



NOVA

NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DO AMBIENTE

DANIEL FERREIRA FORJAZ

Licenciado em Engenharia do Ambiente

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO E
COMPOSIÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS URBANOS E
FATORES SOCIOECONÓMICOS EM PORTUGAL

MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Universidade NOVA de Lisboa

Outubro, 2021

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS URBANOS E FATORES SOCIOECONÓMICOS EM PORTUGAL

DANIEL FERREIRA FORJAZ

Licenciado em Engenharia do Ambiente

Orientadora: Maria da Graça Madeira Martinho, Prof^a Associada
com Agregação, NOVA School of Science and Te-
chnology

Júri:

Presidente: Ana Isabel Espinha da Silveira, Prof^a Auxiliar, NOVA School
of Science and Technology

Arguente: Artur João Lopes Cabeças, Prof. Auxiliar Convidado Apo-
sentado, NOVA School of Science and Technology

Vogal: Maria da Graça Madeira Martinho, Prof^a Associada com
Agregação, NOVA School of Science and Technology

MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Universidade NOVA de Lisboa
Outubro, 2021

Análise da Relação Entre a Produção e Composição Física dos Resíduos Urbanos e Fatores Socioeconómicos em Portugal

Copyright © DANIEL FERREIRA FORJAZ, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, professora Maria da Graça Madeira Martinho, pela oportunidade de realizar este trabalho na área que tanto aprecio, que são os resíduos, por todo apoio durante o estudo, todos os conhecimentos e aprendizados adquiridos.

Ao professor Sebastião de Amorim, pelo seu apoio, ensinamentos e dedicação a este trabalho.

À minha família, por sempre apoiar e confiar em minhas escolhas e caminhos.

RESUMO

A população mundial passa por intenso crescimento nas décadas recentes, o que tem mudado o meio de vida para cada vez mais urbano, que influencia também o aumento da geração de resíduos em massa e na diversidade de produtos, a gerar maior complexidade para recolha e tratamento, na maioria das vezes a resultar em maior impacto ao meio ambiente. Um dos maiores desafios da atualidade, e considerada como prioridade global, é a gestão sustentável dos resíduos urbanos, que passa por constantes atualizações e inovações. A União Europeia é uma das pioneiras na politização dos resíduos, e que constantemente produz e reforça metas e objetivos para seus países membros.

Dentro deste quadro, Portugal vem evoluindo constantemente nestes requisitos ao longo dos anos, porém o início foi pouco expressivo e sua evolução gradual e lenta, de forma a não alcançar algumas das metas e objetivos estipulados para gestão de resíduos nos anos recentes. Este trabalho vem, de forma inovadora no país, analisar as relações entre a produção e a composição física dos resíduos urbanos nos municípios portugueses, e as relacionar às características socioeconómicas e sociodemográficas das respetivas populações.

O trabalho passa por enquadrar a situação portuguesa referente a legislação vigente, a organização dos resíduos urbanos no país, composição física, análise dos fatores socioeconómicos e sociodemográficos por correlações e regressão linear múltipla, avaliar as taxas de recolha seletiva e analisar os municípios com resultados positivos.

O trabalho tem por fim a intenção de criar base científica de dados e informação, para monitorização destes, a compreender os pontos positivos, negativos e pormenores, para auxiliar o melhor desempenho dos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos e dos municípios, nomeadamente promover possíveis medidas adicionais de correção e melhoria do processo, seja por meio de campanhas de comunicação e conscientização da população, seja por meio de novas medidas de carácter técnico e económico, através de investimentos em estruturas ou inovações e tecnologia, a auxiliar para o alcance das metas e objetivos na gestão dos resíduos urbanos no país.

Palavas chave: Resíduos urbanos, recolha seletiva, composição física, Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU), metas.

ABSTRACT

The world population has undergone intense growth in recent decades, which has changed the way of life to increasingly urban, which also influences the increase in mass waste generation and the diversity of products, generating greater complexity for collection and treatment, most often resulting in greater impact on the environment. One of the biggest challenges today, and considered a global priority, is the sustainable management of urban waste, which goes under constant updates and innovations. The European Community is one of the pioneers in the politicization of waste, and it constantly produces and reinforces goals and objectives for its member countries.

Within this framework, Portugal has been constantly evolving in these requirements over the years, but the beginning was not expressive, and its development was gradual and slow, not to be able to achieve some of the goals and objectives stipulated for waste management in the recent years. This work comes, in an innovative way in the country, to analyze the relationships between the production and physical composition of urban waste in portuguese municipalities, and to relate them to the socioeconomic and sociodemographic characteristics of the respective populations.

The work involves framing the Portuguese situation regarding current legislation, the organization of urban waste in the country, physical composition, analyzing socioeconomic and sociodemographic factors by correlations and multiple linear regression, evaluating selective collection rates and analyzing municipalities with positive results.

The purpose of the work is to create a scientific database of data and information, to monitor these, to understand the positives, negatives and details, to help improve the performance of the Municipal and Municipal Waste Management Systems, namely to promote possible additional measures to correct and improve the process, either through communication and awareness campaigns among the population, through new technical and economic measures, through investments in structures or innovations and technology, to help the achievement of goals and objectives in urban waste management in the country.

Keywords: Urban waste, recyclable collection, physical composition, Urban Waste Management Systems, goals.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA.....	VIII
AGRADECIMENTOS	X
RESUMO.....	XII
ABSTRACT	XIV
ÍNDICE.....	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS	XX
ÍNDICE DE TABELAS	XXIV
LISTA DE ABREVIATURAS	XXVI
1. INTRODUÇÃO.....	27
1.1. RELEVÂNCIA DO TEMA.....	27
1.2. OBJETIVOS.....	29
1.3. METODOLOGIA GERAL	29
1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	30
2. REVISÃO DE LITERATURA	31
2.1. POLÍTICA E LEGISLAÇÃO APLICÁVEIS AOS RESÍDUOS URBANOS.....	31
2.2. ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DOS RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL.....	36
2.3. EVOLUÇÃO DAS QUANTIDADES E CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS URBANOS	39
2.4. FATORES SOCIOECONÓMICOS QUE INFLUENCIAM A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS URBANOS	43
2.5. MODELOS DE ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE FATORES SOCIOECONÓMICOS E A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS URBANOS	47
3. METODOLOGIA.....	51
3.1. SELEÇÃO DOS FATORES.....	51
3.2. FONTES DE INFORMAÇÃO.....	52
3.3. TRATAMENTO DOS RESULTADOS.....	53
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	55
4.1. A RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS URBANOS E OS FATORES SOCIOECONÓMICOS E SOCIODEMOGRÁFICOS SELECIONADOS.....	55
4.2. MUNICÍPIOS QUE APRESENTAM GRANDES VARIAÇÕES TEMPORAIS DA TAXA DE RECOLHA SELETIVA	69

5.	CONCLUSÕES	73
5.1.	SÍNTESE CONCLUSIVA.....	73
5.2.	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	76
5.3.	LINHAS PARA PESQUISAS FUTURAS.....	77
6.	BIBLIOGRAFIA	79
7.	ANEXOS	85

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - GERAÇÃO DE RESÍDUOS POR HABITANTE E RECICLAGEM EM 2019 (ADAPTADO DE OECD (2019) E STATISTA (2019)). *CANADÁ E EUA: DADOS DE 2018.	28
FIGURA 2.1 - DISTRIBUIÇÃO DOS SGRU EM PORTUGAL CONTINENTAL (RARU, 2019).....	38
FIGURA 2.2 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO TOTAL DE RU (T) E DA CAPITAÇÃO DIÁRIA DE RU (KG/HAB.DIA) EM PORTUGAL CONTINENTAL (ADAPTADO DE APA, 2019; RARU, 2019).....	40
FIGURA 2.3 - CAPITAÇÃO DE RU POR SGRU EM 2019 (ADAPTADO DE PORDATA, 2020).....	40
FIGURA 2.4 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RU PRODUZIDOS EM PORTUGAL CONTINENTAL EM 2019 (ADAPTADO DE APA, 2020).....	41
FIGURA 2.5 - RECOLHA DE RU TOTAL E SELETIVA EM PORTUGAL (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).	42
FIGURA 2.6 - DESTINO DOS RU EM PORTUGAL CONTINENTAL EM 2019 (ADAPTADO DE APA, 2020).....	42
FIGURA 2.7 - DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS EM PORTUGAL CONTINENTAL EM 2019 (ADAPTADO DE APA, 2020).....	43
FIGURA 4.1 - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE PORTUGAL EM 2019 (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).....	57
FIGURA 4.2 - DENSIDADE DEMOGRÁFICA DA POPULAÇÃO DOS MUNICÍPIOS NO MAPA DE PORTUGAL EM 2019 (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).	58
FIGURA 4.3 - A URBANIZAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE PORTUGAL EM 2019 (ADAPTADO DE RASARP, 2020)...	59
FIGURA 4.4 - A DISTRIBUIÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO PAÍS EM RELAÇÃO ÀS QUANTIDADES <i>PER CAPITA</i> DE RESÍDUOS URBANOS TOTAIS RECOLHIDOS EM 2019 (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).	60
FIGURA 4.5 - A DISTRIBUIÇÃO DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO À RECOLHA DE RESÍDUOS URBANOS TOTAIS EM 2019, ATÉ 200 MIL HABITANTES (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).	60
FIGURA 4.6 - A DISTRIBUIÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO PAÍS EM RELAÇÃO A TAXA DE RECOLHA SELETIVA EM 2019 (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).	61
FIGURA 4.7 - A DISTRIBUIÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO PAÍS EM RELAÇÃO A TAXA DE RECOLHA SELETIVA EM 2019, EM MUNICÍPIOS DE ATÉ 200 MIL HABITANTES (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).....	61
FIGURA 4.8 - AS RELAÇÕES ENTRE AS RECOLHAS E A POPULAÇÃO, E A RELAÇÃO ENTRE AS RECOLHAS TOTAL E SELETIVA EM PORTUGAL NO ANO DE 2019 EM PORCENTAGEM (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).	62
FIGURA 4.9 - A RECOLHA TOTAL DE RU EM RELAÇÃO A TAXA DE RECOLHA SELETIVA NOS MUNICÍPIOS DE PORTUGAL EM 2019 (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).....	63
FIGURA 4.10 - A DISTRIBUIÇÃO DA RECOLHA TOTAL <i>PER CAPITA</i> DE RU NOS MUNICÍPIOS DE PORTUGAL EM 2019 (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).....	64
FIGURA 4.11 - A POPULAÇÃO, PODER DE COMPRA E AS RECOLHAS DE RU NOS MUNICÍPIOS DE PORTUGAL (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).	65
FIGURA 4.12 - A DISTRIBUIÇÃO DO PODER DE COMPRA NOS MUNICÍPIOS DE PORTUGAL EM 2017 (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).....	66

FIGURA 4.13 - A DISTRIBUIÇÃO E EVOLUÇÃO DA TAXA DE RECOLHA SELETIVA NOS MUNICÍPIOS DE PORTUGAL
NOS ANOS DE 2002, 2010 E 2019 (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).72

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 2.1 - INFRAESTRUTURAS DE GESTÃO DE RU EM 2019 (ADAPTADO DE RARU, 2019).....	38
TABELA 3.1 - VARIÁVEIS DEPENDENTES UTILIZADAS (ADAPTADO DE PORDATA, 2019).	51
TABELA 3.2 - VARIÁVEIS INDEPENDENTES INDIVIDUAIS (ADAPTADO DE PORDATA, 2019).	51
TABELA 3.3 - VARIÁVEIS INDEPENDENTES SITUACIONAIS (ADAPTADO DE PORDATA, 2019; DESPACHO N.º 8376-C/2015; RASARP, 2020).	52
TABELA 4.1 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS ESTATÍSTICAS DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES UTILIZADAS (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).....	55
TABELA 4.2 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS ESTATÍSTICAS DOS FATORES SOCIOECONÓMICOS E SOCIODEMOGRÁFICOS EM PORTUGAL NO ANO DE 2019 (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).....	56
TABELA 4.3 - A URBANIZAÇÃO E OUTROS FATORES NO PAÍS EM 2019 (ADAPTADO DE PORDATA, 2021; DESPACHO N.º 8376-C/2015; RASARP, 2020).	58
TABELA 4.4 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA AJUSTADO PARA RECOLHA TOTAL DE RU (AUTOR, 2021).	67
TABELA 4.5 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA AJUSTADO PARA RECOLHA SELETIVA DE RU (AUTOR, 2021).....	68
TABELA 4.6 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA AJUSTADO PARA TAXA DE RECOLHA SELETIVA DE RU (AUTOR, 2021).....	68
TABELA 4.7 - VALORES DE R ² E R ² AJUSTADO PARA OS MODELOS CALIBRADOS UTILIZADOS (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).....	69
TABELA 4.8 - MUNICÍPIOS COM ALTERAÇÕES SIGNIFICATIVAS NA TAXA DE RECOLHA SELETIVA DE RU NOS ANOS RECENTES (ADAPTADO DE PORDATA, 2021).....	69
TABELA 4.9 - TAXA DE HABITAÇÕES ATENDIDAS PELA RECOLHA SELETIVA DE RESÍDUOS EM ALGUNS MUNICÍPIOS DE PORTUGAL EM 2017 E 2019 (ERSAR, 2017 E 2019).....	70
TABELA 6.1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA NÃO AJUSTADOS (AUTOR, 2021).	85
TABELA 6.2 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA AJUSTADOS (AUTOR, 2021).....	86

LISTA DE ABREVIATURAS

AMU - Áreas Medianamente Urbanas
APR - Áreas Predominantemente Rurais
APU - Áreas Predominantemente Urbanas
CAOP - Carta Administrativa Oficial de Portugal
CDR - Combustível Derivado de Resíduos
DQR - Diretiva Quadro dos Resíduos
EG - Entidade Gestora
EUA - Estados Unidos da América
ERSAR - Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
GEE - Gases de Efeito Estufa
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
INE - Instituto Nacional de Estatísticas
LER - Lista Europeia de Resíduos
PERSU - Plano Estratégico para Resíduos Sólidos Urbanos
PIB - Produto Interno Bruto
PNGR - Plano Nacional de Gestão de Resíduos
RAP - Responsabilidade Alargada do Produtos
RASARP - Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal
RGGR - Regime Geral da Gestão de Resíduos
RS - Recolha Seletiva
RU - Resíduos Urbanos
RUB - Resíduo Urbano Biodegradável
OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico
SGRU - Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos
SIGRE - Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens
STR - Sistemas de Tratamento de Resíduos
UE - União Europeia
VAB - Valor Acrescentado Bruto

1.1. Relevância do tema

Nas décadas recentes a população do planeta cresceu e passa por um processo de urbanização intenso, com mudança de hábitos e características de consumo. Conforme Gonçalves (2003), essa expansão da população urbana originou uma maior extração e uso de recursos naturais para a produção e consumo, de forma a suprir as necessidades individuais e coletivas da população, contribuindo também para uma maior geração de resíduos, provenientes das diversas atividades exercidas.

A extração dos recursos naturais para a produção dos bens de consumo encontra-se acima da capacidade suporte do planeta (Agenda 21, 1992). A sociedade atual tem se demonstrado ineficiente no que se diz respeito ao reaproveitamento de resíduos, sendo que grande parte dos produtos não são reutilizados ou recuperados, e que acabam por causar impactos ambientais muitas vezes nocivos (PERSU 2020+, 2018).

Um dos maiores desafios do século XXI é reduzir os milhões de toneladas de resíduos que nossa civilização produz diariamente. Existe um consenso de que a geração excessiva de resíduos afeta de forma adversa a sustentabilidade urbana e que a sua redução depende de mudanças nos padrões de produção, consumo e comportamento da sociedade (Agenda 21, 1992).

Os resíduos urbanos (RU) são considerados prioridade de gestão global por conta principalmente da sua quantidade e distribuição nos territórios (PERSU 2020+, 2018). Uma gestão ineficiente dos RU compromete diretamente a sustentabilidade do planeta, que tem como consequência o aquecimento global através das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e a escassez de recursos naturais (Herva et al., 2014).

O modo de vida urbano produz uma diversidade cada vez maior de produtos e de resíduos que exigem sistemas de coleta e tratamento diferenciados após o seu uso e uma destinação ambientalmente segura (Ribeiro e Besen, 2011).

É tendência em países desenvolvidos uma maior geração de resíduos *per capita*, assim como o aumento da fração de materiais recicláveis dentro deste total, quando comparado a outros países. Além disso, países desenvolvidos criam sistemas de gestão de resíduos mais

eficientes, com coleta e tratamento adequados, em contraposição a países em vias de desenvolvimento (WASTE ATLAS, 2013). A Figura 1.1 indica os principais países que contribuem para geração de resíduos urbanos (RU) por habitante e a respetiva reciclagem.

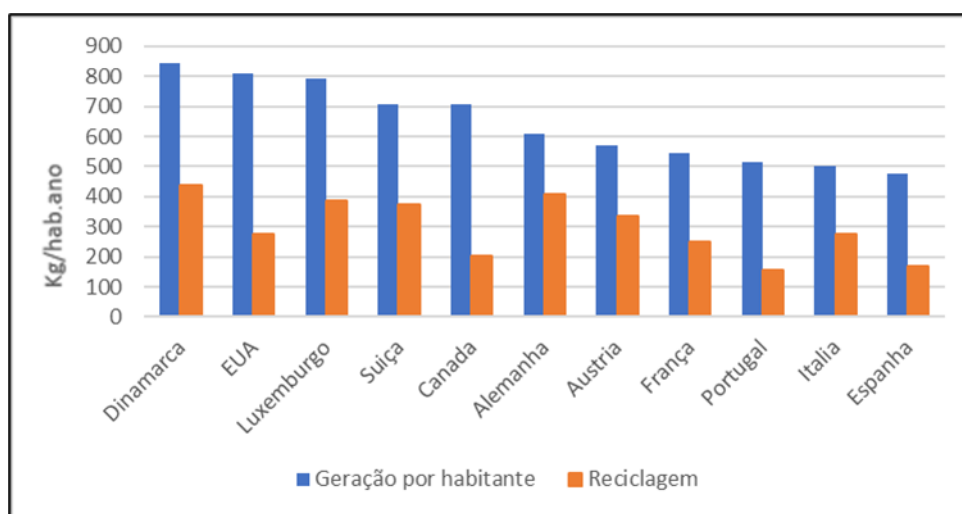


Figura 1.1 - Geração de resíduos por habitante e reciclagem em 2019 (Adaptado de OECD (2019) e Statista (2019)). *Canadá e EUA: dados de 2018.

O gráfico da Figura 1.1 permite constatar que Portugal não tem alta geração de RU por habitante em relação aos países com maior geração *per capita* da União Europeia (UE), apesar de estar acima da média do continente. No que se refere a taxa de reciclagem, Portugal reciclou 30% de seus RU em 2019, enquanto a Espanha 35%, França 46%, Itália 55%, e a Alemanha, com a maior taxa de reciclagem entre os comparados, de 67% (OECD, 2019).

Ao longo das décadas recentes Portugal vem a aumentar gradativamente a geração de RU por habitante, atingindo uma média de 513 kg/hab no ano de 2019 (Pordata, 2021). Já a proporção dos RU que tiveram como destino a preparação para reutilização e reciclagem, no ano de 2019, foi de 41%, segundo o Pordata (2021), o que está abaixo da meta de 50% estipulada para 2020, segundo o PERSU (2020).

No PERSU 2020+ (2018) é ressaltada a importância da gestão dos resíduos urbanos ser integrada em todas as esferas para transição a economia circular, a fim de promover a reutilização e valorização dos recursos e produtos, assim como diminuir os desperdícios alimentares, aumentar a fração de recicláveis na recolha seletiva, diminuir a fração de restos, diminuir a deposição em aterros utilizando a valorização energética, e desta forma, reduzir o consumo de combustíveis fósseis. O plano ainda evidencia que fatores tem de ser reavaliados face as orientações comunitárias propostas nas novas diretivas, como a fraca participação do cidadão na recolha seletiva, a separação incorreta ou deposição indevida de embalagens e resíduos de embalagens, a presença de contaminantes na linha de triagem, ineficiências no processo ou baixo desempenho das operações. O plano estabelece objetivos e metas ambiciosas para gestão de resíduos urbanos para UE, como a geração e retoma de resíduos recicláveis, evidenciando ainda mais a importância do tema deste trabalho.

O setor dos resíduos atualmente contribui com a economia do país através de metas, impostos, trabalho e contribuições com o meio ambiente. Os dados mais recentes encontrados mostram que em 2014 o setor dos resíduos gerou um volume de negócios que rondou 1,5 mil

milhões de euros, tendo contribuído com o Valor Acrescentado Bruto (VAB) superior a 450 milhões de euros, que correspondeu a 0,6% do total do país para aquele ano (INE, 2016). Estes números correspondem a 0,5% do pessoal total ao serviço no país, cerca de 14 mil pessoas, que distribuídas pelo número de empresas, empregam quase 3 vezes mais trabalhadores por unidade quando comparado com a média total das sociedades não financeiras (INE, 2016).

Ao analisar o binómio resíduos e populações, aspetos sociais ficam claros em relação à produção e reciclagem. Países em desenvolvimento exibem taxas de reciclagem altas apenas no setor informal, ao contrário dos países desenvolvidos (Vieira e Matheus, 2018; Scheinberg et al. 2010; Gupta et al. 2015). Existe uma série de fatores socioeconómicos e sociodemográficos que podem ser utilizados para analisar o comportamento da população em relação a geração de resíduos (Rybova, 2019). A quantificação da geração de RU e as características de sua composição são essenciais para planejar e desenhar sistemas de gestão de resíduos eficazes em qualquer região (Gidakos et al., 2006, Khan et al. 2016).

