, uma das vantagens de implementação do serviço de recolha seletiva de resíduos orgânicos é o grande contributo para as entidades gestoras reduzirem a quantidade de resíduos biodegradáveis que são enviados para aterro. Outro benefício para o Município de Barcelos e para o SGR seria que os 36,8% dos resíduos indiferenciados que são encaminhados para destino final, sendo orgânicos, seriam uma mais-valia para a eficiência do TMB, porque diminuiria os custos com a triagem dos resíduos, melhoraria a qualidade do material reciclável separado no TMB por menor contaminação dos recicláveis pelos orgânicos biodegradáveis e diminuiria o refugo encaminhado para aterro sanitário. Assim, verifica-se que a solução de recolha seletiva de resíduos orgânicos trará vantagens se implementada.

Conforme pesquisa efetuada aos sistemas de recolha de biorresíduos já implementados noutros países, existe um conjunto de soluções possíveis, mas o sistema porta-a-porta é o mais usual. No caso de Barcelos, pretende-se analisar as alternativas possíveis. Através dos inquéritos realizados foi possível verificar que os habitantes estão satisfeitos com o sistema de recolha através de contentores e não pretendem ver esta solução alterada.

Os fatores mais importantes para a escolha de um sistema de recolha de resíduos orgânicos são a tipologia de deposição e de remoção de resíduos, praticados pela entidade gestora.

Tendo em consideração que os resultados obtidos no projeto piloto, caso de estudo 2, recolha em ecoponto de proximidade, onde a capitação aproxima-se às taxas de captura de referência na região da Catalunha - Espanha, para a recolha porta-a-porta, sugere-se a

opção pelo sistema de deposição em contentor, sendo o sistema o mais compatível possível com os processos de deposição e remoção em prática pelo Município de Barcelos. Este tipo de sistema envolve algum investimento inicial em novos contentores de deposição, mas tem a vantagem de se poder adaptar alguns contentores subterrâneos para a recolha de RO.

A implementação do serviço de recolha seletiva de resíduos orgânicos na área urbana e peri-urbana de Barcelos, deverá ser complementada pelo serviço de recolha de resíduos verdes de jardins e promoção da compostagem doméstica na área extraurbana.

Propõe-se um modelo de gestão de biorresíduos para a área urbana e periurbana de Barcelos em duas áreas de atuação, a prestação do serviço de recolha de resíduos alimentares e a recolha de resíduos verdes separadamente.

Área urbana e peri-urbana – Abrange uma área de aproximadamente 13 km², composta pela União de Freguesias de Barcelos, Vila Frescaíña S. Martinho e Vila Boa e freguesias de Arcozelo e Barcelinhos, correspondendo a 3,4 % da área do concelho, abrangendo 11.800 utilizadores D e 350 ND.



Figura 4-4 - Áreas de implementação dos projetos (fonte: Município de Barcelos)

A implementação do sistema de recolha de resíduos urbanos biodegradáveis proposto para a área urbana e peri-urbana, contempla um conjunto de ações e iniciativas no projeto de recolha de biorresíduos alimentares, domésticos e não-domésticos, recorrendo a sistemas de deposição e recolha mais modernos.

1º Ação - Aquisição e distribuição de equipamento de deposição de resíduos alimentares, adequados à deposição de resíduos urbanos biodegradáveis, com a aquisição dos seguintes equipamentos:

- a) Contentores coletivos de superfície, destinados à deposição do fluxo de biorresíduos alimentares. Sendo introduzido também o sistema inovador de controlo de acesso aos contentores, garantindo a boa utilização do equipamento e o registo de dados dos utilizadores (identificação e dados das descargas efetuadas). A capacidade dos contentores, 2200 litros, garante uma variação da frequência de recolha entre os meses de verão e inverno.
- b) Contentores individuais para recolha de biorresíduos a grandes produtores – Contentores de 50 a 140 litros de capacidade, distribuídos em locais onde a produção de biorresíduos alimentares se verifica em maior quantidade, como cantinas, restaurantes e mercados. O sistema de recolha será porta-a-porta, em cada estabelecimento.
- c) Contentores individuais – Contentores de 10 litros de capacidade, distribuídos nos 11800 alojamentos aderentes ao projeto, destinados ao armazenamento temporário dos biorresíduos alimentares.
- d) Adaptação de contentores subterrâneos destinados à deposição indiferenciada para deposição de RUB, pretende-se utilizar infraestruturas já existentes, com as adaptações necessárias para a deposição de biorresíduos, incluindo o controlo de acesso ao contentor. Nos locais onde existem atualmente dois contentores subterrâneos destinados à deposição de RI, propõe-se a adaptação de um deles para a deposição de RUB. A adaptação consiste na substituição dos marcos existentes e a redução da capacidade de 3 m³ para 1 m³, tendo em consideração que o peso específico dos resíduos orgânicos é superior ao dos RI, garantindo a elevação do contentor com recurso à grua que equipa o camião de recolha. O volume de 3m³ pode ser muito para a área de influência do contentor, que obrigaria a que a recolha de contentor cheio fosse realizada depois de vários dias (problemas de putrefação). Também se produziria mais lixiviados com o peso das camadas superiores sobre as inferiores.
- e) Aquisição de “Smart Tags” e programador – “Chaves” de acesso aos contentores coletivos de deposição de biorresíduos e RI sistema Payt.

