UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

O Exercício da Engenharia do Ambiente em Sistemas Multimunicipais de Gestão de Resíduos – A experiência desenvolvida na Resinorte – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A..

Mestrado em Engenharia do Ambiente

Jaime Pires Pinho

Orientador: Carlos Afonso Teixeira

Vila Real, 2013

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

O Exercício da Engenharia do Ambiente em Sistemas Multimunicipais de Gestão de Resíduos – A experiência desenvolvida na Resinorte – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A..

Mestrado em Engenharia do Ambiente

Jaime Pires Pinho

Orientador: Carlos Afonso Teixeira

Composição do Júri:

Doutora Edna Carla Janeiro Cabecinha da Câmara Sampaio

Doutor Carlos Afonso Teixeira

Doutor João Ricardo Pinho Magalhães de Sousa

Vila Real, 2013

Relatório de Experiência Profissional para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente realizado no âmbito da Recomendação da CRUP de acordo com as modalidades previstas na no artigo 20.º do Decreto-lei n.º 74/2006, de 24 de Março, alterado e republicado pelo Decreto-lei n.º 107/2008, de 25 de Junho, e alterado pelo Decreto-lei n.º 230/2009, de 14 de Setembro

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, nomeadamente aos que prestaram incondicional apoio e confiança ao longo do exercício da função de Responsável Técnico e Coordenador de Pólo do Alto Tâmega na Resinorte S.A.

À minha mulher e às minhas filhas agradeço de forma especial, pelo apoio e presença constantes, nos bons e nos maus momentos.

“ O mais competente não discute, domina a sua ciência e cala-se.”

(Voltaire)

RESUMO

O Exercício da Engenharia do Ambiente em Sistemas Multimunicipais de Gestão de Resíduos – A experiência desenvolvida na Resinorte – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A.".

O presente documento pretende constituir o Relatório de Experiência Profissional para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente realizado no âmbito da Recomendação do Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas (CRUP), considerando o desenvolvimento de experiência profissional na área de Engenharia do Ambiente, no decurso da realização de actividades e funções no Sector Empresarial do Estado, designadamente, na Resinorte S.A.

A experiência profissional permitiu o desenvolvimento de uma visão especializada e multidisciplinar na área de Engenharia do Ambiente, com integração das actividades desenvolvidas no contexto social, económico e financeiro, com formação de princípios e metodologias de trabalho suportadas por uma integração técnico-científica crescente, com possibilidade de actuação ao nível da política e gestão ambiental promovida na Resinorte S.A..

Palavras-Chave: Engenharia do Ambiente, Sector Empresarial do Estado, Sistema Multimunicipal, Actividade profissional.

ABSTRACT

The use of Environmental Engineering in Multimunicipal Waste Management Companies – Working experience in Resinorte – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A.".

This document is intended as the Report of Professional Experience to obtain a Master Degree in Environmental Engineering conducted under the Recommendation of the Council of Rectors of Portuguese Universities (CRUP), considering the development of professional experience in the field of Environmental Engineering during performing activities and functions in the State Business Sector, particularly in Resinorte S.A..

The graduate student experience allowed the development of a vision specialist and multidisciplinary area of Environmental Engineering, with integration of activities in the social, economic and financial, with the formation of principles and methodologies of work supported by a growing scientific and technical integration with the possibility of action at the level of policy and environmental management promoted in Resinorte S.A.

Keywords: Environmental Engineering, State Business Sector, Multimunicipal System, Professional activity.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos	1
1.2	Estrutura do Trabalho	2
2.	APRESENTAÇÃO DO CURRICULUM VITAE	3
2.1.	Percurso Académico	3
2.2.	Certificação Profissional	4
2.3.	Percurso Profissional	4
2.4.	Participação em Encontros Técnicos	5
2.5.	Formação Profissional	6
2.6.	Publicações	8
2.7.	Recursos Pessoais	8
3.	EXERCÍCIO DA ENGENHARIA DO AMBIENTE	9
3.1.	A problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos (RU)	9
3.2.	Resíduos Sólidos Urbanos: Um problema a resolver	11
3.2.1.	Caraterização dos RU	11
3.2.2.	Gestão Integrada de Resíduos	13
3.2.3.	Caraterização dos RU	15
3.2.4.	Produção de RU no território nacional	18
3.2.5.	Situação atual dos RU	22
3.2.6.	Sistemas de gestão de resíduos e respetivas infraestruturas	24
4.	CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA ACOLHEDORA	29
4.1.	Descrição geral da empresa	29
4.2.	Descrição da área de abrangência	31
4.2.1.	Caraterização do modelo técnico de intervenção	32
4.2.2.	Produção e caraterização dos resíduos sólidos do Alto Tâmega	34
4.2.3.	Recolha de resíduos sólidos	38
4.2.4.	Estação de transferência	40
4.2.5	Ecocentro	40
4.2.6.	Aterro Sanitário	41
4.2.6.1.	Estação de triagem	43
4.2.6.2	Aterro para resíduos não perigosos	47
4.2.6.2.1.	Valorização do Biogás	49
4.2.6.3.	Estação de Tratamento de Águas Lixiviantes (ETAL)	52
4.2.6.4.	Alvéolos para deposição de resíduos	56
5.	O EXERCÍCIO DA ENGENHARIA DO AMBIENTE NA RESINORTE	59
5.1.	Base e Solidificação de Conhecimentos	61
5.2	Contributo para a qualidade das actividades desenvolvidas	64

6. CONTROLO 67
7. CONCLUSÃO 69
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 71
8.1 Webgrafia 71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Capítulos de LER 12
Figura 2 Hierarquia de gestão de resíduos 14
Figura 3 Com. Macroscópica dos R.U. em Portugal Cont. e R. A. da Madeira, em 2010
Figura 4 Fluxos específicos dos resíduos e respetivas entidades gestoras 16
Figura 5 Propriedades físicas, químicas e biológicas dos resíduos 18
Figura 6 Destino final dado aos RU em 1995 19
Figura 7 Composição da situação verificada para o ano de 2005 21
Figura 8 Produção e capitação de RU em Portugal e na E.U., ao longo dos anos 23
Figura 9 Mapa de distribuição dos sistemas de Gestão de Resíduos em Portugal Cont. 25
Figura 10 Prod. e capitação anual de RU por sistema de Gestão de Resíduos para 2010. 26
Figura 11 Quantidade de RU encaminhada para os diferentes operadores 27
Figura 12 Universo Geográfico da Resinorte, SA 29
Figura 13 Modelo Técnico da Resinorte S.A. 30
Figura 14 Localização das Infra-estruturas existentes na região do Alto Tâmega 32
Figura 15 Vista panorâmica do aterro sanitário de Boticas 33
Figura 16 Circuitos de recolha de resíduos implementados na região do Alto Tâmega 34
Figura 17 Quantitativo de RS rececionados pelo aterro sanitário do Alto Tâmega 35
Figura 18 Composição física dos resíduos sólidos recolhidos pelo sistema 36
Figura 19 Destino final dado aos resíduos da região do Alto Tâmega 37
Figura 20 Quantidade de resíduos recolhidos seletivamente na região do Alto Tâmega 39
Figura 21 Estação de Transferência de Montalegre 40
Figura 22 Ecocentro no aterro sanitário e na estação de transferência de Chaves 41
Figura 23 Viatura localizada na báscula de pesagem 42
Figura 24 Triagem da fileira papel/cartão, compactação e formação de fardos 44
Figura 25 Triagem da fileira embalagens, compactação. e formação de fardos 45
Figura 26 Alvéolo n.º 1 encerrado a) e alvéolo n.º2 em funcionamento b) 47
Figura 27 Etapas da produção de Biogás 49
Figura 28 Dreno de Biogás localizado no alvéolo em funcionamento 51
Figura 29 Alvéolos de deposição de pneus, sucata e REE 58
Figura 30 Estrutura Organizacional da Resinorte, SA 60

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Participação em Encontros Técnicos	5
Tabela 2	Participação em Ações de Formação Profissional	6
Tabela 3	Produção e Capitação de Resíduos Sólidos por Região para o ano de 2010	24
Tabela 4	Sistemas de Gestão de Resíduos em Portugal	24
Tabela 5	N.º de ecopontos e ecocentros existentes em Portugal Continental	27
Tabela 6	N.º de Infra-estruturas de valorização e deposição final existentes em Portugal Continental	28
Tabela 7	População e área abrangida pelo sistema do Alto Tâmega	31
Tabela 8	Instalações de Apoio e de Gestão de Resíduos	33
Tabela 9	Eficiência do Modelo de Valorização Multimaterial	46
Tabela 10	Propriedades do biogás produzido no aterro de Boticas para o ano de 2011	50
Tabela 11	Propriedades do lixiviado produzido no aterro de Boticas - análises mensais e trimestrais	54
Tabela 12	Propriedades do lixiviado produzido no aterro de Boticas - análise semestral	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A - Certificados

Anexo A.1. Certificados de Habilitações Académicas

Anexo A.2. Certificados de Experiência Profissional

Anexo A.3. Certificados de Participação em Encontros Técnicos

Anexo A.4. Certificados de Formação Profissional

Anexo A.5. Resumo de Publicações

ANEXO B – CERTIFICAÇÃO DE APTIDÕES

Anexo B.1. Cédula Profissional - Membro Efectivo da Ordem dos Engenheiros

Anexo B.2. Declaração de Recomendação

ANEXO C – TABELAS

Anexo C.1. Caracterização Física do Refugo de Triagem

Anexo C.2. Composição Típica dos Lixiviados Produzidos em Aterro

SIGLAS E ABREVIATURAS

CAP – Certificado de Aptidão Profissional

CRUP - Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas

CCP – Código dos Contratos Públicos

CCDR – N – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte

D.L. – Decreto-Lei

EA - Educação Ambiental

GEOTA - Grupo de -Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente

ICN – Instituto de Conservação da Natureza

NUTS - Nomenclaturas de Unidades Territoriais

PERSU – Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos

RU – Resíduos Urbanos

SIG – Sistema de Informação Geográfica

UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

1. INTRODUÇÃO

O presente documento constitui um relatório da actividade profissional desenvolvido pelo mestrando, pretendendo constituir um relato da sua experiência profissional na área de Engenharia do Ambiente, devidamente comprovada, com desenvolvimento adequado e apreciação do seu âmbito e níveis de responsabilidade exercidos, incluindo uma discussão crítica da sua evolução e da respectiva relevância como actividade da sua especialidade. Pretende portanto, demonstrar a aquisição de competências equivalentes ou superiores às do estudante que obtém o grau do Mestre com os actuais planos de estudo.

Pretende constituir um documento que comprova nível aprofundado de conhecimentos técnicos numa área científica específica e capacidade para a prática da análise e reflexão teórica, bem como equacionar as implicações do trabalho realizado na área científica da especialidade de Engenharia do Ambiente.

1.1. Objectivos

O presente documento tem como principais objectivos:

- Demonstrar a relevância da experiência profissional adquirida num período superior a 5 anos na área científica da especialidade - Engenharia do Ambiente.
- Comprovar detenção de formação significativa complementar à licenciatura na área de especialização.
- Apresentação e discussão das experiências e competências adquiridas e níveis de responsabilidade assumidos.
- Comprovar através de exemplos práticos, a mais-valia evidente que as competências adquiridas proporcionaram à empresa.

1.2. Estrutura do Trabalho

Os objetivos propostos com este trabalho serão alcançados através das diferentes temáticas versadas, distribuídas pelos diferentes capítulos e subcapítulos por motivos cronológicos ou de associação.

O trabalho iniciar-se-á com as necessárias descrições qualitativas e quantitativas das três “entidades” intervenientes: o Candidato a Mestrado em Engenharia do Ambiente, o exercício da Engenharia do Ambiente e a Empresa Acolhedora. A correta descrição destas três “entidades” permitirá uma correta contextualização e familiarização com a temática.

De seguida e provavelmente a parte mais importante e interessante do trabalho será a intersecção dos três vectores atrás descritos, culminando com a demonstração do sucesso da correspondente actividade profissional superior ao período de 5 anos no desenvolvimento de acções no decorrer do exercício da Engenharia do Ambiente na empresa Acolhedora, neste caso na Resinorte.

Por fim, as notas de conclusão onde se evidenciarão as competências adquiridas e desenvolvidas durante a experiência profissional, no âmbito da Engenharia do Ambiente.

2. APRESENTAÇÃO DO CURRICULUM VITAE

Neste Capítulo apresenta-se o *Curriculum Vitae* actualizado, suficientemente detalhado e por ordem temporal, que comprova a formação académica e complementar e experiência profissional detida, com referência aos seguintes pontos,

- Percurso Académico
- Certificação Profissional
- Percurso Profissional
- Participação em Encontros Técnicos
- Formação Profissional
- Publicações
- Recursos Pessoais

2.1. Percurso Académico

• *De 2003 a 2004*

Entidade: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Concluído com aprovação o ano lectivo do curso de Mestrado em Tecnologia Ambiental

Classificação Final – 14,75 valores

• *De 1995 a 2001*

Entidade: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Licenciatura em Engenharia Florestal

Classificação Final – 12 valores

• *De 1990 a 1995*

Entidade: Escola Secundária Fernão de Magalhães

Área: Científico - Natural

Em **Anexo A.1.** apresentam-se os Certificados de Habilitações Académicas.

2.2. Certificação Profissional

• Ordem dos Engenheiros – Colégio Florestal
Membro Efectivo N.º 69831

• Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social – Instituto de Emprego e Formação Profissional Certificado de Aptidão Profissional (CAP) n.º EDF 424259/2006 DN – Formador

Em **Anexo A.1.** apresenta-se Cédula Profissional comprovativa de Membro Efectivo da Ordem dos Engenheiros da Região Norte e em **Anexo B.1.** apresenta-se Certificado de Aptidão Profissional para a área de Formador,

2.3. Percurso Profissional

• 2009/2012 – *Outubro de 2009 a Agosto de 2012*
Coordenador do Pólo do Alto Tâmega
Entidade: Resinorte – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A.

• *2002/2009 - Agosto de 2002 a Outubro de 2009*
Responsável Técnico
Entidade: Resat – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A.

• *2001/2002 - Setembro de 2001 a Agosto 2002*
Fiscalização na construção do Aterro Sanitário do Alto Tâmega, nomeadamente na colocação de geossintécticos para impermeabilização
Entidade: Resat – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A.

• *2001 - Janeiro a Junho de 2001*
Relatório Final de Estágio – *Recuperação da área ardida da Serra do Leiranco.*
Classificação Final – 14 Valores.

Em **Anexo A.2.** apresentam-se os Certificados de Experiência Profissional.

2.4. Participação em Encontros Técnicos

A participação em encontros técnicos teve uma importância considerável na consolidação de conhecimentos, recorrendo preferencialmente à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, cifrando-se num total de 9 presenças ao longo de 14 anos.

Tabela 1. Participação em Encontros Técnicos

Ano	Encontro
1998	Seminário “Controlo de Fogos Florestais” realizado na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real (12 de Maio).
	Jornadas "A Cooperação Investigação / Utilizadores no Sector Florestal, realizadas na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real (19 de Maio).
	Conferência "Requalificação Urbana de Bairros Sociais" realizado na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real (20 e 21 de Novembro).
1999	Congresso "Melhoramento Genético" realizado na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real (16, 17 e 18 de Novembro).
	Seminário "Espaços Verdes Urbanos" realizado na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real (24 e 25 de Novembro).
2004	2º Seminário de Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais realizado na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real (7 e 8 de Outubro).
2009	IV Jornadas do Ambiente, realizadas em Vila Pouca de Aguiar (19 de Junho).
2012	6º Fórum Nacional dos Resíduos realizado no Centro de Congressos da Universidade Católica em Lisboa (27, 28 e 29 de Fevereiro)
	Seminário Internacional Floresta e Sociedade realizado no Centro de Congressos da Alfândega do Porto (19 e 20 de Novembro)

Em **Anexo A.3.** apresentam-se os Certificados de Participação em Encontros Técnicos

2.5. Formação Profissional

A participação em acções de formação não só permitiu a consolidação de conhecimentos, como também a resposta a imperativos legais e ainda a familiaridade com novas temáticas, recorrendo a uma grande variedade de entidades, dando no entanto alguma preferência a ações ministradas pela entidade empregadora no âmbito do seu plano de formação interna, cifrando-se num total de 21 acções ao longo de 14 anos.

Tabela 2. Participações em Ações de Formação Profissional

Ano	***Ação***
1999	Entidade: Departamento Florestal da UTAD Acção de Formação “Desenho Assistido por Computador em Imagination Engineer”
	Entidade: Departamento Florestal da UTAD Acção de Formação “Sistemas de Posicionamento Global (GPS) ”
2001	Entidade: Departamento Florestal da UTAD Acção de Formação “Sistemas de Informação Geográfica – ArcView 3.2”
	Entidade: ESRI Portugal Acção de Formação “Introdução ao ArcView GIS”
2004	Entidade: TUV Akademie Rheinland Acção de Formação “Auditorias a Sistemas Ambientais”
2008	Entidade: Resat SA Acção de Formação “Plano de Emergência Interno da Resat”
	Entidade: Resat SA Acção de Formação “Certificação QAS – Enquadramento Geral”
	Entidade: Resat SA Acção de Formação “Noções de Cidadania”
	Entidade: Resat SA Acção de Formação “Separação de Resíduos – Sensibilizar e Informar”

	Entidade: Resat SA Acção de Formação “Ergonomia”
	Entidade: SGS Portugal Acção de Formação “Legislação Ambiental”
2009	Entidade: SGS Portugal Acção de Formação “Gestão de Resíduos”
	Entidade: Vortal Acção de Formação “Plataforma Electrónica de Contratação”
	Entidade: Resat SA Acção de Formação “Processos SER, HST e SIG”
	Entidade: Resat SA Acção de Formação “Formação sobre Processos”
	Entidade: Resat SA Acção de Formação “Introdução ao SRE”
	Entidade: Resat SA Acção de Formação “Plano de Emergência Interno (Resat)”
2010	Entidade: SGS Portugal Acção de Formação “Auditorias Internas a Sistemas Integrados de Gestão: Qualidade, Ambiente, Segurança e Responsabilidade Social”
2011	Entidade: SIG.RH Acção de Formação “Finanças para não Financeiros”
2012	Entidade: Pronucase Acção de Formação “Melhoria Contínua num Sistema Integrado de Gestão”
2013	Entidade: GeoPoint Acção de Formação “Quantum GIS 1 – Curso Intensivo

Em **Anexo A.4.** apresentam-se os Certificados de Formação Profissional.

2.6. Publicações

Pinho, J.; Teixeira, C. (2004). “Estratégias Operacionais de Optimização de Circuitos de Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos – O Caso da RESAT S.A.”. 11º Encontro Nacional de Saneamento Básico. Faro Universidade do Algarve. 12 a 15 de Outubro de 2004.

Em **Anexo A.5.** apresenta-se o resumo da Publicação.

2.7. Recursos Pessoais

Outras Línguas

- Excelentes conhecimentos em Inglês falado e escrito.
- Conhecimentos médios em Francês falado e escrito.
- Conhecimentos médios em Espanhol falado e escrito.

Informática

- Muito Bons conhecimentos e prática na óptica do utilizador – Microsoft Office
- Bons conhecimentos em ferramentas de sistema de informação geográfica – Quantum GIS
- Conhecimentos básicos em AutoCad
- Conhecimentos básicos em ferramentas de desenho e imagem - Corel Draw e Adobe Photoshop

3. EXERCÍCIO DA ENGENHARIA DO AMBIENTE

Atendendo a que as políticas e as abordagens sobre o ambiente estão em evolução permanente, mudando o seu quadro geral rapidamente, o exercício da Engenharia do Ambiente na Gestão dos Resíduos Urbanos revela-se fundamental.

