

Resumo

Este estágio teve como principais objetivos o estudo, a avaliação e o acompanhamento técnico da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (UTMB) de resíduos sólidos urbanos (RSU), situada na Resitejo – Associação de Gestão e Tratamento dos Lixos do Médio Tejo. Compreender a sua importância e todos os procedimentos necessários para o seu funcionamento.

As Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico desempenham um papel muito importante na gestão de resíduos. Estas unidades tem como objetivo a valorização de diversos materiais presentes nos RSU indiferenciados, gerados pela população. Na UTMB da Resitejo, existe uma valorização ambiental e energética através da produção de combustível derivado de resíduos (CDR) e Composto Orgânico. O CDR teve origem nos anos 70, que devido à crise petrolífera foi necessário encontrar alternativas de baixo custo para a criação de combustíveis. Em relação ao composto, é o resultado da fração orgânica, que tem como destino final fertilização e correção de solos. A contribuição destas unidades é fundamental, mas para se atingir as metas propostas é essencial existir uma separação na origem por parte de todos nós.

Os conhecimentos adquiridos só foram possíveis devido ao acompanhamento intensivo dos responsáveis de turno durante toda a duração do estágio, onde me explicaram as diversas operações unitárias do processo de tratamento, e ensinaram a desempenhar todas as tarefas e controlo de operações por eles desempenhadas. O responsável de turno tem como principal função zelar pela segurança dos funcionários e pelo bom funcionamento da Unidade, comandando as operações no terreno.

Acompanhamento de cargas provenientes dos centros de transferência, da limpeza e manutenção dos equipamentos, bem como o planeamento e organização de tarefas a desempenhar pelos funcionários são também alguns dos exemplos de aprendizagens que tive oportunidade de realizar.

O tratamento de resíduos sempre foi uma área pela qual me interessava bastante, por esse motivo e por ter sido tão bem recebido por todos, foi um prazer fazer parte da equipa Resitejo, ajudando a fazer o melhor para o ambiente.

Palavras-chave: Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico; RSU; Valorização de resíduos; Responsável de Turno; Tratamento de Resíduos.

Abstract

The main objectives of this internship was the study, evaluation and technical follow-up of the Mechanical and Biological Treatment Unit (MBTU) of urban solid waste (USW), located in Resitejo - Waste Management and Treatment Association of the Middle Tejo. Understand its importance and all the necessary procedures for its operation.

Mechanical and Biological Treatment Units play a very important role in waste management. These units have as objective the valorization of several materials present in the undifferentiated USW generated by the population. In the MBTU of Resitejo, there is a valorization through the production of refuse-derived fuel (RDF) and organic compound. The RDF originated in the 1970s, due to the oil crisis it was necessary to find low-cost alternative fuels. In relation to the compound, it is the result of the organic fraction, which has as final destination the correction and fertilization of soils. The contribution of these units is fundamental, but in order to achieve the proposed goals it is essential to have a separation at the origin from all of us.

The knowledge acquired was only possible due to the intensive follow-up of those in charge during the entire duration of the internship, where they explain me the various unit operations of the treatment process and taught me to perform all the tasks and control operations performed by them. The duty manager is responsible for ensuring the safety of the employees and for the proper functioning of the Unit, commanding operations on the ground.

Monitoring of cargo from transfer centers, cleaning and maintenance of equipment, as well as the planning and organization of tasks to be performed by employees are also some of the examples of learning I have had opportunity to perform.

The waste treatment has always been an area for which I am very interested, for this reason and for being so well received by all, it was a pleasure to be part of the Resitejo team, helping to make the best for the environment.

Key words: Mechanical and Biological Treatment Unit; USW; Waste Recovery; Duty Manager; Waste Treatment.

Agradecimentos

Para a realização deste relatório de estágio, contei com o carinho e apoio de inúmeras pessoas. Todas elas tiveram um contributo fundamental ao longo do estágio, tornando-o possível.

Quero agradecer aos meus pais, irmão por todo o amor e apoio que demonstram desde sempre, à minha namorada Carolina Lemos pela paciência e compreensão, aos meus amigos por estarem sempre aqui, à minha Professora/Orientadora Dina Mateus pelo seu esforço e dedicação, aos professores Valentim Nunes e Natércia Santos, à Resitejo – Associação de Gestão e Tratamento dos Lixos do Médio Tejo, em especial ao Sr. Diamantino Duarte, presidente do concelho de administração da Resitejo, à responsável da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico, Eng.^a Rita Campos, ao Dr. Vitor Raposo e aos Responsáveis de turno, Gonçalo Correia, João Torres, Luís Estudante por todos os ensinamentos.

Os meus mais sinceros agradecimentos a todos os que fizeram parte desta minha caminhada.