2ª Ação – Aquisição de duas viaturas de recolha de biorresíduos:

Esta ação prevê a prestação do serviço com uma frequência de recolha três vezes por semana.

- a) Viatura 1: Viatura destinada à recolha de biorresíduos alimentares a grandes produtores. Caixa basculante, de 3500 kg, sem compactação equipada com elevador de contentores normalizados de 80 a 1100 litros.

- b) Viatura 2: Viatura de 10 m³ sem compactação destinada à recolha de biorresíduos alimentares, depositados nos contentores de deposição, distribuídos na via pública. Pode ser considerada na compra a opção por camião com placa de compactação, para servir, eventualmente, circuitos de recolha indiferenciada, no entanto, na recolha de RO, a placa não funcionará para evitar a formação de lixiviados.

3ª Ação – Campanha de comunicação, sensibilização e educação ambiental:

A prestação do serviço de recolha de biorresíduos alimentares deverá ser acompanhada de campanhas de comunicação, sensibilização e educação ambiental que tenham como principal objetivo dar a conhecer aos cidadãos a disponibilidade do serviço, através das iniciativas seguintes:

- Ações regulares de comunicação e sensibilização ambiental porta-a-porta;
- Anúncios de imprensa;
- Outdoors;
- Mupis;
- Painéis decorativos nas viaturas;
- Dotar as viaturas de um alti-falante com música escolhida e apropriada para aviso da presença do camião de recolha.

4.4.1 Projeção de custos totais – Caso de estudo 1 – Recolha porta-a-porta

Custos totais e por tonelada com os serviços de recolha e tratamento de resíduos em Barcelos no ano de 2016 são apresentados na Tabela a seguir.

Tabela 4-10 – Custos totais e por tonelada com os serviços de recolha e tratamento de RU em Barcelos

Tipo de despesa	Valor	Custo/tonelada	Custo/tonelada
Mão-de-obra direta	1 071 568,65 €	24,35 €	44,07 €
Máquinas e viaturas	455 280,70 €	19,72 €	
Outros Custos	412 603,63 €		
Tratamento de resíduos sólidos	1 166 439,00 €	26,50 €	26,50 €
Total	3 105 891,98 €	70,57 €	70,57 €
Resíduos produzidos(t) / ano 2016	44 013		

De acordo com a capitação média diária de resíduos orgânicos produzidos, obtém-se os quantitativos anuais, Tabela 4-11, procedendo-se à distribuição dos resíduos produzidos por viatura e turno de trabalho.

Tabela 4-11 Projeção do total de RUB produzidos na área urbana de Barcelos (ton/ano), Caso de estudo 1.

Capitação RUB Kg/hab.dia	Produção RUB t/ano	Produção RUB ND t/ano	Total RUB t/ano	Potencial 3F t/ano	Resíduos desviados aterro t/ano
0,350	2.744	1.365	4.109	213	4.322

O valor de cada carga recolhida em grandes produtores ultrapassa ligeiramente o valor médio recolhido em Viana do Castelo, no entanto, a viatura de recolha de RO de origem doméstica tem margem suficiente para complementar o serviço a grandes produtores mesmo que a percentagem de adesão seja superior ao adotado.

Consultado o Município de Guimarães sobre a recolha média diária em cada turno de trabalho, para recolha de resíduos indiferenciados pelo sistema porta-a-porta, obteve-se o valor médio de 9,5 t de resíduos, no entanto, como no sistema de recolha porta-a-porta de recolha de resíduos orgânicos são descarregados os contentores domésticos de origem das habitações unifamiliares e contentores de 240 L nas habitações multifamiliares, presume-se que a recolha demore mais tempo pelo que as cargas devem ter menor pesagem.

Conforme a projeção da produção de RUB, Tabela 4-11, das 4.109 t de RUB recolhidos, correspondem a uma recolha por dia de 13,4 ton, distribuídas por dois turnos de serviço, um diurno e outro noturno recolhidos por duas viaturas, de acordo com a tabela seguinte.

Tabela 4-12 - Distribuição de RO por circuito de recolha, Caso de estudo 1.