A protecção do meio Ambiente e a utilização ponderada dos recursos naturais têm assumido um papel cada vez mais evidente na gestão das organizações, resultado da crescente consciencialização relativamente às fragilidades do meio ambiente e da consequente pressão a nível dos media. O aparecimento de legislação mais restritiva e a procura generalizada do desenvolvimento sustentável, faz com que as organizações se preocupem em atingir e demonstrar um desenvolvimento ambiental sólido através do controlo dos impactes ambientais negativos resultantes das suas actividades e produtos, eliminando ou reduzindo a poluição e administrando, de forma prudente, os recursos naturais **(Pinto, 2005).**

Um objectivo fundamental que deve estar subjacente a qualquer política governativa é o da elevação da qualidade de vida. Qualquer acção e projecto devem, por princípio, avaliar a sua contribuição neste sentido e de preferência de uma forma integrada, ou seja, enquadrada numa política de âmbito superior. A preservação do ambiente, embora seja um dever *de per se*, deve ser entendida como intimamente relacionada com a melhoria da qualidade de vida e da saúde das populações.

3.1. A problemática dos Resíduos Urbanos

O Homem, ao longo dos tempos, tem utilizado os recursos naturais de que a Terra dispõe para produzir bens e serviços essenciais à sua sobrevivência, tendo como consequência o descarte de resíduos de vários tipos. Um problema que nas últimas décadas tem vindo a agravar-se.

Nos primórdios da civilização, a quantidade de resíduos produzida era muito pequena, consequência da baixa densidade populacional, ao que se juntava o facto de serem facilmente degradados, o que permitia que os seus constituintes fossem novamente integrados na natureza, não representando qualquer ameaça para os ecossistemas.

Os primeiros problemas começaram a surgir com a fixação do Homem em comunidades de dimensões consideráveis, o que levou ao aumento de resíduos resultantes das suas

diversas atividades quotidianas. Surgiu então a necessidade de encontrar soluções para a sua eliminação, tendo sido os métodos mais utilizados o despejo nas ruas e em terrenos sem ocupação. No entanto, estas medidas iniciais foram desfavoráveis o que se refletiu no aparecimento de problemas ambientais, tais como a contaminação de recursos hídricos, dos solos e do ar, odores e vetores (ratos, cobras, insetos, etc.) que deram origem a pragas, pondo em risco a saúde pública.

A Idade Média foi marcada por epidemias de doenças graves, onde se destacou, por exemplo, a Peste Bubónica, mais conhecida por Peste Negra, que dizimou um terço da população europeia e cuja causa esteve diretamente relacionada com a concentração de "lixo" nas ruas das cidades. Estas apresentavam condições precárias de higiene, o que se traduzia em ambientes favoráveis para a concentração de ratos, cujas pulgas eram os vetores da doença. Durante séculos as doenças infeciosas foram um grande incómodo para a sociedade mas não havia qualquer preocupação com o "lixo", pois devido a crenças religiosas, as causas dessas enfermidades eram atribuídas a castigos divinos.

No século XVIII surgiu a Revolução Industrial que contribuiu substancialmente para o desenvolvimento económico e industrial mas que também veio agravar a situação da gestão de resíduos, mais especificamente dos Resíduos Urbanos (RU), onde, além de um aumento na quantidade produzida, também se verificou um aumento de complexidade na sua composição (aparecimento de materiais não biodegradáveis e descartáveis como o plástico, o vidro, o metal, etc.).

Com o tempo, verificaram-se alterações nos hábitos da sociedade, com uma maior preocupação com a higiene, nomeadamente a higiene pessoal e a das habitações, tendo sido sentida a necessidade da sociedade procurar alternativas para depositar os resíduos. No entanto, estas medidas não passavam da colocação do "lixo" sobre os solos ou no seu interior, descarga em meio hídrico, alimento para animais e queima, o que com o tempo deu origem às chamadas "lixeiras a céu aberto". Aqui os resíduos sólidos eram depositados sobre o solo não protegido e posteriormente queimados para a redução do seu volume, sem qualquer controlo a nível ambiental e de saúde pública.

Com o aumento demográfico, o desenvolvimento tecnológico e industrial, a alteração dos hábitos de consumo da sociedade e a concentração da população nos centros urbanos, o problema do destino final a ser dado aos resíduos sólidos assim como o impacte ocasionado foi-se agravando nos países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento, devido ao acumular dos volumes descartados. Tal levou a um nível elevado de degradação do ambiente, à utilização cada vez mais exaustiva de recursos naturais e a uma utilização intensiva do solo. Estas preocupações deram origem a uma "consciência ambiental", quer

por parte do governo quer da sociedade, no sentido da necessidade de preservação do meio ambiente, tendo-se tornado um direito e dever fundamental de qualquer cidadão, tal como vem referido no Artigo 9.º da Constituição da República Portuguesa *" São tarefas fundamentais do Estado: Promover o bem-estar e a qualidade de vida do povo e a igualdade real entre os portugueses, bem como a efetivação dos direitos económicos, sociais, culturais e ambientais, mediante a transformação e modernização das estruturas económicas e sociais e proteger e valorizar o património cultural do povo português, defender a natureza e o ambiente, preservar os recursos naturais e assegurar um correto ordenamento do território"* e no Artigo 66º *" Todos têm o direito a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender"*.

Com a pressão legislativa, social e ambiental surge, então, em 1997, um Plano Estratégico para Resíduos Urbanos (PERSU I), que veio revolucionar o setor da gestão de resíduos em Portugal Continental. A partir deste momento, a grande maioria dos resíduos deixaram de ser considerados apenas como "lixo"- materiais e/ou substâncias que o proprietário considera indesejados por não apresentar qualquer valor comercial, resultantes de um processo de produção e consumo de bens ou serviços - e começaram a ser encarados como potenciais recursos a serem aproveitados, tornando-se imperativo conhecer que materiais os constituem, de modo a otimizar os processos de tratamento e valorização.

Em 2007 surgiu um novo Plano Estratégico para Resíduos Urbanos (PERSU II), com enquadramento temporal até 2016, que constitui um novo referencial para o setor da gestão dos RU, resultante da revisão das estratégias definidas no PERSU I, assim como da Estratégia Nacional para a Redução dos Resíduos Biodegradáveis destinados aos Aterros (ENRRUBDA).

É notório que os ecossistemas não podem suportar os atuais níveis de consumo dos recursos naturais que o planeta disponibiliza, pois estes são finitos, que junto com a contaminação difusa fazem exceder a capacidade de regeneração do planeta.

3.2. Resíduos Sólidos Urbanos: Um problema a resolver

3.2.1. Classificação dos resíduos

De acordo com o Decreto-Lei nº 73/2011 de 17 de Junho, entende-se por Resíduo " *quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer".*

Devido à variabilidade de resíduos produzidos, tornou-se necessário classificá-los quanto à fonte que lhes deu origem e catalogá-los. Surge então, em conformidade com a Decisão n.º 2000/532/CE da Comissão, de 3 de Maio, alterada pelas Decisões de Conselho n.º 2001/118/CE, 2001/119/CE e 2001/573/CE, a Lista Europeia de Resíduos (LER), que veio substituir o Catálogo Europeu de Resíduos. Esta lista consta no Decreto-Lei nº 209/2004, de 3 de Março, onde os resíduos aparecem agrupados em 20 categorias principais, mencionadas na figura a seguir apresentada, que dizem respeito a uma atividade industrial ou comercial, a um processo industrial ou a um material específico.

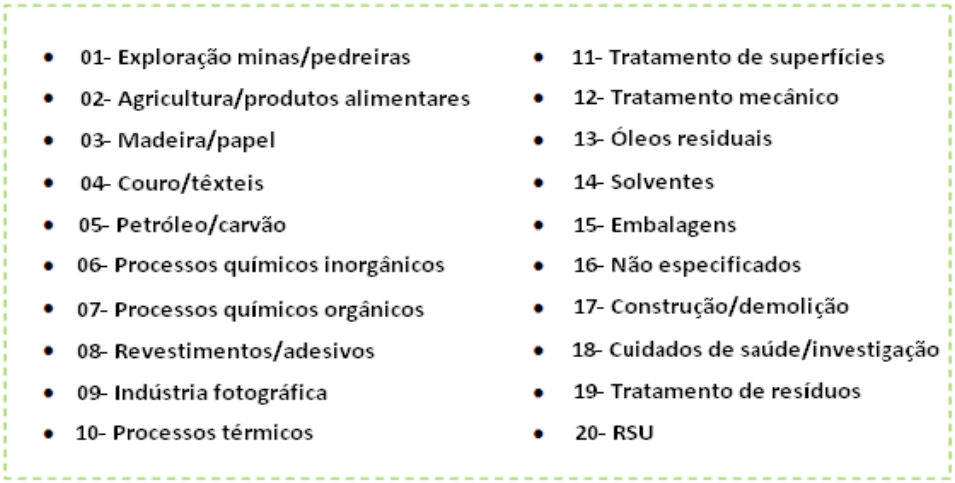

Figura 1: Capítulos da LER

No que diz respeito às principais fontes de produção dos resíduos, estas podem ser classificadas em quatro categorias:

- **Resíduos Industriais (RI):** gerados em processos produtivos industriais e em atividades de produção e distribuição de água, gás e eletricidade;

- **Resíduos Hospitalares (RH):** produzidos em unidades onde são prestados cuidados de saúde quer a seres humanos quer a animais, assim como os resultantes de atividades de investigação;
- **Resíduos Agrícolas:** originados de forma direta ou indireta pelas atividades agrícolas, pecuárias ou similares (óleos usados, pneus usados, embalagens de produtos veterinários, etc.);
- **Resíduos Urbanos (RU):** resíduos domésticos ou provenientes de qualquer outro setor (comercial, industrial, hospitalar, agrícola, resíduos verdes urbanos, resíduos de limpeza pública) desde que a composição seja semelhante à dos Resíduos Urbanos domésticos e a produção diária não ultrapasse os 1100 L por produtor.

3.2.2. Gestão Integrada de Resíduos

Como já referido anteriormente, a produção de resíduos ao longo dos anos tem vindo a aumentar, sendo estes responsáveis por problemas ambientais (sanitários e ecológicos) e económicos, uma vez que os custos de recolha, tratamento, valorização e eliminação são cada vez mais elevados. Diretamente relacionado com este dilema, encontra-se a depleção dos recursos naturais, pois vivemos na época dos produtos descartáveis, do "usar e deitar fora", sendo que para manter o nível de vida ao qual os países desenvolvidos estão adaptados, é necessário explorar as matérias-primas naturais que, na sua grande maioria, são finitas.

Assim sendo, torna-se imperativo minimizar a produção de resíduos ou, quando impossível, garantir o destino final mais adequado, assegurando assim uma gestão sustentável dos mesmos de modo a evitar situações de degradação ambiental e riscos para a saúde pública.

De entre a grande diversidade de resíduos sólidos produzidos, são os RU os que constituem o principal problema com que as sociedades se têm deparado. Tal facto, deve-se à produção em grande quantidade e à sua composição variada, que dependem de fatores tais como as estações do ano, das características geográficas da região, do clima, dos hábitos de consumo e do *status* económico. Efetivamente, os RU são a forma mais complexa de resíduos sólidos - muito mais complicados do que os resíduos derivados de atividades industriais ou agrícolas - pois devido ao seu caráter complexo e à sua distribuição entre os diversos produtores, a sua gestão ambientalmente correta é difícil.

Nas últimas décadas, em toda a Europa, a gestão de resíduos tem apresentado evoluções consideráveis, sendo o instrumento de referência atual, a Diretiva 2008/98/CE, de 19 de Novembro, conhecida por Diretiva Quadro "Resíduos". A nível nacional o Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de Junho, estabelece o regime geral da gestão de resíduos onde este conceito aparece definido como *"a recolha, o transporte, a valorização e a eliminação de resíduos, incluindo a supervisão destas operações, a manutenção dos locais de eliminação no pós-encerramento, bem como as medidas adotadas na qualidade de comerciante ou corretor".*

Para garantir uma adequada gestão dos Resíduos Urbanos que permita assegurar um futuro sustentável, é necessário que esta tenha em consideração uma série de instrumentos de gestão ambiental, tais como a análise de ciclo de vida, os sistemas de gestão ambiental, as auditorias ambientais e a avaliação do desempenho ambiental e as linhas orientadoras da "Hierarquia da Gestão de Resíduos".

Figura 2: Hierarquia da gestão de resíduos

Através da figura constata-se que a solução preferencial é a prevenção, ou seja, evitar ou reduzir a produção de resíduos, assim como o seu caráter nocivo quer para a saúde pública quer para o ambiente, só podendo ser conseguida se forem tomadas medidas ao longo do ciclo de vida de um produto, nomeadamente na extração das matérias-primas, no processo de fabrico, na maneira como o produto é disponibilizado ao consumidor e, por fim, como este é utilizado. Quando a produção não pode ser evitada, os resíduos devem ser encarados como matérias-primas passíveis de serem transformadas e valorizadas e não como desperdícios, pois "o que não serve para uns pode ter valor para outros". Desta maneira e quando possível, estes devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados para infra-estruturas de valorização orgânica e energética, sendo a eliminação em aterro o

destino menos desejado, o qual apenas se justifica quando a prevenção, a reutilização, a reciclagem ou outras formas de valorização sejam técnica ou financeiramente inviáveis.

Além disso, o Ministério do Ambiente e a Associação Portuguesa do Ambiente (APA), autoridade nacional dos resíduos, consideram importante aproveitar o Mercado Organizado de Resíduos (MOR), que se trata de uma plataforma eletrónica em Portugal que visa promover as trocas comerciais dos diversos tipos de resíduos, excetuando os que apresentam características de perigosidade. Isto permite às empresas comprar materiais reutilizáveis como se fossem matérias-primas ou combustíveis a preços mais competitivos, minimizando o impacte causado no ambiente.

Contudo, a gestão de resíduos apenas se concretiza se o sistema de gestão de resíduos for integrado, ou seja, é necessário que os equipamentos e infra-estruturas (ecopontos, ecocentros, estações de triagem, estações de transferência, unidades de valorização orgânica e energética e aterros) estejam organizados de modo a interagirem uns com os outros para ir ao encontro de um desenvolvimento sustentável, tendo por base a "Hierarquia da Gestão de Resíduos". Isto leva-nos a entender que um sistema de gestão de resíduos apenas é sustentável se for ambientalmente eficaz, economicamente acessível e socialmente aceitável.

Daqui resulta, que a necessidade de minimizar a quantidade de resíduos produzidos e garantir uma gestão sustentável dos mesmos é vista como uma questão de cidadania o que vai de encontro ao exposto no Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 de Setembro (revogado e substituído pelo Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de Junho), onde é enunciado que "*existe uma consciência cada vez mais clara de que a responsabilidade pela gestão dos resíduos deve ser partilhada pelo todo da coletividade: do produtor de um bem ao cidadão consumidor, do produtor do resíduo ao detentor, dos operadores de gestão às autoridades administrativas reguladoras".*

No que concerne as preocupações económicas, os sistemas de gestão de resíduos têm a obrigação de encontrar recursos financeiros que garantam a construção, a manutenção durante o funcionamento, inclusive após o encerramento, a renovação de infra-estruturas, assim como serem responsáveis por sustentar as operações de tratamento, valorização e eliminação dos resíduos. Simultaneamente devem garantir um valor justo de pagamento para os utilizadores, que lhes faça entender a sua condição de poluidores-pagadores e que lhes leve a colaborar na minimização dos resíduos produzidos e na recolha seletiva, a fim de reduzir os custos e permitir aos sistemas de gestão gerarem proveitos.

3.2.3. Caraterização dos Resíduos Urbanos

Todos os processos produtivos geram resíduos, os bens materiais colocados no mercado são transformados em resíduos, os próprios processos de tratamento e eliminação de resíduos acabam por gerar resíduos. Trata-se de um reflexo do comportamento e dos hábitos da sociedade.

Devido à heterogeneidade de materiais que constituem os desperdícios produzidos pelas atividades humanas e a fim de otimizar o processo de gestão de resíduos, tornou-se necessário caracterizá-los, situação que em Portugal apenas se iniciou na década de 90 e cuja recolha de dados é ainda tarefa difícil. Com essa caraterização pretende-se conhecer que materiais constituem os resíduos e quais as suas propriedades, para deste modo avaliar o seu potencial de aproveitamento, encontrando para cada tipo de resíduo o melhor destino final, podendo este ser a reciclagem, a compostagem, a incineração, a disposição em aterro, entre outros.

Assim, de uma forma não muito detalhada, pode ser identificada a composição macroscópica média dos resíduos urbanos produzidos em Portugal Continental e na R. A. da Madeira, para o ano de 2010, segundo as seguintes percentagens:

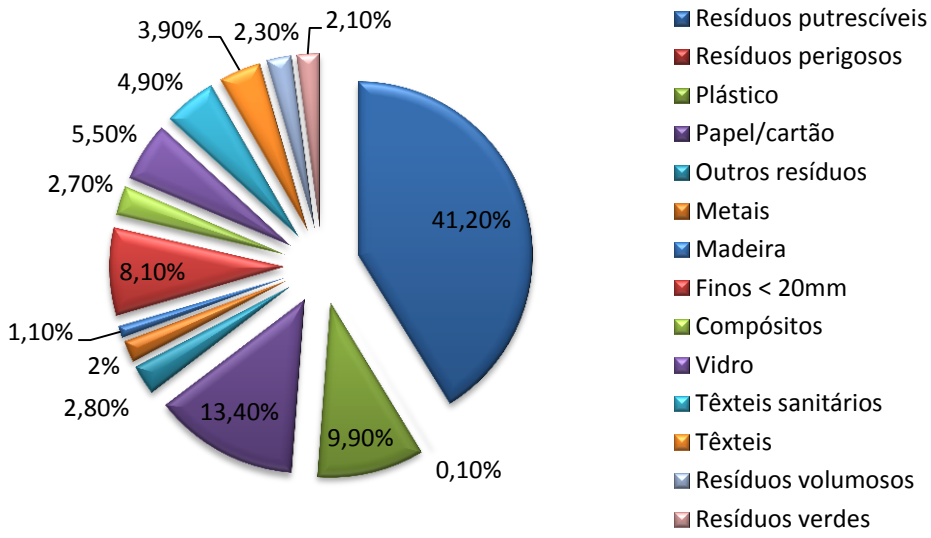

Figura 3: Composição macroscópica dos resíduos urbanos produzidos em Portugal Continental e na R.A. da Madeira, em 2010

Da análise dos valores contantes na figura, observa-se que em termos percentuais, há uma clara predominância dos resíduos putrescíveis, ou seja, 41,2%, em peso, do total de RU produzidos no país. A segunda categoria que mais se destaca é constituída pela fileira do papel/cartão (13,40%), estando também num patamar muito próximo os plásticos (9,90%) e os resíduos finos (8,10%). Em contraste, são os resíduos perigosos e a madeira os resíduos menos produzidos ao nível de Portugal Continental e da R. A. da Madeira, para o ano 2010.

No entanto, além da caraterização qualitativa também é necessário conhecer os quantitativos produzidos, pois de acordo com *Gawaikar et al. (2006)* através da quantificação é possível determinar o tamanho e o número de unidades funcionais e equipamentos necessários para gerir os resíduos.

Neste âmbito, é de salientar que os conceitos de fileira e fluxo vieram auxiliar a caraterização dos RU. De acordo com o Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de Julho entende-se por fileira *"o tipo de material constituinte dos resíduos, nomeadamente fileira dos vidros, fileira dos plásticos, fileira dos metais, fileira da matéria orgânica ou fileira do papel e cartão"* e por fluxo *"a categoria de resíduos cuja proveniência é transversal às várias origens ou setores de atividade, sujeitos a uma gestão específica"*.

Na Figura seguinte são apresentados os fluxos específicos de resíduos e as respetivas entidades gestoras.