Diversos autores corroboram a existência da relação entre geração de RU, recicláveis e fatores socioeconómicos da população que os produz, como Rybova (2019), Beigl et al. (2004), Hage e Soderholm (2008), Sterner e Bartelings (1999), Khan et al. (2016), Vieira e Matheus (2018), Johnstone et al. (2004), Terry (2002), Sidique et al. (2010), Jenkins et al. (2013), Gaeta et al. (2017), entre outros.

A análise das possíveis relações entre as quantidades e características dos RU produzidos, recolhidos nos municípios portugueses e as características sociodemográficas das respectivas populações, pode fornecer informação útil, de base científica, para melhorar o desempenho dos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) e dos Municípios, nomeadamente promover medidas adicionais de correção e melhoria do processo, seja por meio de campanhas de comunicação e conscientização da população, por meio de novas medidas de caráter técnico e económico, ou através de investimentos em estruturas ou inovações e tecnologia, para auxiliar o cumprimento das metas vinculativas e desafios futuros da gestão dos resíduos urbanos no país.

1.2. Objetivos

A presente dissertação tem como objetivo avaliar as possíveis relações estatísticas entre a produção e a taxa de recolha seletiva de resíduos urbanos e os fatores socioeconómicos e sociodemográficos, para o conjunto dos municípios portugueses.

1.3. Metodologia geral

Em termos metodológicos, o trabalho estruturou-se nas seguintes fases:

1. Pesquisa bibliográfica – aborda os principais tópicos da dissertação, nomeadamente: a política e legislação comunitária e nacional sobre gestão de RU; organização e gestão dos RU em Portugal; evolução das quantidades e características dos RU; fatores que influenciam a produção e composição dos RU; levantamento de estudos semelhantes realizados por outros autores noutros países;

2. Levantamento da informação – os dados referentes as recolhas de RU nos diferentes municípios foram disponibilizados pelo portal Pordata, assim como os fatores de caráter individual. Já os fatores de caráter situacional foram obtidos através de relatórios e decretos.

3. Tratamento dos resultados – com a informação e dados recolhidos na fase anterior, foi realizado o tratamento estatístico para se avaliar a relação entre a recolha de RU, a taxa de recolha seletiva e os fatores sociodemográficos selecionados;

4. Análise e discussão dos resultados – esta fase foi dedicada à interpretação dos resultados obtidos na fase anterior e sua comparação com outras investigações semelhantes, realizadas noutros países.

5. Conclusões e redação final da dissertação.

1.4. Organização da dissertação

Esta dissertação de mestrado está dividida em cinco capítulos principais, referências bibliográficas e os anexos. O primeiro capítulo aborda a introdução ao tema, descrevendo a relevância, problemática e justificativa, os objetivos, a metodologia geral e a organização da dissertação.

O capítulo 2 corresponde à revisão de literatura, a qual constituiu apoio fundamental para compreensão da dimensão do tema e seus pormenores, que teve enfoque na política e legislação aplicáveis aos RU, a organização e gestão dos RU em Portugal, o comportamento dos RU no que se diz respeito a evolução características, os fatores socioeconómicos que influenciam a produção e composição física dos RU e modelos e análises de outros autores sobre as relações entre fatores socioeconómicos e a composição física dos RU.

O capítulo 3 descreve a metodologia utilizada e desenvolvida na presente dissertação, que aborda a seleção dos fatores a analisar no estudo, as fontes de informação e dados, e o tratamento estatístico dos resultados.

O capítulo 4 apresenta a análise e discussão dos resultados, em que no primeiro subcapítulo foi analisado a relação entre os RU e os fatores socioeconómicos e sociodemográficos utilizados, e no segundo, os municípios que apresentam grandes variações temporais da taxa de recolha seletiva.

O capítulo 5 é dedicado à conclusão, inclui uma síntese conclusiva, as principais limitações do estudo e as possíveis linhas de pesquisa e desenvolvimentos para futuros trabalhos de investigação no âmbito dos RU em Portugal.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Política e legislação aplicáveis aos resíduos urbanos

No que se diz respeito aos RU, a legislação portuguesa tem sido alterada ao longo dos últimos anos em grande parte devido às políticas de resíduos da UE, que vai impondo aos Estados-membros a adaptação da sua legislação nacional aos novos objetivos e metas que resultam das revisões das diretivas, como a Diretiva Quadro dos Resíduos (DQR) e a Diretiva de Embalagens, ou às políticas e estratégias, como por exemplo o Pacote da Economia Circular (Comissão Europeia, 2016). Estas alterações são depois refletidas no normativo português do setor dos resíduos, bem como nos instrumentos de planeamento, designadamente o Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR) e o Plano Estratégico para a Gestão dos Resíduos Urbanos (PERSU).

Os parágrafos a seguir apresentam um resumo da principal legislação europeia e nacional, aplicável mais diretamente à gestão dos RU e dos planos PNGR e PERSU, em vigor.

Diretiva 94/62/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de dezembro, relativa a embalagens e resíduos de embalagens, alterada pela Diretiva 2004/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de fevereiro, e pela Diretiva (EU) 2018/852 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio

A Diretiva das Embalagens estabelece princípios fundamentais de reutilização e reciclagem de embalagens, bem como objetivos para a gestão de embalagens e resíduos de embalagens, como a prioridade em medidas de prevenção da produção e a criação de mecanismos de retorno das embalagens usadas. (Comissão Europeia, 1994).

A Diretiva estabelece o uso de instrumentos económicos para o cumprimento dos objetivos, como as metas para valorização e reciclagem dos resíduos de embalagem, tendo em vista a reciclagem total de 55%, 65% e 70% para os anos de 2020, 2025 e 2030, respetivamente. A diretiva também estipula metas específicas nos mesmos anos para o plástico, madeira, metais ferrosos, alumínio, vidro e papel/cartão.

Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro (Diretiva-Quadro dos Resíduos), alterada pela Diretiva 2018/851, relativa aos resíduos

A DQR impõe obrigações e responsabilidades aos Estados-Membros para que procedam às melhores práticas de gestão em relação aos resíduos e definam planos de gestão para os mesmos em seus territórios, estabelece o enquadramento legal para o tratamento dos resíduos, define conceitos chave no âmbito da gestão dos resíduos e os princípios. Fica estipulado que se “estabeleçam medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, prevenindo ou reduzindo os impactos adversos decorrentes da geração e gestão de resíduos, diminuindo os impactos gerados da utilização dos recursos e melhorando a eficiência dessa utilização” (Diretiva n.º 2008/CE).

A Diretiva distingue e define conceitos importantes como resíduo e subproduto, eliminação e valorização. Estabelece também estratégias para prevenção de resíduos baseada no ciclo de vida dos produtos e materiais, define o princípio do poluidor pagador, o princípio da responsabilidade alargada, estabelece também objetivos e metas para preparação para reutilização e reciclagem de resíduos domésticos, e incentiva os Estados-Membros a realizarem a coleta seletiva dos biorresíduos, para valorização.

Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, que alterou o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos (“Unilex”), o regime jurídico da avaliação de impacto ambiental e o Decreto-Lei n.º 42ª/2016, de agosto, que criou o Fundo Ambiental

O Decreto-Lei veio transpor para ordem jurídica as seguintes diretivas: Diretiva (UE) 2018/849, do parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018 (relativa as pilhas e acumuladores e seus resíduos); a Diretiva (UE) 2018/850, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018 (deposição de resíduos em aterros); a Diretiva (UE) 2018/851, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018 (embalagens e resíduos de embalagens).

Em relação ao novo Regime Geral da Gestão dos Resíduos, como principais novidades estão:

- Alargamento significativo do elenco de contraordenações ambientais leves, graves e muito graves;
- Nova definição de resíduos urbanos: não leva mais em consideração a quantidade por produtos, a associar agora o seu âmbito, não apenas a Lista Europeia de Resíduos (LER), mas também sua origem, quantidade, natureza e tipologia;
- Novas obrigações relativas à recolha seletiva dos resíduos perigosos produzidos em habitações e de resíduos têxteis, e principalmente, visando assegurar a recolha seletiva de biorresíduos;
- Novas normas relativas a prevenção de produção de resíduos, impondo objetivos e metas mais exigentes ao nível de produção de RU e redução da produção de resíduos alimentares, a fim de combater o desperdício alimentar;
- A revisão do regime da taxa de gestão de resíduos, no que se refere à sua estrutura e incidência, com vista a penalizar as operações de tratamento menos nobres na hierarquia dos resíduos;

- Adoção de novas metas mais exigentes, para os horizontes temporários de 2025 e de 2030.

Em relação ao Novo Regime jurídico da Deposição de Resíduos em Aterro, este apresenta as seguintes mudanças:

- Proibição a partir de 2030 do envio para aterro de quaisquer resíduos suscetíveis de reciclagem ou valorização;
- Proibição de deposição de resíduos em aterro que tenham sido objeto de recolha seletiva para efeitos de preparação para reutilização e reciclagem;
- Fixação de novas metas para a redução da eliminação de resíduos por deposição em aterro;
- Obrigação de desvio de aterro de biorresíduos;
- Alargamento das competências das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional em matéria de licenciamento de aterros;
- Admissão da possibilidade de valorização de resíduos previamente depositados em aterro através de operações de mineração de aterro.

O Unilex foi objeto de diversas alterações, tendo como principais:

- Alargamento do elenco de contraordenações ambientais leves, graves e muito graves;
- Integração das novas metas europeias de reciclagem de embalagens, por tipo de material;
- Fomento da reutilização, da reciclagem e de outras formas de valorização de resíduos de embalagens;
- Fixação de novas normas que regulam a marcação das embalagens;
- Regulamentação de procedimentos e responsabilidades das indústrias e sectores económicos com especial enfoque na reutilização de embalagens.

Em relação à prevenção e à redução da produção de resíduos, os principais objetivos e metas são:

- i. Redução da quantidade de RU produzidos por habitante face aos valores de 2019:
 - a. Em 2025 reduzir em 5%;
 - b. Em 2030 reduzir em 15%.
- ii. Redução da quantidade de resíduos alimentares nos estabelecimentos de restauração coletiva e comercial e nas cadeias de produção e de abastecimento, incluindo as indústrias agroalimentares, as empresas de catering, os supermercados e os hipermercados, face aos valores de 2020:
 - a. Em 2025 reduzir em 25%;
 - b. Em 2030 reduzir em 50%.
- iii. Redução da quantidade de resíduos não urbanos por unidade de produto interno bruto (PIB), em particular no setor de construção civil e obras públicas, face aos valores de 2018:
 - a. Em 2025 reduzir em 5%;

- b. Em 2030 reduzir em 10%.

Em relação às metas para preparação para reutilização, reciclagem e valorização, este vem a estabelecer:

- a) A partir de 1 de julho de 2021:
 - i. Aumento mínimo global para 50%, em peso, relativamente à preparação para a reutilização e reciclagem de RU;
 - ii. Aumento mínimo para 70%, em peso, relativamente à preparação para a reutilização, à reciclagem e outras formas de valorização material.
- b) Até 2025, aumento mínimo para 55%, em peso, da preparação para reutilização e da reciclagem de RU, em que, pelo menos, 5% é resultante da preparação para reutilização de têxteis, equipamentos elétricos e eletrônicos, móveis e outros resíduos adequados para efeito de preparação para reutilização;
- c) Até 2030, aumento mínimo para 60%, em peso, da preparação para reutilização e da reciclagem de RU, em que, pelo menos, 10% é resultante da preparação para reutilização de têxteis, equipamentos elétricos e eletrônicos, móveis e outros resíduos adequados para efeito de preparação para reutilização;
- d) Até 2035, aumento mínimo para 65%, em peso, da preparação para reutilização e da reciclagem de RU, em que, pelo menos, 15% é resultante da preparação para reutilização de têxteis, equipamentos elétricos e eletrônicos, móveis e outros resíduos adequados para efeito de preparação para reutilização.

Em relação aos biorresíduos, as principais medidas de gestão estipuladas são:

Relativamente aos biorresíduos provenientes de restauração e industrial, seus produtores devem separá-los na origem, recorrendo aos meios disponibilizados pelas entidades responsáveis, sem os misturar com outros resíduos, de acordo com o cronograma:

- a) Até 31 de dezembro de 2022, no caso de entidades que produzam mais de 25t/ano de biorresíduos;
- b) Até 31 de dezembro de 2023, nos restantes casos.

As entidades responsáveis pelo sistema municipal de gestão de RU disponibilizarão até 1 de janeiro de 2025 uma rede de recolha seletiva para os seguintes resíduos:

- a) Resíduos têxteis;
- b) Resíduos volumosos, incluindo colchões e mobiliário;
- c) Resíduos perigosos;
- d) Óleos alimentares usados;
- e) Resíduos de construção e demolição resultantes de pequenas reparações e obras de bricolage em habitações;

Em relação à recolha de resíduos, segundo o artigo 3, n.º 1, x), esta consiste na "coleta de resíduos, incluindo a triagem e a armazenagem preliminares dos resíduos, para fins de transporte para uma instalação de tratamento de resíduos". Esta é operacionalizada através de uma rede, integrada por pontos de recolha e centros de recolha. Cabe às entidades responsáveis pelo sistema de gestão de RU operacionalizar a recolha seletiva de, pelo menos, os seguintes resíduos:

- a) Papel, metais, plásticos e vidro;

- b) Biorresíduos, até 31 de dezembro de 2023;
- c) Têxteis, até 1 de janeiro de 2025;
- d) Óleos alimentares usados;
- e) Resíduos perigosos, até 1 de janeiro de 2025;
- f) Resíduos de mobiliário e outros volumosos, até 1 de janeiro de 2025;
- g) Resíduos de construção e demolição resultantes de pequenas reparações e obras de bricolage em habitações.

O atual decreto-lei revogou também inúmeros diplomas em matéria de resíduos, incluindo diversas portarias que regulamentavam a legislação ambiental.

Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR) 2014-2020

O PNGR é o instrumento essencial para o planeamento nacional da política de resíduos, a fornecer linhas de orientação de acordo com a estratégia interna, com o objetivo principal de garantir a proteção do ambiente e desenvolvimento do país, tende como objetivos estratégicos a promoção da eficiência da utilização de recursos naturais na economia e a prevenção ou redução dos impactos causados pela produção e gestão de resíduos. O plano promove a prevenção e gestão de resíduos baseados no ciclo de vida dos produtos, cumprindo os princípios presentes na legislação comunitária e nacional (PNGR, 2014).

Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU 2020) 2014-2020 e PERSU 2020+

O PERSU 2020 foi aprovado em setembro de 2014, abrange os RU cuja gestão é de responsabilidade dos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU), na forma de assegurar o cumprimento dos objetivos e metas nacionais, e no cumprimento de objetivos referentes a prevenção, reciclagem e valorização dos resíduos (PERSU 2020+, 2018).

No plano ficou definido a visão, os objetivos, metas globais, metas específicas por cada Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU), e as medidas a implementar no quadro da gestão de RU no período de 2014-2020, incluindo a estratégia para execução. Este visa a gestão dos resíduos em forma de continuidade ao ciclo de vida dos materiais, em abordagem de economia circular, a minimizar consumos de matéria-prima, e a reduzir a pressão no ambiente. O plano aposta na maior eficiência na utilização dos recursos primários e secundários, a eliminação progressiva de deposição direta de RU em aterro, na informação para os cidadãos, esta com vista a facilitar a redução da produção de RU, e sua separação, ressaltando a reciclagem (PERSU 2020, 2014).

O cumprimento dos objetivos para os SGRU visa assegurar as metas de reciclagem e preparação para reutilização de resíduos em Portugal continental em 2020, como diminuir a produção de RU por habitante em 10% em peso face valor de 2012, o aumento mínimo global para 50% em peso de preparação para reutilização e reciclagem, a reciclagem de no mínimo 70% em peso para resíduos de embalagens, e a redução para 35% da quantidade total em peso da deposição de RUB em aterro (PERSU 2020, 2014).

Após a elaboração do “Relatório de Avaliação de 2017 do PERSU 2020”, embora reconhecendo a evolução positiva do plano, foi concluído que a tendência de aproximação às metas era insuficiente para alcançar os objetivos estabelecidos para 2020, e foi apontado a necessidade de ajustar a estratégia nacional para os resíduos (PERSU 2020+, 2018).

Decorrente aos resultados atingidos no período de vigência do PERSU 2020, e das revisões realizadas a diretivas europeias, foi constatada necessidade de alterar a estratégia seguida a fim de aproximar o país aos objetivos estipulados. Para tal foi elaborado o atual PERSU 2020+, que é fundamentado nos novos desafios da gestão de RU associados a aprovação do “Pacote de Economia Circular”, em junho de 2018, e nos desvios relativos ao cumprimento das metas estabelecidas (PERSU 2020+, 2018).

O plano abrange os RU cuja responsabilidade de gestão é atribuída aos SGRU, Municípios e entidades gestoras, nomeadamente, o Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens (SIGRE), e preconiza também o alinhamento estratégico a respeito dos investimentos apoiados através do PO SEUR, dependente ao cumprimento das metas nacionais e comunitárias em relação a gestão dos RU.

As revisões as Diretivas Europeias vieram a apresentar novas metas a alcançar até o ano de 2035, sendo as principais:

- Obrigatoriedade de realizar a recolha seletiva de biorresíduos até 31 de dezembro de 2023;
- Preparação para reutilização e reciclagem de RU de 55% em 2025, 60% em 2030 e 65% em 2035;
- Aumento da reciclagem de resíduos de embalagens de 65% no ano de 2025 e 70% em 2030.
- Deposição em aterro de 10% até o ano de 2035, apenas para materiais inertes ou cuja valorização não é possível.

No plano também foram reforçadas medidas que dizem respeito à:

- Prevenção na produção de resíduos;
- Diminuição do desperdício alimentar;
- Reutilização e valorização dos recursos e produtos;
- Aumento da recolha seletiva de frações recicláveis; e
- Redução dos quantitativos da fração resto.

2.2. Organização e gestão dos resíduos urbanos em Portugal

Os RU são considerados prioridade na política europeia e nacional por apresentarem relevância especial na gestão global de resíduos, por conta de suas características que os diferem dos demais, como sua origem, composição, modelos de gestão, e principalmente sua quantidade e dispersão no território (PERSU 2020+, 2018).

Segundo o Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, a definição de RU é “o resíduo de recolha indiferenciada e de recolha seletiva das habitações, incluindo papel e cartão, vidro, metais, plásticos, biorresíduos, madeira, têxteis, embalagens, resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos, resíduos de pilhas e acumuladores, bem como resíduos volumosos, incluindo colchões e mobiliário; e de recolha indiferenciada e de recolha seletiva provenientes

de outras origens, caso sejam semelhantes aos resíduos das habitações na sua natureza e composição”.

Um sistema de gestão de resíduos urbanos integra as seguintes componentes:

- Recolha;
- Transporte;
- Triagem;
- Valorização/ eliminação.

A recolha de resíduos provenientes de habitações constitui uma atividade em baixa, já as restantes etapas são consideradas atividades em alta. Em Portugal continental existem cerca de 258 entidades gestoras de serviços em baixa, os municípios, e 23 entidades gestoras de serviços em alta (RARU, 2019).

As entidades gestoras de serviços em alta configuram os Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU), sendo 12 multimunicipais (abrangem 66% dos RU produzidos), e 11 são intermunicipais. Através da Figura 2.1 é possível verificar a heterogeneidade dos SGRU e sua distribuição pelo território português.

Estes sistemas têm características que se diferenciam em relação ao número de municípios que os integram, área, população referente, a dispersão abrangida e as condições socioeconómicas da população (PERSU 2020, 2014). O plano refere que esta diferenciação se reflete no fluxo e produção de resíduos, no tratamento e valorização, nos equipamentos e infraestruturas, para além de dar suporte a forma de recolha seletiva escolhida para o SGRU.



Figura 2.1 - Distribuição dos SGRU em Portugal continental (RARU, 2019).

Em termos de infraestruturas de gestão de RU existentes em Portugal Continental, a Tabela 2.1 apresenta o número total existente. Estas estão concentradas pela zona litoral do país, por conta da maior densidade populacional (PERSU 2020+, 2018).

Tabela 2.1 - Infraestruturas de gestão de RU em 2019 (adaptado de RARU, 2019).

Principais Infraestruturas Existentes	Unidades
Aterro	32
Tratamento Mecânico	5
Tratamento Mecânico e Biológico	18
Central de Valorização Orgânica (RSel)	5
Central de Valorização Energética	2
Estação de Triagem	30
Estação de Transferência	90
Ecocentros	197

O investimento e otimização da eficiência nos SGRU focam em dois objetivos principais, o aumento do desvio de resíduos urbanos biodegradáveis para aterro e o aumento significativo da quantidade de resíduos enviados a reciclagem (RARU, 2019). O relatório relata que a curto prazo é esperado que os SGRU estejam equipados o suficiente para cumprir os dois objetivos, ressalvo poucos casos onde serão necessários investimentos adicionais, ou ainda, partilha de recursos entre sistemas. Em relação aos aterros, o relatório prevê a construção de

novas estruturas face às situações de esgotamento de capacidade dos que estão em atividade atualmente, e ressalta a importância destas infraestruturas para gestão integrada de RU, que servem para deposição e também em situações de apoio à paragem de equipamentos.

Segundo o RARU (2019) o total de RU em Portugal é composto pela recolha indiferenciada, pela recolha seletiva e outras recolhas de RU. A recolha indiferenciada é composta por todas as entradas diretas no sistema deste tipo, já a recolha seletiva e outras recolhas de RU são compostas por entradas diretas identificadas com as origens: Recolha Seletiva Ecopontos, Recolha Seletiva Porta-a-porta, Ecocentros, Circuitos Especiais, Recolha Seletiva de Verdes e Recolha Seletiva de Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RARU, 2019).

