



Universidade do Porto

FEUP Faculdade de Engenharia

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Avaliação do Cumprimento e Impacte das Metas Nacionais de Prevenção de Resíduos no Sistema Lipor

Ana Sofia Pinto Alves Ribeiro

Dissertação submetida para obtenção do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE – RAMO DE GESTÃO

Presidente do Júri: Belmira de Almeida Ferreira Neto
(Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Orientador académico: Joana Maia Moreira Dias
(Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Orientador na empresa: Joana Sofia e Sousa André
(Técnica Superior de Ambiente da Divisão de Obras, Manutenção e Operações da Lipor)

Porto, Julho de 2012

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2011/2012

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO
Rua Dr. Roberto Frias
4200-465 PORTO
Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

Correio eletrónico: feup@fe.up.pt

Endereço eletrónico: <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente – 2011/2012 – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

AGRADECIMENTOS

Para a realização do presente trabalho não poderia deixar de agradecer a todas as pessoas que de certa forma me ajudaram e que sem as quais, tal não seria possível.

Assim aproveito para dizer um muito obrigada, em especial:

- À Joana André por toda a amizade, apoio incondicional e alegria com que todos os dias me deparei na Lipor.
- À Professora Joana Dias por toda a disponibilidade e apoio demonstrados fundamentais para a concretização deste trabalho.
- Ao Professor Joaquim Góis por toda a ajuda e conhecimento fornecido relativamente à formulação dos cenários de projeção.
- Aos meus pais e irmão Nuno por todos os conselhos, apoio e encorajamento.
- Ao Nuno Silva, à Lara Fraga, à Ana Santos e à Filipa Lobo por toda a amizade, carinho e incentivos demonstrados no decorrer da tese.
- A todo o pessoal da Lipor pela simpatia com que me receberam e ao bom ambiente de trabalho a que me familiarizaram.

RESUMO

O presente trabalho teve como principal objetivo a avaliação das metas de redução previstas no Projeto de Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR), assim como no Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos (PPRU), pretendendo-se avaliar o cumprimento e o impacte dessas metas no sistema Lipor, estabelecendo-se perspectivas futuras.

Destacando fundamentalmente o conceito de prevenção de resíduos, foi efetuada uma análise detalhada do PNGR e do PPRU para a obtenção das metas de produção de RU que deverão ser atingidas até 2020 e 2016, respetivamente. Realizou-se a quantificação dos resíduos urbanos (RU), e respetiva capitação, produzidos no período de 2007 a 2011, na área de influência do sistema Lipor.

Para obtenção de projeções para os anos 2016 e 2020, formularam-se três cenários distintos. No primeiro cenário (cenário 1), foi efetuada uma projeção linear da quantidade de RU para os anos futuros, com base no decorrido desde o ano de 2001. O segundo cenário (cenário 2), assemelha-se ao anterior mas considerou-se apenas o sucedido desde o ano de 2005. O terceiro cenário (cenário 3), resultou da seleção de indicadores socioeconómicos que posteriormente se agruparam num modelo estatístico de projeção através da análise multivariável dos dados. O modelo obtido utilizou como variáveis o Produto Interno Bruto (PIB) e a População. Feitas as projeções de produção de RU para os anos futuros foi necessário comparar os valores da quantidade de RU com as metas de redução propostas para os anos de 2013, 2016 e 2020 no PNGR e para os cenários “Moderado” e “PERSU II” no PPRU. Verificou-se que, de acordo com o cenário 1, apenas a meta de redução para o ano de 2020 proposta pelo PNGR não será cumprida. Por outro lado, no caso do cenário 2 tanto as metas de redução para os anos de 2016 e 2020 do PNGR, como a do cenário “Moderado” do PPRU não serão cumpridas. Pelo contrário, o cenário 3 tornou-se o mais desfavorável dos três, não cumprindo qualquer uma das metas estabelecidas.

Partindo do desvio entre a quantidade de RU projetada e a quantidade de RU ideal imposta pelas metas, foram estabelecidas medidas adicionais de prevenção da produção de RU (com um determinado potencial de redução associado) tendo por base a metodologia do projeto ACR⁺, considerando a fração indiferenciada. Verificou-se que, com a aplicação dessas medidas à totalidade da população abrangida pelo sistema Lipor, apenas três das metas de redução propostas relativas ao cenário 3 não seriam cumpridas. Devido à importância das medidas de redução dos resíduos orgânicos (pela sua grande expressão no total), estas foram também alvo de uma análise mais detalhada com vista a cumprir o que não seria passível de cumprimento com as medidas adicionais previamente avaliadas, sendo que se verificou dificuldade no cumprimento de algumas.

Através do estudo efetuado foi possível comprovar a importância e o impacto das ações de prevenção de resíduos, assim como estabelecer um cenário de previsão do futuro do sistema Lipor neste âmbito.

PALAVRAS – CHAVE

Prevenção, Resíduos Urbanos, Plano Nacional de Gestão de Resíduos, Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos, Projeção, Potencial de Redução.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the reduction targets set out in the Draft of the National Plan for Waste Management (PNGR) and in the Program for Prevention of Municipal Waste (PPRU), and assess the implementation and impact of the related targets in the Lipor system, setting up future prospects.

Highlighting fundamentally the concept of waste prevention, a detailed analysis of PNGR and of PPRU was made to obtain the MSW production targets to be achieved in 2020 and 2016, respectively. The quantification of the waste (MSW) was performed (total amount and per capita), from 2007 to 2011, in the area of Lipor system influence.

To obtain projections for the years 2016 and 2020, three different scenarios were formulated. In the first scenario (scenario 1), linear projection of the amount of MSW generated in future years was made, based on data since the year 2001. The second scenario (scenario 2), considered only data since the year 2005. The third scenario (scenario 3) resulted from the selection of economic indicators, which were subsequently grouped, in a statistical model of projection through multivariate analysis of data. The obtained model used as variables the Gross Domestic Product (GDP) and the population. When the projections of MSW production for future years were made, it was necessary to compare them with the proposed reduction targets for the 2013, 2016 and 2020 years, considering the PNGR and the "Moderate" and the "PERSU II" scenarios of the PPRU. It was found that, according to scenario 1, only the reduction target for the year 2020 proposed by PNGR would not be fulfilled. On the other hand, in scenario 2, both the reduction targets in the PNGR for the years 2016 and 2020 and the targets of "Moderate" scenario from PPRU would not be fulfilled. The third scenario was the worst of the three, not fulfilling any of the targets.

From the difference between the projected amount of MSW and the ideal amount imposed by the targets, measures were considered to reduce further the production of urban waste (considering a specific reduction potential) based on the methodology of the ACR⁺ project, considering the commingled fraction. It was found that, by applying the proposed measures to the entire population covered by the Lipor system, only three reduction targets proposed for the third scenario still would not be met. Due to the importance of the measures to reduce organic waste (due to its high expression in total amount of waste), this was also the subject of further analysis, aiming to fulfill the targets that were not accomplished with the additional measures previously evaluated; difficulties were encountered in meeting some of the targets.

Through the present study, it was possible to prove the importance and impact of waste prevention measures, as well as to establish future scenarios for the Lipor system within this matter.

KEY – WORDS

Prevention, Municipal Solid Waste, National Plan for Waste Management, Program for Prevention of Municipal Waste, Projection, Reduction Potential

Índice Geral

| | |
|---|------------|
| AGRADECIMENTOS | V |
| RESUMO | VII |
| ABSTRACT | IX |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. ENQUADRAMENTO | 1 |
| 1.2. OBJETIVOS | 10 |
| 1.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA TESE | 11 |
| 1.4. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL | 12 |
| 1.4.1. Sistemas de Gestão de RU..... | 12 |
| 1.4.2. Composição Física Média dos RU em Portugal | 13 |
| 1.5. O SISTEMA LIPOR | 14 |
| 1.5.1. Resíduos Urbanos da Recolha Seletiva | 19 |
| 1.5.2. Resíduos Urbanos Indiferenciados..... | 20 |
| 2. METODOLOGIA | 25 |
| 2.1. RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS DOS RU NA LIPOR | 25 |
| 2.2. SELEÇÃO DE INDICADORES | 26 |
| 2.3. PROJEÇÕES DA PRODUÇÃO DE RU | 27 |
| 2.3.1. Formulação de Cenários..... | 27 |
| 2.4. METAS QUANTITATIVAS | 31 |
| 2.4.1. PNGR | 32 |
| 2.4.2. PPRU | 32 |
| 2.5. ESTABELECIMENTO DAS MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE RU | 32 |
| 2.5.1. Projeto ACR ⁺ | 32 |
| 2.5.2. Projeto ACR ⁺ adaptado ao Sistema Lipor | 33 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 37 |
| 3.1. RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS DOS RU NA LIPOR | 37 |
| 3.2. SELEÇÃO DE INDICADORES | 38 |
| 3.3. PROJEÇÕES DA PRODUÇÃO DE RU | 39 |
| 3.3.1. Formulação de Cenários..... | 39 |
| 3.4. METAS QUANTITATIVAS | 42 |
| 3.4.1. PNGR | 43 |
| 3.4.2. PPRU | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5. ESTABELECIMENTO DAS MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE RU..... | 49 |
| 3.5.1. PNGR | 49 |
| 3.5.2. PPRU | 54 |
| 3.6. ESTABELECIMENTO DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO NA FILEIRA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS..... | 58 |
| 4. CONCLUSÕES..... | 63 |
| 5. RECOMENDAÇÕES E OPORTUNIDADES DE MELHORIA | 65 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 67 |
| ANEXOS | 71 |
| ANEXO A – HÁBITOS DOS CONSUMIDORES ANALISADOS NO CASO DE ESTUDO 2 DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 73 |
| ANEXO B – OBJETIVOS OPERACIONAIS APRESENTADOS NO PLANO NACIONAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS . | 75 |
| ANEXO C – PROJETOS DE RECOLHA SELETIVA MULTIMATERIAL..... | 77 |
| ANEXO D – COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DOS RU INDIFERENCIADOS NO ANO DE 2009 | 79 |
| ANEXO E – COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DOS RU INDIFERENCIADOS NO ANO DE 2007 | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 - HIERARQUIA DAS OPERAÇÕES DE GESTÃO DE RESÍDUOS (DIRECTIVA 2008/98/CE, 2008)..... | 2 |
| FIGURA 2 - PRODUÇÃO E CAPITAÇÃO DIÁRIA DE RU EM PORTUGAL CONTINENTAL (APA, 2011). | 6 |
| FIGURA 3 - NÍVEIS DE PLANEAMENTO ESTRATÉGICO NO SETOR DA GESTÃO DE RESÍDUOS (PINHEIRO E FERRÃO, 2011). | 7 |
| FIGURA 4 - SISTEMAS DE GESTÃO DE RU (MULTIMUNICIPAIS (MAIÚSCULAS) E INTERMUNICIPAIS) EM PORTUGAL CONTINENTAL (AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, OUTUBRO 2011). | 12 |
| FIGURA 5 - COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DOS RU EM PORTUGAL CONTINENTAL NO ANO DE 2011 (APA, 2012). | 13 |
| FIGURA 6 – POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO DO SISTEMA LIPOR (LIPOR S. I., 2005). | 14 |
| FIGURA 7 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO TOTAL E DA CAPITAÇÃO ANUAL DE RU NA LIPOR NO PERÍODO DE 2007 A 2011..... | 18 |
| FIGURA 8 - COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DOS RU RECEBIDOS PELA LIPOR NO ANO DE 2011. | 19 |
| FIGURA 9 - COMPOSIÇÃO DOS RU ENVIADOS PARA RECICLAGEM NO PERÍODO DE 2007 A 2011..... | 19 |
| FIGURA 10 – RESÍDUOS RECOLHIDOS PELA LIPOR PARA VALORIZAÇÃO ORGÂNICA NO PERÍODO DE 2007 A 2011. | 20 |
| FIGURA 11 - COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DOS RU DA FRAÇÃO INDIFERENCIADA RECECIONADOS NO SISTEMA LIPOR NO ANO DE 2011 (LIPOR, 2011; LIPOR, 2011)..... | 21 |
| FIGURA 12 - COMPOSIÇÃO DOS RU INDIFERENCIADOS RECOLHIDOS PELA LIPOR NO PERÍODO DE 2007 A 2011. | 22 |
| FIGURA 13 - DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS INDIFERENCIADOS RECOLHIDOS PELA LIPOR NO PERÍODO DE 2007 A 2011..... | 23 |
| FIGURA 14 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA OBTIDA ATRAVÉS DO <i>SOFTWARE</i> ANDAD. | 29 |
| FIGURA 15 - PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE RU NO CENÁRIO 1. | 39 |
| FIGURA 16 - PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE RU NO CENÁRIO 2. | 40 |
| FIGURA 17 - PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE RU NO CENÁRIO 3. | 41 |
| FIGURA 18 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS METAS PROPOSTAS PELO PNGR PARA OS TRÊS CENÁRIOS..... | 43 |
| FIGURA 19 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA META PROPOSTA PELO PPRU (CENÁRIO "MODERADO") PARA OS TRÊS CENÁRIOS. | 46 |
| FIGURA 20 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA META PROPOSTA PELO PPRU (CENÁRIO "PERSU II") PARA OS TRÊS CENÁRIOS. | 47 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 - SELEÇÃO DE ESTUDOS DE APLICAÇÃO DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE RESÍDUO..... | 4 |
| TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS MUNICÍPIOS ASSOCIADOS À ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SISTEMA LIPOR PARA O ANO DE 2011 (INE, 2011) | 16 |
| TABELA 3 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE RU NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA LIPOR NO PERÍODO DE 2007 A 2011 (LIPOR S. I., 2005) | 17 |
| TABELA 4 - PRODUÇÃO ANUAL DE RU POR HABITANTE PARA CADA MUNICÍPIO DE 2007 A 2011 (LIPOR S. I., 2005) | 17 |
| TABELA 5 – INDICADORES/VARIÁVEIS CONSIDERADOS NAS PROJEÇÕES EFETUADAS (INE, 2010) | 29 |
| TABELA 6 – ESTIMATIVAS DAS VARIÁVEIS PARA ANOS FUTUROS, A APLICAR NO MODELO DESENVOLVIDO (INE, 2009; OCDE, 2009) (MATEUS) (BANCO DE PORTUGAL, 2009) (EUROPEAN COMMISSION, 2009)..... | 31 |
| TABELA 7 - METAS ACR ⁺ (ACR+, 1994; AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, 2009)..... | 34 |
| TABELA 8 - ADAPTAÇÃO E APLICABILIDADE DAS MEDIDAS DE PREVENÇÃO PROPOSTAS PELO ACR ⁺ À FRAÇÃO INDIFERENCIADA RECEBIDA NA LIPOR. | 35 |
| TABELA 9 - QUANTIDADE TOTAL DE RU CONTABILIZADOS RECEBIDOS PELA LIPOR DE 2007 A 2011..... | 37 |
| TABELA 10 - QUANTIDADE TOTAL DE RU DA FRAÇÃO INDIFERENCIADA RECEBIDOS PELA LIPOR DE 2007 A 2011 | 37 |
| TABELA 11 – CAPITAÇÃO ANUAL DE RU POR HABITANTE PARA CADA MUNICÍPIO DE 2007 A 2011 | 38 |
| TABELA 12 – PRODUÇÃO ANUAL DE RU DA FRAÇÃO INDIFERENCIADA POR HABITANTE PARA CADA MUNICÍPIO DE 2007 A 2011 | 38 |
| TABELA 13 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS RELATIVOS À RETA DE REGRESSÃO LINEAR OBTIDA NO CENÁRIO 1..... | 39 |
| TABELA 14 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS RELATIVOS À REGRESSÃO OBTIDA NO CENÁRIO 2..... | 40 |
| TABELA 15 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS RELATIVOS À REGRESSÃO OBTIDA NO CENÁRIO 3..... | 41 |
| TABELA 16 - RESULTADOS DAS PROJEÇÕES DA PRODUÇÃO DE RU DE ACORDO COM OS DIFERENTES CENÁRIOS, PARA OS ANOS A QUE SE REFEREM AS METAS DO PNGR E DO PPRU | 42 |
| TABELA 17 - QUANTIDADE ESTIMADA DE RU PARA OS DIFERENTES CENÁRIOS E METAS PROPOSTAS PELO PNGR | 44 |
| TABELA 18 - VALOR DA CAPITAÇÃO ANUAL ESTIMADA E METAS PROPOSTAS PELO PNGR..... | 45 |
| TABELA 19 - QUANTIDADE ESTIMADA DE RU PARA OS DIFERENTES CENÁRIOS E META PROPOSTA PELO PPRU (CENÁRIO "MODERADO") | 47 |
| TABELA 20 - VALOR DA CAPITAÇÃO ANUAL ESTIMADA E META PROPOSTA PELO PPRU (CENÁRIO "MODERADO") | 47 |
| TABELA 21 - QUANTIDADE ESTIMADA DE RU E META PROPOSTA PELO PPRU (CENÁRIO "PERSU II")..... | 48 |
| TABELA 22 - VALOR DA CAPITAÇÃO ANUAL ESTIMADA E META PROPOSTA PELO PPRU (CENÁRIO "PERSU II") | 48 |
| TABELA 23 - CAPITAÇÃO ANUAL DA FRAÇÃO INDIFERENCIADA DE RU RECEBIDOS PELA LIPOR..... | 50 |
| TABELA 24 - MEDIDAS DE PREVENÇÃO E RESPECTIVOS POTENCIAIS DE REDUÇÃO PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS PROPOSTAS PELO PNGR DE ACORDO COM O CENÁRIO 1 | 50 |
| TABELA 25 - MEDIDAS DE PREVENÇÃO E RESPECTIVOS POTENCIAIS DE REDUÇÃO PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS PROPOSTAS PELO PNGR DE ACORDO COM O CENÁRIO 2 | 51 |
| TABELA 25 - MEDIDAS DE PREVENÇÃO E RESPECTIVOS POTENCIAIS DE REDUÇÃO PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS PROPOSTAS PELO PNGR DE ACORDO COM O CENÁRIO 2 (CONTINUAÇÃO) | 52 |

| | |
|--|----|
| TABELA 26 - MEDIDAS DE PREVENÇÃO E RESPETIVOS POTENCIAIS DE REDUÇÃO PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS PROPOSTAS PELO PNGR DE ACORDO COM O CENÁRIO 3 | 53 |
| TABELA 27 - CAPITAÇÃO ANUAL DA FRAÇÃO INDIFERENCIADA DE RU RECEBIDOS PELA LIPOR..... | 54 |
| TABELA 28 - MEDIDAS DE PREVENÇÃO E RESPETIVOS POTENCIAIS DE REDUÇÃO PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS PROPOSTAS PELO PPRU (CENÁRIO "MODERADO") DE ACORDO COM OS CENÁRIOS 2 E 3..... | 55 |
| TABELA 29 - MEDIDAS DE PREVENÇÃO E RESPETIVOS POTENCIAIS DE REDUÇÃO PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS PROPOSTAS PELO PPRU (CENÁRIO "PERSU II") DE ACORDO COM O CENÁRIO 3 | 56 |
| TABELA 30 - RESULTADOS OBTIDOS APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS DE PREVENÇÃO | 57 |
| TABELA 31 - DADOS OBTIDOS PARA O CÁLCULO DO NÚMERO DE COMPOSTORES | 59 |
| TABELA 32 - NÚMERO DE COMPOSTORES NECESSÁRIO PARA A OBTENÇÃO DOS POTENCIAIS DE REDUÇÃO ESTIPULADOS | 60 |
| TABELA 33 - NÚMERO DE COMPOSTORES NECESSÁRIOS PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS PROPOSTAS PELO PNGR | 61 |
| TABELA 34 - NÚMERO DE COMPOSTORES NECESSÁRIOS PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS PROPOSTAS PELO PPRU (CENÁRIO "MODERADO")..... | 61 |

ABREVIATURAS

RU – Resíduos Urbanos

PNGR – Plano Nacional de Gestão de Resíduos

PPRU – Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos

PERSU – Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos

CVO – Central de Valorização Orgânica

CVE – Central de Valorização Energética

C&D – Construção e Demolição

REEE – Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos

PIB – Produto Interno Bruto

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Os efeitos do crescimento da população a nível mundial traduzem-se num aumento explosivo do consumo de serviços e produtos. Por sua vez, este aumento reflete-se na quantidade de resíduos gerados que tem vindo a aumentar ao longo do tempo.

Para a construção de uma sociedade sustentável nas suas três vertentes, social, económica e ambiental, o planeamento da gestão de resíduos constitui um dos pilares fundamentais. Nesse âmbito, a implementação de metodologias que visem a redução da quantidade de resíduos produzida é fundamental. A redução é, efetivamente, considerada como uma estratégia prioritária no âmbito da gestão de resíduos, e tal encontra-se explicitado na hierarquia das operações de gestão dos resíduos estabelecida legalmente a nível Europeu (Directiva 2008/98/CE, 2008). A hierarquia da gestão dos resíduos apresenta uma ordem de prioridades que constitui geralmente a melhor opção a nível ambiental no planeamento de resíduos (Figura 1). Nesta, a redução encontra-se no topo, constituindo por isso a estratégia mais importante, uma vez que prevê a redução da quantidade e/ou perigosidade dos resíduos gerados (naturalmente que a melhor forma de reduzir os problemas que resultam da geração de resíduos é evitar ao máximo que estes se produzam). Deste modo, para que a obtenção da redução dos resíduos produzidos seja possível, surge um conceito fundamental no planeamento da gestão de resíduos: a prevenção. De acordo com a hierarquia das operações de gestão de resíduos, esta é seguida (sempre que viável do ponto de vista ambiental, económico e tecnológico) pela preparação para a reutilização, a reciclagem, outros tipos de valorização e por fim a eliminação.



Figura 1 - Hierarquia das operações de Gestão de Resíduos (Directiva 2008/98/CE, 2008).

A prevenção de resíduos pode assim ser definida como um conjunto de medidas que visem reduzir tanto a quantidade de resíduos em si, como os próprios efeitos nocivos que estes possam causar ao nível do ambiente e da saúde humana, ou seja, possui tanto uma dimensão quantitativa como uma dimensão qualitativa. Assim, pretende-se que as medidas redutoras permitam, nomeadamente:

- Reduzir a quantidade de resíduos gerados, sejam estes reaproveitados, prolongando o seu ciclo de vida útil, ou não;
- Minorar o teor das substâncias prejudiciais presentes nos produtos que posteriormente se transformarão em resíduos;
- Minimizar os efeitos nocivos que os resíduos possam provocar na atividade humana e na saúde ambiental.

A prevenção de resíduos é importante uma vez que através desta ocorrem poupanças significativas de materiais, consumos energéticos bem como os próprios custos da deposição final dos resíduos, quando aplicável. A prevenção traduz-se em inúmeros benefícios ambientais ao longo do ciclo de vida dos produtos, conduzindo também a benefícios económicos e sociais. Assim, evitando a geração de resíduos reduz-se a necessidade de novos investimentos económicos bem como a utilização de energia para, entre outros, recolher, armazenar, processar e valorizar/eliminar tudo o que se transformaria em resíduo.

No âmbito das entidades responsáveis pela gestão dos resíduos, esta redução poder-se-á traduzir em: i) menor número de veículos de recolha de resíduos (menores custos e redução da poluição atmosférica); ii) menor necessidade de ajustes nos equipamentos de gestão sejam estes centrais de triagem e valorização e; iii) redução do espaço necessário para a deposição controlada em aterro (levando à redução dos impactes ambientais, sociais e económicos associados a este tipo de tecnologia).

Internacionalmente, existem estudos que incidem sobre a prevenção de resíduos e suas consequências a nível ambiental, social e económico. Nesse sentido, fez-se um levantamento dos estudos atuais, cuja seleção se apresenta na Tabela 1. Estes estudos fundamentam-se essencialmente na aplicação de medidas de prevenção de resíduos onde se quantificam determinados indicadores seguindo diferentes metodologias.