Fluxo Específico de Resíduos	Entidade Gestora
Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos	Amb3E
Pilhas e Acumuladores Usados	Ecopilhas
Resíduos de Embalagens	SPV
Oleos Minerais Usados	Sogilub
Veículos em Fim de Vida (VFD) e seus Componentes	Valorcar
Pneus Usados	Valorpneu
Embalagens Primárias de Produtos Fitofarmacêuticos	Valorfito
Embalagens de Medicamentos e Medicamentos Fora de Uso, de Uso Humano, Veterinário e outros Produtos Equiparados a Medicamentos	Valormed
Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos	ERP Portugal
Baterias e Acumuladores Industriais e para Veículos Automóveis	GVB

Figura 4: Fluxos específicos de resíduos e respetivas entidades gestoras

Relativamente às propriedades dos resíduos, estas aplicam-se praticamente a todos os resíduos, com exceção dos resíduos perigosos para os quais se requer uma caraterização mais detalhada. Deste modo, os resíduos podem ser caraterizados quanto às suas propriedades físicas, químicas e biológicas, como se pode constatar na figura seguinte.

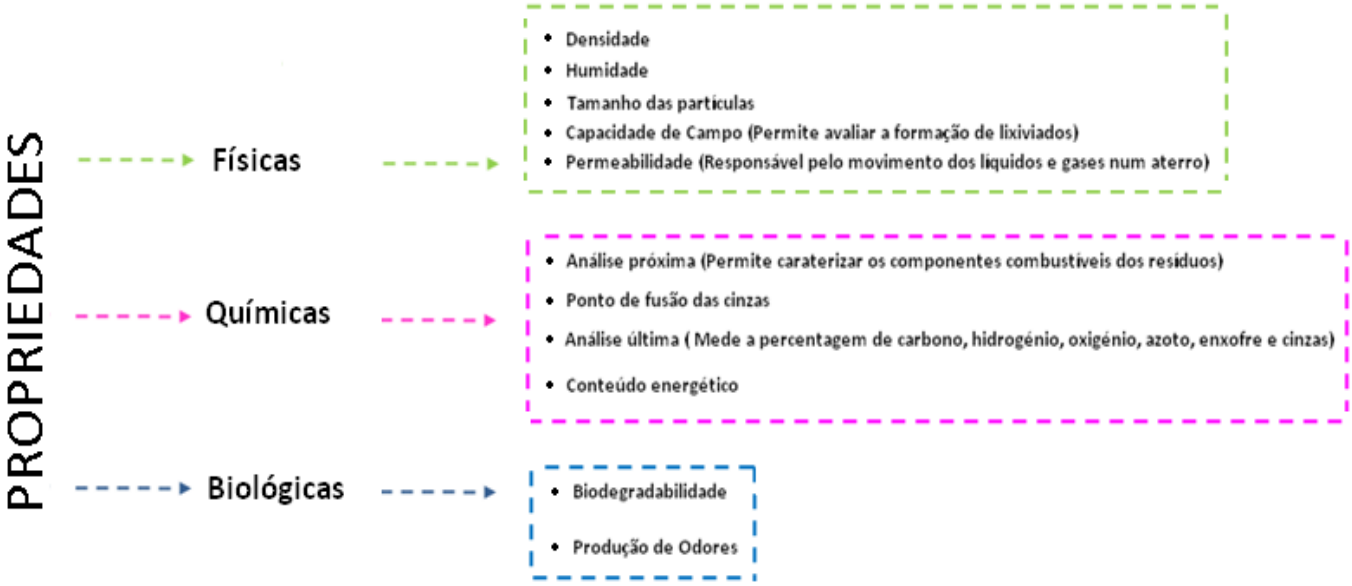

Figura 5: Propriedades físicas, químicas e biológicas dos resíduos

3.2.4. Produção de Resíduos Urbanos no território nacional

Até 1995, a situação portuguesa, no que se refere ao destino final dado aos resíduos sólidos, era caracterizada principalmente pelo uso de lixeiras a céu aberto e lixeiras controladas, tal como se pode observar na figura seguinte. Relativamente à reciclagem, esta apresentava taxas muito baixas, sendo os principais materiais recolhidos de forma seletiva, o vidro e o papel/cartão, com percentagens, para o ano de 1995, de 2,70% e 1%, respetivamente, e ainda 0,30% que dizem respeito a estimativas de outras reciclagens. Para esse mesmo ano, a produção total média de RU foi de 3.884.000 toneladas, o que corresponde a 384 Kg/hab.ano, valor ainda assim inferior ao da média europeia (474 Kg/hab.ano).

Esses valores, resultaram, entre outros fatores, da falta de:

- Sensibilização ambiental;
- Informação disponível ao público;
- Investimentos em recursos e estruturas de gestão de RU;
- Caraterização dos resíduos produzidos.

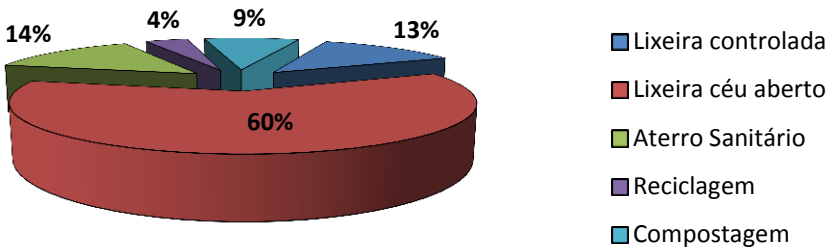

Figura 6: Destino final dado aos RU em 1995

Foi neste quadro que surgiu o Plano Estratégico para Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU I), iniciado em 1996 e aprovado a 13 de Novembro de 1997, o qual se mostrou um excelente instrumento de planeamento na área da gestão dos Resíduos Urbanos em Portugal Continental, uma vez que deixou para trás o tradicional modelo da gestão individual municipal, onde os responsáveis por esta área eram as autarquias, dando origem a um modelo de gestão integrada a nível nacional.

O PERSU I tinha como objetivo, baseando-se em princípios estratégicos da UE, definir orientações de modo a tornar possível a implementação de um conjunto de ações na área da gestão de RU, nomeadamente:

- O encerramento de mais de 300 lixeiras distribuídas por todo o país e respetiva recuperação ambiental;
- A construção de infra-estruturas de recolha, transporte, tratamento, valorização e eliminação adequada dos RU e similares;
- Promover a recolha seletiva e a reciclagem multimaterial;
- A caraterização quantitativa/qualitativa dos resíduos produzidos;
- A criação de legislação específica para os denominados fluxos especiais de resíduos, com exceção dos óleos lubrificantes para os quais já existia orientação estratégica publicada, e a constituição e licenciamento das respetivas entidades gestoras;
- A criação de sistemas multimunicipais (sistemas que abrangem a área de, pelo menos, dois municípios, de capitais exclusiva ou maioritariamente públicos e cuja gestão e exploração foram concessionadas à Empresa Geral de Fomento (EGF), uma *holding* das Águas de Portugal) e intermunicipais (a gestão dos resíduos pode ser feita pelos municípios de forma isolada ou em associação, como também pode ser concedida a uma entidade pública ou privada de natureza empresarial) de gestão de RU, com o intuito de otimizar os recursos financeiros e reduzir os custos associados;

- O PERSU I foi colocado rapidamente em prática devido aos apoios financeiros provenientes dos fundos estruturais da UE, pois a prioridade era solucionar os problemas até então emergentes e dar início a um novo rumo.
- Em 2005, para garantir a continuidade da política nacional e comunitária de resíduos, foi exigida a revisão do PERSU I. Apesar do plano ficar, em alguns aspetos, aquém dos objetivos estabelecidos, observou-se um desenvolvimento positivo e alguns progressos nessa área, no país. Assim, constatou-se que:
- Foram erradicadas as lixeiras - situação que somente ocorreu por completo em 2002 apesar do serviço de recolha de resíduos atingir a cobertura total da população em 1999;
- A valorização energética dos resíduos apresentou um valor ligeiramente inferior ao preconizado;
- A reciclagem multimaterial apresentou valores inferiores aos objetivos previstos, estando longe da realidade pretendida;
- A quantidade de resíduos encaminhados para a valorização orgânica ficou longe das metas desejadas;
- A deposição dos resíduos em aterros foi o destino final mais utilizado (63%), sendo este valor muito superior ao estipulado no plano (23%);
- A redução da produção de RU não foi cumprida. Comparando a produção de RU de 1995 com os de 2005, verifica-se que em 10 anos, a produção de RU aumentou em mais de 22%, apresentando um valor médio de 4.745.000 toneladas o que corresponde a uma capitação média anual de 450 kg/hab.ano.
- A figura a seguir apresentada, permite comparar a situação verificada para o último ano de concretização do plano, com as metas preconizadas pelo PERSU I.

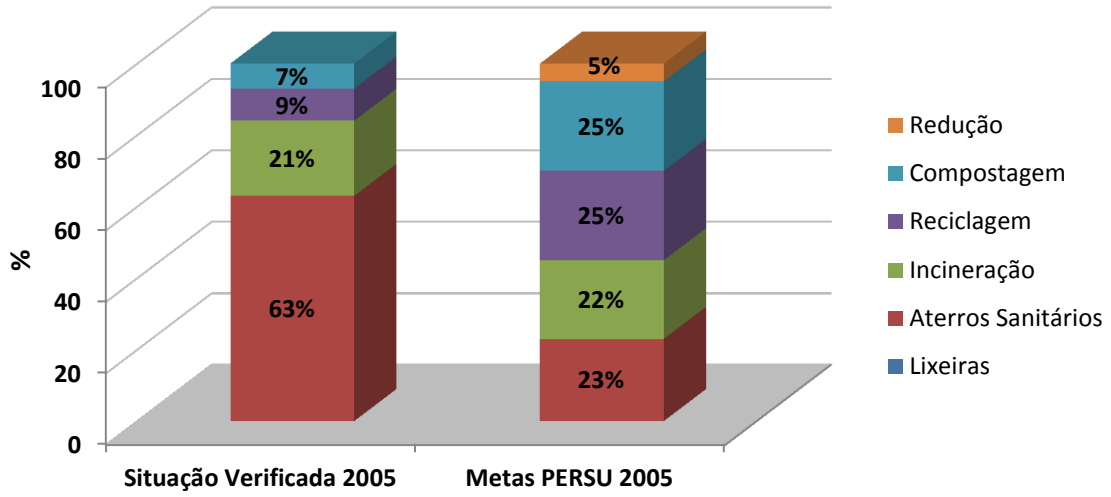

Figura 7: Comparação da situação verificada para o ano de 2005 com as metas definidas pelo PERSU para o mesmo ano

O Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional promoveu em 2007 a elaboração do PERSU II, que constituiu uma revisão ao PERSU I, que tem como objetivo ser um referencial nacional para a gestão dos RU para o horizonte de 2007 a 2016. A preparação deste novo plano apostou em novas orientações estratégicas, nomeadamente:

- A minimização da quantidade de resíduos biodegradáveis depositados em aterros, sendo estes encaminhados para unidades de digestão anaeróbia, compostagem, tratamento mecânico ou incineração com recuperação de energia;
- Apostar na prevenção da produção de RU através da alteração dos hábitos de consumo, dos modelos de produção, utilização de embalagens de transporte que possam ser reutilizadas ou recicladas, etc.;
- Maior investimento na reciclagem, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento de novos materiais produzidos a partir de matérias-primas secundárias, de novas técnicas de reciclagem e o estabelecimento de critérios de qualidade para os materiais reciclados de modo a garantir a confiança dos consumidores;
- A participação mais ativa da sociedade;
- Promover a maximização do valor dado aos subprodutos obtidos nas unidades de tratamento mecânico e biológico: composto, combustível derivado de resíduos (CDR) e materiais recicláveis;

- Garantir um tarifário justo para os produtores de resíduos que reflita efetivamente os custos da gestão;
- Contribuição do setor de resíduos para a diminuição de gases com efeito de estufa e consequentemente o combate às alterações climáticas – Protocolo de Quioto.
- Para alcançar as linhas orientadoras referidas, foram identificados cinco eixos de intervenção:
    - ✓ **Eixo I:** Prevenção: Programa Nacional;
    - ✓ **Eixo II:** Sensibilização /Mobilização dos cidadãos para a "Sociedade da Reciclagem";
    - ✓ **Eixo III:** Quantificação e otimização da gestão de resíduos;
    - ✓ **Eixo IV:** Sistema de Informação como pilar da gestão dos RU;
    - ✓ **Eixo V:** Qualificação e Otimização da intervenção das entidades públicas no âmbito da gestão de resíduos.

Apesar dos avanços alcançados em Portugal nos últimos tempos, ainda existem muitos desafios, sendo que os cidadãos terão um papel fundamental para o sucesso do plano. Por outro lado, através de novos estudos poderão ser assinaladas melhorias na estabilização da procura de recursos naturais e do volume de resíduos originados, fatores estes fundamentais para alcançar o desenvolvimento sustentável.

3.2.5. Situação atual dos Resíduos Urbanos em Portugal

A produção de RU apresenta grandes disparidades e assimetrias ao longo dos anos, quer entre países, quer entre as várias regiões de cada país. Tal facto, encontra-se diretamente relacionado com o número de habitantes e com o nível de vida da população, ou seja, do grau de desenvolvimento do país ou região.

A figura 8 pode descrever a variação da produção de RU em Portugal entre 1995 e 2009, assim como a respetiva capitação anual portuguesa e europeia.

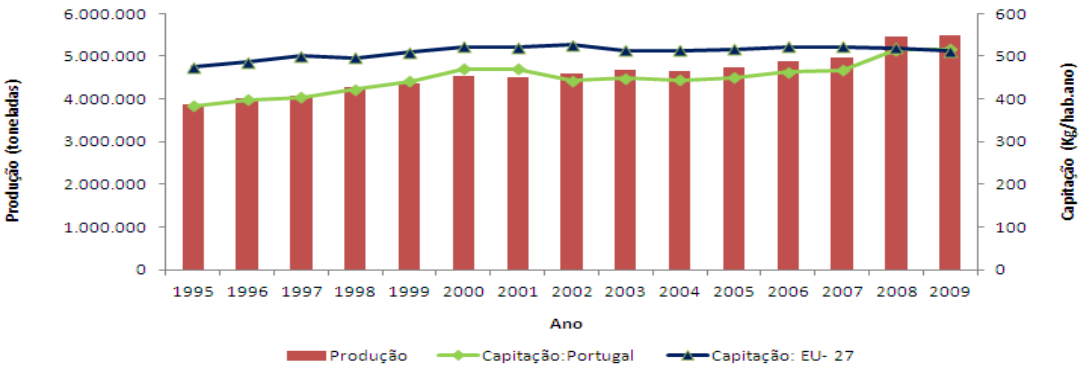

Figura 8: Produção e capitação de RU em Portugal e na UE, ao longo dos anos

Em Portugal, tal como na maioria dos países comunitários, verifica-se que, apesar de a produção estar aparentemente a estabilizar, existiu um aumento significativo. Em catorze anos registou-se um incremento de aproximadamente 42%, passando de 3.884.000 toneladas em 1995 para 5.496.000 toneladas em 2009. Esta situação está de acordo como o referido por *Metaxas et al*, pois para eles *"a quantidade de RU produzidos aumentou substancialmente durante as últimas décadas e as projeções mostram que o aumento vai continuar mas a um ritmo mais lento"*. No entanto, é de salientar que para o ano de 2001 e 2004 observaram-se exceções a tal crescimento. No que diz respeito a capitação média anual, para o intervalo de tempo em análise, notou-se também um aumento, apesar de nos anos 2002 e 2004 ocorrer um ligeiro decréscimo. É ainda de referir que a capitação média anual portuguesa se manteve sempre inferior à capitação média europeia, com exceção do último ano em análise.

Segundo a informação mais recente fornecida pela APA, em Portugal Continental, no ano de 2010, foram recolhidas 5.183.569 toneladas. Relativamente a todo o país, este valor foi de aproximadamente 5.319.477 toneladas, tendo-se verificado uma diminuição de cerca de 3,0% relativamente ao ano de 2009.

No que concerne à capitação anual, este valor foi de 512 Kg/hab.ano, o que corresponde a uma produção média diária de RU de 1,4Kg/habitante. Comparando a capitação portuguesa com a dos Estados Unidos da América para o ano de 2010, uns dos maiores consumidores do mundo, estes apresentaram uma capitação anual de 733Kg/hab.ano, aproximadamente 2,0 Kg/hab.dia. De acordo com estes dados conclui-se que, para o ano em questão, os norte-americanos apresentaram um consumo 43% superior ao da população portuguesa.

Quando se procede à análise da produção de RU por região em Portugal, conforme o apresentado na tabela seguinte, verifica-se que é a região de Lisboa e Vale do Tejo que apresenta a maior produção, seguindo-se a região Norte. Tal situação advém do facto de ser nestas áreas onde se situam os maiores aglomerados populacionais, assim como uma maior concentração de atividades económicas. No entanto, em termos de capitação, é a região do Algarve que apresenta um valor superior, sendo que este facto está diretamente relacionado com a atividade turística que se verifica nesta região e que contribui significativamente para a produção de RU.

Tabela 3. Produção e capitação de RU por região, para o ano de 2010

Região	Produção (toneladas)	Capitação (Kg/hab.ano)
Norte	1.611.667	447
Centro	831.190	423
Lisboa e Vale do Tejo	2.023.201	564
Alentejo	314.762	568
Algarve	402.749	924
Total Portugal Continental	5.183.569	511
R.A. Madeira	135.908	549
Total	**5.319.477**	**512**

3.2.6. Sistemas de gestão de resíduos e respetivas infra-estruturas

Atualmente a gestão de resíduos em Portugal Continental está ao cargo de 23 Sistemas de Gestão de RU (Tabela 2), dos quais 11 são sistemas intermunicipais (identificados com letra minúscula) e 12 sistemas multimunicipais (identificados com letras maiúscula), os quais encontram-se distribuídos pelo país da seguinte forma:

Tabela 4 . Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos em Portugal (2012)

Região	Sistemas Multimunicipais	Sistemas Intermunicipais
Norte	5	3
Centro	3	1
Lisboa e Vale do Tejo	2	3
Alentejo	1	4
Algarve	1	-

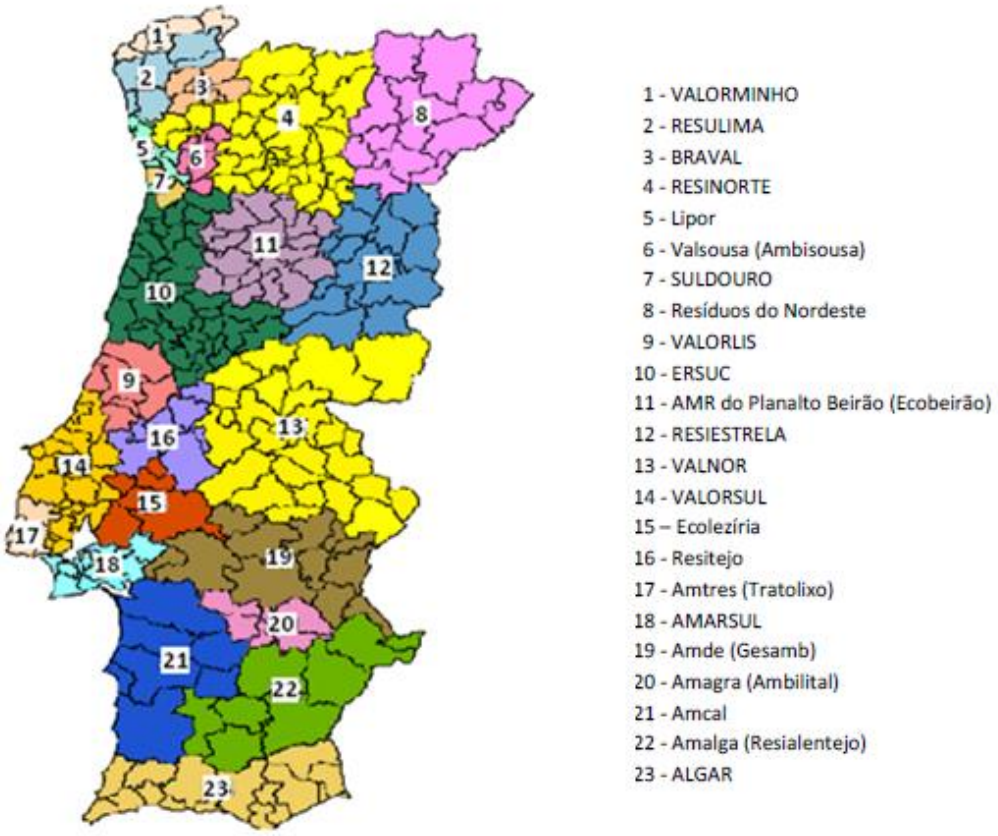

Figura 9: Mapa da distribuição dos Sistemas de Gestão de Resíduos em Portugal Continental (2012)

Na Região dos Açores, a gestão dos RU está a cargo das autarquias. Já na Região Autónoma da Madeira, a responsabilidade é partilhada pelas autarquias e pelo Governo Regional.