A gestão dos resíduos de embalagens segue as orientações do PERSU, já a gestão de fluxo de resíduos específicos é efetuada pelas Entidades Gestoras (EG) da respetiva licença. Os resíduos de produtos sujeitos à aplicação do princípio da Responsabilidade Alargada do Produtos (RAP) têm encaminhamento através de sistema de gestão específicos, para garantir níveis de valorização de materiais nos termos de licença. A recolha indiferenciada dos RU é assegurada pelos municípios que através das tarifas municipais de resíduos passam os custos aos munícipes. É possível que esta recolha seja realizada através de serviços municipais, serviços municipalizados, empresas municipais e intermunicipais, concessões ou contratos de prestação de serviços. O sistema de recolha seletiva de embalagens e resíduos de embalagens, realizado por meio de ecopontos ou porta-a-porta, é de responsabilidade e competência dos SGRU no âmbito do SIGRE e do respetivo contrato de concessão celebrado com o Estado Português, bem como por alguns municípios que celebraram protocolos de entendimento com os respetivos SGRU que integram, para os substituir neste serviço (PERSU 2020+, 2018).

2.3. Evolução das quantidades e características dos resíduos urbanos

Os RU são gerados através das diversas atividades de produção e consumo da sociedade. Estas atividades são subsidiadas por recursos naturais, na forma de matéria-prima e energia, que por sua vez, fazem parte do ciclo económico e tem função ou serviço determinado. Estes recursos retornam ao ambiente já sob a forma de resíduos ou emissões, que constituem desperdícios nos ciclos das atividades (PNGR, 2014)

Há uma série de parâmetros importantes a se avaliar em questão dos RU, tendo destaque a produção e capitação. Na Figura 2.2 pode-se observar a evolução da produção total de RU em Portugal continental, de 2010 a 2019, e a capitação diária de RU referente ao mesmo período temporal. O RARU (2019) e o PERSU (2020) relacionam a queda de produção de RU no início da década de 2010 à crise económica e financeira enfrentada pelo país, que consequentemente reduziu o poder de compra dos portugueses na época. O total de RU produzidos no ano de 2019 em Portugal foi de 513 Kg/hab.ano, o que configura um valor acima da média europeia, que foi 502 Kg/hab.ano, segundo a Eurostat (2019).

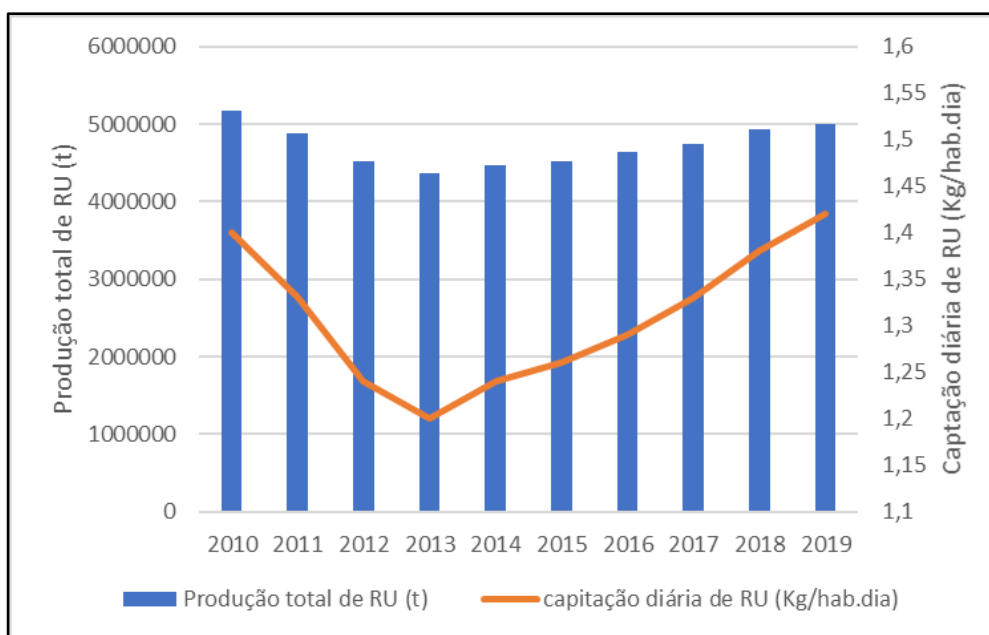


Figura 2.2 - Evolução da produção total de RU (t) e da captação diária de RU (Kg/hab.dia) em Portugal continental (adaptado de APA, 2019; RARU, 2019).

Outra análise interessante é a captação de RU apresentada por SGRU. A análise dos resultados mostra que em média a captação de resíduos aumentou 1% em cada SGRU, tendo maior crescimento para a Ambital (4%), Resíduos Nordeste e RESULTMA (3%) (Pordata, 2019). A Figura 2.3 mostra a captação de RU por SGRU. Nota-se alta captação na ALGAR, que se justifica pelo grande número da população flutuante nos meses de verão na região do Algarve.

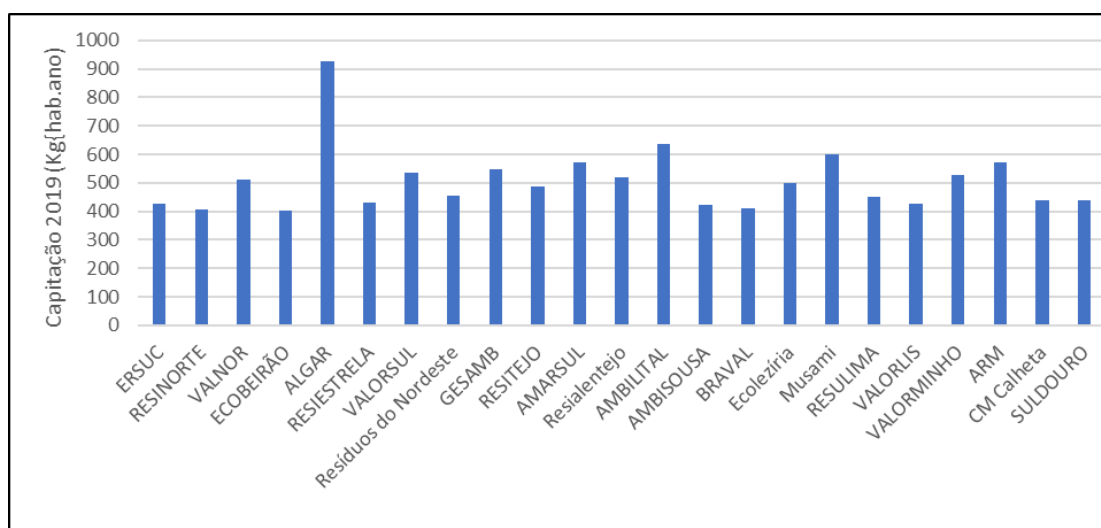


Figura 2.3 - Captação de RU por SGRU em 2019 (Adaptado de Pordata, 2020).

No que se diz respeito à caracterização física dos RU, estes são constituídos por diferentes frações de materiais. Os Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB) assumem grande parte desta composição, cerca de 55%, em peso, sendo estes os materiais putrescíveis, os resíduos verdes, o papel/cartão e as embalagens de cartão para alimentos líquidos. O restante é composto por plásticos, têxteis, vidro, metais, compósitos, cerâmicos, assim como produtos em

fim de vida mais complexos (pilhas, lâmpadas, equipamentos elétricos e eletrônicos, dentre outros) (PERSU 2020+, 2018).

A Figura 2.4 apresenta os resultados da caracterização física dos RU produzidos em Portugal continental no ano de 2019 (APA, 2020).

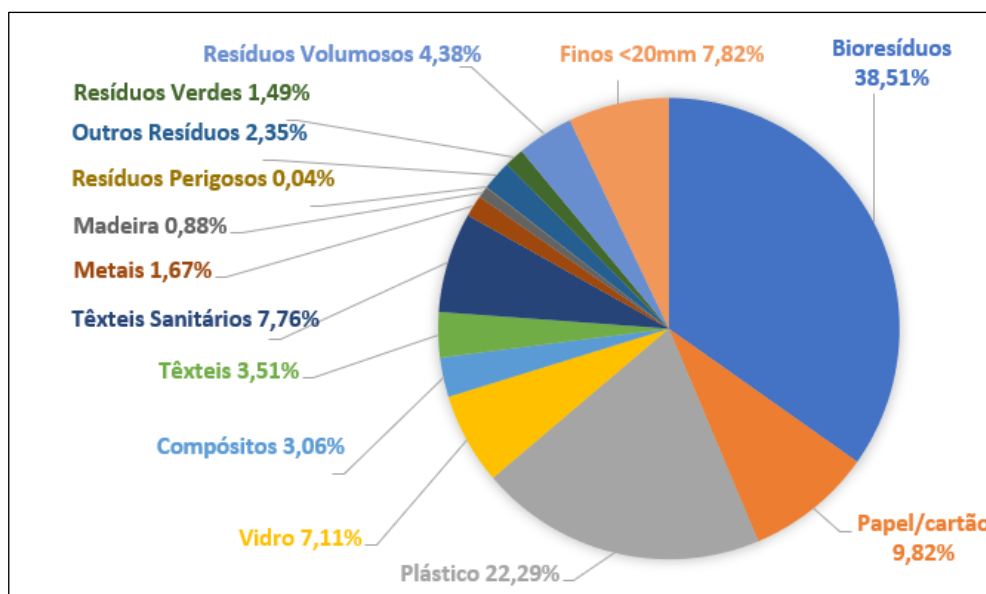


Figura 2.4 - Caracterização física dos RU produzidos em Portugal continental em 2019 (Adaptado de APA, 2020).

Segundo o PERSU 2020+ (2018), apesar de todo o potencial de reciclagem determinado pela composição física dos RU, existe uma parte importante e substancial remanescente de resíduos de embalagens nos RU que são encaminhadas para os resíduos indiferenciados, e que são depositados diretamente em aterro e/ou direcionados para as unidades de valorização energética. Este fato ocorre devido ao descarte incorreto de resíduos pela população, seja por falta de equipamentos para a deposição seletiva ou de conscientização.

A recolha de RU comparada à recolha seletiva de resíduos como um todo constitui parâmetro importante para a gestão de resíduos. Ao analisar a Figura 1.1 que antecede, pode-se observar que Portugal apresenta taxa de reciclagem muito inferior, quando comparada ao total de RU de outros países. Esta relação pode ser observada ao longo dos últimos anos na Figura 2.5, onde se apresenta a recolha total de RU e a recolha seletiva do ano de 2008 a 2019. Nota-se evolução na quantidade da recolha seletiva nos últimos anos, apesar de a recolha total de RU também ter aumentado.

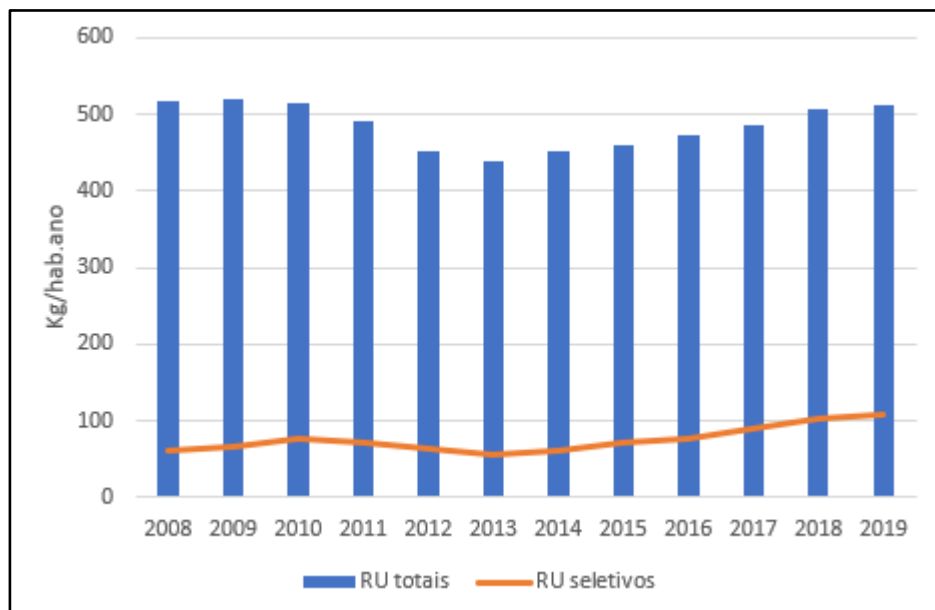


Figura 2.5 - Recolha de RU total e seletiva em Portugal (adaptado de Pordata, 2021).

Segundo o PERSU 2020+, apesar dos altos investimentos em equipamentos e infraestruturas de recolha seletiva, os ecopontos e ecocentros, estes não tiveram expressão significativa proporcionais nos quantitativos recolhidos seletivamente, mesmo mantendo-se os valores da recolha indiferenciada. Segundo o plano, isto revela a necessidade de repensar os modelos de recolha seletiva, assim como reforçar as campanhas de sensibilização da população.

A Figura 2.6 apresenta a distribuição dos RU em relação aos destinos diretos, entre os anos de 2015 e 2019 para Portugal continental.

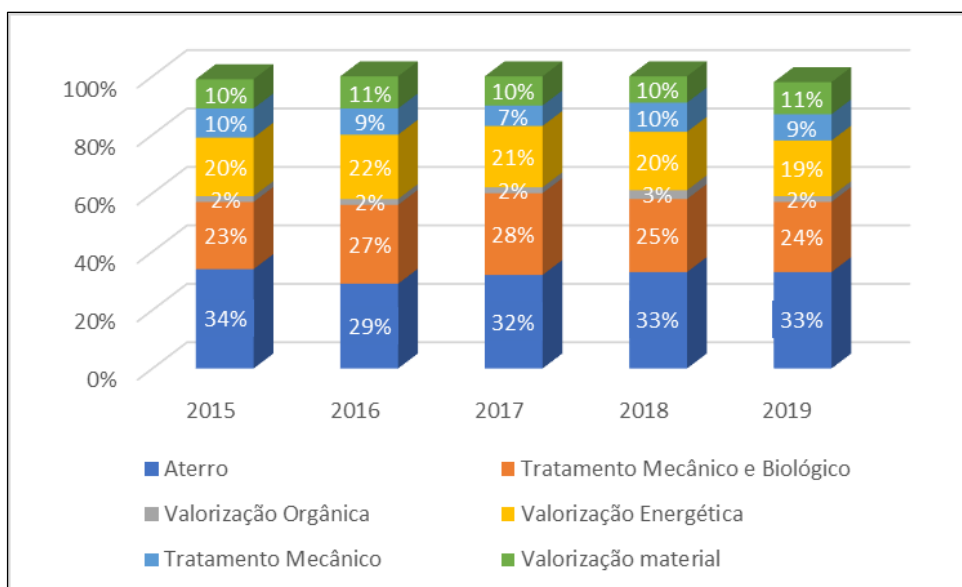


Figura 2.6 - Destino dos RU em Portugal continental em 2019 (Adaptado de APA, 2020).

Ao analisar a Figura 2.6 pode-se observar que a taxa de valorização material se mantém praticamente constante ao longo dos anos em relação ao total de RU produzidos, porém esta estabilização vai contra a estratégia comunitária e nacional para os RU. Esta situação justifica-

se por conta dos investimentos realizados para o aumento da deposição seletiva não surtirem os resultados devidos no comportamento da população (RARU, 2019). Observa-se também que a fração referente ao aterro é a que apresenta maior contribuição para o destino direto dos RU em Portugal, apesar dos outros destinos serem relacionados a operações de valorização de resíduos.

Mesmo o destino direto sendo um parâmetro importante para análise, este não define o destino final efetivo dos mesmos. Para isto, a Figura 2.7 mostra os destinos finais dos resíduos geridos pelos SGRU no ano de 2019 em Portugal continental.

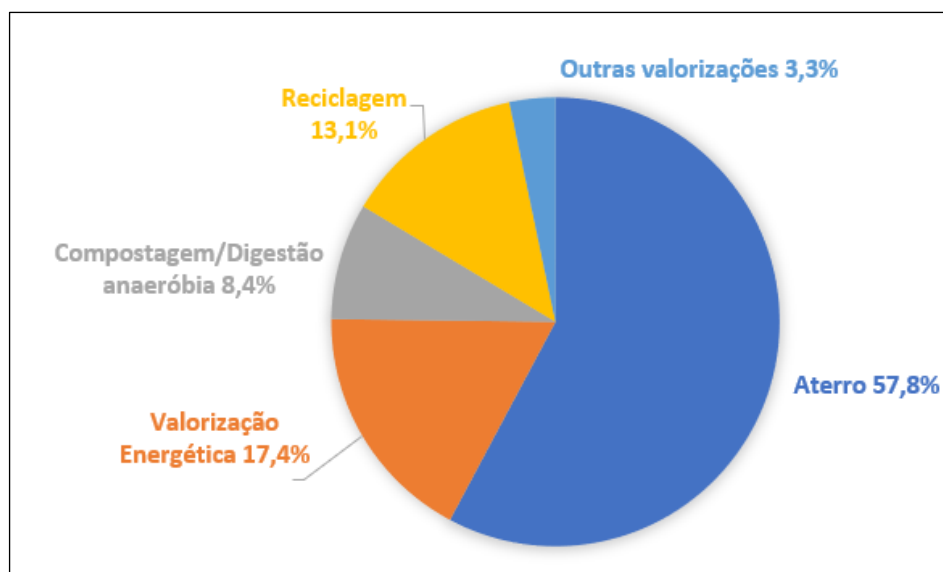


Figura 2.7 - Destino final dos resíduos em Portugal continental em 2019 (Adaptado de APA, 2020).

A Figura 2.7 revela que o aterro representa o destino final cerca de 58% do total de resíduos. Tendo em consideração que o destino direto de RU para aterro, em 2019, foi de 33%, pode-se concluir que uma significativa percentagem de resíduos encaminhados para operações de valorização, acabam por depois ir parar a aterro sob a forma de refugos e rejeitados.

2.4. Fatores socioeconómicos que influenciam a produção e composição física dos resíduos urbanos

Diversos autores têm estudado a relação entre a produção de RU e alguns fatores socioeconómicos em diferentes países. A escolha de fatores utilizados nestes estudos varia de acordo com as condições locais, disponibilidade de dados, unidades usadas em análise, bem como outras considerações específicas de cada caso. Segundo Schultz et al. (1995) os fatores que explicam a geração de recicláveis estão divididos em duas categorias, as variáveis individuais e as situacionais. Entre as características situacionais estão incluídas a gestão organizacional dos RU, logísticas e política de cobrança. Já as variáveis individuais abordam fatores socioeconómicos ou sociodemográficos.

Fez-se uma revisão da bibliografia sobre estudos que analisam a relação entre a produção e composição física dos RU e diferentes variáveis socioeconómicas e sociodemográficas, designadamente: a dimensão média do agregado familiar, idade, género, grau de educação,

presença de criança no agregado familiar, densidade populacional, rendimentos, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), desigualdade social e emprego. Nos parágrafos seguintes apresenta-se um resumo destes estudos.

Dimensão média dos agregados familiares

A dimensão média do agregado familiar é um importante fator socioeconómico e um dos mais abordados em estudos sobre este tema. Diversos autores corroboram que há forte relação entre a geração de RU e o número de pessoas no agregado familiar, sendo que quanto maior o número de habitantes, menor é a geração de RU *per capita* (Khan et al., 2016; Vieira e Matheus, 2018; Rybova, 2019; Beigl et al., 2008; Johnstone et al., 2004).

Porém, em relação a geração de resíduos recicláveis, esta situação não é clara. Para Jenkins et al. (2003) em seus estudos nos Estados Unidos da América (EUA), e Gaeta et al. (2017) em seus estudos na Itália, a taxa de reciclagem é maior em agregados com maior número de habitantes quando comparados a habitações com agregados familiares menores. Já Rybova (2019) concluiu em seu estudo na República Tcheca que o aumento de um habitante leva à redução de produção de 11 Kg/ano de resíduos segregados, e que agregados familiares maiores produzem menos resíduos recicláveis por habitante. Johnstone et al. (2004) em seu estudo dentre alguns países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) corrobora estes resultados de Rybova (2019), e justifica este facto pela diminuição da triagem ou por conta de famílias maiores utilizarem produtos independentemente do tamanho, produzindo menos recicláveis. Terry (2002), também nos EUA, não encontrou significância estatística para este fator.

Informações referentes à relação entre a dimensão do agregado familiar e à produção de recicláveis são importantes para gerenciar o dimensionamento das infraestruturas de recolha seletiva (Rybova, 2019). Ao longo das últimas décadas Portugal tem diminuído a dimensão média dos agregados familiares, o que tende a continuar no futuro, a resultar em agregados familiares menores a produzir mais RU *per capita*.

Idade

A respeito do fator idade, existem algumas dificuldades e ideias diferentes relatadas por autores. Rybova (2019) relata a dificuldade de trabalhar no formato dos dados, por conta de estes adotarem intervalos de idade diferentes entre estudos, por outros estudos descrevem idade como média e avançada (mais de 65 anos), e até casos da indisponibilidade dos dados.

Sidique et al. (2010) em seus estudos no estado do Minnesota, EUA, encontraram relação positiva entre idade e a reciclagem, onde habitantes de maior idade tendem a reciclar mais. Rybova (2019) relata casos em que também se verificou uma relação positiva entre idade e a reciclagem do papel, vidro e metal, enquanto Terry (2002) encontrou maior taxa de reciclagem no grupo de idade entre 22 e 44 anos.