Um estudo realizado em Viena (estudo 1 na Tabela 1), realça a aplicação de medidas de prevenção com diferentes potenciais de redução, aplicados a diferentes fluxos de resíduos urbanos (RU), tais como a rejeição de publicidade não endereçada, a fixação de quotas de recarga em embalagens, a utilização de fraldas reutilizáveis, o envio de sobras de comida para o Banco Alimentar e a utilização de materiais reutilizáveis em eventos, encontrando-se, por isso, dividido em quatro partes. O segundo estudo foi realizado em três cidades distintas do Japão, destacando os hábitos dos consumidores para a importância da prevenção de RU, e qual ou quais destes hábitos são mais praticados pela população, tais como a utilização do próprio saco para compras, a compostagem caseira, a compra de artigos em segunda mão ou a utilização de contentores.

O terceiro estudo, realizado em África do Sul, destaca a importância de instrumentos económicos na gestão e prevenção de RU, sugerindo três exemplos de medidas a implementar, incluindo o produto com valor acrescentado, a aplicação de uma taxa de retorno a um determinado produto e a cobrança de quotas consoante a quantidade de resíduos produzidos. Por último, o quarto estudo apresentado sugere três hipóteses de melhoria em pequenas e médias empresas, tais como a otimização de serviços, a substituição de materiais e a reutilização de produtos, utilizando uma metodologia diferente das anteriores. As principais conclusões obtidas em cada um dos estudos selecionados encontram-se também apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Seleção de estudos de aplicação de medidas de prevenção de resíduos

| Estudo | Local | Medidas de Prevenção | Indicadores | Metodologia | Principais Conclusões |
|--|---------------|---|--|---|--|
| [1] - Aplicação de potenciais para a redução de RU (Salhofer, Obersteiner, Schneider, Lebersorger, 2007) | Áustria | Rejeição de publicidade não desejada; Informação sobre publicidade não endereçada | Quantidade (kg) de papel poupado por habitante e por ano | Cálculo do potencial de prevenção | Redução na fonte de 9,4 kg/(hab.ano) de resíduos (capitação anterior: 28,0 kg/(hab.ano)) |
| | | Fixação de quotas de recarga em embalagens de bebida de vidro, plástico e metal | Quantidade (kg) de embalagens reutilizadas por habitante e por ano | Cálculo do potencial de prevenção | Redução de 23,7 kg/(hab.ano) de resíduos (capitação anterior: 36,4 kg/(hab.ano)) |
| | | Utilização de fraldas reutilizáveis | Quantidade (kg) de fraldas reutilizadas por habitante e por ano | Cálculo do potencial de prevenção | Redução de 2,0 kg/(hab.ano) de resíduos (capitação anterior: 13,3 kg/(hab.ano)) |
| | | Banco de Alimentos | Quantidade (kg) de comida reaproveitada por habitante e por ano | Cálculo do potencial de prevenção | Redução na fonte de 3,3 kg/(hab.ano) de resíduos (capitação anterior: 35,6 kg/(hab.ano)) |
| | | Utilização de materiais reutilizáveis em eventos (pratos, copos) | Quantidade (kg) de material reutilizado por habitante e por ano | Cálculo do potencial de prevenção | Redução de 0,8 kg/(hab.ano) de resíduos (capitação anterior: 5,5 kg/(hab.ano)) |
| [2] - Comparação sociodemográfica de comportamentos de prevenção de resíduos em diferentes regiões (Kurusu e Bortoleto, 2010) | Japão | Hábitos do consumidor (Ver ANEXO A) | Quantidade de material poupado/reutilizado/reparado por habitante; Nº de contentores utilizado por habitante; Nº de utilizadores do sistema de compostagem caseira | Realização de inquéritos a três regiões distintas | Medidas de prevenção com maior adesão: utilização do próprio saco para compras e aquisição de embalagens de bebida reutilizáveis; Medidas de prevenção com menor adesão: compostagem caseira e reutilização de utensílios de cozinha |
| [3] - Implementação de instrumentos económicos para a gestão de RU (Nahmana e Godfreyb, 2009) | África do Sul | Produto com valor acrescentado; Taxa de retorno aplicada a um produto; Cobrança baseada na quantidade de resíduos gerados | Quantidade de resíduos evitados por habitante; Quantidade de resíduos não enviados para aterro por habitante; Volume/peso dos resíduos por habitante | Realização de questionários | Incentivo à reutilização e à reciclagem; Taxa de retorno aplicada a um produto é a medida com maior adesão |
| [4] - A avaliação quantitativa da prevenção de resíduos a nível das pequenas e médias empresas (Laner e Rechberger, 2008) | Áustria | Otimização de serviços; Substituição de materiais; Reutilização de produtos | Contribuição de cada bem para uma determinada categoria de impacto, por exemplo: para a categoria do potencial de aquecimento global (kg CO ₂ eq./kg); Quantidade evitada de produção de resíduos (%) | Aplicação da ferramenta Avaliação do Ciclo de Vida (ACV); Medição da diferença na quantidade de resíduos antes e após a implementação | O alumínio é o material com maior impacto ambiental. Redução da produção de resíduos, utilizando a otimização em 23%, utilizando a substituição de materiais em 38% e aplicando a reutilização em 12%. |

Verifica-se que as medidas implementadas de prevenção de resíduos têm, de facto, um potencial redutor que se traduz na diminuição significativa da produção anual de RU como é o caso do estudo 1 que apresentou reduções de 9,4 kg/(hab.ano) da capitação com a rejeição de publicidade não endereçada, 23,7 kg/(hab.ano) da capitação com a fixação de quotas de recarga em embalagens, 2,0 kg/(hab.ano) da capitação com a utilização de fraldas reutilizáveis, 3,3 kg/(hab.ano) da capitação com o envio de sobras de comida para o Banco Alimentar e 0,8 kg/(hab.ano) com a utilização de materiais recicláveis em eventos, concluindo-se que a medida com maior potencial redutor foi a implementação da fixação de quotas de recarga em embalagens de bebida. Os estudos 2 e 3 incidem nas medidas de prevenção qualitativamente, ou seja, não especificam as quantidades que se conseguiu diminuir, mas sim quais das medidas implementadas beneficiam de uma melhor aceitação por parte da população, que nestes casos foram a utilização do próprio saco para compras e a aquisição de embalagens de bebida reutilizáveis relativamente ao primeiro estudo e a taxa de retorno aplicada a um produto no caso do segundo estudo referido.

O estudo 4, incide também no cálculo de potenciais de redução mas aplicados a empresas, verificando-se que com a otimização dos serviços se consegue uma redução da produção de resíduos em cerca de 23 %, com a substituição de materiais consegue-se uma redução de cerca de 38 % e reutilizando determinados produtos atinge-se uma redução de 12 %, verificando-se a grande influência que os materiais possuem no que diz respeito à produção de resíduos. Relativamente aos indicadores, é possível verificar que praticamente todos os estudos utilizam a capitação anual como indicador preferencial. É importante a aplicação deste indicador uma vez que as medidas a implementar são quantificadas pelo número de habitantes a que se destinam, traduzindo-se deste modo numa redução da produção de RU também por habitante.

As metodologias utilizadas diferem entre si dependendo do que se pretende analisar. Assim, quando se pretende quantificar o efeito da aplicação das medidas de prevenção calcula-se o potencial de redução, como é o caso do que se pretende realizar no presente trabalho. Há, contudo, outras possibilidades de metodologias a implementar, como é o caso dos estudos 2 e 3 que se focam em aspetos sociais e utilizam a realização de inquéritos que a população regional pode responder, determinando deste modo quais as medidas de prevenção a que os habitantes aderem com mais facilidade. Por último, no estudo 4 é utilizada uma metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida, que permite identificar

qual a fase do ciclo de vida de um produto que causa um maior impacte ambiental, podendo ajudar os responsáveis pelas tomadas de decisão na seleção de produtos, com vista à redução dos referidos impactes. Neste caso em particular, verificou-se que os resíduos de alumínio, se não sofrerem qualquer processo de reciclagem, são os maiores causadores de impacte ambiental, devendo por isso substituir-se os materiais compostos por alumínio por um material reciclável. Apesar desta ferramenta não ser utilizada no âmbito do presente trabalho, considerou-se relevante a sua referência.

A nível nacional, a produção de RU tem vindo a aumentar significativamente ao longo dos últimos anos, reflexo dos hábitos de consumo da população também cada vez maiores, bem como da economia do próprio país (Figura 2).

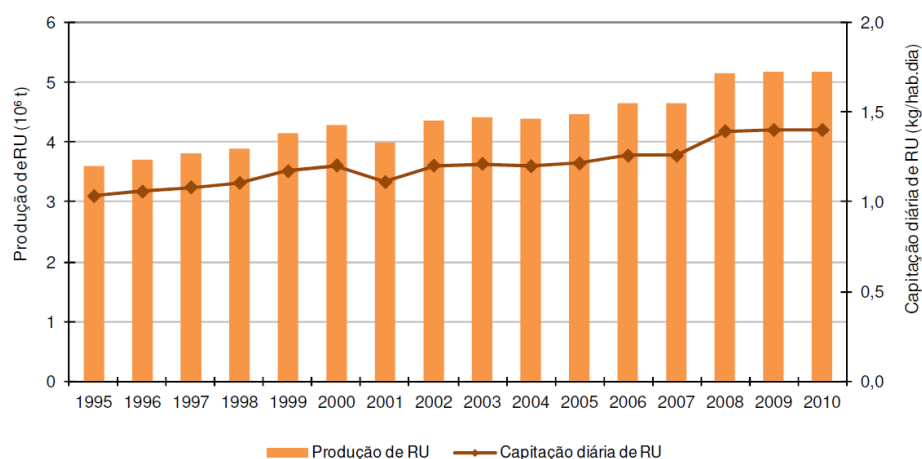


Figura 2 - Produção e capitação diária de RU em Portugal Continental (APA, 2011).

Atualmente, existe um conjunto vasto de entidades responsáveis pela gestão destes resíduos, que integram serviços de recolha, transporte, armazenamento, tratamento, valorização e destino final dos RU, em articulação com diferentes operadores de gestão de resíduos que realizam o encaminhamento de alguns fluxos específicos.

Uma análise cuidada e pormenorizada da evolução da produção de RU é fundamental para o estabelecimento de requisitos legais realistas que permitam uma gestão mais eficiente dos mesmos, nomeadamente com vista à redução, e para que sejam definidas estratégias por parte dos sistemas que os gerem.

De facto, as políticas de ambiente têm vindo a receber a devida relevância nas últimas décadas, sendo atualmente essenciais para o desenvolvimento de uma sociedade

sustentável. No contexto destas políticas, os resíduos merecem especial atenção, fazendo parte de uma das quatro áreas prioritárias da União Europeia, juntamente com os recursos naturais.

Em Portugal, as políticas de gestão de resíduos surgiram ligadas a vários planos específicos, sobretudo a partir da década de 90. Como exemplos mais relevantes destes planos de âmbito sectorial destacam-se o Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU), o Plano Estratégico de Resíduos Hospitalares (PERH), o Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais (PESGRI) e o Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos (PPRU) (Pinheiro e Ferrão, 2011). Contudo, para se conseguir uma gestão sustentável dos resíduos é necessária a formalização de uma estratégia orientadora e abrangente que garanta uma política nacional de resíduos. Com a aprovação do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, que foi recentemente modificado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho, relativo ao regime jurídico de gestão de resíduos, ficou estabelecido que se elaborasse então um Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR), que apresentasse de forma sistemática os vários aspetos relacionados com a gestão dos recursos naturais (Decreto nº 178/2006; Decreto-Lei nº 73/2011). Contudo, este Plano ainda não se encontra formalizado, existindo atualmente sob a forma de Projeto de Plano Nacional de Gestão de Resíduos. Devido ao imposto no mesmo Decreto-Lei, que estabelece que o PNGR deve ser um documento estratégico de carácter macro, este deve refletir objetivos e disposições, visando orientar a gestão de resíduos no futuro bem como o desenvolvimento de planos setoriais específicos para cada área de atividade produtora de resíduos, tal como se apresenta na Figura 3.



Figura 3 - Níveis de planeamento estratégico no setor da gestão de resíduos (Pinheiro e Ferrão, 2011).

Os planos Nacionais com especial enfoque na redução da produção de resíduos, em particular de RU, nomeadamente, os que definem o estabelecimento de metas estratégicas, são o Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR) e o Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos (PPRU).

O projeto de um PNGR surgiu com a aprovação do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, recentemente alterado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho, relativo ao regime jurídico de gestão de resíduos, que constitui um elemento determinante neste setor, tal como já foi referido. Desta forma, foi delegado pelo Governo na Agência Portuguesa do Ambiente (APA), enquanto Autoridade Nacional de Resíduos (ANR), o encargo de garantir a formulação do referido Plano (APA, 2012; Decreto-Lei nº 178/2006; Decreto-Lei nº 73/2011).

Numa primeira parte, o PNGR apresenta a evolução das políticas de gestão de resíduos nos últimos anos, analisando os planos e programas nacionais de gestão de resíduos existentes a nível europeu e sintetizando a situação atual do país. Adicionalmente, e em conformidade com a Directiva Quadro Resíduos, Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro, transposta pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, este Plano inclui ainda as medidas a implementar para melhorar as operações de preparação para a reutilização, a reciclagem, a valorização e a eliminação de resíduos.

No sentido da concretização dos princípios enunciados no Decreto-Lei n.º 73/2011, o PNGR estabelece objetivos estratégicos, de âmbito nacional, com vista a atingir determinadas metas estratégicas até ao ano de 2020. Tomando como referência o ano de 2009, o cenário adaptado pelo PNGR tem em conta as seguintes metas estratégicas:

- a) Meta 2013: redução de 5 % na produção total de resíduos para o ano de 2013, relativamente a 2009;
- b) Meta 2016: redução de 13 % na produção total de resíduos para o ano de 2016, relativamente a 2009;
- c) Meta 2020: redução de 20 % na produção total de resíduos para o ano de 2020, relativamente a 2009.

Para que seja verificado o cumprimento das metas apresentadas, o PNGR apresenta um modelo que assenta em nove objetivos operacionais a alcançar através da concretização de ações definidas para cada um destes (ANEXO B). Estes objetivos operacionais concorrem para o cumprimento dos objetivos estratégicos em que Portugal deve estar assente: a

promoção da eficiência da utilização de recursos naturais na economia e a prevenção ou redução dos impactes adversos decorrentes da produção e gestão de resíduos.

O PNGR traz então uma nova visão para a gestão dos RU, com vista a substituir e/ou otimizar os recursos materiais e energéticos, incorporando-os de novo, sempre que for económica e tecnologicamente viável, nos bens e produtos (Pinheiro e Ferrão, 2011).

O PPRU surgiu enquadrado no âmbito da Directiva Quadro Resíduos assim como no Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos - PERSU II, publicado pela Portaria n.º 187/2007. Estes dois documentos de política e gestão ambiental preconizam a elaboração de planos de prevenção autónomos ou integrados noutros planos de resíduos, a nível global ou nacional (Despacho nº 3227/2010; Decreto-Lei nº 178/2006; Decreto-Lei nº 73/2011; Directiva 2008/98/CE, 2008; PERSU II, 2007).

O PPRU traduz-se num contributo ativo e pró-ativo que tem como objetivos principais a dissociação do crescimento económico da crescente geração de resíduos, bem como a minimização dos impactes negativos da gestão destes no ambiente, procurando assim contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Para isto, este Programa toma como situação de referência, o ano de 2007 no qual identifica os principais desafios e fatores condicionantes, definindo prioridades e intervenientes, propondo para Portugal uma estratégia de prevenção de resíduos urbanos. Tendo por base estatísticas disponíveis assim como o conhecimento empírico resultante de projetos existentes na área da prevenção dos resíduos urbanos, o PPRU estabelece metas gerais de redução da quantidade de resíduos produzidos bem como metas específicas para determinadas frações/fluxos a atingir em 2016. Com base em determinados pressupostos tomados para a obtenção das metas estabelecidas foram considerados quatro cenários:

- a) Cenário “Optimista” (o qual corresponde, em 2016, a uma redução de 21 % da capitação diária, relativamente a 2007);
- b) Cenário “Moderado” (o qual corresponde, em 2016, a uma redução de 10 % da capitação diária, relativamente a 2007);
- c) Cenário “PERSU II” (o qual corresponde, em 2016, a uma redução de 1,4 % da capitação diária, relativamente a 2007);
- d) Cenário “BaU” (“business-as-usual”) (o qual corresponde, em 2016, a um aumento de 1,9 % da capitação diária, relativamente a 2007).

A análise global dos quatro cenários apresentados pelo PPRU conduziu à seleção do cenário “Moderado” como o mais provável de realmente ocorrer, atendendo à realidade nacional. Assim, relativamente apenas ao cenário moderado, identificaram-se medidas de prevenção aplicáveis aos principais intervenientes do sistema, tendo em conta a composição média física dos RU assim como a capacidade de intervenção de cada grupo de atores, com vista ao alcance da meta proposta (Agência Portuguesa do Ambiente, 2009).

A interpretação destes planos e o cumprimento das metas propostas por parte do Sistema de Gestão de Resíduos da Lipor é o principal objetivo da presente dissertação, sendo que os objetivos específicos e meios de concretização se apresentam discriminados de seguida.

1.2. Objetivos

O presente trabalho incidiu sobre as metas estratégicas de redução de resíduos urbanos descritas no Plano Nacional de Gestão de Resíduos, bem como no Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos, visando uma avaliação do impacte e cumprimento destas quando adaptadas ao sistema Lipor.

Relativamente aos cenários apresentados no PNGR, todas as metas de redução foram analisadas. No que diz respeito ao PPRU, apenas dois cenários foram avaliados: o “Moderado”, uma vez que é considerado pelo próprio PPRU como o cenário que melhor se adequa à realidade nacional, e o “PERSU II”, por ser o documento legal que se encontra em vigor, pretendendo-se por isso verificar a sua validade.

Para tal, realizou-se uma avaliação detalhada do PNGR, do PPRU e da produção de resíduos urbanos e respetiva capitação na área de influência do sistema Lipor para os anos de referência de 2007 e 2009.

Seguiu-se a realização de uma projeção da produção de resíduos recolhidos pela Lipor para os anos futuros dos referidos planos (2016 e 2020), recorrendo a diferentes cenários, verificando posteriormente se as metas descritas em ambos os documentos serão atingidas.

Com base nos objetivos de redução estabelecidos foi finalmente realizada uma análise crítica dos resultados obtidos, seguindo-se propostas de medidas de prevenção a implementar, bem como do seu potencial de redução com vista ao cumprimento das metas

estabelecidas. Devido à grande quantidade de resíduos orgânicos presentes na fração indiferenciada dos RU recolhidos, uma análise mais detalhada sobre esta fileira e o seu impacto na redução dos RU foi também realizada.

1.3. Estrutura e Organização da Tese

O primeiro capítulo apresenta o enquadramento ao tema da prevenção de resíduos urbanos, dando a conhecer o estado da arte nesta matéria, incluindo os estudos realizados a nível internacional bem como a situação nacional referente às diferentes Políticas de Gestão de Resíduos Urbanos, mais concretamente o Plano Nacional de Gestão de Resíduos e o Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos que consubstanciam os objetivos da presente dissertação. Adicionalmente, apresenta-se a distribuição dos sistemas de gestão de RU bem como a composição média dos RU produzidos em Portugal passando-se a descrever em concreto o sistema Lipor e suas características fundamentais para a realização do presente trabalho.

O segundo capítulo apresenta a metodologia adotada na realização da tese, nomeadamente a recolha e análise dos dados, a seleção de indicadores, as projeções de produção de RU para os anos futuros de acordo com diferentes cenários, o comparativo com as metas propostas, assim como medidas de redução e respetivos potenciais.

No terceiro capítulo são apresentados os resultados e sua análise crítica de acordo com as metodologias descritas no capítulo anterior. Este capítulo inclui os resultados relativos às projeções de capitação e sua comparação com as metas de redução a atingir, e ainda a análise das medidas adicionais de prevenção de RU a aplicar aos casos em que se verifica incumprimento. Ainda neste capítulo, apresenta-se uma análise mais detalhada aos resíduos orgânicos presentes na fração indiferenciada dos RU nas situações em que mesmo com a aplicação de medidas se verifique incumprimento.

No quarto capítulo apresentam-se as conclusões do trabalho realizado sendo que no quinto capítulo são apresentadas propostas para estudos futuros.

1.4. Caracterização dos Resíduos Urbanos em Portugal

1.4.1. Sistemas de Gestão de RU

Com a crescente produção de resíduos urbanos a nível nacional, devido aos hábitos de consumo verificados ao longo dos tempos, é fundamental uma boa gestão dos mesmos. Em Portugal, atualmente, a gestão dos RU é assegurada por sistemas municipais e multimunicipais. Nos primeiros, constituídos por municípios ou associações de municípios, a gestão pode ser concessionada a qualquer empresa; nos segundos, estes são geridos por empresas concessionárias de capitais maioritariamente públicos. Cada sistema apresenta uma estrutura que reúne meios humanos, logísticos, equipamentos e infraestruturas, organizados de modo a executar as operações inerentes à gestão dos RU. Atualmente, existem em Portugal Continental 23 sistemas de gestão de RU, sendo 12 multimunicipais e 11 intermunicipais distribuídos pelo país como se apresenta na Figura 4 (Agência Portuguesa do Ambiente, Outubro 2011).

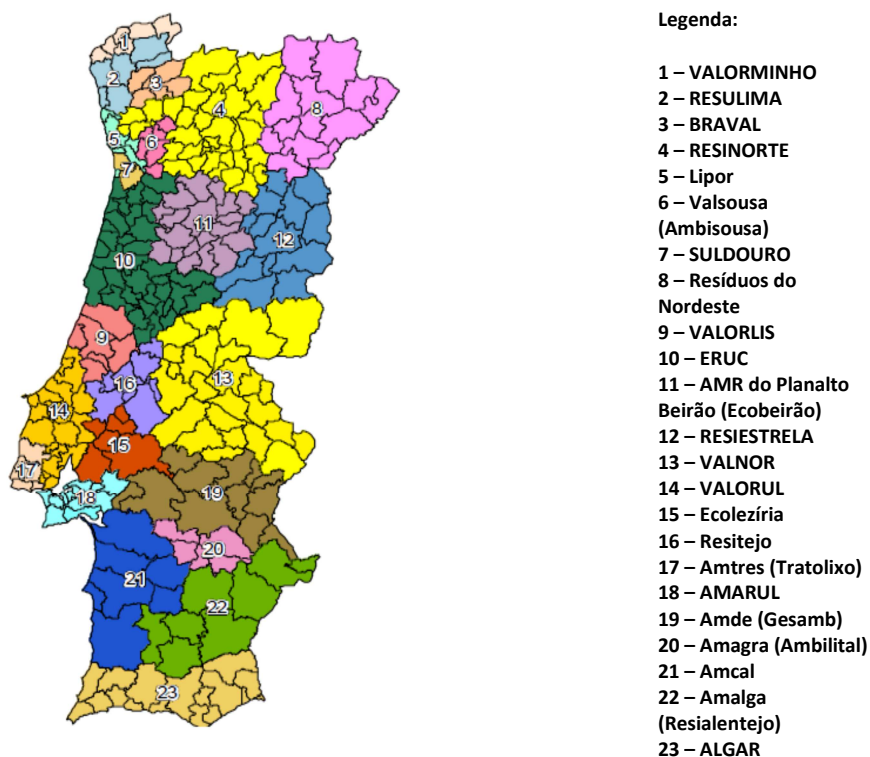


Figura 4 - Sistemas de gestão de RU (multimunicipais (maiúsculas) e intermunicipais) em Portugal Continental (Agência Portuguesa do Ambiente, Outubro 2011).

1.4.2. Composição Física Média dos RU em Portugal

A composição física média dos RU depende de inúmeros fatores tais como o tipo de zona abrangida (residencial, rural, urbana, industrial), a sazonalidade, o tipo de habitação, o número de habitantes e o nível de vida da população residente (Boer, Boer, e Jager, 2005). Em Portugal Continental a caracterização física média dos RU (total) corresponde ao descrito na Figura 5.

