

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Análise do Alargamento da Recolha Seletiva de Resíduos Verdes no Município do Porto

Maria Inês Silva Rego

Dissertação submetida para obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Desenvolvida na

Empresa Municipal de Ambiente do Porto, E.M., S.A.



Presidente do Júri: Cidália Maria de Sousa Botelho

(Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto)

Orientadora: Joana Maia Moreira Dias

(Professora Auxiliar, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Faculdade de
Engenharia da Universidade do Porto)

Coorientador: Manuel Fernando Ribeiro Pereira

(Professor Catedrático, Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto)

Supervisora: Maria Guedes Pereira

(Técnica Superior no Departamento de Planeamento, Investigação e Desenvolvimento da Porto
Ambiente)

Janeiro, 2021

“O melhor resíduo é aquele que não é produzido.”

(Inês da Costa Santos, Secretária de Estado do Ambiente, Jornal Público)

Resumo

Nos últimos anos tem havido uma maior aposta e preocupação no desenvolvimento de novas estratégias, processos e tecnologias de gestão e tratamento de resíduos e na otimização dos sistemas já existentes, de modo a diminuir os impactos ambientais inerentes a uma produção excessiva e à dependência de tratamentos de fim de vida como os aterros sanitários e a incineração. Neste âmbito, os resíduos verdes são uma categoria de resíduos a considerar, pois podem acarretar benefícios relevantes através da promoção da recolha seletiva e da utilização de processos de valorização orgânica, dado ainda existir uma quantidade significativa que é encaminhada em conjunto com os resíduos indiferenciados.

Deste modo, a presente dissertação teve como objetivo a análise do alargamento da recolha seletiva de resíduos verdes em zonas residenciais e não residenciais do Município do Porto, complementando as soluções atualmente disponibilizadas pela empresa municipal responsável pela gestão de resíduos, a Porto Ambiente.

Para tal, foi realizado um levantamento prévio de informação relevante para o tema, quer bibliográfico quer através de inquéritos efetuados a empresas de condomínios localizadas no Município do Porto e a empresas de jardinagem cuja atividade de manutenção das áreas verdes é efetuada no Município. Foi também realizada uma análise detalhada de dados recolhidos nas atuais soluções de recolha no Município para estimar a massa volúmica e os potenciais de produção (para diferentes categorias de espaços/locais), que serviram de base ao dimensionamento das soluções de acondicionamento, transporte, e circuitos de recolha. Para delinear a estratégia de alargamento, foram selecionados locais com um potencial de produção de resíduos verdes considerável tendo por base a dimensão das respetivas áreas verdes e também pontos em “zonas críticas”, onde se verifica uma deposição frequente de resíduos verdes em equipamentos destinados à deposição indiferenciada.

A análise dos dados de recolha no Município (entre 20 de outubro e 20 de novembro de 2020), permitiu determinar uma massa volúmica de 160 kg/m^3 para os resíduos verdes. Adicionalmente, foram estimados os seguintes potenciais de produção, mediante categorias de espaços: Categoria A - espaços relvados: $0,005 \text{ kg/m}^2/\text{dia}$; Categoria B – espaços com predominância de árvores e arbustos: $0,018 \text{ kg/m}^2/\text{dia}$; e, Categoria C – diferentes tipologias de vegetação: $0,07 \text{ kg/m}^2/\text{dia}$. Para o alargamento supramencionado foi selecionada a Freguesia de Paranhos, nomeadamente zonas constituídas maioritariamente por habitações unifamiliares, por habitações em altura ou por instituições.

Para a zona de habitações unifamiliares foram definidas três áreas de intervenção e um circuito de recolha a ser realizado num turno semanal, com uma viatura com capacidade máxima de 21 m^3 , passando por 288 pontos/habitações, equipadas com 1 saco reutilizável de 175 L, com uma quantidade potencial a recolher por circuito de cerca de 3 t (18 m^3).

Para o caso das instituições e dos condomínios foram definidos 2 circuitos distintos, o circuito A, a ser realizado em cerca de 3 h, duas vezes por semana, com uma viatura com capacidade máxima de 40 m^3 , passando por 34 pontos /instituições equipadas com um total de 91 contentores de 1000 L e com uma quantidade potencial a recolher por circuito de cerca de 11 t (66 m^3) e, por fim, o circuito B, a ser realizado também em cerca de 3 h e duas vezes por semana, com a mesma viatura mencionada no Circuito A, passando por 38 pontos (condomínios) estando os locais equipados com um total de 69 contentores de 1000 L e com uma quantidade potencial a recolher por circuito de cerca de 8 t (51 m^3).

Estes circuitos abrangem algumas zonas de Paranhos com diferentes características, servindo como circuitos piloto a serem replicados noutros locais da Freguesia e escalados ao nível do Município, com o objetivo de propiciar um alargamento faseado e eficaz da recolha a toda a cidade.

Palavras-chave: Resíduos urbanos, Recolha seletiva, Resíduos verdes, Produção potencial, Sacos reutilizáveis, Contentores, Circuito de recolha, Paranhos.

Abstract

During the recent years a greater concern in developing new strategies, processes and technologies for managing and treating waste while optimizing already existent systems has been observed, in order to reduce the inherent environmental impacts of excessive production and the dependence upon end of life treatments such as landfills and incineration.

Green waste is a waste category that integrates the previously mentioned strategies, which entail relevant benefits, by promoting selective waste collection and the use of organic recovery solutions, given that a significant percentage still ends up with the unsorted waste fraction.

Thus, the present dissertation had the objective of analyzing the expansion of the green waste selective collection in residential and non-residential areas of Porto City, complementing the current available solutions provided by the company in charge of waste management, *Porto Ambiente*.

For that, a preliminary survey was carried out through literature review and personal inquiries conducted to condominium management companies located at Porto, and gardening companies responsible for maintaining Porto's green areas. In addition, gathered data on current residue collection solutions was thoroughly analyzed in order to assess the density and the production potentials (for the different categories/locations), which served as the basis of the dimensioning of the containers, transport solutions and collection routes. To outline the expansion strategy, locations were selected based on their green waste production potential, considering the respective green areas, and if they were designated "critical areas", where frequently green waste is deposited in the available containers for unsorted waste.

The data analysis (between October 20th and November 20th 2020), allowed to assess a density of 160 kg/m³ for the green waste, with the following production potentials being estimated according the location categories: Category A - grassy spaces: 0,005 kg/m²/day; Category B – spaces with predominance of trees and shrubs: 0,018 kg/m²/day; and, Category C – different types of vegetation: 0,07 (kg/m²/day). For the aforementioned expansion, Paranhos parish was selected, namely the areas including predominantly single family households, buildings (condominiums) and institutions.

Regarding single family households, three intervention areas and one collection route (one shift) were defined, with a 21 m³ maximum capacity vehicle, with 288 collection points (households), equipped with 1 reusable 175 L bag with a weekly potential of collected waste around 3 t (18 m³).

Regarding the institutions and condominiums, two distinctive routes were defined, route A, to be fulfilled in approximately 3 h twice per week, using a 40 m³ maximum capacity vehicle, through 34 collection points /institutions equipped with a total of 91 containers with a 1000 L capacity, and a potential collected amount of approximately 11 t (66 m³), and finally, route B, to be fulfilled in approximately 3 h twice per week as well, with the same vehicle used in route A, with 38 collection points /condominiums, with a total of 69 containers with a 1000 L capacity and a potential collected amount of waste of approximately 8 t (51 m³).

The established routes comprise only some areas at Paranhos, however, it serves as a pilot project to be replicated in other locations of the parish and expanded to the entire city, with the objective to allow for an effective phased expansion to the whole municipality.

Keywords: Municipal waste, Selective collection, Green waste, Production potential, Reusable bags, Containers, Routes, Paranhos.

Agradecimentos

A entrada numa Faculdade revela-se um marco extremamente importante na vida de um estudante...

O meu percurso na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto ficou marcado por momentos maravilhosos de aprendizagem tanto a nível académico como a nível pessoal e ao lado de professores de excelência a quem eu agradeço por todo o conhecimento transmitido e, também, de pessoas que me acompanharam e apoiaram em todos os momentos, os meus amigos. A eles, o meu maior agradecimento por esta amizade tão profunda e que certamente irá continuar por muitos mais anos.

Em especial, agradeço à Professora Doutora Joana Dias, ao Professor Doutor Fernando Pereira e ao Professor Doutor José Carlos Pires que me orientaram, aconselharam, indicaram e que estiveram sempre presentes.

O meu profundo apreço à Engenharia Maria Guedes pelo apoio incondicional e incansável ao longo de todo o processo de desenvolvimento da dissertação, à Engenheira Joana Campos, ao Engenheiro Hélder Claro e a todos os colaboradores da Porto Ambiente que foram extraordinários comigo.

Por fim, mas os mais importantes em todos os momentos, agradeço à minha família que me ensinou a “voar” nesta viagem que é a Vida, com base no amor, no respeito, na dedicação e no trabalho. E, às minhas pessoas que já partiram que, embora distantes fisicamente, estiveram sempre comigo.

A todos, um profundo obrigada!

A Professora Joana Maia Dias, orientadora desta dissertação, é membro integrado do LEPABE – Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente Biotecnologia e Energia, financiado por: Financiamento Base - UIDB/00511/2020 da Unidade de Investigação - Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia – LEPABE - financiada por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC). O Professor Manuel Fernando R. Pereira, coorientador desta dissertação, é membro integrado do Laboratório Associado LSRE-LCM financiado por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC): Financiamento Base UIDB/50020/2020.

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. Âmbito e Objetivos	3
1.3. Estrutura da dissertação	3
1.4. Empresa Municipal de Ambiente do Porto (EMAP) – Porto Ambiente	5
1.5. Município do Porto	5
2. ESTADO DA ARTE	9
2.1. Enquadramento legal	9
2.1.1. Resíduos urbanos, biorresíduos e resíduos verdes	10
2.1.2. PERSU 2020 e PERSU 2020 +	12
2.1.3. PAPERSU do Município do Porto	14
2.2. Regulamento de serviço da Porto Ambiente	15
2.3. Gestão de Resíduos Urbanos: Caracterização da situação atual	16
2.3.1. Em Portugal	16
2.3.2. Gestão de Resíduos no Município do Porto	19
2.4. Benchmarking	22
2.4.1. Lisboa, Albufeira, Vendas Novas, Viana do Castelo (Portugal)	22
2.4.2. URSA: Unidades de Recirculação de Subprodutos de Alqueva (Portugal)	23
2.4.3. Castro Verde (Portugal)	25
2.4.4. Póvoa do Varzim (Portugal)	26
2.4.5. Guimarães (Portugal)	26
2.4.6. <i>Waste Management</i> (EUA, Clackamas)	27
2.4.7. Anne Arundel (EUA, Maryland)	28
2.4.8. Durham (EUA, Carolina do Norte)	29
2.4.9. Técnica para melhorar a eficiência do processo de compostagem	30
2.5. Gestão dos resíduos verdes no Município do Porto	31
2.5.1. Parques Urbanos	33
2.5.2. Cemitérios	34
3. ALARGAMENTO DA RECOLHA SELETIVA DE RESÍDUOS VERDES NO MUNICÍPIO DO PORTO	36
3.1. Exemplos de Soluções de Equipamentos de Deposição	36
3.1.2. Contentores	36
3.1.2. Sacos	38
3.2. Soluções disponíveis no Município do Porto	41
3.2.1. Habitações unifamiliares – Sacos reutilizáveis	41

3.2.2.	Condomínios/instituições – Contentores.....	42
3.3.	Inquéritos Realizados a Condomínios e Empresas de Jardinagem.....	42
3.4.	Massa Volúmica.....	45
3.5.	Determinação das Áreas Verdes.....	46
3.6.	Potencial de Produção.....	47
3.6.1.	Metodologia 1:.....	48
3.6.2.	Metodologia 2:.....	51
3.7.	Tipologia de Arruamentos.....	56
4.	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE ALARGAMENTO DA RECOLHA DE VERDES	59
4.1.	Definição da Zona de Estudo.....	59
4.1.1.	Metodologia aplicada.....	59
4.2.	Levantamento Geográfico dos Pontos de Recolha	63
4.3.	Circuito das Habitações Unifamiliares.....	64
4.3.1.	Potencial de Recolha	65
4.3.2.	Viatura de recolha	67
4.3.3.	Circuito	69
4.3.4.	Rota	69
4.4.	Circuito dos Condomínios e Instituições.....	71
4.4.1.	Potencial de recolha.....	72
4.4.2.	Viatura.....	74
4.4.3.	Circuito	77
4.4.4.	Rota	77
4.4.5.	Colocação do(s) contentor(es)	81
5.	CONCLUSÕES	87
6.	PERSPETIVAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	89
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

Índice de Figuras

FIGURA 1.1 EVOLUÇÃO DOS QUANTITATIVOS DE RESÍDUOS URBANOS RECOLHIDOS DE FORMA INDIFERENCIADA, SELETIVA E A QUANTIDADE TOTAL, EM PORTUGAL, AO LONGO DOS ANOS ENTRE 1991 E 2019, EXCETO OS ANOS DE 1992 E 1994	1
FIGURA 1.2 QUANTIDADE DE BIORRESÍDUOS TRATADOS EM VÁRIOS PAÍSES DA EUROPA, REFERENTE AO ANO DE 2019.....	2
FIGURA 1.3 MAPA DO MUNICÍPIO DO PORTO COM A IDENTIFICAÇÃO DAS RESPECTIVAS FREGUESIAS E EIXOS DE VIA, REALIZADO EM ARCGIS	6
FIGURA 1.4 DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE CADA TIPO DE ESPAÇO VERDE URBANO RELATIVAMENTE À ÁREA TOTAL EXISTENTE, NO MUNICÍPIO DO PORTO, REFERENTE AO ANO DE 2018	7
FIGURA 2.1 LINHA CRONOLÓGICA COM ALGUMAS DATAS IMPORTANTES DA LEGISLAÇÃO EM MATÉRIA DE RESÍDUOS EM PORTUGAL, COM AFETAÇÃO ESPECÍFICA AOS BIORRESÍDUOS.....	9
FIGURA 2.2 HIERARQUIA DOS RESÍDUOS APLICADA AO FLUXO ESPECÍFICO DOS BIORRESÍDUOS.	12
FIGURA 2.3 METAS DO PERSU 2020 APLICÁVEIS AO SISTEMA LIPOR	14
FIGURA 2.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RSU REFERENTE AO ANO DE 2019, ADAPTADO DA APA	17
FIGURA 2.5 DESTINOS FINAIS DOS RESÍDUOS URBANOS NO ANO DE 2019 - ADAPTADO APA.....	18
FIGURA 2.6 PERCENTAGENS DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS DE BIORRESÍDUOS RECECIONADOS NA VALORIZAÇÃO ORGÂNICA, PRODUZIDOS NO MUNICÍPIO DO PORTO, EM 2019 - ADAPTADO DO OBSERVATÓRIO DE RESÍDUOS DA LIPOR	20
FIGURA 2.7 VALORES SOBRE A LIPOR.....	21
FIGURA 2.8 EXEMPLO ILUSTRATIVO DE UMA REDE DE SIMBIOSE INDUSTRIAL.....	24
FIGURA 2.9 IMAGENS DE ALGUMAS SECÇÕES DO PROJETO DE UMA URSA, NOMEADAMENTE DAS PILHAS DE COMPOSTAGEM.	24
FIGURA 2.10 PROJETO VISUAL DE UMA URSA.....	25
FIGURA 2.11 FOTOGRAFIAS DO PARQUE DE RESÍDUOS VERDES DA PÓVOA DO VARZIM.....	26
FIGURA 2.12 FOTOGRAFIAS DO CONTENTOR COM RODAS (A, B E C) E DOS SACOS BIODEGRADÁVEIS (C)	30
FIGURA 2.13 PARQUES URBANOS DO MUNICÍPIO DO PORTO E RESPECTIVAS ÁREAS.....	34
FIGURA 3.1 FOTOGRAFIA DO CONTENTOR DE DUAS RODAS	37
FIGURA 3.2 ESQUEMA DO CONTENTOR DE DUAS RODAS	37
FIGURA 3.3 FOTOGRAFIAS DO CONTENTOR	37
FIGURA 3.4 ESQUEMA COM AS DIMENSÕES DO CONTENTOR.....	38
FIGURA 3.5 FOTOGRAFIAS DOS SACOS BIODEGRADÁVEIS COMERCIALIZADOS PELA BIOBAG	39
FIGURA 3.6 FOTOGRAFIAS DOS BIOBAG BIODEGRADÁVEIS	39

FIGURA 3.7 FOTOGRAFIAS DO SACO REUTILIZÁVEL, DA RIBIMEX, COM SISTEMA POP-UP.....	40
FIGURA 3.8 FOTOGRAFIAS DA BASE RESPIRÁVEL (ESQUERDA) E DA CORDA NO TOPO DO SACO DA RIBIMEX (DIREITA)	40
FIGURA 3.9 SACO REUTILIZÁVEL PARA DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS VERDES DISPONIBILIZADO PELA PORTO AMBIENTE.....	41
FIGURA 3.10 CONTENTOR PARA A DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS VERDES DISPONIBILIZADO PELA PORTO AMBIENTE.....	42
FIGURA 3.11 GRÁFICOS CIRCULARES COM AS RESPOSTAS OBTIDAS A PERGUNTAS EFETUADOS NOS INQUÉRITOS, NOMEADAMENTE QUANTO AO LOCAL DE POSIÇÃO DOS RESÍDUOS (A), À OPINIÃO DO INQUIRIDO RELATIVAMENTE À DEPOSIÇÃO NESSE LOCAL (B) E AO INTERESSE POR PARTE DO INQUIRIDO EM ADERIR AO PROJETO (C). NOTA: ALGUNS INQUIRIDOS SELECIONARAM MAIS DO QUE UMA OPÇÃO EM DETERMINADA PERGUNTA	44
FIGURA 3.12 FOTOGRAFIA RETIRADA DO GOOGLE MAPS QUE SERVE COMO EXEMPLO DE UMA MEDIÇÃO DE UMA ÁREA VERDE AJARDINADA.....	47
FIGURA 3.13 MAPA ELABORADO NO ARCGIS RELATIVO À TIPOLOGIA DE ARRUAMENTOS DO MUNICÍPIO DO PORTO, DIVIDIDOS EM QUATRO ZONAS.....	58
FIGURA 4.1 MAPA DO MUNICÍPIO DO PORTO COM A MARCAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES JÁ INTEGRADAS NO SISTEMA E NÃO INTEGRADAS, AS “ZONAS CRÍTICAS”, A RECOLHA A PEDIDO DE RESÍDUOS VERDES E AS ZONAS ONDE JÁ EXISTEM CIRCUITOS DE RECOLHA PORTA-A-PORTA EM HABITAÇÕES UNIFAMILIARES	60
FIGURA 4.2 MAPA ELABORADO NO ARCGIS COM A INFORMAÇÃO REFERENTE AOS RESÍDUOS VERDES NA FREGUESIA DE PARANHOS	62
FIGURA 4.3 MAPA ELABORADO NO ARCGIS COM A TIPOLOGIA DOS ARRUMAMENTOS, AS ZONAS CRÍTICAS E AS ZONAS ALVO SELECIONADAS	64
FIGURA 4.4 MAPA ELABORADO NO ARCGIS COM OS PONTOS DE RECOLHA SELECIONADOS ALEATORIAMENTE TENDO EM CONSIDERAÇÃO A PERCENTAGEM DE ADESÃO AO PROJETO CONSIDERADA.....	67
FIGURA 4.5 FOTOGRAFIA DA VIATURA SELECIONADA PARA O CIRCUITO DE RECOLHA DE SACOS (CIMA) E RESPECTIVO ESQUEMA TÉCNICO COM AS DIMENSÕES (BAIXO)	68
FIGURA 4.6 MAPA ELABORADO NO ARCGIS ONLINE COM A ROTA DO CIRCUITO DE RECOLHA NAS HABITAÇÕES UNIFAMILIARES NO MUNICÍPIO, ONDE SÃO ENUMERADOS AS ZONAS OS LOCAIS PELA ORDEM DE RECOLHA	70
FIGURA 4.7 MAPA ELABORADO NO ARCGIS COM OS PONTOS DE RECOLHA REFERENTES ÀS INSTITUIÇÕES E AOS CONDOMÍNIOS SELECIONADOS PARA INTEGRAÇÃO NO CIRCUITO DE RECOLHA	72
FIGURA 4.8 IMAGEM DO MODELO NOVO EUROCARGO DA MARCA IVECO	75
FIGURA 4.9 FOTOGRAFIA DO MODELO PN (ESQUERDA) E DO PROCESSO DE RECOLHA DE UM CONTENTOR (DIREITA).....	76

FIGURA 4.10 MAPA ELABORADO NO ARCGIS ONLINE COM A ROTA DA RECOLHA DE CONTENTORES NAS INSTITUIÇÕES, ONDE SÃO ENUMERADOS OS LOCAIS PELA ORDEM DE PELA ORDEM DE PASSAGEM DA VIATURA.....	78
FIGURA 4.11 MAPA ELABORADO NO ARCGIS ONLINE COM A ROTA DA RECOLHA DE CONTENTORES NOS CONDOMÍNIOS, ONDE SÃO ENUMERADOS OS LOCAIS PELA ORDEM DE PELA ORDEM DE PASSAGEM DA VIATURA.....	80
FIGURA 4.12 FOTOGRAFIAS RETIRADAS DO GOOGLE MAPS DO LOCAL (ESQUERDA) E ACESSOS (DIREITA) AO COMPARTIMENTO DE RESÍDUOS DA UPTEC.....	81
FIGURA 4.13 IMAGENS RETIRADAS DO GOOGLE MAPS REFERENTES AOS ACESSOS (ESQUERDA) E À GARAGEM (DIREITA) DE UM CONDOMÍNIO LOCALIZADO NA RUA DOS MIOSÓTIS	82
FIGURA 4.14 FOTOGRAFIAS RETIRADAS DO GOOGLE DOS ACESSOS A UM CONDOMÍNIO LOCALIZADO NA RUA NOVA DO TRONCO.....	83

Índice de Tabelas

TABELA 2.1 INFORMAÇÃO RELEVANTE EXPRESSA NA DIRETIVA (UE) 2018/851 QUE ALTERA A DIRETIVA QUADRO DE RESÍDUOS RELATIVAMENTE AO TÓPICO DOS BIORRESÍDUOS.	10
TABELA 2.2 METAS ESTABELECIDAS NO PERSU 2020, VALOR DE REFERÊNCIA E RESPETIVO INDICADOR.	13
TABELA 2.3 PRODUÇÃO DE RESÍDUOS URBANOS (10 ³ TONELADAS) - ADAPTADO DO RELATÓRIO ANUAL DE RESÍDUOS URBANOS DE 2019 DA APA.....	17
TABELA 2.4 DESTINOS DIRETOS DO RU (%M/M) - ADAPTADO DO RELATÓRIO ANUAL DE RESÍDUOS URBANOS 2019 DA APA.....	18
TABELA 2.5 PRODUÇÃO TOTAL E RESPETIVAS RECOLHAS DOS RU, NO MUNICÍPIO DO PORTO – ADAPTADO DO OBSERVATÓRIO DE RESÍDUOS DA LIPOR.....	19
TABELA 2.6 PRODUÇÃO DE RU (TOTAL E PER CAPITA), POR FLUXO E POR DESTINO RELATIVO AO MUNICÍPIO DO PORTO, EM 2018 E 2019 - ADAPTADO DO OBSERVATÓRIO DE RESÍDUOS DA LIPOR.....	19
TABELA 2.7 TIPO DE EQUIPAMENTO E RESPETIVO PESO MÁXIMO.....	27
TABELA 2.8 RESUMO DO MODELO DE RECOLHA DE RESÍDUOS VERDES, IMPLEMENTADO NO MUNICÍPIO DO PORTO.	33
TABELA 2.9 QUANTITATIVOS DE RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS RECOLHIDOS NOS PARQUES URBANOS DO MUNICÍPIO DO PORTO, ENTRE JANEIRO E NOVEMBRO DE 2015.....	34
TABELA 2.0 QUANTIDADE TEÓRICA DE RESÍDUOS VERDES RECOLHIDOS EM CADA CEMITÉRIO (DADOS DA PORTO AMBIENTE).....	35
TABELA 3.1 MASSAS VOLUMICAS DE REFERÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE RESÍDUOS VERDES.	45
TABELA 3.2 EXEMPLO DE MORADAS DAS INSTITUIÇÕES E RESPETIVOS VALORES REFERENTES AO NÚMERO DE CONTENTORES E QUANTIDADE, EM KG, DE RESÍDUOS VERDES RECOLHIDOS POR DATA DE RECOLHA, NOS MESES DE OUTUBRO E NOVEMBRO DE 2020.	52
TABELA 3.3 MÉDIAS OBTIDAS REFERENTES AOS POTENCIAIS DE PRODUÇÃO POR DIA EM CADA INSTITUIÇÃO E EM CADA DATA DE RECOLHA.....	53
TABELA 3.4 CATEGORIAS DEFINIDAS E RESPETIVAS TIPOLOGIAS DE RESÍDUOS VERDES.....	55
TABELA 3.5 VALORES OBTIDOS DA MÉDIA, DO DESVIO-PADRÃO E DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO E INTERVALO DE VALORES (MÍNIMO E MÁXIMO) PARA CADA CATEGORIA.	56
TABELA 4.1 MORADAS DA FREGUESIA DE PARANHOS COM A PRESENÇA DE RESÍDUOS DE VERDES NOS EQUIPAMENTOS PARA RESÍDUOS INDIFERENCIADOS E RESPETIVAS CARACTERÍSTICAS.	61
TABELA 4.2 INSTITUIÇÕES EM PARANHOS ONDE JÁ SE EFETUA A RECOLHA DE RESÍDUOS VERDES OU SINALIZADAS PARA ENTREGA DE EQUIPAMENTOS E POSTERIOR RECOLHA (REPRESENTADAS A NEGRITO).....	61

TABELA 4.3 INFORMAÇÃO RESUMIDA RELATIVA AO CIRCUITO DE RECOLHA DE SACOS.....	66
TABELA 4.4 VALORES RELATIVOS À ROTA DAS HABITAÇÕES UNIFAMILIARES.....	71
TABELA 4.5 VALORES RELATIVOS AO CIRCUITO A E AO CIRCUITO B.....	77
TABELA 4.6 VALORES RELATIVOS ÀS ROTAS DOS CIRCUITOS A1 E A2.....	79
TABELA 4.7 VALORES REFERENTES À ROTA DA RECOLHA DE CONTENTORES EM CONDOMÍNIOS.	79
TABELA 4.8. ARRUAMENTOS E RESPECTIVO NÚMERO DE HABITAÇÕES SELECIONADAS DA ÁREA 3.	118

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APA: Agência Portuguesa do Ambiente

APCER: Associação Portuguesa de Certificação

CVO: Central de Valorização Orgânica

DMPU: Divisão Municipal de Parques Urbanos

EM: Estados Membros

EMAP: Empresa Municipal de Ambiente do Porto

ERSAR: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

FER: Fim de Estatuto de Resíduo

LIPOR: Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto

PAPERSU: Plano de Ação municipal, multimunicipal e intermunicipal com vista ao cumprimento do Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos

PERSU: Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos

POSEUR: Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos

RSU: Resíduos Sólidos Urbanos

RUB: Resíduos Urbanos Biodegradáveis

RU: Resíduos Urbanos

SGRU: Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

m: quantidade recolhida em kg

V: volume contentores recolhidos (m^3)

ρ : massa volúmica (kg/m^3)

Vc: volume de cada contentor (m^3)

N: N° contentores recolhidos

Av: Área verde do local (m^2)

Avt: Soma das áreas verdes (m^2)

Pt: Peso total (kg)

Nt: Número total de contentores recolhidos nessa data de recolha

M: Quantidade de resíduos verdes total, em kg, recolhida nessa data de recolha

PP: Potencial de produção

P: Quantidade máxima de resíduos verdes por contentor (120 kg)

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A dinâmica do planeta Terra resulta de fenómenos naturais e da antropização massiva. Com o aumento expressivo da população humana, o planeta torna-se cada mais incapaz de suportar todos os estímulos negativos resultantes de comportamentos e exigências desmedidas que o Ser Humano foi adquirindo ao longo da sua evolução.

Inerente aos novos padrões de consumo e modo de vida, o aumento da produção de resíduos urbanos tem acompanhado o crescimento das áreas urbanas e da industrialização, como se apresenta na Figura 1.1. Foram assim atingidos valores de produção elevados, destacando-se negativamente os resíduos recolhidos de forma indiferenciada cujo tratamento apresenta maiores impactes ambientais, comprometendo o desenvolvimento sustentável.

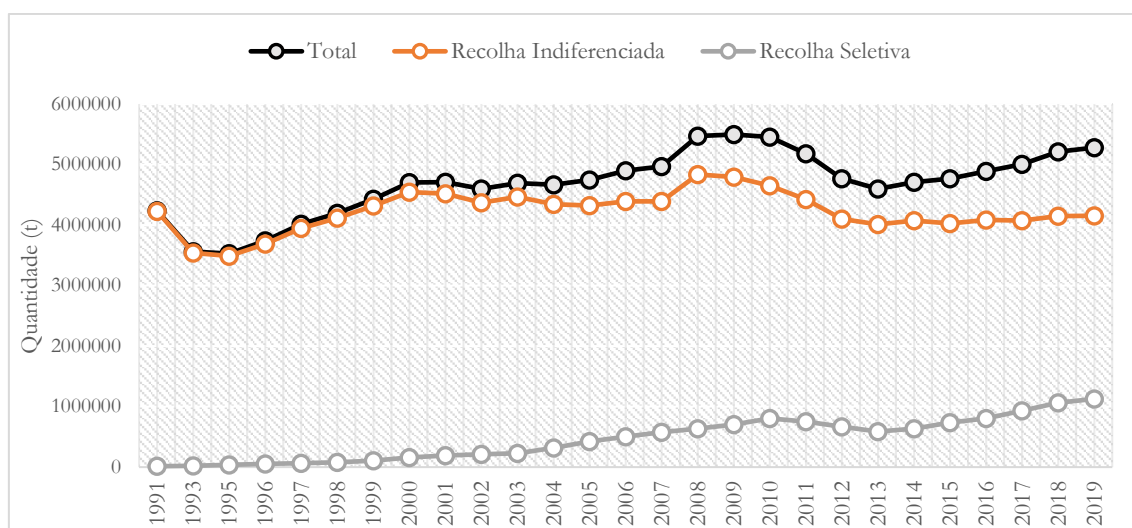


Figura 1.1 Evolução dos quantitativos de resíduos urbanos recolhidos de forma indiferenciada, seletiva e a quantidade total, em Portugal, ao longo dos anos entre 1991 e 2019, exceto os anos de 1992 e 1994, retirado de [53]

Face à problemática dos resíduos e respetivas consequências na saúde e no ambiente, nos últimos anos tem havido uma aposta no desenvolvimento de novas estratégias, processos e tecnologias de gestão e tratamento de resíduos e na otimização dos sistemas já existentes. Também se tem verificado um aumento da sensibilidade, por parte dos cidadãos, para as questões associadas a este domínio.

Apesar dos esforços que se tem vindo a realizar no âmbito dos resíduos e respetiva gestão, ainda se verifica uma enorme dependência dos aterros sanitários e dos processos de incineração, nomeadamente no que se refere ao encaminhamento dos biorresíduos, onde se enquadram os resíduos verdes, pela ausência de sistemas de recolha seletiva.

A implementação de sistemas de recolha seletiva de biorresíduos e a respetiva capacidade de tratamento é uma realidade muito dispar em toda a Europa, como se verifica na Figura 1.2.

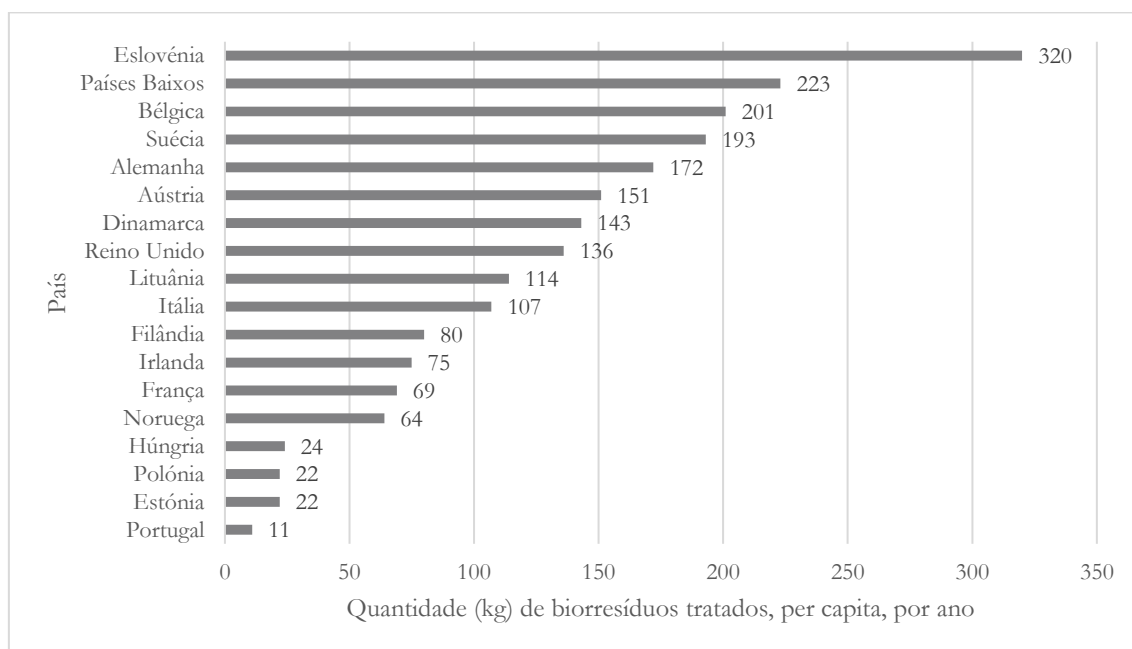


Figura 1.2 Quantidade de biorresíduos tratados em vários países da Europa (kg per capita), referente ao ano de 2019, adaptado de [1]

Destacam-se positivamente países como a Bélgica, os Países Baixos e a Eslovénia por apresentarem sistemas de recolha seletiva há mais de 15 anos. Apesar de Portugal apresentar um valor bastante reduzido, integra-se num conjunto de países com potencial de expansão neste domínio [1].

Segundo o documento “Biorresíduos, contas certas nos resíduos”, cuja informação foi retirada da “*European Compost Network 2019*”, em 18 países da União Europeia, no ano de 2019, recolheu-se e tratou-se cerca de 48 milhões de toneladas de biorresíduos, tendo sido encaminhados para as 4 274 estações de compostagem e/ou digestão anaeróbia (31% de estações de compostagem, 12% de digestão anaeróbia e 57% de infraestruturas com os dois tipos de estações) disponíveis. Estes valores traduzem numa média anual de 117 kg/capita, 11,7 milhões de toneladas de composto produzido, 134,1 milhões de toneladas de digerido, 13 129 mil toneladas de azoto e 42 mil toneladas de fósforo, que permitem tratar cerca de 528 mil hectares de terrenos [1]. Dada a dispersão dos resultados, as características do país e a situação mais precária na recolha seletiva de biorresíduos, os resultados de Portugal (11 kg/capita anual) representam menos de 10% do valor médio Europeu. Efetivamente, em geral consistência com os últimos anos, apenas 2% dos RU produzidos no território nacional em 2019 (cerca de 5 Mt) tiveram como destino a valorização orgânica, o que representa cerca de 10 kg/hab/ano, corroborando os dados apresentados [2].

A correta valorização deste tipo de resíduos apresenta diversas vantagens, destacando-se a obtenção de um composto, que é um corretivo agrícola que atua como complemento natural nos solos. O composto pode ser obtido como principal produto de um processo de compostagem dos

biordesíduos assim como um produto secundário de um processo de digestão anaeróbia. Este funciona como repositório de carbono e fonte de nutrientes, assim como permite melhorar a mobilidade, o pH e a retenção de água (o que, num território cada vez mais ameaçado pela seca, se reveste de particular importância), sem a necessidade de recorrer a fertilizantes artificiais, que apresentam consequências nefastas para a saúde pública e ambiental [1].

Para que exista uma valorização significativa e eficaz dos resíduos é necessário um sistema de recolha seletiva que seja eficiente e que garanta valores diminutos de contaminantes nos resíduos a tratar para posteriormente se produzir um composto de qualidade.

O dimensionamento de uma rede de recolha revela-se um processo complexo e que depende de um conjunto de fatores tais como demográficos, geográficos, tipologias das habitações existentes, soluções de equipamentos de deposição disponíveis, proximidade com instalações de tratamento, entre outros [1].

Assim, os locais de intervenção devem ser analisados e avaliados de modo a ser criado um sistema de recolha capaz de garantir as necessidades de um dado município.

1.2. Âmbito e Objetivos

A presente dissertação foi desenvolvida em ambiente empresarial, com a colaboração da Empresa Municipal de Ambiente do Porto (EMAP) – Porto Ambiente. Foi proposta a “análise do alargamento da recolha seletiva de resíduos verdes” através do estudo de um modelo de recolha que seja uma base para alargamento a todo o Município do Porto, de modo a complementar as soluções atualmente disponibilizadas pela empresa, nomeadamente a entrega nos Ecocentros, a recolha a pedido e a recolha Porta-a-Porta.

Pretende-se que a recolha seletiva de resíduos verdes seja alargada, não só a áreas de grandes dimensões, onde se espera a recolha de quantidades mais expressivas de resíduos, bem como em zonas com habitações unifamiliares (onde já se garante uma recolha a pedido) e condomínios, com enfoque nas “zonas críticas” onde se verifica uma deposição frequente de resíduos verdes em equipamentos destinados à deposição indiferenciada, com as consequências negativas já referidas.

1.3. Estrutura da dissertação

A dissertação divide-se em 6 capítulos: Introdução (Capítulo 1), Estado da Arte (Capítulo 2), Alargamento da Recolha Seletiva de Resíduos Verdes no Município do Porto (Capítulo 3), Desenvolvimento do Projeto de Alargamento da Recolha de Verdes (Capítulo 4), Conclusões (Capítulo 5) e Perspetivas de trabalhos futuros (Capítulo 6).

No capítulo 1, a Introdução, encontra-se o enquadramento da temática dos resíduos verdes, os objetivos estipulados para este projeto, a estrutura da dissertação e uma breve descrição da empresa que apoiou este trabalho, a Porto Ambiente, e do Município do Porto.

O capítulo 2, Estado da Arte, inclui o enquadramento legal dos resíduos urbanos, dos biorresíduos e dos resíduos verdes, o regulamento de serviço da Porto Ambiente, a caracterização da situação atual, assim como a referente à gestão dos resíduos a nível nacional e mais especificamente no Município do Porto. Também inclui um benchmarking da gestão de verdes nos municípios portugueses e casos internacionais, a gestão atual dos resíduos verdes no caso de estudo, Município do Porto e uma breve revisão bibliográfica relativa ao processo de compostagem e suas condicionantes para a valorização dos resíduos verdes.