Tipo de viatura	Volume caixa	Carga máxima t	Turno 1 t	Turno 2 t	Total t/dia
Viatura RUB grandes produtores	5.5 m	4,1	2,2	2,2	4,4
Viatura RUB domésticos	10 m ³	7,4	4,5	4,5	9
Total					13,4

Recorrendo a uma consulta de preços a empresas que comercializam equipamentos de recolha e deposição de RU estima-se um investimento total de 401.597,96 euros, conforme discriminado na Tabela 4-13.

Para o cálculo dos contentores necessários para a deposição de resíduos de origem doméstica através do sistema porta-a-porta, recorreu-se à consulta dos Censos 2011, para determinação do total de habitações unifamiliares e multifamiliares. Procedeu-se à atribuição de 1 contentor de 40 L, para além dos cestos de 10L, para as habitações unifamiliares. Para as habitações multifamiliares prevê-se a utilização de contentores de 240 L.

De acordo com os Censos 2011 para a área de intervenção 74% dos alojamentos são em edifícios multifamiliares e 26% são habitações unifamiliares, pelo que de acordo com a pro-

dução média diária obtida estima-se a aquisição do equipamento constante na Tabela 4-13, para os 11800 alojamentos domésticos existentes atualmente.

Tabela 4-13 - Investimentos na implementação do serviço de recolha de RO Caso de estudo 1.

Tipo de Equipamento	Quantidade	Custo total com IVA
Contentores de 40 L domésticos habitações unifamiliares	3068	52 830,96 €
Contentores de 140 L grandes produtores	350	11 193,00 €
Cestos de 10 L	11 800	79 827,00 €
Contentores de 240 L deposição doméstica	170	6 273,00 €
Viatura de 10 m ³ com compactação	1	137 514,00 €
1Viatura de 5,5 m ³ sem compactação	1	63 960,00 €
Campanhas de comunicação e sensibilização (2 anos de implementação)	1	50 000,00 €
Total de Investimento		401 597,96 €

Na aquisição da viatura de 10 m³, a melhor opção seria por viatura dedicada e, para isso, sem compactação, sendo o seu custo menor.

Nas tabelas seguintes são apresentados os custos totais com o serviço de recolha de RU, após a implementação de circuitos de recolha de resíduos orgânicos, calculando-se novo custo por tonelada de resíduos recolhidos de acordo com os quantitativos apresentados na Tabela 4-11, considerando o aumento de custos de implementação e a diminuição da quantidade de resíduos depositados em aterro.

Tabela 4-14- Anuidade dos equipamentos adquiridos, caso estudo 1.

Sistema recolha de RO ecoponto de proximidade	
Tempo de amortização	10 anos
Juros bancários	5%
Valor atual	351.597, 96 €
Anuidade equipamentos	45.533,54 €

Considera-se o tempo de amortização do equipamento 10 anos e uma taxa de juro de 5%.

Valor atual = \sum custo de aquisição de equipamento (contentores e viaturas).

Anuidade equipamentos: para o cálculo do valor da anuidade foi utilizado o método de amortização com prestações constantes, que resulta da aplicação da equação que se segue:

$$A = va * \left[\frac{(1+i)^t * i}{(1+i)^t - 1} \right]; \quad \text{Onde:}$$

A: Anuidade; va: Valor atual; i: Taxa de juro anual; t: Período de amortização.

Tabela 4-15- Custos Opex, Caso estudo 1.

Sistema recolha de RO porta-a-porta Custos OPEX	
Custo OPEX por ano	47.630,20 €
Opex relativo aos outros custos pro rata	100.029,61 €
Total	147.659,81 €

$$CO_{pex \text{ ano}} = \sum \text{ mão de obra} + \text{Outros custos (€)}$$

$$\text{Custo Opex pro rata} = \frac{\text{Custo de mão de obra direta na recolha de RO €}}{\text{Total de RO recolhidos } t}$$

$$\text{Custo Capex por tonelada} = \frac{\text{Investimento ano €}}{\text{Total de RO}}$$

$$\text{Custo Opex por tonelada} = \frac{\text{Custo mão de obra recolha RO}}{\text{Total de RO}}$$

$$\text{Custo pessoal global} = \frac{\text{Custo mão de obra recolha indiferenciada}}{\text{Total de resíduos indiferenciados}}$$

$$\text{Custo por tonelada outros custos} = \frac{\sum \text{ outros custos}}{\text{Total de resíduos recolhidos}}$$

$$\text{Custo tratamento por tonelada} = \frac{\text{Custo total de tratamento em aterro}}{\text{Total de resíduos depositados em aterro}}$$

Tabela 4-16 - Custo/t da recolha de RO, Caso de estudo 1.