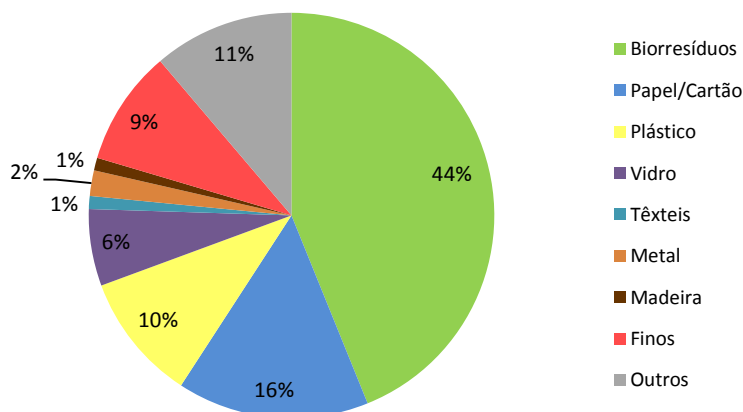


Figura 5 - Composição física média dos RU em Portugal Continental no ano de 2011 (APA, 2012).

Verifica-se que mais de 50 % dos RU produzidos em Portugal são compostos por material biodegradável, incluindo os resíduos alimentares e de espaços verdes (biorresíduos) e o papel e cartão. Por outro lado, a madeira, o metal e os têxteis são os RU que se produzem em menores quantidades.

Através da análise da composição dos RU, e sobre uma perspetiva de redução, não há dúvida que se deve incidir sobre os resíduos biodegradáveis e os plásticos, pela sua expressão significativa na quantidade total de resíduos. Contudo, as outras frações não devem ser de todo desprezadas nessa avaliação, devido, nomeadamente ao seu valor económico e potencial de reciclagem (ex. metais, vidro entre outros), assim como aos impactes ambientais associados.

1.5. O Sistema Lipor

A Lipor é um sistema intermunicipal de gestão de resíduos do Grande Porto, responsável pela gestão, valorização e tratamento dos RU produzidos nos municípios de Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Valongo e Vila do Conde, correspondendo a uma área total de cerca de 646 km² (ver Figura 6).

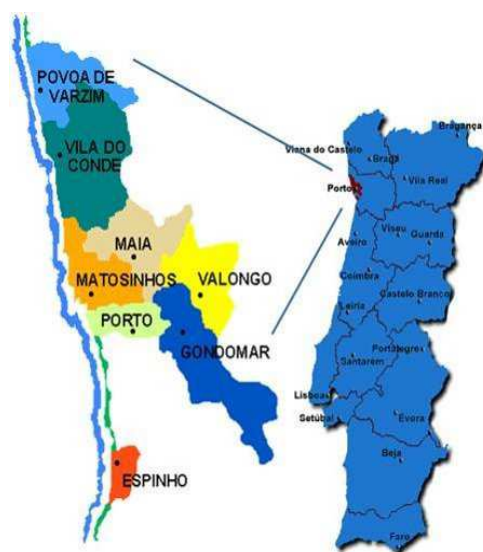


Figura 6 – Posicionamento geográfico do sistema Lipor (Lipor S. I., 2005).

A Lipor tem vindo a implementar uma gestão integrada de resíduos, recuperando, ampliando e construindo infraestruturas, complementadas com campanhas de sensibilização junto da população, desde 1982. A gestão dos resíduos aplica-se a cerca de 1 milhão de habitantes, sendo que o sistema Lipor receciona cerca de 500 mil toneladas de resíduos anualmente.

Recaindo sempre no princípio da prevenção, a Lipor possui outras opções de tratamento dos RU, dando especial atenção à valorização, multimaterial, orgânica e energética. Por fim, a Lipor possui ainda uma infraestrutura de confinamento técnico (aterro controlado) a que se destinam todos os resíduos que não podem ser aproveitados por qualquer outra alternativa.

A reciclagem multimaterial é promovida através da triagem no Centro de Triagem da Lipor que tem uma capacidade de processamento de 35 mil toneladas por ano de resíduos recicláveis, que em conjunto com uma série de projetos de recolha seletiva, tem como objetivo enviar o máximo possível de materiais para a reciclagem. A atividade desenvolvida no Centro de Triagem da Lipor é apoiada por infraestruturas que incluem uma unidade de Pré-Triagem e uma unidade de Plataforma de Triagem. Estas, surgiram associadas à natureza dos resíduos rececionados, a primeira funcionando como medida pioneira visando aumentar a capacidade do centro, e a segunda dedicada a operações de triagem de materiais de grandes dimensões ou de materiais que pelas suas características não podem ser encaminhados para o Centro de Triagem. Os principais materiais recebidos no Centro de Triagem da Lipor são os plásticos, as sucatas, os vidros, os metais não metálicos, a madeira, as pilhas, as baterias e as lâmpadas fluorescentes.

A valorização orgânica na Lipor é realizada através da compostagem, na Central de Valorização Orgânica (CVO), através da recolha seletiva de biorresíduos. A compostagem é um processo extremamente importante uma vez que a componente orgânica constitui cerca de metade do fluxo de resíduos frequentemente produzidos, logo permite reduzir significativamente a quantidade de resíduos conduzidos a aterro, produzindo ao mesmo tempo um composto com propriedades benéficas para solos deficitários em matéria orgânica. A Central de Compostagem da Lipor tem uma capacidade de processamento de 60 mil toneladas de resíduos orgânicos por ano, possibilitando uma produção anual de composto de cerca de 20 mil toneladas

A valorização energética na Lipor é realizada na Central de Valorização Energética (CVE), para os resíduos que apesar de todos os esforços não podem ser reciclados ou conduzidos para a CVO uma vez que provêm da recolha indiferenciada. Estes são então incinerados nas infraestruturas da CVE a cerca de 1 000 °C, libertando energia que posteriormente é aproveitada para gerar energia elétrica. A CVE tem uma capacidade média total de cerca de 1 000 toneladas diárias de resíduos, o que permite a produção de cerca de 25 MWh de energia elétrica, que é o suficiente para abastecer uma população de cerca de 150 mil habitantes.

Por fim, como último estágio do sistema global de gestão, valorização e tratamento de resíduos da Lipor, existe anexo à CVE o Aterro Sanitário da Maia que possui uma área útil

de 6,3 hectares e uma capacidade útil de deposição de 520 mil m³. O confinamento técnico, ou deposição em aterro controlado, constitui a última alternativa para os RU recebidos pela Lipor que pela sua natureza ou qualidade com que são recebidos não podem ser aproveitados por nenhuma das outras opções. Para além destes, este aterro destina-se também aos subprodutos de carácter perigoso provenientes da CVE (cinzas volantes), após sofrerem um processo de estabilização e solidificação, bem como para deposição em situação de paragem técnica para manutenção das outras infraestruturas (Lipor, 2008; Lipor S. I., 2005; Lipor, Relatório de Sustentabilidade 2009, 2009).

Embora os municípios presentes na área de abrangência da Lipor apenas representem 0,7 % da área total de Portugal Continental, estes concentram cerca de 10 % da população e são responsáveis pela produção de cerca de 10 % do total anual de RU, com uma capitação média de cerca de 1,40 kg/(hab.dia). As características físicas dos Municípios associados à área de influência do sistema Lipor para o ano de 2011 estão apresentadas na Tabela 2 (Lipor, 2008; Lipor S. I., 2005).

Tabela 2 – Características físicas dos Municípios associados à área de influência do sistema Lipor para o ano de 2011 (INE, 2011)

| Município | Área (km ²) | População | |
|-----------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|
| | | Nº Habitantes | Nº Habitantes/ km ² |
| Espinho | 21,1 | 31 796 | 1 506,9 |
| Gondomar | 131,9 | 168 205 | 1 275,2 |
| Maia | 83,1 | 135 049 | 1 625,1 |
| Matosinhos | 62,4 | 174 931 | 2 803,4 |
| Porto | 41,4 | 237 559 | 5 738,1 |
| Póvoa de Varzim | 82,2 | 63 364 | 770,9 |
| Valongo | 75,1 | 93 753 | 1 248,8 |
| Vila do Conde | 149 | 79 390 | 532,8 |
| Total | 646,2 | 984 047 | 1 522,8 |

Nas Tabelas 3 e 4 apresenta-se a evolução da produção de resíduos e a capitação diária, respetivamente, na área de influência da Lipor desde o ano de 2007, uma vez que é um ano base informativo de apoio ao presente trabalho, até ao ano de 2011.

Tabela 3 - Evolução da produção de RU na área de influência da Lipor no período de 2007 a 2011 (Lipor S. I., 2005)

| Município | Produção total de RU (t) | | | | |
|-----------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Espinho | 18 588,60 | 18 451,10 | 18 345,18 | 18 256,88 | 17 661,82 |
| Gondomar | 71 628,37 | 71 929,60 | 71 717,86 | 72 017,70 | 69 904,88 |
| Maia | 59 527,28 | 60 566,13 | 59 959,20 | 60 806,36 | 59 011,46 |
| Matosinhos | 90 622,20 | 94 917,07 | 96 222,55 | 96 104,26 | 93 644,53 |
| Porto | 150 497,62 | 152 667,02 | 151 909,71 | 150 495,96 | 143 320,30 |
| Póvoa de Varzim | 40 481,38 | 40 759,68 | 40 163,48 | 38 505,96 | 37 753,98 |
| Valongo | 37 524,38 | 37 960,99 | 38 275,21 | 39 177,72 | 38 947,90 |
| Vila do Conde | 42 042,04 | 43 152,64 | 43 218,34 | 44 080,65 | 42 821,74 |
| Total | 510 911,87 | 520 404,23 | 519 811,53 | 519 445,49 | 503 066,61 |

Tabela 4 - Produção anual de RU por habitante para cada município de 2007 a 2011 (Lipor S. I., 2005)

| Município | Capitação média (kg/(hab.ano)) | | | | |
|-----------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Espinho | 616,85 | 624,15 | 635,10 | 646,05 | 555,47 |
| Gondomar | 412,45 | 412,45 | 408,80 | 408,80 | 415,59 |
| Maia | 430,70 | 430,70 | 419,75 | 416,10 | 436,96 |
| Matosinhos | 536,55 | 562,10 | 569,40 | 569,40 | 535,32 |
| Porto | 678,90 | 708,10 | 722,70 | 733,65 | 603,30 |
| Póvoa de Varzim | 609,55 | 613,20 | 598,60 | 573,05 | 595,83 |
| Valongo | 390,55 | 390,55 | 386,90 | 390,55 | 415,43 |
| Vila do Conde | 543,85 | 558,45 | 558,45 | 565,75 | 539,38 |
| Total | 527,43 | 537,46 | 537,46 | 537,92 | 512,16 |

Da análise das tabelas facilmente se verifica que o município do Porto é o que apresenta o maior número de habitantes, apresentando também uma maior produção de resíduos, assim como uma maior capitação anual. Esta análise é importante para se confirmar, por exemplo, que a área do município não influencia a produção de RU.

Na Figura 7 estão representados os valores de capitação anual em paralelo com a produção total de RU, para o período de 2007 a 2011, na área de influência da Lipor.

No ano de 2011 verificou-se um decréscimo na quantidade gerada de resíduos, sendo que se assume que este decréscimo é devido às medidas de sensibilização e prevenção desenvolvidas que se começaram a sentir (tais como um aumento da separação dos RU por parte dos consumidores, a prática de compostagem caseira, e a própria consciencialização dos habitantes no que diz respeito aos problemas ambientais), bem como à própria situação atual económica do país. Note-se que este decréscimo na quantidade total representa cerca de 5 % relativamente ao ano anterior.

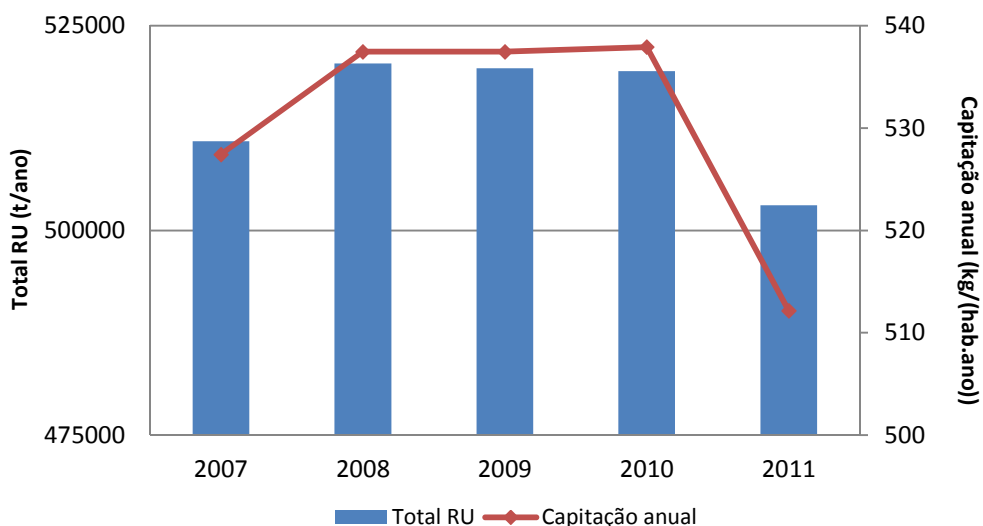


Figura 7 - Evolução da produção total e da capitação anual de RU na Lipor no período de 2007 a 2011.

Apesar do decréscimo observado, existe ainda uma elevada produção de RU na área de abrangência da Lipor. Tal como no caso da tendência nacional (ver Figura 2) até 2010, também no caso dos RU recebidos pela Lipor se verifica um ligeiro aumento da produção de resíduos (em cerca de 3 %), que foi mais ou menos constante até 2011 no qual se verificou um decréscimo da produção de RU em cerca de 5 %. Desta forma, o sistema integrado de gestão de RU da Lipor tem vindo a ser devidamente ajustado, acompanhando a evolução de modo sustentável nas várias formas de valorização, multimaterial, orgânica e energética, e na deposição controlada de resíduos por forma a permitir uma maior redução da quantidade de resíduos, nomeadamente, evitando ao máximo a sua deposição. O conhecimento da caracterização dos RU que chegam à Lipor é fundamental para a tomada de decisões, assim como para compreender o universo de produção de resíduos quer em termos qualitativos quer em termos quantitativos (Lipor, 2008). Assim, as cerca de 500 mil toneladas de RU que a Lipor recebe anualmente, são divididas em três grandes fluxos devido à sua origem, composição e ao destino final a que estão sujeitos. Esta caracterização, referente ao ano de 2011, apresenta-se na Figura 8.

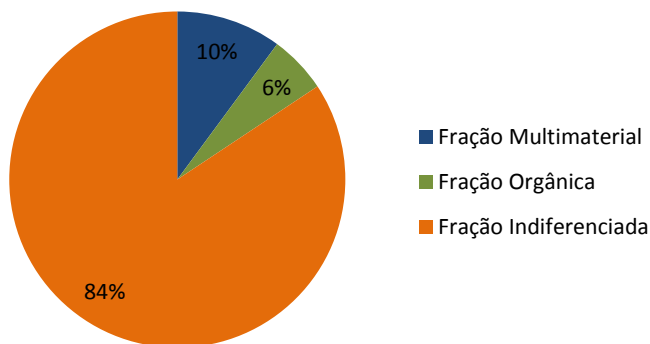


Figura 8 - Composição física média dos RU recebidos pela Lipor no ano de 2011.

Da análise da Figura 8 é possível verificar que a maior quantidade de RU que chega à Lipor provém da recolha indiferenciada com uma contribuição de 84 %, ou seja, cerca de 410 mil toneladas de resíduos. Devido ao seu papel fundamental no total de resíduos geridos pela Lipor, esta será o alvo de análise na presente dissertação, tendo em vista a redução de RU. A caracterização das frações seletiva e indiferenciada será mais detalhado nos seguintes pontos.

1.5.1. Resíduos Urbanos da Recolha Seletiva

Dos resíduos recebidos pela Lipor e que são enviados para valorização multimaterial, as fileiras do papel e cartão e do vidro são predominantes, em comparação aos restantes, como se pode verificar através da Figura 9.

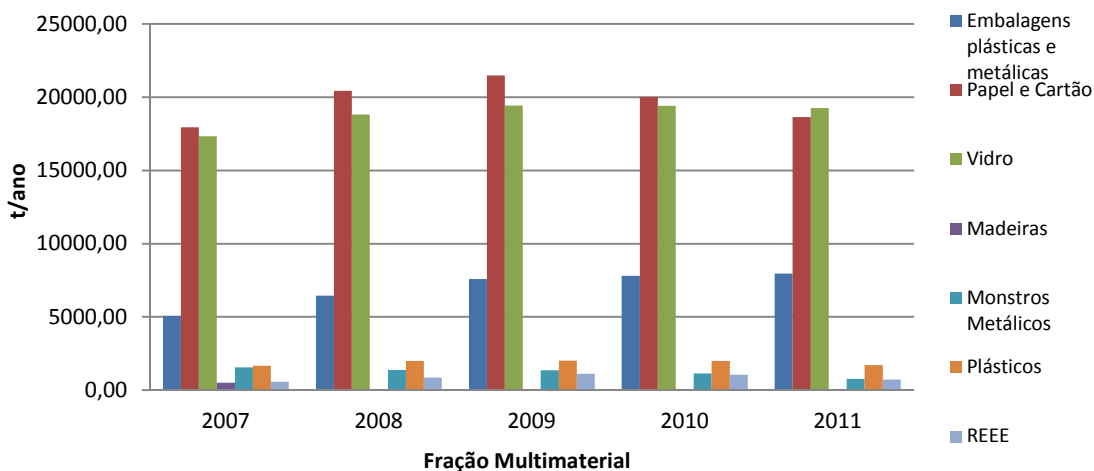


Figura 9 - Composição dos RU enviados para reciclagem no período de 2007 a 2011.

Apesar de se verificar uma diminuição da produção geral de RU no ano de 2011, como abordado anteriormente, nota-se que a quantidade de embalagens plásticas e metálicas enviadas para valorização aumentou em relação à dos anos anteriores.

Relativamente aos resíduos orgânicos que chegam à Lipor por via da recolha seletiva (restauração, ecocentros, por exemplo), e que são enviados para a CVO, verifica-se a evolução apresentada na seguinte figura.

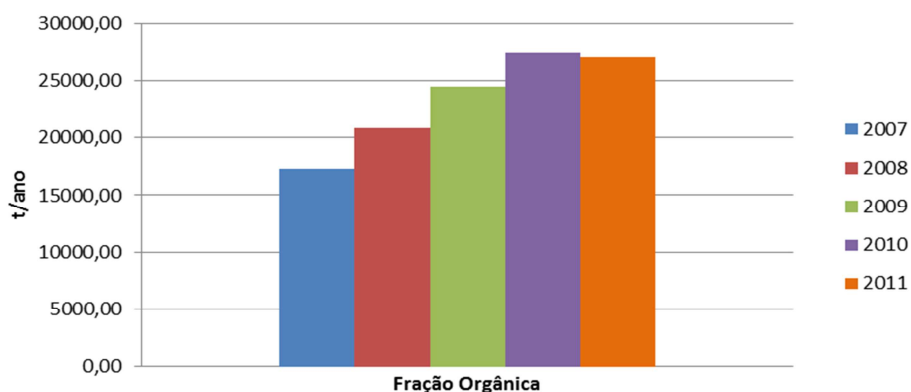


Figura 10 – Resíduos recolhidos pela Lipor para valorização orgânica no período de 2007 a 2011.

Devido à crescente sensibilização e implementação de alguns sistemas de recolha e tratamento de resíduos orgânicos, (apenas em restaurantes, cantinas e cemitérios), verifica-se que a quantidade destes que é valorizada tem aumentado ao longo dos anos apesar de ter diminuído ligeiramente do ano de 2010 para 2011. Esta diminuição está de acordo com o que já foi referido, uma vez que neste último ano a quantidade geral de RU produzidos foi menor. Com o aumento da quantidade de resíduos orgânicos valorizados promove-se a reciclagem multimaterial em detrimento, por exemplo da incineração na CVE (outro tipo de valorização, menos prioritária), produzindo ao mesmo tempo um composto nutritivo para os solos, e por isso é objetivo da Lipor continuar com este aumento nos anos futuros uma vez que a valorização orgânica se traduz em inúmeros benefícios.

1.5.2. Resíduos Urbanos Indiferenciados

Como categorias de resíduos presentes na fração indiferenciada são consideradas no sistema Lipor: os biorresíduos (onde se inserem os resíduos alimentares e os verdes), o papel e cartão (inserindo-se também as embalagens compósitas), o plástico, o vidro, os

têxteis e têxteis sanitários, os metais, a madeira, os elementos finos e outros (onde se inserem os incombustíveis não especificados e os resíduos domésticos especiais). A composição física média apresenta-se na Figura 11. Verifica-se que a maior fatia é constituída pelos biorresíduos, com 41,27 % (m/m), seguida pelo papel e cartão com 14,28 % (m/m) do total de resíduos indiferenciados recolhidos. O plástico também contribui de forma significativa com cerca de 13,15 % (m/m) (Lipor, 2006; Lipor, 2008; Lipor, 2011; André, 2011). Estas devem, portanto, ser as fileiras com principal enfoque de atuação a quando do estabelecimento de medidas de redução.

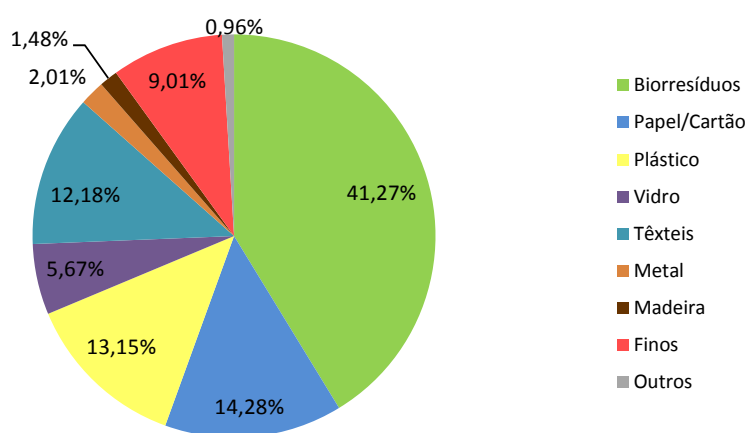


Figura 11 - Composição física média dos RU da fração indiferenciada recolhidos no sistema Lipor no ano de 2011 (Lipor, 2011; Lipor, 2011).

A evolução da constituição da fração indiferenciada dos RU recolhidos pela Lipor é apresentada de seguida na Figura 12, com a distinção entre os constituintes de cada categoria.

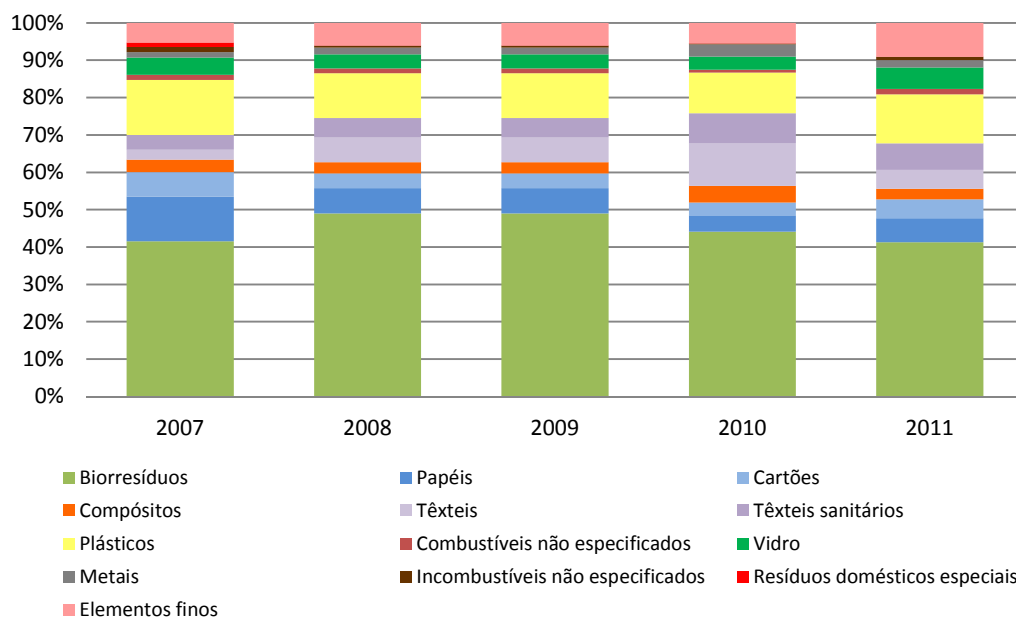


Figura 12 - Composição dos RU indiferenciados recolhidos pela Lipor no período de 2007 a 2011.