Já Gaeta et al. (2017) encontraram uma relação inversa para a reciclagem, e explicam este fato por conta da complexidade em separar os resíduos, que é evitada por habitantes de maior idade quando comparada aos mais jovens. Saladie (2016) também encontrou relação negativa de reciclagem com o grupo de idade acima dos 64 anos para a região da Catalunha,

em Espanha. Outros autores não encontraram relação entre idade, geração de RU e reciclagem, como Rybova (2019), e D'Elia (2008) no norte da Irlanda.

Género

O género é um fator constantemente avaliado em relações socioeconómicas. Para Rybova (2019) e Bach et al. (2004) a produção de recicláveis pode ser explicada pelo número de habitantes que ficam na habitação, que seria mais importante que o género em si, porém as mulheres tendem a estar mais nas habitações. Bach et al. (2004) em seus estudos mostram que municípios da Áustria com maior percentagem de habitantes que trabalham em casa produzem menos papel.

Bartelings e Sterner (1999) concluíram que na Suécia há uma relação positiva entre o número habitantes que trabalham na habitação e a compostagem, sendo que estas produzem menos RU total.

Schultz et al. (1995) suportam que a reciclagem e atividades pro ambientais são maiores entre as mulheres do que entre os homens dos EUA, o que significa que municípios com a proporção menor de género recolhem mais resíduos recicláveis. Rybova (2019) em seu estudo concluiu que a maior percentagem de homens está relacionada a maior produção de resíduos recicláveis.

D'Elia (2008) não encontrou relação significativa entre a reciclagem e género.

Número de alojamentos familiares

Rybova (2019) em seu estudo avaliou também a proporção de alojamentos familiares do total, e concluiu que a produção de recicláveis está conectada à alta percentagem de alojamentos de família. A relação entre a reciclagem e a proporção de alojamentos familiares não é clara, pois se supõe que alojamentos familiares dispõem de maior espaço para reciclagem. Por outro lado, existe a possibilidade de parte dos resíduos serem processados por habitantes, como por exemplo através da compostagem ou queima de papel/cartão.

Educação

A educação é um importante fator para avaliar o comportamento do gerador de resíduos. Quanto maior o grau de educação do indivíduo, mais conhecimento a respeito dos efeitos negativos da má gestão dos RU ele possui, o que o faz apreciar a gestão responsável e correta de resíduos (Kayode e Omole, 2011). Para Silva (2008) em seu estudo no município de Belo Horizonte no Brasil, assim como Vieira e Matheus (2018) em São Paulo (Brasil), e para Kayode e Omole (2011) em Ibadan na Nigéria, a geração de RU aumenta com maior nível de educação da população, para Rybova (2019) aumenta também a variedade de resíduos.

Sidique et al. (2010) concluíram que população de elevado índice de habitantes com formação universitária apresentam maior taxa de reciclagem. Outros autores encontraram relação também positiva na reciclagem de metais e papel (Jenkins et al., 2003). Já Hage et al. (2018) não encontraram relação significativa entre educação, geração de RU ou reciclagem na Suécia.

Presença de criança

Outro fator possível de se avaliar é a presença de crianças nas habitações. Esta relação pode ser ambígua, pois Rybova (2019), apesar de não encontrar relação significativa com a presença de crianças nas habitações, assim como D'Elia (2008), ressalva que é pressuposto que crianças tragam para casa os ensinamentos obtidos na escola e sejam agentes de mudança dos comportamentos da família, já que são focos de campanhas pro ambientais. Johnstone (2004) em seu estudo encontrou correlação negativa deste fator com a geração de RU *per capita*.

Densidade populacional

Este fator foi estudado por poucos autores. Johnstone (2004) e a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2010) obtiveram com resultado a relação positiva entre a densidade populacional e a produção de RU em seus estudos. Hage et al. (2018) concluíram que a taxa de separação dos plásticos cai com o aumento da densidade populacional. Outros autores como Sidique et al. (2010), Gaeta et al. (2017) e Rybova (2019) não encontraram relação significativa entre densidade populacional, produção de RU e reciclagem.

Rendimentos

Vários estudos relacionam os rendimentos da população com a geração e reciclagem de RU. Hockett et al. (1995) em seus estudos no sudeste dos EUA e Vieira e Matheus (2018) corroboram que o status econômico é um importante impulsionador da geração de RU.

O rendimento está relacionado ao VAB *per capita*, que demonstra a capacidade de consumo da população, o que pode estimar a geração de RU (Hockett et al. 1995). Essa relação caracteriza o modelo de sociedade de consumo e faz com que a geração de RU possa crescer mais rápido do que a população referente (Hoornweg e Bhada-tata, 2012), e além disto, existe o aumento de práticas de consumo insustentáveis, que contribuem para o aumento da geração de RU. Medina (1997), e Forjaz (2016) no município de Itajaí (Brasil), afirmam que indivíduos com elevado rendimento tendem a consumir mais produtos industrializados, e a gerar mais resíduos recicláveis quando comparados a outros com rendimento inferior. Ogwueleka (2013) reforça que o padrão de consumo da população está diretamente ligado ao aumento dos rendimentos, que resulta na alteração da quantidade e da composição dos RU no município de Abuja, na Nigéria.

Silva (2008), Johnstone (2004) e Kayode e Omole (2011) concluíram em seus estudos que há correlação positiva entre rendimentos e a geração de RU. Vieira e Matheus (2018) e Dias et al. (2012) concluem que a geração de RU é maior na classe social de rendimento médio. Já Dias et al. (2012) concluem que a população com rendimento alto tende a gerar menos RU.

Kahn et al. (2016) em seu estudo mostram que as classes socioeconômicas com menor rendimento tendem a gerar mais resíduos biodegradáveis, porém para os recicláveis a relação não ficou clara. Os autores relataram maior geração de metal e vidro para as classes sociais com maior rendimento, sendo a alta geração do vidro também relatada por Forjaz (2016).

Em relação à reciclagem de resíduos, Terry (2002), Jenkins et al. (2003), Gaeta et al., Rybova (2019) corroboram que habitantes com maiores rendimentos reciclam mais. Já Sidique et

al. (2010) concluíram que esta relação é oposta, onde o aumento dos rendimentos leva a redução da reciclagem. Nenhuma ou pouca influência deste fator com a geração de recicláveis foi observada por Hockett et al. (1995), Saladie (2016) e Forjaz (2016).

Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Vieira e Matheus (2018) abordaram em seus estudos também a relação entre o IDH da população e a geração de RU, e concluíram que este fator tem relação positiva, quanto maior o IDH, maior a geração de RU.

Desigualdade Social

A desigualdade social pode ser um fator interessante a ser analisado. Segundo Vieira e Matheus (2018), este fator é importante para o planejamento dos SGRU, devendo ser utilizado como complemento do rendimento. Segundo os mesmos autores, a desigualdade social pode explicar as diferenças da geração de RU entre áreas com rendimentos semelhantes devido aos padrões de consumo. Sendo assim, realidades desiguais exigiriam medidas desiguais para evitar exacerbação, por exemplo, de políticas de repartição em vez de taxas uniformes. Este fator destaca a importância de políticas de hierarquia além do setor dos RU, como o consumo sustentável (Vieira e Matheus, 2018). Os autores corroboram com Wilkinson e Pickett (2011) que sociedades com maior desigualdade consomem e produzem mais RU. Wilkinson e Pickett (2011) também associaram as taxas de reciclagem mais altas entre países com menor desigualdade social, como Suécia e Japão, quando comparados a países com maior desigualdade social, como EUA e Grã-Bretanha.

Emprego

Rybova (2019) em seu estudo relatou uma maior produção de RU relacionado com a maior proporção de habitantes empregados na agricultura. A autora relata que não há impacto do desemprego que possa implicar na diferenciação de geração de RU ou recicláveis comparado a pessoas empregadas. Johnstone (2004) encontrou uma correlação negativa em seu estudo com o total de empregados da população e a geração *per capita* de RU.

2.5. Modelos de análise das relações entre fatores socioeconômicos e a produção e composição dos resíduos urbanos

A relação entre fatores socioeconômicos e as características dos RU é amplamente pesquisada por diversos autores, por meio de métodos estatísticos uni e multidimensionais, como a análise de correlação (Kayode e Omole, 2011; Vieira e Matheus, 2018; Khan et al, 2016), análise de séries temporais, comparação de grupos, análise de entrada-saída, regressão linear simples (Beigl et al., 2004; Dias et al., 2012), e a mais comumente utilizada, a regressão linear múltipla (Rybova, 2019; Hockett et al., 1995; Gaeta et al., 2017; Johnstone, 2004; Terry, 2011).

Análise de correlação

A análise do coeficiente de correlação fornece aos pesquisadores uma técnica para medir a relação linear entre duas variáveis e produzir estatísticas de resumo simples que descrevem a força da associação entre elas (Kayode e Omole, 2011).

Kayode e Omole (2011) utilizaram a geração de RU e sua disposição como variáveis dependentes, enquanto os fatores socioeconômicos como variáveis independentes, por meio de matriz de frequência e correlação. Os resultados mostram elevada significância para os fatores educação, tipo de habitação e rendimentos, e pouca significância para ocupação e tamanho médio do agregado familiar (Kayode e Omole, 2011).

Khan et al. (2016) utilizaram em seus estudos a análise do coeficiente de correlação entre o fator dimensão média do agregado familiar e a geração de RU, através do coeficiente de Pearson. Este mostrou significância positiva nos resultados. Vieira e Matheus (2018) utilizaram também o mesmo método de coeficiente, e chegaram a conclusão de que a desigualdade social e os rendimentos tem maior correlação com a geração de RU total entre os fatores estudados, seguido da escolaridade e o IDH. A significância foi garantida através do test t de Student, que mostrou também pouca correlação com os fatores expectativa de vida, densidade populacional e população que reside em área rural.

Regressão Linear Simples

A regressão linear é um método estatístico que corresponde a seleção e preparação das variáveis, formulação de diagramas de dispersão e matriz de correlações, escolha e ajuste do modelo de regressão e o diagnóstico (Vasconcelos e Feitosa, 2017).

A regressão linear simples é utilizada para construir modelos com apenas uma variável explicativa de um determinado processo. Beigl et al. (2004) utilizaram em seu estudo esta análise, e através dos testes de Kolmogorov-Smirnov para ajuste do modelo, obtiveram como resultados significativos a correlação entre a geração de RU e os rendimentos, taxa de mortalidade infantil e os empregados na agricultura. Dias et al. (2012) também utilizaram este método para analisar a relação entre os rendimentos e a geração de RU em dois municípios distintos, concluindo a existência de uma relação positiva significativa entre as classes sociais médias e a geração de RU.

Regressão Linear Múltipla

A regressão linear múltipla consiste numa coleção de técnicas estatísticas utilizada para construir modelos que descrevem de maneira razoável relações entre duas ou mais variáveis explicativas de um determinado processo.

Johnstone (2004), Hockett (1995), Gaeta et al. (2017) e Rybova (2019) utilizaram para ajuste o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Johnstone (2004) obteve como resultado mais significativo a correlação positiva entre a geração *per capita* de RU e a densidade populacional, seguida dos rendimentos, e pouca significância para percentagem de população urbana. Já para presença de crianças a correlação foi negativa. Hockett et al. (1995) obteve maior significância nos fatores de vendas *per capita* no comércio retalhista, que representa os rendimentos, e na taxa de gratificação (negativamente), que é a taxa de serviço de

atendimento, que não está incluída no pagamento nos países da OCDE analisados em seus estudos.

Rybova (2019) em seu estudo utilizou o MQO e também a Regressão Geográfica Ponderada (RGP) para significância dos fatores, mas apenas para a geração de resíduos recicláveis. Ao analisar os fatores, os resultados mostraram que o de maior importância e significância foi a dimensão média do agregado familiar, seguido da escolaridade e o número de agregados familiares.

Gaeta et al. (2017) após aplicar o método dos MQO utilizou o modelo de Fração Logarítmica (FL), pois obteve resultados de dados de proporções que estavam fora do intervalo de 0 a 100, a fim de normalizar estes resultados. Em seus resultados os autores concluíram que a dimensão da população tem alta correlação negativa com a reciclagem de resíduos, assim como o fator idade, já para o fator dimensão do agregado familiar, a relação é altamente positiva.

3.1. Seleção dos fatores

Tendo por base a revisão bibliográfica de diversos documentos e artigos científicos, bem como os dados estatísticos disponíveis na Pordata, foram selecionadas as variáveis dependentes e independentes mais comumente encontradas na literatura, e que poderão ter um impacto significativo na geração e composição dos RU.

As variáveis dependentes correspondem aos dados quantitativos de RU, sendo que para este estudo foram levantados dados referentes aos 307 municípios de Portugal (a excluir o município de Odivelas que não contém dados quantitativos disponíveis para resíduos) sendo estes apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Variáveis dependentes utilizadas (adaptado de Pordata, 2019).

Sigla	Variável	Definição
Rec_tot	Recolha de RU total	Recolha total de RU em kg/hab.ano;
Rec_indif	Recolha indiferenciada	Recolha indiferenciada em kg/hab.ano;
Rec_sel	Recolha seletiva	Recolha seletiva em kg/hab.ano;
Tx_sel	Taxa de recolha seletiva	Percentagem de recolha seletiva face ao total de RU recolhidos.

Em relação às variáveis independentes, estas podem ser individuais ou situacionais. As variáveis individuais selecionadas, que se referem a fatores socioeconómicos ou sociodemográficos, seguem na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Variáveis independentes individuais (adaptado de Pordata, 2019).

Sigla	Fator	Definição
Med_hab/alobj	Dimensão do agregado familiar	Número médio de habitantes por alojamento familiar;
fem_pop (%)	Gênero	Taxa da população feminina no total da população;
Id_0-14 (%)	Idade (0-14)	Percentagem de habitantes na faixa etária do total da população;
Id_15-64 (%)	Idade (15-64)	Percentagem de habitantes na faixa etária do total da população;
Id_65+ (%)	Idade (65 ou mais)	Percentagem de habitantes na faixa etária do total da população;
ESC_sem_niv (%)	Escolaridade (sem nível escolar)	Percentagem de habitantes no nível de escolaridade em relação ao total da população;
ESC_basc1 (%)	Escolaridade (básico 1º ano)	Percentagem de habitantes no nível de escolaridade em relação ao total da população;
ESC_basc2 (%)	Escolaridade (básico 2º ano)	Percentagem de habitantes no nível de escolaridade em relação ao total da população;
ESC_basc3 (%)	Escolaridade (básico 3º ano)	Percentagem de habitantes no nível de escolaridade em relação ao total da população;

ESC_sec (%)	Escolaridade (secundário)	Percentagem de habitantes no nível de escolaridade em relação ao total da população;
ESC_med (%)	Escolaridade (médio)	Percentagem de habitantes no nível de escolaridade em relação ao total da população;
ESC_sup (%)	Escolaridade (superior)	Percentagem de habitantes no nível de escolaridade em relação ao total da população;
Pod_com/cap (%)	Rendimentos	Taxa do poder de compra <i>per capita</i> ;
N_Aloj (famílias) tot	Número total de famílias	Número total de alojamentos familiares;
Tax_empr (%)	População ativa empregada	Taxa da população empregada;
Med_fam_Km ²	Número médio de famílias	Número médio de famílias por km ² ;
Dens_pop	Densidade populacional	Número médio de habitantes por km ² ;
Pop	População	Número de habitantes;
Tip_mun	Tipologia dos municípios	Classificação em áreas medianamente urbanas (AMU), áreas predominantemente rurais (APR) ou áreas predominantemente urbanas (APU).

Entre as características situacionais está incluída a gestão organizacional dos resíduos, tendo-se selecionado as variáveis apresentadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Variáveis independentes situacionais (adaptado de Pordata, 2019; Despacho n.º 8376-C/2015; RASARP, 2020).

Sigla	Fator	Definição
Val_Con	Valores de contrapartida financeira	Classificação em 1, 2 ou 3, onde se determina os valores das contrapartidas financeiras decorrentes das operações de recolha e triagem efetuadas pelos SGRU, a respeito da recolha seletiva;
EG	Entidade Gestora	Responsável pela recolha seletiva;
Contr	Tipo de contrato com a EG que realiza a recolha seletiva	O contrato varia em concessão, delegação ou gestão direta;
Aces_serv_RS	Acessibilidade do serviço de recolha seletiva (RS)	Avalia em percentagem a acessibilidade do serviço no que respeita à proximidade dos alojamentos aos equipamentos de recolha seletiva de resíduos;
Recic_res_RS	Reciclagem de resíduos de recolha seletiva (RS)	avalia em percentagem o nível de sustentabilidade da gestão do serviço em termos infraestruturais, no que respeita à reciclagem multimaterial de resíduos recolhidos seletivamente.

3.2. Fontes de informação

3.2.1 Variáveis dependentes

Os dados referentes às quantidades de RU (recolha total, recolha seletiva e recolha indiferenciada) provêm do portal de dados online Pordata, que são dados disponibilizados anualmente para os municípios de Portugal, em Kg/ano ou Kg/hab.ano, para o ano de 2019.

3.2.2 Variáveis independentes

Individuais

Os dados que se referem aos fatores socioeconómicos e sociodemográficos provêm também do portal de dados online Pordata, que são dados disponibilizados com base nas estimativas feitas através dos Censos, com exceção da tipologia dos municípios.

A tipologia dos municípios está de acordo com a versão da Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP, 2013), que constitui uma nomenclatura territorial atualizada do grau de urbanização do país mediante a classificação tripartida das freguesias do território nacional em “Áreas predominantemente urbanas (APU)”, “Áreas medianamente urbanas (AMU)” e “Áreas predominantemente rurais (APR)”.

Situacionais

Os valores de contrapartida financeira estão de acordo com o Despacho n.º 8376-C/2015 que determina os valores das contrapartidas financeiras decorrentes das operações de recolha e triagem efetuadas pelos SGRU. Estes valores correspondem às contribuições financeiras prestadas pelas entidades gestoras aos SGRU, por conta das quantidades de resíduos de embalagens provenientes da recolha seletiva, através da rede de ecopontos, ecocentros e porta-a-porta, que cumpram as especificações técnicas e que sejam retomadas pelas entidades gestoras (EG) para reciclagem.

A entidade que realiza a recolha seletiva, o tipo de contrato com a entidade que realiza a recolha seletiva, a acessibilidade dos municípios aos equipamentos de deposição seletiva e a reciclagem de resíduos de recolha seletiva foram obtidos através do Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP, 2020), da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR).

A acessibilidade do serviço de recolha seletiva é definida como a percentagem de alojamentos familiares e coletivos com serviço de recolha seletiva por ecopontos (ecoponto localizado a uma distância máxima de 100 m nas freguesias classificadas como áreas predominantemente urbanas e 200 m nas restantes áreas) e/ou porta a porta, disponibilizado pela entidade gestora na sua área de intervenção (RASARP, 2020).

A reciclagem de resíduos da recolha seletiva é definida como a percentagem de resíduos de embalagem e papel/cartão não embalagem recolhidos seletivamente na área de intervenção da entidade gestora (conceito a aplicar a entidades gestoras de sistemas em baixa) em função das metas definidas no Despacho n.º 3350/2015, de 1 de abril de 2015 para cada sistema (RASARP, 2020).

3.3. Tratamento dos resultados

A relação entre os RU e os fatores socioeconómicos e sociodemográficos

A relação entre as variáveis dependentes e independentes foi realizada de duas formas, sendo que primeiramente por correlação entre as variáveis dependentes e os fatores mais significativos (população, urbanização e a renda) através de gráficos de linhas, gráficos de dispersão e tabelas, com diferentes combinações e leituras, no software Excel, e mapas com a distribuição dos fatores nos municípios do país, através do software Visual Basic.

A segunda parte foi a análise de regressão linear múltipla, realizada por meio do software SPSS Statistics, que avaliou o coeficiente de significância para os 23 fatores selecionados

em grau e sentido, nas categorias recolha total, recolha seletiva e taxa de recolha seletiva, a avaliar também o R^2 para cada categoria.

Taxa de recolha seletiva

A taxa de recolha seletiva foi obtida através de dados das recolhas de RU em cada município, e foi realizada a análise comportamental temporal desta nos anos recentes, por tabela de dados e gráficos de linha no software Excel. Também foi realizado um mapa da distribuição da taxa de recolha seletiva dos municípios de Portugal em 2002, 2010 e 2019, através do software Visual Basic.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. A relação entre os resíduos urbanos e os fatores socioeconômicos e sociodemográficos selecionados

Em Portugal existem 308 municípios e, de acordo com as estimativas do Pordata (2020), a população total residente no país em 2019 era de 10.286.263 habitantes, sendo que 64,3% desta concentrava-se na faixa etária entre 15 e 64 anos de idade.

Os dados de resíduos, utilizados como variáveis dependentes, foram analisados através de sua correlação com as variáveis independentes, e através da regressão linear múltipla para avaliação da significância e valor de R^2 .

Ao analisar as variáveis dependentes e sua distribuição em percentagem pode-se observar que, em relação à recolha total de RU, a grande concentração de recolha *per capita* dos municípios está entre os 400 e 550 Kg/hab.ano (171 municípios), e uma pequena fração, 49 dos municípios, acima dos 600 Kg/hab.ano. Destes, 24 municípios recolhem acima de 700 Kg/hab.ano, e apenas 6 acima dos 1000 Kg/hab.ano, sendo estes da maior recolha *per capita* para a menor: Albufeira, Vila do Bispo, Porto Santo, Lagoa, Castro Marim e Loulé. 94 municípios estão acima da média do país (513 Kg/hab.ano).

