



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

MESTRADO
ECONOMIA E POLÍTICAS PÚBLICAS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

**RECICLAGEM EM PORTUGAL: COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE
RECOLHA SELETIVA EM QUATRO MUNICÍPIOS DA ÁREA
METROPOLITANA DO PORTO**

FRANCISCO MIGUEL DA CUNHA PAULO

OUTUBRO - 2022



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

MESTRADO

ECONOMIA E POLÍTICAS PÚBLICAS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

DISSERTAÇÃO

**RECICLAGEM EM PORTUGAL: COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE
RECOLHA SELETIVA EM QUATRO MUNICÍPIOS DA ÁREA
METROPOLITANA DO PORTO**

FRANCISCO MIGUEL DA CUNHA PAULO

ORIENTAÇÃO:
PAULO TRIGO CORTEZ PEREIRA

OUTUBRO – 2022

GLOSSÁRIO

RUB: Resíduos urbanos biodegradáveis

PE: Polietileno

PET: Polietileno tereftalato

PEAD: Polietileno de alta densidade

EPS: Poliestireno expandido

ECAL: Embalagens de cartão para alimentos líquidos

PAP: Sistema porta-a-porta

ECO: Sistema de ecopontos

RESUMO

Esta dissertação realiza uma análise comparativa do desempenho de diferentes sistemas de recolha seletiva, porta-a-porta e ecopontos, a funcionar em simultâneo em quatro municípios da Área Metropolitana do Porto, durante os anos de 2019 e 2020.

Foram selecionados três indicadores para comparar os dois sistemas de recolha em matéria de capitação de materiais recicláveis: taxa de capitação seletiva anual, taxa de separação e taxa de reciclagem. A análise foi realizada para cada fluxo de recolha: embalagens, papel/cartão, vidro e orgânicos.

Os resultados mostram que a recolha porta-a-porta consegue uma maior capitação de materiais recicláveis do que a recolha em ecopontos, para o fluxo das embalagens e do papel/cartão. No fluxo do vidro os resultados são inconclusivos, uma vez que os dois sistemas obtiveram resultados bastante semelhantes, tendo em alguns municípios sido registada uma taxa de capitação de vidro superior no sistema de ecopontos.

Apesar dos melhores resultados obtidos pelo sistema porta-a-porta em matéria de capitação, a escolha entre diferentes sistemas de recolha seletiva deverá ter em conta outras dimensões, como o impacto ambiental, a eficiência operacional, os custos de funcionamento, assim como a componente comportamental.

PALAVRAS-CHAVE: Reciclagem; Sistema de recolhas de resíduos; Porta-a-porta; Ecopontos.

ABSTRACT

This dissertation performs a comparative analysis of the performance of different selective collection systems, door-to-door and drop-off, operating simultaneously in four municipalities of the Metropolitan Area of Porto, during the years 2019 and 2020.

Three indicators were selected to compare the two collection systems in terms of collection of recyclable materials: annual selective collection rate, separation rate and recycling rate. The analysis was performed for each collection stream: packaging, paper/cardboard, glass and organics.

The results show that door-to-door collection achieves a higher capitation rate of recyclable materials than collection in the drop-off system for the packaging and paper/cardboard streams. In the glass stream the results are inconclusive, since the two systems obtained very similar results, and in some municipalities a higher glass capitation rate was recorded in the drop-off system.

Despite the better results obtained by the door-to-door system in terms of capitation, the choice between different selective collection systems should take into consideration other dimensions, such as environmental impact, operational efficiency, running costs, as well as the behavioral component.

KEY WORDS: Recycling; Waste collection system; Door-to-door; Drop-off.



ÍNDICE

Glossário.....	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Índice	iv
Índice de Tabelas	v
Agradecimentos	vii
1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura.....	3
3. Dados e Metodologia.....	9
3.1 Dados	9
3.1 Metodologia.....	11
4. Resultados.....	14
4.1 Taxa de Produção Anual.....	14
4.2 Taxa de Capitação Seletiva Anual.....	15
4.2.1 Fluxo das embalagens.....	17
4.2.2 Fluxo do papel/cartão	18
4.2.3 Fluxo do vidro	19
4.2.4 Fluxo dos Orgânicos.....	21
4.3 Taxa de Separação	22
4.4 Taxa de Reciclagem.....	24
5. CONCLUSÃO.....	26
Bibliografia.....	28
Anexos.....	31

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I Frequência do fluxo das embalagens, papel/cartão, vidro e orgânicos no total de resíduos gerados nos municípios em estudo (Porto, Vila do Conde, Póvoa de Varzim e Espinho) (%).....	10
Tabela II Materiais incluídos e excluídos do cálculo da composição de cada fluxo, com base na caracterização total de resíduos.	11
Tabela III Taxa de Produção Anual de resíduos, por fluxo, por município, por ano (kg/pessoa).....	14
Tabela IV Taxa de capitação seletiva anual por sistema de recolha, por fluxo, por município, por ano (kg/pessoa)	16
Tabela V Taxa de capitação seletiva anual de embalagens por sistema de recolha, por município, por ano (kg/pessoa)	17
Tabela VI Taxa de capitação seletiva anual de papel/cartão por sistema de recolha, por município, por ano (kg/pessoa)	18
Tabela VII.....	19
Tabela VIII Taxa de capitação seletiva anual de orgânicos por sistema de recolha, por município, por ano (kg/pessoa)	21
Tabela IX Taxa de separação por sistema de recolha, por fluxo, por município, por ano (%)	22
Tabela X TAXA DE RECICLAGEM POR SISTEMA DE RECOLHA, POR FLUXO, POR MUNICÍPIO, POR ANO (%).....	24
Tabela XI Dados sobre a recolha de materiais recicláveis no Município do Porto, por sistema de recolha, por fluxo, por ano; número de habitações inscritas para recolha porta-a-porta; população abrangida por cada Sistema de recolha (estimativa).....	31
Tabela XII Dados sobre a recolha de materiais recicláveis no Município de Vila do Conde, por sistema de recolha, por fluxo, por ano; número de habitações inscritas para recolha porta-a-porta; população abrangida por cada Sistema de recolha (estimativa) .	34



Tabela XIII Dados sobre a recolha de materiais recicláveis no Município de Póvoa de Varzim, por sistema de recolha, por fluxo, por ano; número de habitações inscritas para recolha porta-a-porta; população abrangida por cada Sistema de recolha (estimativa) 37

Tabela XIV Dados sobre a recolha de materiais recicláveis no Município de Espinho, por sistema de recolha, por fluxo, por ano; número de habitações inscritas para recolha porta-a-porta; População abrangida por cada Sistema de recolha (estimativa)..... 40

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Professor Doutor Paulo Trigo Pereira, que apesar da sua apertada agenda, conseguiu arranjar sempre tempo para reunir e trouxe sempre consigo discussões interessantes e bom sentido de humor.

Em segundo lugar gostaria de agradecer às autarquias que participaram no estudo pela disponibilização de dados e informações necessárias para a realização do estudo, e em particular aos funcionários que estabeleceram essa ponte de contacto.

Por último gostaria de agradecer à minha família e amigos por estarem sempre presentes.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a problemática da gestão de resíduos tem ganho crescente importância a nível global, com governos a fixar metas cada vez mais ambiciosas nesta matéria. O guia sobre Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ONU) inclui a temática dos resíduos no seu objetivo 12 (ODS 12), estabelecendo metas como a redução da geração de resíduos até 2030, “por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização” (ONU, 2018).

Têm sido feitas importantes reformas neste campo, sobretudo ao nível dos governos locais, mas há ainda um longo caminho a percorrer para uma gestão de resíduos mais eficaz e eficiente (Rogge et al, 2013, Huang et al, 2011).

Em 2020, em Portugal, foram recolhidos em média 513kg de resíduos por pessoa (INE, 2021a), dos quais apenas 110kg foram recolhidos seletivamente (INE, 2021b). Nesse mesmo ano, a Taxa de Reciclagem de Resíduos Municipais em Portugal foi de 26,5%, enquanto a média europeia se situava nos 47,8%, e a Alemanha, o país da União Europeia com melhor desempenho neste indicador, registou uma Taxa de Reciclagem de Resíduos Municipais de 68,3% (Eurostat, 2022).

Portugal comprometeu-se a uma série de objetivos a atingir até 2020, fixadas pelo PERSU 2020 a nível europeu, onde se destacam três metas quantitativas: redução mínima de 10% da produção de resíduos por habitante, face ao valor verificado em 2012; redução para uma percentagem máxima de 35% de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) depositados em aterros sanitários, relativamente às quantidades produzidas em 1995; aumento da taxa de preparação de resíduos para reutilização e reciclagem para 50%. Portugal falhou todos os objetivos, tendo em 2020 registado uma redução de apenas 1,2% na quantidade de resíduos produzidos por habitante, registou uma deposição de 53% de RUB em aterros sanitários; e a taxa de preparação de resíduos para reutilização e reciclagem ficou pelos 38% (APA, 2019).

Têm sido feitos vários esforços no sentido de melhorar a gestão de resíduos em Portugal (Teixeira et al, 2014), no entanto, o país continua a apresentar resultados desanimadores, havendo por isso a necessidade de identificar medidas potenciadoras de melhores resultados.

Esta dissertação visa contribuir para a análise da gestão de resíduos em Portugal, fornecendo aos decisores políticos mais informação sobre o desempenho de diferentes sistemas de recolha de resíduos na capitação de materiais recicláveis. O presente estudo compara o desempenho de dois sistemas de recolha de resíduos: porta-a-porta e ecopontos, a funcionar em simultâneo em quatro municípios da Área Metropolitana do Porto. O principal objetivo consiste em identificar qual o sistema de recolha seletiva que consegue obter uma maior capitação em cada fluxo: embalagens, papel/cartão e vidro. A recolha de resíduos orgânicos é também analisada, apesar de existir apenas no sistema porta-a-porta.

A literatura tem revelado que o sistema porta-a-porta consegue obter níveis de capitação de materiais recicláveis superiores ao sistema de ecopontos, com a exceção do vidro, onde os resultados são muitas vezes inconclusivos (Dahlén et al, 2007; Gallardo et al, 2012; Martinho et al, 2017).

A metodologia utilizada é semelhante à utilizada em vários estudos que compararam o desempenho de diferentes sistemas de recolha de resíduos. Com base nos dados recolhidos foi calculada a taxa de capitação seletiva anual para cada fluxo, e com base neste indicador é calculada a taxa de separação e a taxa de reciclagem.