Índice

1. Introdução	1
1.1 Enquadramento e objetivos do estágio	1
1.2 A Resitejo	1
1.2.1 Aterro Sanitário	4
1.2.2 Estação de Triagem	5
1.2.3 Unidades, Centros de Transferência e Ecocentros	8
1.3 Resíduo	10
1.3.1 Evolução dos Resíduos em Portugal	11
1.3.2 Prevenção e Consciência Ambiental	11
1.3.3 Resíduos Sólidos Urbanos	12
1.3.4 Sistema de Gestão de RSU	14
1.3.5 Agentes envolvidos na Gestão de Resíduos em Portugal	19
2. Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico	21
2.1 O estágio	22
2.2 Objetivos Gerais da UTMB	25
2.3 Meios Humanos	26
2.4 Procedimentos de Segurança da UTMB	27
2.5 Descrição do Processo da UTMB e Diagrama de Blocos	28
2.6 Quantificação das Entradas e Saídas do Processo	45
2.7 Produtos finais: Composto e Combustível Derivado de Resíduos (CDR)	46
2.8 Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos	48
4. Conclusão	53
5. Referências Bibliográficas	55

Índice de Figuras

Figura 1- Associação de Gestão e Tratamento dos Lixos do Médio Tejo. [Fonte: (Costa & Morgado, 2014)].....	2
Figura 2- Evolução da Resitejo- Associação de Gestão e Tratamento dos Lixos do Médio Tejo. [Fonte: (Resitejo, 2013)]	3
Figura 3- Vista do primeiro aterro sanitário da Resitejo. [Fonte: Cedida pela Resitejo] .	4
Figura 4- Histórico de deposição de resíduos no aterro sanitário da Resitejo. [Fonte: (Costa & Morgado, 2014)]	5
Figura 5- Central de biogás e respetivas lagoas de tratamento de lixiviado. [Fonte: Cedida pela Resitejo]	5
Figura 6- Enfardadeira e cabine de triagem na Estação de Triagem. [Fonte: Cedida pela Resitejo].....	6
Figura 7- Material enfardado na Estação de Triagem: Papel e Cartão; Metal; PET. [Fonte: Cedida pela Resitejo].....	6
Figura 8- Armazenamento de vidro na Estação de Triagem. [Fonte: Cedida pela Resitejo]	7
Figura 9- Monstros; Remoção de molas dos colchões; REEE. [Fonte: Cedida pela Resitejo].....	8
Figura 10- Triagem de pilhas na Estação de Triagem. [Fonte: Cedida pela Resitejo]	8
Figura 11- Galera Resitejo, faz o transporte dos resíduos provenientes dos Centros de transferência. [Fonte: Cedida pela Resitejo].....	9
Figura 12- Histórico de recolha seletiva e indiferenciada. [Fonte: (Resitejo, 2013)]	9
Figura 13- Etapas dos resíduos da recolha indiferenciada e seletiva [Fonte: (ERSAR, 2017)]	13
Figura 14- Mapa dos sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos de Portugal Continental. [Fonte: (Naturlink, 2009)].....	15
Figura 15- Hierarquia de Resíduos. [Fonte: (Lipor, 2009)]	16

Figura 16- Vista aérea da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico. [Fonte: Cedida pela Resitejo]	21
Figura 17- Acompanhamento de descargas nos fossos. [Fonte: Cedida pela Resitejo] .	23
Figura 18- Computadores na Sala de Controlo. [Fonte: Elaboração própria]	24
Figura 19- Exemplo de um aglomerado de resíduos "tubarões" que gera entupimentos. [Fonte: Cedida pela Resitejo]	25
Figura 20- Lavandaria da Resitejo. [Fonte: Cedida pela Resitejo]	28
Figura 21- Esquema simplificado do processo Mecânico e Biológico. [Fonte: Cedida pela Resitejo].....	29
Figura 22- Galera a descarregar no fosso de RSU. [Fonte: Cedida pela Resitejo].....	30
Figura 23- Grifa e pontos de alimentação. [Fonte: Cedida pela Resitejo]	30
Figura 24- Interior do Tromel-01 (malha com 400 mm). . [Fonte: Cedida pela Resitejo]	32
Figura 25- Cabines de Triagem. [Fonte: Cedidas pela Resitejo].....	33
Figura 26- Triturador Primário. [Fonte: Elaboração própria].....	33
Figura 27- Biodrums. [Fonte: Cedida pela Resitejo].....	34
Figura 28- Interior de um Tromel de malha idêntica. [Fonte: (Cometel, 2017)]	35
Figura 29- Separador Balístico. [Fonte: Cedida pela Resitejo]	35
Figura 30- Esquema de funcionamento do Separador Balístico [Fonte: (Resitejo, Memória Descritiva da UTMB da Resitejo)].	36
Figura 31- Esquema de funcionamento do Separador Magnético. [Fonte: (Lima, 2014)]	37
Figura 35- Trituradores Secundários e respetivos tapetes transportadores. [Fonte: Cedida pela Resitejo / (Siebert, 2017)]	40
Figura 36- Zona de deposição do CDR proveniente dos Trituradores Secundários. [Fonte: Cedida pela Resitejo].....	40
Figura 37- Secador. [Fonte: Cedida pela Resitejo].....	41

Figura 38- Bypass aos Secadores, biomassa encaminhada para a criação de composto. [Fonte: Elaboração própria].....	42
Figura 39- Diagrama de processo da TMB – Resíduos Urbanos e Equiparados. [Fonte: Elaboração própria]	43
Figura 40- Diagrama de processo da TMB – Resíduos Industriais Banais. [Fonte: Elaboração própria]	44
Figura 41- Composto utilizado como fertilizante de solos. [Fonte: Cedida pela Resitejo]	47
Figura 42- Combustível derivado de resíduos (CDR). [Fonte: Cedida pela Resitejo] ...	47
Figura 43- Caracterização média das amostras da recolha indiferenciada Outono/Inverno 2016. [Fonte: (Resitejo, Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos, 2017)].....	49
Figura 44- Caracterização média das amostras da recolha indiferenciada Primavera/Verão 2016. [Fonte: (Resitejo, Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos, 2017)].....	49