A predominância da fração de biorresíduos é evidente, tal como já foi referido, e deve-se ao facto de esta empresa não possuir um sistema de recolha só para este fluxo em habitações particulares. Verifica-se também que o plástico, apesar de ser um material reciclável, é ainda enviado em grandes quantidades juntamente com a fração indiferenciada. Apesar de tudo, como já foi referido, verificou-se uma diminuição na produção de resíduos em geral no ano de 2011, ou seja, em termos proporcionais a quantidade é semelhante de ano para ano, mas traduz-se num menor número devido à consciencialização da população para este aspeto.

Da quantidade de RU recolhidos na fração indiferenciada, a grande maioria é enviada para a CVE, sendo que uma pequena parte é enviada para o aterro sanitário nas condições anteriormente descritas. Estas quantidades são apresentadas na Figura 13.

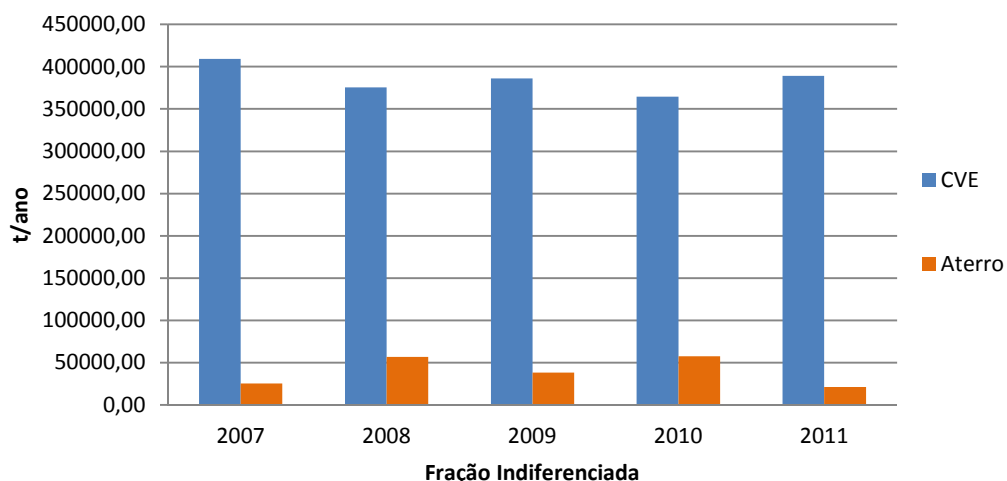


Figura 13 - Destino final dos resíduos indiferenciados recolhidos pela Lipor no período de 2007 a 2011.

Verifica-se que a quantidade de resíduos enviados para aterro é muito baixa. Este é um dos principais objetivos da Lipor, em consonância com as imposições legais atuais, nomeadamente de redução dos resíduos urbanos biodegradáveis destinados a aterro, limitando a utilização do aterro para resíduos que não possam de todo ser valorizados.

Apesar da caracterização de todas as entradas de RU no presente trabalho, sejam resíduos provenientes da recolha seletiva ou indiferenciada, estes últimos merecem especial destaque devido a constituírem a maior parte de RU recebidos na Lipor, devendo ser alvo de enfoque das medidas de prevenção aplicadas mais à frente.

O levantamento da informação geral referente à gestão de RU na Lipor servirá de base ao estudo de avaliação das medidas de redução a implementar no âmbito do PNGR e do PPRU, cuja metodologia se passará a descrever de seguida.

2. Metodologia

2.1. Recolha e Análise de dados dos RU na Lipor

Para realizar a avaliação do cumprimento de metas de redução de RU foi necessário realizar uma contabilização dos RU que chegam à Lipor.

Na contabilização da quantidade de RU que chegam à Lipor não foram incluídas todos, uma vez que uma parte dos resíduos recolhidos não é considerada urbana, e este estudo incide apenas nos resíduos urbanos. Assim, para a presente análise, foram incluídas as seguintes origens:

- Fração Indiferenciada: contabilizaram-se todos os fluxos descritos na Figura 12 gerados na área de abrangência do sistema Lipor, excluindo-se apenas os resíduos industriais equiparados a urbanos e os resíduos provenientes de produtores privados uma vez que pela sua natureza ou composição não são descritos como resíduo urbano. A fração indiferenciada de resíduos integra uma parte muito significativa, uma vez que estes chegam à Lipor em grandes quantidades, sendo necessário saber qual a composição destes. Para se conhecer a composição da fração indiferenciada recolhida, são feitos relatórios das Campanhas de Caracterização semestrais, nos quais é reportada a composição da fração indiferenciada contemplando todos os circuitos do sistema de gestão em análise (Figura 12).

- Fração Orgânica (Biorresíduos): para a análise deste fluxo contabilizaram-se os totais de resíduos orgânicos recolhidos da restauração, excluindo os grandes produtores e os produtores privados uma vez que se considera que estes não produzem resíduos urbanos, mas sim agrícolas e de distribuição. Foram deixados de parte ainda os resíduos orgânicos provenientes dos municípios de Esposende e de Viana do Castelo, uma vez que estes não integram a área de abrangência da Lipor, apesar dos seus resíduos produzidos na restauração serem recolhidos por este sistema de gestão, desde 2008. Foram ainda incluídos os resíduos orgânicos recolhidos de cemitérios e dos ecocentros da área abrangida pelo sistema Lipor.

- Fração Multimaterial: na contabilização da fração multimaterial incluíram-se todos os RU recolhidos no sistema porta-a-porta, nos ecopontos, nas escolas e nos ecocentros

(embalagens, papel/cartão, vidro, madeira, monstros metálicos, plásticos e esferovite). Ficaram excluídos os entulhos uma vez que não são incluídos na categoria de resíduo urbano, possuindo inclusivamente um regime jurídico próprio (Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março) e os monstros não metálicos, uma vez que foram contemplados na fração indiferenciada. Dos circuitos comércio/serviços incluíram-se as embalagens, o papel/cartão, o vidro e os monstros metálicos provenientes dos sistemas de recolha de feiras, do projeto “Matosinhos Ecomóvel”, do projeto “Ecofone” e do projeto “Maia – Circuito em Linha”. Por outro lado, excluíram-se os resíduos recolhidos pelo projeto “Porto - Estádio do Dragão” que passaram a ser incluídos nos privados, os resíduos de construção e demolição (C&D) que deixaram de existir e os circuitos ocasionais por se tratarem de recolhas em grandes instituições com variadas origens (ANEXO C).

- Resíduos Especiais: nesta categoria inseriram-se todos os resíduos provenientes do ponto vermelho, ou seja, as pilhas, baterias e REEE (com inclusão das lâmpadas).

2.2. Seleção de Indicadores

Para a obtenção dos diferentes cenários, a seleção do indicador mais adequado para permitir a avaliação do cumprimento das metas de redução é um fator determinante. Desta forma, considerou-se a quantidade de resíduos urbanos produzidos por habitante e por unidade de tempo (kg/(hab.ano)) como o indicador mais apropriado ao estudo em causa, devido a:

- i. Ser um indicador utilizado com frequência como termo de comparação tanto nas estatísticas nacionais como nas comunitárias;
- ii. Ser um indicador independente da população atual, permitindo verificar a variação da quantidade de RU produzidos por unidade de tempo em função das variações demográficas;
- iii. As medidas a implementar serem quantificadas pelo número de habitantes a que se destinam, traduzindo-se deste modo numa redução da produção de RU também por habitante.

2.3. Projeções da Produção de RU

Para a realização da presente dissertação foi necessário estimar a produção dos RU até ao ano de 2020. As estimativas da produção de RU são importantes, uma vez que o conhecimento prévio destas permite às entidades responsáveis uma melhor gestão dos RU. As tendências da produção de resíduos são influenciadas por vários fatores, tais como os níveis de atividade económica, o crescimento populacional, as inovações tecnológicas, as características demográficas e, de um modo mais geral, os modelos de produção e de consumo. Assim, para garantir uma maior segurança relativamente às estimativas efetuadas consideraram-se três cenários de projeção diferentes, apresentados de seguida.

2.3.1. Formulação de Cenários

Para as estimativas realizadas na presente dissertação consideraram-se 3 cenários de diferentes situações, com o objetivo de fornecer 3 possíveis projeções do futuro dos RU na área de intervenção da Lipor. Para estas estimativas, contabilizar apenas o sucedido desde o ano de 2007 seria limitativo pois apenas se incluiria na projeção dados relativos a 5 anos (note-se que o levantamento de informação anterior referia-se ao sucedido a partir deste ano por ser o ano de referência mais antigo dos planos). De maneira a utilizar um maior número de dados para aumentar a fiabilidade da estimativa efetuada, foram analisados os dados relativos a todos os anos desde 2000 devido a ter sido neste que se iniciou a valorização no centro de triagem da Lipor. Uma vez que o ano de 2000 é considerado o ano de arranque devido a ter sido neste que se iniciou o tratamento da fração multimaterial e ao analisar essa informação se verificou que este apresenta valores pouco credíveis em relação aos anos seguintes, considerou-se o mesmo como um ano pouco representativo da tendência atual, tendo sido excluído da formulação dos cenários. A análise dos dados mostrou, em geral, uma tendência de redução da quantidade de RU desde o ano de 2001, sendo que os cenários considerados foram os seguintes:

➤ Cenário 1 – considerou-se que a quantidade de RU continuará a diminuir linearmente (considerando a evolução anterior linear). Para isso, calculou-se a quantidade gerada de RU para os anos seguintes (até 2020), através do histórico de dados, utilizando

uma regressão linear. A quantidade de RU ideal apresentou-se como sendo a estipulada no PNGR e no PPRU para as diferentes metas de redução.

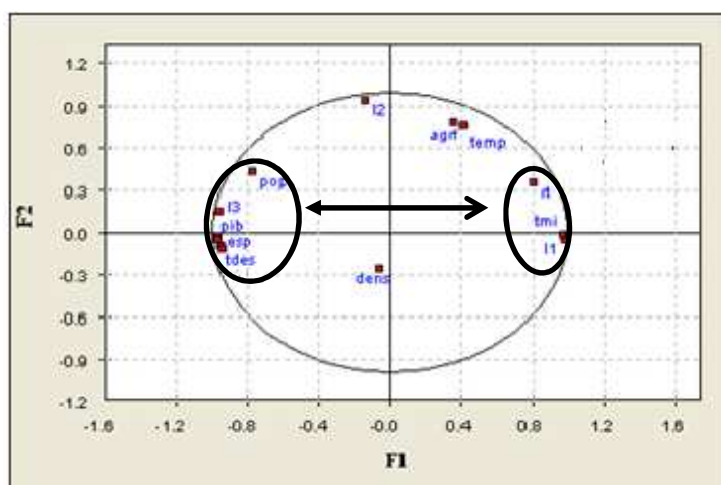
➤ Cenário 2 – devido às flutuações verificadas na quantidade de resíduos entre os anos de 2001 e de 2005, que se pensam não voltar a suceder devido ao crescente desenvolvimento na área da gestão de RU da Lipor, optou-se por estimar a quantidade de RU excluindo o sucedido neste período. O ano de 2005 foi decisivo no que diz respeito à estabilização de dados relativos à recolha seletiva, aos hábitos do consumidor, bem como à própria consolidação do arranque da CVO, pelo que se fez uma contabilização apenas do sucedido a partir deste ano. Este cenário, tal como o anterior, considera que a evolução da produção de RU apresenta um comportamento linear, mas só considera o histórico de dados a partir de 2005. Tal como no cenário 1, a quantidade de RU ideal é a proposta no PNGR e no PPRU para as diferentes metas.

➤ Cenário 3 – foi efetuada uma estimativa da produção de RU fazendo-a através da sua relação com outras variáveis. A seleção dos indicadores (variáveis) relevantes nas estimativas de produção de RU efetuadas no presente cenário, foi feita com base na biblioteca de informação de indicadores sociais, económicos e demográficos disposta na ferramenta “*LCA - Waste Prognostic Tool*”. Esta ferramenta é utilizada para estimar a produção de RU provenientes de uma determinada zona urbana com base em indicadores que incluem informação recolhida de 32 países, incluindo Portugal. Apesar da informação recolhida no início incluir mais de 35 indicadores, apenas 14 são atualmente considerados nesta ferramenta. Isto deve-se ao facto de existir falta de disponibilidade ou incorreta informação, o que também se verificou para a realização das projeções nesta dissertação. Assim, dos 14 indicadores utilizados pelo modelo, apenas 9 foram selecionados como variáveis que afetam a produção de resíduos, apresentando-se as mesmas, e respetivas unidades, na Tabela 5 (Boer, Boer, e Jager, 2005; Teixeira, 2009).

Tabela 5 – Indicadores/Variáveis considerados nas projeções efetuadas (INE, 2010)

| Indicador/Variável | Unidade |
|---|--|
| População Residente | Nº de habitantes |
| Densidade Populacional | Habitantes por km ² |
| Faixa Etária da População (consideraram-se: 0 a 14, 15 a 64, e mais de 65 anos) | Nº de habitantes |
| Taxa de Emprego | % de empregados |
| Produto Interno Bruto (PIB) | 10 ⁶ Euros |
| Taxa de Mortalidade Infantil (idade inferior a 5 anos) | Nº de mortes por cada 1000 nascimentos |
| Esperança Média de Vida | Anos |
| Dimensão Média do Agregado Familiar | Nº de pessoas por habitação |
| Taxa de Desemprego | % de desempregados |

Devido à dificuldade na obtenção das variáveis apresentadas relativas apenas aos 8 municípios da área de influência da Lipor, foi utilizado o *software* estatístico ANDAD, que permite aplicar algumas técnicas de Análise Multidimensional de Dados, nomeadamente a Análise em Componentes Principais (Figura 14). Este método teve por finalidade básica uma análise exploratória dos dados, procurando-se evidenciar as estruturas relacionais fortes existentes na informação original. Desta forma, foi possível identificar a relação entre as características extraídas dos dados, tentando encontrar os fatores que melhor explicam as proximidades (correlações positivas) e as oposições (correlações negativas) entre as variáveis (apresentadas na Tabela 5), entre os indivíduos (neste caso a produção de RU) e entre estes últimos e as variáveis (Davis, 2002).

Figura 14 - Representação gráfica obtida através do *software* ANDAD.

Na análise do gráfico presente na Figura 14, importa destacar que as variáveis que se encontram próximas de 1 e -1 no eixo das abcissas (Eixo 1 – F1) são os que melhor se relacionam entre si, seja positiva ou negativamente. Assim, os indicadores “**tmi**”, ou seja a taxa de mortalidade infantil e “**I1**”, a idade compreendida entre 0 e 14 anos são diretamente proporcionais à produção de RU (representados pela sigla “**rt**”), enquanto que os indicadores “**pib**”, “**esp**” (esperança média de vida), “**I3**” que representa a população com mais de 65 anos e “**tdes**”, ou seja a taxa de desemprego, são os indicadores que se relacionam inversamente com a produção de RU. É de salientar que a população, representada pela sigla “**pop**” também se relaciona inversamente com a produção de resíduos.

Verifica-se ainda que as variáveis projetadas no eixo das ordenadas (Eixo 2 – F2) são as que menos se relacionam entre si, ou seja, a faixa etária dos 15 aos 64 anos “**I2**”, o tamanho do agregado familiar “**agrf**” e a taxa de emprego “**temp**”, todas em correlação positiva e a densidade populacional “**dens**”, esta última em correlação negativa com as primeiras.

Uma vez que seria muito complexo utilizar todas as variáveis que se relacionam entre si, foi utilizado ainda o *software* estatístico JMP que permite a obtenção de modelos multivariáveis de várias ordens, fornecendo o coeficiente de correlação da equação com as variáveis selecionadas, a visualização dos gráficos, permitindo ainda verificar se os dados se relacionam de uma maneira estatisticamente válida (recorreu-se ao teste t Student com um nível de confiança de 95 %).

Através desta abordagem verificou-se que, das variáveis selecionadas e já anteriormente referidas, aquelas em que se obteve uma melhor correlação e em que se obtiveram parâmetros estatisticamente válidos são a população e o PIB. É de salientar que, para a obtenção de parâmetros estatisticamente válidos a um nível de confiança de 95 % e com um coeficiente de correlação de cerca de 0,87 foi necessário retirar os dados do ano de 2011. Este ano apresenta valores relativos à população que não refletem a tendência de decréscimo verificada, em geral, nos anos anteriores e, uma vez que se pode considerar como um período não significativo, este ano foi retirado para a obtenção de um modelo estatisticamente viável.

Relacionando os indicadores com a quantidade total de RU produzida até ao ano de 2010, obteve-se a uma equação polinomial através da qual foram obtidas novas projeções da

quantidade de RU gerada apresentadas no subcapítulo 3.3 (os dados foram normalizados relativamente à sua média aritmética e o desvio padrão).

Devido à escassez de estudos nesta área que sejam direcionados apenas para os municípios da área de influência da Lipor, a projeção da população foi realizada com base em alguns pressupostos. Uma vez que os estudos existentes que fornecem estimativas da população residente no Grande Porto incluem o município de Vila Nova de Gaia, assumiu-se que, devido ao aumento quase linear da população desta localidade desde o ano de 2000, esta continuará a aumentar a uma taxa constante até ao ano de 2020. De seguida, estimou-se a população nos municípios da área da influência Lipor pela diferença entre as projeções já feitas e a população estimada em Vila Nova de Gaia.

Por forma a poder aplicar o modelo desenvolvido às variáveis população e PIB para os anos das projeções, foi necessário estabelecer previsões para esses anos, relativamente a essas variáveis. Para a população, isso já foi referido acima, sendo que para o PIB se recorreu a projeções esperadas de acordo com várias fontes, nomeadamente estudos realizados pelo Instituto Nacional de Estatística, pelo Banco de Portugal, pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e pela Comissão Europeia (Tabela 6).

Tabela 6 – Estimativas das variáveis para anos futuros, a aplicar no modelo desenvolvido (INE, 2009; OCDE, 2009) (Mateus) (Banco de Portugal, 2009) (European Commission, 2009)

| Ano | Indicador/Variável | |
|------|------------------------------|-------------------------|
| | População (nº de habitantes) | PIB (10 ⁶ €) |
| 2012 | 971 689 | 20 017,039 |
| 2013 | 959 332 | 20 017,039 |
| 2014 | 946 974 | 20 277,261 |
| 2015 | 934 617 | 20 784,192 |
| 2016 | 929 706 | 21 303,797 |
| 2017 | 924 796 | 21 836,392 |
| 2018 | 919 885 | 22 382,302 |
| 2019 | 914 974 | 22 941,860 |
| 2020 | 910 064 | 23 515,406 |

2.4. Metas Quantitativas

Após as estimativas efetuadas para os diferentes cenários, há que verificar se as metas propostas no PNGR e no PPRU relativas os anos de referência considerados serão, ou não, atingidas. Estas metas, já sucintamente descritas anteriormente no subcapítulo 1.1., encontram-se referidas de seguida.

2.4.1. PNGR

Tomando como referência o decorrido no ano de 2009, o cenário adaptado pelo PNGR tem em conta as seguintes metas estratégicas:

- a) Meta 2013: redução de 5 % na produção total de resíduos para o ano de 2013, relativamente a 2009;
- b) Meta 2016: redução de 13 % na produção total de resíduos para o ano de 2016, relativamente a 2009;
- c) Meta 2020: redução de 20 % na produção total de resíduos para o ano de 2020, relativamente a 2009.

2.4.2. PPRU

Tomando como referência o decorrido no ano de 2007, as metas propostas pelo PPRU estabelecem os seguintes cenários:

- a) Cenário “Moderado” (o qual corresponde, em 2016, a uma redução de 10 % da capitação diária, relativamente a 2007);
- b) Cenário “PERSU II” (o qual corresponde, em 2016, a uma redução de 1,4 % da capitação diária, relativamente a 2007).

2.5. Estabelecimento das Medidas de Prevenção de RU

Uma vez obtida a quantidade estimada e a quantidade ideal de RU, de acordo com as metas, foi necessária a avaliação da implementação de medidas de prevenção com vista à obtenção de um determinado potencial de redução com vista ao cumprimento das metas. A metodologia adotada foi a proposta pela ACR⁺.

2.5.1. Projeto ACR⁺

A Associação de Cidades e Regiões para a Reciclagem e Gestão Sustentável dos Recursos (*Association of Cities and Regions for Recycling and Sustainable Resource Management* -

ACR⁺), é uma rede internacional com o objetivo de promover o consumo sustentável dos recursos e da gestão dos resíduos urbanos através da sua prevenção na fonte, reutilização, reciclagem e, como última prioridade, a recuperação de energia. O projeto ACR⁺ é constituído por autoridades locais e regionais públicas, bem como por autoridades locais que representam mais de 1 100 municípios em torno da Europa.

Esta associação tem como desafio para os anos futuros a realização de uma campanha europeia sobre a prevenção de resíduos. Esta campanha é baseada numa meta ambiciosa, mas bem fundada, de reduzir os RU em 100 kg por ano e por habitante relativamente a 2007, correspondendo a uma redução de cerca de 17 % dos RU, considerando a capitação média de 600 kg/(hab.ano) para esse ano. Este alvo é teoricamente possível, atuando em quatro fluxos principais de resíduos, matéria orgânica, resíduos de papel, embalagens e resíduos volumosos e outros, desenvolvendo um conjunto de práticas de prevenção de resíduos. Para estes quatro fluxos são então definidas diversas ações preventivas apresentadas na Tabela 7, capazes de atingir essa redução (ACR+, 1994; Agência Portuguesa do Ambiente, 2009).

2.5.2. Projeto ACR⁺ adaptado ao Sistema Lipor

Partindo do pressuposto de que a implementação das medidas propostas se traduziria na realidade portuguesa numa redução percentualmente semelhante à prevista para os membros da ACR⁺, foram adaptadas as mesmas ações preventivas à capitação do sistema Lipor. Contudo, uma vez que esta metodologia não contempla as diferenças entre países, foram efetuadas algumas modificações para ajustar os potenciais de redução de cada uma das medidas à capitação a reduzir. Atendendo à importância da experiência ACR⁺ no terreno pela execução de medidas de prevenção, as medidas consideradas são as mesmas, apesar de algumas não se enquadrarem no sistema Lipor. Assim, as considerações efetuadas foram as apresentadas de seguida, na Tabela 8, com as devidas alterações.