No capítulo 2 é apresentada uma revisão de literatura sobre a temática dos sistemas de recolha de resíduos, onde são identificados os principais resultados, bem como as metodologias e os indicadores utilizados para os estudar. O capítulo 3 é dedicado aos dados e metodologia utilizados na dissertação, onde é identificada a origem dos dados e a metodologia utilizada para o cálculo dos vários indicadores. No capítulo 4 são apresentados os resultados da investigação, e no último capítulo são destacadas as conclusões mais importantes retiradas do presente estudo e são apresentadas algumas sugestões de investigação futura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No decurso da atividade económica, os agentes económicos consomem recursos e geram resíduos. A reciclagem é o mecanismo que permite a recuperação de materiais recicláveis presentes nos resíduos, voltando a integrá-los como matéria-prima secundária no processo produtivo (Oliveira et al, 2018).

Com a sustentabilidade ambiental em plano de fundo, mas também em busca de uma melhor gestão dos recursos disponíveis, a economia linear tem vindo a ser parcialmente substituída pela economia circular, onde a reciclagem ocupa um lugar de destaque (Ferreira et al, 2017). No entanto, o desempenho da reciclagem está dependente de vários fatores, entre eles, o sistema de recolha de resíduos.

Segundo Gallardo et al (2010), o sistema de recolha de resíduos é o “ponto de contacto entre os cidadãos (geradores de resíduos) e os agentes responsáveis pelo seu tratamento”, sendo também, segundo Martinho et al (2017), “uma das atividades mais visíveis do sistema de gestão de resíduos”.

Existe uma grande variedade de sistemas de recolha seletiva de resíduos em utilização por todo o mundo, sendo no entanto, o sistema porta-a-porta e o sistema de ecopontos os mais utilizados (Rodrigues et al, 2016). Em Portugal, o sistema de ecopontos é o sistema de recolha seletiva mais utilizado em todo o território (Martinho et al, 2017).

No sistema porta-a-porta, a cada habitação são atribuídos sacos ou contentores, que estes têm de colocar junto à berma nos dias destinados para a recolha de cada fluxo; enquanto no sistema de ecopontos existe uma rede de contentores, uma para cada fluxo, sendo que os indivíduos têm de se deslocar até eles para depositar os seus resíduos recicláveis (Rodrigues et al, 2016).

A maior diferença entre os dois sistemas está na proximidade, em que no sistema porta-a-porta a proximidade é máxima, cada família dispõe de contentores para depositar os seus resíduos, enquanto no sistema de ecopontos os equipamentos se encontram mais distante da fonte de resíduos, servindo cada um várias famílias (Rodrigues et al, 2016).

Na literatura existe uma grande variedade de termos utilizados para descrever sistemas de recolha muito semelhantes. Nesta revisão de literatura optámos por agrupar os sistemas de recolha semelhantes com base na proximidade entre os equipamentos de

recolha e o utilizador. Neste sentido, recolha em ecopontos, multi-contentor e equipamentos coletivos são denominados como sistema de ecopontos; recolha de proximidade, recolha porta-a-porta e recolha na berma são denominados de sistema porta-a-porta.

Vários estudos comparam o sistema porta-a-porta com o sistema de ecopontos em termos de captação de materiais recicláveis e de taxa de reciclagem (Dahlén et al, 2007; Martinho et al, 2017; Gallardo et al, 2012; Larsen et al, 2010), de impacto ambiental dos dois sistemas (Larsen et al, 2010; Iriate et al, 2009; Pires et al, 2017), de desempenho operacional (Teixeira et al, 2014; Ferreira et al, 2014; Martinho et al, 2017); e numa perspetiva de custo/benefício (Pires et al, 2017).

Dahlén et al (2007) realizaram um estudo em seis municípios da Suécia com sistemas de recolha diferentes, com o objetivo de perceber qual apresenta melhor desempenho. O estudo concluiu que o sistema porta-a-porta recolheu para reciclagem mais embalagens (metal e plástico) e papel, quando comparado com a sistema de ecopontos. Os autores concluíram ainda que quando a recolha de biodegradáveis estava incluída no sistema porta-a-porta, a quantidade total de materiais recicláveis separados aumentou. O estudo analisou ainda a tarifação com base no peso, em utilização num dos municípios, concluindo que esta levou a uma redução de 50% na quantidade de resíduos indiferenciados gerados.

Martinho et al (2017) compararam um sistema de recolha misto (ecopontos e porta-a-porta) com um sistema exclusivamente de ecopontos, em Portugal, utilizando uma série de indicadores de desempenho e operacionais, como a taxa de geração diária por pessoa, taxa de participação, taxa de separação e taxa de reciclagem. O sistema misto apresentou maiores taxas de separação e maiores taxas de reciclagem, devido à componente de recolha porta-a-porta.

Gallardo et al (2012) identificaram e analisaram os sistemas de recolha utilizados nas cidades espanholas entre 5 mil e 50 mil habitantes utilizando os indicadores taxa de fracionamento, taxa de separação e taxa de qualidade no contentor. O melhor resultado foi obtido no sistema que utiliza recolha porta-a-porta para a recolha de resíduos indiferenciados, resíduos orgânicos e multi-material (embalagens e papel/cartão), enquanto o fluxo do vidro é recolhido em ecopontos.

Larsen et al (2010) para além da análise de capitação de materiais recicláveis, utilizou a análise do ciclo de vida, que consiste no registo de entradas e saídas de potenciais impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de um determinado produto ou serviço, para comparar o impacto ambiental de diferentes sistemas de recolha no município de Aarhuns, na Dinamarca. O sistema de recolha porta-a-porta obteve a taxa de reciclagem mais elevada e os melhores resultados a nível ambiental nas variáveis em análise, apesar de o sistema de ecopontos também ter obtido resultados razoáveis a ambos os níveis.

Também utilizando a análise do ciclo de vida, Iriate et al (2009) compararam o impacto ambiental de três sistemas de recolha em contexto urbano: pneumático¹, ecopontos e porta-a-porta. A análise dividiu-se em duas fases: recolha urbana e transporte interurbano, sendo que na fase urbana o sistema porta-a-porta foi o que registou maiores impactos ambientais, juntamente com o sistema pneumático, e os maiores requisitos energéticos (57% superiores aos do sistema de ecopontos). A fase de transporte interurbano até às instalações de processamento foi crítica para todos os sistemas de recolha ao nível do impacto ambiental.

Pires et al (2017) levaram a cabo uma análise global de custos, comparando duas alternativas ao sistema de recolha misto (porta-a-porta e ecopontos): exclusivamente porta-a-porta e exclusivamente ecopontos. Os autores concluíram que apesar de o sistema porta-a-porta conseguir uma maior capitação de materiais recicláveis, o ganho adicional derivado da reciclagem desses materiais não compensa os custos mais elevados de recolha neste sistema, acabando por concluir que o sistema de ecopontos é mais vantajoso a nível económico. Em termos de impacto ambiental, os autores concluíram que o sistema de ecopontos teve o menor impacto ambiental, apresentando potencial para diminuir o impacto ambiental da recolha a porta-a-porta quando a funcionar em conjunto (sistema misto).

Do ponto de vista operacional, Teixeira et al (2014) sugeriram três indicadores para avaliar o desempenho de diferentes sistemas de recolha: distância efetiva de recolha, tempo efetivo de recolha e consumo efetivo de combustível, tendo estes indicadores sido utilizados por vários autores para avaliar o desempenho operacional de sistemas de

¹ Consiste numa rede de tubos subterrâneos em que é utilizado ar pressurizado para transportar os resíduos.

recolha indiferenciada e seletiva (Teixeira et al, 2014; Ferreira et al, 2017; Martinho et al, 2017).

Num sistema misto (recolha porta-a-porta e equipamentos coletivos²) em funcionamento no município do Porto para recolher resíduos indiferenciados, Teixeira et al (2014) concluíram que a recolha em equipamentos coletivos obteve um maior nível de capitação, com menor tempo efetivo de recolha, mas com maior consumo efetivo de combustível, quando comparado com a recolha porta-a-porta.

Utilizando os indicadores sugeridos por Teixeira et al (2014), mas para a analisar a recolha de materiais recicláveis, Ferreira et al (2014) concluíram que a recolha porta-a-porta teve o melhor desempenho geral, destacando o melhor resultado obtido no indicador tempo efetivo de recolha, que os autores defendem ser especialmente relevante em contexto urbano.

Martinho et al (2017) comparou um sistema misto (porta-a-porta e ecopontos) com um sistema de ecopontos, tendo concluído que o sistema misto apresentou maior distância efetiva de recolha e maior tempo efetivo de recolha.

Para além da comparação direta de diferentes sistemas de recolha, vários autores debruçaram-se sobre as questões comportamentais que influenciam o desempenho da reciclagem (Kneip and Best, 2011; Brekke et al, 2010; Jenkins et al, 2003; Nomura et al, 2011; Wilson et al, 2007).

Brekke et al (2010), num estudo realizado na Noruega, concluíram que a propensão dos indivíduos para reciclar está relacionada com o quão frequente estes pensam que os restantes indivíduos no seu grupo o fazem.

Nomura et al (2011) utilizaram o “feedback” como ferramenta para estimular a participação num esquema de reciclagem de resíduos orgânicos. Os autores concluíram que o “feedback” dado aos participantes do estudo sobre o desempenho de cada rua em matéria de reciclagem aumentava as chances (em 2,8%) de mais habitações participarem no esquema de reciclagem. Osbaldiston et al (2012) chegaram a conclusões semelhantes, confirmando o potencial do “feedback” para estimular maiores níveis de reciclagem.

² Idêntico aos ecopontos, mas neste caso para a recolha de resíduos indiferenciados.

Num estudo realizado em Darwen, na Inglaterra, Wilson et al (2007) concluíram que a diminuição da frequência de recolha de resíduos indiferenciados, passando de recolha semanal para recolha quinzenal, constitui um incentivo para os cidadãos reciclarem mais.

Foram ainda realizados estudos sobre outras questões relacionadas com os sistemas de recolha, como o estudo de Rives et al (2010) que avaliou o impacto ambiental de diferentes tipos de contentores utilizados pelos sistemas de recolha mais comuns, utilizando igualmente a metodologia da análise do ciclo de vida. O volume (de 60l-80l a 2400l) e o material constituinte dos contentores (metal ou PEAD) foram as principais variáveis no estudo. Os autores concluíram que os contentores mais pequenos (60l-80l) de PEAD têm o maior impacto ambiental, enquanto os contentores de metal de 2400l têm o menor impacto. Para o mesmo volume, sistemas de recolha que utilizam contentores de PEAD tiveram maior impacto ambiental do que sistemas que utilizam contentores de metal.