Índice de tabelas

Tabela 1- Entradas de RSU e RIB nos fossos da UTMB, procedentes das recolhas e refugo da E.T respetivamente. [Fonte: (Resitejo, Entradas e Saídas Geral - Dados Oficiais, 2017)]	45
Tabela 2- Saídas da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico. [Fonte: (Resitejo, Entradas e Saídas Geral - Dados Oficiais, 2017)]	46
Tabela 3- Resultados por categoria, obtidos nos períodos Primavera/Verão e Outono/Inverno da campanha de caracterização de 2016 – Recolha Indiferenciada. [Fonte: (Resitejo, Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos, 2017)]	50
Tabela 4- Comparação das quantidades de resíduos passíveis de valorização encontrados nas amostras da recolha indiferenciada nos dois períodos de caracterização de 2016. [Fonte: (Resitejo, Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos, 2017)]	51
Tabela 5- Resultados por categoria, obtidos nas campanhas de caracterização de 2015 e 2016. [Fonte: (Resitejo, Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos, 2017)]	52

Lista de Abreviaturas

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CCDR – Serviços da Administração Direta do Estado, no Âmbito do Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento de Território

COV – Compostos Orgânicos Voláteis

CDR – Combustível derivado de resíduos

ECAL – Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos

EPS – Poliestireno Expandido

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos

INE – Instituto Nacional de Estatística

MBTU – Mechanical and Biological Treatment Unit

MOR – Mercado Organizado de Resíduos

PE – Polietileno

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PERSU – Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos

PET – Politereftalato de Etileno

RDF – Refuse Derived Fuel

REEE – Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RU – Resíduos Urbanos

SPV – Sociedade Ponto Verde

TMB – Tratamento Mecânico e Biológico

USW – Urban Solid Waste

UTMB – Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico

1. Introdução

1.1 Enquadramento e objetivos do estágio

A elaboração deste relatório de estágio surge no âmbito da unidade curricular Estágio, realizado no 2º semestre do último ano de Mestrado em Tecnologia Química do Instituto Politécnico de Tomar.

O estágio foi realizado nas instalações da Resitejo, mais concretamente na Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (UTMB), tendo início a 1 de Abril de 2017, com a duração de 5 meses, terminando a 31 de Agosto de 2017.

Este estágio teve como objetivos o estudo, a avaliação e o acompanhamento técnico da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (UTMB), compreendendo a importância da sua implementação em Portugal, acompanhando os responsáveis de turno, aprendendo todos os procedimentos necessários para o seu funcionamento.

A Unidade funciona com três turnos, de segunda a sexta-feira, sendo o turno das 08:00 horas às 16:00 horas o de manutenção e os restantes de produção.

A orientação do estágio na Resitejo foi levada a cabo pela Eng.^a Rita Campos, responsável pela Unidade e a orientadora na instituição a Doutora Dina Mateus.

As razões que me levaram a escolher a Resitejo como 1ª opção para realizar o meu estágio final de Mestrado foram o facto de me identificar bastante com o que se faz na empresa, a mais-valia de pertencer à minha zona de residência e ser uma excelente oportunidade para aprofundar os meus conhecimentos na área, em contexto real.

1.2 A Resitejo

Em Agosto de 1996 foi fundada a Resitejo - Associação de Gestão e Tratamento dos Lixos do Médio Tejo com a missão de gerir e tratar os resíduos sólidos urbanos da região. Está situada no Eco-parque do Relvão, Carregueira, abrangendo uma área geográfica de aproximadamente 2446 km² e servindo cerca de 209587 habitantes (Resitejo, 2013). Fazem parte desta associação 10 Municípios, sendo eles Alcanena, Chamusca, Constância, Entroncamento, Ferreira do Zêzere, Golegã, Santarém, Tomar,

Torres Novas e Vila Nova da Barquinha (Resitejo, 2013). Na Figura 1 está presente a localização geográfica da associação, bem como os municípios e infraestruturas que dela fazem parte.