O capítulo 3, relativo ao Alargamento da Recolha Seletiva de Resíduos Verdes no Município do Porto, apresenta um levantamento de equipamentos de deposição para resíduos verdes assim como das soluções disponibilizadas até ao presente pela Porto Ambiente. Apresenta-se também um estudo prévio do tema na área de intervenção mediante inquéritos efetuados a empresas de jardinagem e de condomínios. Finalmente apresenta-se uma análise de dados recolhidos pela empresa com vista à determinação da massa volúmica e do potencial de produção dos resíduos verdes ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{dia}$) e a definição da tipologia dos arruamentos do Município do Porto de modo a serem selecionadas as zonas de intervenção e definidos os circuitos mediante a tipologia que se inserem.

No capítulo 4, referente ao Desenvolvimento do Projeto de Alargamento da Recolha Seletiva de Resíduos Verdes, é selecionada a zona de estudo, é realizado um levantamento geográfico dos pontos de recolha e definidos os circuitos para a recolha de sacos reutilizáveis em habitações unifamiliares e a recolha de contentores em instituições e em condomínios da zona de estudo selecionada. Em cada circuito é determinado o potencial global de recolha, selecionada a viatura de recolha e criada a rota.

O Capítulo 5 é dedicado às conclusões da presente dissertação, onde é feita a avaliação global dos resultados, nomeadamente no que respeita aos valores de potenciais de produção e massa volúmica determinados e à variabilidade apresentada por este fluxo de resíduos devido à sua heterogeneidade, sazonalidade e dependência de fatores externos.

Por fim, no Capítulo 6, referente a perspetivas de trabalhos futuros, apresentam-se algumas sugestões para serem tidas em consideração em possíveis trabalhos futuros que sejam efetuados na temática dos resíduos verdes, com base no estudo realizado.

1.4. Empresa Municipal de Ambiente do Porto (EMAP) – Porto Ambiente

A presente dissertação foi desenvolvida em ambiente empresarial, como já referido, na empresa Porto Ambiente.

A Empresa Municipal de Ambiente do Porto, adiante designada por Porto Ambiente, “atua no Município do Porto, promovendo a sustentabilidade ambiental e económica e a qualidade de vida de todos aqueles que residem, visitam, trabalham ou estudam na cidade do Porto”[3]. Por delegação do Município do Porto, em 2017, a Porto Ambiente é a Entidade Gestora responsável pela gestão dos resíduos urbanos e limpeza do espaço público, tendo ainda a responsabilidade social de sensibilizar a comunidade para comportamentos mais sustentáveis como a redução e a correta deposição dos resíduos urbanos.

A Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) atribuiu à Porto Ambiente o Selo de Qualidade do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos, distinguindo-se, assim, entre as mais de 200 entidades gestoras existentes a nível nacional. No dia 25 de junho de 2020, a Porto Ambiente recebeu, também, o certificado pela norma ISO 9001 - Sistemas de Gestão da Qualidade, entregue pela Associação Portuguesa de Certificação - APCER.

No âmbito dos resíduos urbanos, a Porto Ambiente disponibiliza contentorização de proximidade, (ecopontos e contentores de indiferenciados), que se encontram distribuídos pelo Município do Porto, e efetua a sua recolha. Também apresenta outros serviços de recolha, nomeadamente a recolha Porta-a-Porta ao domicílio com a recolha de Objetos Fora de Uso, Equipamentos Elétricos e Eletrónicos, Resíduos Verdes, a recolha Porta-a-Porta residencial e a comercial com a recolha seletiva da fração multimaterial, tal como papel/cartão, embalagens de plástico/metal e vidro, resíduos orgânicos e resíduos indiferenciados [4][5][6].

1.5. Município do Porto

A área de intervenção da Porto Ambiente é o Município do Porto, pelo que é relevante para a presente dissertação detalhar algumas características que o Município apresenta, nomeadamente relativas às Freguesias e às áreas verdes.

O Município do Porto, com uma área de aproximadamente 41 km², é constituído por quatro freguesias e três uniões de freguesias [7].

- União das Freguesias de Aldoar, Foz do Douro e Nevogilde
- União das Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória
- União das Freguesias de Lordelo do Ouro e Massarelos
- Bonfim
- Campanhã

- Paranhos
- Ramalde

Na Figura 1.3 apresenta-se o mapa do Município do Porto, elaborado no ArcGIS (um software que permite a análise e o tratamento de dados de informação geográfica), delimitado pelas respetivas freguesias e uniões de freguesias, assim como os seus eixos de via.

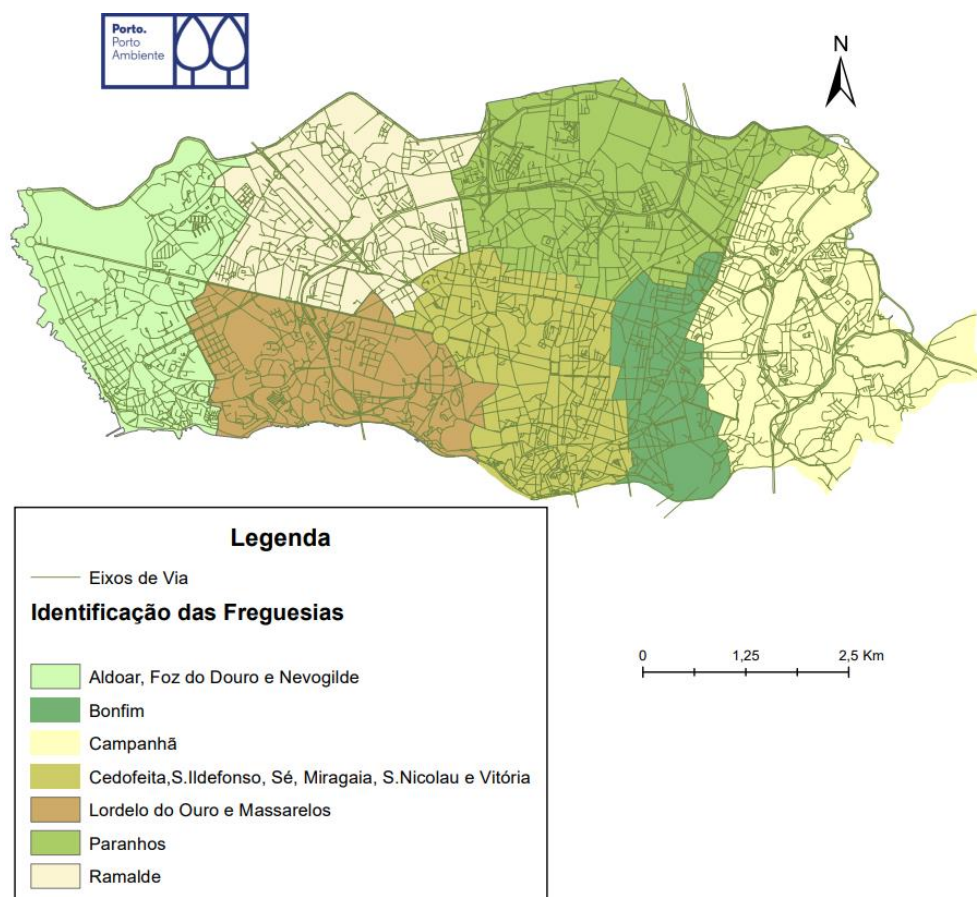


Figura 1.3 Mapa do Município do Porto com a identificação das respetivas Freguesias e Eixos de Via, realizado em ArcGIS

1.5.1. Áreas verdes

Segundo o Relatório de Caracterização e Diagnóstico produzido no âmbito da segunda fase da Instrução ambiental e paisagística da revisão do Plano Diretor Municipal do Porto, a área total de espaços verdes urbanos¹ do Município do Porto corresponde a 13,1 km², cerca de 31,7% da área do concelho [7].

Existem diversos tipos de espaços verdes urbanos que caracterizam, no seu conjunto, a estrutura verde da cidade do Porto.

¹ Espaços verdes urbanos: “são unidades espaciais de génese antrópica, maioritariamente constituídos por vegetação, e cujo funcionamento biofísico também depende da ação humana.” [7].

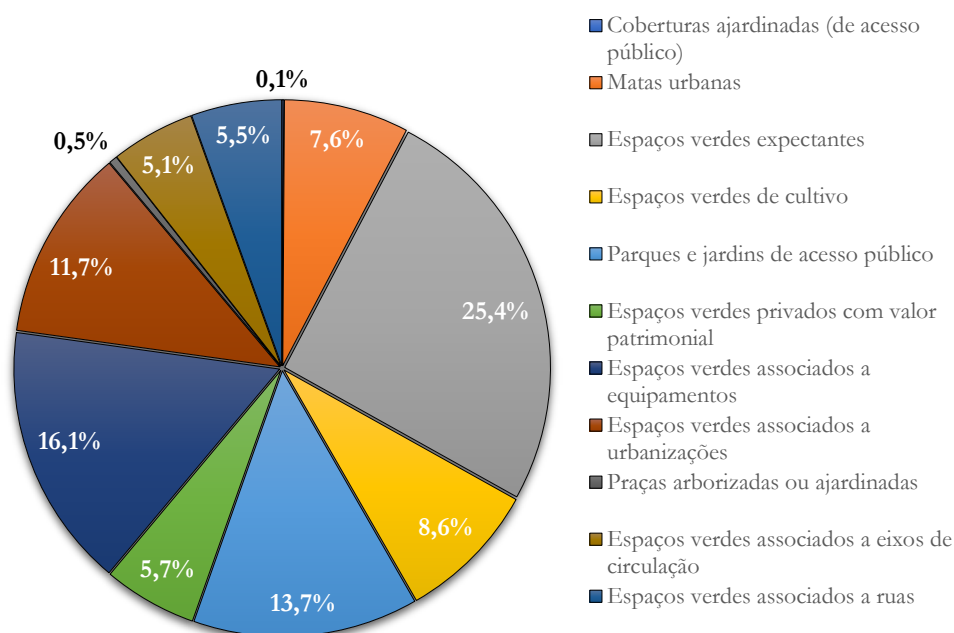


Figura 1.4 Distribuição percentual de cada tipo de espaço verde urbano relativamente à área total existente, no Município do Porto, referente ao ano de 2018, retirado de [7]

Na Figura 1.4 representa-se a distribuição percentual de cada tipo de espaço verde urbano relativamente à área verde total existente. No ANEXO A encontram-se os significados de cada tipologia.

Os resultados traduzem a realidade de uma cidade metropolitana e de elevada densidade populacional como é o caso do Município do Porto, onde se localizam as maiores instituições de ensino e de saúde do país e, também, onde a atividade de construção civil continua a ser uma presença constante na vida da cidade mas que, por vezes, resulta em processos incompletos de urbanização ou abandono dos locais. Os espaços verdes expectantes (correspondentes à maior percentagem) incluem espaços públicos ou privados “não edificado resultantes de processos incompletos de urbanização ou abandono de espaços exteriores associados a edifícios, em que não é óbvia uma função atual programada ou uso humano.” São assim espaços colonizados por vegetação espontânea [7].

No dia 28 de setembro de 2020, o Executivo Municipal aprovou a abertura do período de discussão pública sobre a revisão do Plano Diretor Municipal (PDM). O vereador do Urbanismo destacou como grande novidade, “esqueleto e matriz conceptual”, do futuro PDM, a “valorização da estrutura ecológica municipal” e a duplicação das áreas verdes de acesso público na cidade do Porto [8][9].

Com o aumento das áreas verdes e tendo em consideração as já existentes no Município, a produção de resíduos verdes torna-se uma realidade cada vez mais presente e, como tal, é necessário a criação de estratégias de gestão que, gradualmente, atuem em todo o território do Município do Porto.

A presente dissertação irá focar-se apenas nas áreas verdes correspondentes às instituições, às habitações unifamiliares e às habitações em altura, por corresponderem aos principais locais de

intervenção da Porto Ambiente, que correspondem na Figura 1.4 aos “espaços verdes associados a urbanizações” (11,7%) e aos espaços verdes associados a equipamentos” (16,1%), correspondendo a uma área verde total de aproximadamente 3,6 km² (27,8%).

2. ESTADO DA ARTE

2.1. Enquadramento legal

Segundo o Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, define-se como resíduo “qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer”. Para a sua classificação existem diversos critérios como a sua origem, forma/estado e propriedade, prevalecendo na sua codificação o critério origem.

Na Figura 2.1 apresenta-se, de uma forma resumida e esquematizada, algumas datas importantes relativas à legislação nacional relativa a resíduos e mais especificamente da deposição dos biorresíduos em aterro, visto ser a base legislativa e o objetivo fulcral no desenvolvimento e alargamento da recolha seletiva dos resíduos verdes.

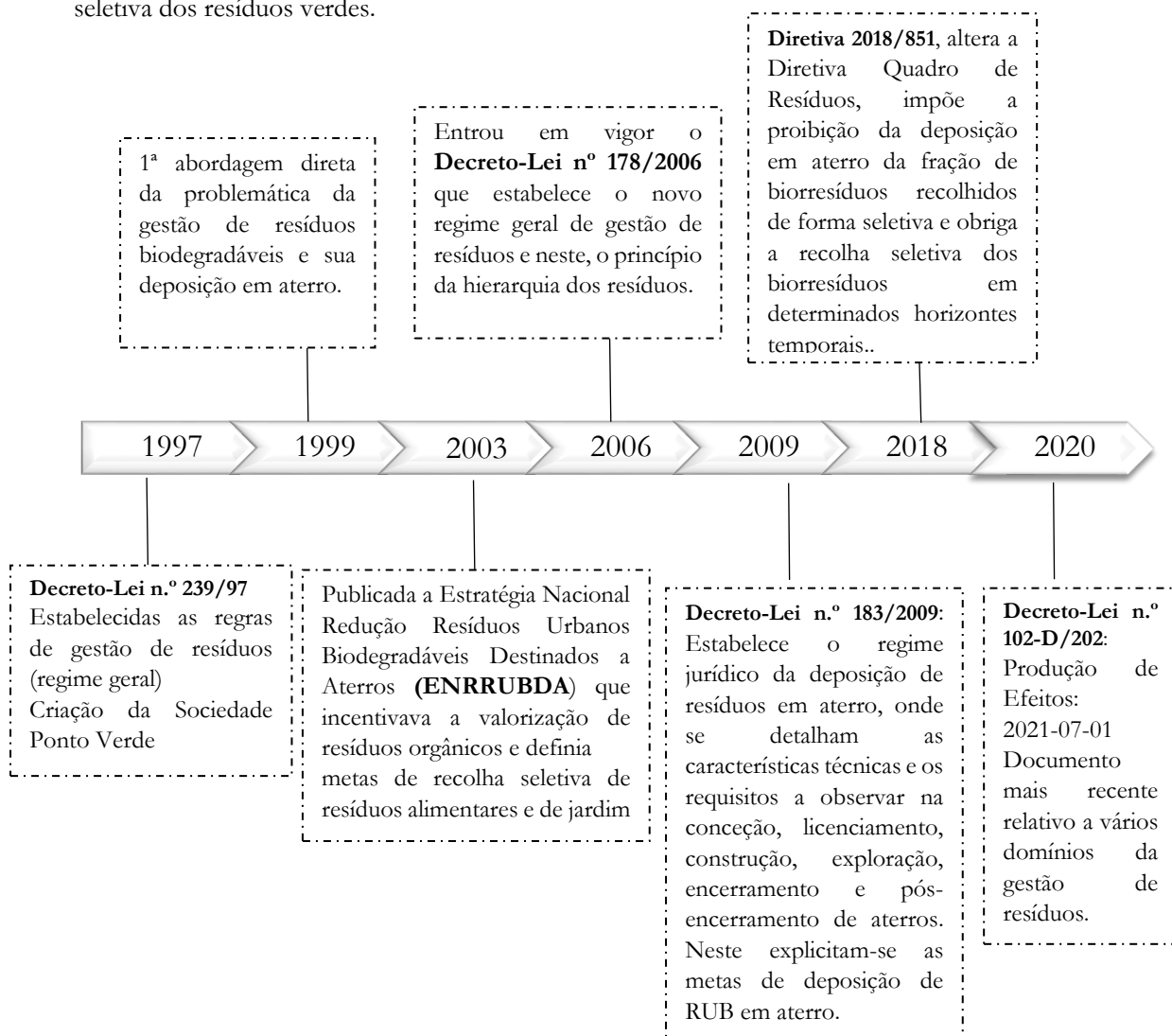


Figura 2.1 Linha cronológica com algumas datas importantes da legislação em matéria de resíduos em Portugal, com afetação específica aos biorresíduos [12][13][14]

2.1.1. Resíduos urbanos, biorresíduos e resíduos verdes

Segundo a Diretiva 2018/851, resíduo urbano corresponde aos “resíduos de recolha indiferenciada e resíduos 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 de acumuladores, bem como resíduos volumosos, incluindo colchões e mobiliário” e, também, os “resíduos de recolha indiferenciada e resíduos de recolha seletiva de outras origens, caso sejam semelhantes aos resíduos das habitações em termos de natureza e composição” A classificação dos resíduos urbanos efetua-se de acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER), publicada pela decisão 2014/955/UE, da Comissão, de 18 de dezembro, com enfoque específico no capítulo 20.

O Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro aprova o regime geral da gestão de resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e altera o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos, transpondo as Diretivas (UE) 2018/849, 2018/850, 2018/851 e 2018/852.

Relativamente aos biorresíduos, estes são “os resíduos biodegradáveis de jardins e parques, os resíduos alimentares e de cozinha das habitações, dos escritórios, dos restaurantes, dos grossistas, das cantinas, das unidades de catering e retalho e os resíduos similares das unidades de transformação de alimentos ” (Artigo 3.º, alínea d do Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro).

A valorização e a aplicação de um Fim de Estatuto de Resíduo (FER) aos biorresíduos podem ser obtidas através da produção de um composto orgânico que, para ser admitido no mercado de matéria fertilizante como produto, necessita de cumprir os parâmetros e critérios estabelecidos no Decreto-Lei nº 103/2015, de 15 de junho [10].

Na Tabela 2.1 apresenta-se a informação relevante relativa ao tópico dos biorresíduos expressa na Diretiva (UE) 2018/851 do Parlamento Europeu e do conselho de 30 de maio de 2018 que altera a Diretiva Quadro dos Resíduos - Diretiva 2008/98/CE.

Tabela 2.1 Informação relevante expressa na Diretiva (UE) 2018/851 que altera a Diretiva Quadro de Resíduos relativamente ao tópico dos biorresíduos, adaptado de [51].

RECOLHA SELETIVA
Os Estados Membros (EM) têm de assegurar, até 31 de dezembro de 2023, que os biorresíduos são separados e reciclados na origem, ou são recolhidos seletivamente e não são misturados com outros tipos de resíduos (Artigo 22.º, n.º 1). Os EM podem permitir que os resíduos com propriedades de biodegradabilidade e compostabilidade semelhantes que cumpram as normas europeias aplicáveis ou normas nacionais equivalentes para embalagens valorizáveis através da compostagem e biodegradação, sejam recolhidos com os biorresíduos (Artigo 22.º, n.º1);
Os EM podem conceder derrogações ao dever de recolha seletiva de biorresíduos por razões ambientais, técnicas e económicas (Artigo 10.º, n.º3);

Tabela 2.1 Informação relevante expressa na Diretiva (UE) 2018/851 que altera a Diretiva Quadro de Resíduos relativamente ao tópico dos biorresíduos, adaptado de [51] (continuação).

VALORIZAÇÃO E METAS DE RECICLAGEM
Os EM têm que tomar medidas para incentivar a reciclagem, incluindo a compostagem e a digestão de biorresíduos de modo a satisfazer um elevado nível de proteção ambiental e a obter como resultado um produto que cumpra os levados padrões de qualidade aplicáveis (Artigo 22.º, n.º2a) e incentivar a compostagem doméstica (Artigo 22.º, n.º2b);
Os EM têm de assegurar que os biorresíduos que foram recolhidos seletivamente não são incinerados (Artigo 10.º, n.º4);
A partir de 1 de janeiro de 2027, os EM só podem contabilizar como reciclados os biorresíduos urbanos que entram no tratamento aeróbio ou anaeróbio se tiverem sido objeto de recolha seletiva ou de separação na fonte (Artigo 11a.º, n.º 4);
A quantidade de resíduos urbanos biodegradáveis que entra no tratamento aeróbio e anaeróbio pode ser contabilizada como reciclada quando esse tratamento gerar um composto, digerido, ou outro resultante do tratamento com quantidades semelhantes de teor reciclado em relação aos resíduos que entram em tratamento, destinado a ser utilizado como produto, material ou substância reciclados. Caso o resultante do tratamento seja utilizado nos solos, os EM só podem contabilizá-lo como reciclado se desta utilização resultar um benefício para a agricultura ou uma melhoria ambiental (Artigo 11a.º, n.º4);
Até 31 de dezembro de 2024, a Comissão Europeia irá ponderar a definição de metas de reciclagem para os biorresíduos urbanos (Artigo 11.º, n.º6).

Na Figura 2.2 apresenta-se a Hierarquia de Resíduos supramencionada no contexto dos biorresíduos, destacando a gestão sustentável de espaços verdes como o comportamento principal e preventivo que pode e deve ser adotado. De seguida, a reciclagem através da digestão anaeróbia e da compostagem para obtenção direta ou secundária de um composto natural utilizado para correção dos solos. Depois, e menos aconselhável, a valorização energética através da incineração dos biorresíduos e por último, a eliminação com a alocação da deposição destes em aterro, sendo esta uma das problemáticas atuais e históricas no âmbito dos resíduos.

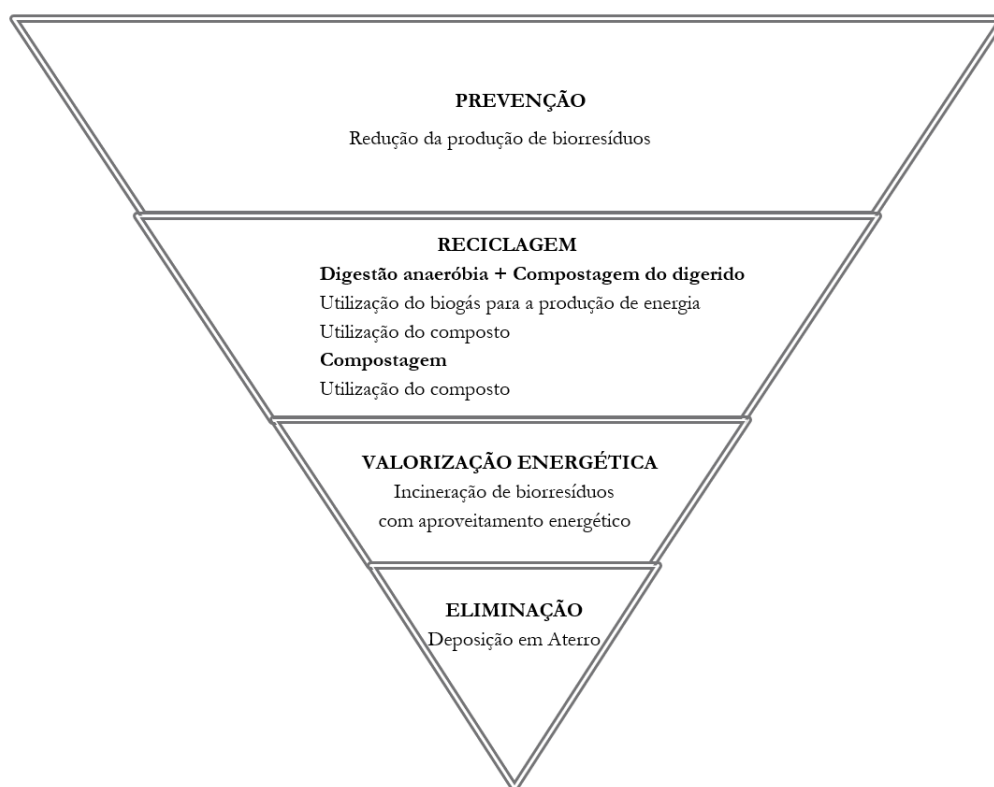


Figura 2.2 Hierarquia dos resíduos aplicada ao fluxo específico dos biorresíduos adaptado [51]

2.1.2. PERSU 2020 e PERSU 2020 +

O Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos, “PERSU 2020”, para o período entre 2014 e 2020, foi aprovado pela portaria n.º 187-A/2014, publicada em DR (I Série) n.º 179, de 17 de setembro e constitui o instrumento estratégico para a gestão de resíduos urbanos, tendo como objetivo, “garantir um alto nível de proteção ambiental e da saúde humana, através do uso de processos, tecnologias e infraestruturas adequadas.” [12].

“Este Plano define a visão, os objetivos, as metas globais, as metas específicas por cada Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) e as medidas a implementar no quadro da gestão de resíduos urbanos naquele período de vigência, incluindo os eixos de atuação conducentes à concretização das linhas orientadoras estratégicas para a sua execução.” [13].

No PERSU 2020, encontravam-se definidas quatro metas nacionais a cumprir até 2020 (Tabela 2.2) [13]:

✓ Prevenção da produção de resíduos

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

✓ Preparação para reutilização e reciclagem

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

✓ Reciclagem de Resíduos de Embalagens

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

✓ Deposição de Resíduos Urbanos Biodegradáveis em aterro

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

Na Tabela 2.2 apresentam-se os indicadores estabelecidos com as respetivas metas do PERSU 2020 e o valor de referência relativo ao ano de 2012.

Tabela 2.2 Metas estabelecidas no PERSU 2020, valor de referência e respetivo indicador, adaptado de [51].

INDICADOR	VALOR DE REFERÊNCIA (2012)	META (2020)
Quantidade de Resíduos Produzidos (kg/(Hab.Ano))	456	410
Preparação para Reutilização e Reciclagem (% m/m)	25	50
Retomas de Recolha Seletiva (kg/(Hab.Ano))	33	47
Deposição RUB Em Aterro (%/m/m) de RUB em Aterro, comparativamente à quantidade de RUB depositada em 1995.	62	35

No entanto, com a mudança de paradigma que os novos desafios, em particular traduzidos pelo plano de ação para a economia circular (2015) e o pacto ecológico europeu (2019), colocaram ao setor da gestão de resíduos urbanos e os desvios verificados relativamente ao cumprimento das metas estabelecidas, foi criado o PERSU 2020+. Este plano não revoga o PERSU 2020, mas apresenta um ajustamento às suas medidas e configura uma abordagem temporal até 2025.

Deste modo, as novas metas estabelecidas no PERSU 2020+ no que respeita aos resíduos urbanos e que vão de encontro às diretivas europeias supramencionadas, são [13]:

- ✓ Obrigatoriedade de recolha seletiva para biorresíduos até 31 de dezembro de 2023, passando a contar para o cálculo da taxa de reciclagem apenas os biorresíduos recolhidos seletivamente;
- ✓ Metas de preparação para reutilização e reciclagem de RU, medidas em relação aos RU

totais, de 55% em 2025, de 60% em 2030 e 65% em 2035;

- ✓ Metas de aumento da reciclagem de resíduos de embalagem, medidos no reciclador: de 65% até 2025 e de 70% até 2030;
- ✓ Proibição de deposição em aterro de resíduos recicláveis a partir de 2030;
- ✓ Meta de redução em aterro para o máximo de 10% do total de RU gerados até 2035;
- ✓ Requisitos mínimos para todos os sistemas de Responsabilidade Alargada do Produtor;
- ✓ Métodos de cálculo harmonizados para as taxas de reciclagem, definições claras e melhoradas.

Com a aplicação do conceito de economia circular em que se aposta com mais ênfase do que até então na hierarquia dos resíduos, em particular na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia, é possível reduzir os impactos ambientais inerentes à deposição dos biorresíduos em aterros sanitários e à sua incineração. A sua valorização permite obter produtos naturais (composto) que servem posteriormente como corretivos de solos, fornecendo-lhes os nutrientes necessários e fixando o carbono, assim como de substitutos de turfas (material de origem vegetal utilizado para processos de biorremediação), podendo ainda obter-se pelos processos anaeróbios biogás, combustível renovável. A aplicação do composto nos solos permite também a reciclagem de nutrientes presentes nas plantas como são o caso do azoto e do fósforo.

2.1.3. PAPERSU do Município do Porto

Segundo o Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro alterado pelo DL 73/2011, no artigo 16.º, os municípios (facultativo) e/ou Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) são responsáveis (obrigatoriamente) pela elaboração de planos multimunicipais, intermunicipais e municipais de ação, no âmbito da gestão de resíduos urbanos. Estes planos devem prever medidas que assegurem o cumprimento das metas e objetivos estabelecidos no Plano Estratégico para Resíduos Sólidos Urbanos (PAPERSU), nomeadamente, o cumprimento das metas de preparação para reutilização e reciclagem, de deposição de resíduos urbanos biodegradáveis em aterro e de retomas para reciclagem resultantes da recolha seletiva.

Na Figura 2.3 apresentam-se os objetivos e as metas estabelecidas pelo PERSU 2020 aplicáveis aos sistemas de gestão de resíduos e que foram fixadas para o sistema LIPOR (Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto), responsável pela gestão de RU em alta no Município do Porto:

Retomas de recolha seletiva 50 kg/habitante	Preparação para reutilização e reciclagem 35%	Meta máxima de deposição de RUB em aterro 10%
---	---	---

Figura 2.3 Metas do PERSU 2020 aplicáveis ao sistema LIPOR [13]

De modo a atingir as metas estabelecidas, o Município do Porto estabeleceu vários eixos de intervenção e respetivas ações.

A presente dissertação enquadra-se principalmente no “Eixo III - Incremento da recolha seletiva de RUB”, com a respetiva ação “Alargamento da recolha seletiva de resíduos verdes (residencial e não residencial)” e no “Eixo IV - Incremento de outras recolhas seletivas”, na ação “Alargamento da recolha seletiva a outros fluxos de resíduos especiais” [12]. Estas ações enquadram-se na medida estipulada no PERSU 2020: “3.2. – Fomentar as redes de recolha seletiva de Resíduos Urbanos Biodegradáveis”, do objetivo “Aumento da preparação para reutilização, da reciclagem e da qualidade dos recicláveis” e inclui a aquisição de meios de deposição (*big-bags*) e de recolha (viaturas), ações de sensibilização de suporte e projeto dos circuitos de recolha.

A criação deste PAPERSU ocorreu no ano de 2015 e até ao presente ano, o Município do Porto juntamente com a Porto Ambiente têm vindo a desenvolver e a implementar projetos que permitem colocar os eixos e as ações estabelecidas no terreno, sempre com o objetivo de atingir as metas que vão ao encontro dos valores legislados.

2.2. Regulamento de serviço da Porto Ambiente

No Regulamento de Serviço da Porto Ambiente é possível consultar as normas legislativas referentes aos resíduos verdes, aplicáveis ao Município do Porto. De acordo com este, entende-se por resíduo verde o “resíduo proveniente da limpeza e manutenção de jardins, espaços verdes públicos ou zonas de cultivo e das habitações, nomeadamente aparas, troncos, ramos, corte de relva e ervas” [15].

No Artigo 38.º do referido Regulamento encontram-se estabelecidas as indicações relativas à recolha e transporte dos resíduos verdes, sendo estes isentos de tarifa no âmbito do Tarifário do Serviço de Gestão de Resíduos.

Segundo o Regulamento, os utilizadores domésticos devem privilegiar a entrega dos resíduos verdes nos Ecocentros disponíveis. Em caso de impossibilidade dessa entrega ou noutras situações determinadas pela Entidade Gestora, é previamente agendada a recolha dos resíduos e definidas a hora, a data e o local da recolha. A Entidade Gestora recolhe até 5 m³ por semana de resíduos verdes, por utilizador. Compete aos utilizadores acondicionar e transportar os resíduos para o local definido e acessível à viatura de recolha de modo a não perturbar a circulação de peões e/ou veículos.

Para serem recolhidos e transportados para uma infraestrutura sob responsabilidade da LIPOR, os resíduos verdes devem cumprir com os requisitos definidos no Regulamento que estão em conformidade com as indicações de aceitação da LIPOR:

- ✓ As podas de árvores com pequenos troncos não podem exceder 30 cm de diâmetro;
- ✓ Os troncos de madeira não tratada não podem exceder 50 cm de comprimento;

- ✓ Os resíduos fibrosos, nomeadamente troncos de palmeiras, devido às suas particularidades, deverão obedecer às seguintes especificidades:
 - Troncos com menos de 80 cm de diâmetro, dois cortes longitudinais;
 - Troncos com mais de 80 cm de diâmetro, três cortes longitudinais;
 - A altura dos troncos não deve exceder os 50 cm;
- ✓ As folhagens devem estar isentas de terras ou areias.

O Artigo 38.º do Regulamento de Serviço acima referido encontra-se em processo de revisão. Algumas das propostas referem-se, por exemplo, e no seguimento da criação de serviços de recolha seletiva e Porta-a-Porta para esta fração de resíduos, ao dever dos utilizadores das áreas ou zonas abrangidas por esses serviços utilizarem os equipamentos fornecidos pela Entidade Gestora, tais como sacos reutilizáveis de 175 L ou contentores de 1 000 L. Os resíduos verdes devem ser acondicionados pelo utilizador em sacos e colocados à recolha na via pública e/ou em contentores que devem ser colocados num local acessível à viatura. Adicionalmente, outra das propostas refere-se à quantidade máxima de recolha por parte da empresa, estando previsto que esta passe para um valor de 10 m³ por mês e por utilizador.

As indicações relativas à deposição dos materiais e respetivas condições nos Ecocentros podem ser consultadas no Artigo 12.º do Regulamento. Quanto aos resíduos verdes, é permitido descarregar ramos, folhas, relva, flores, plantas e podas de árvores, exceto os resíduos verdes que contenham terra ou outro tipo de contaminante.

Segundo o Artigo 73.º do referido Regulamento, é considerada uma contraordenação relativa ao sistema de deposição de resíduos urbanos quando ocorre a descarga e abandono de “resíduos verdes nos contentores destinados a resíduos urbanos, nas vias ou noutros espaços públicos, sem acordo e autorização da Entidade Gestora” e a “deposição de resíduos verdes urbanos que perturbem a segurança da circulação dos peões e/ou veículos e a acessibilidade da viatura de recolha, nos termos do n.º 6 do artigo 38.º” [15].

2.3. Gestão de Resíduos Urbanos: Caracterização da situação atual

2.3.1. Em Portugal

Segundo o Relatório Anual de Resíduos Urbanos da Associação Portuguesa do Ambiente (APA), referente ao ano de 2019, Portugal produziu um total de aproximadamente 5 milhões de toneladas de resíduos urbanos, como apresentado na Tabela 2.3.

No mesmo ano, em Portugal Continental, apurou-se uma capitação de 511 kg/habitante.ano, valor que se encontra acima da média Europeia (476 kg/habitante.ano) [2]. Como se apresenta na Tabela

2.3, a quantidade de resíduos urbanos produzidos em Portugal tem vindo a aumentar ao longo dos últimos 5 anos, destacando-se 2018 cuja variação face ao ano de 2017 foi de 4%.

Tabela 2.3 Produção de resíduos urbanos (10^3 toneladas) - Adaptado do Relatório Anual de Resíduos Urbanos de 2019 da APA [2].

REGIÃO	2015	2016	2017	2018	2019
Portugal Continental	4 523	4 640	4 745	4 945	5 007
Região Autónoma Da Madeira	110	119	124	126	129
Região Autónoma Dos Açores	132	132	137	142	146
Total	4 765	4 891	5 007 5	5 213	5 281
Variação Face ao Ano Anterior	1%	3%	2%	4%	1%

Como se verifica na Figura 2.4, cerca de 1% dos RU produzidos a nível Nacional são resíduos verdes recolhidos em separado, o que se traduz num total anual de aproximadamente 53 kt. Quanto ao cenário dos biorresíduos, estes correspondem a aproximadamente 40% do total de resíduos produzidos.

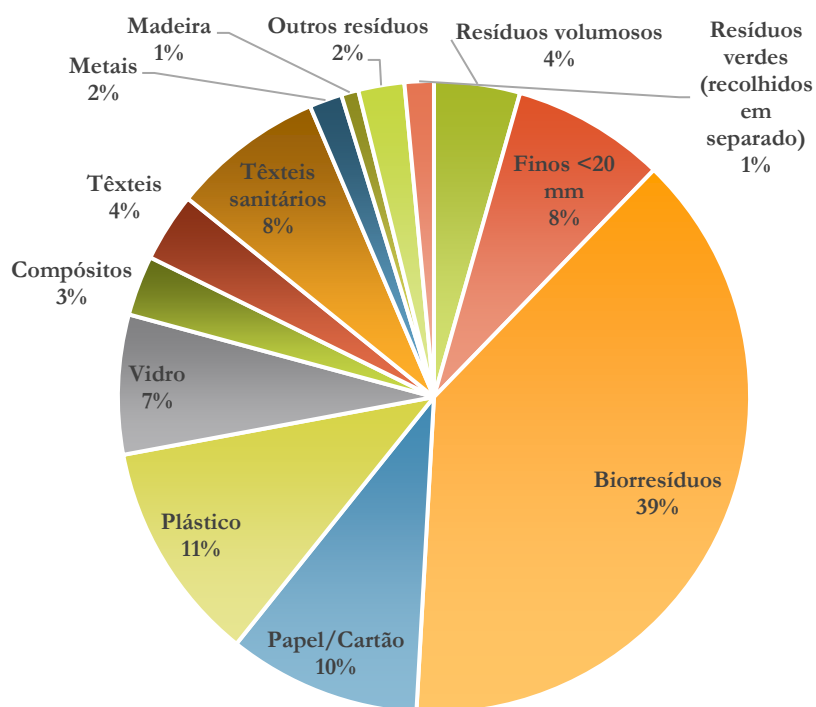


Figura 2.4 Caracterização física dos resíduos urbanos produzidos em Portugal Continental no ano de 2019 - adaptado de APA [2]

Apesar dos esforços que se têm vindo a realizar no âmbito dos resíduos urbanos, mais de metade ainda tem como destino final o aterro, como mostra a Figura 2.5.