Na Figura 10 são apresentadas a produção e a respetiva capitação anual para os diferentes Sistemas de Gestão, onde se constata que são os sistemas da "VALORSUL" e "Lipor" que recolhem maior quantidade de resíduos. Isto vai ao encontro do referido anteriormente, pois estes sistemas são os responsáveis pelo encaminhamento eficiente dos resíduos produzidos nas duas principais áreas metropolitanas do país, Lisboa e Porto, respetivamente.

No que concerne à capitação, é o sistema "ALGAR" onde o valor é mais elevado, sendo que é este o sistema responsável pelos resíduos produzidos na região do Algarve.

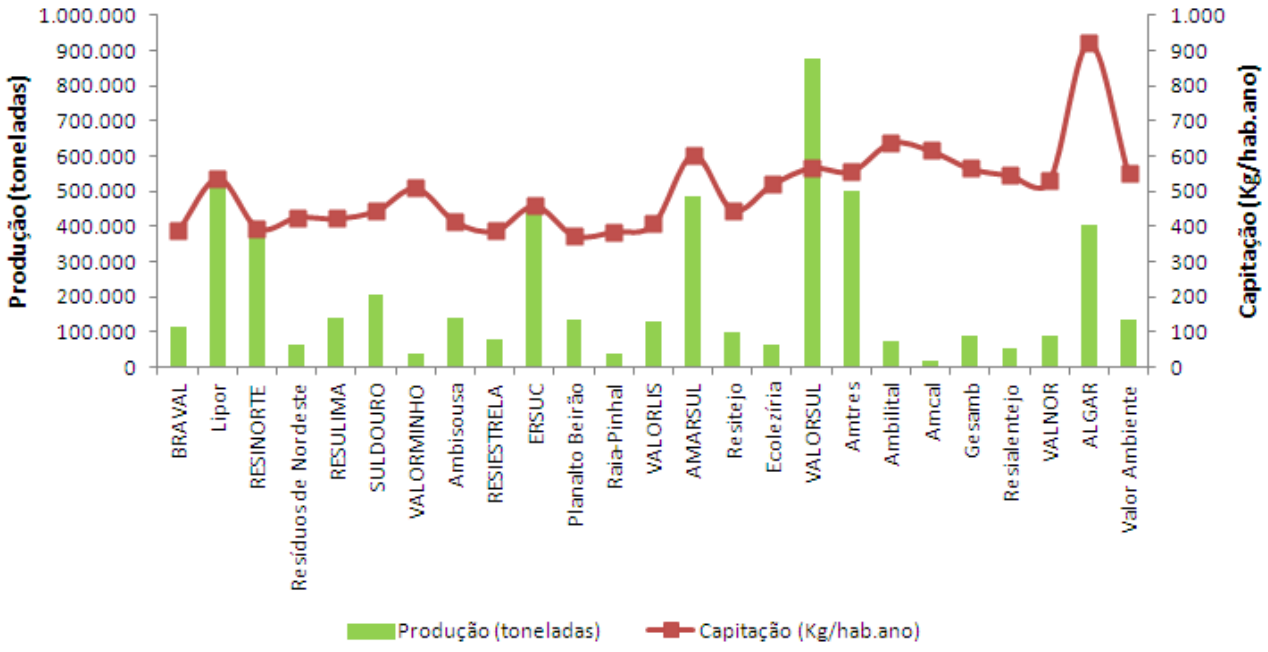

Figura 10: Produção e capitação anual de RU por Sistema de Gestão de Resíduos, para 2010

Dentro de cada sistema de gestão existem diferentes infra-estruturas específicas para recolha, tratamento, valorização ou deposição dos resíduos.

Em Portugal os resíduos podem ser recolhidos através de dois tipos de recolha, a recolha seletiva ou indiferenciada. Estes dois tipos de recolha foram responsáveis pela recolha de 15% e 85%, respetivamente do total da produção de RU em 2012. A recolha seletiva tem como âmbito os resíduos recicláveis, nomeadamente, vidro, papel/cartão e embalagens metálicas ou plásticas. Estes materiais são depositados voluntariamente pelos cidadãos, em contentores dedicados a cada fileira, podendo estes serem ecopontos, ecocentros, recolha porta-a-porta ou por circuitos especiais. De notar que a recolha porta-a-porta apenas se encontra implementada em 8 sistemas. Estes resíduos são principalmente encaminhados para valorização material, sendo o refugo resultante encaminhado para outras formas de tratamento.

O âmbito da recolha indiferenciada estende-se aos restantes resíduos domésticos que não foram separados, sendo que estes são encaminhados ou para aterros, valorização energética ou valorização orgânica.

Após a deposição dos resíduos em contentores específicos, estes devem ser encaminhados para as infra-estruturas adequadas de valorização ou deposição final. De notar que o transporte é um dos processos mais importantes da gestão de resíduos, pois é o

processo que envolve maiores custos devido à necessidade de veículos próprios para o efeito e sua adequada manutenção, entre outros fatores.

Na tabela 3 e figura 11 estão, respetivamente, apresentados a distribuição dos ecocentros e ecopontos, que se encontram em exploração (E), em obra (O) e previstos (P), pelo país, bem como os quantitativos de RU, em percentagem, que são encaminhados para as diversas operações de gestão.

Tabela 5. Número de ecopontos e ecocentros existentes em Portugal Continental

Região	ECOPONTOS			**ECOCENTROS**		
	E.	**O.**	**P.**	**E.**	**O.**	**P**
Norte	12.314	0	0	68	0	2
Centro	6.902	0	0	51	0	1
Lisboa e Vale do Tejo	13.449	0	0	30	0	1
Alentejo	3.085	0	0	30	0	0
Algarve	2.404	0	0	12	0	0
Portugal Continental	38.154	0	0	191	0	4

Em relação aos ecopontos é a Região de Lisboa e Vale do Tejo que é possuidora de um maior número. No entanto, o número de ecocentros é superior na Região Norte, sendo que estes complementam os ecopontos, pois muitos resíduos devido às suas características e dimensões, não são passíveis de serem depositados nos ecopontos nem de serem recolhidos pelos circuitos especiais ou porta-a-porta.

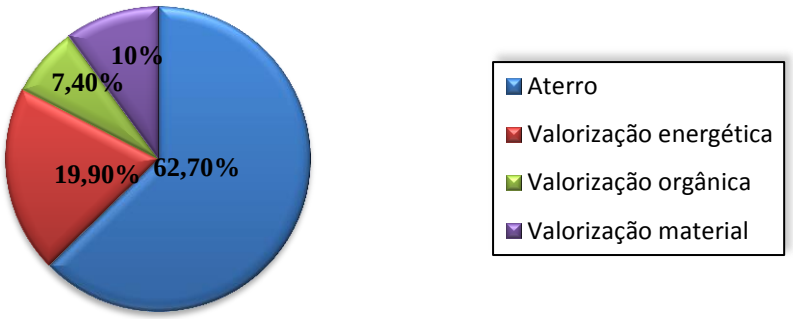

Figura 11: Quantidades de RU encaminhados para as diferentes operações de gestão em Portugal Continental e na R.A. da Madeira, no ano de 2010

Da análise da figura e de acordo com a APA constata-se que a deposição em aterro ainda constitui a solução preferencial dada aos resíduos, o que se verifica em todas as regiões do país com exceção da R.A. da Madeira, onde o principal destino dado aos RU é a valorização energética.

Na tabela 6 é indicado o número de infra-estruturas de valorização e disposição final, que se encontram em exploração (E), em obra (O) e previstos (P), em Portugal Continental, no final de 2010.

Tabela 6. Número de infra-estruturas de valorização e deposição final existentes em Portugal Continental

Região	ATERRO			VALORIZAÇÃO ORGÂNICA			VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA			ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA			ESTAÇÃO DE TRIAGEM		
	E.	O.	P.	E.	O.	P	E.	O.	P.	E.	O.	P.	E.	O.	P.
Norte	13	0	6	2	2	2	1	0	0	17	0	0	12	0	2
Centro	7	0	2	1	4	0	0	0	0	22	0	1	5	0	2
Lisboa e Vale do Tejo	6	1	0	3	1	2	1	0	0	15	0	0	5	0	0
Alentejo	6	0	0	1	1	1	0	0	0	15	0	0	5	0	0
Algarve	2	0	0	2	1	1	0	0	0	8	0	0	2	0	0
Portugal Continental	34	1	8	9	9	6	2	0	0	81	0	1	29	0	4

De acordo com os dados acima apresentados e tendo como fonte a APA, é na Região Norte onde se situam o maior número de aterros e estações de triagem. No que respeita às estações de transferência, verifica-se que é a Região Centro que possui mais infra-estruturas. Relativamente à valorização energética é de referir que apenas existem duas em Portugal Continental e uma na R.A. da Madeira, localizadas nos sistemas Lipor, VALORSUL e Valor Ambiente, respetivamente.

De modo a poder cumprir as metas estabelecidas pelo PERSU II e pela ENRRUBDA, está previsto a construção de novas instalações, nomeadamente 6 unidades de valorização orgânica, 4 estações de triagem e 8 aterros que irão substituir as atuais infra-estruturas que se encontram em fim de vida. Quanto às incineradoras não se prevê a criação de mais unidades. No entanto, já existem vários sistemas que têm implementado a valorização energética do biogás explorado nos aterros e outros têm em curso estudos e projetos para a sua implementação.

4. CARATERIZAÇÃO DA RESINORTE S.A.

4.1. Descrição geral da empresa

A RESINORTE – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A., é um sistema multimunicipal de triagem, recolha, valorização e tratamento dos resíduos urbanos do Norte Central que foi constituído em 2009, ao abrigo do Decreto-Lei nº 235/2009, como resultado da fusão de cinco sistemas já existentes, nomeadamente a RESAT, Vale do Douro Norte, REBAT, Amave e Residouro.

Este sistema é, atualmente, responsável pela gestão dos resíduos sólidos não perigosos de trinta e cinco municípios agrupados em quatro pólos, Alto Tâmega, Baixo Tâmega, Vale do Ave e Vale do Douro, cada um com diversas infraestruturas e cuja missão é no conjunto contribuir para o desenvolvimento sustentável da região e do país e para a maximização do bem-estar humano, através da criação de valor e respeitando as exigências legais instituídas para a sua área de atividade.

A região abrangida pelo sistema multimunicipal do Norte Central, universo de intervenção da Resinorte, S.A. é a que se identifica na Figura 15.

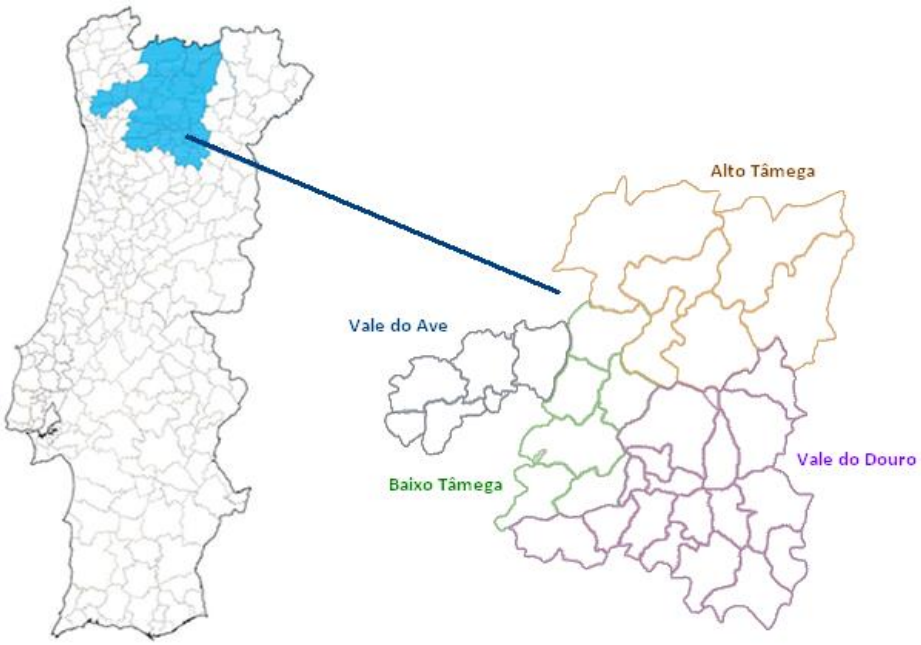

Figura 12: Universo geográfico da RESINORTE, S.A.

Numa perspetiva nacional, a RESINORTE, S.A. abrange uma área geográfica de 8.090 Km^2, que representa 9,0% da área do território de Portugal Continental e serve uma população de cerca de 1 milhão de habitantes, o que corresponde a 9,9% da população continental.

A empresa foi responsável, em média, para os anos de 2010 e 2011, pela recolha de, aproximadamente, 360.000 toneladas. De salientar ainda, que é a área abrangida pelo sistema de Vale do Ave que contribui significativamente para o total de resíduos sólidos produzidos e a região do Alto Tâmega a que menos contribui, com 52% e 10,5%, respetivamente.

Neste contexto, a RESINORTE, S.A. promove uma gestão integrada de resíduos onde são tidos em atenção os interesses da população, a sustentabilidade ambiental e financeira do sistema, assim como as exigências legais nacionais e comunitárias. Relativamente às intervenções efetuadas pelo sistema, estas passam por reduzir os resíduos sólidos a serem depositados em aterro, aumentar os quantitativos da recolha seletiva e dos diferentes fluxos, otimizar os respetivos circuitos de recolha e os processos de triagem e, por último, incrementar o desvio de aterro dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB).

Assim sendo, é apresentado, de seguida e de forma esquemática, a cadeia de valor do negócio do tratamento e valorização de resíduos, com a especificação das diversas atividades de operação da empresa.

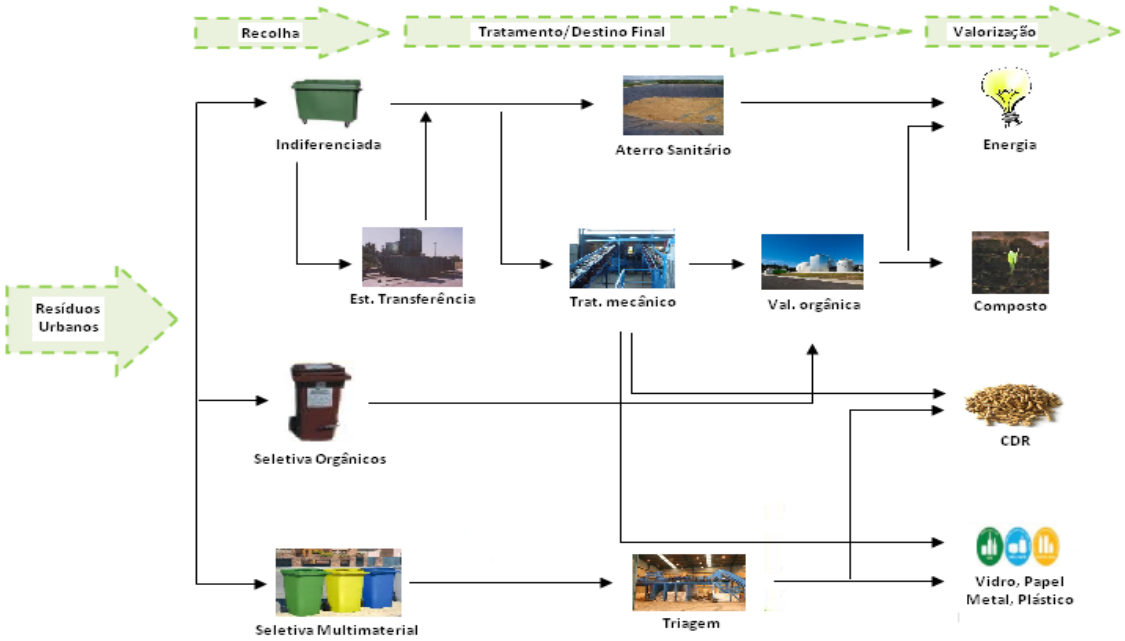

Figura 13: Modelo Técnico da RESINORTE, S.A.

De notar, ainda, que o correto funcionamento de todas as infra-estruturas destinadas a gestão integrada de resíduos, permitiram à RESINORTE, S.A. obter a Certificação no âmbito dos Sistemas da Qualidade, Ambiente e da Higiene e Segurança no Trabalho segundo as normas NP EN ISO 9001:2008, NP EN ISO 14001:2004 e OHSAS 18001/NP 4397, respetivamente.

4.2. Descrição da área de abrangência

A área em estudo corresponde ao pólo do Alto Tâmega, anteriormente conhecido por RESAT- Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A.. Este sistema está situado na Região Norte, no distrito de Vila Real, que compreende os municípios de Boticas, Chaves, Montalegre, Ribeira de Pena, Valpaços e Vila Pouca de Aguiar. Esta região abrange uma área total de 2.923 Km^2 onde residem, aproximadamente, 93.500 habitantes (CENSOS 2011) o que corresponde a cerca de 10% da população abrangida pela RESINORTE, S.A., tal como se discrimina na tabela seguinte.

Tabela 7. População e área abrangida pelo sistema do Alto Tâmega

Concelho	População residente 2011	Área (Km^2)	Densidade Populacional (hab/Km^2)
Boticas	5.747	322,4	18,0
Chaves	41.444	590,4	70,0
Montalegre	13.167	806,2	16,0
Valpaços	6.543	217,7	30,0
Vila Pouca de	16.876	553,1	31,0
Ribeira de Pena	10.594	432,7	25,0
TOTAL	**93.371**	**2.922,5**	**32,0**

Deste modo, constata-se que a densidade populacional destes municípios apresenta oscilações sendo a mais elevada a do concelho de Chaves e a mais baixa a do concelho de Montalegre, com cerca de 70 hab/km^2 e 16 hab/km^2, respetivamente. Neste contexto, é de salientar também que a população residente produziu durante o ano de 2011, um quantitativo médio de resíduos de 1,1 kg/hab/dia.

4.2.1. Caraterização do modelo técnico de intervenção

O modelo técnico definido para o pólo do Alto Tâmega assenta num pilar, nomeadamente o aterro para Resíduos Não Perigosos de Boticas, que contribuiu substancialmente para o encerramento, selagem e recuperação ambiental das nove lixeiras existentes nos seis municípios, até à data de concessão da dita instalação. Atualmente é o local para onde são encaminhados todos os resíduos que são produzidos na região em causa.