Designação	Cenário 1
Custo CAPEX por tonelada	11,08 €
Custo OPEX por tonelada RO	24,35 €
Custo pessoal/tonelada global	7,41 €
Custo por tonelada com outros custos	7,35 €
Custo Total Recolha (€/t)	50,20 €

Verifica-se que a implementação de circuitos de recolha de resíduos urbanos na área urbana de Barcelos, através de sistema de recolha porta-a-porta, prevê-se um aumento do custo por tonelada de resíduos recolhidos de 6,13 €, no primeiro ano de implementação, considerando uma adesão ao serviço dos utilizadores domésticos de 70 %.

4.4.2 Projeção de custos totais – Caso de estudo 2 – Ecoporto de proximidade

Tal como no caso de estudo 1 obteve-se uma capitação média diária de resíduos orgânicos produzidos no caso de estudo 2, Tabela 4-17, obtendo-se os quantitativos anuais, procedendo-se à distribuição dos resíduos produzidos por viatura e turno de trabalho, Tabela 4-18.

Tabela 4-17 - Projeção do total de RUB produzidos na área urbana de Barcelos (ton/ano), Caso de estudo 2.

Capitação RUB Kg/hab.dia	Produção RUB t/ano	Produção RUB ND t/ano	Total RUB t/ano	Potencial 3F t/ano	Resíduos desviados aterro t/ano
0,422	3.308	1.365	4.673	213	4.886

Assim, de acordo com a projeção da produção de RUB Tabela 4-17, as 4.673 t de RUB recolhidos, correspondem a uma recolha por dia de 15,4 ton, distribuídas por dois turnos de serviço, um diurno e outro noturno, recolhidos por duas viaturas.

Para a distribuição dos resíduos recolhidos a grandes produtores assume-se os mesmos pressupostos do caso de estudo 1, sendo que também a viatura de recolha de RO de origem doméstica tem margem suficiente para complementar o serviço a grandes produtores mesmo que a percentagem de adesão seja superior ao adotado. Em média cada circuito de recolha através da deposição em contentores recolhe, em cada turno de trabalho, 10 t de resíduos.

Tabela 4-18 - Distribuição de RO por circuito de recolha, Caso de estudo 2.

Tipo de viatura	Volume caixa	Carga máxima t	Turno 1 t	Turno 2 t	Total t/dia
Viatura RUB grandes produtores	5.5 m	4,1	2,2	2,2	4,4
Viatura RUB domésticos	10 m ³	7,4	5,5	5,5	11
Total					15,4

Após consulta de preços a empresas que comercializam equipamentos de recolha e deposição de RU necessários para a implementação do serviço através do sistema de deposição em contentor de proximidade, estima-se um investimento total de 515.159,21 euros, conforme discriminado na Tabela 4-19.

Tabela 4-19 – Investimentos na implementação do serviço de recolha de RO Caso de estudo 2.

Tipo de Equipamento	Quantidade	Custo total com IVA
Contentores de superfície 2200 L	100	26 267,88 €
Contentores de 140 L	350	11 193,00 €
Cestos de 10 litros	11 800	79 827,00 €
Adaptação de contentores subterrâneos para RO	28	125 658,80 €
Viatura de 10 m3 com compactação	1	137 514,00 €
Viatura de 5,5 m3 sem compactação	1	63 960,00 €
Campanhas de comunicação e sensibilização ambiental	1	50 000,00 €
Programador de tag's	1	1 858,53 €
Transmissões/ano	11 800	18 880,00 €
Total de Investimento		515 159,21 €

Nas tabelas seguintes são apresentados os custos totais com o serviço de recolha de RU, após a implementação de circuitos de recolha de resíduos orgânicos, calculando-se novo custo por tonelada de resíduos recolhidos de acordo com os quantitativos apresentados na Tabela 4-17, considerando o aumento de custos de implementação e a diminuição da quantidade de resíduos depositados em aterro, considerando-se para o cálculo os mesmos pressupostos do caso de estudo 1.

Tabela 4-20 - Custos totais após a implementação do serviço de RO, Caso de estudo 2.

Sistema recolha de RO ecoponto de proximidade	
Tempo de amortização	10 anos
Juros bancários	5%
Valor atual	446.279,21 €
Anuidade equipamentos	57.795,29 €

Tabela 4-21 - Custos OPEX, contentor de proximidade.

Sistema recolha de RO ecoponto de proximidade Custos OPEX	
Custo OPEX por ano	66.510,20 €
Opex relativo aos outros custos pro rata	113.770,59 €
Total	180.280,79 €

Tabela 4-22 - Tipos de custos por t de RO recolhidos, Caso estudo 2.

Designação	Cenário 2
Custo CAPEX por tonelada	12,37 €
Custo OPEX por tonelada RO	24,35 €
Custo pessoal/tonelada global	7,41 €
Custo por tonelada com outros custos	7,35 €
Custo Total Recolha (€/t)	51,48 €

Na Tabela 4-23 constam os custos por tonelada de resíduos indiferenciados recolhidos, relativos ao ano de 2016.