Gomes et al (2008) avaliaram o impacto económico da introdução da recolha seletiva de resíduos orgânicos. O estudo comparou três cenários alternativos: recolha tradicional, sem separação de orgânicos; recolha seletiva de orgânicos; recolha seletiva de orgânicos nas zonas mais urbanas, enquanto nas zonas rurais os orgânicos são deixados para compostagem. Os autores concluíram que a introdução da recolha seletiva de orgânicos, quando adicionada a um sistema de recolha já existente, não se traduz necessariamente num aumento de custos. O estudo concluiu ainda que pode ser obtida uma redução significativa dos custos de recolha, desde que uma determinada percentagem da população adira ao mesmo (40% no caso em análise).

É possível retirar várias conclusões da presente revisão de literatura. Apesar do porta-a-porta conseguir maiores níveis de captação e taxas de reciclagem mais elevadas, este é menos eficiente em termos operacionais do que o sistema de ecopontos, o que acaba por se traduzir num impacto ambiental superior e custos operacionais mais elevados. O ganho adicional derivado da reciclagem de mais material reciclável no sistema porta-a-porta acaba por não compensar os custos mais elevados deste sistema (Pires et al, 2017).

É necessário ter em conta que para além de questões técnicas e operacionais, os sistemas de recolha de resíduos dependem do comportamento dos cidadãos, que podem

ser influenciados a reciclar mais através de políticas de “nudge”, como campanhas de informação, “feedback” sobre desempenho e alteração de calendários de recolha.

Todas estas dimensões são necessárias ser tidas em conta pelos decisores políticos no momento de escolher ou reformar um sistema de recolha de resíduos.

3. DADOS E METODOLOGIA

Esta dissertação analisa o desempenho de dois sistemas de recolha seletiva de resíduos, porta-a-porta e ecopontos, a funcionar em simultâneo em diferentes áreas de quatro municípios da Área Metropolitana do Porto: Porto, Vila da Conde, Póvoa de Varzim e Espinho.

Há vários anos que os municípios em estudo têm em funcionamento sistemas de ecopontos, abrangendo a totalidade da população, para realizar a recolha seletiva do fluxo das embalagens, papel/cartão e vidro. Em 2018 arrancou o projeto-piloto “Reciclar é Dar +”, que consistiu na introdução do sistema de recolha porta-a-porta em algumas zonas destes municípios.

3.1 Dados

O período de análise dos dois sistemas está compreendido entre janeiro de 2019 e dezembro de 2020.

Dados sobre os sistemas de recolha porta-a-porta, nomeadamente as quantidades totais de materiais recicláveis recolhidos, por fluxo (embalagens, papel/cartão e vidro), por ano, bem como o número de habitações inscritas para recolha porta-a-porta, foram disponibilizados pelos respetivos municípios, através de inquérito direto via email. Nos municípios onde existe recolha porta-a-porta de resíduos orgânicos, nomeadamente Porto e Vila do Conde, dados sobre as quantidades totais de resíduos orgânicos recolhidos, por ano, foram obtidos no Relatório de Análise Estatística (Lipor, 2021).

Relativamente ao sistema de ecopontos, dados sobre as quantidades totais de materiais recicláveis recolhidos, por fluxo (embalagens, papel/cartão e vidro), por ano, foram disponibilizados pelos municípios de Vila do Conde, Póvoa de Varzim e Espinho. No caso do município do Porto estes dados foram obtidos no Relatório de Análise Estatística (Lipor, 2021).

Dados sobre a quantidade total de resíduos urbanos recolhidos por pessoa, por município, por ano, foram obtidos do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2021a).

Devido à ausência de dados sobre a quantidade total de resíduos urbanos gerados exclusivamente nas zonas abrangidas pelo sistema de recolha porta-a-porta, este estudo assume que os indivíduos que residem nas zonas abrangidas por este sistema produzem as mesmas quantidades de resíduos que os indivíduos que residem nas zonas abrangidas pelo sistema de ecopontos.

A população abrangida pelo sistema porta-a-porta foi calculada multiplicando o número de habitações inscritas para recolha porta-a-porta em cada município, pela dimensão média do agregado familiar na zona norte do país (PORDATA, 2022). A população abrangida pelo sistema de ecopontos foi calculada subtraindo a população abrangida pelo sistema porta-a-porta em cada município à população total desse município (INE, 2021c).

Dados sobre a composição dos resíduos nos municípios em análise foram obtidos na Caracterização dos RU produzidos – ano 2020 (Lipor, 2020), resumido na tabela I.

TABELA I

FREQUÊNCIA DO FLUXO DAS EMBALAGENS, PAPEL/CARTÃO, VIDRO E ORGÂNICOS NO TOTAL DE RESÍDUOS GERADOS NOS MUNICÍPIOS EM ESTUDO (PORTO, VILA DO CONDE, PÓVOA DE VARZIM E ESPINHO) (%)

Fração	Embalagens	Papel/cartão	Vidro	Orgânicos
Frequência de cada fluxo na composição total de resíduos gerados (%)	15,03	8,85	6,46	24,91

Fonte: Lipor (2020) e cálculos próprios.

Os materiais contabilizados e excluídos no cálculo da composição de cada fração estão discriminados na tabela II.

TABELA II

MATERIAIS INCLUÍDOS E EXCLUÍDOS DO CÁLCULO DA COMPOSIÇÃO DE CADA FLUXO, COM BASE NA CARATERIZAÇÃO TOTAL DE RESÍDUOS.

Fração	Materiais incluídos	Materiais excluídos
Embalagens	Resíduos de embalagens em filme de PE exceto sacos de plástico leves (espessura menor ou igual a 50 microns)	Outros resíduos de plástico
	Sacos de plástico leves (espessura menor ou igual a 50 microns)	Pequenos aparelhos eletrodomésticos
	Resíduos de embalagens rígidas em PET	Outros resíduos compósitos
	Resíduos de embalagens rígidas em PEAD	Outros resíduos ferrosos
	Resíduos de embalagens rígidas em EPS	Outros resíduos metálicos
	Outros resíduos de embalagens de plástico	
	Resíduos de ECAL	
	Outros resíduos de embalagens compósitas	
	Resíduos de embalagens ferrosas	
	Resíduos de embalagens de alumínio	
Papel/cartão	Resíduos de embalagens de papel/cartão	Outros resíduos de papel/cartão
	Jornais e revistas	
	Prospetos publicitários	
Vidro	Resíduos de embalagens de vidro	Outros resíduos de vidro
Orgânicos	Resíduos alimentares (restos de cozinha)	Resíduos de jardim
		Outros resíduos putrescíveis

Fonte: Lipor (2020).

3.1 Metodologia

Os indicadores utilizados na análise foram escolhidos de acordo com a revisão de literatura realizada no capítulo 2, até para melhor leitura comparativa de resultados.

Para proceder à comparação da produção (resíduos gerados) e capitação (resíduos recolhidos), calculámos a taxa de produção anual e a taxa de capitação seletiva anual, conforme sugerido por Gallardo et al (2010):

$$(1) \text{ Taxa de produção anual } i = \frac{\text{Material } i \text{ gerado por ano}}{\text{habitantes}} \text{ (kg/habitante} \cdot \text{ ano)}$$

$$(2) \text{ Taxa de capitação seletiva anual } i = \frac{\text{Material } i \text{ recolhido seletivamente}}{\text{habitantes}} \text{ (kg/habitante} \cdot \text{ ano)}$$

O índice i pode corresponder ao fluxo das embalagens (e), papel/cartão (p), vidro (v), orgânicos (o) ou ao total de resíduos urbanos (ru); os habitantes correspondem à população abrangida por cada um dos sistemas.

Ambos os indicadores foram utilizados por Gallardo et al (2012), Dahlén et al (2007) também utiliza a taxa de produção anual, enquanto Martinho et al (2017) utiliza a taxa de produção diária³.

Com base nos indicadores referidos anteriormente, foram ainda calculados a taxa de separação e a taxa de reciclagem, de acordo com a metodologia sugerida por Martinho et al (2017):

$$(3) \text{ Taxa de separação } i \text{ (\%)} = \frac{\text{Material } i \text{ recolhido separadamente}}{\text{Total de resíduos urbanos produzidos}}$$

$$(4) \text{ Taxa de reciclagem } i \text{ (\%)} = \frac{\text{Material } i \text{ recolhido para reciclagem}}{\text{Total de material } i \text{ gerado}}$$

³ A taxa de produção diária pode ser obtida dividindo a taxa de produção anual por 365.

O total de material i gerado é obtido multiplicando a frequência do material i na composição dos resíduos urbanos, pela quantidade total de resíduos urbanos gerados (Gallardo et al, 2010).

Como em qualquer estudo de sistemas de recolha de resíduos, existem limitações na análise. A ausência de dados precisos sobre a quantidade total de resíduos gerados por pessoa exclusivamente no sistema porta-a-porta constitui a principal limitação deste estudo. Uma outra limitação relevante prende-se com o facto da população abrangida por cada sistema ser uma estimativa e não o valor real.

4. RESULTADOS

Os resultados apresentados neste capítulo foram obtidos de acordo com os métodos descritos no capítulo anterior.

4.1 Taxa de Produção Anual

A tabela III contém os resultados do cálculo da taxa de produção anual, por fluxo (embalagens [Pe], papel/cartão [Pp], vidro [Pv] e orgânicos [Po]), e para o total de resíduos urbanos (Pru), em cada município, nos anos de 2019 e 2020.

TABELA III
TAXA DE PRODUÇÃO ANUAL DE RESÍDUOS, POR FLUXO, POR MUNICÍPIO, POR ANO
(KG/PESSOA)

Ano	Município	População	Pe	Pp	Pv	Po	Pru
2019	Porto	215 945	85,53	60,8	44,38	171,13	687
	Vila do Conde	79 739	73,46	52,22	38,11	146,97	590
	Póvoa de Varzim	62 647	74,45	52,92	38,63	148,96	598
	Espinho	29 500	73,58	52,3	38,18	147,22	591
	Média	-	76,76	54,56	39,83	153,57	616,5
2020	Porto	216 747	76,19	54,16	39,54	152,45	612
	Vila do Conde	79 390	75,7	53,81	39,28	151,45	608
	Póvoa de Varzim	62 785	74,7	53,1	38,76	149,46	600
	Espinho	29 471	73,33	52,13	38,05	146,72	589
	Média	-	74,98	53,3	38,91	150,02	602,25
Variação	Porto	0,4%	-10,9%	-10,9%	-10,9%	-10,9%	-10,9%
	Vila do Conde	-0,4%	3,0%	3,0%	3,1%	3,0%	3,1%
	Póvoa de Varzim	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
	Espinho	-0,1%	-0,3%	-0,3%	-0,3%	-0,3%	-0,3%

Legenda: Pe: taxa de produção anual de embalagens; Pp: taxa de produção anual de papel/cartão; Pv: taxa de produção anual de vidro; Po: taxa de produção anual de orgânicos; Pru: taxa de produção anual de resíduos urbanos.