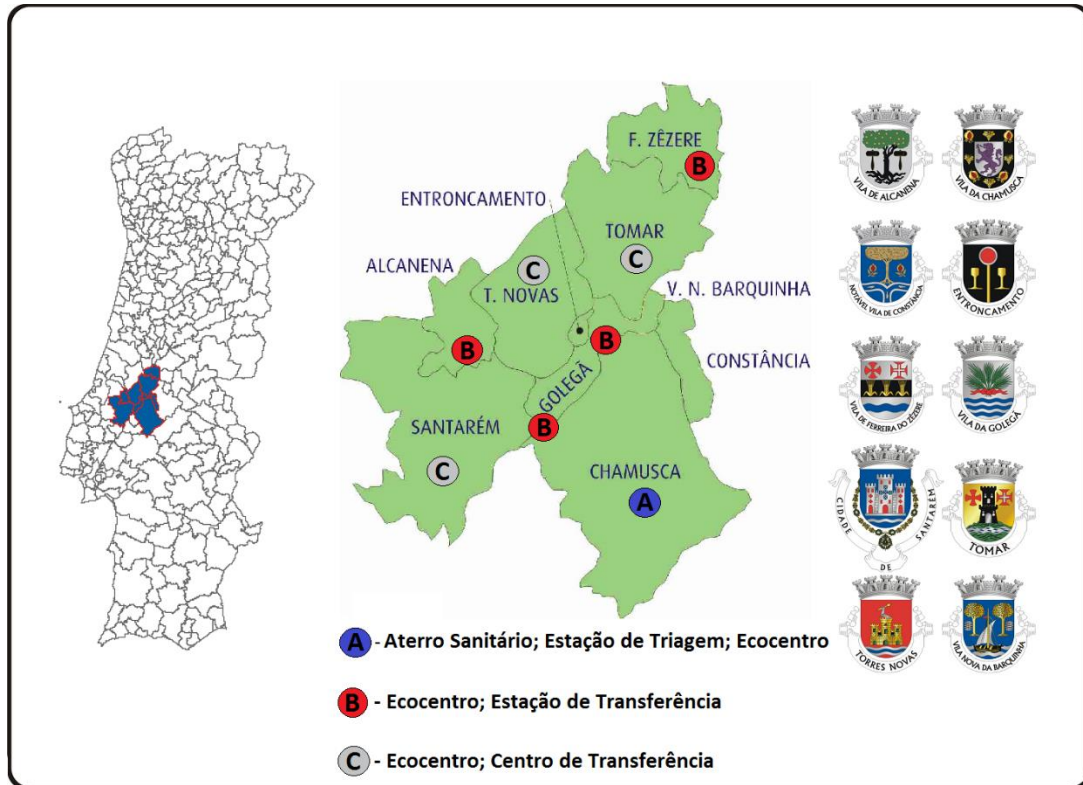


Figura 1- Associação de Gestão e Tratamento dos Lixos do Médio Tejo. [Fonte: (Costa & Morgado, 2014)]

A Resitejo processa anualmente 140 mil toneladas de resíduos urbanos e equiparados a urbanos da região, detendo instalações, equipamentos mecânicos, recursos humanos e financeiros com o objetivo de assegurar com eficiência, conforto e segurança a deposição, transporte, tratamento, valorização, eliminação e estabilização dos referidos RSU (Resitejo, 2013).

O Sistema de Gestão de Resíduos da Resitejo é composto por três Aterros Sanitários, uma Estação de Triagem (desde Dezembro de 2004), uma Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico de RSU, três Unidades de Transferência de Resíduos, quatro Centros de Transferência de Resíduos Municipais, oito Ecocentros (destinados à recolha de papel/cartão, vidro, monstros, verdes, pilhas, etc.) e centenas de Ecopontos espalhados pelos 10 Municípios.

Em 2006 foi implementada a recolha seletiva porta a porta nos sectores da restauração e comércio em seis dos concelhos pertencentes a esta associação.

Já em 2008, iniciou-se a distribuição de oleões para a recolha de óleos alimentares usados.

Em julho de 2013 foi instalada a unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (UTMB) de forma a valorizar a fração orgânica que até então tinha como destino o aterro sanitário, recebendo todos os resíduos indiferenciados dos 10 municípios, bem como os resíduos não recicláveis provenientes da Estação de Triagem. A valorização energética dos resíduos com a criação de CDR (combustíveis derivados de resíduos) foi um dos objetivos da criação desta unidade. Uma das principais vantagens da criação desta unidade foi a redução drástica de resíduos a depositar em aterro, prolongando a sua vida útil em mais de 100 anos, valorizando aproximadamente 90% dos resíduos indiferenciados confinados (Resitejo, 2013). Na Figura 2 está presente a evolução da Resitejo- Associação de Gestão e Tratamento dos Lixos do Médio Tejo ao longo dos anos.



Figura 2- Evolução da Resitejo- Associação de Gestão e Tratamento dos Lixos do Médio Tejo. [Fonte: (Resitejo, 2013)]

1.2.1 Aterro Sanitário

Os aterros existem para que os resíduos que não tem qualquer tipo de valorização através da reciclagem multimaterial, orgânica ou da valorização energética possam ter um destino final.

O primeiro aterro sanitário da Resitejo foi construído em 1999 com uma esperança média de vida útil aproximada de 10 anos (Resitejo, 2013). Atualmente a Resitejo tem três aterros, recebendo resíduos sólidos urbanos das Unidades e Centros de transferência pertencentes aos 10 concelhos da associação de gestão e tratamentos dos lixos do médio Tejo. São ainda recebidos RSU provenientes dos campos militares de Santa Margarida, Tancos e empresas privadas, tais como hipermercados, restauração, etc.



Figura 3- Vista do primeiro aterro sanitário da Resitejo. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

Os resíduos não recicláveis e sem valorização tem como destino final o aterro sanitário, o que em 2004 devido à construção da Estação de Triagem os resíduos depositados em aterro sofreram uma diminuição. Existe uma grande necessidade de diminuir cada vez mais o material a depositar em aterro, é essencial tanto a nível económico como a nível ambiental desenvolver novas soluções de valorização dos resíduos. Na Figura 4 está presente o Histórico de deposição em aterro sanitário desde o ano 2000 até 2012. Apesar de não ter informação de todos os anos seguintes, em 2013 essa deposição diminuiu bastante devido à construção da UTMB.