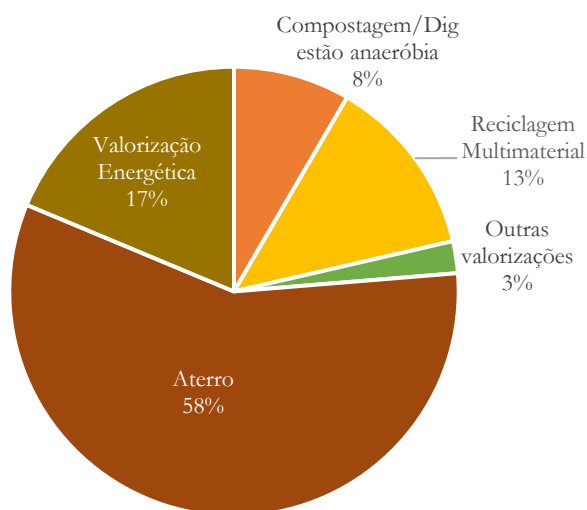


Figura 2.5 Destinos finais dos Resíduos Urbanos produzidos em Portugal Continental no ano de 2019 – adaptado de APA [2]

Segundo a Tabela 2.4, 33% dos resíduos urbanos produzidos em Portugal são diretamente depositados em aterro, um valor consideravelmente inferior aos aproximadamente 58% relativos ao destino final, o que traduz que uma significativa percentagem de refugos/rejeitados dos processos de tratamento está a ser encaminhada para este destino (APA 2020).

Tabela 2.4 Destinos diretos do RU (%m/m) - adaptado do Relatório Anual de Resíduos Urbanos 2019 da APA [2].

DESTINO DIRETO	2015	2016	2017	2018	2019
Aterro	34%	29%	32%	33%	33%
Tratamento Mecânico e Biológico	23%	27%	28%	25%	24%
Valorização Orgânica	2%	2%	2%	3%	2%
Valorização Energética	20%	22%	21%	20%	19%
Tratamento Mecânico	10%	9%	7%	10%	9%
Valorização Material	10%	11%	10%	10%	11%

2.3.2. Gestão de Resíduos no Município do Porto

Numa escala mais reduzida e tal como acontece em todo o território nacional, no Município do Porto também se verificou um aumento da produção de resíduos urbanos entre 2018 e 2019 (as quantidades referentes ao ano de 2020 não traduzem a produção do ano inteiro, e por isso não foram consideradas na presente dissertação). Na Tabela 2.5 apresentam-se os valores e respetivos quantitativos de recolha dos resíduos urbanos realizadas no Município do Porto, nos anos 2018 e 2019.

Tabela 2.5 Produção total e respetivas recolhas dos RU, no Município do Porto – adaptado do observatório de resíduos da LIPOR.

	2018	2019
PRODUÇÃO TOTAL (t)	142 107,40	146 869,48
kg/(Hab.dia) ¹	1,81	1,87
RECOLHA INDIFERENCIADA	82,16%	78,63%
RECOLHA SELETIVA	17,84%	21,37%
MULTIMATERIAL	12,30%	13,52%
BIORRESÍDUOS	5,54%	7,85%

¹ O Município do Porto é constituído por 237 591 habitantes [16].

Na Tabela 2.6 pode verificar-se que, nos anos referidos (que não são exceção do que se passa já há muitos anos), grande parte dos resíduos produzidos no Município têm como destino final a valorização energética.

Tabela 2.6 Produção de RU (total e per capita), por fluxo e por destino relativo ao Município do Porto, em 2018 e 2019 - adaptado do observatório de resíduos da LIPOR.

	2018		2019	
	t	kg/hab	t	kg/hab
VALORIZAÇÃO ORGÂNICA	7 879,22 (5,54%)	36,66	11 533,18 (7,85%)	53,66
ORGÂNICOS	5 600,34	26,06	6 942,60	32,30
VERDES	1 708,94	7,95	3 967,58	18,46
VERDES CEMITÉRIOS	569,94	2,65	623,00	2,90
RECICLAGEM MULTIMATERIAL	16 729,64 (11,77%)	77,84	19 033,58 (13,06%)	88,55
3 FLUXOS	13 948,84	64,90	15 915,94	74,05
OUTROS SELETIVOS	2 780,80	12,94	3 117,64	14,51

Tabela 2.6 Produção de RU (total e per capita), por fluxo e por destino relativo ao Município do Porto, em 2018 e 2019 - adaptado do observatório de resíduos da LIPOR (continuação).

	2018		2019	
	t	kg/hab	t	kg/hab
VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA	116 568,44 (82,03%)	542,34	115 224,14 (78,45%)	536,09
INDIFERENCIADOS	115 819,18	538,86	114 407,08	532,29
MONSTROS	749,26	3,49	817,06	3,80
ATERRO SANITÁRIO	930,10 (0,65%)	4,33	1 078,58 (0,73%)	5,02
INDIFERENCIADOS	930,10	4,33	1 078,58	5,02
TOTAL	142 107,40	661,17	146 869,48	683,32

Relativamente à valorização orgânica, que representa apenas o que resulta da valorização dos biorresíduos recolhidos seletivamente, entre os anos 2018 e 2019 verifica-se um aumento significativo, principalmente no que respeita aos resíduos verdes (Tabela 2.6). Como se pode ver na Figura 2.6, em 2019, estes correspondem a aproximadamente 39,8 % (inclui os resíduos verdes e os resíduos verdes recolhidos em cemitérios) do total de resíduos cujo destino final é a valorização orgânica.

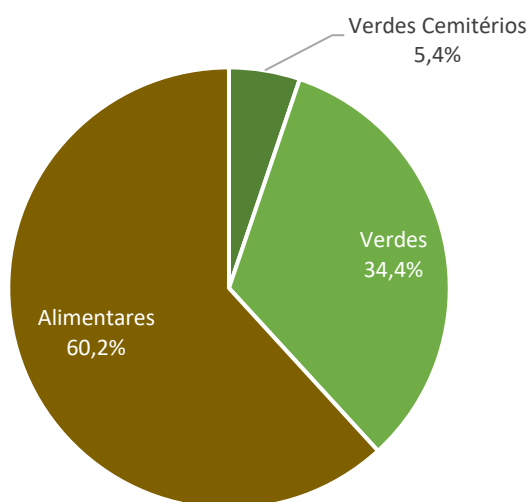


Figura 2.6 Percentagens das diferentes tipologias de biorresíduos rececionados na valorização orgânica, produzidos no Município do Porto, em 2019 - adaptado do observatório de resíduos da LIPOR

Como já foi mencionado, é da responsabilidade da Porto Ambiente a gestão dos resíduos urbanos produzidos no Município do Porto, que integra o sistema de gestão da LIPOR.

A LIPOR foi fundada em 1982 como Associação de Municípios e gere, valoriza e trata os resíduos urbanos produzidos pelos oito Municípios que a integram: Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Valongo e Vila do Conde [17].

Esta entidade desenvolveu uma estratégia integrada de gestão baseada em quatro componentes principais: a Valorização Multimaterial, a Valorização Orgânica e a Valorização Energética, complementadas por um Aterro Sanitário [17].

A Figura 2.7 ilustra alguns valores relativos a este sistema de gestão de resíduos urbanos.



Figura 2.7 Valores sobre a LIPOR, adaptado de [17]

Nas instalações da LIPOR I, em Ermesinde (Baguim do Monte), existe uma unidade de Compostagem com capacidade para tratar e valorizar, anualmente, aproximadamente 60 000 toneladas de biorresíduos provenientes unicamente dos seguintes circuitos de recolha seletiva [18]:

- Recolha Seletiva Porta-a-Porta Residencial (resíduos alimentares de habitações);
- Recolha Seletiva Porta-a-Porta Não Residencial (resíduos alimentares de restaurantes e similares);
- Outros circuitos de Recolha Seletiva dedicados (resíduos alimentares de diferentes origens, incluindo mercados e feiras, festas, eventos, etc.);
- Recolha Seletiva de Resíduos Verdes (porta-a-porta, de proximidade e Ecocentros);
- Recolha Seletiva de Resíduos Verdes de Cemitério.

Relativamente à deposição dos resíduos verdes esta pode ser realizada diretamente nas instalações da LIPOR.

A Central de Valorização Orgânica (CVO) é constituída por duas instalações de apoio, um Parque de Verdes para onde são encaminhados e previamente selecionados todos os resíduos verdes (relvas, podas, troncos, entre outros) e uma Plataforma de Triagem de Resíduos Verdes de Cemitérios, na qual uma equipa de 6 colaboradores procede à separação minuciosa dos resíduos verdes provenientes dos cemitérios [18].

De modo a assegurar a qualidade das cargas recebidas, a deposição dos resíduos verdes é realizada no parque supramencionado, onde o responsável pela sua gestão ou o Controlador de Qualidade

procedem a uma inspeção visual. Caso seja uma “Carga Não-conforme”, ou seja, contenha uma presença considerável de contaminantes, como outro tipo de material (exemplo: papel, plástico...), é enviado ao produtor um relatório de qualidade com fotografias, podendo o mesmo estar sujeito a uma “tarifa de Cargas não-conformes”. O valor da tarifa pode ser consultado na Divisão de Contabilidade, Finanças e Controlo de Gestão da LIPOR. No documento “Condições de Descarga-Resíduos Verdes” da LIPOR, encontram-se as características que definem se uma carga é conforme ou não e, as respetivas fotografias, que permitem uma explicação mais visual.

Para que seja autorizada a descarga, os resíduos verdes têm de pertencer à seguinte lista:

- Código LER: **02 02 07** Resíduos de exploração florestal (“Carece de parecer prévio pela LIPOR, não são aceites troncos com diâmetro superior a 50 cm; não é permitida a presença de terras/areias.”);
- Código LER: **03 03 01** Materiais lenhosos (“Não é permitida a presença de terras/areias”);
- Código LER: **20 02 01** Resíduos biodegradáveis de jardins (“Não são permitidos contaminantes, tais como: embalagens, vidros, metais, cartão, papel, têxteis, sanitários, produtos perigosos...”) [19].

Com a presente dissertação prevê-se o alargamento da recolha seletiva de resíduos biodegradáveis de jardins (Código LER: 20 02 01).

2.4. Benchmarking

2.4.1. Lisboa, Albufeira, Vendas Novas, Viana do Castelo (Portugal)

Estes Municípios apresentam um sistema de gestão de resíduos verdes semelhante, tendo sido por isso agrupados neste subcapítulo.

No caso do Município de Lisboa, os Munícipes podem solicitar à autarquia a recolha dos seus resíduos verdes, caso estes não excedam 1 m³, que garantem que estes serão encaminhados e valorizados devidamente. Este processo ocorre em data, hora e local acordado entre os serviços e os utilizadores [20]. O mesmo acontece em Albufeira, onde a Câmara Municipal de Albufeira implementou o “Serviço Porta a Porta de Resíduos Verdes e Monstros Urbanos” destinado a produtores domésticos, cuja produção diária não exceda os 1 100 L [21].

Os habitantes de Vendas Novas podem entregar os resíduos verdes no Ecocentro de Vendas Novas localizado no Parque Industrial. No entanto, caso não seja possível, por falta de meios ou incompatibilidade com o horário de funcionamento do Ecocentro ou por outra razão, estes podem requerer ao Município de Vendas Novas o serviço de recolha gratuito, até ao volume de um frete por pedido [22].

Tal como acontece nas cidades portuguesas supramencionadas, Viana do Castelo apresenta um sistema de gestão de resíduos verdes semelhante. Neste caso, os utilizadores podem solicitar de forma gratuita o serviço de recolha ao domicílio de resíduos verdes (que inclui aparas de relva, flores e

plantas ornamentais, folhas de plantas, árvores e palmeiras, arbustos e ramos de árvores) e de monstros. Estas recolhas são realizadas pelos serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo [23].

Em todos os Municípios, o utilizador, após a marcação prévia do dia e local de recolha com a Entidade respetiva, tem a responsabilidade de transportar e acondicionar os resíduos na via pública, junto à sua residência, num local acessível à viatura de recolha e tendo em consideração diversas indicações, nomeadamente:

- Os ramos das árvores não podem exceder 1 m de comprimento e devem ser atados em feixes;
- Os troncos com diâmetro superior a 20 cm, não podem ser superiores a 50 cm de comprimento;
- As aparas de relva e ervas devem estar devidamente acondicionadas num saco fechado ou atado.

A deposição incorreta de resíduos verdes nos equipamentos para resíduos indiferenciados ou o abandono dos mesmos nas vias e/ou outros espaços públicos é punível com coimas que se encontram especificadas nos Regulamentos de cada Município.

2.4.2. URSA: Unidades de Recirculação de Subprodutos de Alqueva (Portugal)

Verificou-se a existência do projeto URSA, relevante para a temática em estudo na presente dissertação, que consiste na implementação de um modelo de negócio baseado na permuta de subprodutos agrícolas por fertilizante orgânico para utilização agrícola pelos agricultores, materializando a economia circular, com benefícios ambientais diretos e indiretos. Este projeto promove o uso eficiente de recursos, nomeadamente na proteção do solo e da água, e a valorização de resíduos/subprodutos [24].

O financiamento aprovado pelo Fundo Ambiental Português no programa “Apoiar a Transição para uma Economia Circular”, permite a valorização dos resíduos verdes como palhas, restos de podas, folhas, bagaços, transformando-os em compostos naturais para serem aplicados nos solos com défices elevados de matéria orgânica [25].

O projeto tem como objetivo a produção de fertilizante agrícola através dos resíduos verdes resultantes da agricultura para ser entregue aos agricultores da região do Alqueva. Este divide as zonas em Blocos com cerca de 10 000 hectares localizando em cada uma destas áreas uma unidade de recirculação de subprodutos de Alqueva, a menos de 10 km de qualquer exploração agrícola, criando deste modo duas constelações – a URSA menor, localizada na margem esquerda, com quatro unidades e a URSA maior, na margem direita, com oito unidades. Com a implementação deste

projeto, estima-se que por cada tonelada de subprodutos valorizados, serão poupados cerca de 100 kg de adubos minerais, 100 m³ de gás natural, 28 670 litros de água e 750 kg de CO₂. Com a utilização dos fertilizantes naturais gerados, estima-se que serão produzidos mais 100 kg de azeitona ou 200 kg de milho do que o que é atualmente produzido [24].

A primeira unidade URSA localiza-se na Herdade da Abóbada, concelho de Serpa e a sua implementação teve como um dos objetivos a criação de uma unidade experimental e demonstrativa e desenvolver uma base técnico-científica relativa ao processo de compostagem para os diferentes tipos de misturas de subprodutos orgânicos, bem como aferir e demonstrar o modelo de negócio a uma escala semi-industrial [25]. Esta unidade está projetada para uma valorização orgânica através de compostagem em pilha dos resíduos/subprodutos de explorações agrícolas e agroindustriais situadas na proximidade da Herdade da Abóbada.

A URSA é um exemplo de simbiose industrial, como é ilustrado na Figura 2.8, ou seja, um sistema industrial em que os resíduos resultantes da actividade de empresas são considerados matéria-prima e utilizados nas atividades de outras, neste caso específico, valorizam-se os biorresíduos resultantes da atividade agrícola para a produção de fertilizantes que retornam depois às atividades agrícolas.

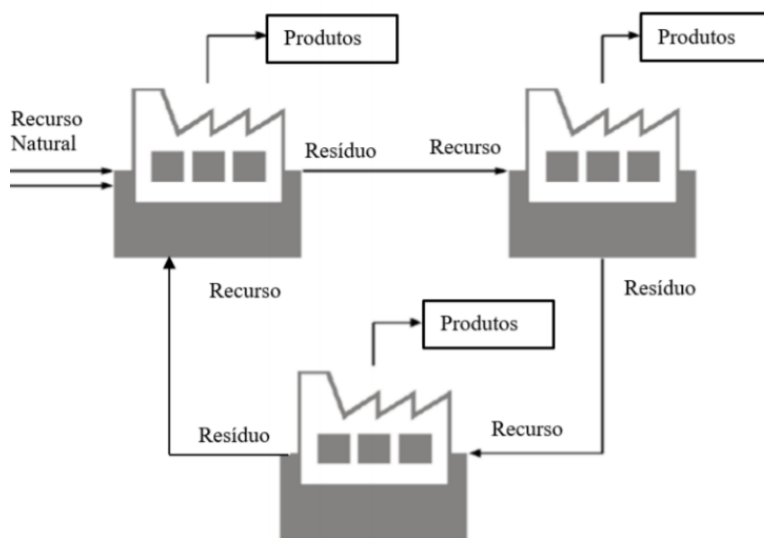


Figura 2.8 Exemplo ilustrativo de uma rede de Simbiose Industrial, retirado de [25]

Nas Figuras 2.9 e 2.10 apresentam-se as pilhas de compostagem e o projeto visual de uma Unidade de Recirculação de Subprodutos de Alqueva na totalidade, respetivamente.



Figura 2.9 Imagens de algumas secções do projeto de uma URSA, nomeadamente das pilhas de compostagem, retiradas de [25]



Figura 2.10 Projeto visual de uma URSA, retirado de [25]

2.4.3. Castro Verde (Portugal)

No Município de Castro Verde e no âmbito do “Projeto Orgânica Verde-compostagem e valorização de resíduos orgânicos em Castro Verde”, foi implementada uma infraestrutura que possibilita a realização da compostagem dos resíduos orgânicos que resultam dos jardins públicos e/ou privados do Município [26]. Esta Unidade Municipal de Compostagem permite que os resíduos verdes sejam, posteriormente, devidamente valorizados ao serem transformados num composto natural que pode ser utilizado em hortas comunitárias e jardins do Município e/ou privados. Segundo informação constante do website do Município de Castro Verde, a entrega de resíduos verdes nesta unidade permitiu a transformação destes em cerca de 210 toneladas/ano de adubo orgânico [27]. De modo a garantir a sustentabilidade económica deste projeto, o composto resultante poderá vir a ser comercializado.

Simultaneamente à implementação da Unidade de Compostagem Municipal, foram distribuídos 100 compostores domésticos e 5 comunitários pelas habitações e espaços públicos da vila com o intuito de promover e sensibilizar para a recolha seletiva dos resíduos orgânicos e a respetiva compostagem. Essa entrega é realizada após a frequência obrigatória dos interessados em ações de formação públicas com duração de três horas cada [28].

O projeto tem como principal objetivo sensibilizar os Municípes para a redução de resíduos orgânicos que são depositados no aterro e para os impactes ambientais associados a este processo. Este projeto abrange a comunidade mais jovem através de campanhas de sensibilização e atividades pedagógicas realizadas nas escolas e a mais idosa através da Universidade Sénior.

2.4.4. Póvoa do Varzim (Portugal)

A Póvoa do Varzim tem ao dispor dos seus Municípes um Parque de Resíduos Verdes, constituído por dois contentores de grandes dimensões, apresentados na Figura 2.11, com o objetivo de os produtores depositarem os seus resíduos verdes para serem devidamente encaminhados e valorizados.

Esta infraestrutura localiza-se na zona do Rio Alto e existe permanentemente um funcionário responsável por auxiliar os Municípes no processo da deposição e garantir que o espaço se encontra sempre em boas condições, limpo e seguro.



Figura 2.11 Fotografias do Parque de Resíduos Verdes da Póvoa do Varzim [52]

2.4.5. Guimarães (Portugal)

Devido à problemática da deposição incorreta dos resíduos verdes e da incapacidade e indisponibilidade diária da viatura de recolha de resíduos urbanos em recolhê-los, uma vez que não apresenta equipamento apropriado para o fazer, o Município de Guimarães coloca à disposição dos seus Municípes duas possibilidades para a correta deposição desses resíduos:

- Levar estes resíduos diretamente ao Ecocentro;
- Entrar em contacto com os serviços do Município para definirem a data e local de recolha.

Os resíduos devem ser colocados no local acordado pelos serviços uma vez que o Município não efetua recolhas que se encontrem no interior de propriedades privadas [29].

Importa adicionalmente referir, no âmbito da gestão dos RU, que o Município de Guimarães implementou em 2016 o Sistema tarifário PAYT (*Pay-as-you-Throw*) no centro histórico do Município e que abrange 34 ruas e 638 fogos [30]. Este sistema incentiva a recolha seletiva através da aplicação de um tarifário de resíduos no qual existe uma relação direta entre o pagamento e a produção de resíduos indiferenciados. Os Municípes aderentes ao sistema pagam pelos sacos que utilizam para depositar o resíduo indiferenciado que produzem e beneficiam de uma redução/isenção na taxa de resíduos que é cobrada na fatura da água. De acordo com *Greensavers*, com este sistema é possível os

utilizadores poupem aproximadamente 50% em comparação com o tarifário atual na fatura da água [31]. A separação e recolha dos resíduos verdes reduz a quantidade de resíduos da fração indiferenciada e consequentemente, os custos associados à sua gestão.

2.4.6. *Waste Management* (EUA, Clackamas)

A *Waste Management* é uma entidade responsável pela gestão dos resíduos provenientes do norte do continente americano, nomeadamente no condado de Clackamas. Estão encarregues da gestão dos resíduos, desde a recolha até à sua eliminação, incluindo o transporte e o tratamento destes.

Em Clackamas os resíduos verdes de jardim são recolhidos todas as semanas no respetivo dia de recolha.

Para a recolha regular semanal, os Municípios devem depositar os seus resíduos num contentor com capacidade aproximada de 240 L, fornecido pela Entidade Gestora, não sendo permitida a colocação de sacos de plástico dentro deste. Adicionalmente, e com um custo extra, é permitida a recolha de *Kraft bags* com capacidade até 120 L ou feixes de resíduos com dimensões específicas. Também é pedido aos utilizadores que, para segurança dos trabalhadores responsáveis pela recolha, façam o correto acondicionamento dos resíduos de modo a não ultrapassarem os limites do equipamento [32].

Para cada tipologia de equipamento de resíduos verdes, é apresentado um valor máximo de peso que o equipamento pode atingir, como mostra a Tabela 2.7 e cujo valor é uma aproximação em quilogramas.

Tabela 2.7 Tipo de equipamento e respetivo peso máximo, adaptado de [32].

ARTIGO	PESO MÁXIMO (kg)
Saco para resíduos de jardim	20
Contentor	27
Contentor com rodas	145

Para que no dia previsto a recolha ocorra normalmente, o utilizador deve ter em consideração algumas indicações, como:

- Colocar os resíduos devidamente acondicionados no passeio até às 06h:00 do dia da recolha;
- Não utilizar sacos de plástico nem equipamentos que não sejam destinados à deposição dos resíduos verdes;
- Colocar os resíduos verdes soltos no interior do contentor para que no processo do seu esvaziamento caiam sem qualquer dificuldade;
- Ao utilizar os *Kraft bags*, evitar colocar os resíduos húmidos no fundo do saco. Manter o local seco até o dia da recolha de modo a evitar a danificação do saco;

- Amarrar os fardos com corda. Os fardos não devem exceder os 30 cm de largura e os 90 cm de comprimento;
- Podem ser recolhidas folhas, ervas daninhas, relvas cortadas, ramos e resíduos resultantes de podas (não superiores a 10 cm de diâmetro e 92 cm de comprimento);
- Não são recolhidos metais, resíduos alimentares, relva artificial, madeira serrada, cinzas, resíduos domésticos, rochas, plásticos e resíduos provenientes de animais [32].

2.4.7. Anne Arundel (EUA, Maryland)

No condado de Anne Arundel faz-se a recolha dos resíduos verdes durante todo o ano para posteriormente serem submetidos a um processo de compostagem e assim evitar a sua deposição em aterro. Neste caso, a tipologia de resíduos passível de ser recolhida são as folhas, as aparas de relva e arbustos, os galhos resultantes de podas, as árvores de pequenas dimensões como árvores de Natal naturais e as coroas natalícias.

São apresentadas aos habitantes diversas indicações para uma deposição correta destes resíduos, as quais [33]²:

- As folhas, a relva, os arbustos e os galhos podem ser depositados em sacos biodegradáveis destinados a resíduos verdes ou num contentor reutilizável à escolha do utilizador. Os habitantes conseguem encontrar esses sacos biodegradáveis em diversas lojas, inclusive em lojas online;
- É proibida a utilização de sacos de plástico;
- Os contentores reutilizáveis devem estar marcados com um “X” grande em todos lados visíveis do contentor. Esta marcação permitirá à equipa responsável identificar o contentor como resíduos verdes e não como indiferenciados;
- Os galhos soltos devem ser depositados no contentor e os feixes devem ser atados com segurança e com o auxílio de um cordel;
- Não se podem depositar os resíduos em caixas de papelão uma vez que pode trazer problema aos trabalhadores responsáveis no momento da recolha;
- Os sacos, os contentores de deposição e os feixes de ramos não devem exceder, cada um, o peso de 18 kg;
- Os ramos e os galhos das árvores devem apresentar um comprimento inferior a aproximadamente 1,2 m e um diâmetro máximo de aproximadamente 10 cm;
- Os sacos devem ser devidamente fechados e com segurança e não se devem utilizar arames ou objetos de metal para o fazer;
- As árvores de Natal devem estar sem os efeitos natalícios. São recolhidas apenas as árvores de Natal naturais. As árvores altas devem ser cortadas ao meio de modo a poderem ser transportadas na viatura de recolha;
- Não se podem misturar os resíduos verdes com os resíduos indiferenciados;
- Para evitar possíveis odores na via pública, os resíduos não devem ser colocados no local de recolha com muita antecedência;
- Não existe um limite máximo para a quantidade de resíduos verdes recolhidos em cada dia de recolha.

² No ANEXO B encontram-se os panfletos com informações mais detalhadas.

Alternativamente ao serviço de recolha disponibilizado aos habitantes de Anne Arundel, existe um programa de incentivo à compostagem (*"BACKYARD COMPOSTING: It's Only Natural"*; *"Do-It-Yourself Backyard Compost Bin Instructions"*; *"Composting Guide"*) onde são fornecidas a quem adere ao programa as indicações necessárias para o fazer e apresentados os potenciais de valorização, assim como os benefícios resultantes desse processo. Os interessados podem adquirir o seu compostor nos centros de reciclagem.

Outras das iniciativas apresentadas é a *"Grasscycling"*, cujo slogan é *"Cut it high and let it lie!"*, onde a Agência de Proteção do Ambiente recomenda deixar a relva cortada no relvado, em vez de recolhê-la e depositá-la para tratamento, reduzindo assim, a quantidade de resíduos verdes produzidos que necessitarão de um tratamento posterior com os respetivos custos associados. Nesta iniciativa referem-se as vantagens do processo de *Grasscycling*, que, para além de diminuir a produção de resíduos que entra no sistema, permite melhorar a saúde natural da relva, pois o seu corte aumenta a matéria orgânica do solo, a capacidade deste em reter a humidade (reduz a evaporação da água) e os nutrientes, torna-se mais resistente à erosão e mantém as temperaturas mais baixas nos meses mais quentes de verão. As aparas resultantes não devem ter mais do que 2,5 cm de comprimento. Este processo é normalmente executado com máquinas de cortar a relva que permite cortar as aparas, tornando-as mais finas [33].

2.4.8. Durham (EUA, Carolina do Norte)

Contrariamente aos exemplos de serviços gratuitos supramencionados, na cidade de Durhan a recolha de resíduos verdes é integrada num programa opcional onde existem taxas inerentes. Com um custo mensal de aproximadamente 6 €, os interessados podem inscrever-se no programa, preenchendo um formulário a solicitar a recolha (*"the Yard Waste Application"*) e assinando um contrato de fidelização por o período de um ano. Em caso de alteração da morada, devem notificar previamente a Entidade Gestora [34].

A taxa de serviço inclui um contentor com rodas destinado à deposição dos resíduos verdes e os assinantes podem adquirir até cinco sacos biodegradáveis iguais aos representados na Figura 2.12 C. Também têm direito a duas recolhas gratuitas de arbustos de grandes dimensões. No caso de haver presença de contaminantes, é cobrado ao proprietário um valor extra. As renovações do contrato de fidelização da recolha ocorrem anualmente no mês de julho. Os avisos chegam aos assinantes através de vários meios, como o jornal do cidadão, junto da fatura trimestral da água, das redes sociais como o Facebook e o Twitter, pelo DNT (canal 8 da *Time Warner Cable*, canal de televisão do governo municipal) e através do relatório reportado pela Entidade Gestora da cidade.

A frequência da recolha é de duas em duas semanas e ocorre às sextas-feiras. Os resíduos devem ser colocados no local apropriado até às 06h00 do dia de recolha e serão recolhidos se estiverem

devidamente acondicionados nos contentores com rodas castanhos e/ou nos sacos biodegradáveis destinados para esse fim.

Para que a recolha seja efetuada com sucesso, devem ser tomadas em conta diversas indicações, nomeadamente:

- Contentores privados ou de resíduos que não os verdes não são recolhidos;
- Podem ser utilizados sacos biodegradáveis;
- A tampa do contentor deve encontrar-se fechada e caso não seja possível, os resíduos não devem ultrapassar os 60 cm para fora do contentor;
- O peso do contentor não deve exceder os 80 kg [34].



Figura 2.12 Fotografias do contentor com rodas (A, B e C) e dos sacos biodegradáveis (C), retirado de [34]

2.4.9. Melhorar a eficiência do processo de compostagem

A compostagem permite reciclar os resíduos verdes e pode ser realizada utilizando como substrato os resíduos verdes juntamente com os resíduos alimentares. Futuramente, sendo este o destino final dos resíduos, poderão ser implementados circuitos com recolha simultânea de resíduos verdes e de resíduos orgânicos, otimizando os serviços de recolha.

De seguida segue um exemplo de compostagem de resíduos verdes e resíduos alimentares com utilização de microrganismos eficazes.

2.4.9.1. Compostagem de resíduos verdes e resíduos alimentares (Malásia)

A compostagem é um processo de valorização de resíduos orgânicos utilizada tanto a nível nacional como internacional, no entanto, o processo convencional apresenta algumas desvantagens, nomeadamente, a necessidade de tempo para atingir a fase de maturação, traduzindo em tempos de tratamento superiores aos da sua produção e, por isso, exigindo elevadas áreas para a sua execução.

Mediante o entrave supramencionado, realizaram-se estudos com a presença de diferentes tipos de microrganismos eficazes (EM), que foram introduzidos, juntamente com a matéria a compostar, em compostores cilíndricos e tambores rotativos e foram analisados quais os mais eficientes na aceleração do processo de degradação de uma mistura de resíduos verdes, previamente triturados, com resíduos alimentares. Os microrganismos eficazes são misturas de culturas de organismos de origem natural que podem ser utilizados de modo a aumentar o crescimento microbiano e assim reduzir o tempo de tratamento. Os utilizados neste estudo foram [35]:

- Takakura EM: Produzidos a partir de uma mistura de várias soluções de fermentação e um leito de fermentação. Uma das soluções era constituída por alimentos açucarados como soja não refinada, iogurte e grãos de soja fermentados e a outra por alimentos como beringela, pepino, maçã, uvas, entre outros. O leito de fermentação era constituído por farelo e cascas de arroz.
- Fruit Waste EM: Constituídos por 60 % de água e 40 % de resíduos de frutas (cascas, sementes e fruta podre).

Verificou-se que a humidade que se traduziu em melhores resultados para este processo foi de aproximadamente 50-70 % e de oxigénio entre os 15-20 %. O rácio inicial de carbono/azoto (C/N) necessário é de aproximadamente 30:1 e produz-se um composto de qualidade elevada quando essa relação final é de 20:1, com um *input* de resíduos verdes e resíduos orgânicos nos equipamentos de compostagem com uma razão de 1:1, por volume. Também se verificou que o Takakura EM apresenta melhores resultados comparativamente ao Fruit EM uma vez que necessita de menos tempo para produzir um composto com boas características [35].

Confirmou-se a possibilidade da introdução de plástico biodegradável na mistura sem comprometer a qualidade do composto produzido e a eficácia da utilização de microrganismos eficazes numa mistura de resíduos verdes com resíduos alimentares.

2.5. Gestão dos resíduos verdes no Município do Porto

Atualmente, no Município do Porto, a gestão dos resíduos verdes é da responsabilidade da Porto Ambiente.

Com os objetivos de valorizar devidamente os resíduos verdes e diminuir a quantidade de resíduos que é incinerada junto com os resíduos indiferenciados (destino destes de acordo com as soluções do sistema de gestão LIPOR, como referido em 2.3.2), a Porto Ambiente está a promover a sua recolha seletiva, de modo a serem encaminhados e devidamente transformados num composto natural.

A empresa disponibiliza várias vertentes de recolha, nomeadamente, a pedido através da qual os interessados podem solicitar previamente a recolha via telefone ou e-mail, a recolha Porta-a-Porta

residencial e a não residencial em algumas zonas do Município, como por exemplo, em habitações localizadas na zona da Foz, de Aldoar, Nevogilge, Lordelo do Ouro e Massarelos e em 19 instituições do Município do Porto. Complementarmente, os detentores deste tipo de resíduos podem, também, depositá-los diretamente no Ecocentro da Prelada, onde é permitida a deposição de resíduos exclusivamente identificados no alvará de licença da Porto Ambiente e estando esta deposição isenta de tarifas.

Para promover a separação desta fração de resíduos, a Porto Ambiente disponibiliza aos Municípios, de forma gratuita, a recolha dos resíduos verdes ao domicílio fornecendo sacos reutilizáveis para habitações unifamiliares onde a produção de resíduos verdes é relativamente pequena. Para além disso, e nos locais onde se verifica uma maior produção destes resíduos, tais como condomínios, urbanizações e infraestruturas municipais ou instituições, a Porto Ambiente disponibiliza contentores, mediante as necessidades do local, sendo estes colocados em locais estratégicos de maneira a facilitar a deposição dos resíduos e o acesso da viatura de recolha. No âmbito de uma candidatura aprovada pelo Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR), a Porto Ambiente prevê a entrega de 10 000 sacos reutilizáveis e 100 contentores com capacidade de 1 000 L cada a habitações unifamiliares e a instituições/condomínios, respetivamente.

Atualmente, a Porto Ambiente está a trabalhar para que a recolha seletiva de resíduos verdes seja alargada a toda a área do Município do Porto para integrá-la nos circuitos de recolha porta-a-porta já existentes e criando novos circuitos que abranjam, por exemplo, instituições ou condomínios, tendo em conta zonas críticas onde se verifica a presença de grandes quantidades de resíduos verdes em contentores destinados à deposição de resíduos indiferenciados.

Os resíduos verdes recolhidos são encaminhados para a Central de Valorização Orgânica da LIPOR, onde, após um processo de compostagem, como anteriormente referido (subcapítulo 2.3.2), é produzido um corretivo agrícola 100 % natural denominado “Nutrimais”.

Na Tabela 2.8 apresenta-se um resumo do modelo da recolha seletiva de resíduos verdes, implementado no Município do Porto, sendo que até ao presente encontram-se operacionalizadas a recolha a pedido, o Ecocentro da Prelada e a recolha Porta-a-Porta de resíduos verdes em algumas zonas do Município e nos cemitérios.

Tabela 2.8 Resumo do modelo de recolha de resíduos verdes, implementado no Município do Porto.

	TIPOLOGIA DOS EQUIPAMENTOS	POPULAÇÃO ABRANGIDA	OBSERVAÇÕES
A Pedido	Sacos reutilizáveis de polipropileno de 175 L	100 %	Agendamento em data e hora acordada entre o Município e a Entidade Gestora
Porta-A-Porta	Sacos reutilizáveis de polipropileno de 175 L Contentores de PEAD de 1000 L	Algumas zonas	Previsto o alargamento dos circuitos atualmente abrangidos
Ecocentro	-	100%	Ecocentro da Prelada
Cemitérios	Contentores de PEAD de 1000 L	6 cemitérios	-

2.5.1. Parques Urbanos

Atualmente, os Municípios e visitantes do Porto podem usufruir de seis parques urbanos (Figura 2.13), contudo, de acordo com o Vereador do Urbanismo, tal como referido em 1.5.1, o objetivo da Câmara do Porto é, durante a próxima década, duplicar a área verde de acesso público, através da criação, ampliação ou requalificação de parques e jardins públicos [36].

Destas áreas de grandes dimensões e segundo a autora da Monografia “Contributo Para Um Modelo De Gestão De Resíduos Verdes Domésticos” [37], são enviados para o Ecocentro contentores que contêm folhas, podas de arvoredos, sebes e uma quantidade residual de relva resultante da manutenção destes espaços. Apesar dos parques serem constituídos por uma grande extensão de relva, esta, após ser cortada, não é tratada como resíduo verde. Nestes locais, pratica-se a técnica de “*Mulching*”, na qual a relva é reaproveitada para a criação de matéria-orgânica para posteriormente servir de corretivo orgânico, melhorando deste modo, a estrutura dos solos sem a necessidade de utilizar fertilizantes químicos. Permite também a redução das perdas de água no solo, a supressão de ervas daninhas e a proteção contra temperaturas extremas, tal como descrito previamente num projeto dos Estados Unidos (Subcapítulo 2.4.7) [37].



Figura 2.13 Parques urbanos do Município do Porto e respetivas áreas, retirado de [37]

Na Tabela 2.9 apresentam-se os quantitativos de resíduos biodegradáveis recolhidos nos parques urbanos do Município do Porto no período compreendido entre janeiro e novembro de 2015. Os valores foram retirados de um projeto de implementação do PAPERSU, relativo à recolha seletiva de resíduos verdes no Município do Porto, em zonas residenciais e não residenciais. Segundo a autora do projeto, os valores foram reportados pela DMPU (Divisão Municipal de Parques Urbanos) [38].

Tabela 2.9 Quantitativos de resíduos biodegradáveis recolhidos nos Parques Urbanos do Município do Porto, entre janeiro e novembro de 2015, retirado de [38].

PARQUE URBANO	QUANTIDADE (kg)
Parque da Cidade	76 640
Parque da Pasteleira	35 440
Parque do Covelo	29 880
Parque de S. Roque	72 580
Parque das Virtudes	2 460
Palácio de Cristal	133 500
TOTAL	350 500

2.5.2. Cemitérios

Relativamente aos cemitérios do Município do Porto, a Porto Ambiente já realiza a recolha dos resíduos verdes de seis cemitérios: o cemitério de Ramalde, o cemitério de Paranhos, o cemitério de Aldoar, o cemitério da Foz, o cemitério de Lordelo do Ouro e o cemitério de Campanhã. Uma vez que os quantitativos conhecidos de resíduos verdes na “caracterização macroscópica de resíduos” realizada pela LIPOR são referentes a cada origem da amostra ou rota, não é possível especificar a quantidade de resíduos recolhida em cada cemitério. No entanto, através do número e da capacidade

dos equipamentos de deposição (800 L) entregues em cada cemitério, da frequência de recolha (duas vezes por semana) e assumindo que cada contentor atinge 75% da sua capacidade máxima (600 L), é possível ter uma noção da quantidade de resíduos verdes, eventualmente máxima, recolhida numa semana. Na Tabela 2.10 apresentam-se os quantitativos de recolha, de acordo com os pressupostos supramencionados. Os resíduos verdes de cemitérios, como já referido, representam 5,4% (Figura 2.6) da valorização orgânica do Município do Porto.

Tabela 2.10 Quantidade teórica de resíduos verdes recolhidos em cada cemitério (dados da Porto Ambiente).

CEMITÉRIO	NÚMERO DE CONTENTORES (Capacidade de 800 L)	QUANTIDADE TEÓRICA RECOLHIDA (L)
Cemitério de Ramalde	8	9 600
Cemitério de Paranhos	16	19 200
Cemitério de Aldoar	8	9 600
Cemitério da Foz	7	8 400
Cemitério de Lordelo	6	7 200
Cemitério de Campanhã	12	14 400
TOTAL	57	68 400

O cemitério de Paranhos, comparando com os restantes, apresenta um valor significativamente superior (Tabela 2.10) que é explicado pelo facto de ser um espaço também este, significativamente maior.