Tabela 7 - Metas ACR⁺ (ACR+, 1994; Agência Portuguesa do Ambiente, 2009)

| Resíduos <i>Versus</i> Medidas de Prevenção | Metas ACR ⁺ | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) |
| 1. Resíduos Orgânicos | 220 | 40 | 18,20 |
| 1.1. Promover compostagem na fonte | 180 | 30 | 16,70 |
| 1.2. Contrariar o desperdício de comida | 30 | 8 | 26,70 |
| 1.3. Promover o uso de fraldas reutilizáveis | 10 | 2 | 20,00 |
| 2. Resíduos de papel | 100 | 15 | 15,00 |
| 2.1. Evitar a publicidade escrita e jornais não desejados | 20 | 5 | 25,00 |
| 2.2. Encorajar a desmaterialização | 80 | 10 | 12,50 |
| 3. Resíduos de embalagens (plásticos, madeiras, vidro, esferovite) | 150 | 25 | 16,70 |
| 3.1. Escolher produtos cuja embalagem possa ser devolvida no local de compra | 35 | 12 | 34,30 |
| 3.2. Promover o consumo de água da torneira | 6 | 2 | 33,30 |
| 3.3. Desenvolver sacos reutilizáveis | 2 | 1 | 50,00 |
| 3.4. Contrariar o sobreembalamento | 107 | 10 | 9,30 |
| 4. Resíduos volumosos ou outros | 130 | 20 | 15,40 |
| 4.1. Promover a reutilização de roupa | 8 | 4 | 50,00 |
| 4.2. Promover a reutilização de mobiliário, equipamento EE, brinquedos e outros | 110 | 13 | 11,80 |
| 4.3. Evitar as compras em excesso | 12 | 3 | 25,00 |
| Total | 600 | 100 | 16,70 |

Tabela 8 - Adaptação e aplicabilidade das medidas de prevenção propostas pelo ACR⁺ à fração indiferenciada rececionada na Lipor.

| Medidas de prevenção | Aplicação e fileiras da Lipor afetados |
|--|--|
| 1. Resíduos Orgânicos | Todos os resíduos orgânicos rececionados na fração indiferenciada. |
| 1.1. Promover compostagem na fonte | 20 % da totalidade dos resíduos orgânicos da fração indiferenciada. ⁽¹⁾ |
| 1.2. Contrariar o desperdício de comida | Resíduos orgânicos de origem alimentar da fração indiferenciada. |
| 1.3. Promover o uso de fraldas reutilizáveis | Não Aplicável. ⁽²⁾ |
| 2. Resíduos de papel | Todos os resíduos de papel e cartão rececionados na fração indiferenciada. |
| 2.1. Evitar a publicidade escrita e jornais não desejados | Só 10 % dos resíduos de papel é publicidade não endereçada, uma vez que a maior parte são jornais e revistas e na Lipor não se faz essa distinção nos relatórios de caracterização. Logo, apenas se considerou 10 % dos resíduos de papel da fração indiferenciada. |
| 2.2. Encorajar a desmaterialização | Considerou-se metade do potencial descrito pelo ACR ⁺ , ou seja, 6,25 % devido às diferenças da composição deste fluxo. Esta medida será aplicada ao restante dos resíduos de papel e cartão não contabilizado no ponto 2.1. |
| 3. Resíduos de embalagens (plásticos, madeiras, vidro, esferovite) | Todos os resíduos de embalagem (plásticos, madeiras, vidro e esferovite) da fração indiferenciada. |
| 3.1. Escolher produtos cuja embalagem possa ser devolvida no local de compra | Aplicado apenas aos resíduos de vidro da fração indiferenciada. Supondo que na implementação das metas ACR ⁺ também se encontra PET ⁽³⁾ nesta categoria, considerou-se um potencial de redução de 75 %, ocupando a maior fração dos resíduos de embalagem. |
| 3.2. Promover o consumo de água da torneira | Todos os resíduos de embalagem de plástico e vidro da fração indiferenciada. |
| 3.3. Desenvolver sacos reutilizáveis | Todos os resíduos de filmes plásticos da fração indiferenciada. |
| 3.4. Contrariar o sobreembalamento | Não Aplicável ⁽⁴⁾ |
| 4. Resíduos volumosos ou outros | Todos os resíduos têxteis, domésticos especiais e compósitos não embalagem (nesta última categoria inserem-se os brinquedos) da fração indiferenciada. |
| 4.1. Promover a reutilização de roupa | Resíduos têxteis da fração indiferenciada. |
| 4.2. Promover a reutilização de mobiliário, equipamento EE, brinquedos e outros | Resíduos domésticos especiais e compósitos não embalagem (nesta última categoria inserem-se os brinquedos) da fração indiferenciada. Considerou-se metade do estabelecido no ACR ⁺ (5,9 %) uma vez que o mobiliário não chega em condições de ser reutilizado e por falta de dados que façam distinção entre os vários tipos de REEE. |
| 4.3. Evitar as compras em excesso | Considerou-se que o potencial de redução desta medida se divide de igual forma entre os fluxos contabilizados nos pontos 4.1. e 4.2. Ou seja, 12,5 % aplicado à quantidade descrita no ponto 4.1. e os restantes 12,5 % aplicados à quantidade obtida no ponto 4.2. |

- (1) Considera-se que apenas cerca de 20 % da totalidade dos RU da fração indiferenciada tem condições de ser encaminhado para compostagem, que é um valor médio determinado com base em medições efetuadas. Isto deve-se ao facto de que nem todos os resíduos biodegradáveis podem ser enviados para compostagem (tais como os resíduos não confeccionados, ou ossos e espinhas)
- (2) Não há um conjunto de medidas de prevenção na Lipor, adaptadas à utilização de fraldas reutilizáveis.
- (3) O politereftalato de etileno (PET), é devolvido no local de compra em alguns países europeus, o que não acontece em Portugal.
- (4) A medida de sobreembalamento é maioritariamente direcionada para a indústria e como tal, a Lipor não possui nenhum conjunto de medidas de prevenção adaptadas a esta categoria, pelo que se considerou não aplicável.

3. Resultados e Discussão

3.1. Recolha e Análise de Dados dos RU na Lipor

Na Tabela 9 está apresentada a quantidade total de resíduos urbanos contabilizados no presente trabalho por município no período de 2007 a 2011, com as devidas considerações apresentadas no subcapítulo 2.1. Os valores apresentados para este período constituem a base informativa de apoio ao trabalho realizado.

Tabela 9 - Quantidade total de RU contabilizados recebidos pela Lipor de 2007 a 2011

| Município | Produção total de RU (t) | | | | |
|-----------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Espinho | 18 405,22 | 18 278,40 | 18 121,65 | 18 051,21 | 17 521,01 |
| Gondomar | 70 699,55 | 70 883,55 | 70 685,24 | 71 165,68 | 69 274,30 |
| Maia | 57 511,94 | 58 559,49 | 58 029,97 | 58 590,92 | 57 259,07 |
| Matosinhos | 88 208,79 | 90 818,65 | 91 405,65 | 90 418,53 | 88 445,28 |
| Porto | 146 513,02 | 147 448,61 | 145 657,82 | 144 106,08 | 138 417,93 |
| Póvoa de Varzim | 36 478,43 | 37 161,86 | 37 703,53 | 36 929,56 | 35 505,12 |
| Valongo | 37 059,05 | 37 610,39 | 37 895,55 | 38 512,28 | 37 745,72 |
| Vila do Conde | 41 703,70 | 42 524,11 | 42 448,64 | 43 216,95 | 42 354,13 |
| Total | 496 579,69 | 503 285,07 | 501 948,05 | 500 991,20 | 486 522,55 |

Uma vez que o que se pretende no presente trabalho é reduzir a fração indiferenciada dos RU recebidos na Lipor, como já referido anteriormente, estas quantidades encontram-se na Tabela 10 para os diferentes municípios no período de 2007 a 2011.

Tabela 10 - Quantidade total de RU da fração indiferenciada recebidos pela Lipor de 2007 a 2011

| Município | Produção total de RU da fração indiferenciada (t) | | | | |
|-----------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Espinho | 16 557,00 | 16 455,76 | 16 104,94 | 16 010,70 | 15 520,10 |
| Gondomar | 64 333,90 | 63 164,98 | 62 017,22 | 62 271,70 | 60 581,14 |
| Maia | 48 039,52 | 47 746,64 | 46 366,16 | 46 285,46 | 45 137,58 |
| Matosinhos | 75 784,48 | 76 060,22 | 75 668,30 | 74 169,26 | 73 034,98 |
| Porto | 127 658,14 | 127 527,24 | 125 036,68 | 123 446,78 | 118 729,36 |
| Póvoa de Varzim | 31 813,88 | 31 487,76 | 30 667,06 | 30 516,48 | 29 106,76 |
| Valongo | 32 957,32 | 32 289,26 | 31 452,36 | 31 906,24 | 31 428,48 |
| Vila do Conde | 37 388,30 | 37 662,82 | 37 052,82 | 37 371,42 | 36 750,86 |
| Total | 434 532,54 | 432 394,68 | 424 365,54 | 421 978,04 | 410 289,26 |

Como já foi referido no subcapítulo 1.5.2., os resíduos encaminhados para a fração indiferenciada representam a maior fatia da globalidade de RU recebidos na Lipor. Pela análise da Tabela 10 facilmente se confere este aspeto e apesar da produção total de RU recolhidos na fração indiferenciada ter vindo a diminuir desde 2007, estes representam cerca de 84 – 88 % da totalidade de RU recebidos.

3.2. Seleção de Indicadores

Na Tabela 11 está apresentada a capitação média obtida, que foi o indicador selecionado de acordo com o subcapítulo 2.2. da metodologia através da quantidade total de RU apresentada na Tabela 9 e o número de habitantes para os respetivos anos, obtida no Instituto Nacional de Estatística (dados de 2011 na Tabela 2) (INE, 2011).

Tabela 11 – Capitação anual de RU por habitante para cada município de 2007 a 2011

| Município | Capitação média (kg/(hab.ano)) | | | | |
|-----------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Espinho | 613,20 | 620,50 | 627,80 | 638,75 | 551,04 |
| Gondomar | 408,80 | 408,80 | 405,15 | 405,15 | 411,84 |
| Maia | 416,10 | 416,10 | 405,15 | 401,50 | 423,99 |
| Matosinhos | 521,95 | 536,55 | 540,20 | 532,90 | 505,60 |
| Porto | 660,65 | 682,55 | 693,50 | 704,45 | 582,67 |
| Póvoa de Varzim | 547,50 | 558,45 | 562,10 | 551,15 | 560,34 |
| Valongo | 386,90 | 386,90 | 383,25 | 386,90 | 402,61 |
| Vila do Conde | 540,20 | 551,15 | 547,50 | 554,80 | 533,49 |
| Total | 511,00 | 518,30 | 518,30 | 518,30 | 496,45 |

Na Tabela 12 estão apresentados os valores da capitação média anual por município para o mesmo período de tempo mas apenas para a fração indiferenciada, com base na Tabela 10.

Tabela 12 – Produção anual de RU da fração indiferenciada por habitante para cada município de 2007 a 2011

| Município | Capitação média da fração indiferenciada (kg/(hab.ano)) | | | | |
|-----------------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Espinho | 551,15 | 558,45 | 558,45 | 565,75 | 488,11 |
| Gondomar | 372,30 | 365,00 | 354,05 | 354,05 | 360,16 |
| Maia | 346,75 | 339,45 | 324,85 | 317,55 | 334,23 |
| Matosinhos | 448,95 | 448,95 | 445,30 | 438,00 | 417,51 |
| Porto | 576,70 | 591,30 | 594,95 | 602,25 | 499,79 |
| Póvoa de Varzim | 478,15 | 470,85 | 459,90 | 456,25 | 459,36 |
| Valongo | 343,10 | 332,15 | 317,55 | 321,20 | 335,23 |
| Vila do Conde | 485,45 | 485,45 | 478,15 | 481,80 | 462,92 |
| Total | 441,65 | 448,95 | 448,95 | 448,95 | 419,66 |

3.3. Projeções da Produção de RU

3.3.1. Formulação de Cenários

Os resultados obtidos quanto à projeção da produção de resíduos urbanos são apresentados de seguida, para cada cenário exposto no subcapítulo 2.3.1.

➤ Cenário 1:

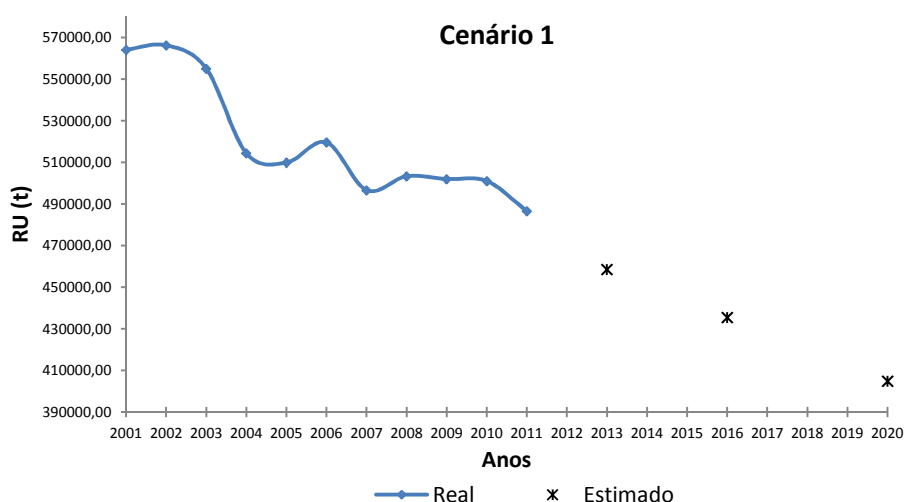


Figura 15 - Projeção da produção de RU no cenário 1.

Tabela 13 - Parâmetros estatísticos relativos à reta de regressão linear obtida no cenário 1

| | |
|--|---|
| Equação da Reta | $RU = -7665,1 \times \text{Ano} + 565840$ |
| Coefficiente de Determinação (r^2) | 0,8005 |

Após a observação da Figura 15, que retrata a projeção feita com base numa regressão linear da produção de resíduos desde o ano de 2001, verifica-se que no ano de 2013 a produção de RU será estimada em cerca de 458 529 toneladas, no ano de 2016 a quantidade decresce para cerca de 435 533 toneladas e no ano de 2020 atinge-se o valor de cerca de 404 873 toneladas de RU. A regressão linear obtida (Tabela 13), traduziu-se numa boa relação (correlação negativa) entre os dados obtendo-se um coeficiente de determinação de cerca de 0,8 (cerca de 80 % da informação é explicada pela equação). Ainda relativamente à regressão linear obtida, merece especial atenção o facto de que a

variável “Ano” tomou valores entre 1 e 20 consoante o ano em causa. Assim, para o ano de 2001 a variável “Ano” toma o valor de 1, para o ano de 2002 toma o valor de 2 e assim sucessivamente até ao ano de 2020 (o mesmo se passa para o cenário 2).

➤ Cenário 2:

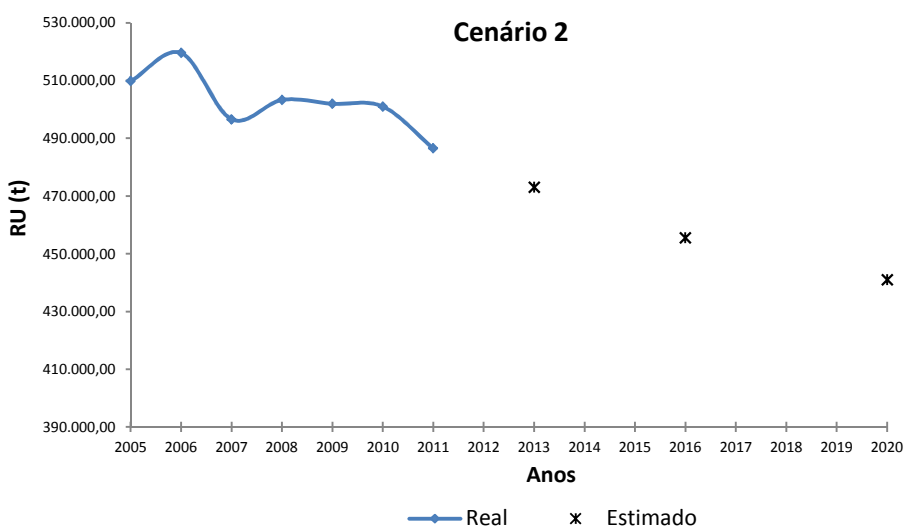


Figura 16 - Projeção da produção de RU no cenário 2.

Tabela 14 - Parâmetros estatísticos relativos à regressão obtida no cenário 2

| | |
|--|---|
| Equação da Reta | $RU = -3630,9 \times \text{Ano} + 517196$ |
| Coefficiente de Determinação (r^2) | 0,5788 |

Pela análise da Figura 16 observa-se que o decaimento da reta não é tão acentuado como o observado no cenário 1; tal era expectável uma vez que apenas se usaram os dados desde 2005 na execução da estimativa para este cenário, o que resultou numa reta com um declive menor. Este cenário considerou-se relevante, na perspetiva de uma visão um pouco mais conservadora dos resultados. Neste caso, o coeficiente de determinação obtido não foi muito elevado (cerca de 60 % da informação é explicada pela equação, Tabela 14). A correlação negativa obtida permite estimar uma redução nos RU em 2013 para cerca de 466 363 toneladas, em 2016 para cerca de 455 470 toneladas e, em 2020, para cerca de 440 947 toneladas de resíduos.

➤ Cenário 3:

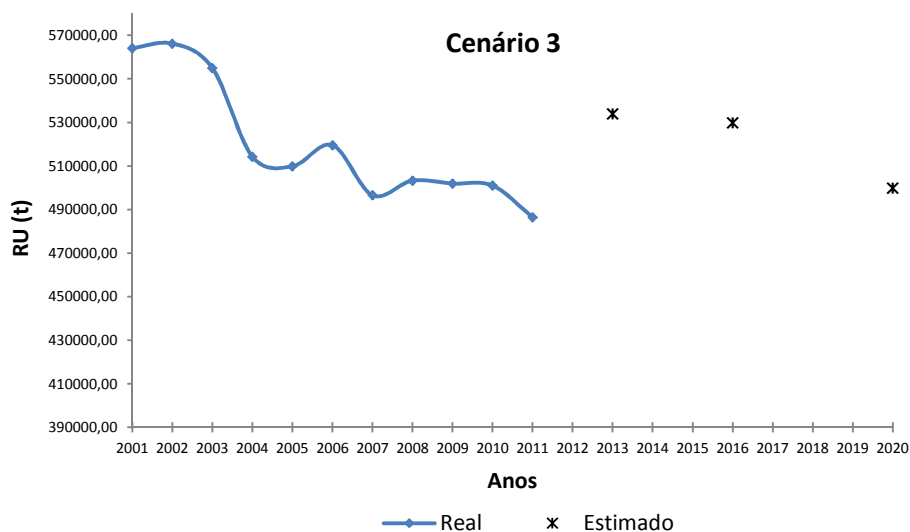


Figura 17 - Projeção da produção de RU no cenário 3.

Tabela 15 - Parâmetros estatísticos relativos à regressão obtida no cenário 3

| | |
|--|---|
| Modelo obtido ^{a)} | $RU = 0,067 - 0,786 \times x_1 - 0,372 \times x_2 - 0,074 \times x_2^2$ |
| Coefficiente de Determinação (r^2) | 0,8729 |

^{a)} x_1 e x_2 correspondem às variáveis normalizadas referentes ao PIB e à População, respetivamente.

No cenário 3, efetuado com base num tipo de metodologia diferente dos cenários anteriores, obtiveram-se também resultados muito diferentes. A produção de RU foi estimada em cerca de 534 000 toneladas para o ano de 2013, cerca de 529 855 toneladas para o ano de 2016 e cerca de 499 823 toneladas para o ano de 2020. Neste caso em particular, como foi necessário analisar o histórico do PIB e da população desde o ano de 2001 até 2010, os resultados obtidos variaram em conformidade com as estimativas realizadas também para estes dois indicadores (ver Tabela 6). Através do modelo apresentado na Tabela 15, verifica-se que tanto o PIB como a população têm um efeito negativo na produção de RU, mas há que ter em atenção que a projeção feita para a população pressupõe que esta diminua enquanto que o PIB terá tendência a aumentar até ao ano de 2020. Assim, com um menor número de habitantes é de esperar que a produção de resíduos diminua, e com o aumento do PIB também se verifique esta diminuição. O primeiro caso refere-se ao que já foi enunciado várias vezes de que a produção de RU está fortemente ligada ao número de habitantes; o segundo pode ser explicado devido a ser previsível que com o aumento do valor de todos os bens e serviços produzidos, (que no

fundo é o PIB), também se verifique um aumento da instrução e sensibilização dos consumidores, assim como uma melhoria contínua no sistema de gestão de RU da Lipor, logo uma consequente diminuição da quantidade total de RU.

Apesar disto, a principal diferença relativamente às tendências apresentadas nos cenários anteriores é o aumento bastante acentuado da produção de RU entre 2011 e 2013. Um dos motivos óbvios para isto se verificar são as diferenças na realização das projeções para este cenário que para além de apresentar um modelo mais complexo necessita de projeções para a quantidade de habitantes bem como do PIB para os anos futuros.

É de referir ainda que apesar do ano de 2011 não ter sido incluído na construção do modelo por ser considerado um ano não representativo da tendência de decréscimo da população, este foi incluído na representação gráfica uma vez que este é um valor real.

A tabela seguinte sintetiza os dados obtidos de acordo com os três cenários, para os anos relevantes na presente análise.

Tabela 16 - Resultados das projeções da produção de RU de acordo com os diferentes cenários, para os anos a que se referem as metas do PNGR e do PPRU

| | Produção de RU estimada (t) | | |
|-------------|-----------------------------|------------|------------|
| | Cenário 1 | Cenário 2 | Cenário 3 |
| 2013 | 458 528,60 | 466 363,40 | 534 007,20 |
| 2016 | 435 533,30 | 455 470,70 | 529 854,84 |
| 2020 | 404 872,90 | 440 947,10 | 499 823,00 |

3.4. Metas Quantitativas

De acordo com os diferentes cenários formulados, há que verificar se as metas propostas serão cumpridas ou não. Estes resultados são apresentados de seguida, primeiramente para o PNGR e posteriormente para o PPRU.

3.4.1. PNGR

No presente subcapítulo serão confrontados os resultados das projeções dos diferentes cenários, com as metas a atingir propostas no PNGR. Como já foi referido e apenas para facilitar a análise dos mesmos, relembra-se que o ano de referência deste Plano é 2009 e que a meta proposta para 2013 é a redução de 5 %, para 2016 a redução de 13 % e para o ano de 2020 a redução de 20 % na produção total de resíduos relativamente ao ano de referência.

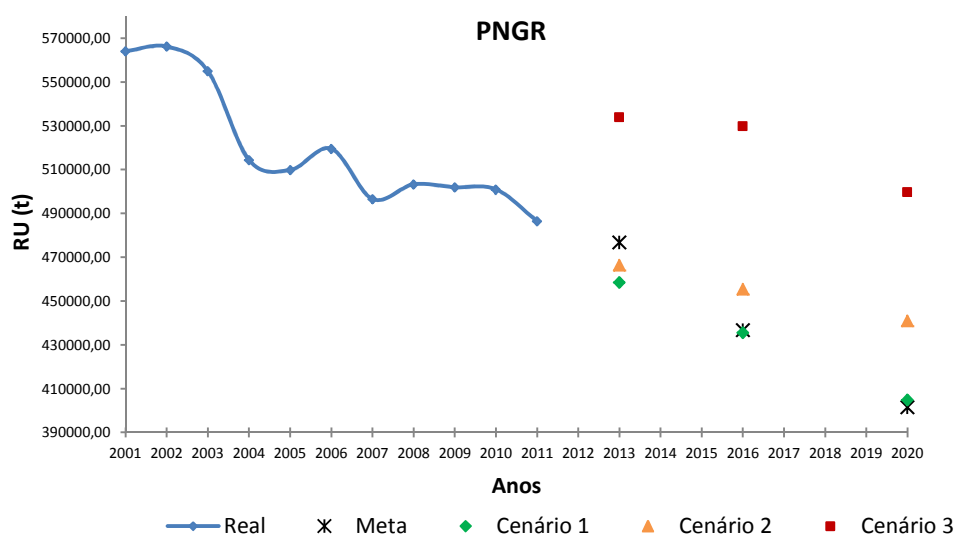


Figura 18 - Representação gráfica das metas propostas pelo PNGR para os três cenários.