De modo a criar condições ambientalmente corretas para o destino adequado dos resíduos sólidos, foram construídas várias infra-estruturas dentro do perímetro do aterro as quais são auxiliadas por outras que se encontram distribuídas pelos municípios de intervenção do sistema multimunicipal do Alto Tâmega, tal como se pode constatar na figura seguinte.

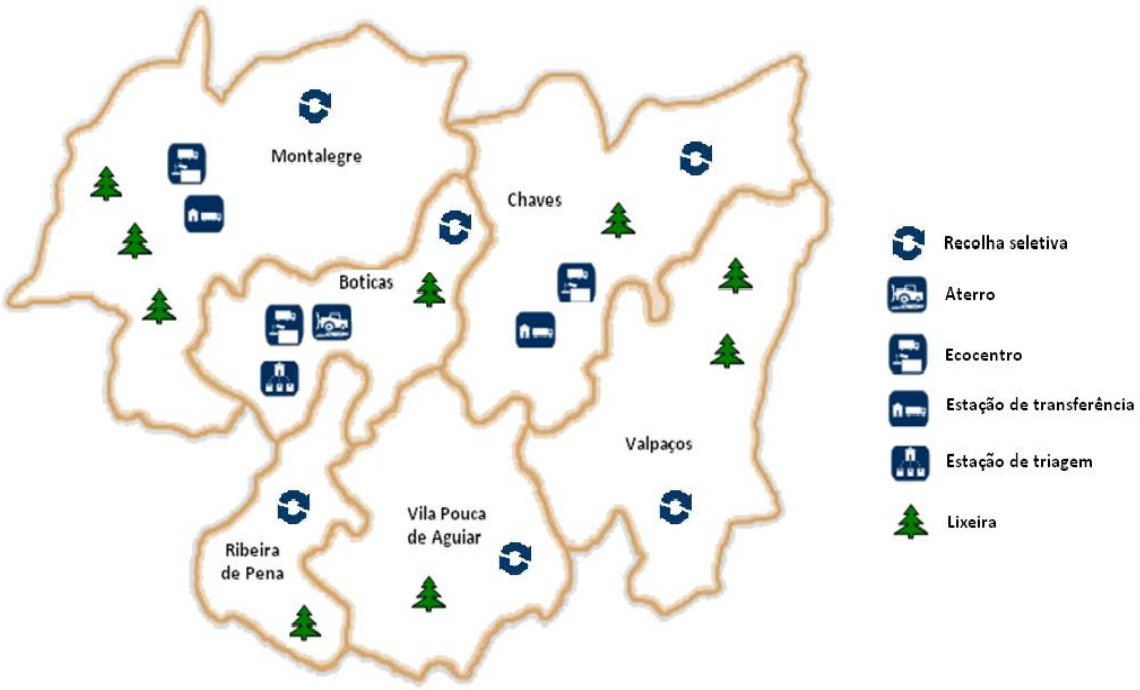

Figura 14: Localização das infra-estruturas existentes na região do Alto Tâmega

Assim sendo, o sistema multimunicipal em estudo contém:

- 389 Conjuntos de três ecopontos;
- 2 Estações de Transferência;
- 3 Ecocentros;
- 1 Aterro Para Resíduos Não Perigosos

Figura 15: Vista panorâmica do aterro para Resíduos Não Perigosos de Boticas

Esta última infra-estrutura contempla uma série de instalações de apoio necessárias para garantir o seu bom funcionamento, identificadas na Tabela 8.

Tabela 8. Instalações de Apoio e de Gestão de Resíduos

Instalações de Apoio	Instalações de Gestão de Resíduos
Portaria; Báscula de pesagem; Edifício administrativo; Parque para viaturas ligeiras; Oficina e armazém; Unidade de lavagem dos rodados das viaturas; Plataforma de abastecimento de combustível; Plataforma para lavagem do equipamento mecânico do aterro; Estação meteorológica; Rede de abastecimento de água captada em furo; Rede de abastecimento de energia elétrica a partir de um posto de transformação de 630 kVA;	Alvéolo para deposição de pneus; Alvéolo para deposição de vidro; Alvéolo para deposição de sucata metálica e objetos volumosos (“monstros”); Centro de receção, embalamento e enfardamento de recicláveis; Estação de triagem; Estação de Tratamento de Águas Lixiviantes (ETAL); Aterro para confinamento dos resíduos sólidos.

Neste enquadramento, foram também otimizados os circuitos de recolha indiferenciada e seletiva como se encontra esquematizado a seguir.

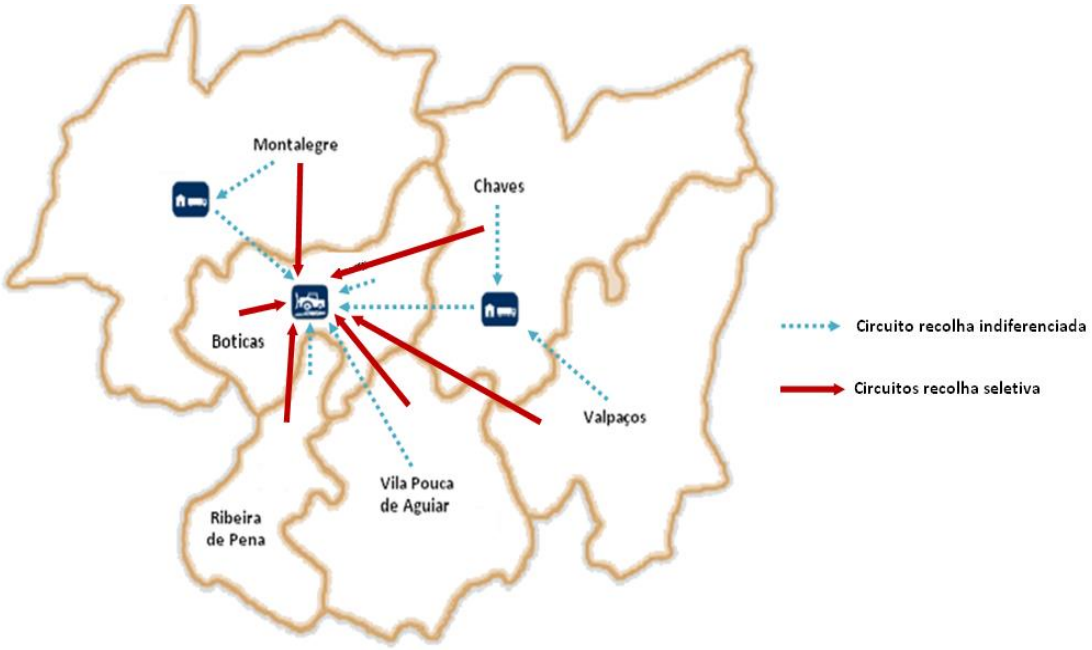

Figura 16: Circuitos de recolha de resíduos implementados no Polo do Alto Tâmega

Na região em estudo estão implementados dois tipos de circuitos de recolha. Na recolha seletiva e porta-a-porta os resíduos, uma vez concentrados nas respetivas viaturas, são diretamente encaminhados para as instalações do aterro, independentemente do município onde é feita a recolha. No entanto, para a recolha indiferenciada, considerou-se vantajoso construir duas Estações de Transferência nos municípios de Chaves e Montalegre, para serviço de Chaves/Valpaços e Montalegre, respetivamente. Aqui os resíduos são armazenados temporariamente até serem encaminhados definitivamente para o aterro. Em Vila Pouca de Aguiar, Ribeira de Pena e Boticas os circuitos da recolha indiferenciada e seletiva são similares, tal como se pode constatar na figura anteriormente apresentada.

4.2.2. Produção e caraterização dos resíduos sólidos do Alto Tâmega

Para um planeamento e uma gestão de resíduos sólidos eficiente na região em causa, é de extrema importância conhecer as características quantitativas e qualitativas dos resíduos que entram no sistema, onde estão incluídos RU, materiais passíveis de serem reciclados e outros tipos de resíduos.

O Sistema Multimunicipal do Alto Tâmega foi criado no ano de 2000, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 226/2000, de 9 de Setembro, no entanto, o Aterro Para Resíduos Não

Perigosos de Boticas apenas começou a ser explorado em Novembro de 2001 e só a partir de Janeiro de 2002 é que as entradas de resíduos no aterro começaram a ser diárias e provenientes de todos os municípios que integram o sistema. Deste modo, só a partir desta data é que se torna viável estudar os quantitativos de resíduos sólidos que deram entrada no aterro. Assim sendo, na figura seguinte podem ser visualizadas as quantidades totais de resíduos rececionados no aterro para Resíduos Não Perigosos de Boticas, desde 2002 até 2011.

Figura 17. Quantitativo de resíduos sólidos rececionados pelo aterro sanitário do Alto Tâmega

Desde 2002 até 2007, verificou-se um incremento na quantidade de resíduos rececionados, sendo que de 2005 para 2006 tal crescimento foi mais acentuado comparativamente com os anos anteriores. A quantidade máxima de resíduos que entraram no aterro, para os dez anos em análise, verificou-se em 2007, com uma produção de cerca de 63.000 toneladas. A partir desse ano registou-se uma progressiva diminuição, sendo que em 2011, a quantidade recolhida foi de, aproximadamente, 41.000 toneladas. Assim, em quatro anos observou-se um decréscimo de cerca de 54%.

Relativamente à caraterização física dos resíduos pode dizer-se que esta permite conhecer de forma mais pormenorizada o tipo de resíduos que são produzidos no universo geográfico do sistema, facilitando a identificação das componentes predominantes e das que apresentam algum potencial de reciclagem ou de valorização. Além disso, é considerada um suporte fundamental quanto à escolha das soluções de valorização, tratamento e/ou destino final mais apropriadas a dar aos resíduos.

As campanhas de caraterização física média dos resíduos na área de intervenção do sistema em estudo dos anos 2008 e 2009 já adoptaram a metodologia para amostragem e caraterização dos resíduos, ao abrigo do preconizado no PERSU II, aprovada pela Portaria nº 187/2007 de 12 de Fevereiro. De 2010 em diante, apesar da metodologia de

caraterização se manter a mesma, não existem registos individuais para o pólo do Alto Tâmega, pois desde que este sistema passou a ser parte integrante da RESINORTE, S.A. a caraterização é feita conjuntamente com os outros três polos.

Os resultados da composição física apresentados na Figura 18 contabilizam os RU indiferenciados e os provenientes da recolha seletiva e porta-a-porta, sendo que os restantes resíduos que foram recebidos no sistema não fizeram parte das campanhas de caraterização.

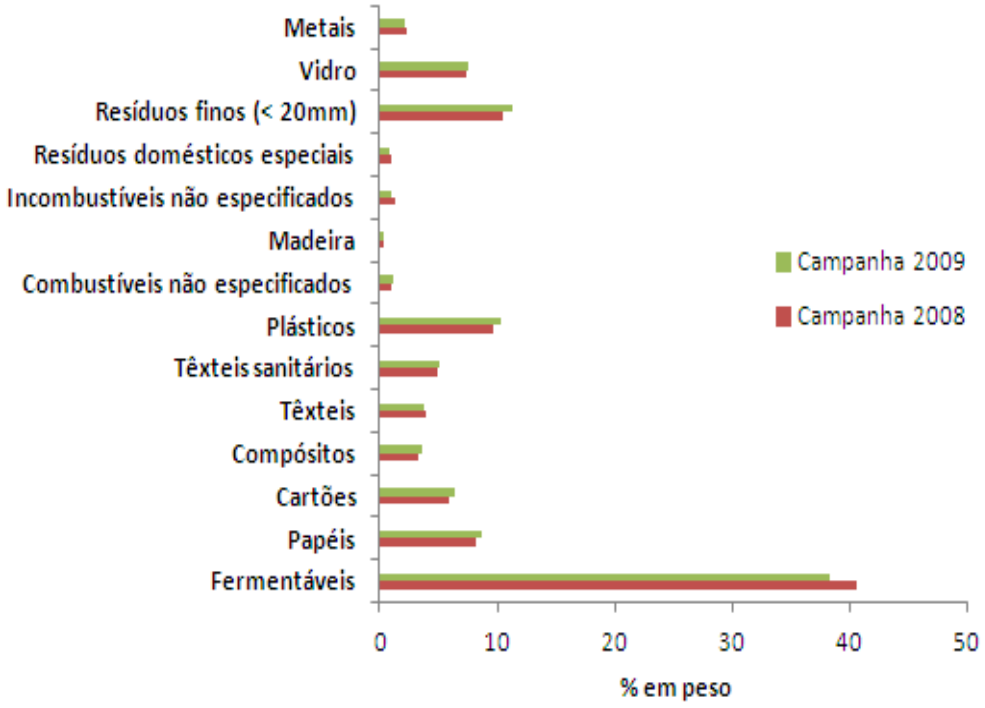

Figura 18: Composição física dos resíduos sólidos recolhidos pelo sistema (% em peso do total de RS)

Da análise dos valores constantes na figura 18, observa-se que em termos percentuais, para ambas as campanhas de caraterização, há uma clara predominância dos resíduos fermentáveis, ou seja, cerca de 40%, em peso, do total de RU produzidos. A segunda categoria que mais se destaca é constituída pelos resíduos finos, ou seja, aqueles cuja dimensão é inferior a 20 mm, estando também num patamar muito próximo os plásticos. Estas categorias representam, para ambas as campanhas, cerca de 11% e 10% em peso dos resíduos, respetivamente.

Pelas razões anteriormente mencionadas, não é possível saber qual a evolução que as diferentes categorias sofreram ao longo dos anos. No entanto, por comparação dos dados das duas campanhas, verifica-se que houve uma tendência de aumento em algumas categorias como os resíduos finos, vidro, plásticos, compósitos, papel e cartão e decréscimo de outras como os resíduos fermentáveis e os têxteis.

O destino dado aos diversos resíduos varia de sistema para sistema, o qual depende diretamente da caraterização física e dos quantitativos dos resíduos produzidos. Assim sendo, na RESINORTE, S.A., os resíduos têm quatro destinos finais, nomeadamente, confinamento em aterro, valorização multimaterial, valorização de resíduos considerados fluxos especiais e valorização orgânica. No entanto, no aterro do Alto Tâmega a valorização orgânica ainda não se encontra implementada, como se pode constatar na figura seguinte.

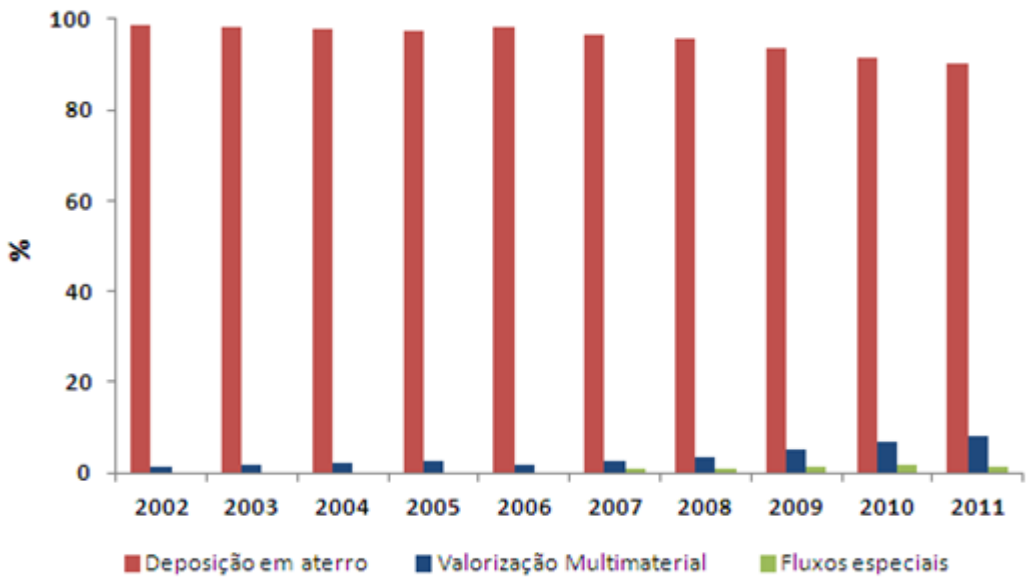

Figura 19: Destino final dado aos resíduos da região do Alto Tâmega

O destino preferencial dado aos resíduos produzidos no Alto Tâmega é o confinamento em aterro. No entanto, para esta solução, ao longo dos dez anos em análise tem-se observado um ligeiro decréscimo de cerca 9%. Relativamente à valorização multimaterial e de fluxos especiais, apesar de notar-se um aumento progressivo ao longo dos anos os valores ainda estão longe do idealizado.

4.2.3. Recolha de resíduos sólidos

Após a deposição na fonte e respectiva colocação em contentores, procede-se à recolha e transporte destes, por pessoal e equipamento adequado, de modo a encaminha-los para um tratamento apropriado. De acordo com o Decreto-Lei nº 73/2011 de 17 de Junho, entende-se por recolha *" a apanha de resíduos, incluindo a triagem e o armazenamento preliminares dos resíduos para fins de transporte para uma instalação de tratamento de resíduos"*.

No Alto Tâmega existem dois tipos de recolha dos resíduos sólidos: a recolha indiferenciada e a recolha seletiva.

- ✓ ***A recolha indiferenciada*** dos resíduos é o principal tipo de recolha efetuada na região. Esta consiste na recolha dos RU todos misturados, ou seja, sem qualquer tipo de processamento na fonte. Deste modo, os cantoneiros recolhem os RU presentes em contentores, que servem mais que uma unidade residencial, estando todos colocados de forma agregada nos veículos de recolha.
- ✓ A ***recolha seletiva***, visa separar na fonte uma ou mais categorias de resíduos, seguida de uma outra separação numa estação de triagem. Para o efeito são utilizados três contentores, denominados de ecopontos, onde são depositados papel/cartão, as embalagens plásticas e metálicas e o vidro. Geralmente encontra-se também acoplado aos ecopontos um contentor de menor dimensão onde são depositadas as pilhas.

A RESINORTE, S.A. no pólo do Alto Tâmega, disponibiliza aos munícipes 389 conjuntos de três ecopontos, verificando-se um rácio médio de um ecoponto por 280 habitantes. De salientar, ainda, que os ecopontos são distribuídos, pelos seis concelhos, em locais estratégicos, nomeadamente nas proximidades de grandes agregados populacionais, estabelecimentos de ensino, unidades hoteleiras, entre outros.

Dentro da recolha seletiva, a RESINORTE, S.A. presta, também, serviços de recolha porta-a-porta, em dias de semana e horários pré-definidos, por viaturas adequadas, cujo objetivo principal é garantir o destino adequado dos resíduos recicláveis produzidos pelos comerciantes e instituições, entre outros.

A figura 20 apresenta a quantidade de resíduos recicláveis (vidro, papel/cartão, embalagens e pilhas), provenientes da recolha selectiva, ao longo do tempo, triados, na Estação de triagem do Alto Tâmega. De notar que estes valores correspondem as quantidades de resíduos " em bruto", ou seja, antes da triagem.