3. ALARGAMENTO DA RECOLHA SELETIVA DE RESÍDUOS VERDES NO MUNICÍPIO DO PORTO

Para o alargamento do sistema de recolha seletiva é necessário ter em consideração as soluções dos equipamentos de deposição já disponíveis e, também, analisar exemplos de soluções que, posteriormente, podem vir a ser utilizadas, como as apresentadas em 3.1.

3.1. Exemplos de Soluções de Equipamentos de Deposição

Os equipamentos de deposição para os resíduos verdes que serão mencionados ao longo do desenvolvimento da presente dissertação são os contentores para o caso dos condomínios/instituições e os sacos reutilizáveis para o caso das habitações unifamiliares.

A produção de resíduos verdes é muito variável e, apesar da sua deposição prolongada no respetivo equipamento não apresentar odores muito desagradáveis como acontece noutras tipologias de resíduos, é aconselhável que esse período seja o mais reduzido possível de modo a manter as qualidades desejáveis do material que sofrerá compostagem. No entanto, para além de uma frequência de recolha ajustada à produção, é também essencial que o equipamento seja de boa qualidade e o mais indicado para o tipo de resíduos a que se destina, neste caso específico, os resíduos verdes.

3.1.2. Contentores

Os próximos dois exemplos de contentores são fabricados pela empresa SOPINAL. O facto de apresentarem rodas facilita e permite o transporte do contentor quando é necessário. Esta característica é importante visto que, quando cheios, podem atingir pesos elevados e causar possíveis patologias no cantoneiro ou na pessoa que o transporta. Seja qual for o equipamento selecionado, no caso concreto dos contentores, é necessário ter em consideração que estes sejam compatíveis com as viaturas de recolha, uma vez que são as viaturas que, através dos seus mecanismos, procedem ao serviço de recolha e limpeza destes.

❖ Contentores de Polietileno - 60 a 360 Litros - 2 Rodas [39]

A capacidade deste contentor (60-360 L) é indicada para os condomínios em que a produção de resíduos verdes é pequena.

Características do contentor representado na Figura 3.1:

- Design robusto, reforçado nas zonas de maiores solicitações estáticas e dinâmicas;
- Pegas para movimentação do contentor;
- Abertura da tampa, ergonómica e de boas dimensões, permitindo o uso de luvas;

- Tampa hermética e resistente que oculta o interior e saída de maus cheiros;
- Forma inteligente de empilhamento em vazio (minimização do espaço ocupado);
- Formas arredondadas e lisas, sem recantos, facilitando a descarga e a limpeza;
- 100% reciclável.

Características opcionais:

- Sistemas de fecho;
- Saída inferior de líquidos;
- Serigrafia;
- Local para chip;
- Sistema de redução de ruído;
- Pedal;
- Autocolantes refletivos;
- Furos de ventilação nas laterais e na tampa para compostagem.



Figura 3.1 Fotografia do contentor de duas rodas, retirada de [39]

Dimensões do contentor com 360 L (Figura 3.2):

Volume (L): 360;

Peso (kg): 18,6;

Altura total (mm) **A**: 1 080;

Largura (mm) **B**: 580;

Profundidade (mm) **C**: 875;

Borda Superior (mm) **D**: 1 000;

Diâmetro roda (mm) **E**: 200/300

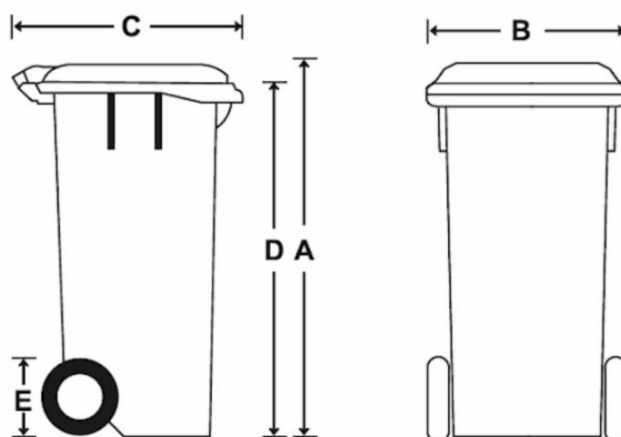


Figura 3.2 Esquema do contentor de duas rodas, retirada de [39]

❖ Contentores de Polietileno 1 100 Litros - 4 Rodas - Tampa Redonda [40]

O contentor apresentado na Figura 3.3 é indicado para os condomínios e instituições em que a produção de resíduos verdes é maior.



Figura 3.3 Fotografias do contentor retiradas [40]

Características (existem em diversas cores):

- Design robusto, reforçado nas zonas de maiores solicitações estáticas e dinâmicas;
- Paredes frontais e laterais especialmente reforçadas;
- Pegas para movimentação do contentor;
- Abertura da tampa, ergonómica e de boas dimensões, permitindo o uso de luvas;
- Tampa hermética e resistente que oculta o interior e a saída de maus cheiros;
- Formas arredondadas, sem recantos, facilitando a descarga e a limpeza;
- Deslocação silenciosa, rápida e segura, mesmo em solos irregulares (importante principalmente nos casos em que a recolha se realize em horários noturnos ou de madrugada);
- 100% reciclável.

Características opcionais:

- Sistemas de fecho;
- Saída inferior de líquidos;
- Serigrafia;
- Segurança;
- Bocas para recolha seletiva de resíduos;
- Local para chip;
- Sistema de redução de ruído;
- Pedal;
- Autocolantes refletivos;

Dimensões do contentor (Figura 3.4)

Volume (L): 1 148;

Peso (kg): 64;

Altura total (mm) **A**: 1 460;

Largura (mm) **B**: 1 360;

Profundidade (mm) **C**: 1 050;

Borda Superior (mm) **D**: 1 230;

Diâmetro roda (mm) **E**: 200.

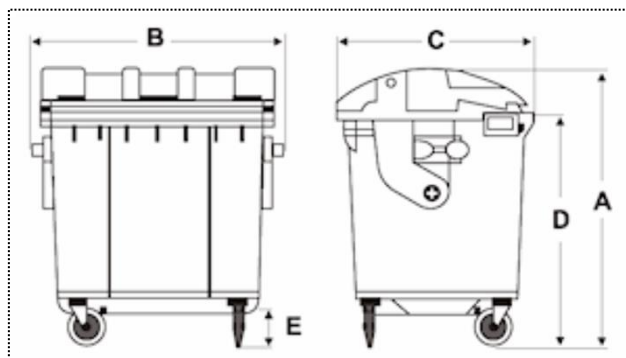


Figura 3.4 Esquema com as dimensões do contentor, retirado de [40]

3.1.2. Sacos

❖ Saco de papel biodegradável – para resíduos verdes – 70 a 140 L [41]

Os sacos biodegradáveis da Figura 3.5 são comercializados pela *BioBag – Compostable Products*, permitem otimizar o processo de recolha pois, devido à sua biodegradabilidade, podem ser recolhidos com os próprios resíduos e, deste modo, não é necessário despender tempo no processo de despejo dos resíduos na viatura de recolha e na entrega do equipamento ao respetivo utilizador/habituação. No entanto, esta solução poderá apresentar algumas desvantagens a longo prazo e a nível económico visto serem equipamentos de uma só utilização. Seria interessante, em trabalhos futuros, o estudo da

análise custo/benefício de equipamentos biodegradáveis para a deposição de resíduos verdes, de modo a perceber se são as soluções mais indicadas na sua gestão.



Figura 3.5 Fotografias dos sacos biodegradáveis comercializados pela BioBag, retiradas de [41]

Descrição:

- Ideais para a deposição de resíduos verdes;
- Extremamente robustos em papel e resistente à humidade;
- Saco em papel *kraft-natron* com dobra lateral e fundo reforçado;
- Prático, mantém-se na posição vertical devido ao fundo plano reforçado;
- Ecológico e biodegradável para todo o tipo de produtos recicláveis ou passíveis de serem submetidos a um processo de compostagem.

Especificações técnicas:

- Capacidade (L): 120;
- Largura (cm): 75;
- Profundidade (cm): 25;
- Altura (cm): 95;
- Cores: Castanho;
- Material: Papel.

❖ *Compostable Yard Waste Leaf Bags*

Os *BioBag*, apresentados nas fotografias da Figura 3.6, são sacos fabricados através de um biofilme biodegradável à base de plantas. As suas características permitem que estes sacos se decomponham ao longo do processo de compostagem dos resíduos. São respiráveis, reduzindo a humidade e possíveis odores. Comparando com os sacos biodegradáveis de papel, estes apresentam uma resistência superior, característica que lhes permite permanecer no exterior até 12 dias, mesmo quando sujeitos a agentes climáticos como a chuva. Têm a capacidade até 125 L e por isso é possível a deposição de resíduos verdes de maiores dimensões[41][42].



Figura 3.6 Fotografias dos BioBag biodegradáveis, retiradas de [42]

Os sacos biodegradáveis apresentados serviram apenas para expor soluções alternativas e disponíveis no mercado, no entanto, a LIPOR não aceita este produto na sua Central de Valorização Orgânica pois irá afetar o controlo do processo de compostagem, pelo que, até ao momento, não é aconselhável a mistura de resíduos verdes/orgânicos com sacos e, deste modo, não servem como solução para a presente dissertação.

❖ Saco reutilizável *Pop Up* para resíduos verdes – 160 L [43] [44]

Este saco reutilizável é comercializado pela RIBIMEX, e apresenta um sistema *Pop-Up* que permite ao utilizador diminuir a sua dimensão, facilitando a sua arrumação em qualquer local. Existem sacos com diversas capacidades.

Características:

- Para a deposição de resíduos de jardim;
- Com pegas para facilitar o transporte;
- Impermeável e imputrescível;
- Com fundo rígido;
- Dobrável, de fácil arrumação.

Dimensões do saco (Figura 3.7):

Peso (kg): 1,02;

Altura (mm): 50;

Comprimento (mm): 560

Largura (mm): 560



Figura 3.7 Fotografias do saco reutilizável, da RIBIMEX, com sistema Pop-Up, retiradas de [43]

A RIBIMEX também apresenta sacos com uma base respirável (fotografia da esquerda da Figura 3.8) e com uma corda no topo do saco (fotografia da direita da Figura 3.8). Os furos da base permitem que a humidade produzida pelos próprios resíduos escoe para fora do equipamento, evitando deste modo, o apodrecimento destes. A corda permite fechar o saco e evitar possíveis infiltrações. Tal como a solução apresentada acima, estes sacos também apresentam o sistema *Pop-Up* mas uma capacidade ligeiramente inferior, de 120 L [45].



Figura 3.8 Fotografias da base respirável (esquerda) e da corda no topo do saco da RIBIMEX (direita), retiradas de [45]

3.2. Soluções disponíveis no Município do Porto

Até ao presente a Porto Ambiente tem disponíveis os seguintes equipamentos para a deposição de resíduos verdes:

3.2.1. Habitações unifamiliares – Sacos reutilizáveis

Os sacos reutilizáveis (Figura 3.9) utilizados nos circuito Porta-a-Porta da Porto Ambiente e já implementados no Município do Porto, são de cor verde e constituídos por tela de polipropileno (ráfia) 100% reciclada. Os sacos possuem três alças, posicionadas de maneira a que estes suportem o peso de forma equilibrada e estável, nomeadamente no respetivo processo de transporte e recolha.

Dimensões de cada saco:

- Comprimento - 700 mm;
- Largura - 500 mm;
- Altura - 500 mm
- Capacidade – 175 L

Estes sacos reutilizáveis têm capacidade de carga máxima de 30 kg no entanto, para facilitar o processo de recolha por parte da equipa, estipulou-se o valor máximo de 20 kg para os utilizadores.

Até ao momento, os sacos disponíveis não possuem sistemas de geolocalização para permitir ter conhecimento do local onde o equipamento foi recolhido. No entanto está-se a estudar a possibilidade de adquirir sacos com chip, para que este seja lido no momento da recolha e assim poder monitorizar-se o circuito de forma mais automatizada e detalhada. Na Figura 3.9 apresenta-se uma fotografia, cedida pela Porto Ambiente, do saco que é disponibilizado ao utilizador.



Figura 3.9 Saco reutilizável para deposição de resíduos verdes disponibilizado pela Porto Ambiente

3.2.2. Condomínios/instituições – Contentores

No caso dos condomínios e das instituições a Porto Ambiente disponibiliza contentores como os representados na Figura 3.10 e estes são de PEAD, cor verde, com a capacidade máxima de 1 000 L e apresentam as seguintes especificidades:

- Corpo e tampa robustos que permitem suportar os esforços a que estão sujeitos, nomeadamente durante as operações de movimentação e descarga;
- Tampa com sistema de fecho universal;
- 4 rodas com diâmetro mínimo de 200 mm, giratórias a 360°, revestidas a borracha ou equivalente, com sistema de travagem incorporado;
- Sistema de elevação: compatível com todos os sistemas (DIN, Oschner e frontal).



Figura 3.10 Contentor para a deposição de resíduos verdes disponibilizado pela Porto Ambiente

3.3. Inquéritos Realizados a Condomínios e Empresas de Jardinagem

Ao longo dos primeiros meses do período de desenvolvimento da presente dissertação e através de contactos fornecidos pela Porto Ambiente, foram realizados inquéritos a empresas de condomínios localizadas no Município do Porto e a empresas de jardinagem que realizam a sua atividade no Município. Estes contactos, tiveram como principais objetivos: (i) o levantamento de informações relevantes para o tema, em particular o possível interesse dos inquiridos em aderir ao projeto de recolha seletiva de resíduos verdes da Porto Ambiente, (ii) sensibilização para uma correta deposição dos resíduos verdes, de modo a serem submetidos à devida valorização e diminuindo as quantidades que são encaminhadas para incineração junto dos resíduos indiferenciados; (iii) compilação de dados

de quantidades e frequências de recolha por forma a suportar a avaliação do potencial destes locais em termos de produção de verdes.

Em condições ideais, os inquéritos supramencionados deveriam ser realizados presencialmente no entanto, devido às condições de distanciamento físico exigidas pela Direção Geral de Saúde, motivadas pela pandemia do novo coronavírus, estes foram efetuados via e-mail e/ou por via telefónica.

No caso dos condomínios, e de uma forma geral, questionou-se relativamente às características físicas das respetivas áreas verdes ajardinadas, sobre qual o responsável e a frequência da manutenção dessas áreas, qual o local habitual para a deposição dos resíduos resultantes dessas manutenções e o motivo da escolha desse local; qual a quantidade de resíduos resultante e, por fim, quais as condições de acessibilidade para a colocação de um equipamento, neste caso um contentor e o possível interesse em aderir ao projeto de recolha seletiva de resíduos verdes. No ANEXO C.1 encontra-se na íntegra o respetivo inquérito.

Quanto às respostas obtidas, das 22 empresas de condomínios contactadas, 3 indicaram as empresas de jardinagem responsáveis pela manutenção das respetivas áreas verdes ajardinadas e 3 responderam via e-mail, sendo que a análise das respostas permitiu a utilização apenas de 1 dos resultados do ponto de vista prático, cuja utilização será abordada posteriormente.

Relativamente às empresas de jardinagem, as questões efetuadas são semelhantes às das empresas de condomínios supramencionadas, mas adaptadas à sua atividade. No ANEXO C.2 encontra-se o respetivo inquérito.

Neste caso, num total de 28 empresas de jardinagem contactadas, 8 nunca atenderam ou não efetuam a sua atividade no Município do Porto e 7 responderam via e-mail.

Por questões de confidencialidade, as empresas de jardinagem não especificaram os locais onde realizam a sua atividade, referindo apenas, as zonas e/ou o número de entidades particulares, e, por isso, essa informação não foi suficiente para ser mapeada e introduzida na avaliação dos potenciais circuitos de recolha em estudo.

Das 6 respostas obtidas via e-mail, pelas empresas de jardinagem, é possível analisar alguns dados. Assim, a Figura 3.11, apresenta as respostas de algumas perguntas relevantes efetuadas nos inquéritos, nomeadamente “Onde habitualmente deposita os resíduos verdes resultantes da manutenção dessas áreas verdes?” (Figura 3.11 A), “Motivo pela qual deposita os resíduos verdes no local supramencionado?” (Figura 3.11 B) e “Tem interesse em aderir a um serviço gratuito de recolha seletiva de resíduos verdes prestado pela Empresa Municipal de Ambiente do Porto?” (Figura 3.11 C).

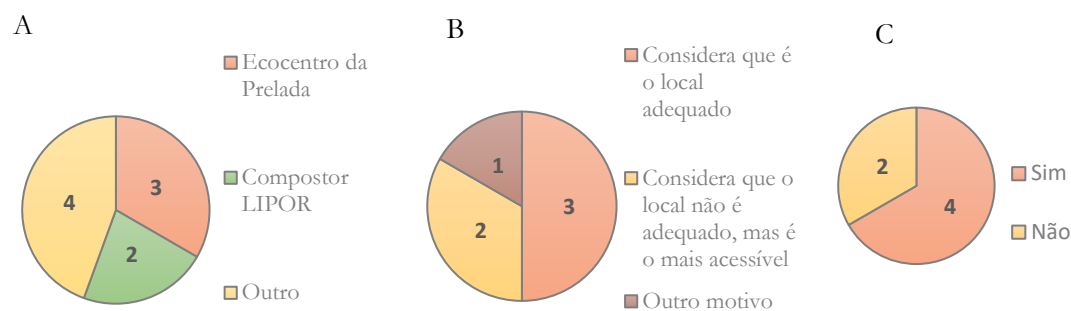


Figura 3.11 Gráficos circulares com as respostas obtidas a perguntas efetuados nos inquéritos, nomeadamente quanto ao local de deposição dos resíduos (A), o motivo pela qual deposita os resíduos nesse local (B) e ao interesse por parte do inquirido em aderir ao projeto (C). Nota: Alguns inquiridos selecionaram mais do que uma opção em determinada pergunta

Assim, das muito reduzidas 6 respostas obtidas, 50% dos inquiridos considera que o respetivo local onde deposita os seus resíduos é o mais adequado, mas, 1/3, apesar de não considerar ser o mais adequado, informa ser o mais acessível por ser o mais próximo do local onde realiza a sua atividade, ou da sua habitação, podendo resultar, neste último caso, numa deposição em instalações fora do Município do Porto.

Relativamente ao interesse pelo projeto, as respostas foram positivas, sendo que mais de metade gostaria de aderir ao projeto e alguns dos inquiridos contactados consideraram que a colocação de equipamentos para a deposição de resíduos verdes é uma opção importante e necessária para o Município do Porto. No entanto, é importante salientar que o número obtido de respostas é muito reduzido e por isso não é representativo da realidade dos resíduos verdes no Município do Porto, permitindo apenas ter algumas informações indicativas de alguns aspetos a considerar. Mas, se a amostra fosse representativa e seguisse o mesmo comportamento, provavelmente mais empresas de jardinagem teriam interesse em aderir ao projeto.

Também através de 7 dos contactos telefónicos realizados, foi possível obter informação relativa à frequência de manutenção dos espaços verdes, nomeadamente de espaços verdes de habitação unifamiliares, de empresas com jardim e de condomínios. A frequência é fortemente influenciada pelo fator temporal e respetiva estação do ano. Assim, na altura do Outono, quando ocorre a queda da folha, a frequência de manutenção é normalmente semanal, mas no caso do Inverno é realizada apenas uma vez por mês ou quinzenalmente, dependendo do local, do respetivo inventário arbóreo e do rigor do proprietário. No caso do Verão, onde o crescimento da relva é considerável, tal como no Outono, a manutenção também é realizada semanalmente. No entanto, tal como nas respostas obtidas, a amostra não é representativa e, por isso, a sua análise deve ser extremamente cautelosa, servindo apenas como ponto de partida.

No decorrer das chamadas também foram apontadas por parte dos jardineiros, algumas zonas que consideram problemáticas, no que diz respeito à deposição e transporte dos resíduos. As zonas referidas foram a da Foz Velha e o centro histórico por serem zonas constituídas por ruas estreitas o que dificulta e/ou impossibilita a passagem da viatura de transporte dos resíduos.

3.4. Massa Volúmica

Os resíduos verdes, como já foi referido, apresentam diversos tipos de materiais e características físicas dependentes de fatores como a tipologia das árvores e da vegetação, as condições climáticas, o grau de compactação, o teor de humidade, entre outros, originando assim, massas volúmicas distintas para cada fração. Na Tabela 3.1 apresentam-se valores retirados da bibliografia relativos à massa volúmica de diferentes tipologias de resíduos verdes.

Tabela 3.1 Massas volúmicas de referência de diferentes tipos de resíduos verdes, adaptado de [38].

FRAÇÃO	MASSA VOLÚMICA (kg/m ³)
Folhas Secas e Soltas	131
Folhas Húmidas e Compactadas	279
Relva Solta	233
Relva Compactada	430
Resíduos de Jardim	338

No entanto, tendo em consideração que estes valores são influenciados por fatores externos, através de valores práticos e reais, fornecidos pela Porto Ambiente, e relativos à monitorização recente de circuitos de recolha não residencial de resíduos verdes efetuada em instituições do Município do Porto, determinou-se a massa volúmica correspondente.

Uma vez que se tratam de instituições, os equipamentos utilizados para deposição dos resíduos verdes são contentores com capacidade máxima de 1 000 L. Deste modo, determinou-se o valor da massa volúmica, tendo por base os seguintes dados: número de contentores recolhidos por cada dia de recolha de um mês³ (entre o dia 20 de outubro de 2020 e o dia 20 de novembro de 2020); quantidade total, em quilogramas, de resíduos verdes recolhidos nos respetivos dias; e, grau de enchimento médio dos contentores.

Assumiu-se que é atingida 75% da capacidade máxima do contentor (valor considerado pela Porto Ambiente). Portanto, a quantidade, em m³, de resíduos verdes recolhida por dia determina-se através da equação 1:

³ O serviço de recolha seletiva de resíduos verdes em instituições por parte da Porto Ambiente, é um projeto implementado recentemente no Município e, por isso, até à data da realização da presente dissertação foram fornecidos os dados relativos às recolhas efetuadas que traduzem um espaço temporal de um mês.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Onde:

m = quantidade recolhida em kg

V = volume contentores recolhidos (m³)

ρ = massa volúmica (kg/ m³)

Em que:

$$V = N \times V_c \times 0,75 \quad (2)$$

Onde:

V_c: volume de cada contentor (m³)

N: N^o contentores recolhidos

O resultado obtido e referente a 8 recolhas, foi de **160 kg/m³** (desvio-padrão de cerca de 23 kg/m³ e coeficiente de variação de cerca de 15%). Este resultado aproxima-se do valor da bibliografia apresentado na Tabela 3.1 referente às “folhas secas e soltas”. Visto que os dados utilizados resultam de recolhas efetuadas no mês de queda da folha e de pouca precipitação, o valor determinado aparenta ser concordante com o retirado da bibliografia.

3.5. Determinação das Áreas Verdes

O conhecimento das áreas verdes ajardinadas revela-se importante para o desenvolvimento deste projeto, com vista à aferição dos respetivos potenciais de produção de resíduos verdes.

Para determinar as áreas verdes ajardinadas a contabilizar no desenvolvimento da dissertação, foi utilizada a ferramenta de medição do *Google Maps*. É importante salientar que este processo apresenta erros associados resultantes da dificuldade de visualização dos limites da área em questão, da nitidez da imagem que por vezes não é a mais adequada ou, da dificuldade em distinguir uma área verde ajardinada de uma área verde que não é tratada. A presença de árvores em algumas medições também dificultou o processo uma vez que a medição é realizada através da área vista de cima e as folhas não permitem observar os limites da respetiva área.

Estas dificuldades podem resultar em valores excedentes ou até mesmo inferiores aos reais e, consequentemente em valores de produção de resíduos que não correspondem à realidade. Na impossibilidade de contacto com os proprietários para obtenção de valores reais das áreas verdes ajardinadas e respetivas características físicas dos resíduos, houve, contudo, a necessidade de adoção desta metodologia.

Esta metodologia foi utilizada para conhecer as áreas verdes ajardinadas de todos os locais utilizados para a determinação do potencial de produção de resíduos verdes (Subcapítulo 3.6), da área dos jardins das habitações unifamiliares selecionadas para serem integradas no circuito (Subcapítulo 4.3) e das áreas verdes ajardinadas correspondentes às instituições e aos condomínios selecionados e cuja informação não foi fornecida, também para serem integrados num circuito de recolha seletiva de resíduos verdes (Subcapítulo 4.4).

A Figura 3.12 apresenta um exemplo da medição, neste caso, referente a uma das áreas verdes ajardinadas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e o respetivo valor obtido.



Figura 3.12 Fotografia retirada do Google Maps que serve como exemplo de uma medição de uma área verde ajardinada.

3.6. Potencial de Produção

A gestão dos resíduos verdes revela-se uma atividade com alguma complexidade devido à heterogeneidade associada a este tipo de resíduos. A sua produção depende de diversos fatores, sendo que alguns podem ser muito variáveis ao longo do tempo, nomeadamente de acordo com:

- Tipologia das habitações;
- Dimensão das áreas verdes ajardinadas;
- Características físicas das áreas verdes (inventário arbóreo: predominância de árvores de folha persistente ou caduca, grau de maturação das árvores...);
- Hábitos de manutenção das áreas verdes;

- Condições climáticas (precipitação, humidade, temperatura...);
- Presença e eficácia de processos de tratamento na fonte como a compostagem doméstica;
- Tipologia de resíduos verdes (relva, folhas, ramos ...).

Para além disso, os resíduos verdes apresentam uma componente de sazonalidade relevante. Destacam-se os meses entre setembro e novembro/dezembro pela elevada produção de resíduos, resultante da queda das folhas e podas. Contrariamente, em julho e agosto essa realidade não se verifica, derivado das altas temperaturas que se fazem sentir no Verão. No entanto, apesar de em agosto se produzir menos resíduos verdes, o resíduo que é mais produzido é a relva e como esta, comparativamente com as folhas, apresenta uma massa volumica superior, em termos mássicos, pode-se verificar-se, em alguns casos, resultados de pesagens superiores nos meses mais quentes.

Assim, é muito complexo encontrar um padrão temporal ou um único valor referencial de potencial de produção que traduza especificamente o comportamento dos resíduos verdes. Este valor é contudo essencial para o dimensionamento de um projeto de gestão de resíduos porque permite aferir a quantidade de resíduos que será produzida numa determinada área e num determinado período e, com isso, definir previamente, por exemplo, o número de equipamentos necessários, a frequência de recolha, a viatura de recolha mais indicada e a quantidade de resíduos que deverão ser recolhidos em cada local.

Deste modo, através da análise de dados práticos fornecidos pela Porto Ambiente referentes às recolhas que já foram efetuadas, foram desenvolvidas de forma sequencial, diferentes metodologias de cálculo, em que, a metodologia seguinte tentou colmatar os erros apresentados na que lhe antecedeu.

Os valores obtidos traduzem a produção de resíduos verdes geral e não de uma fração específica, como por exemplo o potencial de produção só de folhas, ou só de relva, uma vez que os dados utilizados correspondem a pesagens de viaturas que efetuam a recolha de vários resíduos verdes e não de um tipo específico. É importante salientar que os dados utilizados são referentes aos meses de Outono, por isso, os resultados obtidos são um reflexo do comportamento dos resíduos verdes e respetivos hábitos de manutenção neste período em específico.

No ANEXO E encontram-se as tabelas utilizadas nas várias metodologias para o cálculo do potencial de produção.

3.6.1. Metodologia 1:

Na Metodologia 1 foi utilizada como base de cálculo a informação fornecida pela Porto Ambiente relativa aos pedidos de recolha de resíduos verdes efetuados pelos Municípios à Ecolinha (linha de atendimento da Porto Ambiente) e relativa às quantidades descarregadas no Ecocentro pelas viaturas da Porto Ambiente que recolheram exclusivamente resíduos verdes do Município do Porto.

De maneira a relacionar os registos dos pedidos da Ecolinha com o documento relativo às pesagens no Ecocentro foi seleccionado o período compreendido entre agosto e novembro do ano de 2020.

3.6.1.1. Metodologia 1 A:

Para a realização dos cálculos, na Metodologia 1A, foram seguidas as seguintes etapas:

1. Foram escolhidas nove datas de recolha distintas e independentes, três para cada mês de estudo, tendo em consideração o início, o meio e o fim de cada mês.
2. Para cada data previamente seleccionada e no documento das pesagens do Ecocentro, foram identificadas as pesagens relativas a essas datas de recolha, somando-se o valor total, em quilogramas, de resíduos verdes descarregados no Ecocentro por data;
3. No documento dos pedidos de recolha à Ecolinha, foram identificadas todas as recolhas efetuadas na data seleccionada, bem como as respetivas moradas;
4. Foram medidas as áreas verdes ajardinadas através da ferramenta de medição do *Google Map*, das moradas mencionadas no ponto 3;
5. Através da equação 3, determinou-se o potencial de produção, em kg/m², referente a esse dia e a esses locais de recolha:

$$\text{Potencial de produção} = \frac{M}{Av} \quad (3)$$

Em que:

M: Quantidade total de resíduos verdes, em quilogramas, pesada no Ecocentro

Av: Soma das áreas verdes medidas respetivas (m²)

A metodologia foi aplicada para todas as datas seleccionadas inicialmente e para cada uma obteve-se um valor distinto de potencial de produção. Esta realidade era expectável uma vez que, como supramencionado, este valor depende fortemente de diversos fatores e os locais utilizados nestes cálculos apresentam áreas verdes ajardinadas com características muito distintas. O valor obtido mais elevado, de 6,72 kg/m², corresponde a um mês quente (agosto) o que possivelmente, resulta de maior produção de relva e, por isso, o peso é maior quando comparado com outros resíduos verdes. O resultado médio obtido foi de 3,6 kg/m² e resulta de 37 recolhas. Os respetivos resultados foram:

$$\text{Média} = 3,6 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Desvio-padrão} = 1,8 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Coeficiente de variação} = 48,6\%$$

No entanto, este valor não apresenta uma unidade temporal, ou seja, não é possível saber quanto tempo é necessário para a produção de 3,6 kg de resíduos verdes por m² de área verde, tornando-se

num valor ambíguo para ser utilizado posteriormente no dimensionamento de um sistema de gestão de resíduos verdes, como por exemplo, ao impossibilitar a definição de uma frequência de recolha.

3.6.1.2. Metodologia 1 B:

De modo a tentar colmatar o problema apresentado na Metodologia 1 A, criou-se uma variante, a Metodologia 1 B, que, a nível de cálculo, apresenta bastantes semelhanças. A principal diferença foi no critério inicial de seleção dos pedidos efetuados através da Ecolinha. Neste caso, e também nos meses entre agosto e outubro, foram selecionados os pedidos, que nesse período, foram solicitados mais do que uma vez. Também foi incluído nos cálculos efetuados dados referentes a um local cujo pedido de recolha foi requerido apenas uma vez durante o período em questão.

Foram selecionados locais com áreas verdes ajardinadas de grandes dimensões para facilitar a medição destas, diminuindo também o erro associado.

A metodologia de cálculo utilizada, após a seleção dos locais, foi exatamente igual à Metodologia 1 A. No ANEXO E encontram-se as tabelas com os resultados dos valores obtidos.

Uma vez que o valor disponibilizado pela empresa corresponde à quantidade total de resíduos verdes descarregados no Ecocentro em cada dia, para determinar a quantidade, em kg, de resíduos verdes produzida em cada um dos locais selecionados por dia, foi necessário conhecer o valor da área verde total resultante da soma de todas as áreas verdes onde foi efetuada a recolha nesse dia. Para calcular essa quantidade, foi utilizada a equação 4.

$$\text{Quantidade (kg)} = \frac{A_v}{A_{vt}} \times P_t \quad (4)$$

Onde:

A_v : Área verde do local (m^2)

A_{vt} : Soma das áreas verdes (m^2)

P_t : Peso total (kg)

Foi possível verificar a inexistência de um padrão temporal entre as várias recolhas, verificando-se diferenças entre dias de recolha de 33 dias, 17 dias, 8 dias ou 6 dias. O potencial de produção de resíduos verdes diário, resultou do quociente entre o valor de potencial obtido pelo número de dias entre cada data de recolha. No caso em que o pedido foi requerido apenas uma vez, como só houve uma data de recolha, admitiu-se um espaço temporal de 92 dias (número de dias dos meses em estudo – agosto, setembro e outubro). O resultado obtido de $0,12 \text{ kg}/m^2/\text{dia}$ refere-se a 83 recolhas, em que os valores referentes à sua análise estatística foram:

$$\text{Média} = 0,12 \text{ kg}/m^2/\text{dia}$$

$$\text{Desvio-padrão} = 0,088 \text{ kg/m}^2/\text{dia}$$

$$\text{Coeficiente de variação} = 73,44\%$$

3.6.2. Metodologia 2:

Com o valor determinado na Metodologia 1B, e após terem sido selecionados os locais de recolha passíveis de serem integrados nos circuitos em estudo, informação que será abordada posteriormente, determinou-se a quantidade produzida diária em cada local e o número dos respetivos equipamentos necessários. No entanto, os valores obtidos foram extremamente elevados, como por exemplo, a necessidade de serem entregues 44 contentores num dos locais selecionados, o que se traduz em valores claramente irrealistas. Este facto, revelou que o potencial de produção obtido, para além de apresentar um coeficiente de variação elevado, resultou em quantitativos diários impossíveis de corresponder à realidade.

Deste modo, e de maneira a colmatar os erros da Metodologia 1, com uma base de dados distinta e também fornecida pela Porto Ambiente, o potencial de produção foi determinado através de uma metodologia de cálculo diferente.

Neste caso, os valores utilizados para o efeito foram os referentes a circuitos de recolha de resíduos verdes não residenciais, nomeadamente em instituições localizadas no Município do Porto.

Os dados fornecidos pela empresa são referentes ao período de um mês, compreendido entre 20 de outubro de 2020 e 20 de novembro de 2020⁴, e correspondem ao número de contentores recolhidos por entidade, bem como à quantidade de resíduos verdes, em kg, recolhida em cada data de recolha.

Na Tabela 3.2 apresenta-se um excerto da informação total recebida com os valores que serviram como base de cálculo do potencial de produção. A recolha de resíduos verdes, é efetuada duas vezes por semana, às terças e sextas, o que traduz numa diferença de dias entre as datas de recolha de 4 e 3 dias, respetivamente. No entanto, existem instituições em que a recolha não se sucedeu todas as terças e sextas porque não houve a produção de resíduos verdes.

⁴ Valores também utilizados para a determinação da massa volúmica (Subcapítulo 3.3).

Tabela 3.2 Exemplo de moradas das instituições e respetivos valores referentes ao número de contentores e quantidade, em kg, de resíduos verdes recolhidos por data de recolha, nos meses de outubro e novembro de 2020.

MORADA	20/10 ¹	23/10	27/10	30/10	03/11	06/11	10/11
Alameda Do Professor Ruy Luís	4	4	4	4	1	4	4
Rua De O Primeiro De Janeiro	2	3	4	3	3	1	3
N.º de Contentores Recolhidos ²	10	17	17	14	15	19	20
Quantidade Recolhida (kg) ²	560	2 140	2 020	1 520	2 360	1 420	2 520

¹ Para o cálculo dos valores do dia 20 de outubro, considerou-se o padrão de recolha apresentado (às terças e sextas feiras), por isso a recolha que antecede a do dia 20.10.2020 corresponde ao dia 16.10.2020, ou seja, 4 dias antes.

² Estes valores são referentes às recolhas efetuadas em todas as instituições nas respetivas datas de recolha.

A metodologia utilizada para o cálculo do potencial baseou-se nas seguintes etapas:

1. Mediram-se as áreas verdes dos locais abrangidos utilizando-se a ferramenta de medição do *Google Maps*.
2. Através de uma relação de proporcionalidade, utilizando a Equação 5, calculou-se a quantidade, em kg, de resíduos verdes recolhida em cada instituição e em cada data de recolha.

$$\text{Quantidade de resíduos por instituição (kg)} = \frac{N}{Nt} \times M \quad (5)$$

Onde:

N: Número de contentores recolhidos na instituição numa determinada data de recolha

Nt: Número total de contentores recolhidos nessa data de recolha

M: Quantidade de resíduos verdes total, em kg, recolhida nessa data de recolha

3. O potencial de produção para cada instituição e relativo a cada data de recolha determinou-se através do quociente entre o valor obtido na Equação 5 e a área verde ajardinada respetiva, calculada em 1.

3.6.2.1. Metodologia 2 A:

Os valores de potencial de recolha obtidos nas metodologias já descritas anteriormente, resultam de valores correspondentes a locais diferentes entre si, com inventários arbóreos díspares. Estas diferenças poderão contribuir para o aumento dos erros associados ao cálculo do potencial de produção final.

Assim, de modo a tentar diminuir esses erros, criou-se a Metodologia 2 A, em que a determinação do potencial de produção foi realizada para cada entidade e não para cada data de recolha. O valor obtido para cada entidade corresponde sempre à mesma tipologia de resíduos verdes uma vez que a área

verde ajardinada é sempre a mesma. Na Tabela 3.3 apresentam-se as médias, relativas a cada instituição, dos valores obtidos em cada data de recolha.

Tabela 3.3 Médias obtidas referentes aos potenciais de produção por dia em cada instituição e em cada data de recolha.