Através da observação da Figura 18, verifica-se que, para o cenário 1 (o mais “otimista” dos 3), a meta proposta para o ano de 2013 será atingida, uma vez que a quantidade estimada de RU para este ano será inferior à meta de redução de 5 % relativamente ao ano de 2009. O mesmo se passa relativamente ao ano de 2016, sendo que, apesar do valor da projeção da quantidade de RU ser muito próximo da meta proposta para este ano, esta não será ultrapassada. Pelo contrário, para o ano de 2020 verifica-se que, mantendo uma tendência linear considerando a evolução dos anteriores anos, a meta de redução será excedida, no entanto, a diferença relativamente à meta não é muito significativa (cerca de 0,8 %, ver Tabela 17). Pode concluir-se que de acordo com o presente cenário, os resultados são bastante favoráveis uma vez que só a meta proposta para o ano de 2020, ou seja, uma

redução de 20 % da produção total de RU do ano de 2009, não será atingida, por uma diferença relativamente baixa.

De acordo com o cenário 2, a única meta cumprida será a do ano de 2013. Neste ano, a quantidade de RU estimada é inferior à meta de redução de 5 % do total de RU produzidos proposta pelo PNGR. Contrariamente ao sucedido no cenário 1, a meta proposta para o ano de 2016 não será atingida pois, como a figura o demonstra, a quantidade de RU projetada será superior à meta estipulada da redução de 13 %. Este cenário é menos favorável que o anterior, uma vez que aponta para um incumprimento das metas para os anos de 2016 e 2020, em cerca de 4,1 % e 8,9 % respetivamente, alcançando apenas a meta proposta para o ano de 2013 (Tabela 17).

Após a análise da representação gráfica relativa ao cenário 3, o que já seria de esperar de acordo com o que já foi referido anteriormente (este é sem dúvida o cenário mais pessimista), imediatamente se verifica que todas as metas propostas serão ultrapassadas em 10,7 %, 17,6 % e 19,7 % para os anos de 2013, 2016 e 2020, respetivamente (Tabela 17). As diferenças na metodologia utilizada comparativamente com os cenários 1 e 2 são notórias, traduzindo-se em resultados muito distantes das metas de redução. Uma vez que no cenário 3 são utilizados indicadores sociais e económicos, este cenário é o mais complexo dos três afastando-se da análise simplista efetuada nos cenários anteriores em que se estimou a quantidade de RU por uma regressão linear. No entanto, não se pode deixar de observar que este cenário aponta para uma variação significativa na quantidade de resíduos que se afasta muito daquilo que é o perfil dos anos anteriores, o que trás algumas dúvidas relativamente à sua concretização.

Nas Tabelas 17 e 18 apresentam-se os valores das projeções para os diferentes cenários, em quantidade total e capitação, respetivamente, comparados com as metas propostas pelo PNGR.

Tabela 17 - Quantidade estimada de RU para os diferentes cenários e metas propostas pelo PNGR

| | Quantidade de RU (t) | | | | | | |
|-------------|----------------------|------------|-----------------|------------|------------------|------------|------------------|
| | Meta | Cenário 1 | | Cenário 2 | | Cenário 3 | |
| | | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio |
| 2013 | 476 850,65 | 458 528,60 | - | 466 363,40 | - | 534 007,20 | 57 156,55 |
| 2016 | 436 694,89 | 435 533,30 | - | 455 470,70 | 18 775,81 | 529 854,84 | 93 160,04 |
| 2020 | 401 558,44 | 404 872,90 | 3 314,46 | 440 947,10 | 39 388,66 | 499 823,00 | 98 264,56 |

Tabela 18 - Valor da capitação anual estimada e metas propostas pelo PNGR

| | Capitação (kg/(hab.ano)) | | | | | | |
|-------------|--------------------------|-----------|-------------|-----------|--------------|-----------|---------------|
| | Meta | Cenário 1 | | Cenário 2 | | Cenário 3 | |
| | | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio |
| 2013 | 497,06 | 477,97 | - | 486,13 | - | 556,64 | 59,58 |
| 2016 | 469,71 | 468,46 | - | 489,91 | 20,20 | 569,92 | 100,21 |
| 2020 | 441,24 | 444,88 | 3,64 | 484,52 | 43,28 | 549,22 | 107,98 |

Uma vez mais, confirma-se o referido anteriormente, destacando o facto de que no cenário 1 haverá apenas um incumprimento embora que bastante pequeno, o cenário 2 revelou-se menos favorável que o primeiro, cumprindo apenas uma das metas propostas e o cenário 3 tornou-se o mais pessimista de todos não cumprindo qualquer uma das metas propostas. Como no presente trabalho a redução se foca nos valores de capitação (tal como foi explicado no subcapítulo 2.2. da metodologia), determinou-se o desvio de cada um destes entre a quantidade estimada de RU para os anos apresentados e o valor que realmente deveria ser obtido traduzido pelas metas apresentadas. Assim, as medidas de prevenção a implementar (subcapítulo 3.5.), terão o seu enfoque nestes desvios, numa tentativa da sua redução.

3.4.2. PPRU

No presente subcapítulo serão comparados os resultados das projeções dos diferentes cenários, com as metas a atingir propostas no PPRU. Mais uma vez, relembra-se que o ano de referência deste Programa é 2007 e que a meta proposta no cenário “Moderado” é a redução de 10 % da capitação diária até 2016, e a meta proposta no cenário “PERSU II” é a redução de 1,4 % da capitação diária também até 2016, relativamente ao ano de referência. Embora as metas propostas pelo PPRU se foquem na capitação, os resultados apresentados nas figuras seguintes estão expressos em massa, para serem mais facilmente comparados com os resultados apresentados nas figuras relativas ao PNGR.

a) Cenário “Moderado”

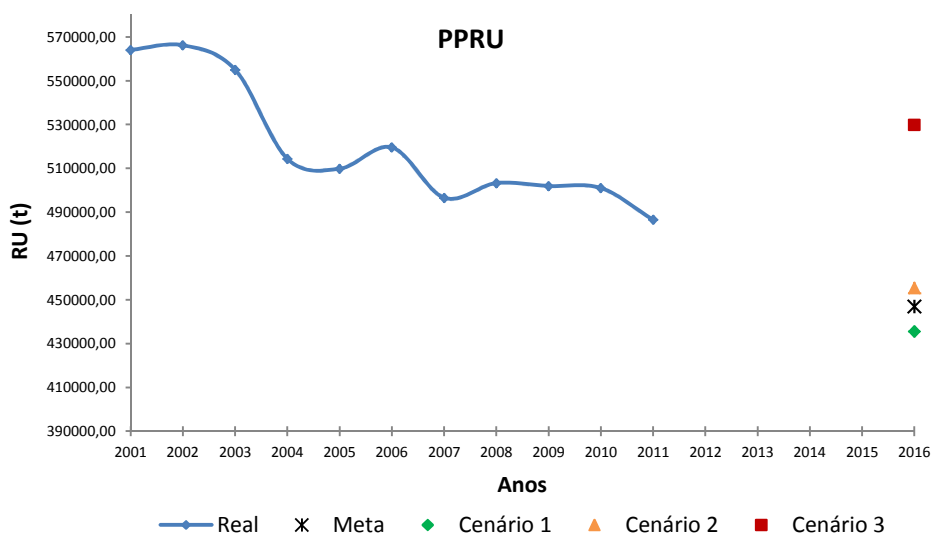


Figura 19 - Representação gráfica da meta proposta pelo PPRU (cenário "Moderado") para os três cenários.

De acordo com a Figura 19 claramente se verifica que a meta apresentada no PPRU para o cenário 1 será cumprida, uma vez que a quantidade estimada da produção de RU se encontra abaixo desta.

Por outro lado, verifica-se o incumprimento da meta proposta no caso do cenário 2, num desvio de cerca de 1,9 % (Tabela 19). Contrariamente ao decorrido no cenário 1, este cenário apresentou um resultado menos favorável ainda que por uma pequena diferença entre a quantidade de RU estimada e a meta proposta no PPRU. Esta diferença é explicada pelos motivos já apresentados anteriormente.

Como seria de esperar, considerando as projeções efetuadas no cenário 3, a meta de redução proposta não será atingida. A aplicação do modelo obtido neste cenário conduziu a uma quantidade de RU produzidos no ano de 2016 bastante superior à meta de redução de 10 % relativamente ao ano de 2007 em cerca de 15,7 % (Tabela 19). De acordo com este cenário, o mais pessimista dos três, uma vez mais se verifica uma variação significativa na quantidade de RU, afastando-se do perfil traduzido pelos resultados dos cenários 1 e 2, o que reforça o anteriormente referido (este cenário pode trazer algumas dúvidas relativamente à sua concretização).

Nas Tabelas 19 e 20, apresentam-se os valores das projeções para os diferentes cenários comparados com a meta proposta para 2016, em quantidade total e em capitação, respetivamente.

Tabela 19 - Quantidade estimada de RU para os diferentes cenários e meta proposta pelo PPRU (cenário "Moderado")

| Quantidade de RU (t) | | | | | | |
|----------------------|------------|--------|------------|-----------------|------------|------------------|
| Meta | Cenário 1 | | Cenário 2 | | Cenário 3 | |
| | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio |
| 446 921,72 | 435 533,30 | - | 455 470,70 | 8 548,98 | 529 854,84 | 82 933,12 |

Tabela 20 - Valor da capitação anual estimada e meta proposta pelo PPRU (cenário "Moderado")

| Capitação (kg/(hab.ano)) | | | | | | |
|--------------------------|-----------|--------|-----------|-------------|-----------|--------------|
| Meta | Cenário 1 | | Cenário 2 | | Cenário 3 | |
| | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio |
| 480,71 | 468,46 | - | 489,91 | 9,20 | 569,92 | 89,20 |

De acordo com os resultados sintetizados nas tabelas anteriores, comprovou-se o facto de o cenário 3 apresentar um maior desvio face à meta estabelecida, pelas razões descritas anteriormente. O cenário 2 apresentou também um pequeno desvio enquanto que o cenário 1 cumpriu com facilidade a meta proposta pelo PPRU. Os desvios obtidos nos cenários 2 e 3 serão alvo de implementação de medidas de prevenção no subcapítulo 3.5.

b) Cenário "PERSU II"

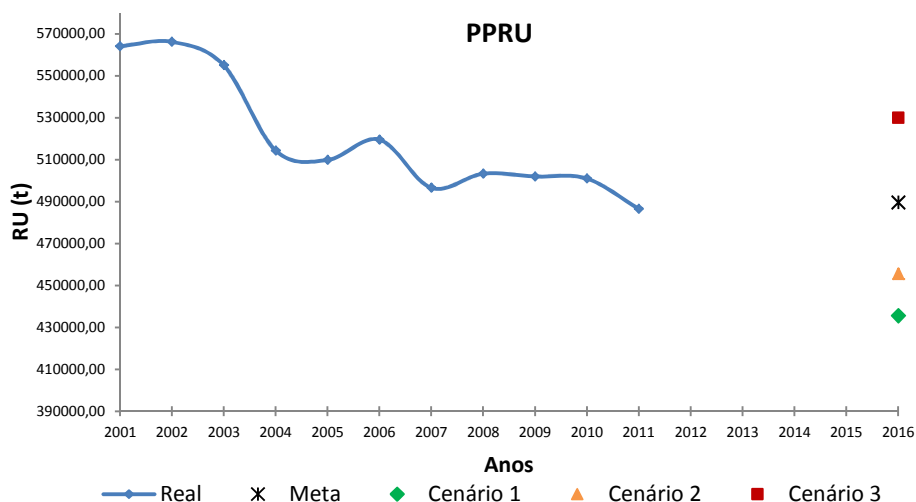


Figura 20 - Representação gráfica da meta proposta pelo PPRU (cenário "PERSU II") para os três cenários.

Uma vez mais, os resultados obtidos no caso do cenário 1 foram bastante favoráveis atingindo-se o cumprimento da meta proposta. Este facto seria de esperar, não só pelo motivo de que as projeções da quantidade de RU neste cenário serem as que apresentaram valores mais baixos, mas também pelo motivo da meta estabelecida no cenário “PERSU II” ser bastante mais reduzida que as metas anteriormente analisadas, sendo de apenas 1,4 %.

Também no cenário 2 a meta de redução proposta será atingida, uma vez que é bastante inferior às metas propostas no cenário “Moderado” do PPRU bem como às do PNGR. Obviamente, o desvio neste cenário é inferior ao obtido no cenário 1.

Apenas para o cenário 3 se verifica o incumprimento considerando a meta de redução proposta pelo PPRU excedendo-a em cerca de 7,6 % (Tabela 21). Mesmo neste caso, se de facto a influência das variáveis população e PIB na produção de resíduos se mantiver nas condições anteriores e as projeções para o PIB e população forem próximas das reais, há de facto necessidade de se implementarem medidas adicionais de prevenção, face às existentes, com vista ao cumprimento de tais metas.

Nas Tabelas 21 e 22, apresentam-se os valores das projeções para os diferentes cenários comparados com a meta proposta para 2016, em quantidade total e em capitação, respetivamente.

Tabela 21 - Quantidade estimada de RU e meta proposta pelo PPRU (cenário "PERSU II")

| Quantidade de RU (t) | | | | | | |
|----------------------|------------|--------|------------|--------|------------|------------------|
| Meta | Cenário 1 | | Cenário 2 | | Cenário 3 | |
| | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio |
| 489 627,57 | 435 533,30 | - | 455 470,70 | - | 529 854,84 | 40 227,27 |

Tabela 22 - Valor da capitação anual estimada e meta proposta pelo PPRU (cenário "PERSU II")

| Capitação (kg/(hab.ano)) | | | | | | |
|--------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------------|
| Meta | Cenário 1 | | Cenário 2 | | Cenário 3 | |
| | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio | Estimado | Desvio |
| 526,65 | 468,46 | - | 489,91 | - | 569,92 | 43,27 |

Analisando os resultados apresentados nas tabelas anteriores confirma-se que apenas o cenário 3 apresenta incumprimento da meta proposta. Pelo contrário, de acordo com os cenários 1 e 2 a meta será cumprida com facilidade, mantendo-se a tendência linear de redução da quantidade de resíduos produzida. O desvio obtido na capitação do cenário 3

será também alvo de implementação das medidas de prevenção apresentadas no subcapítulo 3.5., com vista à sua redução, que se apresentarão de seguida.

O cenário 3 foi o que apresentou de facto os resultados mais pessimistas. Assim, considerando a diferença deste para os outros cenários apresentados, poderá indicar que o cumprimento deste será um indicativo de uma maior facilidade no cumprimento das metas de redução, uma vez que sendo o cenário 3 cumprido, claramente os outros o serão.

3.5. Estabelecimento das Medidas de Prevenção de RU

Após a verificação do cumprimento das metas propostas no PNGR e no PPRU, e verificando-se que, de acordo com os vários cenários propostos, mantendo-se as tendências consideradas, nem sempre é possível cumprir as metas propostas, foi necessária a avaliação da implementação de medidas de prevenção adicionais, com um determinado potencial de redução, que permitam reduzir à quantidade de resíduos produzida e que possam assim contribuir para o cumprimento das referidas metas.

Assim, para cada plano e diferentes cenários, foi avaliada a implementação das medidas de redução e respetivos potenciais de redução, de acordo com o projeto ACR⁺ e ajustes necessários ao cenário nacional, de acordo com o que foi descrito no subcapítulo 2.5.2. da metodologia.

3.5.1. PNGR

Neste subcapítulo apresentar-se-ão apenas os dados referentes às capitações que se pretendem reduzir, de acordo com os resultados obtidos no subcapítulo 3.4.1. Assim, no cenário 1 apenas se abordará a meta de redução até 2020, no cenário 2 referir-se-ão as metas de redução dos anos 2016 e 2020, e por fim no cenário 3 apresentar-se-ão os dados referentes às três metas de redução. É ainda importante salientar que as quantidades de RU apresentadas nas tabelas, referem-se apenas à fração indiferenciada recebida na Lipor, representando cerca de 85 % da capitação anual estimada para cada ano presente na Tabela 18. Este valor foi assumido com base no sucedido no ano de 2009 que é o ano de referência do PNGR, através do relatório de caracterização efetuado (ANEXO D). Assim, os valores das capitações, transformados em valores relativos ao indiferenciado, apresentam-se na Tabela 23.

Estes são os valores de capitação, a partir dos quais se pretende atingir a redução de capitação não atingível nos cenários de evolução da produção de resíduos, considerando os cenários estudados.

Tabela 23 - Capitação anual da fração indiferenciada de RU recebidos pela Lipor

| | Capitação (kg/(hab.ano)) | | |
|-------------|--------------------------|-----------|-----------|
| | Cenário 1 | Cenário 2 | Cenário 3 |
| 2013 | - | - | 473,45 |
| 2016 | - | 416,50 | 484,50 |
| 2020 | 378,25 | 412,25 | 466,65 |

➤ Cenário 1:

De acordo com a metodologia descrita no subcapítulo 2.5.2., obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 - Medidas de prevenção e respetivos potenciais de redução para o cumprimento das metas propostas pelo PNGR de acordo com o cenário 1

| Cenário 1 | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 2020 | | | |
| Resíduos <i>Versus</i> Medidas de Prevenção | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) |
| 1. Resíduos Orgânicos | 191,39 | 34,80 | 18,20 |
| 1.1. Promover compostagem na fonte | 75,65 | 12,61 | 16,70 |
| 1.2. Contrariar o desperdício de comida | 115,74 | 30,87 | 26,70 |
| 1.3. Promover o uso de fraldas reutilizáveis | | N.A. | |
| 2. Resíduos de papel | 40,47 | 6,07 | 15,00 |
| 2.1. Evitar a publicidade escrita e jornais não desejados | 1,78 | 0,44 | 25,00 |
| 2.2. Encorajar a desmaterialização | 38,69 | 2,42 | 6,25 |
| 3. Resíduos de embalagens (plásticos, madeiras, vidro, esferovite) | 96,45 | 16,08 | 16,70 |
| 3.1. Escolher produtos cuja embalagem possa ser devolvida no local de compra | 14,37 | 10,78 | 75,00 |
| 3.2. Promover o consumo de água da torneira | 49,55 | 16,52 | 33,30 |
| 3.3. Desenvolver sacos reutilizáveis | 32,53 | 16,26 | 50,00 |
| 3.4. Contrariar o sobreembalamento | | N.A. | |
| 4. Resíduos volumosos ou outros | 36,60 | 5,63 | 15,40 |
| 4.1. Promover a reutilização de roupa | 24,96 | 12,48 | 50,00 |
| 4.2. Promover a reutilização de mobiliário, equipamento EE, brinquedos e outros | 7,57 | 0,45 | 5,90 |
| 4.3. Evitar as compras em excesso | 4,07 | 1,02 | 25,00 |
| Total | 364,90 | 62,60 | 17,20 |

Assumindo os pressupostos referidos na Tabela 8, verifica-se, através da análise da Tabela 24, que com a implementação das medidas de prevenção expostas e respetivos potenciais de redução é possível reduzir em cerca de 62,60 kg/(hab.ano) a capitação. Uma vez que neste caso a capitação em excesso obtida foi de apenas 3,64 kg/(hab.ano) e assumindo que todas as medidas são implementadas à totalidade dos habitantes residentes nos 8 municípios, conclui-se que a meta será atingida. Relativamente à quantidade total de RU onde se obtém o valor de 364,90 kg/(hab.ano) onde, esta não corresponde à capitação total uma vez que nem todas as fileiras constituintes da fração indiferenciada são consideradas na implementação das medidas (ver Tabela 8 e ANEXO D). Merece especial atenção a fileira “Resíduos Orgânicos” constituindo cerca de 50 % da totalidade, (ANEXO D), representa uma enorme porção dos resíduos indiferenciados, como havia sido referido no subcapítulo 1.5.2. e representado na Figura 11.

➤ Cenário 2:

De acordo com a mesma metodologia utilizada para o cenário 1, obtiveram-se os resultados que se apresentam na Tabela 25, para aplicação das medidas adicionais de prevenção de acordo com o projeto ACR⁺.

Tabela 25 - Medidas de prevenção e respetivos potenciais de redução para o cumprimento das metas propostas pelo PNGR de acordo com o cenário 2

| Cenário 2 | | | | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Resíduos Versus Medidas de Prevenção | 2016 | | | 2020 | | |
| | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) |
| 1. Resíduos Orgânicos | 210,75 | 38,32 | 18,20 | 208,60 | 37,93 | 18,20 |
| 1.1. Promover compostagem na fonte | 83,30 | 13,88 | 16,70 | 82,45 | 13,74 | 16,70 |
| 1.2. Contrariar o desperdício de comida | 127,45 | 33,99 | 26,70 | 126,15 | 33,64 | 26,70 |
| 1.3. Promover o uso de fraldas reutilizáveis | N.A. | | | | | |
| 2. Resíduos de papel | 44,57 | 6,68 | 15,00 | 44,11 | 6,62 | 15,00 |
| 2.1. Evitar a publicidade escrita e jornais não desejados | 1,96 | 0,49 | 25,00 | 1,94 | 0,48 | 25,00 |
| 2.2. Encorajar a desmaterialização | 42,61 | 2,66 | 6,25 | 42,17 | 2,64 | 6,25 |

Tabela 265 - Medidas de prevenção e respetivos potenciais de redução para o cumprimento das metas propostas pelo PNGR de acordo com o cenário 2 (continuação)

| Resíduos Versus Medidas de Prevenção | 2016 | | | 2020 | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) |
| 3. Resíduos de embalagens (plásticos, madeiras, vidro, esferovite) | 104,82 | 17,47 | 16,70 | 105,12 | 17,52 | 16,70 |
| 3.1. Escolher produtos cuja embalagem possa ser devolvida no local de compra | 15,83 | 11,87 | 75,00 | 15,67 | 11,75 | 75,00 |
| 3.2. Promover o consumo de água da torneira | 53,17 | 17,72 | 33,30 | 54,00 | 18,00 | 33,30 |
| 3.3. Desenvolver sacos reutilizáveis | 35,82 | 17,91 | 50,00 | 35,45 | 17,73 | 50,00 |
| 3.4. Contrariar o sobreembalamento | N.A. | | | | | |
| 4. Resíduos volumosos ou outros | 40,30 | 6,20 | 15,40 | 39,89 | 6,14 | 15,40 |
| 4.1. Promover a reutilização de roupa | 27,49 | 13,74 | 50,00 | 27,21 | 13,60 | 50,00 |
| 4.2. Promover a reutilização de mobiliário, equipamento EE, brinquedos e outros | 8,33 | 0,49 | 5,90 | 8,25 | 0,49 | 5,90 |
| 4.3. Evitar as compras em excesso | 4,48 | 1,12 | 25,00 | 4,43 | 1,11 | 25,00 |
| Total | 400,40 | 68,70 | 17,20 | 397,70 | 68,20 | 17,20 |

Tendo em conta os resultados apresentados na Tabela 25, é possível verificar que em ambas as situações retratadas se conseguem atingir as metas de redução propostas. No caso da meta para o ano de 2016, o desvio na capitação anual obteve o valor de 20,20 kg/(hab.ano) e com a implementação das medidas preventivas se consegue uma redução de cerca de 68,70 kg/(hab.ano) da capitação anual, logo a meta será cumprida. Relativamente à meta a atingir no ano de 2020, obteve-se um valor de redução da capitação anual de cerca de 68,20 kg/(hab.ano), enquanto que o desvio era de apenas 43,28 kg/(hab.ano), logo esta também será atingida. Mais uma vez, estes resultados consideram que as medidas de prevenção serão aplicadas a toda a população da área do sistema Lipor e que todas elas passarão, de facto, a alterar os seus hábitos de consumo.

➤ Cenário 3:

Os resultados relativos ao cenário 3 apresentam-se na Tabela 26.