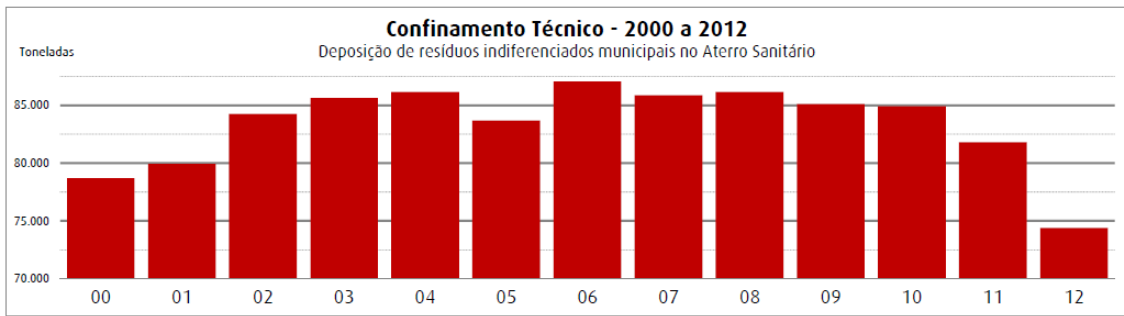


Figura 4- Histórico de deposição de resíduos no aterro sanitário da Resitejo. [Fonte: (Costa & Morgado, 2014)]

Ainda em 2013 devido à selagem do primeiro aterro sanitário, iniciou-se a valorização energética através da produção de biogás resultante da decomposição dos resíduos, efetuando o tratamento de lixiviados utilizando o processo de osmose inversa (Costa T. , 2015). Na figura seguinte estão representadas a central de valorização de biogás e as lagoas de tratamento.



Figura 5- Central de biogás e respetivas lagoas de tratamento de lixiviado. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

1.2.2 Estação de Triagem

A Estação de Triagem iniciou a sua atividade em Dezembro de 2004, recebendo os contentores com resíduos recicláveis provenientes dos Ecocentros e Ecopontos distribuídos pelos dez municípios associados da Resitejo com o intuito de serem triados, armazenados e posteriormente encaminhados para as indústrias recicladoras. A Resitejo, enquanto sistema de gestão de resíduos tem parcerias com entidades gestoras como a Sociedade Ponto Verde (SPV), que gere as embalagens de plástico, metal e cartão (Resitejo, Manual de Procedimentos Estação de Triagem Resitejo, 2014).



Figura 6- Enfardadeira e cabine de triagem na Estação de Triagem. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

Do Ecoponto azul chegam à Estação de Triagem três categorias de resíduos: papel branco, cartão e papel misto. Estes após passarem por um processo de triagem manual são enfardados e enviados para a indústria para reciclagem (Hidroprojecto, 2008).

As embalagens provenientes do Ecoponto amarelo são separadas nas seguintes categorias: ECAL (embalagens de cartão para alimentos líquidos), PET (garrafas de água/sumo de plástico transparente), PET óleo (garrafas PET que contêm óleos), PEAD (plástico rijo, opaco, ex: shampoo), EPS (esferovite), plásticos mistos (mistura de embalagens e diferentes plásticos, PVC (shampoo, tubos de águas pluviais) e PS (carcaças de televisões)), filme plástico (embalagens opacas e macias, ex: sacos de compras), embalagens de metal e embalagens de alumínio (Hidroprojecto, 2008). Na Figura 7 estão presentes alguns dos materiais enfardados.



Figura 7- Material enfardado na Estação de Triagem: Papel e Cartão; Metal; PET. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

Todo o sistema de triagem dos resíduos provenientes dos Ecopontos é efetuado manualmente pelos funcionários nas cabines de triagem, à exceção das embalagens de metal que são separadas mecanicamente através de um separador magnético instalado na linha transportadora (Hidroprojecto, 2008).

Em relação às embalagens de vidro provenientes do vidro (ecoponto verde) a Resitejo não efetua qualquer tipo de triagem. Apenas são armazenadas para posteriormente serem carregadas e distribuídas para a indústria recicladora (Figura 8) (Resitejo, Manual de Procedimentos Estação de Triagem Resitejo, 2014).



Figura 8- Armazenamento de vidro na Estação de Triagem. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

A Estação de Triagem para além dos resíduos provenientes dos Ecopontos recebe também os chamados “monstros”, fazendo parte destes os móveis, colchões, eletrodomésticos e outros resíduos constituídos por madeira e metal. Dos colchões são removidas as molas de aço, onde estas são encaminhadas para a indústria recicladora juntamente com outros objetos metálicos. Os móveis por sua vez são desmontados e triturados sendo posteriormente enviados para a reciclagem. Já os metais são separados em sucata e Equipamentos Elétricos e Eletrónico (REEE) antes de serem enviados para as indústrias recicladoras (Resitejo, Manual de Procedimentos Estação de Triagem Resitejo, 2014).



Figura 9- Monstros; Remoção de molas dos colchões; REEE. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

Em Janeiro de 2007 a Resitejo em parceria com a Eco-pilhas e a Eco-Partner iniciou um projeto a nível nacional de triagem de pilhas e acumuladores (P&A). As pilhas e os acumuladores são triados manualmente e separados pelas suas composições químicas (alcalinas, lítio, acumuladores de chumbo, acumuladores de iões de lítio, etc.) (Resitejo, Manual de Procedimentos Estação de Triagem Resitejo, 2014).