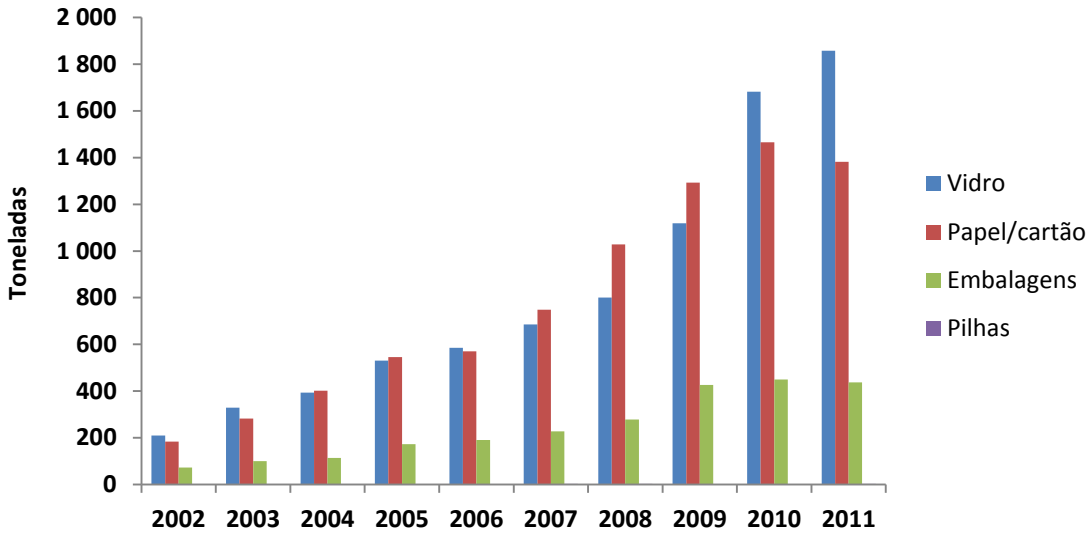

Figura 20: Quantitativos de resíduos recolhidos de forma seletiva no Polo do Alto Tâmega

A análise dos resultados permite concluir que a quantidade recolhida de resíduos passíveis de reciclagem tem vindo a aumentar substancialmente ao longo dos anos. Tal facto advém da produção de resíduos ter, realmente, aumentado mas também de as pessoas estarem cada vez mais consciencializadas dos benefícios da reciclagem. Relativamente aos materiais, verifica-se que o vidro e o papel/cartão são os mais produzidos, sendo que as embalagens se encontram num patamar bastante inferior. Quanto às pilhas, a quantidade recolhida comparativamente com a dos restantes materiais é insignificante, razão pela qual não aparece no gráfico, sendo de destacar que a recolha deste fluxo apenas se iniciou a partir de 2007.

Para cumprir esta tarefa, o Alto Tâmega tem ao seu dispor, um total, de catorze viaturas, estando nove viaturas destinadas à recolha indiferenciada, duas viaturas utilizadas para a recolha seletiva e as restantes três destinadas à recolha porta-a-porta. Dentro das viaturas de recolha indiferenciada e porta-a-porta, os resíduos são compactados de modo que estas possam recolher uma maior quantidade de resíduos para assim efetuar o menor número de viagens para descarregar. No que diz respeito às viaturas de recolha seletiva estas são biocompartimentadas, o que significa que a mesma viatura pode recolher duas frações de resíduos diferentes em simultâneo sem os misturar. Desta forma o papel/cartão e as embalagens são recolhidas numa mesma viatura, cada material em seu compartimento, enquanto o vidro é recolhido sozinho ocupando os dois compartimentos da viatura.

.4.2.4. Estação de transferência

As estações de transferência são instalações onde os resíduos são depositados temporariamente até serem encaminhados, definitivamente, para o centro de tratamento. Estas infra-estruturas são essenciais quando os municípios, onde os resíduos são recolhidos, estão distantes do centro de tratamento, otimizando-se, assim, o transporte dos mesmos. Deste modo, obtêm-se ganhos a diversos níveis, nomeadamente, poupança no combustível e no desgaste das viaturas e redução das emissões gasosas, pois os resíduos apenas são transportados quando se encontram em quantidades suficientes que justifiquem o transporte.

O Alto Tâmega dispõe de duas estações de transferência, uma localizada em Chaves e outra em Montalegre, como se visualizou na Figura 17. De salientar, que nas estações de transferência também há formação de alguns lixiviados, sendo estes transportados para a Estação de Tratamento de Águas Lixiviantes (ETAL) localizada no aterro e descrita mais à frente. Para o efeito, estão disponíveis três viaturas AMPLIROLL dotadas de contentores fechados ou abertos de várias volumetrias.

Figura 21: Estação de transferência de Montalegre

4.2.5 Ecocentro

Um ecocentro é um recinto amplo, vedado e vigiado, constituído por contentores de grandes dimensões destinados à deposição seletiva de materiais valorizáveis que, pelas suas dimensões e características não podem ser colocados nos ecopontos nem podem ser recolhidos pelos meios normais de recolha de resíduos.

A deposição de resíduos nos ecocentros é voluntária e gratuita estando ao dispor de pequenas indústrias, estabelecimentos comerciais e particulares. Na área de intervenção do Alto Tâmega, para complementar os ecopontos, existem três ecocentros, que se localizam nos concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas. Os dois primeiros encontram-se num espaço repartido com as respetivas estações de transferência enquanto o último localiza-se na área do aterro para Resíduos Não Perigosos. Nestes locais pode ser feita a deposição de papel e cartão, plásticos, vidro, madeira, monstros não metálicos, resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (REEE), resíduos verdes, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, pneus, entre outros.

Além disso, cada uma destas instalações tem um horário de funcionamento definido onde existe um colaborador que acompanha as descargas dos materiais e esclarece dúvidas relativamente à correta deposição dos resíduos.

Figura 22: Ecocentro localizado no aterro (imagem da esquerda) e na estação de transferência de Chaves (imagem da direita)

4.2.6. Aterro Sanitário

Todos os resíduos rececionados nas instalações de Boticas passam, obrigatoriamente, e em primeiro lugar, por um processo de pesagem. Deste modo, as viaturas após passarem o portão dirigem-se imediatamente para a báscula de pesagem, onde é registado o peso e matrícula da respetiva viatura, a data e hora da pesagem, a proveniência da viatura, a entidade, a tipologia de resíduos que transporta e a indicação do destino a dar aos mesmos. Estes dados permitem ao operador da portaria confirmar se os resíduos que vão dar entrada nas instalações pertencem ao conjunto de entidades autorizadas a transportar resíduos para o aterro para Resíduos Não Perigosos.

Figura 23: Viatura localizada na báscula de pesagem

No regresso, as viaturas passam necessariamente pela plataforma destinada a lavagem de rodados, evitando assim que os resíduos se dispersem pelas vias de circulação. No percurso de saída, as viaturas cuja tara não seja conhecida têm de passar novamente pela báscula, sendo neste momento também entregue, pelo operador da portaria, o talão de pesagem e, caso seja aplicável, a guia de acompanhamento de resíduos (GAR).

Assim sendo, a quantidade de resíduos é calculada através da diferença dos pesos das viaturas antes e após a descarga dos resíduos, sendo que este registo está ao cargo de um programa eletrónico que faz automaticamente os cálculo.

De salientar, que apenas as viaturas que transportam os resíduos provenientes da estação de transferência de Chaves, como esta possui também uma báscula de pesagem à entrada, quando chegam ao aterro para Resíduos Não Perigosos não necessitam ser novamente pesadas.

Além dos resíduos de origem municipal, o aterro está autorizado a receber Resíduos Industriais Banais (RIB) e Resíduos Equiparados a Urbanos (REU) provenientes de particulares. No entanto, devido à grande diversidade e natureza destes resíduos, cada produtor tem de solicitar, à RESINORTE, S.A., um pedido de autorização de descarga em aterro, onde é necessário identificar a entidade, as características quantitativas e qualitativas dos resíduos produzidos, o respetivo código LER e a indicação do destino a dar aos mesmos, podendo este ser ou confinamento em aterro ou o envio para valorização multimaterial. Eventualmente, além do pedido, pode também ser necessário fazer uma caraterização destes mesmos resíduos, a qual deve estar de acordo com o estabelecido no Decreto-Lei nº 183/2009, de 10 de Agosto.

Neste mesmo contexto, independentemente da sua origem, todos os resíduos rececionados nas instalações sanitárias de Boticas são alvo de um registo mensal. Deste

modo, para os resíduos depositados em aterro é necessário registar os quantitativos e respetivos códigos LER, origens e datas de entrega e o nome do (s) responsável (is) pela recolha e transporte até ao local. Relativamente aos materiais passíveis de valorização, para além dos dados anteriormente mencionados, também é necessário conhecer o nome do (s) responsável (eis) pela sua posterior valorização.

Dependendo do conteúdo das viaturas, estas são encaminhadas para diferentes locais dentro do centro de tratamento, como será descrito a seguir.

4.2.6.1. Estação de triagem

De acordo com o Decreto/Lei nº 73/2011 de 17 de Junho, entende-se por triagem *"o ato de separação de resíduos mediante processos manuais ou mecânicos, sem alteração das suas características, com vista ao seu tratamento"*.

Assim sendo, para a estação de triagem são encaminhados todos os resíduos recolhidos seletivamente nos ecopontos e ecocentros e os provenientes da recolha porta-a-porta, com exceção do vidro. Desta instalação resulta a expedição de papel/cartão e de embalagens de plástico e de metal, os quais estão conformes com as especificações impostas pela Sociedade Ponto Verde (SPV).

O plano de operações contempla em primeiro lugar a descarga dos resíduos em silos diferenciados por tipo de fileira. A fileira do papel/cartão é submetida a uma triagem manual onde são removidos os contaminantes, sendo os materiais resultantes, posteriormente, prensados, de modo a ocuparem menos espaço, e enfardados.

Figura 24: Triagem da fileira papel/cartão (imagens superiores) e equipamento de compactação e formação de fardos do respetivo material (imagem inferior)

As embalagens, com a ajuda de um empilhador, são descarregadas num tapete rolante que os transporta para a mesa de triagem, a qual se situa numa cabine fechada, o que permite que seja climatizada, ventilada, insonorizada e odorizada, bem como um melhor controlo da iluminação, essencial para a boa visualização dos materiais. De notar, também, que esta encontra-se localizada num nível superior, permitindo deste modo ganhar espaço no nível inferior para a acumulação dos materiais que vão sendo triados.

Na mesa de triagem, operários especializados procedem a uma separação manual dos diferentes tipos de plásticos (PVC, PET, PEAD, filme plástico, tetrapack, EPS, etc.) e do alumínio. Apenas os metais ferrosos são submetidos a uma triagem automática, pela ação de um eletroíman. No final deste processo, e de maneira semelhante ao que ocorre com o papel/cartão, todo o material passível de reciclagem é prensado, enfardado e armazenado até ser encaminhado para as respetivas indústrias recicladoras onde é devidamente processado e transformado em novos produtos.

Figura 25: Mesa de triagem da fileira embalagens (imagem superior) e equipamento de compactação e formação de fardos do respetivo material (imagem inferior)

O vidro é o único material que não é submetido a nenhum processo de triagem. Assim sendo, o vidro proveniente da recolha seletiva, quando chega ao centro de tratamento, é depositado num alvéolo próprio para este fim. No mesmo local também é depositado o vidro que resulta do processo de triagem, que por vezes vem misturado com as embalagens e com o papel/cartão, bem como o proveniente de empresas. No entanto, antes de ser entregue às entidades correspondentes para ser reciclado, é triturado para diminuir o volume, otimizando assim o seu transporte.

Ao longo do processo de triagem, verifica-se que nem todos os materiais têm aproveitamento em termos de reciclagem. Estes, denominados de refugo, são maioritariamente o reflexo da triagem da fileira das embalagens (pois a triagem do papel/cartão é muito simples), os quais são armazenados num contentor e posteriormente depositados em aterro.

Também nesta fase é executada a caraterização física do refugo de modo a poder aferir-se a eficiência da triagem dos materiais provenientes da recolha seletiva, principalmente da fileira embalagens. Assim sendo, seguidamente é apresentada a composição média do refugo, discriminada por categorias e subcategorias, para o ano de 2009.

Em anexo, tabela C1 - Caraterização física do refugo da triagem

Os resultados da caraterização indicam que a composição do refugo é maioritariamente constituída por resíduos domésticos especiais (27,75%). Nesta categoria, as subcategorias com maior percentagem em peso são os “sacos fechados com lixo” e as “embalagens” com 79% e 15% dos resíduos domésticos especiais, respetivamente. Muito próximo, encontram-se os plásticos, com 21,65% em peso do total de refugo e, num patamar inferior os compósitos (13,49%) devidos, maioritariamente, a “outros compósitos não embalagens”.

Através dos dados expostos na Tabela 9, verifica-se que, a grande maioria dos materiais, apesar de corretamente colocados no respetivo contentor, apresentam características não conformes com as especificações da Sociedade Ponto Verde (SPV). Neste contexto, são apresentados a seguir as quantidades de refugo produzidas ao longo dos anos, bem como a percentagem de refugo relativamente à quantidade de resíduos recolhidos de forma seletiva através de ecopontos e recolha porta-a-porta e encaminhados para triagem

Tabela 9: Eficiência do Modelo de Valorização Multimaterial

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Resíduos (ton)	256	382	515	717	759	977	1.306	1.719	1.915	1.818
Refugo (ton.)	32	105	116	172	174	100	65	137	255	264
% Refugo	12	27	23	24	23	10	5	8	13	15

Através dos dados apresentados, constata-se que a quantidade de refugo tem aumentado ao longo dos anos, acompanhando a evolução da quantidade de resíduos recolhidos de forma seletiva e porta-a-porta que também tem sofrido aumentos. No entanto, quando comparada a quantidade de refugo com os quantitativos de resíduos enviados para triagem, nota-se que houve uma diminuição significativa. Tal facto pode advir de duas situações: ou o processo de triagem é cada vez mais eficiente ou as pessoas cada vez mais fazem uma melhor separação na fonte, dos resíduos depositados.

4.2.6.2. Aterro para Resíduos Não Perigosos

O Decreto-Lei nº 183/2009, de 10 de Agosto, define aterro *como "a instalação de eliminação de resíduos através da deposição acima ou abaixo da superfície natural, incluindo:*

i. As instalações de eliminação internas, considerando-se como tal os aterros onde o produtor de resíduos efetua a sua própria eliminação de resíduos no local de produção;
ii. Uma instalação permanente, considerando-se como tal a que tiver uma vida útil superior a um ano, usada para armazenagem temporária".

Além dos resíduos provenientes da recolha indiferenciada, ou seja RU, são também depositados em aterro o refugo da triagem, resíduos de limpeza pública, RIB e parte dos REU, dos resíduos de construção e demolição e "monstros", que não cumprem as especificações necessárias para serem valorizados.

O aterro de Boticas integra dois alvéolos que ocupam uma área impermeabilizada total de 6 hectares, com uma capacidade de encaixe de 985.000 m^3. Este está dimensionado para uma vida útil de 25 anos, onde o fluxo médio diário de resíduos depositados é, atualmente, de cerca de 102 t/dia. Desde Janeiro de 2005 o alvéolo nº1 está encerrado, mas não selado, pelo que eventualmente ainda poderão ser depositados mais resíduos. No entanto, desde essa data é apenas o segundo alvéolo que está a receber os resíduos.

a) b)

Figura 26: a) Alvéolo 1 encerrado e b) alvéolo nº 2 em funcionamento

O modelo de exploração do aterro prevê que as viaturas, após a pesagem, sigam diretamente para a frente de trabalho onde os resíduos são depositados a granel. A operação em frentes de trabalho, com área e volume ajustáveis ao fluxo de resíduos e ao espaço disponível implica que as equipas de trabalho do aterro arrumem e compactem os resíduos, formando uma bolsa diária com um metro de altura. Com este método, a

densidade máxima que se consegue na compactação dos resíduos, situa-se nos 800-1000 kg/m^3.

O aterro dispõe de duas frentes de trabalho distintas, uma para o inverno e outra para o verão. No inverno, as frentes de trabalho são abertas no sentido dos taludes laterais e na proximidade da entrada da área de enchimento. No verão, são construídas contra o talude mais afastado da zona de descarga, viabilizando a circulação das viaturas sobre a massa de RU.

Após o enchimento diário, é imprescindível cobrir os resíduos com terra, a qual deve ser disposta de tal modo que não sejam visíveis restos nem indícios de resíduos no solo. Desta forma, diminui-se a presença de vetores (roedores, insetos, etc.) e a libertação de odores resultantes da decomposição dos materiais biodegradáveis. Assim, no final de cada dia, findadas estas operações, o aterro encontra-se completamente regularizado relativamente aos aspetos de ordem sanitária e ambiental e garantindo adequadas condições de trabalho.

Para poderem assegurar-se tais condições, tem que existir o equipamento mecânico adequado, sendo que, atualmente, são utilizadas cinco equipamentos, nomeadamente, uma compactadora pés de carneiro, uma pá de rastos, uma retroescavadora, uma multicarregadora telescópica e um trator com cisterna.

De salientar que o aterro é uma infra-estrutura passível de provocar impactes no meio ambiente e na saúde pública, pelo que a sua construção deve ter em atenção rigorosas medidas de proteção de acordo com as exigências legais nacionais e comunitárias. Assim sendo, o aterro tem adequadamente implementados sistemas de impermeabilização de toda a zona basal e de taludes do aterro; drenagem de águas residuais e pluviais; drenagem de lixiviados e drenagem do biogás.

A RESINORTE S.A., para dar cumprimento ao estabelecido nas Licenças de Exploração e Licenças Ambientais, Decreto-Lei nº 183/2009, de 10 de Agosto e legislação em vigor, elaborou um rigoroso plano de monitorização ambiental assente não só em parâmetros que advêm do confinamento de resíduos em aterro mas também em parâmetros que assegurem o correto funcionamento de toda a instalação sanitária, nomeadamente o controlo do enchimento e assentamento do aterro; dos lixiviados; das águas subterrâneas; das águas superficiais; do efluente tratado; das águas para consumo humano; das emissões difusas de gases do aterro e o registo dos dados meteorológicos.

4.2.6.2.1. Valorização do Biogás

Os RU contêm uma fração significativa de matéria orgânica, a qual varia entre 30% e 50% do peso dos resíduos. Estes quando depositados em aterro passam por um processo de digestão anaeróbia pela ação de microrganismos especiais, os quais transformam o material biodegradável em biogás.

Assim sendo, o processo de produção de biogás pode ser dividido, fundamentalmente, em três etapas onde atuam três grupos de espécies bacterianas diferentes, tal como pode visualizar-se na figura seguinte.

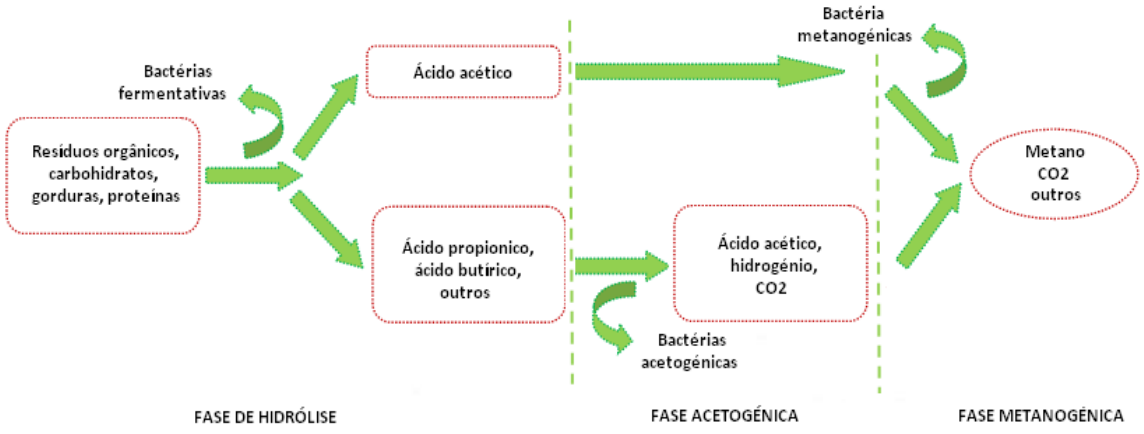

Figura 27: Etapas da produção do biogás.

A primeira etapa, e a mais longa de todo o processo de digestão anaeróbia da matéria orgânica, é a hidrólise que consiste na decomposição do material biodegradável em compostos mais simples. Estes constituem os substratos utilizados no processo fermentativo, sendo os produtos resultantes o ácido acético, ácido propionico e ácido butírico, entre outros.