Tabela 4-23 – Resumo dos custos atuais

Tipo de despesa	Valor	Custo/tonelada	Custo/tonelada
Mão-de-obra direta	1 071 568,65 €	24,35 €	44,07 €
Máquinas e viaturas	455 280,70 €	19,72 €	
Outros Custos	412 603,63 €		
Tratamento de resíduos sólidos	1 166 439,00 €	26,50 €	26,50 €
Total	3 105 891,98 €	70,57 €	70,57 €
Resíduos produzidos(t) / ano 2016		44 013	

Constata-se que com a implementação de circuitos de recolha de resíduos urbanos na área urbana de Barcelos, através de contentor de proximidade com controlo de acesso, prevê-se um aumento do custo por tonelada de resíduos recolhidos de 7,41€ = 51.48€ - 44.07 €, no primeiro ano de implementação, considerando uma adesão ao serviço dos utilizadores domésticos de 70 %. Após a amortização dos investimentos, o custo diminui 12,37€/t correspondente ao valor do Capex/t.

4.4.3 Análise dos resultados do sistema de recolha porta-a-porta e contentor de proximidade

Na Tabela 4-24, apresenta-se o custo por tonelada de RO recolhidos para os três cenários, porta a porta, contentor de proximidade e o cenário atual.

Tabela 4-24 - Comparação do custo por tonelada nos dois cenários.

	Resíduos Indiferenciados (t/ano)	Unitário (€/t)	Sub-total	Recolha seletiva de RO (t/ano)	Unitário (€/t)	Sub-total	Custo (€/ano)
Cenário 1 Porta a porta	40 278	76,48 €	3 080 307 €	4 109	50,20 €	206 235 €	3 286 542 €
Cenário 2 Contentor proximidade	39 714	77,98 €	3 097 063 €	4 673	51,48 €	240 572 €	3 337 635 €
Atual	44 013	70,57 €	3 105 892 €				3 105 892 €

Verifica-se que o sistema de recolha de RO porta-a-porta é ligeiramente mais barato do que o sistema de recolha em contentor de proximidade com controlo de acesso, devido ao maior investimento inicial de implantação do sistema, porém esta situação inverte-se após a amortização do investimento.

Através de análise visual ao material depositado, constatou-se que o sistema com controlo de acesso apresentava melhor qualidade, ou seja, neste sistema os resíduos foram depositados diretamente, enquanto no sistema porta-a-porta verificou-se mais descargas com o saco plástico que contém os resíduos.

Ganhos adicionais com materiais reciclados

Para a área piloto, com 11800 habitantes, estima-se que será possível a separação de materiais recicláveis, conforme se apresenta abaixo.

Tabela 4-25 – Estimativa da quantidade de recicláveis obtidos adicionalmente com o projeto de recolha seletiva de RO na área piloto (preços unitários de recicláveis SPV)

Componentes	composição	t/ano	Embalagens (t)	€/t	Valor
Papel e Cartão	14,60%	682	341	174,00	59 354 €
Plástico	10,20%	477	381	741,00	282 544 €
Vidros	8,60%	402	362	65,00	23 509 €
Metais	1,60%	75	60	580,00	34 691 €
MOF	36,80%	1720			400 097 €

Conclui-se que os custos de investimentos necessários podem ser compensados com a receita de venda dos recicláveis, caso esta fosse feita diretamente pela CM Barcelos. O desvio de RO, também corresponde a menor pagamento à RESULTIMA pelo tratamento de RSU, por parte do município, que contribui para a amortização do investimento.

5 Conclusões e recomendações

O presente trabalho evidenciou as vantagens ambientais, financeiras e regulamentares da recolha seletiva de resíduos orgânicos, contribuindo adicionalmente, para o aumento das taxas de reciclagem das restantes frações de recicláveis (fração de resíduos secos),

A proposta de recolha seletiva de orgânicos que se apresentou no presente trabalho, revela que no primeiro ano de implementação do serviço o custo por tonelada é superior ao custo do sistema tradicional de recolha de resíduos indiferenciados, sendo esperado uma diminuição de custos com o aumento do total de toneladas de RO recolhidas. Com efeito, é possível o município de Barcelos passar de 39 kg/hab.ano de recolha seletiva de orgânicos para 51 kg/hab.ano, evitando-se a deposição de 6.091t de RUB/ano, correspondente a 161.411,50 €/ano de custo de deposição no aterro. Por outro lado, também é possível o incremento da reciclagem por potenciar melhor recolha e separação dos materiais recicláveis sem orgânicos. A abordagem dos casos de estudo utilizados neste trabalho forneceu dados sobre as quantidades de resíduos orgânicos recolhidos a partir dos locais de estudo, tendo-se verificado melhores resultados no sistema de recolha através de contentor de proximidade com controlo de acesso.