Figura 10- Triagem de pilhas na Estação de Triagem. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

1.2.3 Unidades, Centros de Transferência e Ecocentros

A Resitejo possui três estações de Transferência e quatro centros de Transferência. Estas instalações recebem os resíduos provenientes da recolha indiferenciada antes de serem transportado com destino à Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico ou para aterro se os resíduos não apresentarem qualquer tipo de valorização. Nas estações de transferência (Tomar, Santarém e Torres Novas), os resíduos são compactados antes de serem transportados de modo a diminuir o espaço ocupado dentro dos contentores. Já nos

centros de transferência (Vila Nova da Barquinha/Entroncamento, Alcanena, Golegã e Ferreira do Zêzere) essa compactação não acontece, devido à inexistência de uma tremonha. Os RSU gerados nos municípios de Constância e Chamusca são enviados diretamente para as instalações da RESITEJO (Resitejo, Plano de Acção 2015-2020 (PAPERSU)).



Figura 11- Galera Resitejo, faz o transporte dos resíduos provenientes dos Centros de transferência.
[Fonte: Cedida pela Resitejo]

Em relação aos Ecocentros, estes estão localizados estrategicamente nos concelhos de Alcanena, Chamusca, Ferreira do Zêzere, Golegã, Santarém, Tomar, Torres Novas e Entroncamento/Vila Nova da Barquinha sendo infraestruturas que possuem contentores de maiores dimensões de modo a depositar os resíduos de grandes dimensões ou com características incompatíveis de serem depositados nos ecopontos recolhidos pelos meios normais (eletrodomésticos, grandes resíduos de demolição, colchões, etc.) (Resitejo, Plano de Acção 2015-2020 (PAPERSU)).

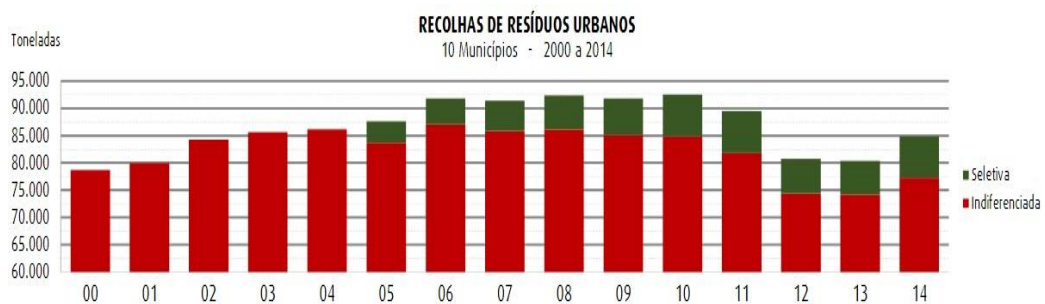


Figura 12- Histórico de recolha seletiva e indiferenciada. [Fonte: (Resitejo, 2013)]

1.3 Resíduo

A definição de resíduo tem vindo a sofrer alterações ao longo do tempo. Hoje resíduo é definido como uma substância que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer (Ferrão & Pinheiro, 2011) (Hester, 2002).

Os resíduos podem ser classificados tendo como base as propriedades físicas, químicas, biológicas ou com substâncias perigosas para o ambiente ou ser vivo na sua constituição (Gawaikar, 2006) (Hester, 2002). Esta classificação de resíduos é uma etapa fundamental na caracterização dos mesmos, uma vez conhecidas as suas características, vai permitir assim optar pela técnica mais adequada de tratamento para esse determinado resíduo (Viegas, 2012). De acordo com o descrito em cima os resíduos podem ser classificados em:

- **Resíduos urbanos**, provenientes das habitações, comércio, etc;
- **Resíduos industriais**, resultam de processos industriais;
- **Resíduos agrícolas** (agricultura, pecuária);
- **Resíduos hospitalares**, gerados pela atividade, diagnóstico ou prevenção das unidades de saúde;
- **Resíduos de construção e demolição** (obras, derrocadas).

Todos os resíduos que apresentam características semelhantes aos resíduos domésticos, que não apresentam qualquer tipo de perigo para a saúde pública e ao meio ambiente, podem ser depositados em conjunto com os resíduos domésticos. Ao serem conhecidas as características de um determinado resíduo, é possível avaliar o seu potencial de aproveitamento, bem como as consequências que trará para o ambiente e saúde se o mesmo não for aproveitado (Viegas, 2012).

Os resíduos podem ainda ser classificados de acordo como seu grau de perigosidade, estes podem ser:

- **Resíduos perigosos**, que não apresentam qualquer característica perigosa para a saúde ou ambiente (com poder de explosão, combustão, toxicidade, cancerígenos);
- **Resíduos não perigosos**, não apresentam qualquer tipo de perigo para o ambiente ou saúde;

- **Resíduos inertes**, este tipo de resíduo não sofre qualquer alteração física, química ou biológica aquando a sua deposição em aterro.

1.3.1 Evolução dos Resíduos em Portugal

O problema da gestão de resíduos é um assunto que nos acompanha já à muitos anos. Desde o início foram implementadas medidas que provocaram o agravamento da poluição, tais como a deposição de resíduos em lixeiras a céu aberto.