Na segunda fase, a acetogénese, os compostos resultantes da etapa anterior (exceto o ácido acético) são convertidos em ácido acético, hidrogénio e dióxido de carbono. Estes são os substratos apropriados para a produção de metano, na etapa final do processo, devido à ação das bactérias metanogénicas. Aqui ocorre a formação de metano a partir do ácido acético ou do dióxido de carbono e hidrogénio, sendo de salientar que 70% do metano deriva do ácido acético.

Assim sendo, o biogás produzido em aterro contém, tipicamente, cerca de 40-60% de metano, 30-40% de dióxido de carbono e 5-15% de azoto. Além destes, também se encontram na mistura, embora em quantidades vestigiais, gases como o oxigénio, hidrogénio, monóxido de carbono, sulfureto de hidrogénio, entre outros, sendo este último o principal responsável pelos odores desagradáveis característicos do biogás. Neste contexto, é necessário salientar que estas percentagens variam de acordo com as características do material depositado, com o estado de degradação dos resíduos biodegradáveis, da humidade e da temperatura, entre outros parâmetros, os quais variam em pontos diferentes do mesmo aterro.

O aterro dispõe de uma rede de drenos verticais para captação do Biogás produzido e cujos valores médios obtidos por dreno, para o ano de 2011, são apresentados na tabela 9.

Tabela 10. Propriedades do biogás produzido no aterro de Boticas, para o ano de 2011

Ponto de amostragem	Dreno 1	Dreno 2	Dreno 3	Dreno 4	Dreno 5	Dreno 6	Dreno 7	Dreno 8	Dreno 9	Dreno 10	Dreno 11
Pressão absoluta (mbar)	951,90	958,00	951,60	29,00	28,60	577,86	714,58	491,35	491,03	747,99	676,84
Temperatura (ºC)	20,20	28,90	23,00	958,08	1003,00	407,62	253,83	494,00	503,61	240,77	323,87
Massa molecular húmida	30,70	31,00	28,90	13,63	6,70	8,36	8,58	29,95	16,79	17,71	19,83
Vel. Escoamento (m/s)	1,00	0,80	0,90	0,58	<0,8	44,23	39,67	<0,80	50,40	45,83	52,02
Caudal efetivo	48,00	48,00	48,00	29,68	<43	1,40	1,57	<48,00	1,77	14,83	22,68
Caudal volúmico (Nm^3/h)	50,10	39,00	46,70	46,00	<46	19,10	19,37		18,53	26,85	23,83
CO (%)	6,00	6,00	6,00	1,68	2,30	2,83	2,40	<6,00	3,40	5,83	20,20
H_2O (%)	1,90	1,80	1,80	6,00	<6	2,98	3,75	1,55	3,94	3,71	9,18
O_2 (% gás seco)	18,30	19,90	19,00	17,53	<0,1	7,64	6,25	21,00	9,98	8,60	3,27
CO_2 (% gás seco)	4,60	1,80	3,00	5,03	5,40	5,04	3,08	0,10	9,44	10,62	26,38
CH_4 (% gás seco)	4,30	1,00	3,60	7,20	>1	>1	>1	0,17	0,38		
NO_X (mg/Nm3, gás seco)	2,10		2,70	2,30							
SO_2 (mg/Nm3, gás seco)	2,90		2,90	3,03							

Da análise dos valores constantes na tabela, verifica-se que o biogás obtido nos diferentes drenos apresentou oscilações consideráveis, quer quantitativa como qualitativamente. Isto pode advir do facto dos drenos localizarem-se em pontos do aterro onde os resíduos depositados apresentam características distintas, bem como ao facto dos materiais orgânicos também se encontrarem em diferentes estados de degradação. Relativamente à composição, observa-se que o metano e o dióxido de carbono apresentam valores inferiores à composição típica do biogás produzido em aterro e que as componentes vestigiais encontram-se acima dos valores referentes ao metano e ao dióxido de carbono, o que não era espectável. Tal situação pode justificar-se pela baixa percentagem da quantidade de matéria orgânica presente nos resíduos depositados.

O biogás devido ao seu elevado conteúdo energético ($1m^3$ de biogás origina cerca de 6,5 kWh de eletricidade) pode ser utilizado de várias maneiras, existindo fundamentalmente quatro tipos de aproveitamento possíveis:

1. Venda direta do biogás a clientes próximos;
2. Produção de energia elétrica e vapor;
3. Venda direta de biogás a empresas;
4. Produção de energia elétrica.

Neste contexto, aproveitando o potencial energético contido no biogás é possível melhorar os índices de sustentabilidade económicos e ambientais dos sistemas multimunicipais de tratamento e valorização de resíduos, na medida em que contribui para a autonomia dos sistemas em termos energéticos, assim como diminui as emissões de metano para a atmosfera, substância essa que apresenta um potencial de efeito de estufa 23 vezes maior do que o mesmo volume de dióxido de carbono.

O aterro em estudo ainda não faz queima nem aproveitamento do biogás. No entanto, o respetivo projeto já foi enviado para concurso público, encontrando-se atualmente em fase de avaliação.

Figura 28: Dreno de biogás localizado no alvéolo em funcionamento

4.2.6.3. Estação de Tratamento de Águas Lixiviantes (ETAL)

Os lixiviados gerados no aterro, as águas residuais provenientes da lavagem de equipamentos e viaturas, as águas domésticas dos serviços administrativos, os lixiviados gerados nas estações de transferência e as águas pluviais são encaminhadas para a estação de tratamento de águas lixiviantes (ETAL). Esta é uma infra-estrutura essencial para o bom desempenho ambiental das instalações sanitárias em estudo, uma vez que aí as águas residuais sofrem um tratamento por osmose inversa antes de serem descarregadas num meio recetor, nomeadamente o rio Terva, pertencente à Bacia Hidrográfica do Douro e localizado nas proximidades do aterro para Resíduos Não Perigosos.

De entre todas as águas residuais que dão entrada na unidade de osmose inversa, o lixiviado é o que contribui mais para o volume total. Este resulta da água libertada como consequência da hidrólise da matéria orgânica existente nos resíduos depositados em aterro, da humidade presente nestes e das águas pluviais que se infiltram na massa de resíduos e arrastam diversos materiais dissolvidos e/ou em suspensão. Assim sendo, o tratamento das águas residuais vai depender, principalmente, das caraterísticas químicas, físicas e biológicas do lixiviado gerado, o qual varia de acordo com a composição e quantidade do lixo depositado, condições climatéricas, permeabilidade do material de cobertura, grau de compactação dos resíduos, da idade e profundidade do aterro e do grau de decomposição da massa de resíduos, entre outros. Assim sendo, o sistema de tratamento é composto por:

- Lagoas arejadas para o armazenamento e homogeneização dos caudais;
- Decantador lamelar;
- Unidade de osmose inversa, com capacidade de 160 m^3/dia.

A ETAL é composta por mais equipamentos, no entanto, atualmente não se encontram em funcionamento uma vez que a unidade de osmose inversa consegue um efluente tratado com os parâmetros dentro dos valores limite de emissão (VLE) para poder fazer a descarga deste em meio hídrico.

Assim, a técnica de osmose inversa tem como objetivo extrair a água limpa a partir da solução aquosa de contaminantes orgânicos e inorgânicos que constituem as águas residuais. Para o efeito, as águas residuais são submetidas a uma pressão elevada contra uma membrana semipermeável, forçando as moléculas de água a passar através da membrana, formando assim o permeado, o qual está pronto para ser descarregado em linha de água. A maioria dos solutos e contaminantes permanecem do lado oposto ao permeado, constituindo assim o concentrado, o qual é devolvido à massa dos resíduos do aterro por

recirculação, fazendo com que o aterro se comporte como um “reator biológico”. Tal situação intensifica a produção de biogás devido a degradação mais rápida da matéria orgânica, o que contribui também para a redução do período de estabilização pós-encerramento do aterro.

Na tabela C2 em anexo é apresentada a composição típica dos lixiviados formados em aterro para duas bibliografias distintas, a partir das quais se pode aferir que os intervalos de valores são diferentes. Tal situação é espectável visto que tais parâmetros dependem de uma série de fatores, enunciados anteriormente, que variam de aterro para aterro.

Para o ano de 2011 formaram-se, no total, 30.720 m^3 de águas residuais, que foram tratadas na unidade de osmose inversa, e cuja composição qualitativa é apresentada nas tabelas seguintes, sendo as análises efetuadas mensal, trimestral e semestralmente.

Tabela 11. Propriedades do lixiviado produzido no aterro de Boticas – Análises mensais e trimestrais

Parâmetros	Unidades	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
pH	E. Sorenser	7,3	8,0	8,1	8,1	8,4	7,8	8,1	8,1	8,7	8,4	7,8	7,4
Condutividade	µS/cm	10.800	17.300	20.800	21.000	17.300	12.700	31.400	26.100	26.200	36.400	14.300	16.200
CQO	mg O_2/L	3.900	4.200	5.300	5.000	3.100	4.100	5.400	5.600	5.100	7.200	2.600	4.100
Cloretos	mg Cl^-/L	860	1.400	1.700	1.800	1.400	2.100	3.100	2.700	2.600	3.600	1.200	1.700
Azoto amoniacal	mg NH^{4+}/L	1.100	1.300	2.000	1.300	7.100	3.000	3.200	3.200	1.700	3.500	1.100	2.200
Carbonatos	mg CO_3/L		270			280			530			194	
Cianetos	mg CN^-/L		0,017			<0,015			0,036			0,028	
Arsénio	mg As/L		0,18			0,07			0,08			0,3	
Cádmio	mg Cd/L		<0,10			<0,10			<0,10			<0,10	
Crómio	mg Cr/L		2,1			1,9			6,1			2,3	
Crómio VI	mg Cr VI/L		<0,05										
Mercúrio	mg Hg/L		<0,0002			<0,0002			<0,0002			<0,0002	
Chumbo	mg Pb/L		<0,3			<0,3			<0,3			<0,3	
Potássio	mg K/L		830			1.100			160			8.200	
Fenóis	mg fenol /L		<0,05			0,60			0,28			0,74	

Tabela 12. Propriedades do lixiviado produzido no aterro de Boticas – Análises semestrais

Parâmetro	Unidades	1º Semestre	2º Semestre
COT	mg C/L	600	740
Fluoretos	mg F^-/L	0,7	0,9
Nitratos	mg NO^{3-}/L	39	38
Nitritos	mg NO^{2-}/L	<1,6	<1,6
Sulfatos	mg SO^{4-}/L	29	640
Sulfuretos	mg S^{2-}/L	3,3	2,0
Alumínio	mg Al/L	3,4	3,9
Bário	mg Ba/L	0,25	0,30
Boro	mg B/L	6,6	2,7
Cobre	mg Cu/L	<0,2	0,29
Ferro	mg Fe/L	19	10
Manganês	mg Mn/L	1,6	1,5
Zinco	mg Zn/L	0,67	0,44
Antimónio	mg Sb/L	0,03	0,03
Níquel	mg Ni/L	<0,20	<0,20
Selénio	mg Se/L	0,002	<0,02
Cálcio	mg Ca/L	150	110
Magnésio	mg Mg/L	84	47
Sódio	mg Na/L	1.300	980
AOX	mg Cl/L	4	0,69
Hidrocarbonetos Totais	mg/L	23	<2,0

Da análise dos valores contantes nas Tabelas 9 e 10, verifica-se que as águas residuais, formadas no aterro para Resíduos Não Perigosos de Boticas, caraterizam-se por possuir elevado teor de matéria orgânica determinada a partir da CQO, compostos azotados, metais pesados, substâncias tóxicas, microrganismos patogénicos e gases, entre outros constituintes.

Na generalidade, pode dizer-se que os parâmetros presentes no lixiviado produzido no aterro de Boticas, encontram-se inseridos em ambas as gamas de valores típicas neste tipo de águas residuais. No entanto, ressalva-se que um pequeno grupo de parâmetros encontram-se acima dos valores típicos, nomeadamente o azoto amoniacal, o crómio e potássio, enquanto outros são ligeiramente inferiores, mais concretamente os AOX e os cianetos.

Do caudal total de águas residuais que entraram na unidade de osmose inversa, apenas 17.462 m^3 constituem o permeado, sendo que a eficiência do tratamento ao longo do ano de 2011, foi em média, de 57%.

De um modo geral, constata-se que o tratamento por osmose inversa conseguiu colocar os elevados valores das águas residuais em valores admissíveis e capazes de serem descarregados em linha de água, quando comparados com os valores limite de emissão (VLE). No entanto, verifica-se que dois parâmetros, nomeadamente o azoto amoniacal e o azoto total apresentam valores superiores aos VLE.

De encontro ao enunciado no Anexo XVIII do Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto, relativo aos "Valores Limite de Emissão (VLE) na descarga de águas residuais", o valor diário, determinado com base numa amostra representativa da água residual descarregada durante um período de 24 h, não poderá exceder o dobro do valor médio mensal. Desta forma, os valores obtidos para o azoto amoniacal e azoto total são aceitáveis, uma vez que não se verificaram desvios à condição imposta no referido anexo.

Assim, pode concluir-se, que a ETAL do aterro em causa conseguiu um efluente cujos parâmetros apresentaram valores abaixo dos limites impostos, podendo este ser descarregado para a linha de água do rio Terva.

4.2.6.4. Alvéolos para deposição de resíduos

O aterro para Resíduos Não Perigosos de Boticas possui vários alvéolos destinados à deposição de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (REEE), pneus, pilhas e acumuladores, resíduos metálicos, entre outros.

Os REEE dizem respeito a todos os equipamentos elétricos e eletrónicos em fim de vida, nomeadamente frigoríficos, arcas congeladoras, televisões, computadores, telefones, impressoras, entre outros. Assim sendo, o aterro tem um local próprio onde estes equipamentos são depositados, processados por categoria, paletizados e armazenados até serem, posteriormente, encaminhados para a entidade gestora correspondente onde serão incorporados em novos produtos.

A mesma situação se verifica com os pneus, as pilhas e acumuladores, as tampas de plástico e metal e os resíduos metálicos, vulgarmente conhecidos por sucata, os quais são depositados e armazenados, gratuitamente, em locais específicos dentro do perímetro das instalações sendo depois encaminhados para valorização.

Figura 29: Alvéolos de deposição de pneus, sucata e REE

5. O EXERCÍCIO DA ENGENHARIA DO AMBIENTE NA RESINORTE S.A.

A Resinorte – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A. tem prosseguido estratégias de desenvolvimento económico sustentável, com atenção ao ambiente e à qualidade de vida das populações, implementado serviços públicos eficazes e modernos, garantindo mais e melhores condições de vida e procurando prestar cada vez mais serviços de qualidade à população e aos munícipes.

O exercício da Engenharia do Ambiente em particular no Alto Tâmega constituiu-se como uma oportunidade de desenvolvimento profissional, atendendo à crescente mobilização que se vem assumindo ao longo dos anos na promoção da melhoria da qualidade e das condições de vida dos seus munícipes, vendo no ambiente oportunidades de qualificação que permitam ir ao encontro dessas legítimas aspirações.

O mestrando desenvolveu a sua actividade profissional na **Resat S.A.**, com início a 10 de Agosto de 2002 com regime de contrato de trabalho a termo certo, durando o mesmo 10 anos, apenas cessando por mútuo acordo a 31 de Agosto de 2012, já como **Resinorte S.A.**

A Resat S.A. assentava num projeto complexo de grande heterogeneidade em termos de atividade mas também em termos de identidade física e de público-alvo/clientes. Essa heterogeneidade derivou do sucesso dos sistemas de 1ª geração ao juntar todas as componentes do tratamento sustentado dos resíduos: recolha, registo e pesagem, triagem, deposição em aterro, tratamento de efluentes, qualidade, ambiente e segurança, entre outros. Por outro lado, essa mesma heterogeneidade também resultou das diferenças visíveis e sentidas do território no que toca ao mundo rural e urbano, condições da rede viária e condições climatéricas. Por fim, ter 6 municípios com as respetivas defesas de interesses próprios, simultaneamente como accionistas e clientes e por outro lado ter também clientes privados gere por vezes dificuldades que apenas a capacidade de gestão consegue resolver.

As funções exercidas foram as de Responsável Técnico na Resat S.A., coincidindo com o início de laboração da empresa, o arranque de todos os serviços, a compra de todos os equipamentos, a construção de todas as infra-estruturas, a uniformização de métodos e condições de trabalho, entre outros, valorizam agora o percurso efectuado dada a dificuldade inicial sentida e triunfada. Mais tarde como Coordenador do Pólo do Alto Tâmega na Resinorte S.A., desenvolvendo principalmente funções e actividades integradas nas seguintes unidades operativas e executivas:

- Responsável Técnico e Operacional do Pólo do Alto Tâmega
- Contratos, fornecimentos e serviços externos ao abrigo do CCP incluindo o controlo de gestão:
- Aprovisionamento, manutenção preventiva e correctiva, logística e optimização de circuitos;
- Recolha seletiva, recolha indiferenciada, aterro para Resíduos Não Perigosos, tratamento de lixiviados e monitorização;
- Implementação e manutenção de um SIG em Qualidade, Ambiente e Segurança.

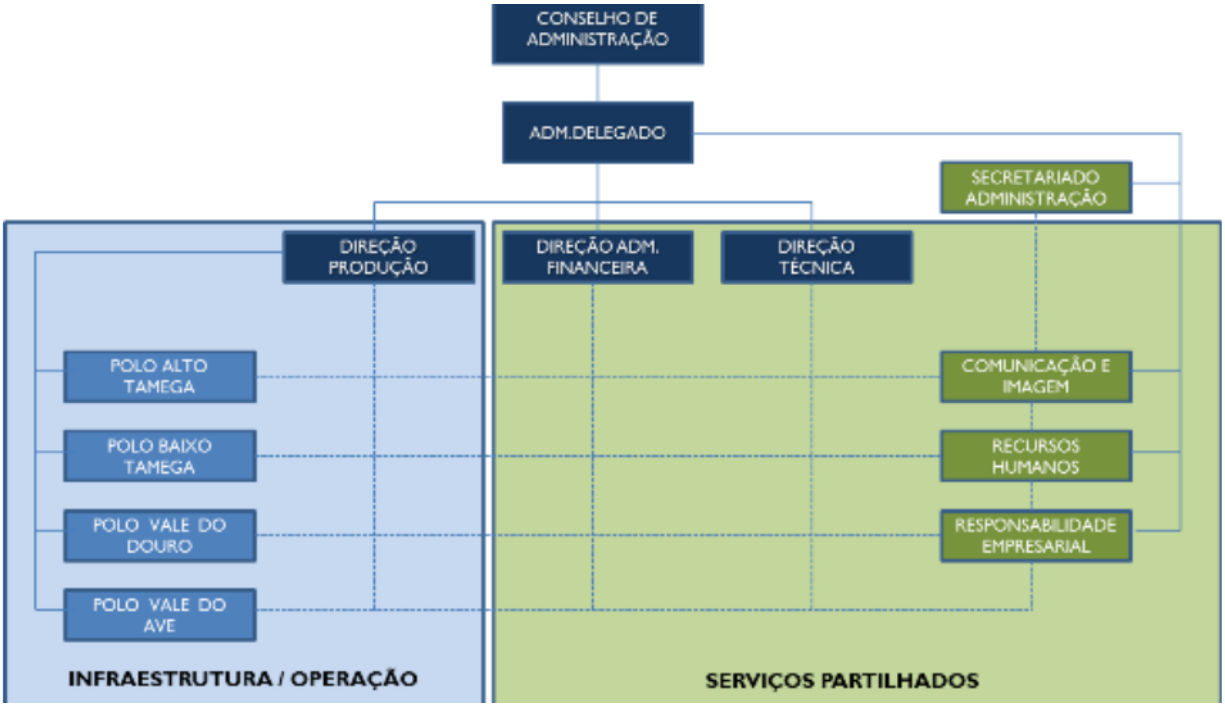

Figura 30. Estrutura organizacional da Resinorte S.A.