Fonte: INE (2021a) e cálculos próprios.

Em média foram gerados 616,5kg de resíduos urbanos por pessoa em 2019, nos municípios em estudo, tendo este valor diminuído 1,90% em 2020, em que foram gerados em média 602,25kg de resíduos urbanos por pessoa. O município do Porto registou a maior produção de resíduos urbanos em ambos os anos (2019 e 2020).

O aumento ou diminuição da população dos municípios não parece ter tido influência na quantidade de resíduos gerados, sendo que por exemplo o município do Porto registou de 2019 para 2020 um pequeno aumento populacional, 0,4%, tendo, no entanto, a quantidade de resíduos urbanos gerados por pessoa diminuído 10,9% no mesmo período. Em sentido oposto, Vila do Conde registou uma diminuição da população de 2019 para 2020, no entanto registou um aumento de 3,1% na quantidade de resíduos urbanos gerados por pessoa.

Multiplicando a quantidade de resíduos urbanos gerados por pessoa pela frequência de cada material na composição de resíduos nos municípios em estudo, obteve-se a quantidade média de cada material reciclável gerado por pessoa. Em 2019 foram gerados em média 76,76kg de embalagens, 54,56kg de papel/cartão, 39,83kg de vidro e 153,57kg de orgânicos, tendo estes valores diminuindo em 2020, passando para 74,98 kg de embalagens, 53,30kg de papel/cartão, 38,91kg de vidro e 150,02kg de orgânicos, gerados por pessoa.

4.2 Taxa de Capitação Seletiva Anual

Na tabela IV são apresentados os resultados do cálculo da taxa de capitação anual, em cada sistema de recolha (PAP e ECO), por fluxo (embalagens [Ce], papel/cartão [Cp], vidro [Cv] e orgânicos [Co]), por município, nos anos de 2019 e 2020. Os sistemas de recolha porta-a-porta e ecopontos estão representados pelas siglas PAP e ECO, respetivamente.

TABELA IV

TAXA DE CAPITAÇÃO SELETIVA ANUAL POR SISTEMA DE RECOLHA, POR FLUXO, POR MUNICÍPIO, POR ANO (KG/PESSOA)

		Sistema de recolha									
		PAP	ECO	PAP/ECO	PAP	ECO	PAP/ECO	PAP	ECO	PAP/ECO	PAP
Ano	Município	Ce	Ce	Ce	Cp	Cp	Cp	Cv	Cv	Cv	Co
2019	Porto	20,95	12,93	1,6	28,81	20,89	1,4	22,75	21,44	1,1	58,45
	Vila do Conde	16,97	9,79	1,7	14,06	12,24	1,1	23,58	21,2	1,1	56,48
	Póvoa de Varzim	15,81	9,21	1,7	15,53	10,85	1,4	25,49	25,83	1	-
	Espinho	21,25	7,37	2,9	15,88	9,81	1,6	23,41	2,72	8,6	-
	Média	18,75	9,83	1,99	18,57	13,45	1,39	23,81	17,80	2,94	57,47
2020	Porto	26,34	14,12	1,9	33,04	21,38	1,5	29,12	21,36	1,4	73,05
	Vila do Conde	16,64	11,82	1,4	15,5	14,27	1,1	15,76	23,11	0,7	67,96
	Póvoa de Varzim	18,64	10,72	1,7	15,64	13,27	1,2	23,09	26,61	0,9	-
	Espinho	25,02	7,4	3,4	20,07	11,11	1,8	27,49	0,41	67	-
	Média	21,66	11,02	2,10	21,06	15,01	1,40	23,87	17,87	17,49	70,51

Legenda: PAP: sistema porta-a-porta; ECO: sistema de ecopontos; Ce: taxa de capitação seletiva anual de embalagens; Cp: taxa de capitação seletiva anual de papel/cartão; Cv: taxa de capitação seletiva anual de vidro; Co: taxa de capitação seletiva anual de orgânicos.

Fonte: Cálculos próprios.

4.2.1 Fluxo das embalagens

TABELA V

TAXA DE CAPITAÇÃO SELETIVA ANUAL DE EMBALAGENS POR SISTEMA DE RECOLHA, POR MUNICÍPIO, POR ANO (KG/PESSOA)

Ano	Município	Sistema de recolha		
		PAP	ECO	PAP/ECO
		Ce	Ce	Ce
2019	Porto	20,95	12,93	1,6
	Vila do Conde	16,97	9,79	1,7
	Póvoa de Varzim	15,81	9,21	1,7
	Espinho	21,25	7,37	2,9
	Média	18,745	9,825	1,99
2020	Porto	26,34	14,12	1,9
	Vila do Conde	16,64	11,82	1,4
	Póvoa de Varzim	18,64	10,72	1,7
	Espinho	25,02	7,40	3,4
	Média	21,66	11,02	2,09

Legenda: PAP: sistema porta-a-porta; ECO: sistema de ecopontos; Ce: taxa de capitação seletiva anual de embalagens;

Fonte: Cálculos próprios.

A capitação de embalagens por pessoa foi superior no sistema porta-a-porta em todos os municípios, em ambos os anos (2019 e 2020). Em média, em 2019, o sistema porta-a-porta registou uma taxa de capitação seletiva anual de embalagens de 18,75kg por pessoa, quase o dobro do sistema de ecopontos, em que o valor obtido foi de 9,83kg por pessoa, sendo que a diferença entre as quantidades capitadas nos dois sistemas aumentou em 2020, em que o sistema porta-a-porta conseguiu capitar mais do dobro das embalagens capitadas seletivamente pelo sistema de ecopontos.

Espinho foi o município que registou a maior diferença entre os dois sistemas de recolha, com o sistema porta-a-porta a recolher seletivamente três vezes mais embalagens por pessoa do que o sistema de ecopontos em 2020. Foi igualmente o município de Espinho que em 2019 registou a maior taxa de capitação seletiva anual de embalagens no sistema porta-a-porta e a menor taxa de capitação seletiva anual de embalagens no sistema de ecopontos.

De 2019 para 2020, a quantidade de embalagens recolhidas seletivamente por pessoa aumentou em quase todos os municípios, tanto no sistema porta-a-porta como no sistema

de ecopontos, sendo a recolha porta-a-porta no município de Vila do Conde a única exceção.

4.2.2 Fluxo do papel/cartão

TABELA VI

TAXA DE CAPITAÇÃO SELETIVA ANUAL DE PAPEL/CARTÃO POR SISTEMA DE RECOLHA, POR MUNICÍPIO, POR ANO (KG/PESSOA)

Ano	Município	Sistema de Recolha		
		PAP Cp	ECO Cp	PAP/ECO Cp
2019	Porto	28,81	20,89	1,4
	Vila do Conde	14,06	12,24	1,1
	Póvoa de Varzim	15,53	10,85	1,4
	Espinho	15,88	9,81	1,6
	Média	18,57	13,45	1,4
2020	Porto	33,04	21,38	1,5
	Vila do Conde	15,50	14,27	1,1
	Póvoa de Varzim	15,64	13,27	1,2
	Espinho	20,07	11,11	1,8
	Média	21,06	15,01	1,4

Legenda: PAP: sistema porta-a-porta; ECO: sistema de ecopontos; Cp: taxa de capitação seletiva anual de papel/cartão;

Fonte: Cálculos próprios.

A capitação de papel/cartão por pessoa foi superior no sistema porta-a-porta em todos os municípios, em ambos os anos (2019 e 2020). Em média, o sistema porta-a-porta registou uma taxa de capitação seletiva anual de papel/cartão de 18,57kg por pessoa, 1,4 vezes mais do que o sistema de ecopontos, em que o valor obtido foi de 13,45kg por pessoa. De 2019 para 2020 a quantidade média de papel/cartão capitada seletivamente aumentou em ambos os sistemas, para 21,06kg no sistema porta-a-porta e 15,01kg no sistema de ecopontos, tendo a diferença entre os dois sistemas mantido a mesma razão (1,4).

À semelhança do que aconteceu no fluxo das embalagens, Espinho foi o município onde a diferença entre os dois sistemas foi maior, tendo o sistema porta-a-porta recolhido seletivamente 1,6 vezes mais papel/cartão em 2019 do que o sistema de ecopontos e 1,8

vezes mais em 2020. O município do Porto registou a maior taxa de capitação seletiva anual de papel/cartão em ambos os sistemas, tanto em 2019 como em 2020.

A quantidade de papel/cartão recolhido seletivamente por pessoa aumentou em todos os municípios, tanto no sistema porta-a-porta como no sistema de ecopontos, de 2019 para 2020.

4.2.3 Fluxo do vidro

TABELA VII

TAXA DE CAPITAÇÃO SELETIVA ANUAL DE VIDRO POR SISTEMA DE RECOLHA, POR MUNICÍPIO, POR ANO (KG/PESSOA)

Ano	Município	Sistema de Recolha		
		PAP	ECO	PAP/ECO
		Cv	Cv	
2019	Porto	22,75	21,44	1,1
	Vila do Conde	23,58	21,20	1,1
	Póvoa de Varzim	25,49	25,83	1,0
	Espinho	23,41	2,72	8,6
	Média	23,81	17,80	2,9
2020	Porto	29,12	21,36	1,4
	Vila do Conde	15,76	23,11	0,7
	Póvoa de Varzim	23,09	26,61	0,9
	Espinho	27,49	0,41	67,0
	Média	23,87	17,87	17,5

Legenda: PAP: sistema porta-a-porta; ECO: sistema de ecopontos; Cv: taxa de capitação seletiva anual de vidro;

Fonte: Cálculos próprios.