Os resultados sugerem a necessidade de propagar a necessidade da separação na fonte dos resíduos orgânicos e também difundir o conceito de reciclagem de resíduos e suas vantagens, para aumentar as taxas de reciclagem do Município, com ganhos sociais e ambientais, além dos económicos.

A recolha de biorresíduos não terá que encarecer o sistema no seu todo, pese embora o aumento da complexidade da logística de recolha pela adição de mais um fluxo (mais um contentor, mais um circuito a planear com as suas especificidades técnicas, etc.), que leva ao aumento do custo da recolha para os municípios num primeiro momento, mas com o decorrer do tempo e do crescimento da participação dos cidadãos, esse custo tende a inverter-se.

O custo por tonelada de RO recolhidos através do sistema porta-a-porta apresenta-se inferior ao sistema de recolha através de contentor de proximidade, porque o investimento inicial é maior para este sistema, porém se inverterá com a amortização do investimento. Por outro lado, este sistema apresenta grandes vantagens estéticas e ambientais, dado a necessidade de distribuição de contentores na área urbana junto aos edifícios multifamiliares e ao menor número de pontos de paragens para o camião de recolha, diminuindo a produção de gases com efeito de estufa.

O modelo de gestão que se propõe é semelhante ao experimentado em outros países, nomeadamente da Europa, cujos resultados se têm revelado em linha com os objetivos da UE neste domínio.

A implementação de circuitos de recolha de resíduos orgânicos contribui para a redução de resíduos indiferenciados produzidos e para o aumento das quantidades de resíduos recolhidos seletivamente.

A nível ambiental, a diminuição da quantidade de matéria orgânica depositada em aterro, diminui a libertação de gases com efeito de estufa, mesmo sendo utilizado o sistema de captação de biogás, bem como a diminuição da perigosidade dos lixiviados a tratar. Por outro lado, contribui para o cumprimento da hierarquia da gestão de resíduos adotada pela UE, que tem como última opção a deposição em aterro.

Para implementação de um sistema de recolha de resíduos orgânicos, deve-se considerar dois fatores importantes, a tipologia de deposição e o sistema de recolha praticado pela entidade Gestora. O sistema introduzido deverá ser o mais compatível possível com os processos de deposição e recolha em prática ou efetuar o menor investimento em novos equipamentos, de forma a não aumentar muito o valor do custo da recolha. Outra solução possível é proceder à adaptação dos contentores existentes, como proposto no caso de estudo 2.

No que se refere aos sistemas de deposição com controlo de acesso com identificação do utilizador, trata-se de um sistema com custos elevados de funcionamento dada a complexidade tecnológica associada, no entanto, revela-se um sistema bastante eficaz e com bons resultados, sendo que a diferença para outros sistemas não é suficientemente significativa que possa induzir à sua não adoção.

Recomenda-se a realização de estudos futuros para otimização da implantação dos sistemas PAYT nos contentores de recolha seletiva multimaterial e aprofundar a apropriação dos custos com a recolha e o tratamento dos resíduos e os benefícios económicos e ambientais com a implementação de sistemas de recolha seletiva.

Referências Bibliográficas

CE, 2000 compostagem

CMB - Estratégia Municipal Barcelos 2020

CMB - Diagnóstico Social Barcelos 2015

APA, 2016, pesquisa em março de 2017 em fevereiro 2017, em https://apoiosiliamb.apambiente.pt/sites/apoiosiliamb.apambiente.pt/files/documentos/FAQ_V.4_30-12-2015.pdf

CE, 2017, pesquisa em março de 2017 em http://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/report_pt_pt.pdf

PNGR, pesquisa em março de 2017 2014, http://www.apambiente.pt/zdata/Politicar/Residuos/Planeamento/PNGR_rev_20141107_clean.pdf

Ericson, 2005b, retirado de Brás, 2014, pesquisa efetuada em maio 2017 em <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/6497/1/TESE.pdf>

Eurostat, pesquisa em agosto 2017, disponível em http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics

Zero Waste, pesquisa em março de 2017, disponível em <https://www.zerowasteeurope.eu/category/waste/separate-collection/>.