Tabela 26 - Medidas de prevenção e respetivos potenciais de redução para o cumprimento das metas propostas pelo PNGR de acordo com o cenário 3

| Cenário 3 | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Resíduos <i>Versus</i> Medidas de Prevenção | 2013 | | | 2016 | | | 2020 | | |
| | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) |
| 1. Resíduos Orgânicos | 239,57 | 43,56 | 18,20 | 245,16 | 44,57 | 18,20 | 236,12 | 42,93 | 18,20 |
| 1.1. Promover compostagem na fonte | 94,69 | 15,78 | 16,70 | 96,90 | 16,15 | 16,70 | 93,33 | 15,56 | 16,70 |
| 1.2. Contrariar o desperdício de comida | 144,88 | 38,63 | 26,70 | 148,26 | 39,54 | 26,70 | 142,79 | 38,08 | 26,70 |
| 1.3. Promover o uso de fraldas reutilizáveis | N.A. | | | | | | | | |
| 2. Resíduos de papel | 50,66 | 7,60 | 15,00 | 51,84 | 7,78 | 15,00 | 49,93 | 7,49 | 15,00 |
| 2.1. Evitar a publicidade escrita e jornais não desejados | 22,25 | 5,56 | 25,00 | 22,77 | 5,69 | 25,00 | 21,93 | 5,48 | 25,00 |
| 2.2. Encorajar a desmaterialização | 28,41 | 1,78 | 6,25 | 29,07 | 1,82 | 6,25 | 28,00 | 1,75 | 6,25 |
| 3. Resíduos de embalagens (plásticos, madeiras, vidro, esferovite) | 120,73 | 20,12 | 16,70 | 123,55 | 20,59 | 16,70 | 119,00 | 19,83 | 16,70 |
| 3.1. Escolher produtos cuja embalagem possa ser devolvida no local de compra | 17,99 | 13,49 | 75,00 | 18,41 | 13,81 | 75,00 | 17,73 | 13,30 | 75,00 |
| 3.2. Promover o consumo de água da torneira | 62,02 | 20,67 | 33,30 | 63,47 | 21,16 | 33,30 | 61,13 | 20,38 | 33,30 |
| 3.3. Desenvolver sacos reutilizáveis | 40,72 | 20,36 | 50,00 | 41,67 | 20,83 | 50,00 | 40,13 | 20,07 | 50,00 |
| 3.4. Contrariar o sobreembalamento | N.A. | | | | | | | | |
| 4. Resíduos volumosos ou outros | 45,81 | 7,05 | 15,40 | 46,88 | 7,21 | 15,40 | 45,65 | 7,02 | 15,40 |
| 4.1. Promover a reutilização de roupa | 31,25 | 15,62 | 50,00 | 31,98 | 15,99 | 50,00 | 31,25 | 15,62 | 50,00 |
| 4.2. Promover a reutilização de mobiliário, equipamento EE, brinquedos e outros | 9,47 | 0,56 | 5,90 | 9,69 | 0,57 | 5,90 | 9,33 | 0,55 | 5,90 |
| 4.3. Evitar as compras em excesso | 5,09 | 1,27 | 25,00 | 5,21 | 1,30 | 25,00 | 5,07 | 1,27 | 25,00 |
| Total | 456,76 | 78,33 | 17,20 | 467,42 | 80,15 | 17,20 | 450,71 | 77,28 | 17,20 |

No caso do cenário 3, os resultados obtidos diferem dos anteriores, uma vez que a implementação das medidas ainda se revela na impossibilidade de cumprir as metas para os anos de 2016 e 2020. No caso da primeira, pretendia-se reduzir cerca de 100,21 kg/(hab.ano), mas com a implementação das medidas de prevenção, apenas se consegue reduzir cerca de 80,15 kg/(hab.ano) da capitação anual. No caso da segunda, verifica-se que apenas será possível reduzir até cerca de 77,28 kg/(hab.ano) à capitação, enquanto que o que se pretendia reduzir era o valor de 107,98 kg/(hab.ano).

Apesar do incumprimento exposto, a meta de redução para o ano de 2013 será atingida, uma vez que se pretendiam reduzir cerca de 59,58 kg/(hab.ano) e com a implementação desta metodologia é possível reduzir a capitação em cerca de 78,33 kg/(hab.ano). Este resultado só será possível pressupondo as considerações já mencionadas de que toda a população aderirá às medidas apresentadas.

3.5.2. PPRU

Neste capítulo apresentar-se-ão apenas os dados referentes às capitações que se pretende reduzir, de acordo com os resultados obtidos no subcapítulo 3.4.2. Assim, expor-se-ão os dados referentes aos cenários 2 e 3, no caso do cenário “Moderado”, e os dados relativos ao cenário 3 no caso do cenário “PERSU II”. É ainda importante mencionar que as quantidades de RU apresentadas nas tabelas, referem-se apenas à fração indiferenciada recebida na Lipor, representando cerca de 88 % da capitação anual estimada para cada ano presente nas Tabelas 20 e 22. Este valor foi assumido com base no sucedido no ano de 2007 que é o ano de referência do PPRU (ver ANEXO E), à semelhança do que se fez no subcapítulo anterior. Assim, os novos valores das capitações apresentam-se de seguida na Tabela 27.

Tabela 27 - Capitação anual da fração indiferenciada de RU recebidos pela Lipor

| | Capitação (kg/(hab.ano)) | |
|--------------------|--------------------------|-----------|
| | Cenário 2 | Cenário 3 |
| Cenário “Moderado” | 431,20 | 501,60 |
| Cenário “PERSU II” | - | 501,60 |

a) Cenário “Moderado”

Os resultados relativos ao cenário “Moderado” do PPRU apresentam-se na Tabela 28.

Tabela 28 - Medidas de prevenção e respetivos potenciais de redução para o cumprimento das metas propostas pelo PPRU (cenário "Moderado") de acordo com os cenários 2 e 3

| Resíduos Versus Medidas de Prevenção | Cenário 2 | | | Cenário 3 | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) |
| 1. Resíduos Orgânicos | 234,53 | 42,64 | 18,20 | 272,82 | 49,60 | 18,20 |
| 1.1. Promover compostagem na fonte | 86,24 | 14,37 | 16,70 | 100,32 | 16,72 | 16,70 |
| 1.2. Contrariar o desperdício de comida | 148,29 | 39,54 | 26,70 | 172,50 | 46,00 | 26,70 |
| 1.3. Promover o uso de fraldas reutilizáveis | N.A. | | | | | |
| 2. Resíduos de papel | 79,64 | 11,95 | 15,00 | 92,65 | 13,90 | 15,00 |
| 2.1. Evitar a publicidade escrita e jornais não desejados | 2,50 | 0,63 | 25,00 | 29,09 | 7,27 | 25,00 |
| 2.2. Encorajar a desmaterialização | 77,14 | 4,82 | 6,25 | 63,55 | 3,97 | 6,25 |
| 3. Resíduos de embalagens (plásticos, madeiras, vidro, esferovite) | 81,80 | 13,63 | 16,70 | 95,15 | 15,86 | 16,70 |
| 3.1. Escolher produtos cuja embalagem possa ser devolvida no local de compra | 19,84 | 14,88 | 75,00 | 23,07 | 17,31 | 75,00 |
| 3.2. Promover o consumo de água da torneira | 68,99 | 23,00 | 33,30 | 80,26 | 26,75 | 33,30 |
| 3.3. Desenvolver sacos reutilizáveis | 47,43 | 23,72 | 50,00 | 55,18 | 27,59 | 50,00 |
| 3.4. Contrariar o sobreembalamento | N.A. | | | | | |
| 4. Resíduos volumosos ou outros | 27,26 | 4,19 | 15,40 | 28,19 | 4,34 | 15,40 |
| 4.1. Promover a reutilização de roupa | 11,64 | 5,82 | 50,00 | 13,54 | 6,77 | 50,00 |
| 4.2. Promover a reutilização de mobiliário, equipamento EE, brinquedos e outros | 12,59 | 0,74 | 5,90 | 14,65 | 0,86 | 5,90 |
| 4.3. Evitar as compras em excesso | 3,03 | 0,76 | 25,00 | 3,52 | 0,88 | 25,00 |
| Total | 423,23 | 72,42 | 17,20 | 488,81 | 83,70 | 17,20 |

Através da análise da Tabela 28 é possível verificar que apenas no caso do cenário 2 a meta proposta será cumprida com a implementação das medidas de prevenção apresentadas. Mesmo que estas não sejam praticadas pela totalidade dos habitantes, este aspeto não parece ser impeditivo ao alcance da meta, uma vez que o desvio observado foi de apenas 9,20 kg/(hab.ano), e com a aplicação da metodologia adotada é possível reduzir a capitação em cerca de 72,42 kg/(hab.ano), assegurando o seu cumprimento.

Pelo contrário, e de acordo com as diferenças significativas nas projeções para o cenário 3, neste, as medidas de prevenção não serão suficientes ao atingimento da meta

estabelecida. Isto, uma vez que com a implementação de todas as medidas consegue reduzir-se cerca de 83,70 kg/(hab.ano) da capitação, e o necessário seria reduzir 89,20 kg/(hab.ano) da mesma.

b) Cenário “PERSU II”

Os resultados relativos ao cenário “PERSU II” do PPRU apresentam-se na Tabela 29.

Tabela 29 - Medidas de prevenção e respetivos potenciais de redução para o cumprimento das metas propostas pelo PPRU (cenário "PERSU II") de acordo com o cenário 3

| Cenário 3 | | | |
|---|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| | Quantidade kg/(hab.ano) | Potencial de redução kg/(hab.ano) | Potencial de redução (%) |
| 1. Resíduos Orgânicos | 272,82 | 49,60 | 18,20 |
| 1.1. Promover compostagem na fonte | 100,32 | 16,72 | 16,70 |
| 1.2. Contrariar o desperdício de comida | 172,50 | 46,00 | 26,70 |
| 1.3. Promover o uso de fraldas reutilizáveis | | N.A. | |
| 2. Resíduos de papel | 92,65 | 13,90 | 15,00 |
| 2.1. Evitar a publicidade escrita e jornais não desejados | 29,09 | 7,27 | 25,00 |
| 2.2. Encorajar a desmaterialização | 63,55 | 3,97 | 6,25 |
| 3. Resíduos de embalagens (plásticos, madeiras, vidro, esferovite) | 95,15 | 15,86 | 16,70 |
| 3.1. Escolher produtos cuja embalagem possa ser devolvida no local de compra | 23,07 | 17,31 | 75,00 |
| 3.2. Promover o consumo de água da torneira | 76,75 | 25,58 | 33,30 |
| 3.3. Desenvolver sacos reutilizáveis | 55,18 | 27,59 | 50,00 |
| 3.4. Contrariar o sobreembalamento | | N.A. | |
| 4. Resíduos volumosos ou outros | 28,19 | 4,34 | 15,40 |
| 4.1. Promover a reutilização de roupa | 13,54 | 6,77 | 50,00 |
| 4.2. Promover a reutilização de mobiliário, equipamento EE, brinquedos e outros | 14,65 | 0,86 | 5,90 |
| 4.3. Evitar as compras em excesso | 3,52 | 0,88 | 25,00 |
| Total | 488,81 | 83,70 | 17,20 |

Uma vez que no cenário 3 se obtiveram valores significativamente mais elevados da projeção da quantidade de RU, e uma vez que as metas de redução previstas no cenário “PERSU II” são as mais baixas dos três cenários, este cenário foi o único alvo da implementação de medidas de prevenção no caso do cenário “PERSU II”.

Com a implementação das medidas propostas, a meta de redução de 1,4 % relativo a 2007 será relativamente acessível de ser alcançada, uma vez que será possível reduzir a

capitação em cerca de 83,70 kg/(hab.ano), ao passo que o desvio obtido foi de 43,27 kg/(hab.ano).

Na Tabela 30 sintetizam-se os resultados obtidos após o estabelecimento das medidas de prevenção para o PNGR e o PPRU nos três cenários efetuados.

Tabela 270 - Resultados obtidos após a implementação das medidas de prevenção

| | | Capitação (kg/(hab.ano)) | | | | | |
|-------------|------------|--------------------------|---------|-----------|---------|---------------|--------------|
| | | Cenário 1 | | Cenário 2 | | Cenário 3 | |
| | | Desvio | Redução | Desvio | Redução | Desvio | Redução |
| PNGR | 2013 | - | - | - | - | 59,58 | 78,33 |
| | 2016 | - | - | 20,20 | 68,70 | 100,21 | 80,15 |
| | 2020 | 3,64 | 62,60 | 43,28 | 68,20 | 107,98 | 77,28 |
| PPRU | “Moderado” | - | - | 9,20 | 72,42 | 89,20 | 83,70 |
| | “PERSU II” | - | - | - | - | 43,27 | 83,70 |

Analisando a Tabela 30, verifica-se que com o estabelecimento das medidas de prevenção propostas pelo projeto ACR⁺, apenas três das metas de redução não serão cumpridas (realçadas na tabela), uma vez que mesmo com a implementação destas, a redução da capitação que se adquire é inferior ao desvio inicial obtido nas projeções (subcapítulo 3.4). Assim, a meta proposta pelo PNGR para os anos de 2016 e 2020 e a meta do PPRU cenário “Moderado”, resultantes do cenário de projeção 3 não serão cumpridas nestes pressupostos. No âmbito de uma análise mais detalhada à fileira dos resíduos orgânicos, voltar-se-á a fazer uma análise a este cenário (subcapítulo 3.6).

Pela análise dos resultados, pode verificar-se que a metodologia ACR⁺, apesar de vantajosa devido a propor medidas que abrangem as quatro principais fileiras, fornecendo os respetivos potenciais de redução, é limitativa no respeitante ao sistema Lipor, na perspetiva do cumprimento de todos os cenários que foram adotados no presente trabalho. Esta consideração verifica-se, por exemplo, no valor da capitação que se consegue reduzir. Enquanto que a metodologia ACR⁺ tem como objetivo a redução dos RU em cerca de 100 kg/(hab.ano), neste caso, em concreto, apenas se consegue reduzir entre 62,60 a 83,70 kg/(hab.ano), ou seja 17,20 % da capitação média. Este aspeto surge devido às diferenças entre os potenciais de redução utilizados na metodologia quando adaptados à capitação do sistema Lipor, bem como à não aplicabilidade de algumas medidas, tais

como a utilização de fraldas reutilizáveis e a contrariedade do sobreembalamento (Tabela 8). Evidentemente que estas diferenças seriam de esperar uma vez que o projeto ACR⁺ surgiu com um âmbito e aplicabilidade diferentes do que se propõe no presente trabalho. Por outro lado, estes valores são bastante favoráveis uma vez que com a implementação das medidas, mesmo quando se verifica incumprimento das metas, o desvio já não será tão grande como se não houvesse prevenção de todo. Contudo, é de destacar que os potenciais propostos se baseiam numa perspetiva bastante ambiciosa e por isso, há que considerar uma margem de maneo uma vez que é praticamente impossível controlar se todos os habitantes aplicam as medidas de prevenção apresentadas ou não.

É importante salientar que toda a implementação estabelecida teve por base projeções futuras da quantidade de RU, estando suscetível a possíveis disparidades com a realidade futura, razão pela qual se estabeleceu mais do que um cenário.

3.6. Estabelecimento de Medidas de Prevenção na Fileira dos Resíduos Orgânicos

Devido à grande quantidade de resíduos orgânicos presentes na fração indiferenciada dos resíduos, estes constituem o principal alvo a reduzir, tal como foi anteriormente referido.

Nesse sentido, esta fileira foi avaliada em maior detalhe, nomeadamente ao que se refere à compostagem (note-se que se considerou que poderia ser aplicada a cerca de 20 % da totalidade de RU indiferenciados).

Esta fileira tem sido alvo de diversas ações de prevenção incentivadas pela Lipor, como é o caso do projeto denominado “Terra à Terra”, no qual os habitantes interessados em desenvolver compostagem caseira ou comunitária beneficiam de uma formação e apoio sobre compostagem ao longo de um ano, além de receberem gratuitamente um compostor caseiro. Para além disto, são realizadas campanhas para promover a compostagem caseira em toda a área de influência da Lipor. Neste projeto, solicita-se aos participantes a pesagem de um balde cheio e sem tampa de resíduos orgânicos alimentares que serão encaminhados para o compostor, obtendo-se em média cerca de 5,17 baldes por semana com cerca de 1,597 kg de resíduos cada um. Adaptando a todas as semanas presentes num ano, obtém-se um valor de potencial redutor de cerca de 429,00 kg anuais por compostor. Para além deste valor, considera-se ainda que cerca de 50,00 kg de resíduos verdes, que é um valor médio estimado com base em medições feitas

regularmente, possam também ser encaminhados para o compostor, anualmente, estimando assim que o processo de compostagem caseira permita uma redução em cerca de 480,00 kg anuais por compostor. Desta forma, com 10 mil compostores implementados, que é o objetivo principal da Lipor, obter-se-á um potencial de redução anual de 4 800 toneladas de resíduos orgânicos. Note-se que até ao ano de 2011 haviam sido distribuídos apenas 6 230 compostores (Lipor, www.eunaofacolixo.com).

Assim, o que se pretende neste subcapítulo é estimar a quantidade de compostores que deverão ser utilizados pelos habitantes de modo a alcançar ou reduzir as metas que sofreram incumprimento nos subcapítulos 3.5.1. e 3.5.2., (ou seja as metas realçadas na Tabela 30), avaliando quantos compostores serão necessários por forma a cumprir os potenciais de redução, de acordo com o projeto ACR⁺ para cada um dos planos.

Devido à falta de informação sobre a quantidade de habitantes que possui espaços verdes e que possa realizar compostagem caseira, assumiu-se que apenas 50 % da população estimada para os anos futuros poderá realizar este processo na sua própria casa. Este valor foi assumido para facilitar os cálculos supondo que cerca de metade da população da área de influência da Lipor possua jardins e/ou espaços verdes que lhe permitam realizar compostagem caseira (além de eventuais habitantes que apesar de não obterem estes espaços possam praticar compostagem comunitária). Estima-se ainda que cada compostor seja utilizado em média por 4 habitantes, logo cada compostor tem um potencial de redução de cerca de 120,00 kg/(hab.ano) (480,00 kg anuais por compostor tal como referido anteriormente). Partindo do potencial de redução associado à medida de “promover a compostagem na fonte” apresentado nas Tabelas 26 e 28 no caso do PNGR e PPRU, respetivamente, e assumindo os valores apresentados na Tabela 31, os resultados obtidos foram os apresentados na Tabela 32.

Tabela 281 - Dados obtidos para o cálculo do número de compostores

| Ano | População (nº de habitantes) | População considerada (nº de habitantes) | Potencial de Redução em Capitação (kg/(hab.ano)) associado à compostagem | |
|------|------------------------------|--|--|-------|
| | | | PNGR | PPRU |
| 2016 | 929 706 | 464 853 | 16,15 | 16,72 |
| 2020 | 910 064 | 455 032 | 15,56 | - |

Tabela 292 - Número de compostores necessário para a obtenção dos potenciais de redução estipulados

| Ano | PNGR | | PPRU | |
|------|--|-------------------|--|-------------------|
| | Potencial de Redução adaptado à população considerada (kg/ano) | Nº de Compostores | Potencial de Redução adaptado à população considerada (kg/ano) | Nº de Compostores |
| 2016 | 7 507 378,52 | 15 640,37 | 7 772 344,82 | 16 192,39 |
| 2020 | 7 080 295,81 | 14 750,62 | - | - |

Através dos resultados obtidos é possível verificar que para a obtenção dos potenciais de redução propostos é necessário um grande investimento na aquisição de compostores. Note-se que os compostores a usar são afetos a 4 pessoas.

Para se conseguir a redução estipulada na Tabela 31 em 16,15 kg/(hab.ano) para o ano de 2016 e em 15,56 kg/(hab.ano) para o ano de 2020 será necessária a implementação de cerca de 15 640 e 14 751 compostores, respetivamente. Por outro lado, no caso da meta de redução do cenário “Moderado” do PPRU serão necessários 16 192 compostores para a obtenção do potencial de redução apresentado. Neste Programa a quantidade de RU da fração orgânica é superior à do PNGR uma vez que o ano de referência do PPRU é diferente, e neste a percentagem de indiferenciados foi superior à do ano de 2009 (ano de referência do PNGR). Assim, seria de esperar que a quantidade de resíduos orgânicos fosse também superior, logo seria necessário um maior número de compostores.

Aplicando esta medida a metade da população, e partindo da estimativa de que cada compostor é utilizado por 4 habitantes, tem-se que $\frac{1}{4}$ da população é servida por este serviço, representando cerca de 12,50 % da população total. Atualmente, os 10 000 compostores idealizados tornaram-se impossíveis de implementar devido às dificuldades financeiras associadas a esta distribuição, pelo que a distribuição do número de compostores obtido na Tabela 32 tornar-se-á extremamente difícil de implementar.

Adicionalmente, fez-se uma avaliação relativa ao número de compostores que deveria ser distribuído para se atingirem na totalidade as metas de redução, apresentado nas Tabelas 33 e 34, ou seja, considerando os desvios face às metas calculados anteriormente, apresentados nas Tabelas 18 e 20.

Tabela 303 - Número de compostores necessários para o cumprimento das metas propostas pelo PNGR

| Ano | PNGR | | | | |
|------|--|--|---|--|-------------------|
| | Potencial de Redução em Capitação associado à compostagem (kg/(hab.ano)) | Potencial de Redução total para o cumprimento da meta (kg/(hab.ano)) | Potencial de Redução em Capitação associado à compostagem para o cumprimento da meta (kg/(hab.ano)) | Potencial de Redução adaptado à população considerada (kg/ano) | Nº de Compostores |
| 2016 | 16,15 | 100,21 | 36,21 | 16 832 332,90 | 35 067,36 |
| 2020 | 15,56 | 107,98 | 46,26 | 21 049 774,05 | 43 853,70 |

Tabela 314 - Número de compostores necessários para o cumprimento das metas propostas pelo PPRU (cenário "Moderado")

| Ano | PPRU | | | | |
|------|--|--|---|---|-------------------|
| | Potencial de Redução em Capitação associado à compostagem (kg/(hab.ano)) | Potencial de Redução total para o cumprimento da meta (kg/(hab.ano)) | Potencial de Redução em Capitação associado à compostagem para o cumprimento da meta (kg/(hab.ano)) | Potencial de Redução adaptado a toda à população considerada (kg/ano) | Nº de Compostores |
| 2016 | 16,72 | 89,20 | 22,22 | 10 329 037,20 | 21 518,83 |

Os valores apresentados na primeira coluna de ambas as tabelas anteriores referem-se aos potenciais de redução associados à medida de “promover a compostagem na fonte” (Tabelas 26 e 28), enquanto que os valores presentes na segunda coluna são, no fundo, os desvios das capitações face às metas apresentados na Tabela 30. Determinando a diferença entre estes valores de desvio e os valores dos potenciais de redução que é possível atingir com a implementação das medidas de prevenção apresentados nas Tabelas 26 e 28, obtém-se o valor de potencial associado a esta prática que seria necessário para o cumprimento das metas, (apresentado na terceira coluna de ambas as tabelas anteriores). Assim é possível verificar que para o cumprimento das metas estabelecidas é necessário um enorme acréscimo na quantidade de compostores.

No caso do PNGR, para cumprir a meta de redução de 13 % da quantidade de RU até 2016 seria necessário reduzir a capitação em cerca de 100,21 kg/(hab.ano) e para tal, atuando apenas na medida de compostagem na fonte e somente aplicada a metade da população estimada será necessária a implementação de cerca de 35 067 compostores. O desvio face à idealidade, no caso da meta prevista para 2020 da redução de 20 % da quantidade de RU, é superior logo será necessária uma maior quantidade de compostores implementados, (cerca de 43 854). No caso da meta estabelecida no PPRU no cenário “Moderado” da redução de 10 % da capitação obteve-se um valor de desvio de cerca de 89,20 kg/(hab.ano), logo, comparativamente às situações anteriores será necessário um número

inferior de compostores utilizados, cerca de 21 519. Mais uma vez, observando estes valores é de destacar que a distribuição gratuita de um número tão elevado de compostores não é razoável, uma vez que para o cumprimento das metas seria necessário mais do dobro da quantidade de compostores no caso do PNGR e cerca de mais 4 000 no caso do PPRU, por isso, seria importante a expansão, num futuro próximo, dos atuais sistemas de recolha seletiva de resíduos orgânicos. Apesar de tudo, apenas a entrega da quantidade de compostores apresentada na Tabela 32 já seria um enorme avanço na área da prevenção de resíduos e especialmente na fração indiferenciada devido a serem o constituinte maioritário desta.