Este problema teve um forte agravamento com a chegada da Revolução Industrial, o grande crescimento populacional e o forte desenvolvimento económico e industrial contribuíram para que a quantidade de resíduos e de poluição atingissem níveis elevadíssimos (Russo, 2003).

Com o passar dos anos, a produção de resíduos continua a aumentar. Este crescimento é diretamente proporcional ao crescimento económico e populacional, um reflexo da vida quotidiana numa sociedade moderna (Viegas, 2012).

1.3.2 Prevenção e Consciência Ambiental

Devido à grande diversidade de recursos disponíveis no planeta, o homem pensou que estes seriam inesgotáveis. Este pensamento originou fortes desequilíbrios ambientais cada vez mais frequentes, levando à necessidade de mudar o comportamento da sociedade a nível económico, ambiente e social (Cruz, 2005) (Gawaikar, 2006) (Hester, 2002).

O desenvolvimento Sustentável é um objetivo dos dias de hoje, o facto de podermos satisfazer as necessidades básicas da geração presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras, representa um grande desafio, devido ao crescimento económico, exigindo mudanças nos hábitos da população (Russo, 2003).

No espaço de 40 anos os resíduos domésticos produzidos na União Europeia duplicaram, sendo necessário tomar medidas de prevenção para evitar que um produto se torne em um resíduo, de forma a abrandar este crescimento (Resitejo, 2013).

A principal mudança é da responsabilidade de todos nós, cabe aos cidadãos ter a consciência de querer fazer o melhor para o ambiente, reduzindo sempre que possível a nossa própria produção de resíduos. Mudar o comportamento na compra e na produção, responsabilizar os produtores e consumidores rumo aos objetivos em comum, reduzir a quantidade de resíduos produzidos através da reutilização ou prolongamento de vida útil dos mesmos e a redução dos efeitos nocivos, bem como o teor de substâncias nocivas presentes nos materiais e produtos (Resitejo, 2013).

Estas prevenções estão enquadradas nas estratégias de prevenção e reciclagem da Diretiva 2008/98/CE, do artigo 29º, estabelecendo a necessidade de criação de programas de prevenção de resíduos, constituindo assim a prioridade nas políticas ambientais em Portugal (APA, 2017).

1.3.3 Resíduos Sólidos Urbanos

A gestão de resíduos sólidos urbanos faz parte de um sistema complexo e tecnológico, compreendendo as etapas de recolha, transporte, triagem, valorização e eliminação dos resíduos provenientes das habitações.

Os RSU resultam da atividade doméstica e comercial da população. A sua constituição varia de localidade para localidade, dependendo de diversos fatores, tais como, a situação sócio económica, as condições e hábitos de vida de cada um.

Em 2015 foram produzidos anualmente 4,5 milhões de toneladas de resíduos Urbanos em Portugal, em que apenas 10,7% são provenientes de ecopontos, sujeitos a reciclagem multimaterial (ERSAR, 2017). Estes resíduos são constituídos maioritariamente por:

- **Restos de comida;**
- **Papel e cartão;**
- **Plásticos;**
- **Vidro;**
- **Latas;**
- **Outros:** roupas, medicamentos, aerossóis, pilhas.

A separação de resíduos tem início nas nossas casas, de forma parcial. Atualmente estima-se que a média de produção diária de resíduos por habitante seja 1,24 Kg (ERSAR, 2017). As estações de triagem e as unidades de tratamento mecânico e biológico, desta maneira, vão permitir a separação de grande parte destes resíduos, tarefa que seria bastante difícil de fazer em nossas casas.

Deste sistema de gestão de resíduos fazem parte duas grandes recolhas:

- **Recolha seletiva**, onde é efetuada pelos habitantes uma pré-seleção por tipo e natureza, com o objetivo de facilitar o tratamento específico desses resíduos. Em 2015 existiam cerca de 40750 Ecopontos em Portugal Continental (ERSAR, 2017);
- **Recolha indiferenciada**, inexistência de uma pré-seleção dos resíduos. Em 2015 existiam aproximadamente 338000 contentores de recolha indiferenciada (ERSAR, 2017).

Na Figura seguinte é apresentado um esquema das etapas dos resíduos da recolha indiferenciada e seletiva.



Figura 13- Etapas dos resíduos da recolha indiferenciada e seletiva [Fonte: (ERSAR, 2017)]

O tratamento térmico de resíduos através da inceneração ou outros processos de tratamento térmico com ou sem recuperação de energia são uma boa opção para diminuir

a percentagem de resíduos a depositar em aterro. Atualmente a Resitejo não tem esta etapa disponível, sendo o refugo proveniente da Estação de Tratamento Mecânico e Biológico encaminhado para aterro.

Todo o tipo de recolha procura dar resposta ao princípio da hierarquia de resíduos, dando prioridade à reciclagem, seguida da valorização e por último a deposição em aterro (ERSAR, 2017).

1.3.4 Sistema de Gestão de RSU

Até ao final da década de 90 a gestão de resíduos sólidos urbanos era bastante primitiva, resumia-se apenas à recolha dos resíduos e direta deposição nas 340 lixeiras municipais existentes a céu aberto em Portugal, ocorrendo putrefação da componente orgânica dos resíduos, levando à produção de gases tóxicos para atmosfera, sem qualquer controlo ou preocupações a nível ambiental. Estes resíduos acumulados a céu aberto sem tratamento ou controlo prévio, contaminam os solos, através de infiltrações, contaminando os lençóis freáticos e afetando negativamente toda a vida aquática (Lipor, 2009).