Zero Waste, pesquisa em maio de 2017, disponível em <https://www.zerowasteeurope.eu/2017/06/study-shows-climate-benefits-from-separate-collection-of-organics/>

Zero Waste, 2015, <https://www.zerowasteeurope.eu/zw-library/case-studies/>

Diretiva 2008/98/CE, pesquisa efetuada em janeiro 2017 em <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

CE, 2015, pesquisa efetuada em janeiro 2017 em http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Separate%20collection_Final%20Report.pdf

Avfall Sverige, 2015, pesquisa efetuada em agosto 2017 em http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Statistikfiler/SAH_2015.pdf

Amigos de la Tierra, 2016, pesquisa em agosto 2017, disponível em <https://www.zerowasteeurope.eu/downloads/separate-collection-the-path-to-composting/>

EU, 2010 pesquisa em agosto 2017, disponível em <http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/WASTE%20BROCHURE.pdf>

- Vismara, 2016, pesquisa em agosto 2017 em https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=pt-PT&prev=search&rurl=translate.google.pt&sl=en&sp=nmt4&u=http://ec.europa.eu/environment/waste/eventspast/separate_waste.htm&usg=ALkJrhjP-RLjd4MjQSjdiiSzy3aXOAHlwQ
- Speech, 2016, pesquisa em agosto 2017 em https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=pt-PT&prev=search&rurl=translate.google.pt&sl=en&sp=nmt4&u=http://ec.europa.eu/environment/waste/eventspast/separate_waste.htm&usg=ALkJrhjP-RLjd4MjQSjdiiSzy3aXOAHlwQ
http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Separate%20collection_Final%20Report.pdf
- Guerrero, 2013 pesquisa em julho 2017 em http://www.crana.org/themed/crana/files/docs/070/096/2013_form_video_conferencia.pdf
- Wrap, 2016, pesquisa feita em julho 2016 em http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/HH_food_waste_collections_guide_section_9_costs_and_productivity.pdf
- Grima *et al.*, 2013, pesquisa em agosto 2017 em http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/guia_mo_def_tcm7-285227.pdf
- Generalitat Valenciana, 2013, pesquisa em agosto 2017 em <http://www.agroambient.gva.es/documents/20549779/161516203/Anexo+8.+Biorresiduos/f02758fe-5da3-48bf-bc2f-bd1c06efb0ab>
- Adnkan *et al.*, 2006 b, Denis (2014b), Prasad *et al.* (2011b), retirado de Thi *et al.*, 2015, pesquisa efetuada em agosto de 2017 em <http://www.sciencedirect.com/search?qs=recycling%20%20food%20waste%20cost&authors=&pub=&volume=&issue=&page=&origin=home&zone=qSearch&offset=75&navigation=true>
- ECN, 2017, pesquisa efetuada em Agosto 2017 em file:///C:/Users/Asus/Downloads/ECN_Biowaste%20in%20the%20Circular%20Economy.pdf
- ERSAR, 2017, pesquisa feita em julho 2017 em http://www.ersar.pt/pt/site-comunicacao/site-noticias/documents/relat%C3%B3rio%20persu%202020_ano%202015.pdf
- INE, 2013 pesquisa feita em julho 2017 em https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_bo ui=224787136&PUBLICACOESmodo=2
- Ferreira *et al.*, 2017, pesquisa efetuada em setembro 2017 em <http://www.sciencedirect.com/search?qs=+waste+collection+vehicles&authors=&pub=&volume=&issue=&page=&origin=home&zone=qSearch>

Quested et al., 2011b, PAM / FN: s livsmedelsprogram, 2013b, Avfall Sverige, 2015b, retirado de Blongren, 2013, pesquisa efetuada em setembro 2017 em <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:625400/FULLTEXT01.pdf>

Envac - Automated Waste Colection, pesquisa efetuada em setembro 2017 em http://www.urbanismobragos.com.ar/Biblioteca/3.Intervencion/Hammarby_Sjostad_Brochure_-_ENVAC.pdf

Singh e Ordonez, 2015b, Grazhdani, 2016b, Ghisellinia et al., 2016b, retirado de Stoeva e Alriksson, 2017, pesquisa efetuada em outubro 2017 em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X17304440>

Gharfalkar et al., 2015b, Phillips *et al.*, 2011b, Lu *et al.*, 2006 retirado de Pietzsch, 2017, pesquisa efetuada em outubro 2017 em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X17303069>

Tchobanoglous; Frank, 2002 pesquisa efetuada em outubro 2017 em Krei-
thhttps://sanitarac.pro/wp-content/uploads/2017/07/Solid-WasteManagement.pdf

Hartga, 2016 pesquisa efetuada em outubro 2017 em <http://southseeds.org/wp-content/uploads/2016/10/Berlin-flats-food-waste-report-and-cover-FINAL.pdf>

Anexos

Anexo 1 – Inquérito



INQUÉRITO Nº

1. Nº de moradores na habitação/fogo
2. Rendimento médio mensal do agregado : < 600 euros ≥ 600-1500 euros ≥1500-3000
 ≥3000 euros
3. Idade e habilitações literárias dos moradores adultos (casal, se for o caso)

Idade	Género M/F	Habilitações (*)	Profissão

(*) - Habilitações literárias : Sem escolaridade; 1º ciclo (4ª classe); 2º ciclo (6º ano); 3º ciclo (9º ano), Secundário (12º ano); Bacharelato ou licenciatura