Em 2019, o sistema porta-a-porta registou a maior taxa de capitação seletiva anual de vidro por pessoa em 3 dos 4 municípios (Porto, Vila do Conde e Espinho), enquanto em 2020 já só 2 dos 4 municípios (Porto e Espinho) registavam uma capitação seletiva anual de vidro superior no sistema porta-a-porta.

Em média, o sistema porta-a-porta registou uma taxa de capitação seletiva anual de vidro muito superior ao sistema de ecopontos, mas esta diferença significativa ficou a dever-se ao município de Espinho, onde a quantidade de vidro capitada no sistema de

ecopontos é extremamente baixa. Estes baixos valores no sistema de ecopontos podem estar relacionados com as elevadas quantidades de vidro recolhidas através dos dois ecocentros presentes no município (Lipor, 2021).

À exceção do município de Espinho, o desempenho dos dois sistemas na recolha de vidro foi bastante semelhante, tendo o sistema porta-a-porta obtido uma taxa de capitação seletiva anual de vidro ligeiramente superior ao sistema de ecopontos em ambos os anos (2019 e 2020). Excluindo o município de Espinho da análise, em 2020 o sistema porta-a-porta só conseguiu uma taxa de capitação seletiva anual superior ao sistema de ecopontos no município do Porto, onde recolheu seletivamente 1,4 vezes mais vidro do que o sistema de ecopontos, tendo, no entanto, recolhido seletivamente menos vidro do que o sistema de ecopontos nos municípios de Póvoa de Varzim e Espinho (também em 2020).

De 2019 para 2020, a capitação de vidro através do sistema porta-a-porta aumentou em 2 dos 4 municípios (Porto e Espinho), enquanto no sistema de ecopontos, no mesmo período, a capitação de vidro aumentou em apenas 1 dos 4 municípios (Vila do Conde).

4.2.4 Fluxo dos Orgânicos

TABELA VIII

TAXA DE CAPITAÇÃO SELETIVA ANUAL DE ORGÂNICOS POR SISTEMA DE RECOLHA, POR MUNICÍPIO, POR ANO (KG/PESSOA)

		Sistema de Recolha
		PAP
Ano	Município	Co
2019	Porto	58,45
	Vila do Conde	56,48
	Póvoa de Varzim	-
	Espinho	-
	Média	57,47
2020	Porto	73,05
	Vila do Conde	67,96
	Póvoa de Varzim	-
	Espinho	-
	Média	70,51

Legenda: PAP: sistema porta-a-porta; ECO: sistema de ecopontos; Co: taxa de capitação seletiva anual de orgânicos;

Fonte: Cálculos próprios.

Apenas existe recolha de resíduos orgânicos no sistema porta-a-porta, e apenas nos municípios do Porto e Vila do Conde, pelo que não é possível realizar uma comparação com o sistema de ecopontos. Em média, o sistema porta-a-porta registou uma taxa de capitação seletiva anual de orgânicos de 57,47kg por pessoa em 2019 e 70,51kg por pessoa em 2020.

A maior taxa de capitação seletiva anual de orgânicos foi registada no município do Porto em 2020 (73,05kg por pessoa), enquanto o menor valor foi obtido no município de Vila do Conde em 2019 (56,48kg de orgânicos capitados por pessoa).

De 2019 para 2020, as quantidades de resíduos orgânicos recolhidos seletivamente por pessoa aumentaram em ambos os municípios (Porto e Vila do Conde).

4.3 Taxa de Separação

A tabela IXX contém os resultados dos cálculos do indicador taxa de separação, em cada sistema de recolha (PAP ou ECO), por fluxo (embalagens [TSe], papel/cartão [TSp], vidro [TSv] e orgânicos [TSo]), por município, nos anos de 2019 e 2020.

TABELA IX

TAXA DE SEPARAÇÃO POR SISTEMA DE RECOLHA, POR FLUXO, POR MUNICÍPIO, POR ANO (%)

Ano	Município	Sistema de recolha						
		PAP	ECO	PAP	ECO	PAP	ECO	PAP
		TSe	Tse	TSp	TSp	TSv	TSv	Tso
2019	Porto	3,05	1,88	4,19	3,04	3,31	3,12	8,51
	Vila do Conde	2,88	1,66	2,38	2,07	4	3,59	9,57
	Póvoa de Varzim	2,64	1,54	2,6	1,81	4,26	4,32	-
	Espinho	3,6	1,25	2,69	1,66	3,96	0,47	-
	Média	3,04	1,58	2,97	2,15	3,88	2,88	9,04
2020	Porto	4,3	2,31	5,4	3,49	4,76	3,49	11,94
	Vila do Conde	2,74	1,94	2,55	2,35	2,59	3,8	11,18
	Póvoa de Varzim	3,11	1,79	2,61	2,21	3,85	4,44	-
	Espinho	4,25	1,26	3,41	1,89	4,67	0,07	-
	Média	3,60	1,83	3,49	2,49	3,97	2,95	11,56

Legenda: PAP: sistema porta-a-porta; ECO: sistema de ecopontos; Tse: taxa de separação de embalagens; TSp: taxa de separação de papel/cartão; TSv: taxa de separação de vidro; Tso: taxa de separação de orgânicos.

Fonte: Cálculos próprios.

A taxa de separação é útil a nível operacional, pois ajuda a perceber qual o peso de cada fluxo no total de resíduos recolhidos, servindo como uma ferramenta importante para definir e ajustar as capacidades dos contentores e a frequência de recolha de cada fluxo (Gallardo et al, 2010).

Os resíduos orgânicos, recolhidos apenas no sistema porta-a-porta dos municípios do Porto e Vila do Conde, são sem dúvida o fluxo que maior peso ocupa no total de resíduos recolhidos, tendo obtido uma taxa de separação média em 2019 de 9,04% e de 11,56% em 2020. O vidro foi o fluxo com a segunda taxa de separação média mais elevada no sistema porta-a-porta, seguindo-se as embalagens e o papel/cartão. No sistema de ecopontos, o fluxo com maior peso foi igualmente o vidro (tendo em conta que no sistema

de ecopontos não existe recolha de orgânicos), seguindo-se o fluxo do papel/cartão, e com a taxa de separação média mais baixa, o fluxo das embalagens.

O vidro foi naturalmente o material reciclável com as taxas de separação mais elevadas, derivado de ser um material muito denso e pesado. Não parece existir, no entanto, uma razão clara para o segundo e terceiro fluxos com maiores taxas de separação não serem os mesmos no sistema porta-a-porta e no sistema de ecopontos.

4.4 Taxa de Reciclagem

Na tabela X são apresentados os resultados do cálculo do indicador taxa de reciclagem, em cada sistema de recolha (PAP ou ECO), por fluxo (embalagens [Tre], papel/cartão [TRp], vidro [TRv] e orgânicos [Tro]), por município, nos anos de 2019 e 2020.

Tabela X

TAXA DE RECICLAGEM POR SISTEMA DE RECOLHA, POR FLUXO, POR MUNICÍPIO, POR ANO (%)

Ano	Município	Sistema de recolha						
		PAP Tre	ECO TRe	PAP TRp	ECO TRp	PAP TRv	ECO TRv	PAP TRo
2019	Porto	20,29	12,52	47,38	34,36	51,26	48,31	34,16
	Vila do Conde	19,14	11,05	26,93	23,44	61,86	55,62	38,43
	Póvoa de Varzim	17,59	10,25	29,35	20,5	65,97	66,87	-
	Espinho	23,92	8,3	30,37	18,75	61,33	7,21	-
	Média	20,24	10,53	33,51	24,26	60,11	44,50	36,30
2020	Porto	28,64	15,35	61,01	39,47	73,92	54,04	47,92
	Vila do Conde	18,21	12,94	28,81	26,52	40,14	58,84	44,88
	Póvoa de Varzim	20,68	11,88	29,45	24,99	59,58	68,65	-
	Espinho	28,27	8,35	38,51	21,31	72,24	1,07	-
	Média	23,95	12,13	39,45	28,07	61,47	45,65	46,40
Variação	Porto	41,2%	22,6%	28,8%	14,9%	44,2%	11,9%	40,3%
	Vila do Conde	-4,9%	17,1%	7,0%	13,1%	-35,1%	5,8%	16,8%
	Póvoa de Varzim	17,6%	15,9%	0,3%	21,9%	-9,7%	2,7%	-
	Espinho	18,2%	0,6%	26,8%	13,7%	17,8%	-85,2%	-

Legenda: PAP: sistema porta-a-porta; ECO: sistema de ecopontos; TRe: taxa de reciclagem de embalagens; TRp: taxa de reciclagem de papel/cartão; TRv: taxa de reciclagem de vidro; TRo: taxa de reciclagem de orgânicos.

Fonte: Cálculos próprios.

Para além de ter obtido uma taxa de capitação seletiva mais elevada, o sistema porta-a-porta obteve igualmente os melhores resultados no indicador taxa de reciclagem, que mostra a percentagem de materiais recicláveis gerados que cada sistema de recolha conseguiu recolher para reciclagem.

Em 2019, a taxa de reciclagem de embalagens média do sistema porta-a-porta foi de 20,24%, enquanto no sistema de ecopontos foi de 10,53%, tendo aumentado para 23,95% e 12,13% em 2020, respetivamente. De 2019 para 2020, a taxa de reciclagem de embalagens aumentou de forma significativa em ambos os sistemas, com a exceção do sistema porta-a-porta no município de Vila do Conde, que viu a taxa de reciclagem de embalagens diminuir 4,9%, e do sistema de ecopontos no município de Espinho, cuja taxa de reciclagem aumentou apenas 0,6%.

No fluxo do papel/cartão a taxa de reciclagem média do sistema porta-a-porta foi de 33,51% em 2019, enquanto no sistema de ecopontos foi de 24,26%, tendo estas taxas aumentado em 2020 para 39,45% e 28,07%, respetivamente. Houve um aumento significativo nas taxas de reciclagem de papel/cartão de 2019 para 2020, com a exceção do município de Póvoa de Varzim, que viu a taxa de reciclagem de papel/cartão no sistema porta-a-porta aumentar apenas 0,3%.

Relativamente ao fluxo do vidro, o sistema porta-a-porta registou uma taxa de reciclagem média de 60,11% em 2019 e 61,47% em 2020, enquanto o sistema de ecopontos obteve uma taxa de reciclagem média de 44,50% em 2019 e 45,65% em 2020. O município do Porto registou um aumento bastante significativo da taxa de reciclagem de vidro no sistema porta-a-porta de 2019 para 2020 (44,2%), enquanto também no sistema porta-a-porta os municípios de Vila do Conde e Póvoa de Varzim registaram uma diminuição da taxa de reciclagem, na ordem dos 35,1% e 9,7%, respetivamente. No sistema de ecopontos, a taxa de reciclagem de vidro diminuiu de forma bastante significativa no município de Espinho, 85,2%, sem que seja possível identificar uma razão aparente para esta diminuição.