MORADA	MÉDIA (kg/m ² /dia)
Alameda do Professor Ruy Luís Gomes	0,07
Rua de O Primeiro De Janeiro	0,01
Rua Rainha D. Estefânia, N° 251	0,03
Rua de Bernardino Machado, N° 76 78	0,54
Rua de Augusto Lessa, S/N	0,01
Rua de Nove De Abril, N° 912	0,002
Rua de Aval De Cima, N° 128	0,01
Rua do Dr. Plácido Da Costa, N° 91	0,003
Rua do Covelo, N° 205	0,04
Travessa da Prelada, N° 4	0,06
Rua de Pedro Hispano, N° 1105	0,05
Rua Infanta D. Maria, S/N	0,01
Rua de Alves Redol, N° 292	0,01
Rua do Dr. António Bernardino De Almeida, N° 830	0,002

Média = 0,06 kg/m²/dia; Desvio-padrão = 0,14 kg/m²/dia; Coeficiente de variação = 233,3%

Como é possível observar através do valor elevado do coeficiente de variação obtido existe uma variabilidade grande entre os valores utilizados e essas diferenças podem ser explicadas através de erros associados aos cálculos, como são exemplo:

- A medição das áreas verdes ajardinadas através da ferramenta de medição do *Google Maps* (a descrição pormenorizada destes erros encontra-se no subcapítulo titulado de “Determinação das Áreas verdes ajardinadas”). O mais indicado seria como já referido conhecer o valor real da área;
- Os pesos das descargas no Ecocentro correspondem a recolhas efetuadas em diversos locais com tipos de resíduos verdes distintos. Adicionalmente, estes são valores totais que impedem o conhecimento do valor real da quantidade de resíduos verdes recolhida em cada local e da tipologia de resíduos correspondente (folhas, relva, entre outros). Na presente dissertação para determinar esta quantidade recolhida utilizou-se uma relação de proporcionalidade entre as quantidades recolhidas e as áreas verdes ajardinadas, pelo que, os valores obtidos apresentam os erros associados à própria proporcionalidade. Assim, deverão ser selecionados diversos locais com áreas verdes ajardinadas e com características físicas distintas, nomeadamente, uma constituída maioritariamente por árvores/arbustos, outra por relvado e outra por ambas, isto porque os resíduos verdes apresentam massas volúmicas distintas o que traduz em valores de

pesagens diferentes e por isso, devem ser estudados separadamente. Também deverá conhecer-se as quantidades discriminadas, ou seja, a quantidade de resíduos produzida em cada local de recolha;

- Os dados fornecidos correspondem a um período muito curto, que engloba apenas uma estação do ano e, sendo os resíduos verdes extremamente dependentes do fator sazonal, estes valores traduzem apenas o comportamento dos resíduos no período em questão e, que, pode ser completamente diferente quando comparado com outras alturas do ano. Deste modo, os locais selecionados (referidos na alínea anterior) deverão ser monitorizados ao longo de pelo menos um ano, de maneira a conhecer as quantidades de resíduos verdes produzidas tendo em consideração os fatores climáticos, os hábitos de manutenção e o inventário arbóreo. Essa monitorização deverá ser independente de local para local de modo a existir um estudo de cada tipologia de resíduos verdes.

Com isto, e após uma análise das metodologias supramencionadas, criou-se a Metodologia 2 B que tem como estrutura de cálculo as restantes metodologias, mas que a abordagem principal consiste no tratamento dos dados mais diferenciado, agrupando-os segundo tipologias de locais e tendo em consideração os erros associados e excluindo os *outliers*, ajustando os valores obtidos a uma realidade do Município do Porto.

3.6.2.2. Metodologia 2 B

Do cálculo dos potenciais de produção descritos acima, foi possível concluir que os dados não devem ser tratados todos da mesma forma, uma vez que, em cada local podem existir tipologias de resíduos verdes muito distintas, com comportamentos de produção diferentes. Por exemplo, o potencial de produção de uma área verde constituída maioritariamente por árvores ou arbustos, será forçosamente diferente de um potencial resultante de um relvado, independentemente da estação do ano.

Deste modo, foram criadas diversas categorias de maneira a agrupar os locais selecionados tendo em consideração as características físicas da respetiva área verde ajardinada. Assim, cada categoria foi definida pela tipologia de vegetação que se destaca. Na Tabela 3.4 apresentam-se as diversas categorias e as respetivas tipologias, assim como os locais que se enquadram em cada categoria.

Tabela 3.4 Categorias definidas e respetivas tipologias de resíduos verdes.

CATEGORIA	TIPOLOGIA	EXEMPLOS DE INSTITUIÇÕES
A	Constituída maioritariamente por relvado (relva).	Locais com relvados de grandes dimensões como por exemplo instituições de ensino (FEUP, FDUP) e campos de futebol.
B	Constituída maioritariamente por árvores/arbustos (folhas, podas).	Escolas do ensino básico e secundário.
C	Constituída por várias tipologias de vegetação.	Residencial: habitações unifamiliares e condomínios.

Em todas as metodologias verificou-se a presença de *outliers*, ou seja, de valores atípicos, que se diferenciavam bastante dos restantes e cuja remoção tem um peso expressivo na redução do desvio padrão. Este facto pode explicar-se pela heterogeneidade dos resíduos verdes, pelos hábitos de manutenção diferentes nos vários locais em estudo, pela irregularidade dos dias de recolha, por se tratar de uma amostra de dados extremamente reduzida e pelos erros associados já descritos relativos, por exemplo, à medição das áreas ou à utilização de relações de proporcionalidade. Contudo, são claramente atípicos face aos restantes resultados e por esse motivo é válida a sua remoção para efeitos de cálculo de valores médios.

Apresentam-se de seguida casos que resultaram em valores *outliers* ou de outros pouco representativos que foram excluídos da análise:

- Resultados referentes à data de recolha do dia 20 de outubro de 2020 porque não há registo da recolha que antecede a essa, pelo que não é possível conhecer quanto tempo foi necessário para a produção da quantidade de resíduos verdes recolhida nesse dia de modo a determinar o potencial de produção diário respetivo;
- Resultados referentes a uma das instituições muito mais elevados quando comparados com os potenciais de produção diários obtidos nas restantes instituições. Este facto deve-se, possivelmente, à deposição de resíduos verdes resultantes da manutenção de outros locais o que traduz num valor de potencial de produção acima do real para o local em análise;
- Resultados de entidades onde a recolha de resíduos verdes, no período em estudo, só ocorreu uma vez porque, tal como acontece no primeiro ponto, não é possível saber o tempo necessário para a produção da quantidade de resíduos verdes recolhida;

- Resultados que se diferenciavam consideravelmente dos restantes mesmo não se enquadrando nos factos supramencionados.

Após este tratamento dos dados, a amostra inicial de 15 instituições ficou reduzida a 11. Assim, os valores de potencial de produção obtidos em cada categoria e que foram utilizados nos restantes cálculos necessários ao longo do desenvolvimento da presente dissertação apresenta-se na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 Valores obtidos da média, do desvio-padrão e do coeficiente de variação e intervalo de valores (mínimo e máximo) para cada categoria.

Categoria	Intervalo de valores (kg/m ² /dia)	Média (kg/m ² /dia)	Desvio-Padrão (kg/m ² /dia)	Coeficiente de Variação (%)
A	[0,003;0,007]	0,005	0,002	50
B	[0,012;0,027]	0,018	0,007	40
C	[0,06;0,09]	0,07	0,02	21

Estes valores resultam de dados correspondentes a meses de outubro e novembro e, como, o comportamento dos resíduos verdes depende, também, de fatores externos, estes potenciais de produção devem ser ajustados aos restantes meses do ano porque, muito provavelmente serão diferentes dos apresentados. Por exemplo, no caso da categoria A, este valor será superior nos meses quentes, onde a produção de relva é elevada.

Apesar dos coeficientes de variação ainda serem elevados, nomeadamente, os relativos às categorias A e B, com os resultados obtidos foram determinadas as quantidades diárias produzidas em cada local selecionado, como já foi referido para o caso do potencial de produção obtido na Metodologia 1, e o número de equipamentos a entregar revelou-se ser um número plausível, pois, por exemplo, no caso da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em que já foi implementado o serviço de recolha seletiva de resíduos verdes e que foram entregues 3 contentores, o número de contentores teórico obtido com o potencial de produção determinado, foi de 4. Deste modo, consideraram-se mais realistas os resultados médios obtidos e, por tal, foram utilizados na análise efetuada relativa aos circuitos em estudo.

3.7. Tipologia de Arruamentos

Contrariamente às outras tipologias de resíduos, em que a quantidade produzida depende maioritariamente de indicadores como a densidade populacional e a população residente, no caso dos resíduos verdes, como já referido por diversas vezes, existe uma dependência não tanto do fator humano, mas sim da tipologia das habitações, da área verde existente e respetivas atividades de manutenção e das características dessas áreas. Um dos indicadores de destaque na análise da produção de resíduos verdes é a tipologia das habitações, nomeadamente, se se tratam de habitações em altura (condomínios) ou de habitações unifamiliares e quais as respetivas áreas verdes ajardinadas. Deste

modo, e numa fase inicial do projeto, torna-se relevante analisar o Município do Porto no que diz respeito a esta temática, para serem definidas as zonas de intervenção de entrega de sacos reutilizáveis e as de entrega de contentores.

Na Figura 3.13 apresenta-se o mapa do Município do Porto com a classificação dos arruamentos, informação que foi cedida pela Porto Ambiente. A tipologia de arruamentos foi obtida seguindo uma metodologia já estipulada noutro trabalho desenvolvido em colaboração com a empresa⁵. Deste modo, se a rua em questão possuir “menos do que 4 espaços comerciais por 100 metros de rua” é considerada uma “Zona residencial”. Para se distinguirem as diferentes zonas residenciais, se esta apresentar uma “quantidade superior a 25 fogos por 100 metros de rua” é considerada uma zona constituída maioritariamente por habitações em altura classificada como “Zona Residencial 2”. Por outro lado, no caso de apresentar uma quantidade “inferior a 25 fogos por 100 metros de rua” e, portanto, constituída maioritariamente por habitações unifamiliares, é classificada como “Zona Residencial 1”. Visto que um dos objetivos da dissertação corresponde, também, à integração da recolha de resíduos verdes de instituições no circuito, nomeadamente de instituições de ensino, o mapeamento dessas zonas apresenta alguma relevância. Assim, e tendo por base a metodologia supramencionada, quando a “rua possui mais do que 0,6 estabelecimentos escolares por 100 metros de rua e uma razão maior que 0,05 entre o número de estabelecimentos escolares e os números de habitações”, é considerada uma “Zona Escolar”.

Os arruamentos correspondentes a “outras tipologias” correspondem a ruas que não apresentam interesse no desenvolvimento deste projeto, como por exemplo, “Zona Comercial/Turística”, “Zona Comercial” ou “Zona Ribeirinha”.

⁵ Maria Guedes Pereira. 2018. Determinação de Indicadores de Limpeza Urbana. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Realizada na empresa EMAP - Porto Ambiente.

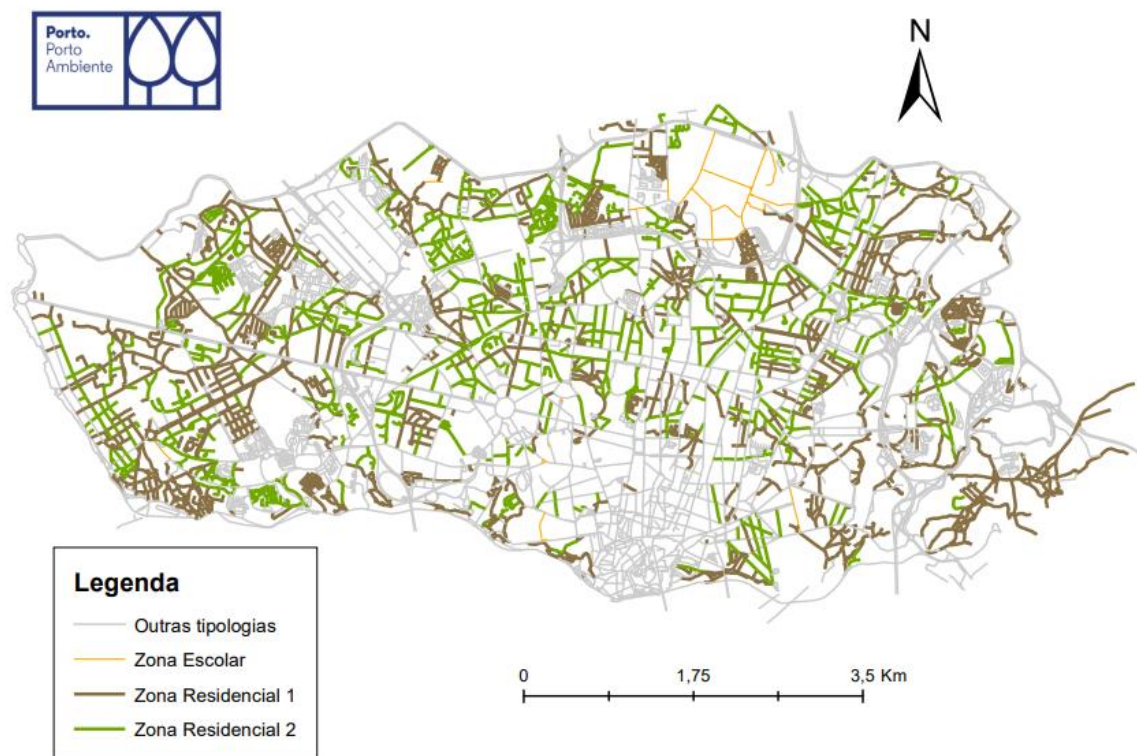


Figura 3.13 Mapa elaborado no ArcGIS relativo à tipologia de arruamentos do Município do Porto, divididos em quatro zonas.

4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE ALARGAMENTO DA RECOLHA SELETIVA DE RESÍDUOS VERDES

4.1. Definição da Zona de Estudo

Para cumprir com os objetivos estipulados na presente dissertação, mais concretamente, o alargamento da recolha seletiva de resíduos verdes no Município do Porto, foi necessário um estudo prévio das diferentes Freguesias que o constituem e as características relacionadas com a temática em questão. Esta avaliação permitiu selecionar uma zona de estudo para a implementação, nesta fase, de um circuito de recolha de resíduos verdes.

4.1.1. Metodologia aplicada

Numa fase inicial do projeto, procedeu-se ao levantamento dos locais com potencial de produção de resíduos verdes relevante e, por tal, de interesse na respetiva recolha. Esse levantamento focou-se nas instituições do Município como faculdades, hospitais, igrejas entre outros, ou seja, locais constituídos por uma área verde ajardinada considerável e, consequentemente, com elevada produção de resíduos verdes. Para tal, foi utilizada a informação fornecida pela Porto Ambiente e a recolhida nos inquéritos previamente efetuados às empresas de condomínios e de jardinagem, que como já foi referido, só foi utilizada a informação referente apenas a uma resposta.

De seguida, como é apresentado no mapa da Figura 4.1 foram mapeadas outras informações relevantes para o projeto, com o objetivo selecionar uma zona de estudo. Assim, as informações importantes marcadas no mapa são relativas:

- Ao levantamento dos arruamentos, cujos valores foram retirados da referência [37], onde a presença de resíduos verdes nos equipamentos para a deposição indiferenciada apresenta uma frequência diária, semanal ou frequente. Essa informação encontra-se representada no mapa com uma linha vermelha e legendada como “Zona Crítica”. Isto, dado que a presença indevida de resíduos verdes na fração indiferenciada corresponde a uma grande problemática no que diz respeito a este tema, uma vez que não são devidamente valorizados e o processo de incineração não é o tratamento mais indicado para esta tipologia de resíduos. Deste modo, é crucial atuar nessas zonas;
- Às instituições que já integram o sistema de recolha de resíduos verdes da Porto Ambiente, representadas com quadrado de cor castanha e as instituições que, até ao presente, ainda não integram o sistema, sinalizadas no mapa com um círculo vermelho. Visto que já existe um serviço de recolha nessas instituições faz sentido integrar as restantes no circuito de modo a otimizar a recolha de resíduos verdes em instituições;

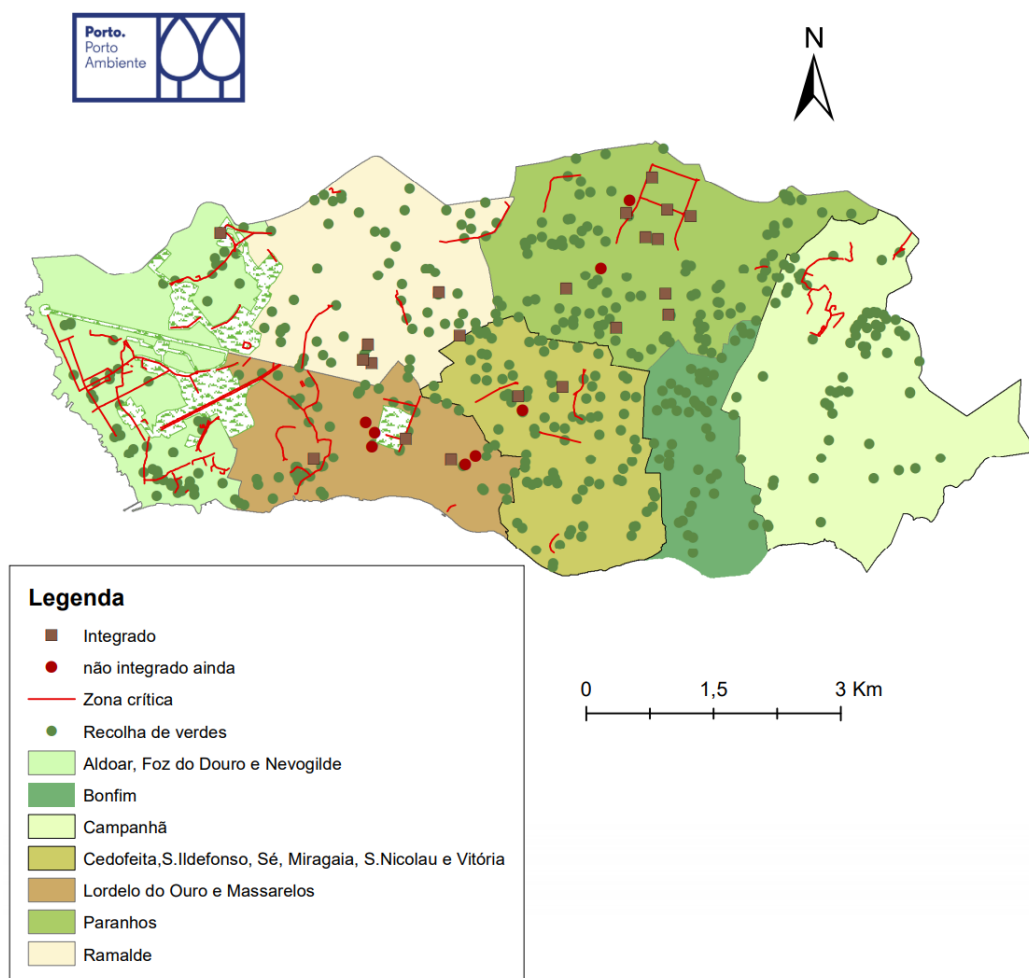


Figura 4.1 Mapa do Município do Porto com a marcação das instituições já integradas no sistema e não integradas, as “Zonas Críticas”, a recolha a pedido de resíduos verdes e as zonas onde já existem circuitos de recolha porta-a-porta em habitações unifamiliares

- À recolha de resíduos verdes que se realiza mediante um pedido prévio do utilizador através da Ecolinha e está representado no mapa com um círculo de cor verde. Estes pedidos correspondem maioritariamente a habitações unifamiliares uma vez que, no caso dos condomínios, normalmente as atividades relacionadas com as respetivas áreas verdes são realizadas por empresas de jardinagem contratadas que após a manutenção destas realizam o transporte dos resíduos resultantes;
- Às zonas onde se encontra implementada a recolha Porta-a-Porta de resíduos verdes, representadas com um sombreado branco com manchas verdes.

Após uma análise das diferentes Freguesias com a respetiva informação relativa à temática dos resíduos verdes, a Freguesia selecionada foi a de Paranhos, tendo por base em particular, as seguintes condicionantes:

- Apresenta ruas com uma presença relevante de resíduos verdes nos equipamentos para deposição dos resíduos indiferenciados (Tabela 4.1);

Tabela 4.1 Moradas da Freguesia de Paranhos com a presença de resíduos de verdes nos equipamentos para resíduos indiferenciados e respetivas características, adaptado de [38].

MORADA	FREQUÊNCIA	TIPO DE RESÍDUO	CARACTERÍSTICAS
Alameda do Professor Hernâni Monteiro	Semanal	Jardim	Constituída maioritariamente por instituições
Rua de Santa Luzia	Diário	Ramos	Habitações unifamiliares e condomínios
Rua do Dr. António Bernardino de Almeida	Semanal	Jardim	Constituída maioritariamente por instituições
Rua do Dr. Plácido da Costa	Semanal	Jardim	Constituída maioritariamente por instituições
Rua do Dr. Roberto Frias	Semanal	Jardim	Constituída maioritariamente por instituições
Rua Nova do Tronco	Diário	Ramos e jardim	Habitações Unifamiliares com jardins de grandes dimensões; Condomínios
Travessa das Barrocas	Diário	Ramos	Rua estreita ($\approx 1,80$ metros de largura) ^{a)}

^{a)} Valor medido com o auxílio da ferramenta de medição do *Google Maps*

- Já existe um circuito Porta-a-Porta não residencial na Freguesia de Paranhos, que inclui um conjunto de instituições, e que pode ser alargado. Na Tabela 4.2 apresentam-se as instituições, em que, até ao presente, já se efetua o serviço de recolha de resíduos verdes e as que estão sinalizadas para entrega de equipamentos e posterior recolha (representadas a negrito).

Tabela 4.2 Instituições em Paranhos onde já se efetua a recolha de resíduos verdes ou sinalizadas para entrega de equipamentos e posterior recolha (representadas a negrito).

ENTIDADE	MORADA
Agrupamento de Escolas Eugénio de Andrade – EB 2,3 de Paranhos	Rua de Augusto Lessa, S/N
Instituto Apoio Social Forças Armadas (IASFA)	Rua de Nove de Abril, nº 912
Escola Secundária António Nobre	Rua de Aval de Cima, nº 128
Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FDUP)	Rua do Dr. Plácido da Costa, nº 91
Escola Secundária Filipa de Vilhena	Rua do Covelo, nº 205
Escola Superior de Enfermagem do Porto	Rua do Dr. António Bernardino de Almeida, nº 830
Cemitério de Paranhos	Rua Dr. Roberto Frias
Faculdade de Psicologia da Universidade Do Porto	Rua Alfredo Allen, S/N
Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)	Rua de S. Tomé
Instituto de Patologia e Imunologia Molecular da Universidade do Porto (IPATIMUP)	Rua Alfredo Allen, nº 208
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	Rua do Dr. Roberto Frias

- Em Paranhos existe uma elevada diversidade de tipologia dos arruamentos, ou seja, a Freguesia de Paranhos apresenta diversas tipologias de arruamentos que são de interesse para o estudo desta dissertação, nomeadamente, ruas constituídas maioritariamente por habitações em altura (“Zona Residencial 2”), outras por habitações unifamiliares (“Zona Residencial 1”) e outras por instituições (“Zona Escolar”) com áreas verdes ajardinadas de grandes dimensões (Figura 4.2).

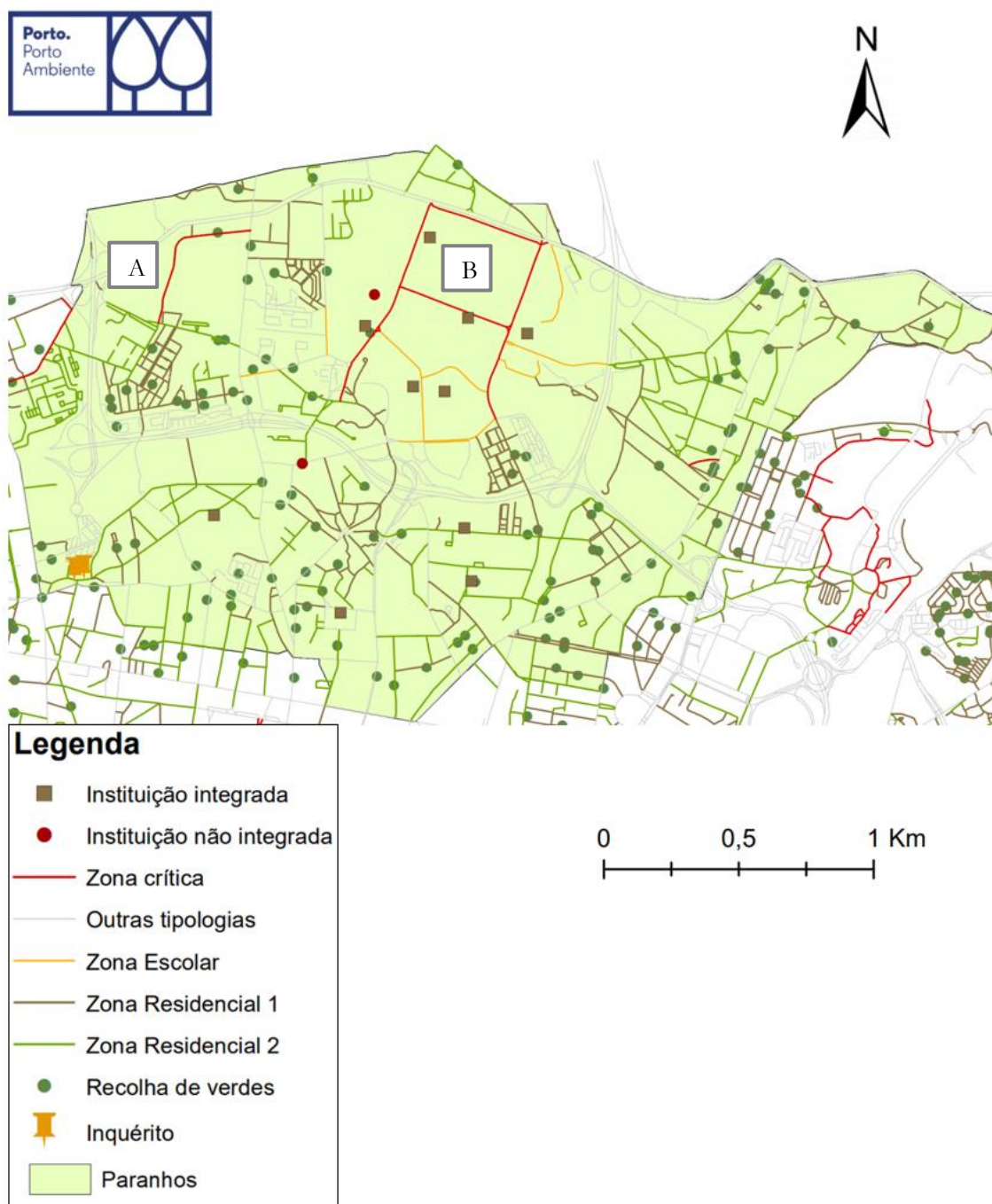


Figura 4.2 Mapa elaborado no ArcGIS com a informação referente aos resíduos verdes na Freguesia de Paranhos

A “Zona Crítica” representada pela letra A na Figura 4.2 e segundo a metodologia aplicada para a classificação dos arruamentos (Subcapítulo 3.7) corresponde a uma “Zona Residencial 2” e a representada pela letra B a uma “Zona Escolar”.

Na Figura 4.2 são também apresentados os dois condomínios mencionados na única resposta utilizada resultante do levantamento de informação através dos inquéritos efetuados às empresas de condomínios.

4.2. Levantamento Geográfico dos Pontos de Recolha

No caso dos resíduos verdes, os respetivos equipamentos de recolha (o saco reutilizável e o contentor), não ficam na via pública, mas sim em espaços privados, sendo apenas colocados na rua no dia da recolha. Os espaços privados poderão ser no interior das habitações unifamiliares, dos condomínios ou das instituições, respetivamente. Este critério tem como fundamento impedir constrangimentos na circulação na via pública assim como impedir a colocação indevida de outros resíduos, como por exemplo plásticos ou vidros, e consequentemente contaminar os resíduos verdes seletivamente depositados nesse contentor. A contaminação desses resíduos verdes impede que, posteriormente, sejam devidamente tratados através do processo de compostagem uma vez que a carga é rejeitada. Para minimizar esta problemática os contentores entregues têm uma chave.

Deste modo, os pontos de recolha correspondem a espaços privados, contrariamente à maioria dos restantes fluxos de resíduos, cujos equipamentos de deposição são contentores de proximidade colocados na via pública.

Numa fase inicial do projeto pensou-se em criar circuitos híbridos, ou seja, que incluíssem a recolha de contentores e de sacos em simultâneo, integrando assim condomínios, instituições e habitações unifamiliares, utilizando para o efeito uma viatura capaz de recolher tanto os contentores como os sacos. Tendo em consideração toda a informação, com o auxílio do *Google Maps*, foram selecionados pontos considerados relevantes para serem integrados num possível circuito de recolha híbrido de resíduos verdes.

No entanto, esta metodologia de seleção, embora pertinente numa fase inicial, tornou-se pouco viável para a determinação dos pontos a abranger nesta fase do processo, por diversos fatores, como os seguintes:

- Os pontos de recolha são referentes a locais privados, nomeadamente habitações unifamiliares, condomínios e instituições e, na prática, seria impossível fazer a recolha de resíduos verdes num turno de 6 horas e 40 minutos (duração aproximada de um turno na Porto Ambiente) em todos os locais identificados constituídos por áreas verdes ajardinadas de Paranhos;

Assim, de modo a tornar exequível a implementação, também de acordo com os meios necessários adequados ao tipo de acondicionamento dos resíduos, tipologia de ruas entre outros, e evitar que fosse constituído um circuito com pontos de recolha muito dispersos, o que logisticamente e economicamente não é o mais indicado, o circuito híbrido foi substituído, numa primeira fase, por dois circuitos distintos, a saber:

- ❖ Circuito para as habitações unifamiliares com recolha em sacos;
- ❖ Circuito para as instituições e condomínios com recolha exclusiva em contentores.

4.3. Circuito das Habitações Unifamiliares

“A habitação unifamiliar é por definição a casa que alberga uma só família, isto é, o fogo onde reside um agregado familiar acedido independentemente de outras habitações ou casas.” [46].

De modo a evitar a dispersão dos pontos de recolha e otimizar o processo, foram selecionadas três zonas alvo, representadas com uma seta preta no mapa da Figura 4.3 e categorizadas por áreas 1, 2 e 3 da “Zona Residencial 1” de modo a serem integradas num circuito de recolha de sacos reutilizáveis. Nesta, as habitações localizadas nas zonas selecionadas apresentam características muito semelhantes no que diz respeito à dimensão das respetivas áreas verdes ajardinadas. De um modo geral são áreas verdes de pequenas dimensões e, por isso, considerou-se a entrega de um saco reutilizável de 175 L por habitação.

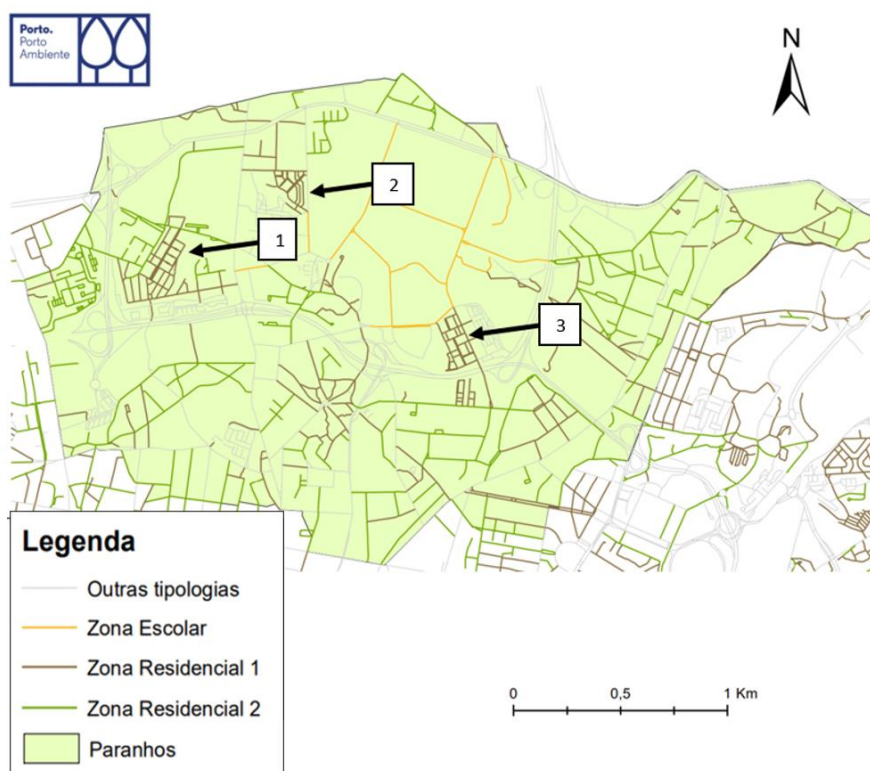


Figura 4.3 Mapa elaborado no ArcGIS com a tipologia dos arrumamentos, as zonas críticas e as zonas alvo selecionadas.

No ANEXO F apresentam-se os arruamentos categorizados pelas respectivas zonas alvo. Também se apresenta o número de habitações unifamiliares localizadas em cada rua e que foram previamente selecionadas por terem jardim e, assim, terem potencial de recolha de resíduos verdes.

Com o auxílio do *Google Maps*, foram selecionadas as habitações unifamiliares constituídas por áreas verdes localizadas nas ruas supramencionadas, tendo sido mapeados 575 pontos de recolha.

No caso das habitações unifamiliares, o saco é entregue ao proprietário e este coloca-o no local que considera ser o mais apropriado, ficando encarregue de no dia da respetiva recolha ou na noite anterior, colocar o saco no exterior de modo a que a equipa responsável consiga aceder a este sem qualquer problema.

4.3.1. Potencial de Recolha

O potencial de recolha foi determinado através do potencial de produção e da área ajardinada em questão e permite aferir a quantidade aproximada de resíduos verdes que poderá ser recolhida no circuito em estudo para serem definidos vários elementos, como por exemplo, a seleção da viatura com a capacidade mais adequada para a quantidade a recolher.

Os valores obtidos no presente dimensionamento são referentes exclusivamente aos meses de outubro e novembro, pois foram determinados a partir de valores referentes a esse período. Assim, estes valores devem ser ajustados para os restantes meses do ano, pois será expectável que haja alteração da frequência de recolha ou o número de equipamentos a entregar, de acordo com as variáveis anteriormente indicadas.

O potencial de recolha de sacos foi assim determinado da seguinte forma:

1. Inicialmente, foram medidas algumas áreas verdes ajardinadas das habitações unifamiliares localizadas nas três zonas alvo distintas e obteve-se uma gama de valores compreendida entre 5 e 35 m². Dada a semelhança apresentada na maior parte das habitações unifamiliares, no respeito ao tamanho dos respetivos jardins, para a determinação do potencial de recolha, admitiu-se que as áreas verdes ajardinadas têm em média 20 m² (dimensão mais frequente);
2. Uma vez que se trata de jardins particulares, é expectável que sejam constituídos por vegetação com diversas características como árvores, arbustos, folhas, entre outros, e não apenas por uma tipologia específica. Deste modo, considerou-se que os jardins das habitações unifamiliares se enquadrariam na Categoria C (Tabela 3.4), cujo potencial de produção previamente estimado é de 0,07 kg/m²/dia;
3. A produção diária de resíduos verdes, em kg, em cada habitação é assim de 1,48 kg e resulta da equação 6:

$$\text{Produção} = A_v \times PP \quad (6)$$

Em que:

Av: Área verde ajardinada de cada habitação unifamiliar (20 m²)

PP: Potencial de produção referente às áreas ajardinadas da Categoria C (0,07 kg/m²/dia);

4. Foi definida uma recolha semanal, considerada o mínimo necessário para a manutenção de áreas, com base no conhecimento do atual sistema de recolha. A produção semanal para cada habitação é assim de aproximadamente 10,4 kg (65 L considerando a massa volúmica de 160 kg/m³) o que traduz num grau de enchimento do equipamento de 40%.

Na Tabela 4.3 apresenta-se uma informação resumida relativa a este circuito e a cada zona alvo selecionada.

Tabela 4.3 Informação resumida relativa ao circuito de recolha de sacos.

ÁREA	POTENCIAL DE RECOLHA (kg)	NÚMERO DE SACOS
1	2 870	277
2	1 347	130
3	1740	168
TOTAL	5 957	575

No entanto, e tendo em consideração fatores conhecidos de outras iniciativas já implementadas relativas aos resíduos verdes e a outros fluxos de resíduos, é expectável que um número considerável da amostra inicial, os 575 pontos de recolha selecionados, não tenha intenções de aderir ao projeto numa fase inicial ou mesmo que aceite o equipamento de deposição de resíduos verdes, não coloque o equipamento à recolha todas as semanas. A manutenção semanal poderá não ocorrer em todas as habitações unifamiliares, o que pode também contribuir para a diminuição do número de pontos de recolha.

Tendo em consideração os fatores supramencionados, e uma estimativa de grau de adesão médio relativamente a outros projetos, admitiu-se que 50% dos 575 locais selecionados irá aderir ao projeto, ou seja, aproximadamente, 288 locais, o que se traduzirá num valor de potencial de recolha aproximado de 2 957 kg de resíduos verdes por circuito.

O mapa da Figura 4.4 apresenta 288 pontos de recolha selecionados para avaliação do circuito, tendo em conta a percentagem de adesão considerada. O processo de seleção ocorreu aleatoriamente, não seguindo nenhum critério específico pois não há conhecimento prévio dos utilizadores que irão ter interesse em aderir ao serviço de recolha dos resíduos verdes, nem se irão depositá-los no saco semanalmente. O único critério que se teve em consideração foi que o circuito continuasse a abranger a três zonas alvo selecionadas.

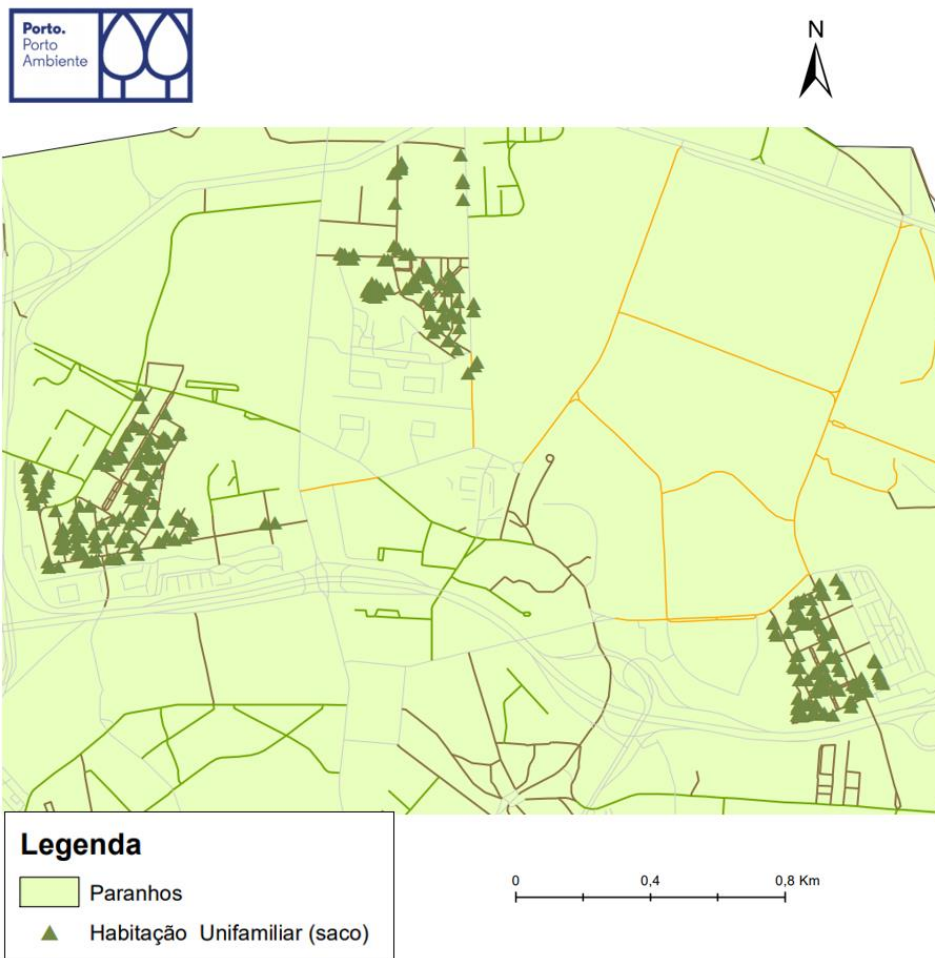


Figura 4.4 Mapa elaborado no ArcGIS com os pontos de recolha selecionados aleatoriamente tendo em consideração a percentagem de adesão ao projeto considerada

4.3.2. Viatura de recolha

Tendo em consideração o volume total de resíduos verdes a recolher, de aproximadamente 19 m³, e as características que estes apresentam, foi selecionada uma viatura capaz de suprir as necessidades apontadas.