Esta relação é ainda mais díspar no caso da recolha seletiva total, onde 83 municípios recolhem acima de 100 Kg/hab.ano, 24 acima de 200 Kg/hab.ano, e apenas 9 municípios recolhem mais de 300 Kg/hab.ano., sendo estes, em ordem decrescente: Porto Santo, Albufeira, Lagoa, Avis, Vila do Bispo, Loulé, Palmela, Portimão e Lagos.

Em relação à taxa de recolha seletiva, 25 municípios apresentam taxa acima de 30%, e apenas 7 municípios acima de 40%, sendo estes, em ordem decrescente: Porto Santo, Alvito, Avis, Palmela, Lajes das Flores, Vidigueira e Lagoa [R.A.A.]. Abaixo dos 20% estão a grande maioria, 217 municípios, e 44 estão abaixo de 10%.

A Tabela 4.1 apresenta as principais características estatísticas das variáveis dependentes.

Tabela 4.1 - Principais características estatísticas das variáveis dependentes utilizadas (adaptado de Pordata, 2021).

Percentil	0	0,25	0,5	0,75	1	Desvio Padrão
-----------	---	------	-----	------	---	---------------

Recolha total	291,2	410,7	460,2	544,45	1403,5	151,8
(Kg/hab.ano)						
Recolha seletiva	14,1	50,7	71,9	103,0	708,8	75,6
(Kg/hab.ano)						
Taxa seletiva (%)	3,2	12,0	15,4	21,1	60,6	8,3

Ao analisar as variáveis independentes, que constituem os fatores socioeconómicos e sociodemográficos utilizados, pode-se observar que alguns fatores em percentagem obtiveram desvio padrão significativo, como é o caso da idade de 65 anos ou mais, o poder de compra *per capita*, a taxa de emprego, a acessibilidade ao serviço de recolha seletiva e a reciclagem de resíduos da recolha seletiva. As principais características estatísticas das variáveis independentes estão destacadas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Principais características estatísticas dos fatores socioeconómicos e sociodemográficos em Portugal no ano de 2019 (adaptado de Pordata, 2021).

Variável	Mínimo	Máximo	Mediana	Desvio padrão
Dimensão média dos agregados familiares (nº hab/alojamento)	0,6	2,8	1,5	0,4
população feminina (%)	43,2	58,2	52,6	1,2
Idade de 0-14 anos (%)	5,6	20,1	11,9	2,3
Idade de 15-64 anos (%)	47,0	73,6	63,4	4,2
Idade de 65 ou mais anos (%)	8,8	46,0	24,5	6,0
Escolaridade sem nível (%)	4,9	29,2	14,6	5,1
Escolaridade básico 1 (%)	16,1	43,7	31,4	4,8
Escolaridade básico 2 (%)	7,8	24,0	12,7	2,7
Escolaridade básico 3 (%)	9,9	24,5	18,0	2,6
Escolaridade secundário (%)	7,9	21,5	12,8	3,0
Escolaridade médio (%)	0,2	1,9	0,8	0,3
Escolaridade superior (%)	2,8	31,1	8,0	4,2
Poder de compra <i>per capita</i> (%) *2017	55,3	219,6	77,1	18,7
Número total de alojamentos (nº de famílias)	193	323915	9401,0	29416,8
Taxa de emprego (%)	28,4	64,2	44,7	6,5
Densidade familiar (nº médio de famílias por Km²)	5,6	3709,8	45,1	400,3
Densidade populacional (nº de hab/Km²)	3,8	7692,0	67,3	742,7
População (nº de habitantes)	465	508368	13753,0	54824,2
Valor de contrapartida financeira (1-3)	1,0	3,0	2,0	0,7
Tipologia do município	1,0	3,0	1,7	0,7
Acessibilidade ao serviço de recolha seletiva (%)	11,5	97,3	53,1	18,1
Reciclagem de resíduos da recolha seletiva (%)	18	193	83,0	28,3

A população de Portugal

Ao organizar os municípios em ordem crescente da sua população e analisar pelo método de acumulação, em relação à percentagem total da população do país, e como se pode

observar na Figura 4.1, constata-se que metade da população portuguesa está concentrada em municípios com população de até 75.000 habitantes (270 municípios de 307). Também é possível concluir que os municípios com mais de 250.000 habitantes compõem menos de 10% da população. Ou seja, o país tem a maior parte de sua população distribuída em municípios considerados pequenos.

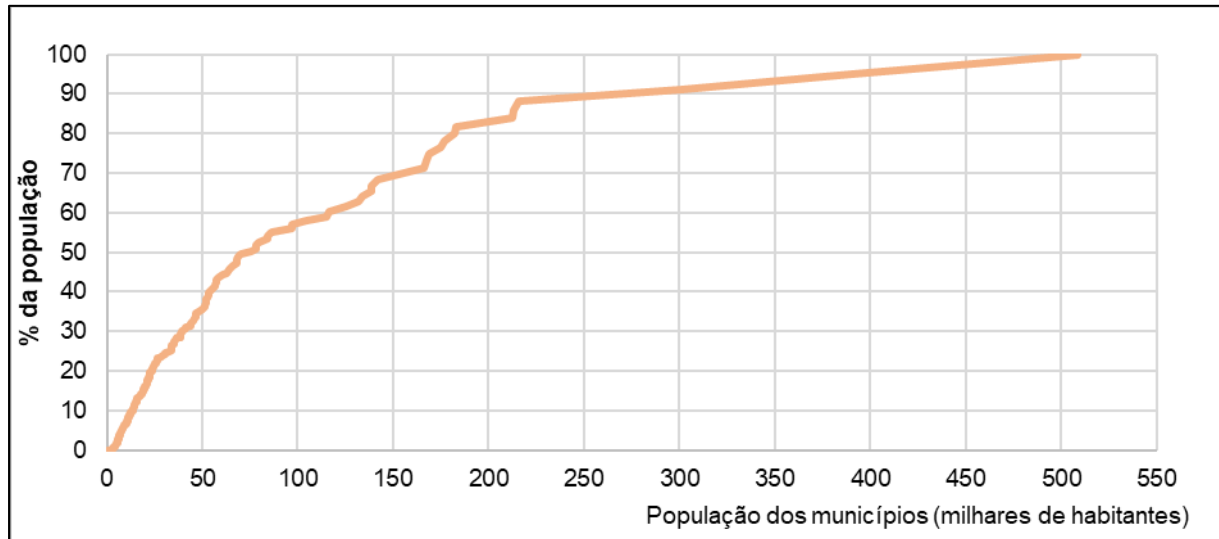


Figura 4.1 - Distribuição da população nos municípios de Portugal em 2019 (Adaptado de Pordata, 2021).

Para uma melhor compreensão da distribuição da população portuguesa dentro de seu território foi elaborado o mapa da Figura 4.2, que apresenta a densidade demográfica relacionada com a dimensão da população dos municípios (proporcional ao diâmetro dos pontos). Pode-se verificar maior densidade populacional nos dois principais municípios, Lisboa, Porto e seus arredores.

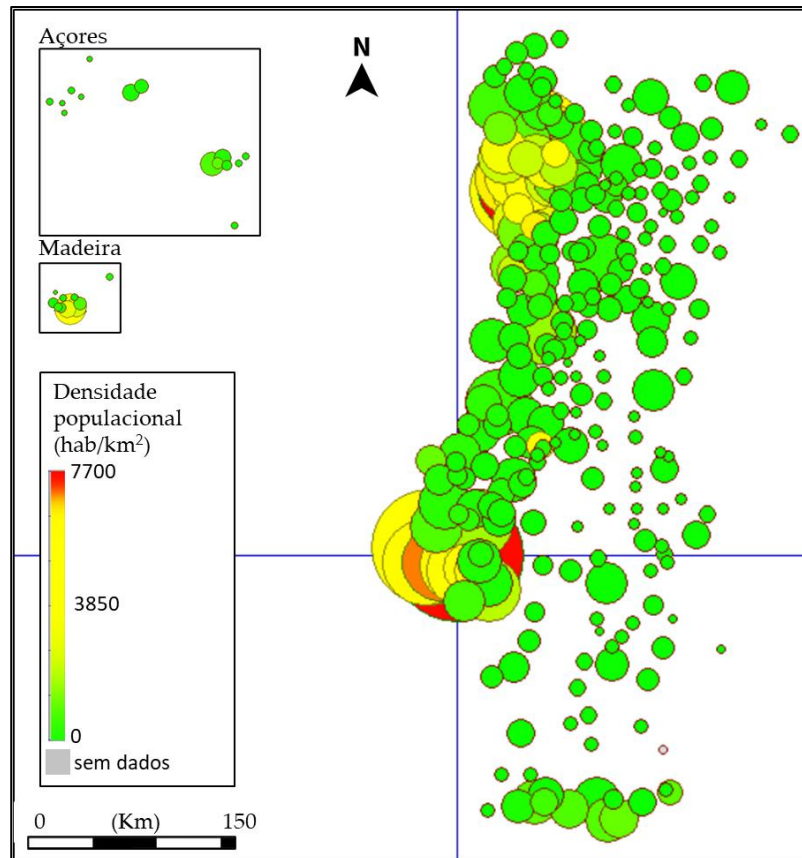


Figura 4.2 - Densidade demográfica da população dos municípios no mapa de Portugal em 2019 (Adaptado de Pordata, 2021).

Urbanização

O nível de urbanização do território varia amplamente entre os municípios do país. É possível constatar que o nível de urbanização tem relação direta com outros fatores socioeconómicos e sociodemográficos. Na Tabela 4.3 apresenta-se, para cada tipologia urbana, o número de municípios classificados dentro dessa tipologia, e alguns indicadores sociodemográficos e de resíduos. Verifica-se que com o aumento da urbanização, outros fatores também aumentam, nomeadamente a recolha total de RU, o número médio de habitantes por alojamento, o poder de compra *per capita*, a taxa de emprego, o número médio de famílias por Km², a densidade populacional e o valor de contrapartida financeira. Outros fatores não obtiveram crescimento uniforme entre as tipologias, mas aumentaram com a urbanização, como é o caso da média da taxa seletiva e a acessibilidade ao serviço de recolha seletiva.

Tabela 4.3 - A urbanização e outros fatores no país em 2019 (adaptado de Pordata, 2021; Despacho n.º 8376-C/2015; RASARP, 2020).

Tipologias urbanas	APR	AMU	APU	Total
Número de municípios (nº)	125	135	47	307
Média da recolha total (Kg/hab.ano)	483,8	496,8	553,4	500,2
Média da taxa seletiva (%)	16,4	16,1	25,0	17,6
Média de habitantes por alojamento (nº)	1,3	1,6	1,9	1,5

Média do poder de compra <i>per capita</i> (%)	75,4	78,1	101,5	80,5
Média da taxa de emprego (%)	41,1	45,2	50,1	44,3
Média do número de famílias (famílias/Km ²)	25,6	108,0	604,7	150,5
Média da densidade populacional (habitantes/Km ²)	34,4	195,5	1139,1	274,4
Média de valor de contrapartida financeira (1-3)	1,5	2,1	3,0	2,0
Acessibilidade ao serviço de recolha seletiva (%)	54,9	47	74,8	54,2
Reciclagem de resíduos da recolha seletiva (%)	81,3	90,8	88,9	86,8

Para melhor compreensão da urbanização no país, foi elaborado o mapa da Figura 4.3 que mostra a distribuição da urbanização dos municípios entre os níveis APR, AMU e APU em Portugal, relacionada a dimensão da população dos municípios (proporcional ao diâmetro dos pontos). Pode-se observar a clara tendência da urbanização, onde os principais municípios, Porto, Lisboa e seus arredores, tem o maior nível de urbanização, seguido pela zona costeira do país, e verifica-se menor nível de urbanização nos municípios mais afastados da costa.

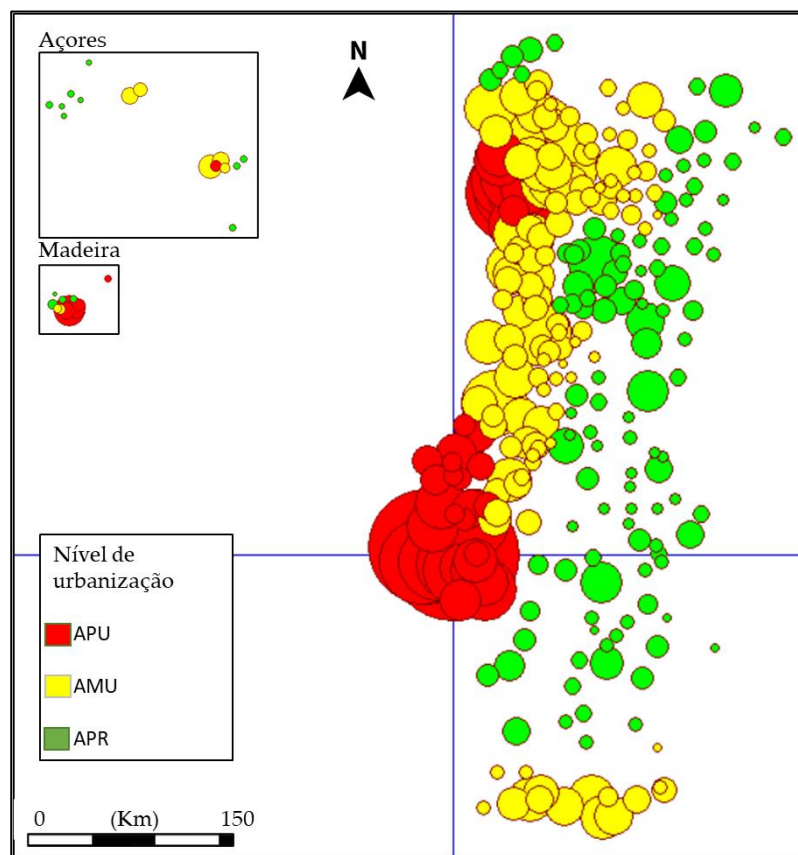


Figura 4.3 - A urbanização nos municípios de Portugal em 2019 (Adaptado de RASARP, 2020).

A população e as recolhas de resíduos urbanos

Nos termos de recolhas de RU foram analisadas a recolha total de RU nos municípios e a correspondente taxa de recolha seletiva, uma vez que é preferível analisar a taxa de recolha

seletiva a comparar com o total, ao invés de analisar a recolha seletiva total em massa, pois é importante identificar adequadamente a participação dos municípios, uma vez que ambas recolhas podem aumentar em um município e em outros apenas uma delas.

A Figura 4.4 detalha a distribuição dos municípios do país, expressa em milhares de habitantes, em função da captação de RU totais recolhidos, em Kg/hab.ano. Pode-se observar que grandes municípios como Vila Nova de Gaia e Sintra encontram-se abaixo da linha de tendência de recolha total de RU, já outros grandes municípios participam com mais resíduos na recolha total do que a tendência do país, como é o caso de Lisboa, logo acima da linha, Cascais, Loures e Porto. Observa-se também a concentração de municípios menores e a alta variância na recolha de resíduos totais.

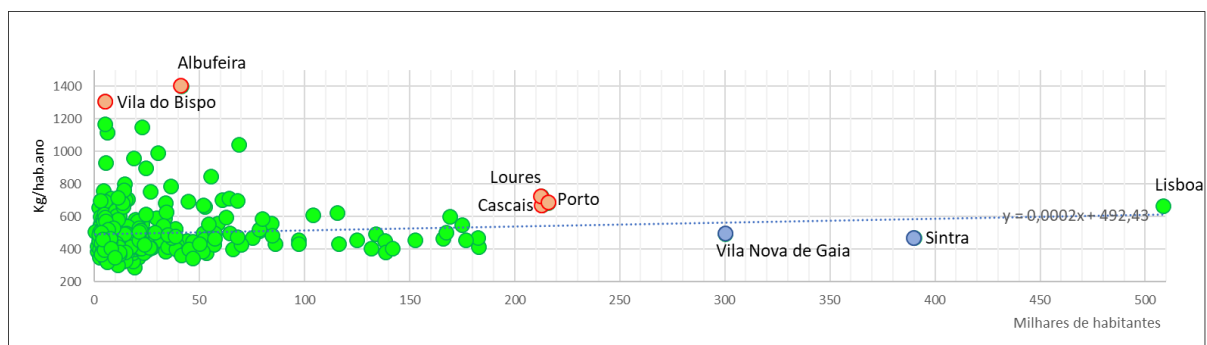


Figura 4.4 - A distribuição dos municípios do país em relação às quantidades *per capita* de resíduos urbanos totais recolhidos em 2019 (Adaptado de Pordata, 2021).

Para melhor compreensão do gráfico de dispersão foi realizado um corte até 200 mil habitantes e até 1200 Kg/hab.ano, que se apresenta na Figura 4.5. Pode-se observar que alguns municípios menores em população residente e com valores mais elevados de recolha total *per capita*, têm população flutuante considerável decorrente do turismo, como é o caso de Albufeira, Lagos, Lagoa, Castro Marim e Porto Santo.

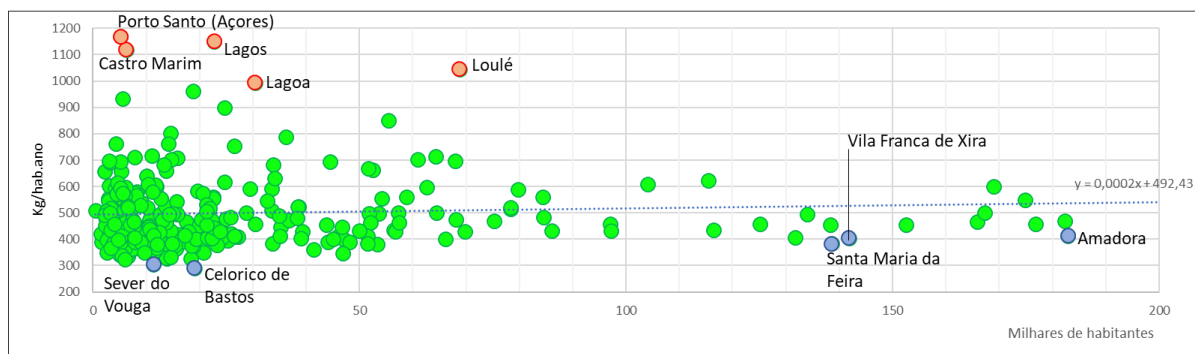


Figura 4.5 - A distribuição dos municípios em relação à recolha de resíduos urbanos totais em 2019, até 200 mil habitantes (Adaptado de Pordata, 2021).

Em relação a taxa de recolha seletiva, e como se pode observar na Figura 4.6, alguns municípios de maior dimensão populacional registam taxas de recolha seletiva abaixo da linha de tendência do país, como é o caso de Lisboa, ligeiramente abaixo (28%), Vila Nova de Gaia (13,1%) e Loures (12,3%). Todos municípios tendem a se desenvolver urbanamente, e os municípios grandes ditam o caminho com tecnologias e soluções mais urbanas. Neste sentido, é importante que os grandes municípios do país encontrem soluções para melhorar a gestão

dos resíduos e aumentar a taxa de recolha. O município de Cascais tem sensivelmente a mesma população de Loures e apresenta uma taxa de recolha três vezes maior (37%).

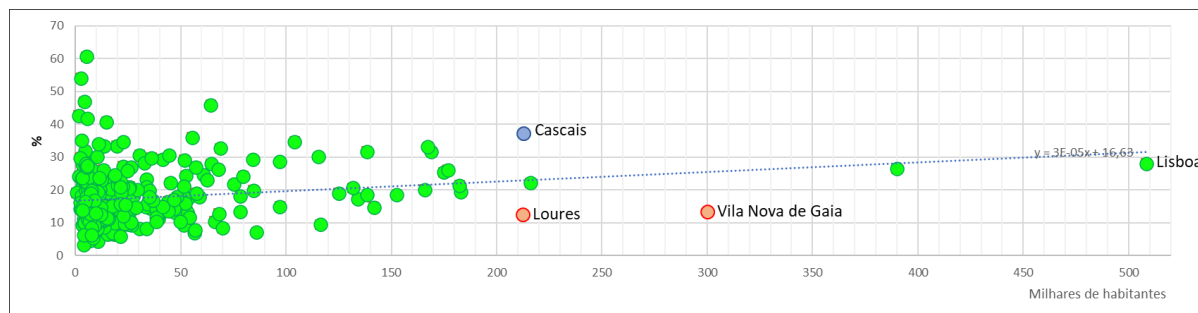


Figura 4.6 - A distribuição dos municípios do país em relação a taxa de recolha seletiva em 2019 (Adaptado de Pordata, 2021).

Para melhor compreensão dos dados foi realizado um corte até 200 mil habitantes. Pode-se verificar, na Figura 4.7, que municípios que têm características turísticas, até mesmo com grande recolha total de RU, mantêm-se com uma taxa de recolha seletiva acima da linha de tendência do país, como é o caso de Porto Santo com 60,6%, Lagoa com 40,7%, Funchal com 34,7%, Setúbal com 30% e Almada com 31,5%. Isso significa que é possível, também em municípios turísticos, elevar-se a taxa de recolha seletiva de RU.