O fluxo dos orgânicos apesar de ter registado as taxas de captação seletiva mais elevadas, apresenta resultados mais modestos na taxa de reciclagem, devido ao facto de este fluxo ser o principal material na composição total dos resíduos urbanos (24,91%). Mesmo assim, os resultados obtidos em ambos os municípios (Porto e Vila do Conde) foram bastante positivos, tendo sido obtida uma taxa de reciclagem média de 36,30% em 2019 e 46,40% em 2020.

5. CONCLUSÃO

Ao longo desta dissertação analisámos o desempenho de dois sistemas de recolha de resíduos, porta-a-porta e ecopontos, a funcionar em simultâneo em diferentes zonas de quatro municípios da Área Metropolitana do Porto. Utilizámos três indicadores presentes na literatura para avaliar o desempenho dos sistemas: taxa de capitação seletiva anual, taxa de separação e taxa de reciclagem.

A revisão de literatura presente no capítulo 2 resumiu as conclusões retiradas das comparações entre os dois sistemas (ecopontos e porta-a-porta): o sistema porta-a-porta apresenta maiores níveis de capitação de materiais recicláveis (Dahlén et al, 2007; Martinho et al, 2017; Gallardo et al, 2012; Larsen et al, 2010), apesar de apresentarem também impacto ambiental superior (Iriate et al, 2009, Pires et al, 2017) e maiores custos operacionais (Pires et al, 2017).

Os resultados obtidos nos vários indicadores confirmam as conclusões retiradas por Martinho et al (2017), com o sistema porta-a-porta a registar maiores níveis de capitação de materiais recicláveis e taxas de reciclagem mais elevadas do que o sistema de ecopontos, tanto no fluxo das embalagens como do papel/cartão. Relativamente ao fluxo do vidro, os resultados são inconclusivos, uma vez que ambos os sistemas obtiveram resultados bastante semelhantes, tendo mesmo o sistema de ecopontos registado maiores taxas de capitação de vidro do que o sistema porta-a-porta em alguns municípios. Não é possível proceder a uma comparação neste fluxo com o estudo de Martinho et al (2017), uma vez que no sistema porta-a-porta deste estudo o fluxo do vidro é recolhido através de ecopontos.

Tendo em conta que os resíduos orgânicos são o principal componente na composição do total de resíduos gerados (Gomes et al, 2008), a sua capitação ganha especial relevância para reduzir a quantidade total de resíduos que segue para aterros sanitários. Os resultados obtidos nos dois municípios onde existe recolha de resíduos orgânicos através de recolha porta-a-porta (Porto e Vila do Conde) mostram que este sistema consegue bons resultados a recolher este tipo de resíduo, tendo em conta que este foi o fluxo que registou a maior taxa de separação de entre todos os fluxos, e conseguiu uma taxa de reciclagem média superior a 40% em 2020.

As quantidades de materiais recicláveis capitados em ambos os sistemas aumentaram de 2019 para 2020, sendo que este aumento foi bastante mais expressivo no sistema porta-a-porta. A antiguidade dos sistemas de recolha em funcionamento pode ser uma explicação para este fenómeno, uma vez já foi identificada uma correlação entre os dois, i.e., quanto mais antigo é um sistema de recolha numa determinada região, melhor é o seu desempenho (Martinho et al, 2017). O sistema de ecopontos já se encontrava em funcionamento nos municípios em estudo há vários anos, enquanto o sistema porta-a-porta é bastante recente. De 2019 para 2020 a população abrangida pelo sistema porta-a-porta ficou mais familiarizada com o mesmo, tendo possivelmente aderido mais ao esquema de reciclagem, aumentando os seus níveis de reciclagem.

Apesar dos melhores resultados obtidos pelo sistema porta-a-porta em matéria de capitação, a escolha entre o sistema de ecopontos ou sistema porta-a-porta para a recolha seletiva de materiais recicláveis deverá ter em conta outras dimensões, nomeadamente o impacto ambiental, eficiência operacional, custos de funcionamento, bem como a componente comportamental.

Investigação futura poderá ser realizada com dados sobre a quantidade de resíduos indiferenciados gerados exclusivamente no sistema porta-a-porta, bem como uma caracterização dos resíduos indiferenciados capitados neste sistema, de modo a obter resultados mais precisos.

BIBLIOGRAFIA

- APA (2019). *PERSU2020+ Reflexão estratégica e ajustamentos às medidas do PERSU 2020* [Em linha]. Disponível em: https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/noticias/reflexao_persu.pdf. [Acesso em: 7 de abril de 2022].
- Best, H., & Kneip, T. (2011). The impact of attitudes and behavioral costs on environmental behavior: A natural experiment on household waste recycling. *Social Science Research*, 40(3), 917-930.
- Brekke, K. A., Kverndokk, S., & Nyborg, K. (2003). An economic model of moral motivation. *Journal of Public Economics*, 87(9-10), 1967-1983.
- Dahlén, L., Vukicevic, S., Meijer, J. -, & Lagerkvist, A. (2007). Comparison of different collection systems for sorted household waste in Sweden. *Waste Management*, 27(10), 1298-1305.
- Eurostat (2022). *Recycling rate of municipal waste [SDG_11_60]* [Base de dados], setembro 2022. Bruxelas: Eurostat.
- Ferreira, F., Avelino, C., Bentes, I., Matos, C., & Teixeira, C. A. (2017). Assessment strategies for municipal selective waste collection schemes. *Waste Management*, 59, 3-13.
- Gallardo, A., Bovea, M. D., Colomer, F. J., & Prades, M. (2012). Analysis of collection systems for sorted household waste in Spain. *Waste Management*, 32(9), 1623-1633.
- Gallardo, A., Bovea, M. D., Colomer, F. J., Prades, M., & Carlos, M. (2010). Comparison of different collection systems for sorted household waste in Spain. *Waste Management*, 30(12), 2430-2439.
- Gomes, A. P., Matos, M. A., & Carvalho, I. C. (2008). Separate collection of the biodegradable fraction of MSW: An economic assessment. *Waste Management*, 28(10), 1711-1719.
- Huang, Y. -, Pan, T. -, & Kao, J. -. (2011). Performance assessment for municipal solid waste collection in Taiwan. *Journal of Environmental Management*, 92(4), 1277-1283.

- INE (2021a). *Resíduos urbanos recolhidos por habitante (kg/ hab.) por Localização geográfica (NUTS - 2013); Anual* [Base de dados], dezembro 2021. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- INE (2021b). *Resíduos urbanos recolhidos selectivamente por habitante (kg/ hab.) por Localização geográfica (NUTS - 2013); Anual* [Base de dados], dezembro 2021. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- INE (2021c). *População média anual residente (N.º) por Local de residência (NUTS - 2013), Sexo e Grupo etário (Por ciclos de vida); Anual - INE, Estimativas anuais da população residente* [Base de dados], junho 2021. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- Iriarte, A., Gabarrell, X., & Rieradevall, J. (2009). LCA of selective waste collection systems in dense urban areas. *Waste Management*, 29(2), 903-914.
- Jenkins, R. R., Martinez, S. A., Palmer, K., & Podolsky, M. J. (2003). The determinants of household recycling: A material-specific analysis of recycling program features and unit pricing. *Journal of Environmental Economics and Management*, 45(2), 294-318.
- Larsen, A. W., Merrild, H., Møller, J., & Christensen, T. H. (2010). Waste collection systems for recyclables: An environmental and economic assessment for the municipality of Aarhus (Denmark). *Waste Management*, 30(5), 744-754.
- Lipor (2020). *Caracterização dos RU produzidos - ano 2020*. Maia: Lipor.
- Lipor (2021). *Relatório de Análise Estatística – Período de Análise ano 2020*. Maia: Lipor
- Martinho, G., Gomes, A., Santos, P., Ramos, M., Cardoso, J., Silveira, A., & Pires, A. (2017). A case study of packaging waste collection systems in Portugal – part I: Performance and operation analysis. *Waste Management*, 61, 96-107.
- Nomura, H., John, P. C., & Cotterill, S. (2011). The use of feedback to enhance environmental outcomes: A randomised controlled trial of a food waste scheme. *Local Environment*, 16(7), 637-653.

- Oliveira, V., Sousa, V., Vaz, J. M., & Dias-Ferreira, C. (2018). Model for the separate collection of packaging waste in portuguese low-performing recycling regions. *Journal of Environmental Management*, 216, 13-24.
- ONU (2016). *Guia sobre Desenvolvimento Sustentável – 17 objetivos para transformar o nosso mundo* [Em linha]. Disponível em: https://www.instituto-camoes.pt/images/ods_2edicao_web_pages.pdf [Acesso em: 17 de fevereiro de 2023].
- Osbaldiston, R., & Schott, J. P. (2012). Environmental Sustainability and Behavioral Science: Meta-Analysis of Proenvironmental Behavior Experiments. *Environment and Behavior*, 44(2), 257–299.
- Pires, A., Sargedas, J., Miguel, M., Pina, J., & Martinho, G. (2017). A case study of packaging waste collection systems in Portugal – part II: Environmental and economic analysis. *Waste Management*, 61, 108-116.
- PORDATA (2022). *Dimensão média dos agregados domésticos privados* [Base de dados], abril 2022. Lisboa: PORDATA.
- Rives, J., Rieradevall, J., & Gabarrell, X. (2010). LCA comparison of container systems in municipal solid waste management. *Waste Management*, 30(6), 949-957.
- Rodrigues, S., Martinho, G., & Pires, A. (2016). Waste collection systems. part A: A taxonomy. *Journal of Cleaner Production*, 113, 374-387.
- Rogge, N., & De Jaeger, S. (2013). Measuring and explaining the cost efficiency of municipal solid waste collection and processing services. *Omega (United Kingdom)*, 41(4), 653-664.
- Teixeira, C. A., Russo, M., Matos, C., & Bentes, I. (2014). Evaluation of operational, economic, and environmental performance of mixed and selective collection of municipal solid waste: Porto case study. *Waste Management and Research*, 32(12), 1210-1218.
- Wilson, C. D. H., & Williams, I. D. (2007). Kerbside collection: A case study from the north-west of England. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(2), 381-394.