Inicialmente, a ideia seria uma viatura de caixa aberta, no entanto, esta não apresenta a funcionalidade de compactação dos resíduos que permite aumentar a capacidade (volume) de recolha da viatura.

Então, a viatura selecionada para este circuito foi uma viatura da “SIMOPEÇAS Viaturas de limpeza urbana” (Figura 4.5) com as seguintes características [47]:

- Chassi:
 - Marca: Fuso;
 - Modelo: 7C15 DUONIC
- Superestrutura:
 - Marca: TC;
 - Modelo: C7

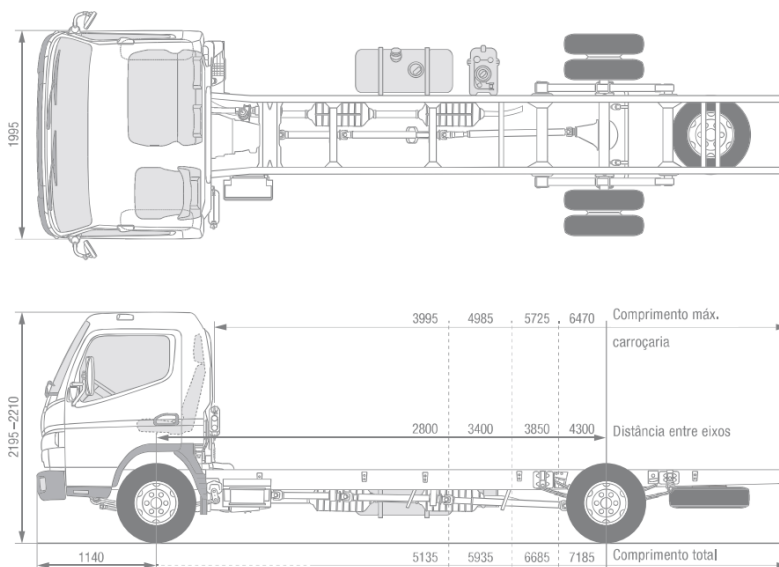


Figura 4.5 Fotografia da viatura selecionada para o circuito de recolha de sacos (cima) e respetivo esquema técnico com as dimensões (baixo), retirada de [47]

- Algumas características da carroçaria, do chassi e de conforto para o operador:
 - Peso bruto máximo de 7 490 kg;
 - Distância entre eixos de 2 800 mm;
 - Largura da cabine de 1 995 mm;
 - Ar condicionado;
 - Cabine com lotação máxima de 3 lugares;
 - Sinalizador sonoro de marcha atrás com volume máximo de 87 dB(A).
- Caixa de recolha de resíduos:
 - Construção em aço *Hardox* 450, com espessura de 2,5 mm;
 - Capacidade de 7 m³;
 - A altura do chassi com a caixa montada, medida desde o chão ao ponto mais alto da caixa, não ultrapassa os 2 600 mm;
 - A largura máxima exterior da caixa não excede os 2 000 mm;
 - A caixa é apta a transportar resíduos orgânicos com elevado teor de humidade e, por conseguinte, é dotada de estanquicidade total, do tipo “monocoque”;

- A compactação é efetuada por pala, com uma taxa de compactação de 3:1 (capacidade máxima da caixa de aproximadamente 21 m³);
- O elevador possui um mecanismo de deposição de sacos e posterior volteio para o interior da caixa, reduzindo o esforço do operador;
- Os estribos traseiros possuem sensores que, em caso de detetarem a presença de cantoneiro, impossibilitam a manobra de marcha atrás e condicionem a velocidade de circulação do veículo, cumprindo a norma EN 1501-1. Também são dotados de piso antiderrapante e de borracha delimitadora no perímetro, de modo a reduzir o risco de lesões nos cantoneiros, em caso de impacto com os membros inferiores;

A caixa de recolha da viatura selecionada apresenta uma capacidade de 7 m³, no entanto, com a taxa de compactação de 3:1, esta poderá transportar até 21 m³ de resíduos.

4.3.3. Circuito

O circuito para a recolha de sacos foi definido com base nos valores determinados e as características da viatura selecionada.

Detalhes do circuito:

- Quantidade a recolher: 2 957 kg;
- Volume a recolher: 18 m³ (Massa volúmica = 160 kg/m³);
- Frequência de recolha: 1 x por semana;
- Capacidade da caixa de recolha: 7 m³;
- Taxa de compactação: 3:1;
- Capacidade com compactação: 21 m³.

4.3.4. Rota

Para criar a rota do circuito, utilizou-se a ferramenta “*Find Route*” do programa ArcGIS online, que permite obter uma rota automaticamente⁶. Na rota foram incluídos os pontos mapeados relativos às habitações unifamiliares selecionadas e os locais de partida e de chegada da viatura, sendo que o primeiro corresponde às oficinas da Porto Ambiente e o último à Central de Valorização Orgânica da LIPOR que se localiza fora do Município do Porto, em Baguim do Monte.

⁶ A rota definida permite aferir a necessidade de mais do que um circuito de acordo com a duração e com a distância mínima estabelecida pela ferramenta. Contudo, a viabilidade desta necessita de ser aferida já que se poderá ver impossibilitada de concretização tal e qual por questões relacionadas com as características da via que não são contabilizadas no software.

Para a recolha dos sacos em cada ponto, foi considerado um tempo de paragem de 30 segundos, tempo necessário na recolha de sacos já efetuadas nos circuitos Porta-a-Porta implementados. Admitiu-se, também e segundo a Porto Ambiente, que a viatura de recolha demora cerca de 15 minutos a descarregar os resíduos na LIPOR.

Na Figura 4.6 apresenta-se a rota obtida, que minimiza a distância percorrida, relativa a este circuito. Após sair das oficinas da Porto Ambiente, a viatura procede à recolha dos equipamentos da Área 1, posteriormente da Área 2 e por fim da Área 3, como é enumerado na figura.

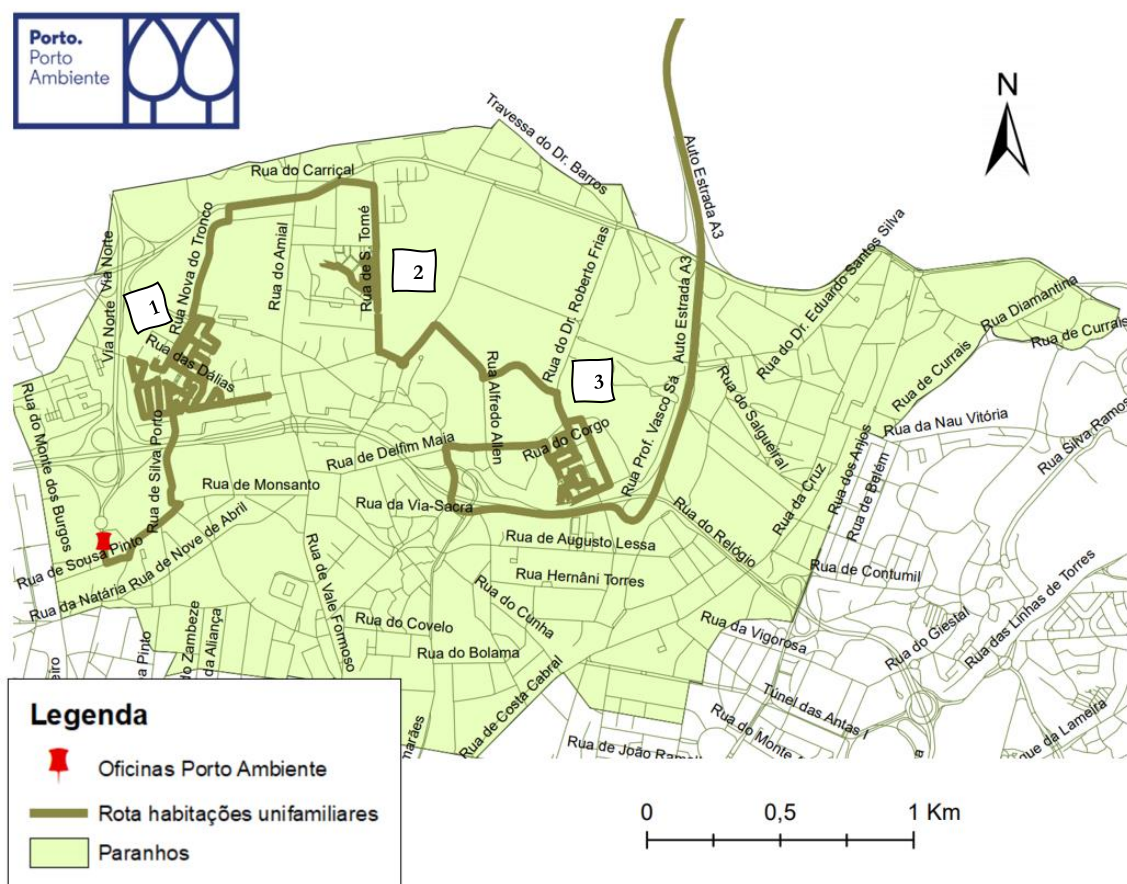


Figura 4.6 Mapa elaborado no ArcGIS online com a rota do circuito de recolha nas habitações unifamiliares no Município, onde são enumerados os locais pela ordem de recolha

Na Tabela 4.4 apresentam-se as particularidades relativas à rota das habitações unifamiliares, tendo em consideração a divisão nas três áreas.

Tabela 4.4 Valores relativos à rota das habitações unifamiliares.

	Área 1	Área 2	Área 3
Tempo de Viagem (min)	13	7	21
Tempo de Paragem (min)	61	37	47
Tempo entre a LIPOR e as Oficinas (min)		11	
Tempo total do circuito		3h30	
Distância (km)	4,9	2,8	13,4
Distância entre a LIPOR e as Oficinas (km)		11,7	
Distância total do Circuito (km)		32,1	

O tempo total do circuito (3h30) resulta da soma dos tempos de viagem e dos tempos de paragem nas três zonas, do tempo que a viatura permanece na LIPOR (15 minutos) e do tempo que necessita para se deslocar desde a LIPOR até às oficinas da Porto Ambiente (segundo o *Google Maps* são 11 minutos). A distância total (cerca de 32 km) resulta da soma da distância percorrida em cada zona e da distância entre a LIPOR e a oficina (11,7 km). O valor referente à distância na Zona 3 já engloba o percurso desde o último ponto de recolha até à LIPOR. É preciso ter em consideração que os tempos obtidos são referentes a uma deslocação sem trânsito, no entanto, mesmo que essa realidade se verifique, dificilmente o tempo de cada turno (6h40) será excedido.

Assim, será necessário um turno semanal para a realização da recolha nas habitações unifamiliares localizadas nas três áreas selecionadas para recolha de cerca de 3 t de resíduos verdes.

4.4. Circuito dos Condomínios e Instituições

Até ao presente momento, a Porto Ambiente já tem implementado no terreno a recolha de resíduos verdes em instituições localizadas no Município do Porto. Para o desenvolvimento deste projeto e tendo em conta a Freguesia selecionada, são consideradas apenas as instituições de Paranhos. Uma vez que os equipamentos a fornecer aos condomínios são iguais aos das instituições (contentores de 1 000 L), é de interesse que seja criado um circuito que faça a recolha simultânea em condomínios e em instituições.

Um condomínio é definido como uma “situação em que uma coisa indivisa (um prédio, por exemplo) pertence a vários titulares, tendo cada um deles direitos exclusivos sobre uma ou mais frações.” [48].

Assim, foram mapeados os pontos relativos às instituições (representadas na Figura 4.7 com um quadrado a castanho) localizadas em Paranhos e após uma análise com o auxílio do *Google Maps*, foram selecionados alguns condomínios (representados na Figura 4.7 a cor verde) para serem integrados no circuito de recolha. Dada a dispersão geográfica das instituições ao longo de toda a Freguesia de Paranhos, os condomínios selecionados encontram-se também dispersos, ou seja, neste

caso, e contrariamente às habitações unifamiliares, não foram definidas zonas alvo. Apenas se teve em consideração integrar os condomínios identificados no levantamento prévio realizado através dos inquéritos mencionados no subcapítulo 3.3 e, também exemplos dos que apresentam áreas verdes ajardinadas que se localizam na Freguesia de Paranhos e vias de acesso que permitam a passagem da viatura de recolha. Desse levantamento resultaram 72 pontos de recolha.

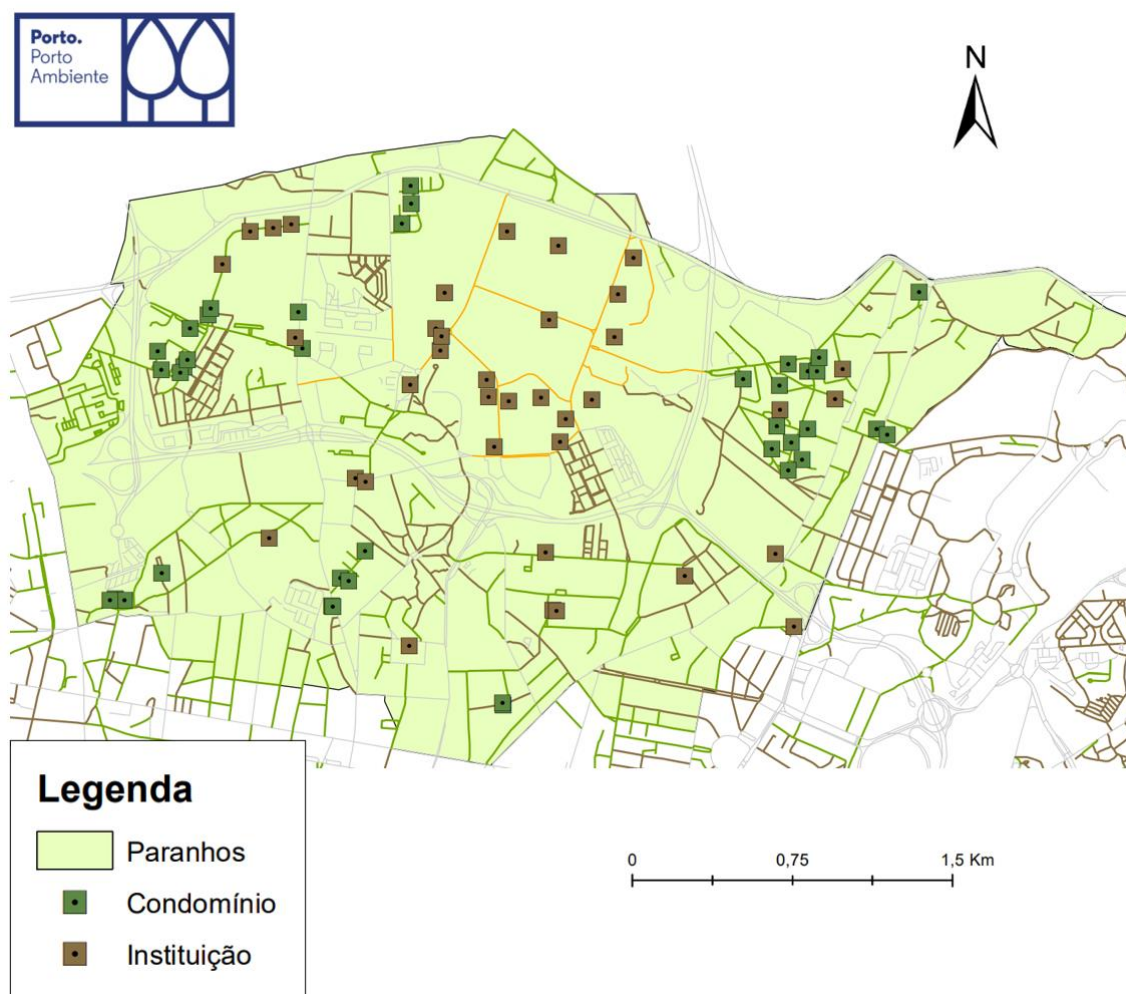


Figura 4.7 Mapa elaborado no ArcGIS com os pontos de recolha referentes às instituições e aos condomínios selecionados para integração no circuito de recolha

4.4.1. Potencial de recolha

Neste caso, visto que se tratam de espaços comuns e utilizados por diversas pessoas, o rigor na sua manutenção é, provavelmente, superior quando comparado com áreas verdes ajardinadas particulares (como acontece nas habitações unifamiliares) e, normalmente, existem contratos com empresas de jardinagem para executar essa função regularmente. Por isso, para os circuitos dos condomínios e das instituições foi considerada uma taxa de adesão de 100% por parte dos responsáveis das áreas verdes ajardinadas dos pontos de recolha selecionados, no entanto, será expectável que, na prática, essa

percentagem não seja atingida. Essa informação só poderá ser confirmada após a implementação do circuito no terreno.

A determinação do potencial de recolha revela-se importante para se definir o número de equipamentos a serem entregues, a quantidade de resíduos verdes a recolher e a seleção da viatura que mais se adequa a esta situação. A metodologia passa a ser descrita de seguida.

1: Medição das áreas verdes ajardinadas

Após a seleção dos pontos a serem integrados no circuito, mediram-se as respetivas áreas verdes ajardinadas através da ferramenta de medição do *Google Maps*, seguindo sempre a mesma metodologia de medição, exceto num dos condomínios, cujo valor foi fornecido pela empresa de condomínios respetiva e na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pois o valor é disponibilizado na página do “Sigarra” da faculdade e resulta de medições efetuadas em plantas em CAD.

2: Categorização de cada ponto

Através do *Google Maps*, foi analisada a área verde ajardinada de cada instituição e de cada condomínio de maneira a serem alocados às categorias definidas na metodologia estabelecida (2 B) para ser atribuído o potencial de produção correspondente a cada local:

Categoria A: 0,005 kg/m²/dia

Categoria B: 0,018 kg/m²/dia

Categoria C: 0,07 kg/m²/dia

No caso dos condomínios, tal como acontece nos jardins das habitações unifamiliares, existe uma grande variedade de tipos de vegetação, por isso, considerou-se que a grande maioria corresponde à categoria C.

3: Determinação da quantidade, em kg, de resíduos verdes produzida

Primeiro determinou-se o potencial de produção relativo a cada local e, para isso, teve-se em consideração os valores previamente calculados:

- Massa volúmica dos resíduos verdes de 160 kg/m³;
- Potencial de produção de resíduos verdes de cada categoria.

A quantidade de resíduos verdes, em kg, produzida num dia e em cada ponto, determina-se a partir da equação 7:

$$\text{Quantidade} = A_v \times PP \quad (7)$$

Em que:

A_v : área verde ajardinada correspondente a cada local de uma respetiva categoria (m²);

PP: Potencial de produção tendo em conta a categoria que foi definida (kg/m²/dia).

4: Definição da frequência de recolha

As instituições e os condomínios são, normalmente, constituídos por áreas verdes ajardinadas e a manutenção destas é realizada, por norma, com mais frequência do que no caso das habitações unifamiliares. Nas instituições que já se encontram integradas no serviço de recolha de resíduos verdes, a recolha é realizada duas vezes por semana, às terças e sextas feiras. Por isso, para o circuito em estudo, também foi definida a mesma frequência e os mesmos dias de recolha.

5: Capacidade do contentor

Por norma e por questões de segurança, a deposição de resíduos num contentor de 1 000 L não deverá exceder os 75%, ou seja, 120 kg de resíduos verdes.

6: Determinação do número de equipamentos a serem entregues

O número de contentores necessários para cada local (N) determina-se através da equação 8:

$$N = \frac{M}{P} \quad (8)$$

Onde:

M: Quantidade de resíduos verdes produzida (em kg);

P: Quantidade máxima de resíduos verdes por contentor (120 kg).

Nota: O número de contentores a serem entregues em cada local selecionado foi determinado para a quantidade de resíduos verdes produzida em 4 dias, pois corresponde ao período máximo entre as datas de recolha.

O número de contentores dimensionado teve em consideração também a quantidade de resíduos verdes produzida durante quatro dias. Em consequência, para um número de instituições e condomínios de 72, poderão ser entregues 160 contentores. Nos ANEXOS G e H encontram-se o número de contentores a serem entregues em cada local de recolha e que variam entre 1 e 8 assim como também a quantidade a recolher em cada ponto selecionado.

No caso dos condomínios existem pontos de recolha cujo número de contentores a entregar é 8 e 7, ou seja, valores elevados, mas que se justificam por esses pontos de recolha corresponderem áreas verdes ajardinadas de grandes dimensões.

4.4.2. Viatura de recolha

Para a recolha de resíduos sólidos urbanos do Município do Porto em contentores de proximidade, da tipologia aqui selecionada, as viaturas utilizadas são normalmente de dimensões médias que

possibilitem acesso aos diferentes locais de recolha e vias aplicáveis. Deste modo, e tendo em consideração as quantidades a serem recolhidas e as características de viaturas já existentes na frota da Porto Ambiente, a viatura selecionada foi a da IVECO, o modelo “NOVO EUROCARGO” que se enquadra na categoria média (7,5 – 19 t).

Esta viatura destaca-se por ser mais ecológica, por poder ter características como as aplicáveis à gama “novo Eurocargo *Natural Power CNG - Compressed Natural Gas*”, movido a gás natural, eficiente, manobrável e versátil. Apresenta características como a largura reduzida da cabine (2,1 metros) e um grande ângulo de viragem (52 graus) que lhe confere uma elevada eficácia na utilização de serviços municipais como o caso da recolha de resíduos.

Está disponível com dois novos motores de 160 e 190 CV de quatro cilindros, especialmente concebidos para o trabalho na cidade e estes motores estão associados a caixas manuais de 6 ou 9 velocidades e a caixas automatizadas ou automáticas de 6 ou 12 velocidades com conversor do binário.

Relativamente à segurança tanto dos trabalhadores e dos Municípios como do transporte da carga, neste caso, a viatura é dotada de diversos sistemas que certificam que o “novo EUROCARGO” cumpre os requisitos da nova legislação com efeitos a partir de novembro de 2015 (Regulamento da Comissão da UE 347/2012)” [49]. Para além da presença de luzes diurnas de LED (melhora a visibilidade) e de comandos no volante (permitem que o condutor concentre a sua atenção na estrada), esses sistemas de segurança são:

- Sistema de assistência ao condutor;
- Sistema de Aviso de Afastamento da Faixa de Rodagem (LDWS);
- Sistema de Controlo Eletrónico de Estabilidade (EVSC) e o Sistema Avançado de Travagem de Emergência (AEBS);
- Sistema de controlo da velocidade de cruzeiro adaptável (ACC)



Figura 4.8 Imagem do modelo novo EUROCARGO da marca IVECO, retirada de [49]

Caixa

Para a caixa de recolha dos resíduos foi selecionado o modelo PN da *OLIMEC*⁺ - “Innovating Together” por ser uma solução indicada para os resíduos orgânicos.

Características deste modelo são [50]:

- Adequado para chassis de 9 a 19 t (com versões de 7, 10, 13 e 15 metros cúbicos de capacidade);
- Sistema de descarga de placas de ejeção que inclui um raspador de placas deslizantes acionado hidraulicamente, permitindo a remoção completa dos resíduos na tremonha durante a sua ejeção;
- Apresenta guias robustas que garantem a ejeção de resíduos que sejam pesados e compactos;
- Pode atingir taxas de compactação de 6:1;
- Permite a execução de operações de transferência de resíduos por satélite. Ao mesmo tempo em que efetua a recolha de resíduos, e também apresenta a função de acoplamento por satélite, que permite ao veículo entrar, nas zonas históricas das cidades e nas áreas urbanas estreitas, sem dificuldades;
- Estrutura lisa composta por uma única peça, em aço de alta resistência que permite a perfeita vedação e contenção de líquidos produzidos pelos resíduos;
- Pode ser instalado um elevador de contentores de 120 a 2 000 L de capacidade.



Figura 4.9 Fotografia do modelo PN (esquerda) e do processo de recolha de um contentor (direita), retiradas de [50]

Para a presente dissertação e tendo em conta as viaturas já existentes na frota da Porto Ambiente, considerou-se uma capacidade máxima de 10 m³ com uma taxa de compactação de 4:1, o que traduz numa capacidade máxima de 40 m³.

4.4.3. Circuito

Considerando uma recolha bissemanal dos 72 pontos seleccionados (instituições e condomínios), a quantidade total de resíduos verdes a recolher em cada dia de recolha seria de 18 718 kg, o que na prática torna-se num valor demasiado elevado e inviável de ser recolhido num só circuito.

Deste modo, o circuito foi dividido em dois distintos, o circuito A, que corresponde à recolha de contentores nas instituições e o circuito B, com recolha de contentores nos condomínios. Na Tabela 4.5 apresentam-se as características referentes a cada circuito.

Tabela 4.5 Valores relativos ao Circuito A e ao Circuito B.

	CIRCUITO A	CIRCUITO B	TOTAL
Tipo de Local de Recolha	Instituições	Condomínios	-
Número de Pontos de Recolha	34	38	72
Quantidade a Recolher	10 500 kg (66 m ³)	8 218 kg (51 m ³)	18 718 kg (117 m ³)
Frequência de Recolha	2 × semana	2 × semana	-
Número de Contentores	91	69	160

4.4.4. Rota

Tal como no caso das habitações unifamiliares, para criar as rotas dos respetivos circuitos, utilizou-se a ferramenta “*Find Route*” do programa *ArcGIS online*, onde os pontos de partida e de chegada são os mesmos e os pontos de recolha, neste caso, são referentes aos condomínios e às instituições.

Nas rotas que se seguem, também não é considerada a possibilidade de existir trânsito.

4.4.4.1. Circuito A (instituições):

Como já foi referido, o circuito A corresponde à recolha de contentores nas instituições. Como a quantidade a recolher ultrapassa a capacidade máxima da viatura de recolha (40 m³, já com a compactação), este circuito foi dividido em dois, o circuito A1 em que a recolha é efetuada nas instituições localizadas mais a Oeste da Freguesia de Paranhos e o circuito A2, em que a recolha é efetuada nas instituições localizadas mais a Este. Antes de iniciar a recolha do circuito A2, a viatura descarrega os resíduos recolhidos no circuito A1 na LIPOR. Assim, o circuito das instituições segue a seguinte ordem:

1. Ponto de partida: Oficinas da Porto Ambiente;
2. Recolha correspondente ao circuito A1;

3. Descarga na LIPOR;
4. Recolha correspondente ao circuito A2;
5. Descarga na LIPOR;
6. Ponto de chegada: Oficina da Porto Ambiente.

Na Figura 4.10 apresenta-se o mapa das rotas respectivas ao circuito A1 e ao circuito A2, onde são enumerados os locais pela ordem de passagem da viatura.

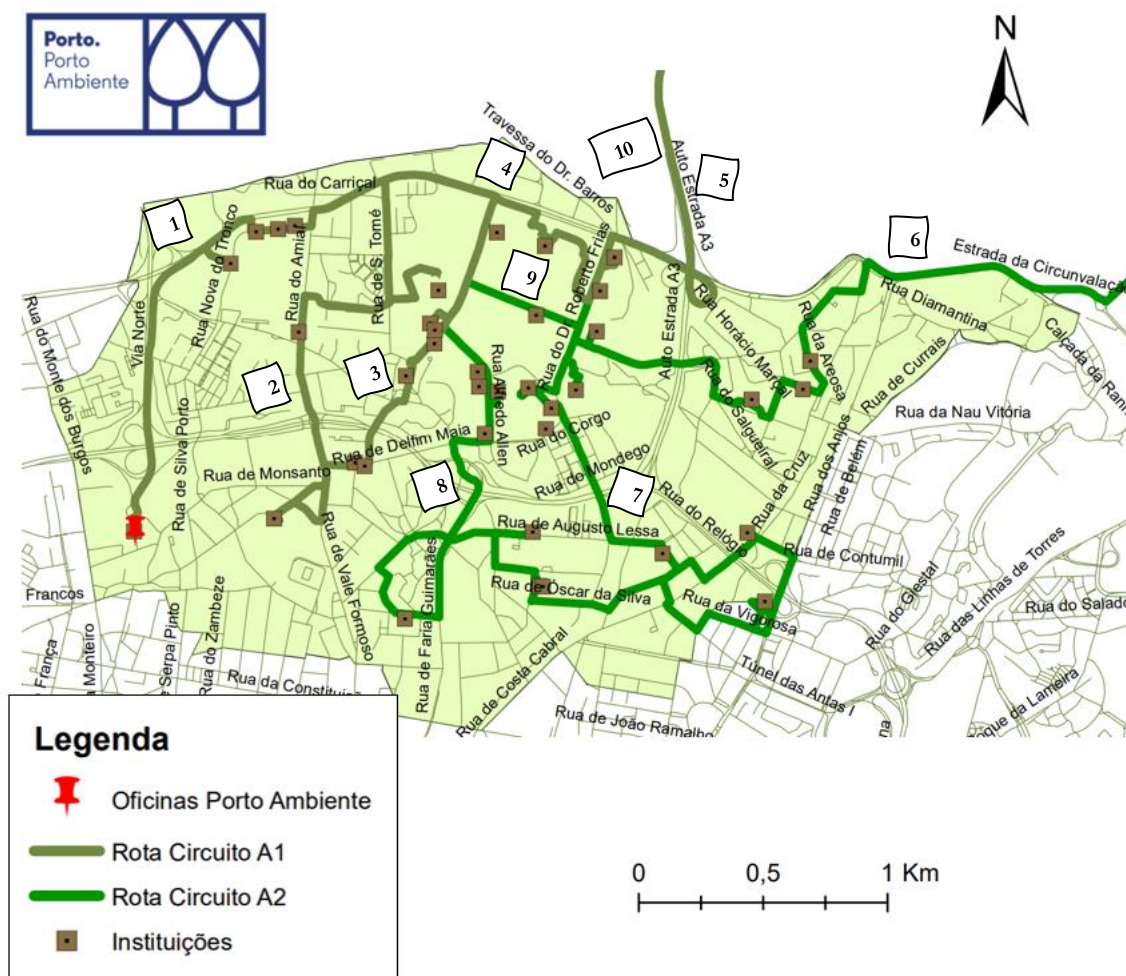


Figura 4.10 Mapa elaborado no ArcGIS online com a rota da recolha de contentores nas instituições, onde são enumerados os locais pela ordem de passagem da viatura

Considerou-se que a recolha em cada local demora aproximadamente 2 minutos, tendo por base o tempo necessário em recolhas de contentores de resíduos verdes já efetuadas no Município do Porto.

Na Tabela 4.6 apresentam-se os detalhes relativos à rota efetuada em cada circuito (A1 e A2).

Tabela 4.6 Valores relativos às rotas dos circuitos A1 e A2.

	CIRCUITO A1	CIRCUITO A2
Quantidade a Recolher (kg)	5 327 (33 m ³)	5 173 (32 m ³)
Tempo de Viagem (min)	36	49
Tempo de Paragem (min)	32	36
Tempo de Descarga na LIPOR (min)	15	15
Tempo entre a LIPOR e as Oficinas (min)	11	
Tempo Total do Circuito	3h16	
Distância (km)	19,4	17,2
Distância entre a LIPOR e as Oficinas (km)	11,7	
Distância Total do Circuito (km)	57,1	

O tempo total do circuito contabiliza a duração do circuito A1 e do circuito A2, as duas descargas na LIPOR (15 minutos cada) e o tempo necessário para a viatura se deslocar entre a LIPOR e as oficinas da Porto Ambiente (11 minutos). A distância total resulta da soma das distâncias percorridas em cada circuito, e o retorno às oficinas (11,7 km). Em cada circuito são contabilizados os quilómetros que a viatura percorre para realizar as duas descargas.

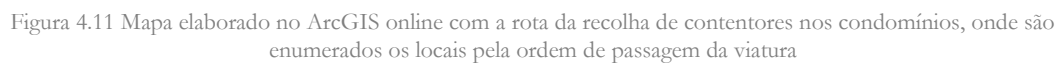
4.4.4.2. Circuito B (condomínios):

O circuito B corresponde à recolha de contentores nos condomínios. Tal como no caso das intuições e dada a quantidade a recolher, o circuito dos condomínios também teve de ser dividido em circuito B1 e circuito B2, com uma descarga na LIPOR entre os dois. Os detalhes da rota encontram-se na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 Valores referentes à rota da recolha de contentores em condomínios.

	CIRCUITO B1	CIRCUITO B2
Quantidade a Recolher (kg)	4 110 (26 m ³)	4 108 (26 m ³)
Tempo de Viagem (min)	28	20
Tempo de Paragem (min)	36	40
Tempo de Descarga na LIPOR (min)	15	15
Tempo entre a LIPOR e as Oficinas (min)	11	
Tempo Total do Circuito	2h48	
Distância (km)	17,3	18,4
Distância entre a LIPOR e as Oficinas (km)	11,7	
Distância Total do Circuito (km)	47,4	

No mapa da Figura 4.11 encontra-se a rota referente à recolha de contentores nos condomínios onde são enumerados os locais pela ordem de passagem da viatura.



4.4.5. Colocação do(s) contentor(es)

No caso das instituições, por vezes estas apresentam um compartimento de resíduos onde se encontram todos os contentores necessários para a deposição das diferentes tipologias de resíduos produzidas naquele local. Esse compartimento, normalmente, localiza-se num ponto estratégico de fácil acesso e com uma largura suficientemente grande para que a passagem da viatura de recolha seja possível e ocorra sem grandes constrangimentos.

No início da presente dissertação foi possível acompanhar a Porto Ambiente numa visita de campo que teve como objetivo promover e explicar a iniciativa de recolha de resíduos verdes por parte da empresa nas diferentes instituições do Município. No entanto, devido ao agravamento da pandemia do novo coronavírus e ao aconselhamento por parte da Direção Geral da Saúde do distanciamento físico e do teletrabalho, não foi possível realizar mais visitas com a Empresa.

Na visita realizada à UPTEC, a responsável apresentou o respetivo compartimento de resíduos que serve como um exemplo para este trabalho. A fotografia da Figura 4.12 foi retirada do *Google Maps* e mostra o local (esquerda) e respetivas vias de acesso (direita) à “casa do lixo” da instituição, que se encontra indicada na fotografia.



Figura 4.12 Fotografias retiradas do Google Maps do local (esquerda) e acessos (direita) ao compartimento de resíduos da UPTEC

Como é possível observar nas fotografias da Figura 4.12, o compartimento de resíduos da UPTEC apresenta condições de acessibilidade que permitem a passagem e a paragem da viatura de recolha. No entanto, tal como acontece noutros locais, há situações em que se encontram viaturas indevidamente estacionadas nas vias de acesso o que impossibilita a passagem da viatura de recolha.

No caso dos condomínios é necessário encontrar soluções eficazes de locais para colocar os contentores que dependem inteiramente das características do condomínio em questão:

Hipótese 1: Colocar o contentor na garagem do condomínio por ser um local seguro e no dia da recolha ser posicionado de forma a, tal como mencionado no caso dos sacos, possibilitar o acesso ao equipamento à viatura e à equipa responsável pela recolha. A desvantagem desta solução pretende-se

com a necessidade de ter alguém responsável pela gestão do condomínio (como por exemplo um segurança) que possa colocar o contentor à recolha no local previamente acordado com a Porto Ambiente.

Na Figura 4.13 encontram-se fotografias retiradas do *Google Maps* dos acessos à garagem (assinalada na imagem da direita) de um condomínio localizado na Rua dos Miosótiis e que possivelmente não terá compartimento de resíduos facto que na presente dissertação não é possível confirmar. Considerando essa possibilidade de inexistência, a Hipótese 1 seria uma solução a adotar neste caso em específico. O contentor ficaria guardado na garagem e no dia da recolha seria colocado na via pública, próximo do contentor destinado à deposição de indiferenciados presente na fotografia da direita da Figura 4.13. Uma condição essencial é a presença de rampas para facilitar a recolha.



Figura 4.13 Imagens retiradas do Google Maps referentes aos acessos (esquerda) e à garagem (direita) de um condomínio localizado na Rua dos Miosótiis

Hipótese 2: No caso em que não seja possível adotar o processo apresentado na Hipótese 1, o contentor poderá ser colocado no exterior do condomínio, mas dentro do recinto deste. Neste caso, o equipamento também terá de ser colocado à recolha, num local acessível à viatura de recolha.

Na Figura 4.14 são apresentadas fotografias retiradas do *Google Maps* do acesso a um pátio (assinalado na imagem da esquerda da figura) de um condomínio localizado na Rua Nova do Tronco e que servem como exemplo da Hipótese 2 relativa à colocação do contentor para resíduos verdes. Neste caso, o contentor poderia ficar no pátio como é sugerido na imagem da direita da figura de maneira a não interferir com a passagem tanto de pessoas como de viaturas.



Figura 4.14 Fotografias retiradas do Google dos acessos a um condomínio localizado na Rua Nova do Tronco

De um modo geral, e como já foi referido, a colocação do contentor depende muito das características do condomínio e das respetivas vias de acesso. Por isso, antes da colocação deste deverá ser realizada uma visita local para serem analisadas as condições que o condomínio apresenta, de maneira a que o equipamento fique localizado no local mais indicado.

No entanto, existem condições gerais que devem ser cumpridas, nomeadamente:

- Local privado;
- Vias de acesso com largura suficientemente grande para permitir a passagem da viatura de recolha;
- Rampa de acesso;
- As viaturas não devem estar indevidamente estacionadas na via que impossibilitem ou dificultem a passagem da viatura de recolha;
- O contentor deve ficar num local que não impeça ou dificulte a passagem dos condóminos e/ou das suas viaturas;
- Os condóminos devem ser devidamente informados da função do contentor de maneira a evitar a deposição incorreta de outros resíduos.

Uma vez que a produção de resíduos verdes é variável, existem diversos cenários possíveis que retratam essa variabilidade. Esses cenários são apresentados abaixo com algumas soluções passíveis de serem utilizadas.