As actividades e funções desenvolvidas na Resinorte S.A. integraram portanto o exercício das funções da carreira de Engenharia do Ambiente no Sector Empresarial do Estado.

5.1 Base e Solidificação de Conhecimentos

Considerando que as funções de Responsável Técnico, se revelavam cada vez mais transversais e fundamentais, a crescente especialização técnica e inerente actuação enquanto Técnico Superior na Resinorte S.A., permitiu dar resposta a orientações superiores, no sentido da melhoria de definição de objectivos e tarefas a cumprir, com crescente responsabilização e autonomia. A evolução profissional resultou substancialmente da sua elevada motivação pessoal, proporcionando efectivas melhorias no serviço, propondo e implementando novas práticas e métodos de trabalho, face ao elevado padrão de exigência técnico-administrativa e operacional.

A sua responsabilidade para com o serviço constituiu a base de estudo e solidificação de conhecimentos, não só tecnicamente especializados, considerando a participação em formação académica complementar, como também investimento na formação profissional complementar transversal na área do ambiente.

Seguidamente apresentam-se alguns aspectos e fundamentos, por factor de apreciação, que permitem aferir numa primeira instância que a aptidão curricular e o seu percurso profissional foram relevantes para a experiência adquirida ao serviço da Resinorte S.A. no exercício da actividade na área de Engenharia do Ambiente.

- **Percurso Académico**

A **habilitação académica de base** - Licenciatura em Engenharia Florestal na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), enquanto curso acreditado pela Ordem dos Engenheiros e curso transversal vocacionado para distintas áreas da Floresta, que inclui a vertente direccionada para os recursos naturais, consistiu um elemento fundamental para a integração e desenvolvimento dos conhecimentos base, considerando que a Resinorte S.A. integra uma elevada riqueza de recursos naturais e paisagísticos.

A aprovação no **ano lectivo do Mestrado em Tecnologia Ambiental na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro,** permitiu aumentar e aprofundar os conhecimentos técnicos específicos na área de Engenharia do Ambiente, com base numa sólida formação científica e prática, privilegiando-se a interdisciplinaridade, proporcionando a melhoria de competências para o estudo de problemas ambientais nas suas dimensões ecológica,

social, económica e tecnológica, com vista à promoção do desenvolvimento sustentável, o que se enquadrava com a missão da Resinorte S.A..

Em suma, o Licenciado possui competências no domínio da gestão de resíduos, da requalificação ambiental, dos estudos de impacte ambiental, do ordenamento de espaços naturais, da monitorização ambiental, dos sistemas de informação, da educação e informação na área ambiental, entre outros aspectos no plano do Ambiente.

A formação superior na área de Engenharia do Ambiente constituiu uma base de conhecimento necessária à compreensão dos fenómenos que se desenrolam no ambiente, às várias escalas, e da sua interacção com as actividades humanas, possibilitando designadamente, a definição de estratégias e acções visando o desenvolvimento sustentado das sociedades, de forma a contribuir para a formulação de estratégias de preservação adequadas, para a avaliação e a mitigação de impactes ambientais e para a concepção e implementação de soluções de redução e controlo da poluição e de recuperação do ambiente.

A licenciatura forneceu uma perspectiva tecnológica associada à capacidade integradora das várias vertentes do ambiente, possibilitando a intervenção nas áreas da prevenção, avaliação e resolução de problemas ambientais no decorrer da actividade profissional, tendo por função equacionar os problemas e conceber as respectivas soluções, assegurando a sua exequibilidade e operacionalidade. O desenvolvimento destas capacidades requereu naturalmente uma base de partida adequada, designadamente, um programa de estudos com características adequadas e com um equilíbrio entre as vertentes informação/ formação e um corpo docente qualificado.

- **Formação Profissional**

O mestrando a este propósito, possui um conjunto significativo de acções de formação profissional e de participação em encontros técnicos, com relevância para a mais diversas áreas de Engenharia do Ambiente, transversalizando e especializando conhecimentos.

Saliente-se que as áreas de formação e aperfeiçoamento profissional efectivadas são perfeitamente enquadráveis com as exigências e as competências necessárias ao exercício da função de Engenharia do Ambiente na área de trabalho da Resinorte S.A..

- **Experiência Profissional**

A organização e método de trabalho permitiu-lhe ultrapassar eventuais obstáculos, face à persistência na pesquisa de proposta de soluções e acções, demonstrando grande interesse em aprofundar conhecimentos, mantendo um elevado nível de motivação assim como altos padrões de exigência em relação ao que fazia, visando portanto a superação dos objectivos a cumprir, estabelecendo prioridades relativamente às tarefas a realizar e às solicitações que lhe eram dirigidas pelos utentes, profissionais e superiores hierárquicos com quem interagia.

Ao nível de competências exigíveis para o desenvolvimento da função, em contexto profissional/ interpessoal tinha conhecimento e apresentava elevada actuação assente nos princípios éticos do Sector Empresarial do Estado (Administração Pública), regendo-se segundo critérios de honestidade pessoal e de integridade de carácter; e, segundo esses valores, defendia sempre com convicção aquilo que dizia e em que acreditava, para com os seus colegas e superiores hierárquicos.

Apresentava elevada actuação sob princípios de competência e responsabilidade, agindo de forma responsável e dedicada, empenhando-se em obviar situações críticas. A proactividade é contudo uma das competências diferenciadoras, pois em contexto profissional demonstrou efectiva capacidade de tomar iniciativas, no sentido da resolução de problemas; e, no sentido de antecipar situações, oportunidades e obstáculos, empreendeu persistentemente, e de forma decidida, a apresentação de propostas e a implementação de métodos de trabalho/ procedimentos potenciadores da melhoria e organização dos serviços operacionais e administrativos em que se inseria.

Considerando particularmente o sistemático trabalho com pessoal operativo, no exercício da sua actividade agia de forma solidária e cooperante, promovendo a inclusão dos respectivos membros, tomando inclusivamente a iniciativa de colaborar na execução das tarefas definidas, de forma a promover a melhoria dos resultados. Demonstrava iniciativa, persistência e predisposição para actuar de forma positiva no desempenho das suas funções, propondo novas práticas e métodos de trabalho com vista à obtenção de resultados mais céleres e eficazes.

Enquanto Responsável Técnico na área de Engenharia do Ambiente em exercício de funções, e face à experiência profissional que foi adquirindo ao longo do tempo, permitiu-lhe adquirir a necessária capacidade não só de identificação, mas acima de tudo de antecipação da ocorrência de problemas e de uma actuação inerentemente preventiva, com capacidade de iniciativa, apresentando também capacidade de adaptação às mudanças

organizacionais enquanto oportunidade de melhoria dos serviços, disponibilizando-se inclusivamente, e com empenho, a executar qualquer tarefa.

Tal como já foi referido em ponto anterior, apresentava elevada motivação para concretizar, com autonomia e rigor, as tarefas que lhe eram afectas com vista ao cumprimento dos objectivos definidos, planeando antecipadamente as actuações segundo prioridades e orientações prévias, de forma a garantir a qualidade efectiva dos resultados.

5.2 Contributo para a qualidade das actividades desenvolvidas

Neste Capítulo apresentam-se os trabalhos realizados no decurso da actividade profissional exercida na Resinorte S.A., num período superior a 5 anos reflectindo o contributo para a melhoria e consolidação do desempenho da Resinorte.

- Fiscalização da colocação de geossintéticos na construção do Aterro Para Resíduos Não Perigosos – **A fiscalização séria e competente da impermeabilização com geossintéticos resultou na garantia de estanquicidade do aterro, refletindo-se este facto em toda a monitorização subterrânea efetuada resultando em zero não conformidades e consequentemente zero contra-ordenações ambientais;**
- Elaboração e consequente optimização periódica dos circuitos de recolha selectiva e indiferenciada – A elaboração in situ, com recurso a georreferenciação e consequente operação de optimização temporária permitiram a correcta adequação das operações às necessidades reais, cobrindo 100% do território, reduzindo gradualmente os custos e as reclamações, e em simultâneo aumentando a eficácia e a eficiência das mesmas. **Exemplo disto mesmo são a diminuição de um turno ou mais desde o início da laboração, diminuindo-se custos com pessoal e viaturas, ou o aumento da frequência de recolha apenas com aumento da contentorização;**
- Elaboração de cadernos de encargos, acompanhamento de concursos públicos e consequente avaliação de propostas para fornecimentos de equipamentos móveis (desde equipamentos de exploração do aterro a viaturas de recolha), construção civil, contentores, ecopontos, produtos químicos,…- **O resultado foi uma gradual diminuição de custos, cumprindo com todas as boas práticas financeiras constantes no Código de Contratação Pública e no Manual de**

Qualidade Interno. Como exemplo refiram-se os seguintes casos de concursos públicos – Aquisição de viaturas de recolha seletiva e de transferência de resíduos com um valor global de 3 milhões de euros, construção do aterro de rib's em Vila Pouca de Aguiar com um valor global de 2 milhões de euros;

- Acompanhamento e avaliação de resultados periodicamente da caraterização de resíduos, levantamentos topográficos à massa de resíduos, análises e monitorizações às águas superficiais, subterrâneas, emissões atmosféricas, ruído, estação meteorológica, entre outros – **O competente trabalho técnico permitiu não apenas a consolidação de uma estratégia adequada, assim como a monitorização das metas e objetivos propostos, reduzindo sempre que possível consultorias externas;**

- Implementação e manutenção de um Sistema Integrado de Gestão em Qualidade, Ambiente e Segurança – **O desafio mais aliciante pelo apertado calendário exigido e também pelo sucesso almejado culminando com a Certificação do Sistema Integrado de Gestão e sucessivas avaliações positivas culminando na manutenção da respetiva Certificação, conferindo em resultado disso um serviço de excelência ao cidadão mas também um tratamento de excelência aos respetivos colaboradores mantendo em zero o n.º de não conformidades mas também de acidentes de trabalho;**

- Elaboração e Acompanhamento do Plano de Comunicação da Resinorte -, realizaram-se visitas pedagógicas, acções de comunicação direccionadas em escolas, entidades, comércios e serviços, campanhas formativas e informativas, contribuindo essencialmente para o aumento da taxa de recolha seletiva e consequentemente de reciclagem mas também na informação do core business da empresa. **Como exemplo refira-se a diminuição progressiva de custos com fornecimentos e serviços externos na área de comunicação e marketing, nomeadamente em ações do Dia Mundial do Ambiente, Dia Mundial da Floresta, entre outros.**

6. CONTROLO

A evolução profissional resultou substancialmente de elevada motivação pessoal, proporcionando efectivas melhorias no serviço, propondo e implementando novas práticas e métodos de trabalho, partilhando com os colegas de trabalho, face ao elevado padrão de exigência técnico-administrativa e operacional. Neste ponto apresenta-se de seguida alguns exemplos práticos, evidências e informação específica sobre o tipo de controlo do trabalho realizado ao logo do exercício de Responsável Técnico em funções na área de Engenharia do Ambiente.

- **Controlo interno**

Os trabalhos e actividades desenvolvidos eram superiormente supervisionados, designadamente pelo Diretor de Produção, ao qual era reservado o papel de direção e apoio, segundo uma metodologia de promoção de desafios, novas intervenções e definição de metas e objectivos a atingir pelos serviços e equipas de trabalho. Efectivando-se reuniões periódicas no planeamento de tarefas sazonais, de rotina e tarefas de solicitação diária.

O mestrando enquanto Responsável Técnico na área de Engenharia do Ambiente em exercício de funções, apresentava elevada motivação para concretizar, com autonomia e rigor, as tarefas que lhe eram afectas com vista ao cumprimento dos objectivos definidos, planeando antecipadamente as actuações segundo prioridades e orientações prévias, de forma a garantir a qualidade efectiva dos resultados.

7. CONCLUSÃO

A experiência profissional adquirida num período superior a 5 anos na área científica da especialidade - Engenharia do Ambiente, considera-se relevante atendendo a que as actividades desenvolvidas comprovam a detenção de competências ao nível de planeamento, gestão, manutenção e controlo, bem como, de preservação, conservação e recuperação do ambiente.

A experiência profissional permitiu a consolidação de conhecimentos e o desenvolvimento de uma visão especializada e multidisciplinar na área de Engenharia do Ambiente, com integração das actividades desenvolvidas no contexto social, económico e financeiro, com formação de princípios e metodologias de trabalho suportadas por uma integração técnico-científica crescente, com possibilidade de actuação ao nível da política e gestão ambiental promovida na Resinorte S.A..

Comprova-se que o trabalho desenvolvido potenciou o desenvolvimento de competências ao nível da capacidade para esquematizar (de forma analítica, numérica ou gráfica) e resolver uma variedade de problemas de Engenharia do Ambiente. De planear, executar, explicar e descrever experiências, de comunicar de forma clara e objectiva, de compreensão do impacto das soluções de engenharia no Ambiente e na sociedade. Assim como também da capacidade de utilizar a bibliografia relevante e bases de dados, da capacidade de liderança, integração em equipas multidisciplinares e inovação, com tomada de consciência da responsabilidade profissional e ética e de aprendizagem ao longo da vida.

O desenvolvimento destas capacidades requereu naturalmente uma base de partida adequada, sustentada num percurso académico e de formação profissional com características próprias, associado à capacidade de desenvolvimento pessoal num contexto de participação em equipas pluridisciplinares e de execução de funções hierarquicamente responsáveis, acrescendo a capacidade de análise, integração, síntese e comunicação de informação em diversos domínios e ainda, a perspectiva tecnológica associada à capacidade integradora das várias vertentes do ambiente, de forma a possibilitar a intervenção nas áreas da prevenção, avaliação e resolução de problemas ambientais. Tudo isto permitiu o êxito das mais variadas formas, desde a elaboração e avaliação de concursos públicos de vários milhões de euros (viaturas e aterro de resíduos industriais referidos atrás), inexistência de não conformidades e contra-indicações ambientais ou outras, ou ainda um sistema integrado de qualidade, ambiente e segurança de sucesso.

Conclui-se ainda a notória capacidade de desenvolvimento de estratégias de natureza ambiental tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável e a resolução de problemas nas suas diferentes dimensões, com caracter transversal, que incluiu aptidões genéricas aplicadas às Ciências da Engenharia e do Ambiente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEME (1993): MODECOM™ - Méthode de Caractérisation des Ordures Ménagères – 2ème édition, - Manuel de base

Agência Portuguesa do Ambiente (2011) - Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território; "Resíduos Urbanos em 2010"

ERM (2000). ERM Portugal - Consultores em Engenharia do Ambiente, Lda. Plano Estratégico de Ambiente. Lisboa

GAWAIKAR, V., Dr. DESHPANDE, V. P.,(2006), Source Specific Quantification and Characterization of Municipal Solid Waste – a Review, available at: http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/sofos/Gawaikar_Source%20Specific%20Quantification%20and%20Characterization%20of%20MSW.pdf

Instituto dos Resíduos (2002) – Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território; Resíduos Sólidos Urbanos – Concepção, construção e exploração de Tecnossistemas.

Instituto dos Resíduos (2003) – Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Secretaria de Estado do Ambiente – Estratégia Nacional para a redução dos resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) destinados aos aterros.

Pinto, A. (2005). Sistemas de Gestão Ambiental. Edições Sílabo. ISBN 972-618- 387-1.

Qasim, Syed R; Chiang, Walter, (1994), Sanitary Landfill Leachate – Generation, Control and Treatment

Sequeira Ezequiel, (1999) – Resíduos Sólidos

8.1 Webgrafia

- Diário da República Electrónico (15/09/2013) : www.dre.pt
- Resinorte S.A. (15/09/2013): www.resinorte.pt
- Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente(15/09/2013): www.geota.pt
- Instituto Nacional de Estatística(15/09/2013): www.ine.pt
- Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro(15/09/2013): www.utad.pt

ANEXOS

(Compilação em DVD)

Tabela C1 - Caraterização física do refugo da triagem

Categoria/subcategoria	% em peso
Fermentáveis	**1,38%**
Resíduos alimentares	1,26%
Resíduos de jardim	0,11%
Outros	0%
Papéis	**7,84%**
Embalagens de Papel	0,35%
Jornais, revistas e folhetos	1,09%
Papéis de escritório	0,02%
Outros papéis	6,38%
Cartões	**3,25%**
Embalagens de cartão	2,95%
Outros cartões	0,30%
Compósitos	**13,49%**
Embalagens compósitos de cartão	1,07%
Outras embalagens compósitas	2,18%
Outros compósitos não embalagens	10,23%
Têxteis	**3,81%**
Têxteis embalagens	0,02%
Têxteis não embalagens	3,79%
Têxteis sanitários	**0,82%**
Plásticos	**21,65%**
Filmes	1,43%
PE> A3	0,24%
PE <A3	0,87%
PE estirável	0,00%
PP> A3	0,01%
PP <A3	0,32%
Noutros materiais	0%
Garrafas e frascos	1,40%
PVC	0,08%
PVC-óleo	0,00%
PET	0,50%
PET-óleo	0,02%
PE	0,62%
PE-óleo	0,11%
PP	0,05%
Noutros materiais	0%
Embalagens EPS	0,38%
Outras embalagens plásticas	4,58%
Outros plásticos (PP/ PE/ PET/ PVC)	1,64%
Outros plásticos	12,21%
Combustíveis não especificados	**4,99%**
Embalagem combustível não especificada	0%
Outros combustíveis não especificados	4,99%
Madeira	**1,39%**
Embalagens de madeira	0,43%
Outra madeira (não embalagem)	0,96%
Vidro	**1,05%**
Embalagem de vidro	0,86%
Outro vidro (não embalagem)	0,19%
Metais	**6,25%**
Embalagens ferrosas	1,16%
Embalagens não ferrosas	0,62%
Outros ferrosos	3,38%
Outros não ferrosos	1,09%
Incombustíveis não especificados	0,98%
Embalagens incombustíveis não especificados	0%
Outros incombustíveis não especificados	0,98%
Resíduos domésticos especiais	**27,75%**
Embalagens	4,05%
Pilhas e acumuladores	0,01%
Outros resíduos domésticos especiais	1,72%
Sacos fechados com lixo	21,97%
Resíduos finos (< 20mm)	**5,36%**

Tabela C2: Composição típica dos lixiviados produzidos em aterro

Parâmetros	Valores típicos [45]	Valores típicos [46]
pH (E. Sorenser)	4,5-9,0	5,3-8,5
Sólidos totais	2.000-60.000	-
CBO_5	20-57.000	100-90.000
CQO	140-152.000	150-100.000
Alcalinidade	-	300-11.500
Dureza	-	500-8.900
Azoto orgânico	14-2.500	1-2.000
Azoto amoniacal	-	1-1.500
Azoto total	-	50-5.000
Nitratos	-	0,1-50
Nitritos	-	0-25
Fósforo total	0,1-23	0,1-30
Fosfatos	-	0,3-25
Sulfatos	8-7.750	10-1.200
Sódio	70-7.700	50-4.000
Potássio	50-3.700	10-2.500
Cálcio	10-7.200	10-2.500
Cloreto	150-4.500	30-4.000
Cianetos	-	0,04-90
AOX	-	320-3.500
Fenóis	-	0,04-44
Magnésio	30-15.000	50-1150
Ferro	3-5.500	0,4-2.200
Manganês	0,03-1.400	0,4-50
Arsénio	0,01-1	0,005-1,6
Cadmio	0,0001-0,4	0,0005-0,14
Crómio	0,02-1,5	0,03-1,6
Cobalto	0,005-1,5	0,004-0,95
Cobre	0,005-10	0,004-1,4
Chumbo	0,001-5	0,008-1,02
Mercúrio	0,00005-0,16	0,0002-0,05
Níquel	0,015-1,3	0,02-2,05
Zinco	0,03-1000	0,05-170