4. Costuma fazer separação de resíduos? Sim Não
Se sim, de que tipo:
 Papel e cartão Embalagens Vidro Pilhas
 outros: _____
5. Tem disponibilidade para separar os resíduos orgânicos dos restantes resíduos?
 Sim Não
6. Acha que a recolha separada de resíduos orgânicos tem vantagens?
 Sim Não
7. Qual a produção estimada de resíduos urbanos por dia: Litros/dia
8. Quantas vezes por semana deposita os resíduos nos contentores indiferenciados? ____ x por semana
9. Quantas vezes por semana deposita os resíduos separados no ecoponto? ____ x por semana
10. Qual a frequência semanal desejada para a recolha de resíduos orgânicos? ____ x por semana
11. Qual a forma mais eficiente para a deposição e recolha dos resíduos?
 à porta através de mini-ecoponto
 deposição nos ecopontos distribuídos na via pública
12. Caso 1 - Se a recolha for porta a porta, está disponível para fazer a separação dos resíduos embalagens (secos) e orgânicos/restos alimentares e de comidas (húmidos):
Caso 2 – Se a recolha for no ecoponto subterrâneo junto à ponte pedonal, está disponível para fazer a separação dos resíduos embalagens (secos) e orgânicos/restos alimentares e de comidas (húmidos):
Sim Não

Anexo 2 – Flyer informativo deposição de resíduos orgânicos

The flyer is titled 'BARCELOS A SEPARAR PARA O AMBIENTE MELHORAR'. It features a large brown recycling bin on the left and a smaller one on the right overflowing with various food items. The background shows a city skyline. The text is in Portuguese and provides instructions on how to separate organic waste and lists items that should and should not be placed in the bin.

BARCELOS A SEPARAR

PARA O AMBIENTE MELHORAR

Sabia que com a separação dos resíduos orgânicos é possível a produção de um composto que pode ser utilizado na atividade agrícola?

VEJA NO VERSO COMO FAZER

INFORMAÇÕES:
Telefone: 253 809 637
email: geral@cm-barcelos.pt

COMO FAZER SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS?

- Coloque o seu cesto castanho na banca da cozinha
- Pode forrar o cesto com saco de plástico ou não
- Se optar por comprar sacos de plástico, escolha sacos biodegradáveis
- Não dê nó no saco
- Quando o cesto estiver cheio deposite os resíduos no **contentor castanho**, instalado no exterior
- Alternar camadas de resíduos alimentares com jornal
- Lavar o cesto com sabão e água, vinagre ou limão e enxaguar com água
- Alternar camadas de materiais secos e molhados
- Não colocar o cesto ao sol

O QUE DEVE COLOCAR NO CESTO

- Carne, peixe, cascas de ovos
- Frutas e legumes estragados
- Produtos lácteos sólidos (queijo, manteiga)
- Pão, cereais, massas e arroz
- Doces, bolos e pasteleria
- Sobras de comida
- Café, filtros e sacos de chá
- Toalhas de papel, guardanapos sujos

O QUE NÃO DEVE COLOCAR NO CESTO

- Materiais recicláveis: embalagens de plástico e metal, papel, vidro, etc.
- Resíduos verdes
- Rolhas
- Cera
- Pontas de cigarro
- Cinzas
- Sacos de aspiradores e respetivo conteúdo
- Excrementos de animais
- Fraldas e produtos de higiene
- Madeira
- Resíduos perigosos domésticos

Anexo 3 – Flyer informativo sistema controlo de acesso



The flyer is designed with a wood-grain background and green leaf accents. It features a circular logo at the top left with the text 'REUTILIZAR - RECUPERAR - REUTILIZAR - RECUPERAR - REUTILIZAR - RECUPERAR' around a recycling symbol. The main text is contained within a large green shape that resembles a leaf or a drop. At the bottom left, there is an image of a silver cylindrical trash bin and a green key. At the bottom right, there is the Barcelos Municipality logo and contact information.

PROJETO PILOTO
Implementação do sistema de **RECOLHA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS** na rua Dr. Aníbal Araújo, Arcozelo.

COMO FUNCIONA?

- 1 – Cada utilizador possui uma espécie de chave que tem o registo de dados da habitação.
- 2 – O marco de deposição tem um orifício associado a um leitor de identificadores. A tampa só abre depois do identificador introduzido.
- 3 – Após introduzir a chave, aguarde a luz verde que lhe permite a abertura da tampa.
- 4 – Introduza o saco de resíduos orgânicos no marco de deposição.
- 5 – Através de software próprio, os dados serão recolhidos e tratados.

BARCELOS
MUNICÍPIO

INFORMAÇÕES:
Telefone: 253 809 637
email: geral@cm-barcelos.pt