Cenário 1 – Quantidades reduzidas

Existem condomínios em que a produção de resíduos é muito reduzida e, por isso, não podem não ser atingidos os 75% de capacidade dos equipamentos no período entre os dias de recolha. Apesar de a deposição de resíduos verdes nos contentores não libertar odores que coloquem em causa a qualidade e bem-estar dos Municípios próximos, cada contentor tem um custo associado e, na gestão dos resíduos é necessário ter em conta todos os fatores, nomeadamente os económicos.

Devido à disposição geográfica de uma cidade metropolitana como é o caso do Município do Porto e mais especificamente da Freguesia de Paranhos, existem diversos condomínios que se enquadram nas características supramencionadas relativas às dimensões das áreas verdes ajardinadas. Assim, nestes casos, o ideal seria a existência de um contentor que conseguisse satisfazer as necessidades de vários condomínios em simultâneo e para tal, as empresas de jardinagem teriam um papel fundamental. Normalmente, estas realizam a sua atividade de manutenção em mais do que um condomínio. Nos casos em que as áreas verdes ajardinadas são de pequenas dimensões, uma das soluções possíveis seria o contentor ser colocado no condomínio que apresenta melhores características tendo em conta as já mencionadas e o jardineiro ao dirigir-se a esse condomínio para realizar a respetiva manutenção, ficaria encarregue do transporte dos resíduos verdes resultantes das manutenções das áreas verdes dos restantes condomínios e da deposição dos mesmos nesse contentor para serem posteriormente recolhidos pela empresa. Deste modo, é possível diminuir custos iniciais na compra dos equipamentos e, também, ao diminuir pontos de recolha, diminui-se também os custos associados à deslocação da viatura sem comprometer o potencial de recolha de resíduos verdes dos condomínios em questão.

Outra solução a utilizar no cenário 1 e, nos casos em que os condomínios com baixa produção de resíduos verdes se localizam próximos entidades públicas com áreas ajardinadas, seria a colocação do equipamento nessas entidades que servisse, em simultâneo, para a deposição dos respetivos resíduos e dos resultantes nesses condomínios. Tal como na situação supramencionada, as empresas de jardinagem teriam o papel fundamental do transporte da deposição no contentor correto.

Cenário 2 – Variação na quantidade de produção

A produção dos resíduos verdes, tal como já foi referido ao longo deste trabalho, depende fortemente das condições climáticas. Por isso, no dimensionamento de um circuito de recolha é necessário ter em consideração as flutuações na sua produção que irão influenciar as necessidades de deposição em cada local, ou seja, o número de equipamentos necessários pode variar ao longo do ano e esse dimensionamento deverá ser ajustado trimestralmente com enfoque nos meses em que a produção de resíduos verdes se destaca por apresentar valores elevados. Assim, em determinadas alturas do ano poderá ser necessário aumentar o número de equipamentos num determinado local de recolha. Existem instituições que se destacam pela elevada produção de resíduos verdes e que devem ser continuamente analisadas, como a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, o Hospital de São João, o Hospital Conde de Ferreira, a Polícia Judiciária – Diretoria do Porto, entre outras.

4.4.6. Considerações finais

Com os circuitos definidos tem-se 5 recolhas durante uma semana, ou seja, 5 dias que correspondem à realização do circuito residencial (1 dia), dois dias o circuito A e dois dias o circuito B, com a seguinte proposta de calendarização:

- Segunda-feira: Circuito A;
- Terça-feira: Circuito B;
- Quarta-feira: Circuito Residencial;
- Quinta-feira: Circuito A;
- Sexta-feira: Circuito B.

Deste modo, permite cumprir os tempos tanto estipulados em cada circuito, mesmo com a possibilidade de existir trânsito nas vias como o necessário para questões logísticas, nomeadamente o descanso da equipa (constituída por um motorista e dois cantoneiros), a lavagem e o abastecimento da viatura de recolha.

Visto que a recolha de resíduos verdes ainda é uma realidade relativamente recente no Município do Porto, ainda não existem muitos registos que permitam tirar conclusões claras sobre esta temática, nomeadamente relativas a quantidades recolhidas ao longo do tempo, no entanto, com os dados fornecidos pela Porto Ambiente e relativos aos pedidos efetuados à Ecolinha e às recolhas residencial e não residencial (instituições) já implementadas no terreno, foram recolhidos, em aproximadamente, 67 datas de recolha, cerca de 83 t de resíduos verdes, sendo que este valor corresponde a:

- 56 660 kg recolhidos mediante o pedido na Ecolinha em 50 datas de recolha efetuadas no período entre agosto e outubro de 2020 (12 semanas);
- 1 680 kg recolhidos em zonas residenciais e em duas datas de recolha efetuadas no mês de dezembro de 2020;
- 24 920 kg recolhidos em instituições e em 15 datas de recolhas ocorridas entre finais de outubro e inícios de dezembro de 2020 (7 semanas).

O alargamento de base proposto terá potencialmente um contributo relevante face à situação atual dado que potencialmente permite recolher 41 t apenas numa semana, que correspondem às duas recolhas dos Circuitos A e B (19 t em cada recolha) e à recolha semanal das habitações (3 t), e que de acordo com os registos de 12 semanas dos serviços se recolheu cerca de 83 t. No entanto, é importante ter em consideração que, em particular no que concerne aos condomínios e instituições e respetivos pressupostos, os valores determinados poderão estar sobrevalorizados.

Considerando o cenário 1 apresentado no subcapítulo 4.4.5 e os pontos de recolha em condomínios selecionados, após a implementação no terreno do circuito definido, em parceria com as empresas de jardinagem, deverá ser analisada a solução apresentada.

Por fim, os circuitos definidos na presente dissertação abrangem apenas uma zona de Paranhos, mas servem como circuitos piloto para serem replicados noutros locais do Município, ajustando alguns parâmetros aos diferentes locais de recolha a serem integrados, nomeadamente o número de equipamentos a entregar mediante o potencial de recolha respetivo.

5. CONCLUSÕES

O levantamento da situação referente aos resíduos verdes por condomínios e empresas de jardinagem mostrou-se infrutífero dado que, como resultado da realidade pandémica provocada pelo novo coronavírus SARS-CoV-2, houve um baixo número de respostas obtido nos inquéritos efetuados a estas entidades. Esta análise prévia permitiu, contudo, obter algumas informações práticas e úteis para a temática da gestão de resíduos verdes, tais como frequências de manutenção, interesse em aderir ao projeto de recolha de resíduos verdes da Porto Ambiente, entre outros; assim como, de algumas dificuldades enfrentadas por estes profissionais no que diz respeito à deposição deste fluxo de resíduos em determinadas zonas do Município do Porto tais como a zona da Foz Velha e o centro histórico do Município.

Constatou-se que devido à heterogeneidade e à sazonalidade dos resíduos verdes, cujas tipologias e características físicas variam ao longo do tempo, a gestão destes revela-se numa atividade bastante complexa, nomeadamente na aferição de um potencial de produção capaz de traduzir o comportamento que os resíduos apresentam nas diferentes estações do ano e mediante fatores externos como são exemplo os hábitos de manutenção das áreas verdes. Contudo e com base em dados reais fornecidos pela Porto Ambiente, foi possível determinar três valores de potenciais de produção distintos mediante categorias de locais definidas consoante a tipologia de resíduos verdes predominante. Os valores obtidos foram: Categoria A – espaços relvados: $0,005 \text{ kg/m}^2/\text{dia}$; Categoria B – espaços com predominância de árvores e arbustos: $0,018 \text{ kg/m}^2/\text{dia}$; e, Categoria C – diferentes tipologias de vegetação: $0,07 \text{ kg/m}^2/\text{dia}$. Tanto os potenciais de produção como a massa volúmica cujo valor obtido, por análise dos registos fornecidos das recolhas efetuadas a instituições entre outubro e novembro, foi de 160 kg/m^3 serviram de base ao dimensionamento das soluções de acondicionamento, transporte, e circuitos de recolha do alargamento da recolha de resíduos verdes no Município.

Como solução para o alargamento da recolha seletiva destes resíduos no Município do Porto e de acordo com o objetivo proposto para a presente dissertação, foi selecionada a Freguesia de Paranhos, nomeadamente as zonas definidas como “Zona Residencial 1”, “Zona Residencial 2” e “Zona Escolar”, constituídas, respetivamente e maioritariamente por habitações unifamiliares, habitações em altura e instituições. Esta freguesia foi selecionada por apresentar características de interesse nesta temática, como por exemplo, a localização de instituições com áreas verdes ajardinadas de grandes dimensões, cuja recolha já é efetuada em algumas delas e faz sentido que sejam integradas as restantes de modo a alargar o circuito de recolha não residencial, e também por existirem áreas onde se localizam várias habitações unifamiliares com jardim particular, revelando pontos de interesse para a recolha residencial de resíduos verdes.

Dada a existência de um número elevado de habitações unifamiliares em Paranhos e a impraticabilidade da recolha em todos os pontos, para este caso, foram definidas três áreas de intervenção, a Área 1, a Área 2 e Área 3. Inicialmente foram selecionadas 575 habitações, no entanto, tendo em consideração as taxas de adesão por parte dos Municípios presenciadas em recolhas já efetuadas, considerou-se apenas 288 pontos (habitações) as quais se preveem equipadas com um 1 saco reutilizável de 175 L (por serem jardins de pequenas dimensões). Para tal, e tendo em consideração os quantitativos potenciais a recolher, de cerca de 3 t (18 m³) por circuito, definiu-se um circuito de recolha realizado em 3h30, uma vez por semana, com uma viatura com capacidade máxima de carga de 21 m³ (considerando uma taxa de compactação de 3:1).

Para o caso das instituições e dos condomínios foram selecionadas as instituições cuja recolha já é efetuada e outras que, no processo do “Levantamento Geográfico dos Pontos de Recolha”, revelaram um possível potencial devido às grandes dimensões das respetivas áreas verdes. O mesmo sucedeu com a seleção dos condomínios, onde foram sinalizados aqueles que também apresentavam um potencial de produção significativo, traduzindo num total de 72 pontos de recolha. Devido à elevada quantidade de resíduos verdes a ser recolhida, foi necessário definir 2 circuitos distintos (A e B), ambos com uma frequência bissemanal de recolha (similar ao que decorre na atualidade na recolha de verdes implementada em instituições). O circuito A foi dividido também em 2 percursos devido à capacidade máxima da viatura, sendo este realizado em 3h16, com uma viatura com capacidade máxima de 40 m³ (considerando uma taxa de compactação de 4:1), passando por 34 pontos (instituições) localizados em Paranhos, nomeadamente na zona da Asprela, com a recolha de 91 contentores de 1000 L e uma quantidade potencial a recolher por circuito de cerca de 11 t (66 m³). Para os condomínios foi definido o circuito B e mediante as mesmas razões apresentadas no circuito A, este foi dividido em dois percursos a serem realizados em 2h48, com a mesma viatura selecionada para o Circuito A, passando por 38 pontos, recolhendo um total de 69 contentores de 1000 L com uma quantidade potencial recolhida de cerca de 8 t (51 m³).

Os circuitos definidos podem permitir recolher até 41 t semanais, contribuindo assim de forma relevante para o aumento da recolha seletiva de resíduos verdes no Município face à situação atual.

Por fim, aliado a um serviço de recolha seletiva eficaz, é importante apostar e priorizar soluções como a compostagem comunitária e/ou doméstica, integrando e envolvendo os Municípios e fornecendo-lhes ferramentas para que tenham a possibilidade e o conhecimento necessário para efetuarem corretamente a compostagem dos próprios resíduos, permitindo a redução na fonte e uma redução significativa dos custos de gestão.

6. PERSPETIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Os resíduos verdes correspondem a uma tipologia de resíduos cujo serviço de recolha seletiva tanto no Município do Porto como noutros municípios nacionais ainda é prematuro e carece de desenvolvimento ao longo dos próximos anos, de modo a otimizar o serviço e a alargar os pontos de intervenção.

Quanto à determinação dos potenciais de produção, os valores obtidos na presente dissertação são referentes apenas a alguns meses do ano e, por isso, seria relevante, em trabalhos futuros, determinar esses valores para os restantes meses e tendo em consideração os erros associados apresentados neste projeto, de modo a tentar colmatá-los e/ou reduzi-los e, assim, obter potenciais de produção cada vez mais próximos da realidade.

Outro valor determinado foi o da massa volúmica e visto que os resíduos verdes são constituídos por várias tipologias, seria interessante, com base em dados provenientes do Município do Porto, determinar esse valor para as diferentes tipologias e fazer uma análise anual destes de modo a perceber a sua flutuação ao longo do ano e quando sujeitos a fatores externos como a temperatura, precipitação, entre outros.

Relativamente aos equipamentos de deposição, nomeadamente aos sacos reutilizáveis, seria vantajoso que estes fossem capazes de ser integrados num sistema de geolocalização, através da alocação de um chip, permitindo, deste modo, monitorizar o circuito de forma mais automatizada e detalhada e identificar as habitações unifamiliares cuja recolha foi efetuada nessa semana. Também seria relevante para o estudo dos resíduos verdes, uma avaliação de ciclo de vida dos sacos biodegradáveis e reutilizáveis e uma análise custo/benefício associada à sua utilização de modo a perceber se a sua aplicação seria benéfica tanto a nível de otimização da rota, nomeadamente dos tempos de paragem, como a nível económico, assim como a possível utilização destes na CVO da LIPOR.

Por fim, e tal como na gestão de qualquer tipo de resíduo, é importante sensibilizar os Municípios utilizando os meios mais apelativos para que estes sintam a responsabilidade e o dever de depositar devidamente e nos locais apropriados os seus resíduos e que compreendam, também, os impactes negativos associados a uma deposição incorreta. Revela-se assim importante a divulgação dos projetos que estão a ser implementados no Município relativamente aos resíduos verdes, através de meios acessíveis a toda a população como os meios de comunicação, as paragens dos transportes públicos, visitas às instituições de ensino e a locais sinalizados por apresentarem áreas verdes ajardinadas de grandes dimensões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministério do Ambiente e da Ação Climática Colaboração . Contas certas nos resíduos. 2020.
- [2] Agência Portuguesa do Ambiente. Relatório Anual Resíduos Urbanos 2019.
- [3] Porto Ambiente. Quem somos. 2018. Disponível em:
<http://www.portoambiente.pt/quem-somos/quem-somos>
- [4] Porto Ambiente. Recolhas ao Domicílio. 2019. Disponível em:
<http://www.portoambiente.pt/recolha-porta-a-porta/recolhas-ao-domicilio>
- [5] Porto Ambiente. Recolha Porta a Porta Residencial. 2019. Disponível em:
<http://www.portoambiente.pt/recolha-porta-a-porta/recolha-porta-a-porta-residencial>
- [6] Porto Ambiente. Recolha Porta a Porta Comercial. 2019. Disponível em:
<http://www.portoambiente.pt/recolha-porta-a-porta/recolha-porta-a-porta-comercial>
- [7] Câmara Municipal do Porto. Estrutura Ecológica e Biodiversidade. 2018.
- [8] Portal de notícias do Porto. Proposta de revisão do PDM segue para discussão pública após aprovação do Executivo Municipal. 2020. Disponível em:
<https://www.porto.pt/pt/noticia/proposta-de-revisao-do-pdm-segue-para-discussao-publica-apos-aprovacao-do-executivo-municipal>
- [9] Portal de notícias do Porto .Novo PDM quer duplicar as áreas verdes de acesso público na cidade do Porto. 2020. Disponível em:
<https://www.porto.pt/pt/noticia/novo-pdm-quer-duplicar-as-areas-verdes-de-acesso-publico-na-cidade-do-porto>
- [10] Decreto-lei n.º 103/2015 de 15 de junho. Diário da República - 1ª Série, N.º 114/2015 de 2015-06-15.
- [11] Joint Research Centre. Supporting Environmentally Sound Decisions for Bio-Waste Management - A Practical guide to Life Cycle Thinking and Life Cycle Assessment. 2011.
- [12] Agência Portuguesa do Ambiente. Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU). 2020. Disponível em:
<https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=108&sub3ref=209>
- [13] Agência Portuguesa do Ambiente. Reflexão estratégica e ajustamentos às medidas do PERSU 2020 - PERSU 2020+”. 2019.
- [14] Portaria n.º 187-A/2014 de 17 de setembro de 2014. Diário da República - 1º Suplemento, 1ª Série, N.º 179/2014 de 2014-09-17.
- [15] Porto Ambiente. Regulamento de Serviço. 2020. Disponível em:
<http://www.portoambiente.pt/files/uploads/cms/porto-ambiente/20/files/72/emap-regulamentodeservico.pdf>

- [16] Instituto Nacional de Estatística. Censos 2011. 2020. Disponível em:
https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_tema&xpid=INF&tema_cod=1211&xlang=pt
- [17] LIPOR. Sobre nós. 2020. Disponível em:
<https://www.lipor.pt/pt/sobre-nos/a-lipor>
- [18] LIPOR. Central de Valorização Orgânica. Disponível em:
<https://www.lipor.pt/pt/valorizar/valorizacao-organica/central-de-valorizacao-organica>
- [19] LIPOR. Condições de Descarga – Resíduos Verdes. 2005. Porto.
- [20] Lithoespaço. Gestão de Condomínios. 2020. Disponível em:
<https://www.lithoespaco.com>
- [21] Portal do Município de Albufeira. Recolha Porta A Porta De Resíduos Verdes E Monstros Urbanos. Disponível em:
<https://www.cm-albufeira.pt/content/recolha-porta-porta-de-res-duos-verdes-e-monstros-urbanos>
- [22] Câmara Municipal de Vendas Novas. Recolha de Monos e Verdes. Disponível em:
<http://www.cm-vendasnovas.pt/pt/site/servicos/ambiente/residuos/Paginas/regrasresiduos.aspx>
- [23] Junta de Freguesia de Alvarães .Recolha de ‘monstros’ e resíduos verdes urbanos. Disponível em:
https://www.alvaraes.pt/autarquia/noticias/72recolha_de_monstros_e_residuos_verdes_urbanos
- [24] Edia. URSA - Unidades de Recirculação de Subprodutos de Alqueva. 2018. Disponível em
<https://inovacao.rederural.gov.pt/31-projetos-bioeconomia/565-ursa-unidades-de-recirculacao-de-subprodutos-de-alqueva>
- [25] Edia. URSA - Agricultura Circular. 2018. Disponível em:
<http://www.edia.pt/ursa>
- [26] Liga para a Proteção da Natureza. Projeto Orgânica Verde. 2009. Disponível em:
<https://www.lpn.pt/pt/conservacao-da-natureza/historico-de-projetos/projeto-organica-verde>
- [27] Câmara Municipal de Castro Verde. Unidade Municipal de Compostagem. 2012. Disponível em:
<https://www.cm-castroverde.pt/pt/menu/897/unidade-municipal-de-compostagem.aspx>
- [28] Câmara Municipal de Castro Verde .Programa Castro Verde Sustentável: Compostores Comunitários em Castro Verde. 2010. Disponível em:
<http://programacastroverdesustentavel.blogspot.com/2010/11/compostores-comunitarios-em-castro.html>

- [29] Câmara Municipal de Guimarães. Resíduos Verdes. 2020. Disponível em:
<https://www.cm-guimaraes.pt/municipio/camara-municipal/servicos/servicos-urbanos/gestao-de-residuos/recolha-de-residuos-volumosos-urbanos/residuos-verdes>
- [30] Câmara Municipal de Guimarães. Zona de Implementação do Sistema PAYT. 2018. Disponível em:
<https://www.cm-guimaraes.pt/municipio/camara-municipal/servicos/servicos-urbanos/gestao-de-residuos/sistema-payt/zona-de-implementacao> (accessed Jan. 18, 2021).
- [31] Greensavers. Em Guimarães, quanto mais reciclar menos paga na fatura da água. 2018. Disponível em:
<https://greensavers.sapo.pt/em-guimaraes-quanto-mais-reciclar-menos-paga-na-fatura-da-agua>
- [32] Clackamas County. Waste Management Northwest - Washington, Oregon, Idaho. . Disponível em:
<http://wmnorthwest.com/clackamas/yardwaste.html>
- [33] Anne Arundel County .Yard Waste. 2020. Disponível em:
<https://www.aacounty.org/departments/public-works/waste-management/yard-waste>
- [34] Durham. Yard Waste. 2020. Disponível em:
<https://durhamnc.gov/891/Yard-Waste>
- [35] N. F. Mat Saad, N. Nadrah Ma'min, S. Md Zain, N. E. Ahmad Basri, and N. S. Md Zaini. Composting of mixed yard and food wastes with effective microbes. *J. Teknol. (Sciences Eng.)*. vol. 65. 2013.
- [36] Câmara Municipal do Porto. Jardins e Parques Urbanos. 2020. Disponível em:
<https://www.cm-porto.pt/jardins-e-parques>
- [37] C. Frias and D. A. Costa. Monografia. 2015. Faculdade de Ciências Naturais Engenharias e Tecnologias Universidade Lusófona do Porto. Porto.
- [38] M. S. Costa. Recolha Seletiva de Resíduos Verdes no Município do Porto. 2017. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto
- [39] SOPINAL. Contentores Polietileno - 60 a 360 Litros - 2 Rodas. Disponível em:
<http://www.sopinal.pt/contentores-polietileno-2-rodas.html>
- [40] SOPINAL. Contentores Polietileno - 1100 Litros - 4 Rodas - Tampa Redonda . Disponível em:
<http://www.sopinal.pt/contentores-polietileno-4-rodas-tampa-redonda.html>
- [41] BioBag. Compostable products .2020. Disponível em:
<https://biobagworld.com>
- [42] BioBag. Compostable Yard Waste Leaf Bags - 10pk, EarthHero. 2020. Disponível em:
<https://earthhero.com/products/home/biobag-compostable-yard-waste-leaf-bags-10pk>

- [43] RIBIMEX. Multipurpose pop-up sack 160 l - Outdoor equipment. 2020. Disponível em:
<https://www.ribimex.com/outdoor-equipment/sacchi-per-la-pulizia/multipurpose-pop-up-sack-160-l.html#scheda-richiedi-info-prodotto>
- [44] Manutan Portugal. Saco reutilizável Pop Up para resíduos verdes – 90 L. 2020. Disponível em:
<https://www.manutan.pt/pt/map/saco-reutilizavel-pop-up-para-residuos-verdes-90-l>
- [45] RIBIMEX. Pop-up bag with breathable base - Outdoor equipment. 2020. Disponível em:
<https://www.ribimex.com/outdoor-equipment/sacchi-per-la-pulizia/pop-up-bag-with-breathable-base.html>
- [46] Utopia. Habitação. 2020. Disponível em:
<https://www.utopia-projectos.com/licenciamento/tipos-de-usos/habitacao>
- [47] Porto Ambiente. Memória Descritiva dos Equipamentos Propostos para a Parte C do Lote 3. 2019. Porto
- [48] Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa. Definição de condomínio. 2020. Disponível em:
<https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/condomínio>
- [49] IVECO. Segurança - Novo Eurocargo Iveco. 2020. Disponível em:
<https://www.iveco.com/portugal/produtos/pages/seguranca-novo-eurocargo.aspx>
- [50] OLIMEC. Modelo PN. 2020. Disponível em:
<https://www.olimec.pt/pn10> (accessed Jan. 06, 2021)
- [51] APA. Estudo prévio sobre a implementação da recolha seletiva em Portugal Continental incidindo em especial sobre o fluxo dos biorresíduos. 2019
- [52] Câmara Municipal da Póvoa do Varzim. Parque de Resíduos Verdes de Aguçadoura. 2020. Disponível em:
<https://www.cm-pvarzim.pt/multimedia/fotogalerias/inauguracao-do-parque-de-residuos-verdes-de-agucadoura/>
- [53] Por Data. Ambiente, Energia e Território. 2019. Disponível em:
<https://www.pordata.pt/Subtema/Municipios/Res%c3%adduos-197>

ANEXOS

ANEXO A: DEFINIÇÕES DAS ÁREAS VERDES URBANAS

Matas urbanas: “compreendem os espaços sem organização espacial explícita da estrutura vegetal e sem um desenho planimétrico, cuja percentagem de coberto arbóreo é igual ou superior a 70%.” [7].

Espaços verdes expectantes: “incluem espaços públicos ou privados “não edificado resultantes de processos incompletos de urbanização ou abandono de espaços exteriores associados a edifícios, em que não é óbvia uma função atual programada ou uso humano.” São espaços colonizados por vegetação espontânea.” [7].

Espaços verdes de cultivo: “apresentam ocupação agrícola atual”. [7].

Parques e jardins de acesso público: “espaços não edificados, dominados pela presença de vegetação, ordenados e desenhados, de acesso público direto e predominantemente destinados a atividades recreativas; o revestimento em solo permeável deverá ser igual ou superior a 35%.” [7].

Espaços verdes privado com valor patrimonial: “apresentam valores ecológicos, paisagísticos e culturais relevantes para a sociedade geral, mas não estão disponíveis para uso público.” [7].

Espaços verdes associados a equipamentos: “espaços dominados por vegetação situados na envolvente de edifícios públicos e outros equipamentos coletivos, como escolas, universidades, hospitais... Podem incluir espaços com entrada limitada, mas acessível mediante acordo ou utilização do equipamento considerado.” [7].

Espaços verdes associados a urbanização: incluem todos os espaços envolventes a conjuntos habitacionais multifamiliares, dominados pela presença de vegetação e com acesso público.” [7].

Praças arborizadas ou ajardinadas: “são espaços não edificados, abertos na malha urbana, com uso público direto e importante função recreativa.” [7].

Espaços verdes associados a eixos de circulação principal: “espaços verdes adjacentes a ferrovias e vias de circulação automóvel de elevada velocidade (vias rápidas e auto-estradas)” [7].

Espaços verdes associados a ruas: “correspondem à vegetação presente nas vias de circulação local (ruas, avenidas, alamedas, etc.) com percursos pedonais associados.” [7].

Coberturas ajardinadas (de acesso público): “são espaços verdes implementados sobre o edificado.” [7].

ANEXO B: PLANFLETOS INFORMATIVOS SOBRE A DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS VERDES EM DIVERSOS MUNICÍPIOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS.

Mantenha o Espaço Público Limpo

COLOQUE SEMPRE O LIXO NOS CONTENTORES

PUNIDO COM COIMAS ATÉ 5.300 EUROS PARA PESSOAS SINGULARES E 26.500 EUROS PARA PESSOAS COLETIVAS
Artigo 34.º do Regulamento Municipal sobre o Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e Higiene Pública)

SERVIÇO GRATUITO

Recolha de Resíduos Verdes e Volumosos (monos e monstros)

CHAMADA GRATUITA **800 204 505**
(GRATUITO DAS 9H00 ÀS 19H00)

REDE FIXA **219 667 922**

geral@ecoambiente.pt

PODE TAMBÉM ENTREGAR ESTES E OUTROS RESÍDUOS NUM DOS ECOCENTROS DO MUNICÍPIO
PARA MAIS INFORMAÇÕES CONTACTE A CMM, ECOAMBIENTE OU JUNTA DE FREGUESIA DA ÁREA DE RESIDÊNCIA

NEM TODO O LIXO VAI PARA O CONTENTOR!

MONOS E VERDES
têm recolha especial **GRATUITA**.
Marcação: de segunda a sexta, das 9h às 18h; sábados, das 9h às 13h45.

Resíduos de grandes dimensões e resíduos verdes de manutenção de jardins não devem ser colocados no contentor de indiferenciados ou deixados ao abandono.

Ligue
800 914 800
CHAMADA GRÁTIS

Cuidar dos seus resíduos é cuidar da sua terra!

Vale de Cambra Câmara Municipal
SUMA
Município de Guimarães

NÃO DEIXE O SEU MONSTRO OU RESÍDUOS VERDES NA RUA!

SERVIÇO GRATUITO

CONTACTE OS SERVIÇOS URBANOS DA CÂMARA MUNICIPAL DE GUIMARÃES
253 421 210
OU DEPOSITE NOS ECOCENTROS DE ALDÃO, PONTE OU GUARDIZELA

NÃO COLOQUE JUNTO AOS CONTENTORES, NÃO DEPOSITE NA RUA, MARQUE CONNOSCO, A LIMPEZA DA NOSSA RUA DEPENDE DE NÓS.

recolha de **"monstros"** e resíduos verdes urbanos

basta ligar...
linha azul **808 200 282**

SMSBVC
serviço municipal de saneamento básico do vale do coarado



SORRY

... we cannot collect this item.

Lo sentimos, no podemos recoger este artículo.

For proper disposal information, visit:

www.aacounty.org/departments/public-works/waste-management/Materials_Accepted

Other items we do not collect at your home:

- Ammunition, Explosives & Firearms
- Asbestos, Poisons, Acids & Caustics
- Ashes & Coals
- Automotive Parts & Tires
- Building Materials
- Dead Animals/Animal Carcasses
- Electronics & Batteries
- Fire Extinguishers & Gas Cylinders
- Fluorescent Light Bulbs
- Items **TOO Heavy**
- Trash/Yard Waste in Recycling Containers
- Liquids & Oil
- Medical Waste
- Metal **CALL FOR BULK PICK UP**
- Mirrors, Glass & Windows
- Oil-Based/Latex Paint
- Plastic Bags, Wrap & Film
- Recyclables in Plastic Bags
- Sawdust, Dirt & Mulch
- **Soiled** Paper Products
- Toilets & Sinks
- Wood/Lumber/Pallets

RECYCLING CENTERS

NORTHERN 100 Dover Road Glen Burnie, MD 21060	CENTRAL 389 Burns Crossing Road Severn, MD 21144	SOUTHERN 5400 Nutwell Sudley Road Deale, MD 20751
---	--	---

410-222-6100 RecycleMoreOften.com 100919

SORRY

Yard waste is no longer accepted in plastic bags.

For more information, call **410-222-6100** or visit www.aacounty.org/departments/public-works/waste-management/yard_waste.

Curbside yard waste will only be accepted if packaged in one of the following ways:

- ✓ Inside of a durable container with handles, marked with an "X" and weighing less than 40 lbs. when loaded
- ✓ In a standard kraft paper yard waste bag
- ✓ Tied bundle of sticks, weighing less than 40 lbs. and measuring less than 4 feet.



BIN



PAPER BAG



BUNDLE

Accepted at all facilities. Yard waste bagged in plastic must be removed from bags before being accepted.



RecycleMoreOften.com

Beginning January 2017

USE THESE

Three options for curbside yard waste collection

BIN it
BAG it
BUNDLE it

Compared to plastic bags, **PAPER LAWN AND LEAF BAGS:**

- break down naturally when composted, and reduce the cost to process yard waste
- use less energy to produce, and
- are a cleaner alternative for our environment.



NOT THAT

Plastic bags are not compostable and will no longer be an acceptable container for yard waste beginning **JANUARY 3, 2017**.

ACCEPTED as YARD WASTE

- Grass and straw
- Leaves
- Branches (less than 4' long and 4" in diameter, tied into bundles weighing less than 40 lbs.)

NOT ACCEPTED

- Tree stumps
- Food waste
- Flower pots or trays
- Lumber, treated wood, pallets
- Sawdust, dirt, mulch or sod



PAPER lawn and leaf bags are available at many local and online retailers.



Other ways to manage yard waste: grass-cycling, backyard composting, or dropping off material at any Recycling Center. For more information, visit www.aacounty.org/departments/public-works/waste-management/yard-waste/



ANEXO C – INQUÉRITOS (EMPRESAS DE CONDOMÍNIOS; EMPRESAS DE JARDINAGEM)

Anexo C.1: INQUÉRITO – RECOLHA SELETIVA DE RESÍDUOS VERDES

A recolha seletiva de resíduos verdes permite a sua devida valorização para a produção de um composto natural de alta qualidade.

No âmbito da dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em colaboração com a Porto Ambiente e, com a qual se pretende aumentar as quantidades valorizadas deste tipo de resíduo, através da melhoria da recolha seletiva no Município do Porto, solicitamos e agradecemos a sua colaboração através do preenchimento do presente inquérito, que será utilizado para fins de investigação.

NOME: _____

MORADA: _____

CONTACTO: _____

A empresa efetua a manutenção de áreas verdes no Município do Porto?

- a) Sim ☐
b) Não ☐

(Se sim, por favor, responda ao resto do inquérito)

1. Em quantas entidades, aproximadamente, realiza serviços no Município do Porto? _____

Quais? _____

2. Onde habitualmente deposita os resíduos verdes resultantes da manutenção dessas áreas verdes?

- a) Ecocentro da Prelada ☐
b) Jardim/quintal ☐
c) Compostor LIPOR ☐
d) Contentor para resíduos indiferenciados ☐

- e) Solicita o serviço de recolha à EMAP ⁷ ☐
- f) Solicita o serviço de recolha a uma empresa ☐ Qual? _____
- g) Responsabilidade do condomínio ☐
- h) Outro ☐ Qual? _____

3. Motivo pelo qual deposita os resíduos verdes no local supramencionado?

- a) Considera que é o local adequado ☐
- b) Considera que o local não é adequado, mas é o mais acessível ☐
- c) Considera que o local não é adequado, mas é o único disponível ☐
- d) Outro motivo ☐
- Qual? _____

4. Qual a quantidade, aproximada, de resíduos verdes produzida diariamente?
(Exemplo: em kg, em sacos de plástico pretos, em contentores...)

5. Tem interesse em aderir a um serviço gratuito de recolha seletiva de resíduos verdes prestado pela Empresa Municipal de Ambiente do Porto? Este serviço inclui a colocação do contentor para a deposição dos resíduos verdes no local mais adequado.

- a) Sim ☐
- b) Não ☐



AGRADECEMOS A SUA COLABORAÇÃO

⁷ EMAP: Empresa Municipal de Ambiente do Porto

Anexo C.2: INQUÉRITO – RECOLHA SELETIVA DE RESÍDUOS VERDES

A recolha seletiva de resíduos verdes permite a sua devida valorização para a produção de um composto natural de alta qualidade.

No âmbito da dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em colaboração com a Porto Ambiente e, com a qual se pretende aumentar as quantidades valorizadas deste tipo de resíduo, através da melhoria da recolha seletiva no Município do Porto, solicitamos e agradecemos a sua colaboração através do preenchimento do presente inquérito, que será utilizado para fins de investigação.

NOME: _____

MORADA: _____

CONTACTO: _____

A empresa efetua a manutenção de áreas verdes no Município do Porto?

- a) Sim ☐
- b) Não ☐

(Se sim, por favor, responda ao resto do inquérito)

1. Em quantas entidades, aproximadamente, realiza serviços no Município do Porto? _____

Quais? _____

2. Onde habitualmente deposita os resíduos verdes resultantes da manutenção dessas áreas verdes?

- a) Ecocentro da Prelada ☐
- b) Jardim/quintal ☐
- c) Compostor LIPOR ☐
- d) Contentor para resíduos indiferenciados ☐

- e) Solicita o serviço de recolha à EMAP⁸ ☐
- f) Solicita o serviço de recolha a uma empresa ☐ Qual? _____
- g) Responsabilidade do condomínio ☐
- h) Outro ☐ Qual? _____

3. Motivo pelo qual deposita os resíduos verdes no local supramencionado?

- a) Considera que é o local adequado ☐
- b) Considera que o local não é adequado, mas é o mais acessível ☐
- c) Considera que o local não é adequado, mas é o único disponível ☐
- d) Outro motivo ☐
- Qual? _____

4. Qual a quantidade, aproximada, de resíduos verdes produzida diariamente?
(Exemplo: em kg, em sacos de plástico pretos, em contentores...)

5. Tem interesse em aderir a um serviço gratuito de recolha seletiva de resíduos verdes prestado pela Empresa Municipal de Ambiente do Porto? Este serviço inclui a colocação do contentor para a deposição dos resíduos verdes no local mais adequado.

- a) Sim ☐
- b) Não ☐



AGRADECEMOS A SUA COLABORAÇÃO!

⁸ EMAP: Empresa Municipal de Ambiente do Porto

ANEXO D: CÁLCULO DA MASSA VOLÚMICA

Tabela D1: Valores das massas volúmicas obtidos para cada dia de recolha.

DATA DE RECOLHA	20/10	23/10	27/10	30/10	03/11	06/11	10/11	13/11	17/11	20/11
Nº DE CONTENTORES RECOLHIDOS	10	17	17	14	15	19	20	17	11	26
Quantidade Recolhida (kg)	560	2140	2020	1520	2360	1420	2520	1960	1120	2780
Quantidade (m³)	7,5	12,75	12,75	10,5	11,25	14,25	15	12,75	8,25	19,5
Massa Volúmica (kg/m³)	75	168	158	145	210	100	168	154	136	143

Média = 160 kg/m³

Desvio-padrão = 23,3 kg/m³

Coefficiente de variação = 14,5 %

Nota: os dois valores a vermelho foram retirados dos cálculos, tendo sido considerados outliers, como resultado da afetação significativa do valor do desvio padrão, relativamente aos demais.

ANEXO E: CÁLCULO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO

Metodologia 1 A:

AGOSTO

Tabela E.1 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA E HORA DA DESCARGA	Peso líquido (kg)
11/08/2020 08:03:06	160,00
11/08/2020 10:26:09	460,00
SOMA	620,00

Tabela E.2 Data de recolha, morada dos pedidos e respetiva área verde (m²).

DATA DA RECOLHA	MORADA	ÁREA VERDE (m²)
11/08/2020	Travessa do Pinheiro de Campanhã	63
11/08/2020	Rua Do Falcão, Campanha	57
11/08/2020	Rua do Pinheiro Manso, RAMALDE	142
	Soma	262

Potencial de produção = 2,37 kg/m²

Tabela E.3 Data e hora da descarga no Ecocentro e respetivo peso registado.

DATA E HORA DA DESCARGA	PESO LÍQUIDO (kg)
13/08/2020 07:19:39	180,00

Tabela E.4 Data de recolha, morada do pedido e respetiva área verde (m²).

DATA DA RECOLHA	MORADA	ÁREA VERDE (m²)
13/08/2020	Rua Do Bonfim 305B Bonfim	50

Potencial de produção = 3,60 kg/m²

Tabela E.5 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA E HORA DA DESCARGA	PESO LÍQUIDO (kg)
25/08/2020 09:28:19	440,00
25/08/2020 10:18:05	420,00
SOMA	860,00

Tabela E.6 Data de recolha, morada dos pedidos e respetiva área verde (m²).

DATA DA RECOLHA	MORADA	ÁREA VERDE (m²)
25/08/2020	Rua Duque Terceira BONFIM	18
25/08/2020	Rua De São Tomé Paranhos	45
25/08/2020	Travessa do Pinheiro de Campanhã, Campanhã	31
25/08/2020	Rua Doutor Luís Pinto Da Fonseca, Campanhã	34
	Soma	128

Potencial de produção = 6,72 kg/m²

SETEMBRO

Tabela E.7 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA E HORA DA DESCARGA	PESO LÍQUIDO (kg)
07/09/2020 10:33:22	180,00
07/09/2020 11:56:50	280,00
SOMA	460,00

Tabela E.8 Data de recolha, morada dos pedidos e respetiva área verde (m²).