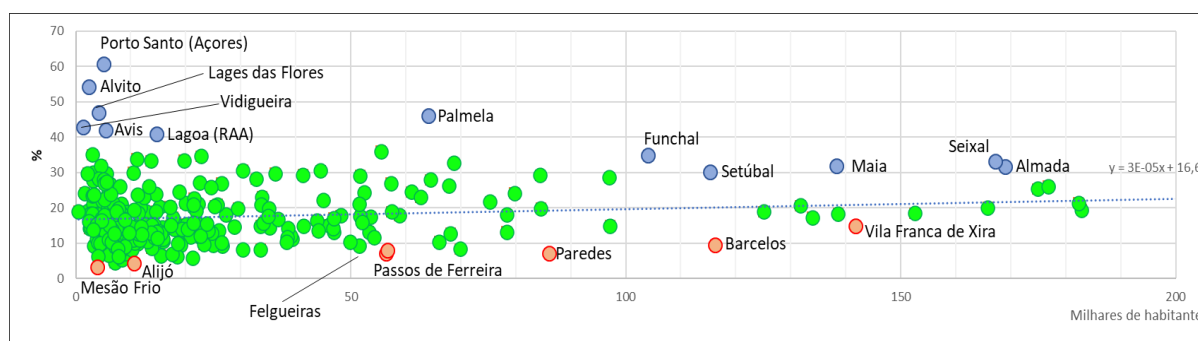


Figura 4.7 - A distribuição dos municípios do país em relação a taxa de recolha seletiva em 2019, em municípios de até 200 mil habitantes (Adaptado de Pordata, 2021).

A Figura 4.8 seguinte apresenta três retas aproximadas que representam: a recolha total de RU em relação ao tamanho da população dos municípios; a recolha seletiva em relação ao tamanho da população dos municípios; e a relação entre a recolha total e a recolha seletiva, todas em percentagem e em ordem crescente de população.

Pode-se observar que a recolha total de RU apresenta crescimento uniforme, o que significa que municípios com maiores populações recolhem RU em quantidades similares a municípios menores. Praticamente 50% da população contribuiu para a recolha de 50% dos resíduos totais. Em relação à recolha seletiva de resíduos, pode-se observar esta não apresenta grande uniformidade, e que 50% da população nos menores municípios recolhe apenas 44,2% dos RU seletivos, e conseqüentemente os 50% da população nos municípios maiores recolhe 55,8% dos RU seletivos. Pode-se observar também nos 20% que representam a população dos maiores municípios, estes recolhem 25% dos resíduos seletivos. Em relação à terceira reta, que compara o comportamento da recolha total de resíduos e a recolha seletiva, pode-se concluir

que a faixa de população menor que representa 50% da recolha total de RU recolhe 45% dos RU seletivos, e os 10% da recolha total de RU da maior porção da população recolhe 13% dos RU seletivos.

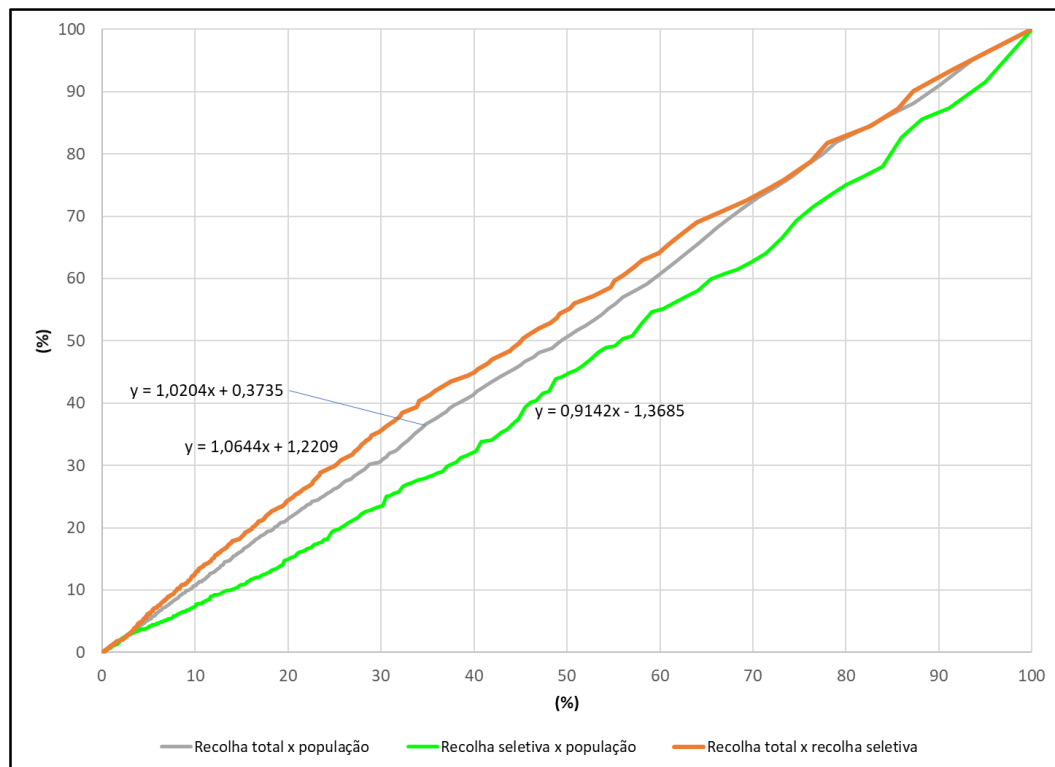


Figura 4.8 - As relações entre as recolhas e a população, e a relação entre as recolhas total e seletiva em Portugal no ano de 2019 em percentagem (Adaptado de Pordata, 2021).

Ao analisar a recolha total de RU em cada município, *per capita*, em relação à taxa de recolha seletiva, em percentagem, pode-se observar que municípios que exibem recolhas *per capita* elevadas tendem a recolher mais resíduo seletivo, porém há municípios com grande recolha *per capita* e que estão abaixo da linha de tendência (vermelha), como Albufeira, Castro Marim e Vila do Bispo, que tem alta influência do turismo. Porto Santo também é uma cidade turística que recolhe elevado número de resíduo *per capita*, porém mantêm-se com a taxa de recolha mais alta do país (60,1%), o que a torna bom exemplo a seguir e mostra o potencial da taxa de recolha seletiva para municípios com características semelhantes. Esta análise segue na Figura 4.9.

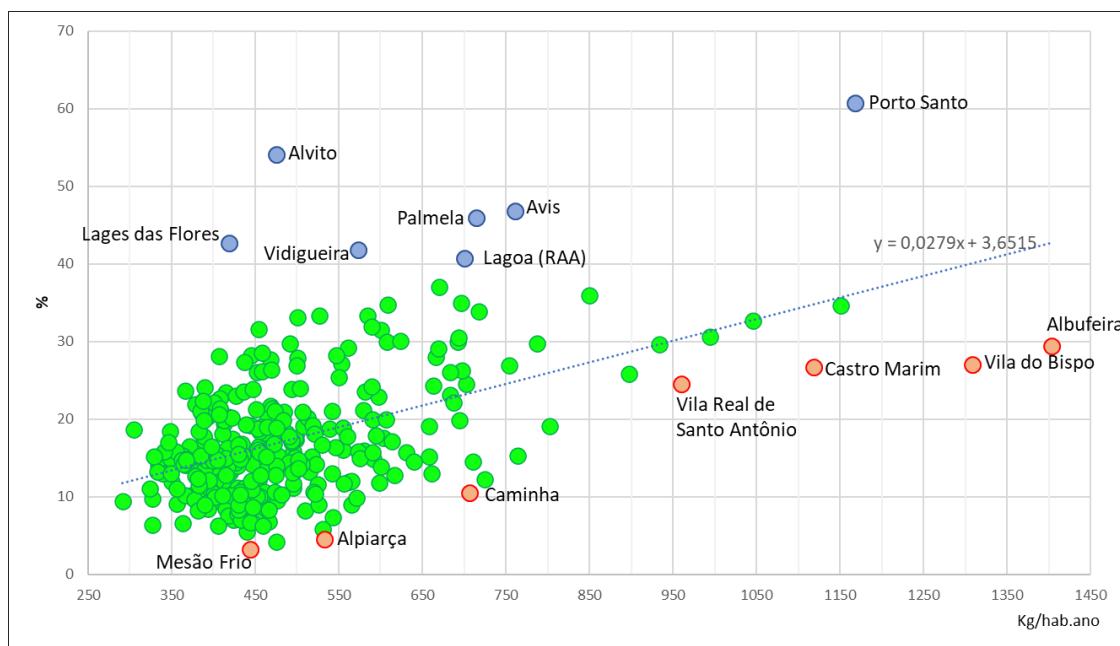


Figura 4.9 - A recolha total de RU em relação a taxa de recolha seletiva nos municípios de Portugal em 2019 (Adaptado de Pordata, 2021).

Para melhor compreensão da distribuição da recolha total de RU nos municípios do país, foi elaborado o mapa da Figura 4.10 a seguir, que destaca a recolha total *per capita* nos municípios de Portugal, relacionada a dimensão da população dos municípios (proporcional ao diâmetro dos pontos). Pode-se observar que os municípios que mais recolhem RU *per capita* são os municípios da zona costeira do Algarve, seguidos do Porto, Lisboa, e seus arredores. Observa-se uma tendência de maior recolha de RU nos municípios costeiros.

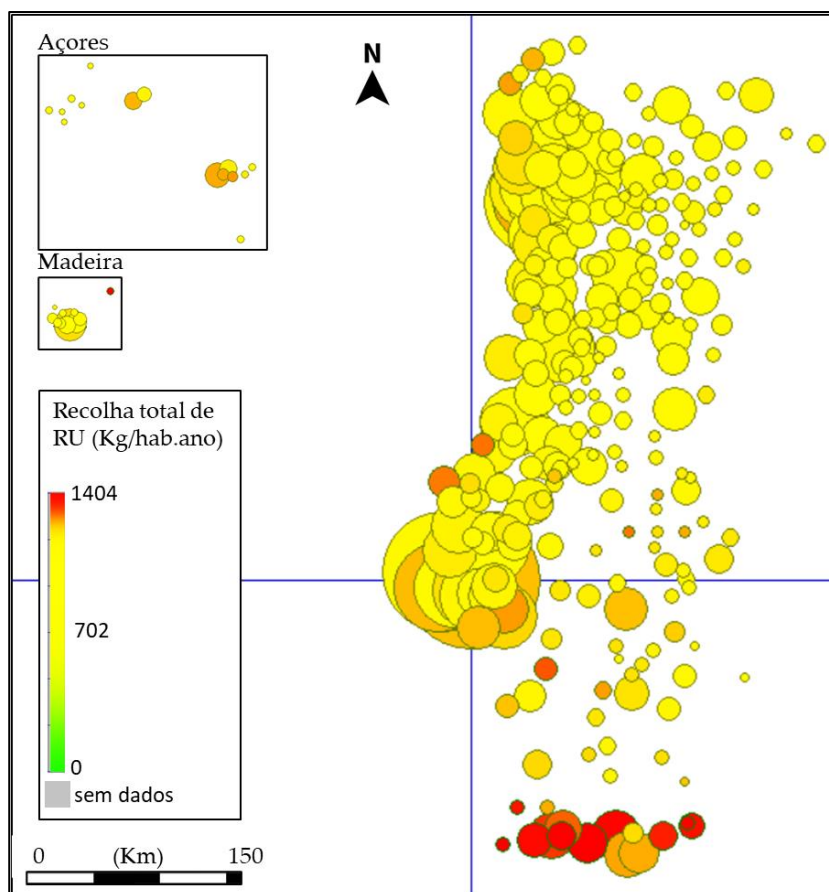


Figura 4.10 - A distribuição da recolha total *per capita* de RU nos municípios de Portugal em 2019 (Adaptado de Pordata, 2021).

A população e os rendimentos

Os rendimentos é um fator relevante quando se analisa a geração de RU, pois o status económico é um importante impulsionador do consumo, que por sua vez é fator de aumento da geração de RU, e para alguns autores, indivíduos com alta renda tendem a aumentar o consumo de produtos industrializados, o que pode favorecer o aumento também da taxa de recolha seletiva, como foi o caso deste estudo.

Para melhor compreensão da relação entre a população e o poder de compra foi elaborado o gráfico da Figura 4.11, que relaciona a recolha total de RU e a recolha seletiva, ambas por acumulação em (t/ano) no eixo vertical, com a população acumulada em ordem crescente de renda no eixo horizontal.

Ao analisar o gráfico da Figura 4.11, pode-se observar que ambas as recolhas aumentam com o aumento do poder de compra, porém, a recolha seletiva não acompanha o crescimento da recolha total na mesma proporção.

Em relação à recolha total, a parcela de 20% da população com a maior poder de compra recolhe 23% dos RU totais, já a parcela de 20% com menor poder de compra é responsável por 17%. Já em relação a recolha seletiva, os 20% que representam a parte da população com maior poder de compra recolhem 29% dos RU seletivos, e os 20% da população com menor poder de compra recolhem 11% dos RU seletivos.

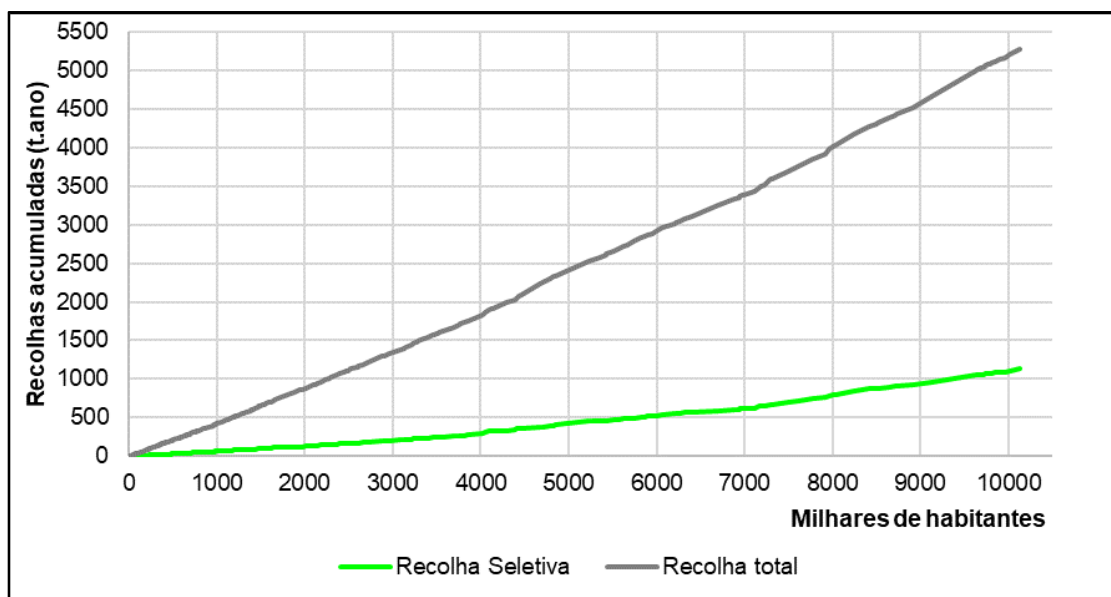


Figura 4.11 - A população, poder de compra e as recolhas de RU nos municípios de Portugal (Adaptado de Pordata, 2021).

Para melhor compreensão da distribuição do poder de compra no território português foi elaborado o mapa da Figura 4.12 a seguir, que relaciona a dimensão da população dos municípios (proporcional ao diâmetro dos pontos), com o respetivo poder de compra para o ano de 2017. Pode-se observar maior poder de compra nos dois maiores aglomerados urbanos do país, que são os municípios de Lisboa, Porto e arredores.

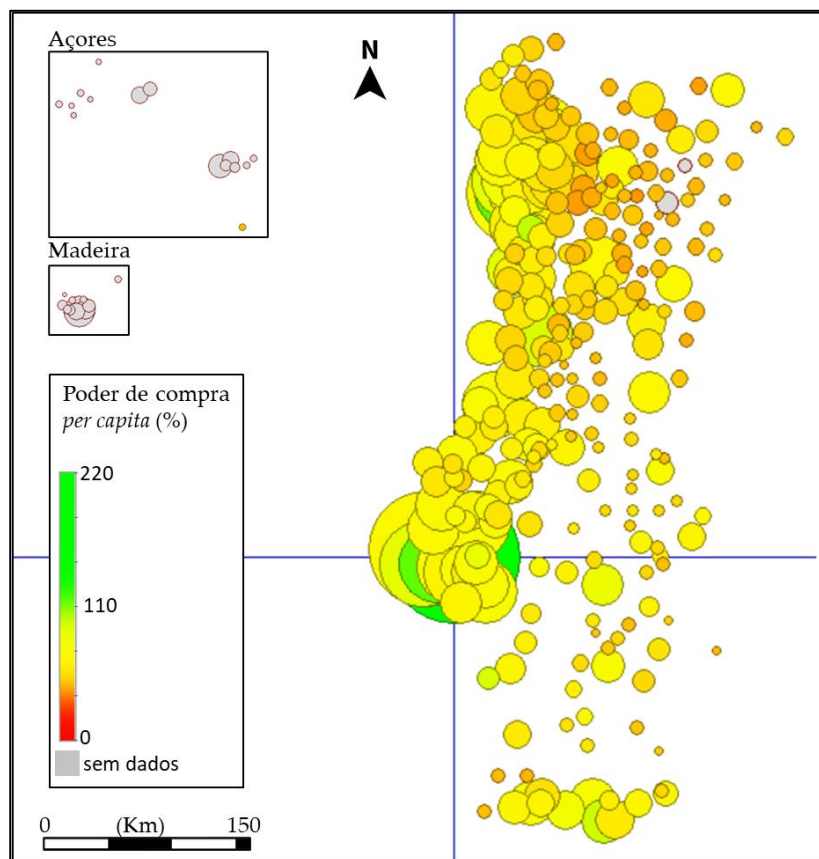


Figura 4.12 - A distribuição do poder de compra nos municípios de Portugal em 2017 (Adaptado de Por-data, 2021).

Regressão Linear Múltipla

Para melhor compreensão dos dados e das relações entre variáveis dependentes e as variáveis independentes, foi utilizado o método de regressão linear múltipla para as variáveis dependentes recolha total de RU *per capita*, recolha seletiva *per capita* e a taxa de recolha seletiva (%). Ao avaliar o teste t podemos observar variáveis com relações diretamente proporcionais ou inversamente proporcionais, de acordo com o sinal. Quanto mais próximo de zero estiver o grau de significância (p), maior significância em relação à variável dependente. Para o ajuste e calibração do modelo foi realizada releitura apenas com as variáveis com resultados de $p < 0,10$. Os resultados do primeiro modelo estão disponíveis no Anexo 1. O modelo excluiu por falta de colinearidade os fatores idade de 65 anos ou mais, escolaridade sem nível e a tipologia dos municípios. Nas Tabelas 4.4, 4.5 e 4.6 que seguem, encontram-se destacadas as principais variáveis relacionadas com os três modelos ajustados, quais sejam: os resultados de B, o erro, Beta, o teste t e a respetiva significância (p).

Ao analisar a Tabela 4.4 seguinte pode-se concluir que, com o aumento de um habitante na média de habitantes por alojamentos diminui-se cerca de 78Kg na recolha total de RU por habitante/ano, o que corrobora com os estudos de Khan et al. (2016), Vieira e Matheus (2018), Rybova (2019), Beigl et al. (2008) e Johnstone et al. (2004). Ao aumentar-se um ponto no valor de contrapartida financeira (fator de 1 a 3 pontos) aumenta-se cerca de 36Kg de recolha total

por habitante/ano. Em relação à escolaridade, o aumento da percentagem da população com o ensino básico 2 e secundário completo traduz-se no aumento de recolha total de RU por habitante/ano, o que corrobora os estudos de Silva (2008), Vieira e Matheus (2018), Kayode e Omole (2011) e Rybova (2019). Ao analisar o resultado para o ensino superior, este apresenta resultado contrário, onde o aumento de 1% na população com este nível de ensino implica diminuição de 13,3Kg de RU total recolhidos. As variáveis que apresentaram maior relação com a recolha total de RU foram, em ordem decrescente: a escolaridade secundário, a idade 15-65 anos, a dimensão média dos agregados familiares, a escolaridade superior e a população.

Tabela 4.4 - Análise de variância de modelo de regressão linear múltipla ajustado para recolha total de RU (autor, 2021).

Variável	B	Erro	Beta	T	P
Dimensão média dos agregados familiares (nº hab/alojamento)	-78,1	19,2	-0,266	-4,074	0,000
Idade de 0-14 anos (%)	19,8	5,9	0,298	3,335	0,001
Idade de 15-64 anos (%)	-14,2	2,9	-0,371	-4,982	0,000
Escolaridade básico 2 (%)	11,5	4,6	0,192	2,489	0,013
Escolaridade secundário (%)	24,4	4,6	0,490	5,348	0,000
Escolaridade superior (%)	-13,3	3,5	-0,382	-3,842	0,000
Poder de compra <i>per capita</i> (%)	2,5	0,8	0,309	3,085	0,002
Número total de alojamentos (nº de famílias)	0,0	0,0	0,816	2,979	0,003
População (nº de habitantes)	0,0	0,0	-0,981	-3,742	0,000
Valor de contrapartida financeira (1-3)	35,9	10,7	0,171	3,372	0,001
Acessibilidade ao serviço de recolha seletiva (%)	0,9	0,4	0,108	2,096	0,037

Ao analisar os resultados do modelo referente à recolha seletiva de RU na Tabela 4.5 a seguir, pode-se observar que, com o aumento de um habitante na média de habitantes por alojamento diminui-se 33,7Kg de recolha seletiva de RU por habitante/ano, o que corrobora os estudos de Rybova (2019), que obteve 11Kg para este resultado. Em relação ao valor de contrapartida financeira, com o aumento de um ponto este passa a recolher cerca de 30Kg de RU seletivo a mais por habitante/ano. Em relação ao fator idade, este aumenta até 7,6Kg de RU recolhido seletivamente por habitante/ano com o aumento de 1% da população entre 0 e 14 anos, e diminui 2,2Kg com a população entre 15 e 64 anos. Na escolaridade, com o aumento de 1% de habitantes com escolaridade básico 1 completo diminui-se cerca de 2Kg recolhidos seletivamente de RU por habitante/ano, e aumenta cerca de 5,5Kg no que se refere ao nível secundário completo. As variáveis que apresentaram maior relação com a recolha seletiva de RU foram, em ordem decrescente: o valor de contrapartida financeira, a dimensão média dos agregados familiares, a população, a acessibilidade ao serviço de recolha seletiva e o número total de alojamentos.