Neste caso, supôs-se que esta prática seria realizada por metade dos habitantes da área de influência do sistema Lipor o que pode suscitar algumas discordâncias com o que realmente se verifica. Por um lado, considerar que 50 % da população está, de facto, apta para praticar compostagem é um grande avanço na área da prevenção de RU em geral, por outro exige um enorme encargo financeiro ao sistema Lipor. Obviamente que, se esta quantidade de habitantes reduzir (se menos de metade da população estiver apta para tal), reduz-se também o investimento e nesse caso teria que se optar por outras medidas de prevenção, nesta fileira, mas também aplicadas a outras fileiras de RU.

4. Conclusões

O trabalho realizado permitiu verificar quantitativamente o impacte que as medidas de prevenção de resíduos podem ter na sua redução e o quanto estas são importantes com vista a contribuir para uma gestão de resíduos urbanos (RU) mais sustentável.

Para avaliar a situação do sistema Lipor face aos atuais planos de redução dos resíduos urbanos, foi necessário realizar projeções de quantidades de RU para anos futuros, utilizando diferentes ferramentas. Como resultado, obtiveram-se três cenários distintos: um primeiro que retratou uma tendência de decréscimo acentuado, um segundo que também considerou o seu decréscimo de forma menos abrupta e por último, um terceiro que considerou um aumento da produção de RU até ao ano de 2020. Na formulação dos cenários, as limitações verificadas foram notórias, uma vez que é difícil estimar a população apenas na área de influência do sistema Lipor, bem como estimar indicadores socioeconómicos. Apesar deste aspeto, e tendo em conta as metas de redução propostas no Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR) e no Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos (PPRU), foi possível concluir que sem a implementação de medidas de prevenção associadas aos hábitos do consumidor, o cumprimento destas não será possível.

Assim, continuando um decréscimo significativo na quantidade de resíduos produzidos (de acordo com o cenário 1), verificou-se que apenas a meta de redução para o ano de 2020 proposta pelo PNGR não será cumprida, ultrapassando o valor da capitação em cerca de 0,8 %. Por outro lado, no caso do cenário 2, as metas de redução para os anos de 2016 e 2020 do PNGR ultrapassam o valor da capitação em cerca de 4,1 % e 8,9 %, respetivamente, e a meta do cenário “Moderado” do PPRU não será também cumprida, apresentando um desvio de cerca de 1,9 %. Pelo contrário, o cenário 3 tornou-se o mais desfavorável dos três, não cumprindo qualquer uma das metas estabelecidas. Neste cenário, os desvios face às metas propostas pelo PNGR foram de cerca de 10,7 % para o ano de 2013, 17,6 % para o ano de 2016 e 19,7 % para o ano de 2020. Ainda no cenário 3, a meta estabelecida no cenário “Moderado” pelo PPRU foi excedida em cerca de 15,7 %, enquanto que no cenário “PERSU II” foi ultrapassada em cerca de 7,6 %.

Para que o cumprimento das metas seja possível são necessárias medidas de prevenção adicionais; contudo, mesmo com a implementação de um conjunto adicional de medidas avaliadas (de acordo com a metodologia proposta pelo projeto ACR⁺), três das metas de redução propostas continuariam a sofrer incumprimento, todas elas resultantes do cenário 3.

Globalmente, considerando os diferentes cenários, com a aplicabilidade das medidas adicionais propostas à totalidade dos habitantes, de acordo com o projeto ACR⁺, foi possível reduzir entre 62,80 e 83,70 kg/(hab.ano) da capitação em excesso, o equivalente a cerca de 17,20 % da capitação média.

O pessimismo visível do cenário 3 pode suscitar dúvidas relativamente à sua concretização, uma vez que foi efetuado com base em alguns pressupostos, tais como a exclusão do histórico dos anos 2000 e 2011, bem como as projeções da população e do valor do PIB até ao ano de 2020.

Devido à enorme composição da fração indiferenciada em resíduos orgânicos, estes mereceram especial atenção. Foi avaliada a necessidade da utilização de compostores adicionais para contribuir para o cumprimento das metas, contudo o número obtido é muito elevado, mostrando-se extremamente difícil a sua distribuição. Para aumentar a valorização orgânica desta fileira seria fundamental a implementação de mais sistemas de recolha para resíduos orgânicos abrangendo os oito municípios, assim como a promoção de outras medidas (como por exemplo a redução do desperdício alimentar).

O trabalho realizado permitiu ver um efeito significativo da implementação de medidas de prevenção na redução da quantidade de RU, contudo, é importante realçar que a produção de RU está inteiramente relacionada com os hábitos dos consumidores, sendo fundamental a sensibilização e informação dos mesmos para a sua redução.

5. Recomendações e Oportunidades de Melhoria

Para uma exploração mais profunda do tema em análise, seria importante a obtenção de estimativas da produção de resíduos urbanos que incluíssem a combinação de vários indicadores socioeconómicos, com o fim de analisar a influência de cada um deles na produção de RU, realizando projeções o mais rigorosas possível.

Uma outra oportunidade de melhoria seria a especificação das medidas de prevenção para os fluxos dos resíduos de papel, dos resíduos de embalagens e dos resíduos volumosos ou outros, uma vez que apenas analisando o fluxo dos resíduos orgânicos é extremamente difícil a obtenção de potenciais de redução capazes de cumprir as metas de redução. Estas medidas poderiam ser aplicadas tendo em conta a população e habitações a que poderiam ser aplicadas, contabilizando ao certo quantos habitantes estão aptos para a sua implementação, e assim obter uma redução da capitação mais adaptada à realidade. Para uma análise mais detalhada relativamente a todos os fluxos de RU, seria também importante uma caracterização precisa das áreas edificadas e disponíveis em cada um dos municípios, como por exemplo a quantificação de habitações com espaços verdes para a prática da compostagem, a contabilização das caixas de correio existentes no que diz respeito à rejeição de publicidade não endereçada, etc.

Por fim, seria também interessante realizar a avaliação económica de todo o processo, de maneira a determinar os custos e proveitos que o sistema Lipor poderá obter com a implementação das medidas, bem como o estabelecimento de níveis de prioridade sobre quais destas deveriam ser estabelecidas primeiramente.

Referências Bibliográficas

- ACR+. (1994). *Introducing ACR+*. Obtido em Março, Abril de 2012, de www.acrplus.org.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2009). *Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos*. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (Outubro 2011). *Resíduos Urbanos em 2010*.
- André, J. S. (2011). *Caracterizar Caracterizações, Campanhas de Caracterização de Resíduos Sólidos Urbanos - Fracção Indiferenciada*.
- APA. (2011). *Relatório de Estado do Ambiente, REA 2011 Portugal*. Agência Portuguesa do Ambiente. Amadora, Portugal: Agência Portuguesa do Ambiente.
- APA, A. P. (2012). www.apambiente.pt. Obtido em Março, Abril, Maio de 2012
- Banco de Portugal. (2009). www.bportugal.pt. Obtido em Abril, Maio de 2012, de Projeções Económicas.
- Boer, E., Boer, J., Jager, J. (2005). *Handbook for municipal waste prognosis and sustainability assessment of waste management systems*. Stuttgart.
- Conselho Europeu. (2011). *Portugal 2020 Programa Nacional de Reformas*.
- Correia, A., Gonçalves, A. M., Ribeiro, C., Gonçalves, L., Coelho, M. C., Onofre, M., et al. (2009). *Prevenção de Resíduos Urbanos - Proposta de Programa*. INETI.
- Davis, J. C. (2002). *Statistics and Data Analysis in Geology*. Wiley.
- Decreto-Lei nº 178/2006. Regime Geral da Gestão de Resíduos. *Diário da República, 1ª série - Nº 171*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Decreto-Lei nº 46/2008. *Diário da República, 1ª série - Nº 51*.
- Decreto-Lei nº 73/2011. Regime Geral da Gestão de Resíduos. *Diário da República, 1ª série - Nº 116*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- Despacho nº 3227/2010. Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos. *Diário da República, 2ª série - Nº 36*. Lisboa: Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- Directiva 2008/98/CE. *Directiva Quadro sobre Resíduos*.
- EGF. (2010). *Plano de Prevenção de Resíduos Urbanos*.
- European Commission. (2009). *2009 Ageing Report: Economic and budgetary projections for the EU-27 Member States (2008-2060)*.
- INE. (2009). *Projeções de População Residente em Portugal, 2008-2060*. Lisboa: INE.

- INE. (2010). *Anuário Estatístico da Região Norte 2010*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- INE. (2011). *www.ine.pt*. Obtido em Março, Abril, Maio de 2012
- INE. (2011). *www.ine.pt*. Obtido em Março, Abril, Maio de 2012
- Kurisu, K. H., Bortoleto, A. P. (2010). Comparison of waste prevention behaviors among three Japanese megacity regions in the context of local measures and socio-demographics. *Science Direct*, 1-9.
- Laner, D., Rechberger, H. (2008). Quantitative evaluation of waste prevention on the level of small and medium sized enterprises (SMEs). *Science Direct*, 1-8.
- Lipor. (2006). *Caracterização dos RSU da Fracção Indiferenciada da LIPOR, 1ª Campanha*.
- Lipor. (2006). *Caracterização dos RSU da Fracção Indiferenciada da LIPOR, 2ª Campanha*.
- Lipor. (2008). *Caracterização dos RSU da Fracção Indiferenciada da LIPOR, 1ª Campanha*.
- Lipor. (2008). *Caracterização dos RSU da Fracção Indiferenciada da LIPOR, 2ª Campanha*.
- Lipor. (2008). *Plano Estratégico para a Gestão Sustentável dos Resíduos Sólidos do Grande Porto, 2007 - 2016*.
- Lipor. (2009). *Relatório de Sustentabilidade 2009*.
- Lipor. (2010). *Relatório de Sustentabilidade 2010*.
- Lipor. (2011). *Caracterização dos RSU da Fracção Indiferenciada da LIPOR, 1ª Campanha*.
- Lipor. (2011). *Caracterização dos RSU da Fracção Indiferenciada da LIPOR, 2ª Campanha*.
- Lipor. (2011). *Relatório de Análise Estatística Lipor, Ano 2011*.
- Lipor. (s.d.). *www.eunaofacolixo.com*. Obtido em Março, Abril; Maio de 2012, de Os Projectos de Prevenção da Lipor.
- Lipor, S. I. (2005). *www.lipor.pt*. Obtido em Março, Abril, Maio, Junho de 2012
- Mateus, A. M. *Cenários Macroeconómicos (2000-2020)*. UNL; Banco de Portugal.
- Nahmana, A., Godfreyb, L. (2009). Economic instruments for solid waste management in South Africa: Opportunities and constraints. *Science Direct*, 1-11.
- OCDE. (Novembro de 2009). *www.oecd.org*. Obtido em Abril, Maio de 2012, de Portugal - Key economic projections.
- PERSU II - Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos, 2. -2. (2011). Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Agência Portuguesa do Ambiente.
- PERSU II, P. E.-2. (2007). Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2007.

Pinheiro, L., Ferrão, P. M. (2011). *Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011 - 2020*. Lisboa.

Portaria nº 187/2007. Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos - PERSU II. *Diário da República, 1ª série - Nº 30*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Programa Operacional de Assistência Técnica / Fundo Social Europeu. (2011). *O Mercado de trabalho – Projeções até 2020*.

Salhofer, S., Obersteiner, G., Schneider, F., Lebersorger, S. (2007). Potentials for the prevention of municipal solid waste. *Science Direct*, 1-15.

Teixeira, A. L. (2009). *Utilização do Modelo "LCA - IWM, Waste Prognostic Tool" na previsão da produção de resíduos sólidos urbanos para 2016: o Caso LIPOR*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

ANEXOS

ANEXO A – HÁBITOS DOS CONSUMIDORES ANALISADOS NO CASO DE ESTUDO 2 DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As medidas de prevenção relativas aos hábitos do consumidor avaliadas no caso de estudo 2 - *Comparação sociodemográfica de comportamentos de prevenção de resíduos em diferentes regiões*, são as apresentadas na Tabela A.1.

Tabela A. 1 - Hábitos de prevenção de resíduos urbanos avaliados (Kurusu e Bortoleto, 2010)

| Medidas de Prevenção da Produção de Resíduos Urbanos |
|---|
| Compra de produtos com embalagem pequena |
| Utilização do próprio saco para compras |
| Compra de embalagens reutilizáveis |
| Compra de produtos reutilizáveis |
| Reparação antes de comprar novos produtos |
| Reutilização de papel |
| Utilização de contentores |
| Utilização de guardanapos reutilizáveis |
| Compra de embalagens de bebida reutilizáveis |
| Doações de produtos velhos |
| Compra de garrafas retornáveis |
| Reutilização de copos |
| Compostagem caseira |
| Reutilização de utensílios de cozinha |
| Rejeição de publicidade não endereçada |
| Não aquisição de produtos dispensáveis |
| Compra de artigos em 2ª mão |
| Não aquisição de água engarrafada |

ANEXO B – OBJETIVOS OPERACIONAIS APRESENTADOS NO PLANO NACIONAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS

Os Objetivos Operacionais presentes no PNGR, onde se apresentam os objetivos que contribuirão para atingir as metas definidas para os objetivos estratégicos apresentam-se de seguida na Tabela B.1.

Tabela B. 1 - Objetivos Operacionais do PNGR (Pinheiro e Ferrão, 2011)

| Objetivos Operacionais | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|---|--|---|--|---|
| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
| Prevenir a produção de resíduos | Promover o fecho dos ciclos dos materiais e o aproveitamento da energia em cascata | Consolidar e otimizar a rede de gestão de resíduos | Gerir e recuperar os passivos ambientais | Fomentar a cidadania ambiental e o desempenho dos agentes | Promover a formação e qualificação dos agentes | Fomentar o conhecimento do setor numa lógica de ciclo de vida | Agilizar os processos administrativos e reforçar os mecanismos de controlo | Adequar e potenciar a aplicação dos instrumentos económicos e financeiros |

ANEXO C – PROJETOS DE RECOLHA SELETIVA MULTIMATERIAL

Os sistemas de recolha porta a porta especializada, demonstram que este tipo de recolha apresenta várias vantagens a diferentes níveis, tais como a garantia de recolha de materiais em todas as deslocações, a verificação na origem da produção da qualidade dos materiais, a possibilidade de utilização de veículos bastante mais económicos, além do contacto direto com o produtor (Lipor, 2008). Os sistemas de recolha especial porta a porta enumerados no subcapítulo 2.1. estão apresentados na Tabela C.1 de acordo com o ano em que surgiram, os municípios abrangidos por cada um deles e os fluxos de resíduos que recolhem.

Tabela C. 1 - Caracterização dos sistemas de recolha seletiva para valorização multimaterial

| | Ano de Início | Municípios Abrangidos | Fluxos Recolhidos |
|-------------------------------------|--|------------------------------|---|
| Sistema de Recolha de Feiras | 2009 (Gondomar) 2005 (Matosinhos) | Gondomar e Matosinhos | Papel e cartão |
| Ecomóvel | 2004 | Matosinhos | Monstros metálicos, vidro, papel e cartão |
| Ecofone | 2000 | Porto | Papel e cartão, embalagens metálicas e plásticas e vidro. |
| Circuito em Linha | 2006 | Maia | Papel e cartão, embalagens metálicas e plásticas e vidro |
| Estádio do Dragão | 2008 (já não está em funcionamento) | Porto | Papel e cartão, embalagens metálicas e plásticas e vidro |

ANEXO D – COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DOS RU INDIFERENCIADOS NO ANO DE 2009

De seguida é apresentada a composição média dos RU provenientes da recolha indiferenciada recebidos pela Lipor para o ano de 2009 (ano de referência do PNCR), que foi usada como base no subcapítulo 3.5.1. (André, 2011).

Tabela D. 1 - Composição física média da fração indiferenciada no ano de 2009

| Total RU (t) | 501 948,05 | |
|-----------------------------------|--------------|-------------------|
| Total RU indiferenciados (t) | 424 365,54 | |
| Categoria | % (média) | Valor médio |
| Biorresíduos | 49,00 | 207 939,11 |
| <u>Alimentares</u> | 30,60 | 129 855,86 |
| <u>Jardim</u> | 18,00 | 76 385,80 |
| Outros | 0,40 | 1 697,46 |
| Papéis | 6,80 | 28 856,86 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| Embalagens de papel | 0,40 | 1 697,46 |
| <u>Restante</u> | | |
| Jornais, revistas, folhetos | 4,70 | 19 945,18 |
| Papéis de escritório | 0,90 | 3 819,29 |
| Outros papéis | 0,90 | 3 819,29 |
| Cartões | 3,90 | 16 550,26 |
| <u>Embalagens de cartão</u> | 3,70 | 15 701,52 |
| <u>Outros cartões</u> | 0,30 | 1 273,10 |
| Compósitos | 3,00 | 12 730,97 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| Embalagens compósitos de cartão | 0,85 | 3 607,11 |
| Outras embalagens | 0,20 | 848,73 |
| <u>Restante</u> | | |
| Outros compósitos (não embalagem) | 1,90 | 8 062,95 |
| Pequenos eletrodomésticos (2010) | | |
| Têxteis | 6,60 | 28 008,13 |
| <u>Embalagens</u> | 0,20 | 848,73 |
| <u>Outros têxteis</u> | 6,50 | 27 583,76 |
| Têxteis sanitários | 5,20 | 22 067,01 |
| Plásticos | 12,00 | 50 923,86 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| Filmes em PE ou PP (2006) | 8,20 | 34 797,97 |
| Filmes em PP (2008) | 0,40 | 1 697,46 |
| Outros materiais (2008) | 0,10 | 424,37 |
| <u>Garrafas e frascos</u> | | |
| PVC | 0,00 | 0,00 |
| PE | 0,40 | 1 697,46 |
| PET | 0,90 | 3 819,29 |
| PP (2008) | 0,00 | 0,00 |
| Outros materiais | 0,10 | 424,37 |
| EPS (2008) | 0,10 | 424,37 |
| Outras embalagens plásticas | 0,60 | 2 546,19 |
| <u>Restante</u> | | |
| Outros resíduos plásticos | 1,20 | 5 092,39 |

Tabela D. 1 - Composição física média da fração indiferenciada no ano de 2009 (continuação)

| Categoria | % (média) | Valor médio |
|--|---------------|-------------------|
| Combustíveis não especificados | 1,30 | 5 516,75 |
| <u>Outros combustíveis não especificados</u> | 0,30 | 1 273,10 |
| <u>Embalagens combustíveis não especificadas</u> | 0,00 | 0,00 |
| <u>Embalagens de madeira (2008)</u> | 0,10 | 424,37 |
| <u>Outras madeiras (2008)</u> | 0,90 | 3 819,29 |
| Vidro | 3,80 | 16 125,89 |
| <u>Embalagens de vidro</u> | 3,80 | 16 125,89 |
| <u>Outros resíduos em vidro (não embalagem)</u> | 0,00 | 0,00 |
| Metais | 1,80 | 7 638,58 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| Embalagens ferrosas | 1,10 | 4 668,02 |
| Embalagens de alumínio | 0,20 | 848,73 |
| <u>Restante</u> | | |
| Outros resíduos metálicos (não embalagem) | | |
| Outros resíduos ferrosos (não embalagem) | 0,50 | 2 121,83 |
| Outros resíduos não ferrosos (não embalagem) | 0,10 | 424,37 |
| Incombustíveis não especificados | 0,50 | 2 121,83 |
| <u>Embalagens</u> | 0,00 | 0,00 |
| <u>Outros</u> | 0,50 | 2 121,83 |
| Resíduos domésticos especiais | 0,10 | 424,37 |
| <u>Pilhas e acumuladores</u> | 0,00 | 0,00 |
| <u>Outros resíduos domésticos especiais</u> | 0,10 | 424,37 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| <u>Lâmpadas de baixo consumo e tubos fluorescentes</u> | | |
| <u>Produtos químicos</u> | | |
| Elementos finos | 6,00 | 25 461,93 |
| TOTAL | 100,00 | 424 365,54 |

ANEXO E – COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DOS RU INDIFERENCIADOS NO ANO DE 2007

De seguida é apresentada a composição média dos RU provenientes da recolha indiferenciada recebidos pela Lipor para o ano de 2007 (ano de referência do PPRU), que foi usada como base no subcapítulo 3.5.2. (André, 2011).

Tabela E. 1 - Composição física média da fração indiferenciada no ano de 2007

| Total RU (t) | 496 579,69 | |
|--|--------------|-------------------|
| Total RU indiferenciados (t) | 434 532,54 | |
| Categoria | % (média) | Valor médio |
| Biorresíduos | 41,54 | 180 504,82 |
| <u>Alimentares</u> | 34,39 | 149 435,74 |
| <u>Jardim</u> | 7,15 | 31 069,08 |
| Outros | | |
| Papéis | 11,90 | 51 709,37 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| Embalagens de papel | 0,60 | 2 607,20 |
| <u>Restante</u> | | |
| Jornais, revistas, folhetos | 5,80 | 25 202,89 |
| Papéis de escritório | 1,00 | 4 345,33 |
| Outros papéis | 4,50 | 19 553,96 |
| Cartões | 6,57 | 28 548,79 |
| <u>Embalagens de cartão</u> | 4,87 | 21 161,73 |
| <u>Outros cartões</u> | 1,70 | 7 387,05 |
| Compósitos | 3,37 | 14 643,75 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| Embalagens compósitos de cartão | 1,17 | 5 084,03 |
| Outras embalagens | 0,40 | 1 738,13 |
| <u>Restante</u> | | |
| Outros compósitos (não embalagem) | 1,80 | 7 821,59 |
| Pequenos eletrodomésticos (2010) | | |
| Têxteis | 2,70 | 11 732,38 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| <u>Outros têxteis</u> | | |
| Têxteis sanitários | 3,90 | 16 946,77 |
| Plásticos | 14,70 | 63 876,28 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| Filmes em PE ou PP (2006) | 11,00 | 47 798,58 |
| Filmes em PP (2008) | | |
| Outros materiais (2008) | | |
| <u>Garrafas e frascos</u> | | |
| PVC | 0,00 | 0,00 |
| PE | 0,70 | 3 041,73 |
| PET | 1,00 | 4 345,33 |
| PP (2008) | | |
| Outros materiais | 0,10 | 434,53 |
| EPS (2008) | | |
| Outras embalagens plásticas | 0,70 | 3 041,73 |
| <u>Restante</u> | | |
| Outros resíduos plásticos | 1,20 | 5 214,39 |

Tabela E. 1 - Composição física média da fração indiferenciada no ano de 2007 (continuação)

| Categoria | % (média) | Valor médio |
|--|---------------|-------------------|
| Combustíveis não especificados | 1,40 | 6 083,46 |
| <u>Outros combustíveis não especificados</u> | 1,00 | 4 345,33 |
| <u>Embalagens combustíveis não especificadas</u> | 0,40 | 1 738,13 |
| <u>Embalagens de madeira (2008)</u> | | |
| <u>Outras madeiras (2008)</u> | | |
| Vidro | 4,60 | 19 988,50 |
| <u>Embalagens de vidro</u> | 4,30 | 18 684,90 |
| <u>Outros resíduos em vidro (não embalagem)</u> | 0,30 | 1 303,60 |
| Metais | 1,50 | 6 517,99 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| Embalagens ferrosas | 0,80 | 3 476,26 |
| Embalagens de alumínio | 0,20 | 869,07 |
| <u>Restante</u> | | |
| Outros resíduos metálicos (não embalagem) | 0,50 | 2 172,66 |
| Outros resíduos ferrosos (não embalagem) | | |
| Outros resíduos não ferrosos (não embalagem) | | |
| Incombustíveis não especificados | 1,40 | 6 083,46 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| <u>Outros</u> | | |
| Resíduos domésticos especiais | 1,12 | 4 866,76 |
| <u>Pilhas e acumuladores</u> | 0,02 | 86,91 |
| <u>Outros resíduos domésticos especiais</u> | 1,10 | 4 779,86 |
| <u>Embalagens</u> | | |
| <u>Lâmpadas de baixo consumo e tubos fluorescentes</u> | | |
| <u>Produtos químicos</u> | | |
| Elementos finos | 5,30 | 23 030,22 |
| TOTAL | 100,00 | 434 532,54 |