DATA DA RECOLHA	MORADA	ÁREA VERDE (m²)
04/09/2020	Rua Eng. Carlos Amarante, Paranhos	69
07/09/2020	Avenida Da Boavista, Cedofeita	32
07/09/2020	Rua Do Almada, Santo Ildefonso	27
07/09/2020	Rua De Cervantes, Cedofeita	80
07/09/2020	Rua Igreja da Areosa	100
	Soma	308

Potencial de produção = 1,49 kg/m²

Tabela E.9 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA E HORA DA DESCARGA	PESO LÍQUIDO (kg)
25/09/2020 14:47:18	180,00
25/09/2020 16:36:18	360,00
25/09/2020 18:47:20	440,00
25/09/2020 23:17:58	1820,00
SOMA	2800,00

Tabela E.10 Data de recolha, morada dos pedidos e respetiva área verde (m²).

DATA DA RECOLHA	MORADA	ÁREA VERDE (m ²)
25/09/2020	Rua Do Lidador, Aldoar	39
25/09/2020	Rua De Soeiro Mendes, Aldoar	50
25/09/2020	Travessa da Prelada, Ramalde	134
25/09/2020	Rua De Francisco Barreto, Lordelo Do Ouro	62
25/09/2020	Praça De Teixeira Lopes, Lordelo Do Ouro	17
25/09/2020	Rua De Rui Lourenço De Távora, Ramalde	78
25/09/2020	Rua de Rui Faleiro, Aldoar	37
25/09/2020	Rua Alegre, Foz do Douro	10
25/09/2020	Av. Dr. Antunes Guimarães, Aldoar	36
	Soma	463

Potencial de produção = 6,05 kg/m²

Tabela E.11 Data e hora da descarga no Ecocentro e respetivo peso registado.

DATA E HORA DA DESCARGA	PESO LÍQUIDO (kg)
30/09/2020 08:41:07	260,00

Tabela E.12 Data de recolha, morada dos pedidos e respetiva área verde (m²).

DATA DA RECOLHA	MORADA	ÁREA VERDE (m ²)
28/09/2020	Rua De Navas De Tolosa, Campanhã	40
30/09/2020	Rua Nossa Senhora do Calvário, Campanhã	59
30/09/2020	Rua De Cedofeita, Cedofeita	37
	Soma	136

Potencial de produção = 1,91 kg/m²

OUTUBRO

Tabela E.13 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivo peso registado.

DATA E HORA DA DESCARGA	PESO LÍQUIDO (kg)
08/10/2020 07:36:47	640

Tabela E.14 Data de recolha, morada dos pedidos e respetiva área verde (m²).

DATA DA RECOLHA	MORADA	ÁREA VERDE (m²)
08/10/2020	Rua De Fez, Aldoar	33
08/10/2020	Travessa Do Ferraz, Vitória	108
08/10/2020	Rua Da Figueira Da Foz, Lordelo Do Ouro	18
	Soma	159

Potencial de produção = 4,03 kg/m²

Tabela E.15 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA E HORA DA DESCARGA	PESO LÍQUIDO (kg)
20/10/2020 11:28:36	220,00
20/10/2020 14:03:06	240,00
20/10/2020 14:43:31	1240,00
SOMA	1700,00

Tabela E.16 Data de recolha, morada dos pedidos e respetiva área verde (m²).

DATA DA RECOLHA	MORADA	ÁREA VERDE (m²)
20/10/2020	Rua De Rui Lourenço De Távora, Ramalde	78
20/10/2020	Rua De Feliciano De Castilho, Massarelos	249
20/10/2020	Rua De Paula Vicente, Cedofeita	89
20/10/2020	Rua Da Travagem, Ramalde	26
	Soma	442

Potencial de produção = 3,85 kg/m²

Tabela E.17 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA E HORA DA DESCARGA	PESO LÍQUIDO (kg)
30/10/2020 07:43:14	320,00
30/10/2020 14:21:41	720,00
30/10/2020 15:43:29	340,00
30/10/2020 18:08:01	120,00
SOMA	1500,00

Tabela E.18 Data de recolha, morada dos pedidos e respetiva área verde (m²).

DATA DA RECOLHA	MORADA	ÁREA VERDE (m²)
30/10/2020	Rua De Guilherme Braga, Lordelo	77
30/10/2020	Rua Da Lomba, Bonfim	4
30/10/2020	Rua De S. Bernardo, Ramalde	11
30/10/2020	Avenida De Sidónio Pais, Ramalde	44
30/10/2020	Rua Felicidade Brown, Lordelo	280
	Soma	416

Potencial de produção = 3,61 kg/m²

Média = 3,61 kg/m²

Desvio-padrão = 1,75 kg/m²

Coefficiente de variação = 48,64%

Nota: Os valores da média, do desvio-padrão e do coeficiente de variação obtidos são referentes aos potenciais de produção determinados nos 9 casos apresentados acima.

Metodologia 1 B:

❖ Rua Felicidade Brown - Lordelo do Ouro

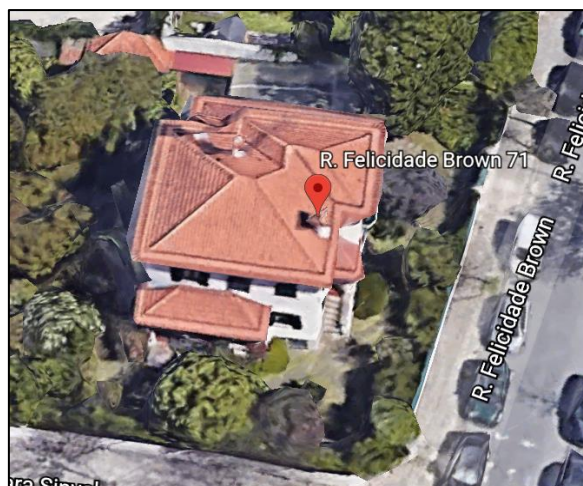


Figura E.1 Fotografia retirada do Google Maps da habitação unifamiliar localizada na Rua Felicidade Brown

Tabela E.19 Data de recolha, morada do local de serviço, tipologia de habitação e respetiva área verde (m²).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	TIPOLOGIA DE HABITAÇÃO	ÁREA VERDE (m²)
Rua Felicidade Brown, Lordelo	09/09/2020	Habitação unifamiliar	233
Rua Felicidade Brown, Lordelo Do Ouro	13/10/2020		
Rua Felicidade Brown, Lordelo Do Ouro	30/10/2020		

Tabela E.20 Data de recolha, morada dos locais de serviço respetiva área verde (m²) e quantidade de resíduos verdes produzida (kg).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	ÁREA VERDE (m²)	QUANTIDADE (kg)
Rua De Correia De Sá, Lordelo	09/09/2020	66	160
Avenida Da Boavista, Nevogilde	09/09/2020	139	336
Rua Antero De Quental, Cedofeita	09/09/2020	34	82
Rua Da Boa Hora, Massarelos	09/09/2020	24	58
Rua Das Motas, Foz Douro	09/09/2020	83	201
Rua Felicidade Brown, Lordelo Do Ouro	09/09/2020	233	563
Soma		579	

Tabela E.21 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA	PESO LÍQUIDO (kg)
09/09/2020 15:18:10	580
09/09/2020 18:24:43	820
SOMA	1400

Tabela E.22 Data de recolha, morada dos locais de serviço respetiva área verde (m²) e quantidade de resíduos verdes produzida (kg).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	ÁREA VERDE (m²)	QUANTIDADE (kg)
Rua De Carlos Malheiro Dias, Bonfim	13/10/2020	300	249
Rua Do Padre Xavier Coutinho, Foz Do Douro	13/10/2020	33	27
Avenida Da Boavista, Massarelos	13/10/2020	80	66
Praça De Teixeira Lopes, Lordelo Do Ouro	13/10/2020	173	143
Rua De Anselmo Braamcamp, Bonfim	13/10/2020	65	54
Rua De Feliciano De Castilho, Massarelos	13/10/2020	925	767
Rua Felicidade Brown, Lordelo Do Ouro	13/10/2020	233	193
Rua Padre Luís De Almeida, Lordelo Do Ouro	13/10/2020	30	25
Rua Prof. Augusto Nobre, Lordelo Do Ouro	13/10/2020	113	94
Travessa Do Pinheiro De Campanhã, Campanhã	13/10/2020	27	22
Soma		1979	

Tabela E.23 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA	PESO LÍQUIDO (KG)
13/10/2020 08:30:59	420
13/10/2020 09:08:05	480
13/10/2020 15:34:12	740
SOMA	1640

Potencial de produção = 0,03 kg/m²/dia

Tabela E.24 Data de recolha, morada dos locais de serviço, respetiva área verde (m²) e quantidade de resíduos verdes produzida (kg).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	ÁREA VERDE (m ²)	QUANTIDADE (kg)
Avenida De Sidónio Pais, Ramalde	30/10/2020	41	164
Rua Da Lomba, Bonfim	30/10/2020	3	12
Rua De Guilherme Braga, Lordelo	30/10/2020	89	355
Rua De S. Bernardo, Ramalde	30/10/2020	10	40
Rua Felicidade Brown, Lordelo	30/10/2020	233	930

Tabela E.25 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA	PESO LÍQUIDO (kg)
30/10/2020 07:43:14	320
30/10/2020 14:21:41	720
30/10/2020 15:43:29	340
30/10/2020 18:08:01	120
SOMA	1500

Potencial de produção = 0,23 kg/m²/dia

Média = 0,13 kg/m²/dia

Desvio-padrão = 0,15

Coefficiente de variação = 114%

❖ Travessa da Prelada– Ramalde

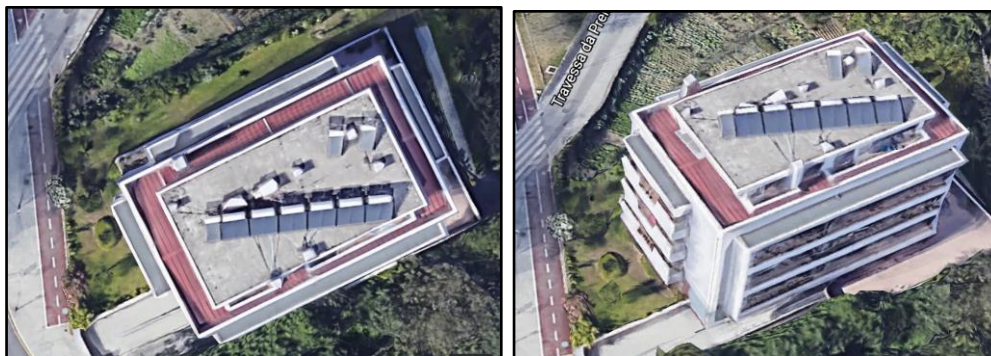


Figura E.2 Fotografia retirada do Google Maps do condomínio localizado na Travessa da Prelada– Ramalde

Tabela E.19 Data de recolha, morada do local de serviço, tipologia de habitação e respetiva área verde (m²).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	TIPOLOGIA DE HABITAÇÃO	ÁREA VERDE (m²)
Travessa Da Prelada, Ramalde	31/08/2020	Condomínio	174
Travessa Da Prelada, Ramalde	08/09/2020		
Travessa Da Prelada, Ramalde	14/09/2020		
Travessa Da Prelada, Ramalde	25/09/2020		

Tabela E.27 Data de recolha, morada dos locais de serviço respetiva área verde (m²) e quantidade de resíduos verdes produzida (kg).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	ÁREA VERDE (m²)	QUANTIDADE (kg)
Avenida Dr. Antunes Guimarães, Aldoar	31/08/2020	50	64
Rua De Guilherme Braga, Lordelo	31/08/2020	89	115
Rua De Feliciano De Castilho, Massarelos	31/08/2020	925	1191
Rua Diu 82 Foz Do Douro	31/08/2020	47	61
Rua Do Pinheiro Manso, Ramalde	31/08/2020	196	252
Rua Do Revilão, Ramalde	31/08/2020	61	79
Rua Dos Castelos, Ramalde	31/08/2020	34	44
Rua Doutor João Sá Peixoto, Ramalde	31/08/2020	52	67
Rua Particular De Francos, Ramalde	31/08/2020	7	9
Rua Tomé De Sousa, Lordelo	31/08/2020	74	95
Travessa Da Prelada, Ramalde	31/08/2020	174	224
Soma		1709	

Tabela E.28 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA	PESO LÍQUIDO (kg)
31/08/2020 15:48:39	360
31/08/2020 17:09:06	520
31/08/2020 18:24:34	1320
SOMA	2200

Tabela E.29 Data de recolha, morada dos locais de serviço respetiva área verde (m²) e quantidade de resíduos verdes produzida (kg).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	ÁREA VERDE (m²)	QUANTIDADE (kg)
Rua Da Fonte Da Moura, Aldoar	08/09/2020	17	9
Avenida De Montevideu, Nevogilde	08/09/2020	324	177
Avenida Dr. Antunes Guimarães, Aldoar	08/09/2020	27	15
Estrada Interior Da Circunvalação, Aldoar	08/09/2020	40	22
Rua De O Primeiro De Janeiro, Ramalde	08/09/2020	38	21
Rua De Sta Luzia Ramalde	08/09/2020	20	11
Rua De O Primeiro De Janeiro S/N Ramalde (Escola)	09/09/2020	750	410
Travessa Da Prelada, Ramalde	08/09/2020	174	95
Soma		1390	

Tabela E.30 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivo peso registado.

DATA	PESO LÍQUIDO (kg)
08/09/2020 17:34:51	760

Potencial de produção = 0,09 kg/m²/dia

Tabela E.31 Data de recolha, morada dos locais de serviço respetiva área verde (m²) e quantidade de resíduos verdes produzida (kg).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	ÁREA VERDE (m ²)	QUANTIDADE (kg)
Avenida Da Boavista, Aldoar	14/09/2020	202	111
Avenida Marechal Gomes Da Costa, Foz	14/09/2020	696	381
Praça De Teixeira Lopes, Lordelo Do Ouro	14/09/2020	66	36
Rua De O Primeiro De Janeiro S/N Ramalde	14/09/2020	750	411
Rua De Vilar, Massarelos	14/09/2020	33	18
Rua Do Lidador, Aldoar	14/09/2020	39	21
Rua Feliciano Castilho, Lordelo Do Ouro	14/09/2020	200	109
Rua Monte Ramalde	14/09/2020	32	18
Travessa Da Prelada, Ramalde	14/09/2020	174	95
Soma		2192	

Tabela E.32 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA	PESO LÍQUIDO (kg)
14/09/2020 14:37:39	260
14/09/2020 15:31:39	360
14/09/2020 17:42:51	440
14/09/2020 18:32:53	140
SOMA	1200

Potencial de produção = 0,09 kg/m²/dia

Tabela E.33 Data de recolha, morada dos locais de serviço respetiva área verde (m²) e quantidade de resíduos verdes produzida (kg).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	ÁREA VERDE (m ²)	QUANTIDADE (kg)
Rua De Rui Faleiro, Aldoar	25/09/2020	37	199
Av. Dr. Antunes Guimarães, Aldoar	25/09/2020	27	145
Praça De Teixeira Lopes, Lordelo Do Ouro	25/09/2020	66	355
Rua Alegre, Foz Do Douro	25/09/2020	15	81
Rua De Francisco Barreto, Lordelo Do Ouro	25/09/2020	44	237
Rua De Rui Lourenço De Távora, Ramalde	25/09/2020	61	328
Rua De Soeiro Mendes, Aldoar	25/09/2020	57	307
Rua Do Lidador, Aldoar	25/09/2020	39	210
Travessa Da Prelada, Ramalde	25/09/2020	174	937
Soma		520	

Tabela E.34 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA	PESO LÍQUIDO (KG)
25/09/2020 14:47:18	180
25/09/2020 16:36:18	360
25/09/2020 18:47:20	440
25/09/2020 23:17:58	1820
SOMA	2800

Potencial de produção = 0,54 kg/m²/dia

Média = 0,24 kg/m²

Desvio-padrão = 0,26 kg/m²/dia

Coefficiente de variação = 107%

❖ Rua Do Dr. Manuel Laranjeira– Paranhos



Figura E.3 Fotografia retirada do Google Maps da habitação unifamiliar localizada na Rua Do Dr. Manuel Laranjeira, – Paranhos

Tabela E.35 Data de recolha, morada do local de serviço, tipologia de habitação e respetiva área verde (m²).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	TIPOLOGIA	ÁREA VERDE (m ²)
Rua Do Dr. Manuel Laranjeira, Paranhos	02/09/2020	Habitação	531
Rua Do Dr. Manuel Laranjeira, Paranhos	18/09/2020	Unifamiliar	

Tabela E.36 Data de recolha, morada dos locais de serviço respetiva área verde (m²) e quantidade de resíduos verdes produzida (kg).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	ÁREA VERDE (m ²)	QUANTIDADE (kg)
Rua Do Professor Câmara Sinval, Lordelo	02/09/2020	216	92
Rua Do Padrão, Nevogilde	02/09/2020	840	359
Rua Nuno Álvares Pereira, Foz	02/09/2020	218	93
Rua Agostinho Campos, Bonfim	02/09/2020	19	8
Rua Da Senhora Do Porto, Ramalde	02/09/2020	47	20
Rua De Pinho Leal, Aldoar	02/09/2020	51	22
Rua Do Amial, Paranhos	02/09/2020	44	19
Rua Do Dr. Manuel Laranjeira, Paranhos	02/09/2020	531	227
Soma		1966	840

Tabela E.37 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA	PESO LÍQUIDO (kg)
02/09/2020 09:21:23	460
02/09/2020 18:27:46	380
SOMA	840

Tabela E.38 Data de recolha, morada dos locais de serviço respetiva área verde (m²) e quantidade de resíduos verdes produzida (kg).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	ÁREA VERDE (m²)	QUANTIDADE (kg)
Rua De Coutinho De Azevedo, Bonfim	18/09/2020	32	37
Avenida Marechal Gomes Da Costa, Foz	18/09/2020	247	284
Rua D. Luís Ataíde, Lordelo Do Ouro	18/09/2020	67	77
Rua Da Agra, Foz Do Douro	18/09/2020	24	28
Rua Da Figueira Da Foz, Lordelo Do Ouro	18/09/2020	4	5
Rua Da Vilarinha, Aldoar	18/09/2020	20	23
Rua De Gondarém, Nevogilde	18/09/2020	73	84
Rua De Júlio Dantas, Nevogilde	18/09/2020	63	72
Rua De Luís Woodhouse, Paranhos	18/09/2020	40	46
Rua De O Primeiro De Janeiro Ramalde	18/09/2020	750	863
Rua De Rui Lourenço De Távora, Ramalde	18/09/2020	61	70
Rua Do Dr. Manuel Laranjeira, Paranhos	18/09/2020	531	611
Rua Do Dr. Sousa Rosa, Nevogilde	18/09/2020	42	48
Rua Do Engenheiro Carlos Amarante Paranhos	18/09/2020	79	91
Rua Do Pinheiro Grande, Campanhã	18/09/2020	13	15
Rua Rio Torto, Campanhã	18/09/2020	75	86
Soma		2121	2440

Tabela E.39 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivos pesos registados.

DATA	PESO LÍQUIDO (kg)
18/09/2020 08:12:13	540
18/09/2020 10:12:39	380
18/09/2020 11:14:27	340
18/09/2020 15:03:22	360
18/09/2020 16:04:58	320
18/09/2020 18:04:57	500
SOMA	2440

Potencial de produção = 0,07 kg/m²/dia

❖ Rua Do Bonfim 305B - Bonfim

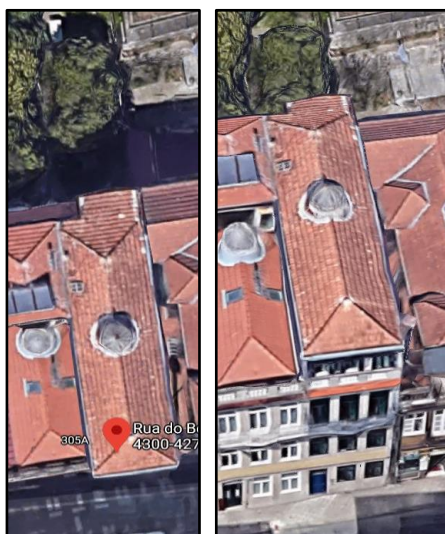


Figura E.4 Fotografia retirada do Google Maps do hostel localizado na Rua do Bonfim 305B

Tabela E.40 Data de recolha, morada do local de serviço, tipologia de habitação e respetiva área verde (m²).

LOCAL SERVIÇO	DATA RECOLHA	ÁREA VERDE (m²)
Rua Do Bonfim 305 B Bonfim	13/08/2020	50

Tabela E.41 Data e horas da descarga no Ecocentro e respetivo peso registado.

DATA	PESO LÍQUIDO (kg)
13/08/2020 07:19:39	180,00

Potencial de produção = 0,04 kg/m²/dia

Média = 0,12 kg/m²/dia

Desvio-padrão = 0,088 kg/m²/dia

Coefficiente de variação=73%

Metodologia 2:

Tabela E.42 Morada das entidades e respetivas áreas verdes (em m²).

MORADA	ÁREA VERDE (m ²)
Alameda Do Professor Ruy Luís Gomes	1 534
Rua De O Primeiro De Janeiro	15 450
Rua Rainha D. Estefânia, N° 251	2 849
Rua De Bernardino Machado, N° 76 78	157
Rua De Augusto Lessa, S/N	2 100
Rua De Nove De Abril, N° 912	1 491
Rua De Aval De Cima, N° 128	2 297
Rua Do Dr. Plácido Da Costa, N° 91	10 090
Rua Do Covelo, N° 205	530
Travessa Da Prelada, N° 4	869
Rua De Pedro Hispano, N° 1105	367
Rua Infanta D. Maria, S/N	676
Rua De Alves Redol, N° 292	4 600
Rua Do Dr. António Bernardino De Almeida, N° 830	2 728
Rua De S. Tomé	2 428

Tabela E.43 Valores do número de contentores recolhidos (N), da quantidade de resíduos produzida (em kg) e do potencial de produção diário (kg/m²/dia) referente a cada instituição e por data de recolha.

MORADA	20/10/2020				23/10/2020				27/10/2020				30/10/2020			
	N	kg	kg/m ²	kg/m ² /dia	N	kg	kg/m ²	kg/m ² /dia	N	(kg)	kg/m ²	kg/m ² /dia	N	kg	kg/m ²	kg/m ² /dia
Alameda Do Professor Ruy Luís Gomes	4	224	0,15	0,04	4	504	0,33	0,11	4	475	0,31	0,08	4	434	0,28	0,09
Rua De O Primeiro De Janeiro	2	112	0,01	0,002	3	378	0,02	0,01	4	475	0,03	0,01	3	326	0,02	0,01
Rua Rainha D. Estefânia, N° 251	0	0	0,00		5	629	0,22	0,03	0	0	0,00		0	0	0,00	
Rua De Bernardino Machado, N° 76 78	1	56	0,36	0,09	2	252	1,60	0,53	3	356	2,27	0,57	2	217	1,38	0,46
Rua De Augusto Lessa, S/N	0	0	0,00		2	252	0,12	0,02	1	119	0,06	0,01	0	0	0,00	
Rua De Nove De Abril, N° 912	0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00	
Rua De Aval De Cima, N° 128	0	0	0,00		1	126	0,05	0,01	1	119	0,05	0,01	1	109	0,05	0,02
Rua Do Dr. Plácido Da Costa, N° 91	2	112	0,01	0,003	0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00	
Rua Do Covelo, N° 205	0	0	0,00		0	0	0,00		1	119	0,22	0,02	0	0	0,00	
Travessa Da Prelada, N° 4	1	56	0,06	0,02	0	0	0,00		3	356	0,41	0,06	2	217	0,25	0,08
Rua De Pedro Hispano, N° 1105	0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00	
Rua Infanta D. Maria, S/N	0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00	
Rua De Alves Redol, N° 292	0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00		2	217	0,05	0,003
Rua Do Dr. António Bernardino De Almeida, N° 830	0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00	
Rua De S. Tomé	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	

Tabela E.43 Valores do número de contentores recolhidos (N), da quantidade de resíduos produzida (em kg) e do potencial de produção diário (kg/m²/dia) data de recolha (continuação).

03/11/2020				06/11/2020				10/11/2020				13/11/2020				17/11/2020				20/11/2020		
N	kg	kg/m ²	kg/m ² /dia	N	kg	kg/m ²	kg/m ² .dia	N	(kg)	kg/m ²	kg/m ² /dia	N	kg	kg/m ²	kg/m ² /dia	N	kg	kg/m ²	kg/m ² /dia	N	kg	kg/m ² /dia
1	157	0,10	0,03	4	299	0,19	0,06	4	504	0,33	0,08	3	346	0,23	0,08	2	204	0,13	0,03	4	428	0,28
3	472	0,03	0,01	1	75	0,00	0,002	3	378	0,02	0,01	2	231	0,01	0,00	1	102	0,01	0,002	2	214	0,01
5	787	0,28	0,03	0	0	0,00		5	630	0,22	0,03	0	0	0,00		0	0	0,00		5	535	0,19
3	472	3,01	0,75	3	224	1,43	0,48	3	378	2,41	0,60	3	346	2,20	0,73	3	305	1,95	0,49	3	321	2,04
0	0	0,00		2	149	0,07	0,01	0	0	0,00		2	231	0,11	0,02	0	0	0,00		2	214	0,10
0	0	0,00		1	75	0,05	0,002	0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00
0	0	0,00		1	75	0,03	0,005	0	0	0,00		1	115	0,05	0,01	1	102	0,04	0,01	1	107	0,05
2	315	0,03	0,002	0	0	0,00		2	252	0,02	0,004	0	0	0,00		2	204	0,02	0,003	0	0	0,00
0	0	0,00		1	75	0,14	0,02	0	0	0,00		1	115	0,22	0,03	0	0	0,00		3	321	0,61
0	0	0,00		3	224	0,26	0,04	0	0	0,00		2	231	0,27	0,04	2	204	0,23	0,06	3	321	0,37
1	157	0,43	0,02	1	75	0,20	0,07	0	0	0,00		1	115	0,31	0,04	0	0	0,00		0	0	0,00
0	0	0,00		0	0	0,00		1	126	0,19	0,01	0	0	0,00		0	0	0,00		1	107	0,16
0	0	0,00		2	149	0,03	0,01	2	252	0,05	0,01	0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00
0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0,00		0	0	0		2	214	0,08
0	0	0		0	0	0		0	0	0		2	231	0,09	0,003	0	0	0				

ANEXO F: ÁREAS SELECIONADAS

Tabela F.1 Arruamentos e respetivo número de habitações selecionadas da Área 1.

ÁREA 1	
ARRUAMENTO	NÚMERO de HABITAÇÕES (selecionadas)
Rua Das Papoilas	16
Rua Dos Junquilhos	7
Rua Dos Rainúnculos	8
Rua Dos Miosótis	19
Avenida Flor Rosa	29
Rua Dos Lírios	6
Rua Da Florinha Da Abrigada	28
Rua Das Dálías	4
Rua Das Anémonas	4
Rua Dos Crisântemos	8
Ruas Das Azálias	10
Rua Das Hortênsias	7
Rua Das Margaridas	14
Rua Dos Jasmins	5
Rua Dos Cravos	1
Praça Das Violetas	1
Rua Dos Cíclames	14
Rua Do Engenheiro Carlos Amarante	43
Rua Das Cravinas	11
Rua Do Trevo	15
Rua Das Begônias	1
Rua Das Magnólias	27

Tabela F.2 Arruamentos e respetivo número de habitações seleccionadas da Área 2.

ÁREA 2	
ARRUAMENTO	NÚMERO HABITAÇÕES (seleccionadas)
Rua Da Ilha Terceira	6
Rua De Porto Santo	3
Rua Do Príncipe	4
Rua De Santiago	7
Rua Da Ribeira Grande	25
Rua Da Azenha	26
Rua Do Pico	3
Rua De São Tomé	31
Rua Da Ilha Verde	15
Rua De Santa Maria	5
Rua Do Corvo	5

Tabela 0.1 Arruamentos e respetivo número de habitações seleccionadas da Área 3.

ÁREA 3	
ARRUAMENTO	NÚMERO HABITAÇÕES (seleccionadas)
Rua Do Águeda	3
Rua Do Tua	5
Rua Do Dr. Manuel Laranjeira	37
Rua Do Guadiana	17
Rua Do Corgo	5
Rua Do Tâmega	6
Rua Do Baça	6
Rua Do Mondego	10
Rua Do Tejo	15
Rua Do Vouga	7
Rua Do Actor Eduardo Brazão	27
Rua Do Neiva	4
Rua Do Zêzere	6
Rua Do Côa	6
Praça Do Cávado	2
Rua Do Vez	4
Rua Do Sado	6
Rua Do Lis	2

ANEXO G: INSTITUIÇÕES

Tabela G.1 Morada e nome das instituições selecionadas e respetivos valores referentes à área verde (m²), à quantidade de resíduos produzida em quatro dias (kg/4 dias), ao número de contentores necessários e à categoria a que se inserem.

Morada	Nome	Área Verde (m ²)	Categoria	Quantidade (kg/4 dias)	Nº Contentores
Rua Nove De Abril	IASFA	1676	C	496,1	4
Praça Nove De Abril	Universidade Fernando Pessoa	293	C	86,7	1
Rua De Delfim Maia	Ordem dos Médicos - Região Norte	1807	C	534,9	4
Rua Do Covelo	Escola Secundária Filipa de Vilhena	2079	B	149,7	1
Rua De Aval De Cima	Escola Secundária António Nobre	1246	B	89,7	1
Rua De Augusto Lessa	Escola EB2,3 de Paranhos	1872	B	134,8	1
Rua De Assis Vaz	PJ- Diretoria do Porto	2298	C	680,2	6
Rua De Alfredo Allen	Residência de Paranhos	2105	C	623,1	5
Rua Do Dr. Roberto Frias	Crematório de Paranhos	827	C	244,8	2
Rua Do Dr Roberto Frias.	FEP	8619	A	172,4	1
Rua Júlio Amaral De Carvalho	IPATIMUP + I3S	6313	B	454,5	4
Rua De Alfredo Allen	FPUP	5966	B	429,6	4
Rua De Alfredo Allen	UPTEC - Pólo de Biotecnologia	3967	A	79,3	1
Rua Do Dr. António Bernardino De Almeida	Escola Superior de Saúde	1610	C	476,6	4
Rua Do Dr. Roberto Frias	FEUP	23000	A	460,0	4
Rua Do Dr. Plácido Da Costa	FDUP	15670	A	313,4	3
Rua Do Dr. António Bernardino De Almeida	ISEP	3378	B	243,2	2
Rua Do Dr. António Bernardino De Almeida	Universidade Portucalense	4459	B	321,0	3
Alameda Do Professor Hermâni Monteiro	Hospital de São João	9173	B	660,5	6
Rua Do Dr. Roberto Frias	ESE	5061	A	101,2	1
Rua Do Dr. Roberto Frias	Instituto Politécnico do Porto	3064	B	220,6	2
Rua Do Dr. António Bernardino De Almeida	Escola Superior de Enfermagem	4433	B	319,2	3
Rua Da Costa Cabral	Hospital Conde de Ferreira	10567	B	760,8	6
Rua Do Estrela E Vigorosa Sport	Estrela e Rigorosa Sport	1433	B	103,2	1
Rua Da Igreja Da Areosa	Igreja da Areosa	567	B	40,8	1
Rua Nova Do Tronco	Centro Social Paroquial de Nossa Senhora do Amial	97	C	28,7	3
Rua Do Dr. António Bernardino De Almeida	Advanced Field Robotics	1358	C	402,0	1
Rua Nova Do Tronco	BMcar Porto - Concessionário BMW	365	C	108,0	3
Rua Nova Do Tronco	Paróquia do Amial	1270	C	375,9	5
Rua Do Dr. António Bernardino De Almeida	IPO	8512	B	612,9	2

Rua Professor António Cruz	EB 2,3 da Areosa	3127	B	225,1	3
Rua Nova Do Tronco	Casa das Camélias	1171	C	346,6	1
Rua Do Amial	Belver Hotel Beta Porto	318	C	94,1	1
Rua Da Telheira	Agrupamento de Escolas Pêro Vaz de Caminha, Porto	1535	B	110,5	1
Total				10 500	91

Tabela G.2 Morada das instituições pertencentes ao circuito A1 e das pertencentes ao circuito A2

CIRCUITO A1	CIRCUITO A2
Rua Nove De Abril (IASFA)	Rua do Covelo (Escola Secundária Filipa de Vilhena)
Praça Nove De Abril (Universidade Fernando Pessoa)	Rua de Aval de Cima (Escola Secundária António Nobre)
Rua De Delfim Maia (Ordem Dos Médicos - Região Norte)	Rua de Augusto Lessa (Escola EB2,3 de Paranhos)
Rua Do Amial (Belver Hotel Beta Porto)	Rua de Assis Vaz (Pj- Diretoria do Porto)
Rua Nova Do Tronco (BMCAR Porto - Concessionário BMW)	Rua de Alfredo Allen (Residência de Paranhos)
Rua Nova Do Tronco (Paróquia do Amial)	Rua do Dr. Roberto Frias (Crematório de Paranhos)
Rua Nova Do Tronco (Casa das Camélias)	Rua Júlio Amaral de Carvalho (IPATIMUP + I3S)
Rua Nova Do Tronco (Centro Social Paroquial de Nossa Senhora do Amial)	Rua de Alfredo Allen (FPUP)
Rua Do Dr. António Bernardino De Almeida (Advanced Field Robotics)	Rua de Alfredo Allen (UPTEC - Pólo de Biotecnologia)
Rua Do Dr. António Bernardino De Almeida (ISEP)	Rua do Dr Roberto Frias (FEUP)
Rua Do Dr. António Bernardino De Almeida (Escola Superior da Saúde)	Rua do Dr. Plácido da Costa (FDUP)
Rua Do Dr António Bernardino De Almeida (IPO)	Rua do Dr Roberto Frias (ESE)
Rua Do Dr António Bernardino De Almeida (Escola Superior de Enfermagem)	Rua da Costa Cabral (Hospital Conde de Ferreira)
Alameda Do Professor Hermâni Monteiro (Hospital de São João)	Rua Roberto Frias (FEP)
Rua Do Dr António Bernardino De Almeida (Universidade Portucalense)	Rua do Estrela e Vigorosa Sport (Estrela e Rigorosa Sport)
Rua Do Dr Roberto Frias (Instituto Politécnico do Porto)	Rua da Igreja da Areosa (Igreja da Areosa)
	Rua Professor António Cruz (EB 2,3 da Areosa)
	Rua da Telheira (Agrupamento de Escolas Pêro Vaz de Caminha)

ANEXO H: CONDOMÍNIOS

Tabela H.1 Morada dos condomínios selecionados e respetivos valores referentes à área verde (m²), à quantidade de resíduos produzida em quatro dias (kg/4 dias), ao número de contentores necessários e à categoria a que se inserem

Morada	Categoria	Área Verde (m²)	Quantidade Produzida /dia (kg)	Quantidade /4 dias	N Contentores
Rua Nove De Abril	B	1798,58	32,4	129,5	1
Travessa Da Bica Velha	C	355	26,3	105,1	1
Rua De Vale Formoso	C	370	27,4	109,5	1
Rua De António José Da Silva	C	208	15,4	61,6	1
Avenida Fernão De Magalhães	C	603	44,6	178,5	1
Rua Nova Do Tronco	C	350	25,9	103,6	1
Rua De António José Da Silva	C	352	26,0	104,2	1
Rua Horácio Marçal	C	221	16,4	65,4	1
Rua Do Dr. Eduardo Santos Silva	C	450	33,3	133,2	1
Rua Do Dr. Eduardo Santos Silva	C	230	17,0	68,1	1
Praceta De Francisco Borges	C	910	67,3	269,4	2
Rua De António Borges	B	1488	26,8	107,1	1
Rua De António Borges	C	1071	79,3	317,0	3
Rua Professor António Cruz	C	317	23,5	93,8	1
Rua Da Fonte Do Outeiro	C	491	36,3	145,3	1
Rua De Vale Formoso	C	332	24,6	98,3	1
Rua professor Joaquim bastos	C	1066	78,9	315,5	3
Rua Professor Joaquim Bastos	C	493	36,5	145,9	1
Rua Professor Joaquim Bastos	C	1731	128,1	512,4	4
Rua Do Amial	C	668	49,4	197,7	2
Rua Do Amial	C	369	27,3	109,2	1
Rua Luís Neves Real	C	366	27,1	108,3	1
Rua Dos Miosótis	C	124	9,2	36,7	1
Rua Da Telheira	C	3020	223,5	893,9	7
Rua De Eurélio Da Paz Dos Reis	C	2385	176,5	706,0	6
Rua Américo Gomes	C	600	44,4	177,6	1
Rua Nova Do Tronco	C	530	39,2	156,9	1
Rua Dos Miosótis	C	329	24,3	97,4	1
Rua Dos Miosótis	C	358	26,5	106,0	1
Rua Do Salgueiral	C	252	18,6	74,6	1
Rua Do Professor António Cruz	C	906	67,0	268,2	2
Rua Dr. Eduardo Santos Silva	C	405	30,0	119,9	1
Rua Henrique De Sousa Reis	C	275	20,4	81,4	1
Rua Do Académico Futebol Club	C	1475	109,2	436,6	4
Rua Do Académico Futebol Club	C	3424	253,4	1013,5	8
Rua Do Académico Futebol Club	C	432	32,0	127,9	1
Avenida Fernão Magalhães	C	1092	80,8	323,2	3
Avenida Fernão Magalhães	C	403	29,8	119,3	1
Total				8218	69

Tabela H2 Morada dos condomínios pertencentes ao circuito B1 e das pertencentes ao circuito

CIRCUITO B1	CIRCUITO B2
Travessa Da Bica Velha	Avenida Fernão Magalhães
Rua De Vale Formoso	Avenida Fernão de Magalhães
Rua Nova Do Tronco	Rua de António José da Silva
Rua De Vale Formoso	Rua Horácio Marçal
Rua Professor Joaquim Bastos	Rua do Dr. Eduardo Santos Silva
Rua Professor Joaquim Bastos	Rua do Dr. Eduardo Santos Silva
Rua Professor Joaquim Bastos	Praceta de Francisco Borges
Rua Do Amial	Rua de António Borges
Rua Do Amial	Rua de António Borges
Rua Luís Neves Real	Rua Professor António Cruz
Rua Dos Miosótis	Rua da Fonte do Outeiro
Rua Da Telheira	Rua do Salgueiral
Rua De Eurélio Da Paz Dos Reis	Rua do Professor António Cruz
Rua Américo Gomes	Rua Dr. Eduardo Santos Silva
Rua Nova Do Tronco	Rua Henrique de Sousa Reis
Rua Dos Miosótis	Rua do Académico Futebol Club
Rua Dos Miosótis	Rua do Académico Futebol Club
Rua Nove De Abril	Rua do Académico Futebol Club
	Avenida Fernão Magalhães