Tabela 4.5 - Análise de variância de modelo de regressão linear múltipla ajustado para recolha seletiva de RU (autor, 2021).

Variável	B	Erro	Beta	T	p
Dimensão média dos agregados familiares (nº hab/alojamento)	-33,697	7,754	-0,258	-4,346	0,000
Idade de 0-14 anos (%)	7,581	2,679	0,256	2,829	0,005
Idade de 15-65 anos (%)	-2,213	1,069	-0,130	-2,069	0,039
Escolaridade básico 1 (%)	-1,954	1,546	-0,140	-1,264	0,207
Escolaridade secundário (%)	5,445	2,188	0,246	2,489	0,013
Número total de alojamentos (nº de famílias)	0,002	0,001	0,767	3,193	0,002
População (nº de habitantes)	-0,001	0,000	-0,943	-3,910	0,000
Valor de contrapartida financeira (1-3)	30,223	4,704	0,324	6,425	0,000
Acessibilidade ao serviço de recolha seletiva (%)	0,674	0,187	0,181	3,606	0,000

Ao analisar os resultados para o modelo da taxa de recolha seletiva na Tabela 4.6 a seguir, pode-se observar que, com o aumento de 1 ponto no valor de contrapartida financeira aumenta-se a taxa de recolha seletiva em 3,3%. Já para escolaridade, os resultados foram contrários aos reportados em literatura, em que os resultados mostram que o aumento do nível escolar resulta em menor taxa de recolha seletiva. Para o fator escolaridade superior, por exemplo, com o aumento de 1% da população com este nível escolar constata-se queda de 0,5% da taxa de recolha seletiva. Apesar dos resultados sobre o comportamento do número médio de habitantes por alojamento corroborarem com Jenkins et al. (2003) e Gaeta et al. (2017), em que a taxa de reciclagem demonstrou-se maior em agregados com maior número de habitantes quando comparados a habitações menores, os resultados para este parâmetro não apresentam grande significância, tendo sido excluídos do modelo calibrado. As variáveis que apresentaram maior relação com a taxa de recolha seletiva de RU foram, em ordem decrescente: o valor de contrapartida financeira, a escolaridade básico 1, a reciclagem de resíduos da recolha seletiva, o acesso ao serviço de recolha seletiva e a escolaridade básico 2.

Tabela 4.6 - Análise de variância de modelo de regressão linear múltipla ajustado para taxa de recolha seletiva de RU (autor, 2021).

Variável	B	Erro	Beta	T	p
Escolaridade básico 1 (%)	-0,757	0,121	-0,475	-6,270	0,000
Escolaridade básico 2 (%)	-0,738	0,157	-0,241	-4,708	0,000
Escolaridade superior (%)	-0,563	0,137	-0,318	-4,116	0,000
Valor de contrapartida financeira (1-3)	3,303	0,524	0,310	6,308	0,000
Acessibilidade ao serviço de recolha seletiva (%)	0,109	0,021	0,256	5,137	0,000
Reciclagem de resíduos da recolha seletiva (%)	0,066	0,012	0,244	5,328	0,000

Os resultados de significância P para os modelos de regressão linear múltipla ajustados relacionando as principais variáveis independentes estão disponíveis no Anexo 2. As únicas variáveis que estão relacionadas nos três modelos são: o valor de contrapartida financeira e a acessibilidade ao serviço de recolha seletiva. Para avaliarmos a qualidade do modelo analisamos os valores de R^2 , o qual quanto mais próximo de 1 apresenta maior explicação dos resultados relacionados com as variáveis independentes. Em relação aos modelos analisados, os valores de R^2 nos resultados foram considerados significativos, onde a recolha seletiva apresentou o maior valor relativamente aos analisados, o que significa que 50,5% dos resultados deste modelo são explicados pelos valores das variáveis independentes. Os valores de R^2 e de R^2 ajustado são detalhados na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Valores de R^2 e R^2 ajustado para os modelos calibrados utilizados (adaptado de Pordata, 2021).

Modelo	Recolha Total	Recolha Seletiva	Taxa de RS
R^2	0,523	0,521	0,471
R^2 ajustado	0,501	0,505	0,459

4.2. Municípios que apresentam grandes variações temporais da taxa de recolha seletiva

Para identificar os municípios com taxas significativas de recolha seletiva foram analisados todos os municípios do país nos anos recentes, tendo-se selecionado então os municípios que apresentam comportamentos diferenciados quando comparados a outros municípios, cujas taxas de recolha crescem ou decrescem de maneira significativa em um curto espaço de tempo, como descrito na Tabela 4.8, e objeto de posterior análise.

Tabela 4.8 - Municípios com alterações significativas na taxa de recolha seletiva de RU nos anos recentes (adaptado de Pordata, 2021).

Taxa de RS	EG responsável pela RS	2015	2016	2017	2018	2019	Anos	Variância (%)
Palmela	Amarsul	5,2	5,69	27,07	42,52	45,91	4	40,71
Alvito	CM Alvito	26,61	29,42	25,59	17,85	54,09	1	36,23
Avis	Valnor	11,7	26,55	39,86	30,25	46,78	4	35,08
Porto Santo	ARM	28,77	33,25	42,3	43,03	60,64	4	31,87
Sesimbra	Amarsul	5,16	4,92	23,74	29,14	29,06	3	24,14
Seixal	Amarsul	9,67	9,01	23,14	30,37	33,10	3	24,09
Alcochete	Amarsul	9,9	15,91	23,09	29,68	33,37	4	23,48
Moita	Amarsul	5,72	5,15	11,57	30,26	27,91	3	22,76
Almada	Amarsul	7,83	9,09	18,44	31,6	31,54	3	22,45
Calheta [RAA]	CM Calheta	3,21	5,92	5,31	22,57	27,74	2	22,43
Alter do Chão	Valnor	12,07	16,08	28,19	25,87	21,07	2	-7,12
Corvo	CM Corvo	5,51	18,01	30,5	27,32	19,07	2	-11,43
Vila do Bispo	Algar	26,57	24,66	26,29	47,48	26,98	1	-20,5

Para se perceber as possíveis causas das variações registadas nas taxas de recolha seletiva dos municípios indicados na Tabela 4.8, foram realizadas tentativas de contato com os municípios ou respetivas EG, solicitando-se informação sobre a quantidade de estruturas para recolha seletiva, recolha porta-a-porta e campanhas de sensibilização da população. Contudo, apenas se conseguiu em tempo útil as respostas de alguns municípios. Com a informação disponível, foram avaliadas as taxas de habitações atendidas pela recolha seletiva de resíduos (calculada à partir do total de habitações e o número de habitações atendidas pela recolha seletiva) da ERSAR (2017, 2019), que seguem na Tabela 4.9. Não existem dados disponíveis para os municípios de Porto Santo e Calheta (Açores) na ERSAR (2017, 2019), uma vez que as Regiões Autónomas estão fora do seu âmbito regulatório, mas os números de estruturas de recolha seletiva (ecopontos, ecocentros e contentores) encontraram-se disponíveis para grande maioria dos municípios selecionados em 2019, e incompletos para o ano de 2017. Pode-se observar na Tabela 4.9 que, dentre os municípios sem análise, os dois que obtiveram variância negativa na taxa de recolha seletiva na Tabela 4.8 (Alter do Chão e Vila do Bispo) estão entre os três municípios que menos evoluíram na taxa de habitações atendidas pela recolha seletiva, entre 2017 e 2019, e entre os três que dispunham de um número menor de estruturas para recolha seletiva em 2017.

Tabela 4.9 - Taxa de habitações atendidas pela recolha seletiva de resíduos em alguns municípios de Portugal em 2017 e 2019 (ERSAR, 2017 e 2019).

Municípios	% hab atendidas pela RS			Estruturas de RS		Estruturas indif.	
	2017	2019	Variância	2017	2019	2017	2019
Palmela	44,9	56,4	11,5	227	Na	2977	3002
Alvito	70,4	75,4	5	97	25	108	34
Avis	62,1	68,3	6,2	34	Na	424	423
Sesimbra	49	79,2	30,2	155	Na	2165	3002
Seixal	70,5	85,4	14,9	488	Na	2695	2509
Alcochete	68,3	81,6	13,3	76	1	614	621
Moita	75,6	84,3	8,7	201	Na	1715	1706
Almada	70	84,7	14,7	592	Na	4700	4786
Alter do Chão	81,6	85,8	4,2	35	Na	202	202
Vila do Bispo	62,5	68,6	6,1	53	Na	569	598

Alvito

O município, que está em APR, tem 2.461 habitantes distribuídos em 1.753 habitações, dispunha de 23 ecopontos em 2018 (ERSAR, 2019; CM Alvito, 2021). Segundo a Câmara Municipal de Alvito, foi implementado em janeiro de 2019 um sistema de recolha de resíduos porta-a-porta, abrangendo toda a população e todos os fluxos (indiferenciado, papel, embalagens e vidro), apesar de a ERSAR (2019) mostrar a taxa de habitações atendidas pela recolha seletiva de 75,4%. Para o sistema de recolha porta-porta foram entregues conjuntos de 4 contentores em cada habitação, e foram feitas campanhas de sensibilização aquando da implementação do projeto e que são reforçadas pontualmente (CM Alvito, 2021). Para além dos contentores entregues em cada habitação, foi mantido um pequeno conjunto de ilhas ecológicas (foram retirados das ruas todos os outros contentores existentes), que são destinados a municípios fora do aglomerado urbano ou em situação de recurso, uma vez que existem dias

específicos para a recolha de cada material (CM Alvito, 2021). Segundo a ERSAR (2019), a taxa de habitações atendidas pela recolha seletiva foi de 75,4% em 2019. Estas medidas fizeram com que a taxa de recolha seletiva do município aumentasse de 17,8%, em 2018, para 54%, em 2019, registrando-se esta como evolução mais significativa da taxa de recolha seletiva dentre os municípios do país, em anos recentes.

Calheta

O município de Calheta faz parte da Região Autónoma dos Açores, e está inserido em APR. No ano de 2016 o município introduziu a recolha seletiva de resíduos, com aquisição de viaturas específicas e disposição de 60 ecopontos de 800l, 30 ecopontos de 240l, 20 ecopontos de 120l, para além de oleões e pilheiras (CM Calheta, 2021). Em agosto de 2018 o município aumentou em 54,5% o número total de ecopontos, o que fez com que a taxa de recolha seletiva evoluísse de 5,3%, em 2017, para 27,7%, em 2019 (CM Calheta, 2021). Em 2021 o município adquiriu mais 10 ecopontos para completar lacunas e carências em locais de menor acesso, e garante a cobertura de 95% da área total para recolha de RU, mesmo sem recolha porta-a-porta (CM Calheta, 2021). O município informou ainda que desenvolve campanhas de sensibilização da população para a recolha seletiva de forma regular, e que não houve intensificação desde a introdução da mesma (CM Calheta, 2021).

Vila do Bispo

O município está inserido em AMU, e conta com 5.154 habitantes em 6.132 habitações em 2019 (ERSAR, 2019). Segundo a Câmara Municipal, em 2019 estavam instalados 81 equipamentos de recolha seletiva (ilhas ecológicas), com um aumento para 84 equipamentos em 2019, sendo esta a última adesão (CM Vila do Bispo, 2021). Segundo a ERSAR (2019) a taxa de habitações atendidas pela recolha seletiva em 2019 foi de 68,6%. A câmara informou que não há recolha porta-a-porta e também não houve intensificação de campanhas de sensibilização da população para a recolha seletiva (CM Vila do Bispo, 2021). O município teve uma redução na taxa de recolha seletiva de 47,5%, em 2018, para 26,9%, em 2019.

Estas análises mostram que é possível aumentar a taxa de recolha seletiva dos municípios de diferentes formas, seja apenas ao implantar a recolha seletiva, ou investir em mais estruturas de recolha. Estas formas ainda necessitam de campanhas de sensibilização da população para que a mesma participe da segregação e destinação correta dos resíduos, sendo que esta participação pode variar. Para maior adesão à recolha seletiva recomenda-se a recolha porta-a-porta, como o exemplo de Alvito, porém isto implica em maiores custos para os municípios.

Existem municípios com características diversas que tem taxa de recolha seletiva elevada e que podem servir de exemplo para municípios com características semelhantes. No caso de municípios turísticos, Porto Santo, Lagoa (Açores) e Lajes das Flores obtiveram altas taxas. Já para municípios em APR, Alvito, Avis e Vidigueira configuram os resultados mais elevados. Para municípios em AMU, os municípios de Portimão, Lagoa e Vila Franca do

Campo obtiveram as mais altas taxas de recolha seletiva, e para APU, os municípios de Porto Santo, Nazaré, Peniche, Loures e Palmela.

A Figura 4.13 apresenta a distribuição e evolução da taxa da recolha seletiva dos municípios do país nos anos de 2002, 2010 e 2019, relacionada a dimensão da população dos municípios (proporcional ao diâmetro dos pontos). Pode-se observar que no início da década de 2000 muitos municípios não apresentavam recolha seletiva, e há uma tendência positiva para a taxa de Lisboa, Porto, e seus arredores. É possível verificar em 2010 uma significativa evolução positiva para o fator, especialmente nos municípios costeiros, com destaque para os aglomerados urbanos aos arredores de Lisboa, Porto e na região do Algarve. Já em 2019 pode-se observar a evolução positiva da taxa no país como um todo, com algumas exceções de municípios pequenos e, principalmente, na região localizada à porção norte/nordeste do país.

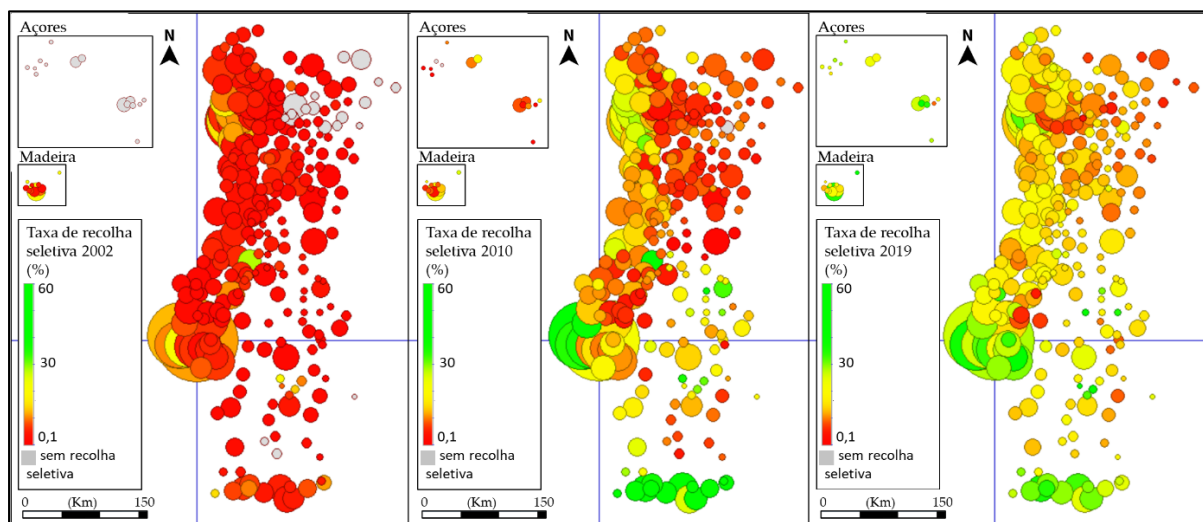


Figura 4.13 - A distribuição e evolução da taxa de recolha seletiva nos municípios de Portugal nos anos de 2002, 2010 e 2019 (Adaptado de Pordata, 2021).

5.1. Síntese conclusiva

A elaboração deste trabalho possibilitou diversas análises sobre a recolha de RU e suas características, levando em consideração aspetos importantes sobre a população e a gestão de resíduos nos municípios portugueses. Destacam-se os seguintes principais resultados e conclusões obtidos:

- Cerca da metade da população portuguesa está concentrada em municípios de pequena ou média dimensão, até 75.000 habitantes (270 municípios de 308), e municípios com mais de 250.000 habitantes compõem menos de 10% da população. Ou seja: Portugal concentra a maior parte da população distribuída em municípios considerados pequenos.
- O nível de urbanização exibe relação direta com outros fatores socioeconómicos e sociodemográficos; com o aumento da urbanização outros fatores também aumentam, como a recolha total de RU *per capita*, o número médio de habitantes por alojamento, o poder de compra *per capita*, a taxa de emprego, o número de famílias por Km², a densidade populacional e o valor de contrapartida financeira. Fatores como a taxa de recolha seletiva e a acessibilidade ao serviço de recolha seletiva não a obtiveram crescimento uniforme, mas também crescem com o aumento da urbanização.
- Em relação à recolha total de RU, municípios considerados de grande porte como Vila Nova de Gaia e Sintra encontram-se abaixo da linha de tendência, ou seja: recolhem pouco *per capita*; já outros grandes municípios participam com mais resíduos *per capita* do que a tendência do país, como é o caso de Lisboa, Cascais, Loures e Porto. A maioria dos municípios menores em população residente que recolhem muitos RU *per capita* são turísticos e sofrem influência da população flutuante, como é o caso de Albufeira, Lagos, Lagoa, Castro Marim e Porto Santo.
- Em relação à taxa de recolha seletiva, há alguns municípios de grande porte com taxas de recolha seletiva abaixo da linha de tendência do país, como é o caso de Lisboa (ligeiramente abaixo com 28%) Vila Nova de Gaia (13,1%) e Loures (12,3%), o que não é positivo, pois contribuem com a produção de muitos resíduos recicláveis que não serão reciclados. O município de Cascais, com dimensão populacional semelhante à de Loures, tem uma taxa de recolha seletiva três vezes superior (37%). Todos municípios tendem a se desenvolver e aumentar o nível de urbanização, e os municípios grandes ditam o caminho com tecnologias e soluções urbanas. Neste sentido, é importante que os grandes municípios do país encontrem soluções para melhorar a taxa de recolha seletiva e, desta forma, ajudarem no cumprimento das metas comunitárias e nacionais estabelecidas. Municípios que apresentam características turísticas, até mesmo com grande recolha total de RU, apresentam elevada taxa de recolha seletiva, acima da linha de tendência do país, como é o caso de Porto

Santo (60,6%), Lagoa (40,7%), Funchal (34,7%), Setúbal (30%) e Almada (31,5%). Este fator mostra que há bons exemplos de gestão de resíduos de municípios no país.

- A recolha de resíduos totais urbanos apresenta uniformidade em relação à dimensão populacional dos municípios, ou seja: os municípios maiores recolhem a mesma quantidade que os menores. Já em relação a recolha seletiva, a parcela que representa 50% dos municípios de menor população recolhem 44,2% dos RU seletivos, e a outra metade, 55,8%. Isso significa que as cidades menores tendem a recolher ligeiramente menos RU seletivos. Os 20% dos municípios maiores recolhem 25% do total de RU seletivo.
- Municípios que apresentam alta recolha total de RU *per capita* tendem a recolher mais resíduo seletivo, porém há municípios turísticos que são grandes recolhedores *per capita* que estão abaixo da tendência do país, como Albufeira, Castro Marim e Vila do Bispo. Porto Santo também é cidade turística que recolhe elevado número de resíduo *per capita*, porém mantém-se com a taxa de recolha mais alta do país (60,1%), o que a torna bom exemplo a seguir e mostra o potencial da taxa de recolha seletiva para municípios com características semelhantes.
- As quantidades de recolha de RU total e recolha seletiva não são proporcionais, ambas aumentam com o aumento da renda, porém, a recolha seletiva não acompanha o crescimento da recolha total na mesma proporção. A renda é um importante fator quando tratamos de RU, pois o *status* económico é um importante impulsionador do consumo, que faz o aumento da geração de RU, principalmente seletivo. Em relação à recolha total, os 20% da população com a maior renda contribuem com 23% dos RU totais, já os 20% com menor renda contribuem com 17%. Já em relação à recolha seletiva, os 20% que representam a parte da população com maior renda contribuem com 29% dos RU recolhidos seletivamente, e os 20% da população com menor renda contribuem com 11% dos RU seletivos. Os municípios com maior renda recolhem ligeiramente mais RU totais que os restantes, mas substancialmente menos em relação aos seletivos.
- Em relação aos modelos ajustados de regressão linear, no que se diz respeito à recolha total de RU, as variáveis que apresentaram maior relação foram, em ordem decrescente: a escolaridade secundário, a idade 15-65, a dimensão média dos agregados familiares, a escolaridade superior e a população. O aumento de um habitante na média de habitantes por alojamentos implica redução de cerca de 78Kg na recolha total de RU por habitante/ano, o que corrobora os estudos de Khan et al. (2016), Vieira e Matheus (2018), Rybova (2019), Beigl et al. (2008) e Johnstone et al. (2004). Ao aumentar-se um ponto no valor de contrapartida financeira (fator de 1 a 3 pontos) aumenta-se cerca de 36Kg de recolha total por habitante/ano. Em relação à escolaridade, o aumento da percentagem da população com o ensino básico 2 e secundário completo traduz no aumento de recolha total de RU por habitante/ano, que corrobora com os estudos de Silva (2008), Vieira e Matheus (2018), Kayode e Omole (2011) e Rybova (2019). Ao analisar o resultado para o ensino superior, este apresenta resultado contrário, uma vez que o aumento de 1% na população com este

nível de ensino implica redução de 13,3Kg de RU total recolhidos, o que pode refletir uma maior consciência ambiental para o nível de escolaridade mais avançado.