ANEXOS

TABELA XI DADOS SOBRE A RECOLHA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NO MUNICÍPIO DO PORTO, POR SISTEMA DE RECOLHA, POR FLUXO, POR ANO; NÚMERO DE HABITAÇÕES INSCRITAS PARA RECOLHA PORTA-A-PORTA; POPULAÇÃO ABRANGIDA POR CADA SISTEMA DE RECOLHA

(ESTIMATIVA)

Ano	Mês	Sistema de recolha	Fluxo de Recolha						Hab. inscritas recolha PAP	Pop. abrangida (est.)
			Embalagens		Papel/Cartão		Vidro			
			Total (ton)	Cap. (kg)	Total (ton)	Cap. (kg)	Total (ton)	Cap. (kg)		
2019	janeiro	PAP	6,94	2,03	8,78	2,57	6,36	1,86	1221	3418,8
		ECO	228,16	1,07	368,73	1,73	378,42	1,78		212 526
	fevereiro	PAP	5,62	1,56	7,74	2,15	6,9	1,91	1287	3603,6
		ECO	228,16	1,07	368,73	1,74	378,42	1,78		212 341
	março	PAP	6,12	1,65	8,76	2,36	8,14	2,19	1325	3710
		ECO	228,16	1,08	368,73	1,74	378,42	1,78		212 235
	abril	PAP	7,22	1,94	7,22	1,94	5,42	1,45	1331	3726,8
		ECO	228,16	1,08	368,73	1,74	378,42	1,78		212 218
	maio	PAP	6,3	1,64	10,82	2,82	7,36	1,92	1371	3838,8
		ECO	228,16	1,08	368,73	1,74	378,42	1,78		212 106
	junho	PAP	5,35	1,38	8,72	2,24	8,82	2,27	1389	3889,2
		ECO	228,16	1,08	368,73	1,74	378,42	1,78		212 056
	julho	PAP	8,28	1,88	8,74	1,98	6,9	1,57	1574	4407,2
		ECO	228,16	1,08	368,73	1,74	378,42	1,79		211 538

2020	agosto	PAP	5,62	1,25	10,48	2,33	7,68	1,70	1609	4505,2
		ECO	228,16	1,08	368,73	1,74	378,42	1,79		211 440
	setembro	PAP	8,96	1,97	10,42	2,29	9,16	2,01	1626	4552,8
		ECO	228,16	1,08	368,73	1,74	378,42	1,79		211 392
	outubro	PAP	9,14	1,97	12,26	2,64	7,9	1,70	1656	4636,8
		ECO	228,16	1,08	368,73	1,74	378,42	1,79		211 308
	novembro	PAP	8,32	1,76	11,7	2,47	11,02	2,33	1691	4734,8
		ECO	228,16	1,08	368,73	1,75	378,42	1,79		211 210
	dezembro	PAP	9,26	1,94	14,44	3,02	8,74	1,83	1708	4782,4
		ECO	228,16	1,08	368,73	1,75	378,42	1,79		211 163
	Total	PAP		20,95		28,81		22,75		
		ECO		12,93		20,89		21,44		
	janeiro	PAP	12,22	2,55	15,8	3,29	11,28	2,35	1714	4799,2
		ECO	248,96	1,17	377,01	1,78	376,79	1,78		211947,3
	fevereiro	PAP	8,16	1,68	12,74	2,62	11,26	2,31	1739	4869,2
		ECO	248,96	1,18	377,01	1,78	376,79	1,78		211877,3
	março	PAP	12,64	2,55	13,08	2,64	10,2	2,06	1771	4958,8
		ECO	248,96	1,18	377,01	1,78	376,79	1,78		211787,7
	abril	PAP	10,54	2,11	17,46	3,50	12,3	2,46	1783	4992,4
		ECO	248,96	1,18	377,01	1,78	376,79	1,78		211754,1
	maio	PAP	11,54	2,30	15,42	3,07	18,1	3,60	1795	5026
		ECO	248,96	1,18	377,01	1,78	376,79	1,78		211720,5
	junho	PAP	12,2	2,40	12,82	2,52	12,78	2,51	1816	5084,8
		ECO	248,96	1,18	377,01	1,78	376,79	1,78		211661,7
julho	PAP	11,96	2,33	14,8	2,89	12,52	2,44	1832	5129,6	
	ECO	248,96	1,18	377,01	1,78	376,79	1,78		211616,9	

agosto	PAP	8,56	1,65	9,38	1,81	11,12	2,14	1853	5188,4
	ECO	248,96	1,18	377,01	1,78	376,79	1,78		211558,1
setembro	PAP	11,3	2,16	13,32	2,55	11,78	2,25	1866	5224,8
	ECO	248,96	1,18	377,01	1,78	376,79	1,78		211521,7
outubro	PAP	11,88	2,26	15,94	3,04	14,4	2,74	1875	5250
	ECO	248,96	1,18	377,01	1,78	376,79	1,78		211496,5
novembro	PAP	11,64	2,18	12,94	2,42	11,28	2,11	1907	5339,6
	ECO	248,96	1,18	377,01	1,78	376,79	1,78		211406,9
dezembro	PAP	11,74	2,18	14,62	2,71	11,46	2,12	1927	5395,6
	ECO	248,96	1,18	377,01	1,78	376,79	1,78		211350,9
Total	PAP		26,34		33,04		29,12		
	ECO		14,12		21,38		21,36		

Fontes: Câmara Municipal do Porto, INE (2021c) e cálculos próprios.

TABELA XII

DADOS SOBRE A RECOLHA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NO MUNICÍPIO DE VILA DO CONDE, POR SISTEMA DE RECOLHA, POR FLUXO, POR ANO;

NÚMERO DE HABITAÇÕES INSCRITAS PARA RECOLHA PORTA-A-PORTA; POPULAÇÃO ABRANGIDA POR CADA SISTEMA DE RECOLHA

(ESTIMATIVA)

Ano	Mês	Sistema de coleta	Fluxo de Recolha						Hab. inscritas coleta PAP	Pop. abrangida (est.)
			Embalagens		Papel/Cartão		Vidro			
			Total (ton)	Cap. (kg)	Total (ton)	Cap. (kg)	Total (ton)	Cap. (kg)		
2019	janeiro	PAP	2,96	1,22	1,16	0,48	0	0,00	865	2422
		ECO	56,48	0,73	84,56	1,09	147,96	1,91		77317
	fevereiro	PAP	3,86	1,59	3,66	1,51	7,94	3,28	865	2422
		ECO	49,42	0,64	56,22	0,73	134,94	1,75		77317
	março	PAP	3,2	1,32	3,52	1,45	7,22	2,98	865	2422
		ECO	52,16	0,67	63,56	0,82	86,38	1,12		77317
	abril	PAP	3,88	1,60	2,5	1,03	0	0,00	865	2422
		ECO	69,76	0,90	83,12	1,08	148,96	1,93		77317
	maio	PAP	3,32	1,37	3,9	1,61	8,36	3,45	865	2422
		ECO	59,82	0,77	69,08	0,89	136,22	1,76		77317
	junho	PAP	3,72	1,54	2,68	1,11	7,08	2,92	865	2422
		ECO	56,18	0,73	68,2	0,88	131,08	1,70		77317
	julho	PAP	3,16	1,30	3,44	1,42	0	0,00	865	2422
		ECO	67,46	0,87	88,26	1,14	146,96	1,90		77317
	agosto	PAP	2,38	0,98	1,02	0,42	7,62	3,15	865	2422

	ECO	73,84	0,96	90,44	1,17	188,7	2,44		77317
setembro	PAP	3,16	1,30	2,96	1,22	6,4	2,64	865	2422
	ECO	62,14	0,80	82,86	1,07	154,08	1,99		77317
outubro	PAP	3,54	1,46	3,64	1,50	6,12	2,53	865	2422
	ECO	70,92	0,92	78	1,01	142	1,84		77317
novembro	PAP	4,96	2,05	2,38	0,98	0	0,00	865	2422
	ECO	63,42	0,82	75,32	0,97	127,44	1,65		77317
dezembro	PAP	2,96	1,22	3,2	1,32	6,36	2,63	865	2422
	ECO	75,68	0,98	106,8	1,38	94,32	1,22		77317
Total	PAP		16,97		14,06		23,58		
	ECO		9,79		12,24		21,20		
janeiro	PAP	4,26	1,76	4,54	1,87	0	0,00	865	2422
	ECO	70,44	0,92	83,88	1,09	181,44	2,36		76968
fevereiro	PAP	2,56	1,06	2,8	1,16	0	0,00	865	2422
	ECO	62,9	0,82	65,04	0,85	125	1,62		76968
março	PAP	3,54	1,46	3,46	1,43	4,42	1,82	865	2422
	ECO	75,74	0,98	93,84	1,22	111,7	1,45		76968
abril	PAP	2,88	1,19	2,62	1,08	6,06	2,50	865	2422
	ECO	77,04	1,00	93,16	1,21	138,44	1,80		76968
maio	PAP	2,48	1,02	3,54	1,46	6,86	2,83	865	2422
	ECO	77,68	1,01	86,78	1,13	139,56	1,81		76968
junho	PAP	3,38	1,40	1,58	0,65	0	0,00	865	2422
	ECO	74,64	0,97	91,32	1,19	153,34	1,99		76968
julho	PAP	2,92	1,21	2,7	1,11	8,18	3,38	865	2422
	ECO	80,26	1,04	92,08	1,20	159,88	2,08		76968
agosto	PAP	1,38	0,57	0	0,00	0	0,00	865	2422

	ECO	74,98	0,97	100,66	1,31	205,26	2,67		76968
setembro	PAP	4,34	1,79	1,56	0,64	0	0,00	865	2422
	ECO	78,06	1,01	85,16	1,11	149,42	1,94		76968
outubro	PAP	10,26	1,14	12,14	1,35	14,2	1,58	3204	8971,2
	ECO	71,16	1,01	88,5	1,26	157,52	2,24		70418,8
novembro	PAP	9,56	1,07	9,06	1,01	9,4	1,05	3204	8971,2
	ECO	65,78	0,93	82,24	1,17	108,06	1,53		70418,8
dezembro	PAP	26,71	2,98	33,425	3,73	23,3	2,60	3204	8971,2
	ECO	81,08	1,15	109,54	1,56	113,86	1,62		70418,8
Total	PAP		16,64		15,50		15,76		
	ECO		11,82		14,27		23,11		

Fontes: Câmara Municipal de Vila do Conde, INE (2021c) e cálculos próprios.

TABELA XIII

DADOS SOBRE A RECOLHA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NO MUNICÍPIO DE PÓVOA DE VARZIM, POR SISTEMA DE RECOLHA, POR FLUXO, POR ANO; NÚMERO DE HABITAÇÕES INSCRITAS PARA RECOLHA PORTA-A-PORTA; POPULAÇÃO ABRANGIDA POR CADA SISTEMA DE RECOLHA (ESTIMATIVA)

Ano	Mês	Sistema de recolha	Fluxo de Recolha						Hab. inscritas recolha PAP	Pop. abrangida (est.)
			Embalagens		Papel/Cartão		Vidro			
			Total (ton)	Cap. (kg)	Total (ton)	Cap. (kg)	Total (ton)	Cap. (kg)		
2019	janeiro	PAP	5,22	1,15	3,36	0,74	6,66	1,47	1620	4536
		ECO	36,46	0,63	43,68	0,75	116,02	2,00		58 111
	fevereiro	PAP	6,42	1,41	8,7	1,91	14,34	3,14	1630	4564
		ECO	32,52	0,56	37,08	0,64	84,7	1,46		58 083
	março	PAP	5,6	1,22	4,52	0,98	6,36	1,38	1641	4594,8
		ECO	38,48	0,66	43,68	0,75	97,16	1,67		58 052
	abril	PAP	8,58	1,85	7,9	1,71	6,2	1,34	1652	4625,6
		ECO	42,98	0,74	49,06	0,85	110,2	1,90		58 021
	maio	PAP	5,74	1,23	2,62	0,56	14,88	3,19	1667	4667,6
		ECO	40,24	0,69	42,3	0,73	104,88	1,81		57 979
	junho	PAP	5,86	1,11	8,76	1,67	15,84	3,01	1878	5258,4
		ECO	39,28	0,68	49,14	0,86	136,84	2,38		57 389
	julho	PAP	5,6	0,90	8	1,28	8,06	1,29	2230	6244
		ECO	49,38	0,88	53,58	0,95	125,5	2,23		56 403
	agosto	PAP	12,04	1,85	8,92	1,37	22,76	3,49	2330	6524

	ECO	53,64	0,96	71,96	1,28	200	3,56		56 123
setembro	PAP	6,32	0,94	10,9	1,62	12,62	1,87	2408	6742,4
	ECO	47,22	0,84	52,88	0,95	145,18	2,60		55 905
outubro	PAP	9,5	1,38	9,02	1,31	13,34	1,94	2455	6874
	ECO	43,08	0,77	52,2	0,94	116,1	2,08		55 773
novembro	PAP	8,9	0,95	4,88	0,52	14,68	1,57	3332	9329,6
	ECO	45,16	0,85	52,46	0,98	109,52	2,05		53 317
dezembro	PAP	17,56	1,82	18	1,86	17,24	1,79	3448	9654,4
	ECO	50	0,94	62,42	1,18	110,66	2,09		52 993
Total	PAP		15,81		15,53		25,49		
	ECO		9,21		10,85		25,83		
janeiro	PAP	12,82	1,26	15,14	1,48	17,42	1,71	3645	10206
	ECO	42,46	0,81	53,8	1,02	123,38	2,35		52578,5
fevereiro	PAP	14,96	1,45	12,76	1,24	22,7	2,20	3680	10304
	ECO	42,74	0,81	52,78	1,01	89,86	1,71		52480,5
março	PAP	18,12	1,75	13,06	1,26	15,48	1,50	3695	10346
	ECO	44,9	0,86	58,46	1,11	99,88	1,90		52438,5
abril	PAP	15,74	1,52	14,32	1,38	18,24	1,76	3695	10346
	ECO	44,32	0,85	59,96	1,14	87,46	1,67		52438,5
maio	PAP	17,18	1,65	13,52	1,30	24,82	2,38	3727	10435,6
	ECO	46,3	0,88	54,06	1,03	110,52	2,11		52348,9
junho	PAP	15,32	1,43	11,38	1,06	18,58	1,74	3818	10690,4
	ECO	47,98	0,92	54,2	1,04	120,14	2,31		52094,1
julho	PAP	16,14	1,45	14,74	1,33	21,92	1,97	3973	11124,4
	ECO	49,64	0,96	57,28	1,11	136,6	2,64		51660,1
agosto	PAP	19,18	1,70	13,52	1,20	28,24	2,51	4025	11270

	ECO	56,3	1,09	64,92	1,26	161,84	3,14		51514,5
setembro	PAP	17,92	1,58	14,38	1,27	20,8	1,83	4059	11365,2
	ECO	46,92	0,91	57,6	1,12	139,36	2,71		51419,3
outubro	PAP	18,32	1,60	15,42	1,35	24,2	2,12	4078	11418,4
	ECO	43,92	0,86	56,98	1,11	123,74	2,41		51366,1
novembro	PAP	17,82	1,55	12,46	1,09	16,84	1,47	4101	11482,8
	ECO	43,6	0,85	49,44	0,96	85,14	1,66		51301,7
dezembro	PAP	19,6	1,70	19,4	1,68	22,08	1,91	4120	11536
	ECO	46,96	0,92	69,02	1,35	102,34	2,00		51248,5
Total	PAP		18,64		15,63		23,092		
	ECO		10,72		13,27		26,61		

Fontes: Câmara Municipal de Póvoa de Varzim, INE (2021c) e cálculos próprios.

TABELA XIV

DADOS SOBRE A RECOLHA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NO MUNICÍPIO DE ESPINHO, POR SISTEMA DE RECOLHA, POR FLUXO, POR ANO; NÚMERO DE HABITAÇÕES INSCRITAS PARA RECOLHA PORTA-A-PORTA; POPULAÇÃO ABRANGIDA POR CADA SISTEMA DE RECOLHA (ESTIMATIVA)

Ano	Mês	Sistema de recolha	Fluxo de Recolha						Hab. inscritas recolha PAP	Pop. abrangida (est.)
			Embalagens		Papel/Cartão		Vidro			
			Total (ton)	Cap. (kg)	Total (ton)	Cap. (kg)	Total (ton)	Cap. (kg)		
2019	janeiro	PAP	9,3	1,58	8,26	1,40	13,88	2,36	2100	5880
		ECO	14,06	0,60	19,7	0,83	9,58	0,41		23 620
	fevereiro	PAP	10,1	1,72	3,66	0,62	14,38	2,45	2100	5880
		ECO	12,32	0,52	16,54	0,70	4,38	0,19		23 620
	março	PAP	8,62	1,47	9,14	1,55	11,04	1,88	2100	5880
		ECO	14,76	0,62	15,88	0,67	4,96	0,21		23 620
	abril	PAP	12,84	2,18	5,36	0,91	0	0,00	2100	5880
		ECO	15,36	0,65	19,52	0,83	14,9	0,63		23 620
	maio	PAP	9,74	1,66	11,5	1,96	17,32	2,95	2100	5880
		ECO	15,08	0,64	17,52	0,74	4,78	0,20		23 620
	junho	PAP	7,48	1,27	3,32	0,56	11,56	1,97	2100	5880
		ECO	10,18	0,43	12,28	0,52	8,12	0,34		23 620
	julho	PAP	12,76	2,17	10,26	1,74	12,26	2,09	2100	5880
		ECO	16,48	0,70	19,34	0,82	3,36	0,14		23 620
	agosto	PAP	11,28	1,92	10,06	1,71	0	0,00	2100	5880

	ECO	15,42	0,65	23,22	0,98	10,64	0,45		23 620
setembro	PAP	8,8	1,50	9,54	1,62	13,64	2,32	2100	5880
	ECO	15,26	0,65	21,38	0,91	0	0,00		23 620
outubro	PAP	13,78	2,34	4,74	0,81	11,96	2,03	2100	5880
	ECO	14,6	0,62	21,18	0,90	0	0,00		23 620
novembro	PAP	10,22	1,74	11,1	1,89	15,36	2,61	2100	5880
	ECO	16	0,68	18,92	0,80	4,32	0,18		23 620
dezembro	PAP	10,02	1,70	6,46	1,10	16,28	2,77	2100	5880
	ECO	14,58	0,62	26,18	1,11	0	0,00		23 620
Total	PAP		21,25		15,88		23,41		
	ECO		7,37		9,81		2,75		
janeiro	PAP	13,36	2,27	6,16	1,05	16,52	2,81	2100	5880
	ECO	15,34	0,65	19,2	0,81	0	0,00		23590,5
fevereiro	PAP	11,58	1,97	12,1	2,06	10,62	1,81	2100	5880
	ECO	8,58	0,36	21,62	0,92	4,58	0,19		23590,5
março	PAP	11,24	1,91	14,06	2,39	10,9	1,85	2100	5880
	ECO	17,48	0,74	20,12	0,85	5,02	0,21		23590,5
abril	PAP	16,42	2,79	12,38	2,11	10,42	1,77	2100	5880
	ECO	16,72	0,71	24,52	1,04	0	0,00		23590,5
maio	PAP	12,26	2,09	5,88	1,00	13,1	2,23	2100	5880
	ECO	16,22	0,69	23,26	0,99	0	0,00		23590,5
junho	PAP	11,56	1,97	12,9	2,19	14,12	2,40	2100	5880
	ECO	13,58	0,58	22,38	0,95	0	0,00		23590,5
julho	PAP	13,42	2,28	8,88	1,51	13,36	2,27	2100	5880
	ECO	14,42	0,61	18,96	0,80	0	0,00		23590,5
agosto	PAP	10,66	1,81	5,68	0,97	14,74	2,51	2100	5880

	ECO	11,82	0,50	23,18	0,98	0	0,00		23590,5
setembro	PAP	11,34	1,93	11,82	2,01	26,24	4,46	2100	5880
	ECO	17,82	0,76	22,96	0,97	0	0,00		23590,5
outubro	PAP	10,56	1,80	8,14	1,38	11,14	1,89	2100	5880
	ECO	11,04	0,47	21,98	0,93	0	0,00		23590,5
novembro	PAP	11,08	1,88	10,62	1,81	10,4	1,77	2100	5880
	ECO	13,8	0,58	20,54	0,87	0	0,00		23590,5
dezembro	PAP	13,66	2,32	9,4	1,60	10,06	1,71	2100	5880
	ECO	17,66	0,75	23,3	0,99	0	0,00		23590,5
Total	PAP		25,02		20,07		27,49		
	ECO		7,40		11,11		0,41		

Fontes: Câmara Municipal de Espinho, INE (2021c) e cálculos próprios.