- Já em relação ao modelo da recolha seletiva de RU, as variáveis que apresentaram maior relação foram, em ordem decrescente: o valor de contrapartida financeira, a dimensão média dos agregados familiares, a população, a acessibilidade ao serviço de recolha seletiva e o número total de alojamentos. Com o aumento de um habitante na média de habitantes por alojamento constata-se redução de 33,7Kg de recolha seletiva de RU por habitante/ano, o que corrobora os estudos de Rybova (2019), que obteve 11Kg para este resultado. Em relação ao valor de contrapartida financeira, ao aumento de um valor corresponde a acréscimo de 30Kg de RU seletivo a mais por habitante/ano. Em relação ao fator idade, este constata-se crescimento de até 7,6Kg de RU recolhido seletivamente por habitante/ano com o aumento de 1% da população entre 0 e 14 anos, e redução de 2,2Kg com a população entre 15 e 64 anos. Em relação à escolaridade, o aumento de 1% de habitantes com escolaridade básico 1 completo reflete redução de cerca de 2Kg recolhidos seletivamente de RU por habitante/ano, e crescimento de cerca de 5,5Kg no que se refere ao nível secundário completo.
- Em relação aos resultados do modelo da taxa de recolha seletiva, as variáveis que apresentaram maior relação foram, em ordem decrescente: o valor de contrapartida financeira, a escolaridade básico 1, a reciclagem de resíduos da recolha seletiva, o acesso ao serviço de recolha seletiva e a escolaridade básico 2. Com o aumento de 1 ponto no valor de contrapartida financeira aumenta-se a taxa de recolha seletiva em 3,3%. Já para escolaridade, os resultados foram contrários aos reportados em literatura, onde os resultados mostram que o aumento do nível escolar resulta em menor taxa de recolha seletiva. Para o fator escolaridade superior por exemplo, com o aumento de 1% da população com este nível escolar, há queda de 0,5% da taxa de recolha seletiva. Apesar dos resultados sobre o comportamento do número médio de habitantes por alojamento corroborar com Jenkins et al. (2003) e Gaeta et al. (2017), onde a taxa de reciclagem é maior em agregados com maior número de habitantes quando comparados a habitações menores, os resultados para este parâmetro não apresentam grande significância, sendo excluído do modelo ajustado.
- As únicas variáveis que estão relacionadas nos três modelos ajustados de regressão linear são: o valor de contrapartida financeira e a acessibilidade ao serviço de recolha seletiva.
- Os valores de R^2 , utilizados para avaliar a qualidade dos modelos, obtiveram resultados considerados significativos, em que a recolha seletiva apresentou o maior valor dentre a recolha total e a taxa de recolha seletiva, o que significa que 50,5% dos resultados deste modelo são explicados pelos valores das variáveis independentes.
- Em relação a taxa de recolha seletiva, entre os municípios selecionados, os dois que obtiveram variância negativa na taxa de recolha seletiva (Alter do Chão e Vila do

Bispo) estão entre os três municípios que obtiveram menor evolução na taxa de habitações atendidas pela recolha seletiva, entre 2017 e 2019, e entre os três municípios que apresentaram menor número de estruturas para recolha seletiva em 2017.

- As análises da taxa de recolha seletiva e resultados mostram que é possível aumentar a taxa de formas diferentes, seja apenas por alargar a rede de recolha seletiva, ou investir em recolha porta-a-porta. Estes meios ainda necessitam de campanhas de sensibilização da população para que haja participação na segregação e destinação correta dos resíduos, sendo que a participação pode variar muito entre municípios. Para maior adesão à recolha seletiva recomenda-se a recolha porta-a-porta, como o exemplo de Alvito, porém este formato implica em maiores custos para os municípios, e que pode ter como solução uma combinação de tipos de recolha.
- É importante ressaltar que existem municípios das mais diversas características que apresentaram elevada taxa de recolha seletiva, e que podem servir de exemplo para outros municípios. Sendo as características consideradas mais importantes, seguem os municípios selecionados: no caso de municípios turísticos, Porto Santo, Lagoa (Açores) e Lajes das Flores obtiveram altas taxas; já para municípios em APR, Alvito, Avis e Vidigueira configuram os resultados mais elevados; para municípios em AMU, os municípios de Portimão, Lagoa e Vila Franca do Campo obtiveram as mais altas taxas de recolha seletiva; e para APU, os municípios de Porto Santo, Nazaré, Peniche, Loures e Palmela.
- Em relação a evolução da taxa de recolha seletiva, observa-se que no início da década dos anos 2000 muitos municípios não haviam implantado a recolha seletiva, e que existia tendência positiva na taxa pelos arredores dos aglomerados urbanos de Lisboa e Porto. Em 2010, é possível observar grande evolução positiva para a taxa, especialmente nos municípios costeiros, com destaque para os aglomerados urbanos aos arredores de Lisboa, Porto e na região do Algarve. Já em 2019, pode-se observar a evolução positiva da taxa no país como um todo, com algumas exceções de municípios de menor porte, e da região localizada na porção norte/nordeste do país.
- Faz-se extrema importância a aplicação, na prática, da Diretiva (UE) 2018/851 do Parlamento Europeu, que institui a obrigatoriedade da recolha seletiva de biorresíduos aos Estados Membros até 31 de dezembro de 2023, para o auxílio no alcance das metas e objetivos de reciclagem estipulados pela comunidade europeia, visto que atualmente parte significativa dos biorresíduos são recolhidos pela recolha indiferenciada.

5.2. Limitações do estudo

As principais limitações deste estudo estão relacionadas aos dados. Os dados sobre resíduos urbanos são atualizados regularmente todos os anos, porém com o avanço da crise pandémica em 2020 estes dados não foram atualizados, sendo que a última versão disponível é a de 2019, utilizada neste estudo. Outros dados não disponíveis, e conseqüentemente não utili-

zados, foram os dados referentes aos fluxos de RU dentro dos SGRU, que possibilitaria perceber o comportamento da população em relação a segregação dos resíduos por tipo de recolha, que possibilitaria também compreender o quanto de resíduo está a ser enviado para cada recolha de forma equivocada, como recicláveis na recolha indiferenciada e resíduos indiferenciados na recolha seletiva. Este fator é importante para perceber o nível de conscientização na segregação dos resíduos por parte da população, que é potencialmente um dos principais problemas para o não alcance de algumas metas de resíduos estipulados pela UE.

5.3. Linhas para pesquisas futuras

Com os dados de fluxos dos resíduos das recolhas de RU, assim como dados de RU atualizados, é possível monitorar a recolha de resíduos em cada município para compreender os pontos positivos, negativos e pormenores. Estes resultados fazem parte dos desafios da gestão de RU no país, que servem para criação de base científica para que se possam incentivar medidas adicionais de correção e melhoria do processo, seja por meio de campanhas de comunicação e conscientização da população, por meio de novas medidas de carácter legal e regulatório, através de investimentos em estruturas ou inovações e tecnologia, a auxiliar para o alcance das metas e objetivos da gestão dos resíduos no país.

BIBLIOGRAFIA

ABRELPE, (2010). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2009. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, São Paulo. Disponível em: http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/Panorama2009.pdf (consultado em 10/3/2021)

Agenda 21, (1992). United Nations Conference on the Environment and Development. Organização das Nações Unidas (ONU). Switzerland: Conches. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf> (consultado em 2/2/2021)

APA (2020). Dados sobre resíduos; caracterização física. Agência Portuguesa do Ambiente (2020). Disponível em [\[https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933&sub3ref=936\]](https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933&sub3ref=936) (Consultado em 22/12/2020).

Bach, H., Mild, A., Natter, M., & Weber, A. (2004). Combining socio-demographic and logistic factors to explain the generation and collection of waste paper. *Resources, Conservation and Recycling*, 41(1), 65-73.

Bartelings, H., & Sterner, T. (1999). Household waste management in a Swedish municipality: determinants of waste disposal, recycling and composting. *Environmental and resource economics*, 13(4), 473-491.

Beigl, P., Lebersorger, S., & Salhofer, S. (2008). Modelling municipal solid waste generation: A review. *Waste management*, 28(1), 200-214.

Beigl, P.; Wassermann, G.; Schneider, F.; Salhofer, S.; (2004). Forecasting municipal solid waste generation in major European cities. In *Proceedings of the IEMSS 2004 International Congress: Complexity and Integrated Resources Management*, Osnabrück, Germany.

Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP, 2013). Instituto Nacional de Estatística (INE). Disponível em <https://smi.ine.pt/Versao/Detalhes/3486#N%C3%ADveis> (consultado em 8/7/2021).

Comissão Europeia, (2008). Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro, Diretiva-Quadro dos Resíduos.

Comissão Europeia, (2016). Closing the loop – New circular economy package. Bruxelas 2016.

Comissão Europeia, (2018). Diretiva 94/62/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de dezembro de 1994, relativamente a embalagens e resíduos de embalagens.

CM Alvito, (2021). Câmara Municipal do município de Alvito, Recolha seletiva de resíduos – dúvidas para estudo. Comunicação pessoal enviada por e-mail no dia 15/10/2021.

CM Calheta, (2021). Câmara Municipal do município de Calheta, Recolha seletiva de resíduos – dúvidas para estudo. Comunicação pessoal enviada por e-mail no dia 18/10/2021.

CM Vila do Bispo, (2021). Câmara Municipal do município de Vila do Bispo, Recolha seletiva de resíduos – dúvidas para estudo. Comunicação pessoal enviada por e-mail no dia 21/10/2021.

Decreto-Lei nº 102-D/2020 da Presidência da República do Conselho de Ministros, (2020). *Diário da República* nº 239, Série I, 1º Suplemento de 10-12-2020. Disponível em <https://dre.pt/application/file/a/150574537> (consultado em 20/10/2021).

Despacho n.º 8376-C/2015 (2015). Ministérios das Finanças, da Economia e do Ambiente, Ordenamento do território e Energia. Disponível em <https://dre.pt/application/conteudo/69913733> (consultado em 9/7/2021).

D’Elia, J. L. I. (2008). *Essays on Labour Productivity in Northern Ireland*. Selected Research Papers, Economic Research Institute of Northern Ireland. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/5014523_Essays_on_Labour_Productivity_in_Northern_Ireland (consultado em 7/7/2021).

Diário da República, (2009). Portaria n.º 851/2009, de 7 de agosto, do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Diário da República, (2011). Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, Lei-Quadro dos Resíduos.

Dias, D. M., Martinez, C. B., Barros, R. T. V., & Marcelo, L. (2012). Modelo para estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares em centros urbanos a partir de variáveis socioeconômicas conjunturais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 17(3), 325-332. Diretiva n.º 2008/CE.

Eurostat (2019). *Generation of municipal waste per capita (2019)*. Disponível em https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_pc031/default/table?lang=en (Consultado em 10/10/2021).

ERSAR (2019). Dados e indicadores do ciclo de avaliação da qualidade do serviço prestado aos utilizadores relativos a 2019. Disponível em <https://www.ersar.pt/pt/setor/factos-e-numeros/dados-de-base> (consultado 18/10/2021).

ERSAR (2017). Dados e indicadores do ciclo de avaliação da qualidade do serviço prestado aos utilizadores relativos a 2017. Disponível em <https://www.ersar.pt/pt/setor/factos-e-numeros/dados-de-base> (consultado 18/10/2021).

Forjaz, D. (2016). *Análise das características dos resíduos provenientes do programa de coleta seletiva do município de Itajaí – SC*. Tese para bacharel em Engenharia Ambiental na Univali, Santa Catarina, Brasil.

Gaeta, G. L., Ghinoi, S., & Silvestri, F. (2017). *Municipal performance in waste recycling: an empirical analysis based on data from the Lombardy region (Italy)*. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/317173626_Municipal_performance_in_waste_recycling_an_empirical_analysis_based_on_data_from_the_Lombardy_region_Italy (consultado em 2/2/2021).

- Gidakaros, E., Havas, G., & Ntzamilis, P. (2006). Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the Island of Crete. *Waste management*, 26, 668-679.
- Gonçalves, P., (2003). A reciclagem integradora dos aspectos ambientais sociais e econômicos. Volume 5 de Série Economia solidária, Editora FASE, Rio de Janeiro.
- Gupta, N., Yadav, K. K., & Kumar, V. (2015). A review on current status of municipal solid waste management in India. *Journal of environmental sciences*, 37, 206-217.
- Hage, O., Sandberg, K., Söderholm, P., & Berglund, C. (2018). The regional heterogeneity of household recycling: A spatial-econometric analysis of Swedish plastic packing waste. *Letters in spatial and resource sciences*, 11(3), 245-267.
- Herva, M., Neto, B., & Roca, E. (2014). Environmental assessment of the integrated municipal solid waste management system in Porto (Portugal). *Journal of cleaner production*, 70, 183-193.
- Hockett, D., Lober, D. J., & Pilgrim, K. (1995). Determinants of per capita municipal solid waste generation in the Southeastern United States. *Journal of Environmental Management*, 45(3), 205-218.
- Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). What a waste: a global review of solid waste management. Urban Development Series: Knowledge Papers, World Bank.
- INE, (2016). Estatísticas dos Resíduos, 2014. Disponível em https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=255970741&PUBLICACOESstema=00&PUBLICACOESmodo=2 (consultado em 7/6/2021)
- 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.
- Johnstone, N., & Labonne, J. (2004). Generation of household solid waste in OECD countries: an empirical analysis using macroeconomic data. *Land Economics*, 80(4), 529-538.
- Kayode, A. M., & Omole, F. K. (2011). Some socio-economic factors affecting solid wastes generation and disposal in Ibadan metropolis, Nigeria. *Journal of environmental issues and agriculture in developing countries*, 3(1), 55-64.
- Khan, D.; Kumar, A.; & Samadder, S. R.; (2016). Impact of socioeconomic status on municipal solid waste generation rate. *Waste Management*, 49, 15-25.
- Medina, M. (1997). The effect of income on municipal solid waste generation rates for countries of varying levels of economic development: a model. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 24(3).
- OECD (2019). Circular economy - waste and materials. Disponível em <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/f5670a8d-en/index.html?itemId=/content/component/f5670a8d-en> (consultado em 15/9/2021).
- Ogwueleka, T. C. (2013). Survey of household waste composition and quantities in Abuja, Nigeria. *Resources, Conservation and Recycling*, 77, 52-60.

PERSU 2020 (2014). Plano Estratégico para Resíduos Sólidos Urbanos 2020. Disponível em https://www.apambiente.pt/_zdata/AAE/PERSU%202020_RA_preliminar_25_08_14.pdf (consultado em 10/12/2020).

PERSU 2020+ (2018). Plano Estratégico para Resíduos Sólidos Urbanos 2020+. Disponível em https://apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2019/PERSU2020/PERSU2020%20_Audicao_Publica_dez2018.pdf (consultado em 14/12/2020).

PNGR, (2014). Plano Nacional de Gestão de Resíduos, 2014. Disponível em https://www.apambiente.pt/_zdata/Politic/Residuos/Planeamento/PNGR_rev_20141107_clean.pdf (consultado em 29/01/2021).

PORDATA, (2021). Resíduos urbanos recolhidos por habitante e seletivamente. Disponível em <https://www.Pordata.pt/Portugal/Res%c3%adduos+urbanos+recolhidos+por+habitante+total+e+selectivamente-1229> (consultado em 29/01/2021).

RASARP, (2020). Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR). Disponível em <http://www.ersar.pt/pt/site-publicacoes/Paginas/edicoes-anuais-do-RASARP.aspx> (consultado em 10/7/2021).

RARU, (2020). Relatório Anual sobre Resíduos Urbanos. Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Disponível em https://apambiente.pt/_zdata/Politic/Residuos/Residuos_Urbanos/RARU_2019_v2.pdf (consultado em 12/12/2020).

Ribeiro, H.; Besen, Gina; (2011). Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. *InterfacEHS - Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 2, n. 4, 2011.

Rybova, K. (2019). Do sociodemographic characteristics in waste management matter? Case study of recyclable generation in the Czech Republic. *Sustainability*, 11(7), 2030.

Saladié, Ò. (2016). Determinants of waste generation *per capita* in Catalonia (North-eastern Spain): the role of seasonal population. *European Journal of Sustainable Development*, 5(3), 489-489.

Scheinberg, A., Wilson, D. C., & Rodic, L. (2010). *Solid Waste Management in the World's Cities: Water and Sanitation in the World's Cities*, 2010 edition. Prepared on behalf of UN-Habitat. London: Earthscan.

Schultz, P. W., Oskamp, S., & Mainieri, T. (1995). Who recycles and when? A review of personal and situational factors. *Journal of environmental psychology*, 15(2), 105-121.

Sidique, S. F., Joshi, S. V., & Lupi, F. (2010). Factors influencing the rate of recycling: An analysis of Minnesota counties. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(4), 242-249.

Silva, H. (2008). Aspectos demográficos associados à geração de resíduos sólidos domiciliares no município de Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

Statista (2019). Municipal solid waste recycling rates worldwide in 2019, by select country. Disponível em <https://www.statista.com/statistics/1052439/rate-of-msw-recycling-worldwide-by-key-country/> (consultado em 13/10/2021)

Terry, N. (2011). The determinants of municipal recycling: a time series approach. *Southwestern Economic Review*, 29, 53-62.

Vasconcelos, V. & Feitosa, F. (2017). Regressão Linear Parte II. Métodos e técnicas de análise da informação para o planejamento. Disponível em https://pt.slideshare.net/vitor_vasconcelos/regresso-linear-mltipla (consultado em 10/2/2021).

Vieira, V. H. A. D. M., & Matheus, D. R. (2018). The impact of socioeconomic factors on municipal solid waste generation in São Paulo, Brazil. *Waste Management & Research*, 36(1), 79-85.

Wilkinson, R., & Pickett, K. (2011). *The spirit level: Why greater equality makes societies stronger*. Bloomsbury Publishing USA.

Anexo 1

Tabela 6.1 - Análise de variância dos modelos de regressão linear múltipla não ajustados (autor, 2021).

Variável	Recolha Total		Recolha Seletiva		Taxa de Recolha Seletiva	
	T	p	T	p	t	P
Dimensão média dos agregados familiares (nº hab/alojamento)	1,861	0,002	0,886	0,062	0,846	0,759
população feminina (%)	-3,171	0,955	-1,872	0,866	0,308	0,779
Idade de 0-14 anos (%)	0,057	0,021	0,169	0,028	0,281	0,223
Idade de 15-64 anos (%)	2,324	0,000	2,212	0,017	1,222	0,766
Escolaridade básico 1 (%)	-4,810	0,145	-2,409	0,024	-0,299	0,014
Escolaridade básico 2 (%)	-1,461	0,097	-2,270	0,858	-2,483	0,053
Escolaridade básico 3 (%)	1,664	0,786	-0,178	0,721	-1,945	0,343
Escolaridade secundário (%)	0,272	0,006	-0,358	0,018	-0,950	0,204
Escolaridade médio (%)	2,776	0,383	2,385	0,326	1,273	0,111
Escolaridade superior (%)	-0,874	0,001	0,983	0,000	1,599	0,006
Poder de compra <i>per capita</i> (%)	-3,427	0,011	-3,537	0,420	-2,788	0,887
Número total de alojamentos (nº de famílias)	2,548	0,087	0,808	0,059	0,142	0,872
Taxa de emprego (%)	1,720	0,647	1,899	0,582	-0,161	0,304
Densidade familiar (nº médio de famílias por Km ²)	0,459	0,599	-0,552	0,990	-1,030	0,996
Densidade populacional (nº de hab/Km ²)	0,527	0,439	0,012	0,859	0,005	0,947
População (nº de habitantes)	-0,775	0,038	-0,178	0,035	-0,067	0,894
Valor de contrapartida financeira (1-3)	-2,090	0,000	-2,123	0,000	0,133	0,000
Tipologia do município	3,861	0,165	6,051	0,128	4,817	0,519
Tipo de contrato	1,764	0,898	2,677	0,378	2,551	0,190
Acessibilidade ao serviço de recolha seletiva (%)	-0,757	0,079	-0,995	0,008	-0,431	0,011
Reciclagem de resíduos da recolha seletiva (%)	2,393	0,484	1,395	0,251	0,810	0,031

Anexo 2

Tabela 6.2 - Resultados da análise de p para os modelos de regressão linear múltipla ajustados (autor, 2021).

Variável	Recolha Total	Recolha Seletiva	Taxa de Recolha Seletiva
	P	P	P
Dimensão média dos agregados familiares (nº hab/alojamento)	0,000	0,000	
Idade de 0-14 anos (%)	0,001	0,005	
Idade de 15-64 anos (%)	0,000	0,039	
Escolaridade básico 1 (%)		0,207	0,000
Escolaridade básico 2 (%)	0,013		0,000
Escolaridade secundário (%)	0,000	0,013	
Escolaridade superior (%)	0,000		0,000
Poder de compra <i>per capita</i> (%)	0,002		
Número total de alojamentos (nº de famílias)	0,003	0,002	
População (nº de habitantes)	0,000	0,000	
Valor de contrapartida financeira (1-3)	0,001	0,000	0,000
Acessibilidade ao serviço de recolha seletiva (%)	0,037	0,000	0,000
Reciclagem de resíduos da recolha seletiva (%)			0,000



<2021>

DANIEL FERREIRA FORJAZ

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO
FÍSICA DOS RESÍDUOS URBANOS E FATORES
SOCIOECONÓMICOS EM PORTUGAL