De forma a eliminar esta situação, foi necessário criar soluções adequadas para combater este problema. As próprias comunidades começaram a exigir às autarquias a criação de sistemas de gestão de resíduos, inicialmente implementados planos estratégicos para o destino dos RSU, sendo encerrada em 2002 a última lixeira municipal.

Estes sistemas são constituídos pelo conjunto de operações de acondicionamento, transporte e pelas soluções de tratamento indicadas para cada tipo de resíduo. Os objetivos principais destes sistemas de gestão integrada de RSU são o de evitar e reduzir a produção de resíduos, tratando e valorizando o máximo de resíduos possíveis, reduzindo assim o risco para o ambiente e saúde.

Em Portugal Continental, foram constituídos 23 destes sistemas de gestão de RSU, em que doze são sistemas multimunicipais e os restantes intermunicipais (Figura 14) (Nordeste, 2017).

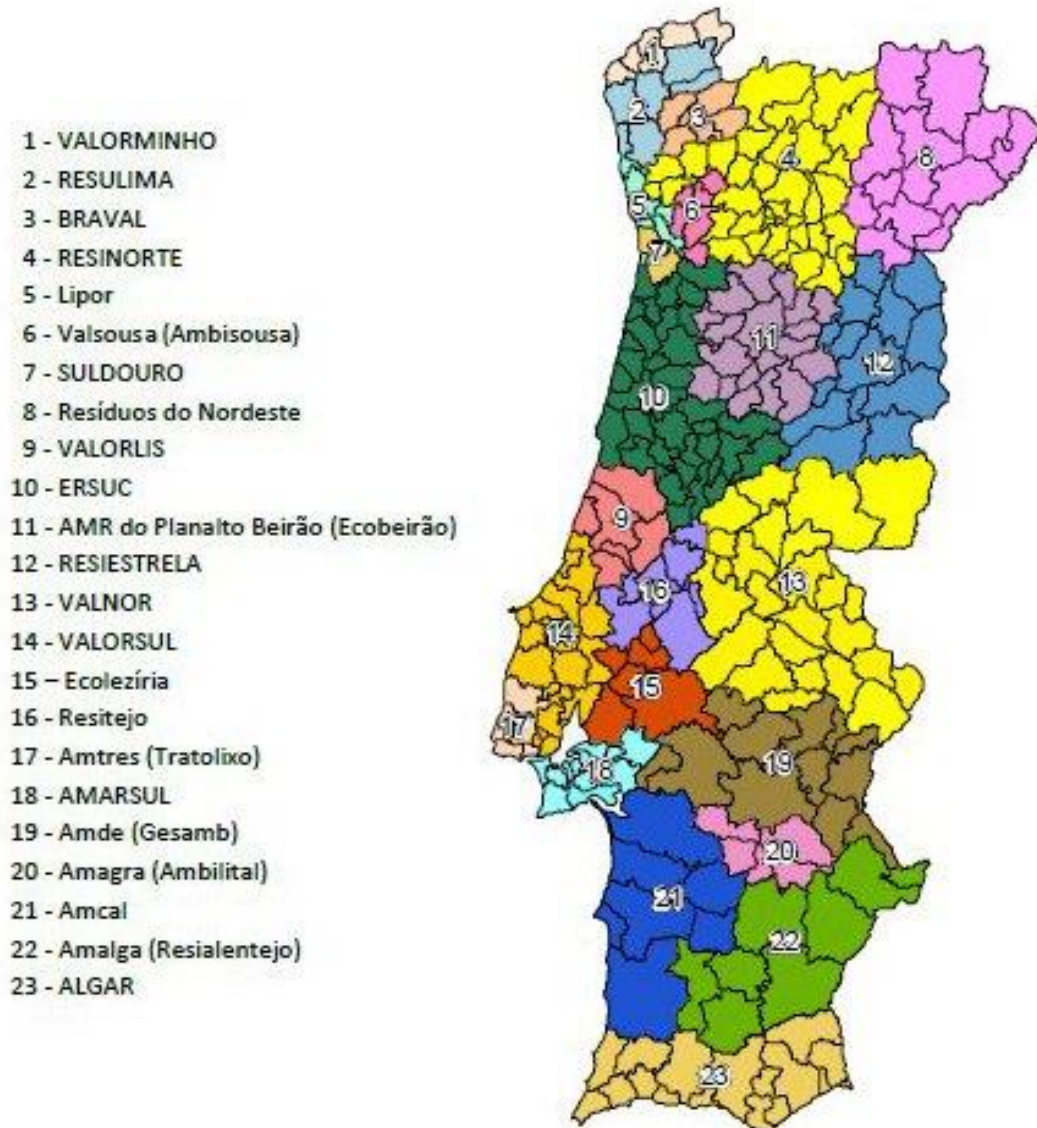


Figura 14- Mapa dos sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos de Portugal Continental. [Fonte: (Naturlink, 2009)]

Um sistema de gestão integrada de RSU segue uma hierarquia de prioridades, apresentado na Figura 15, determinando a melhor forma de tratamento e valorização desses mesmos resíduos. Segundo a Diretiva 2008/98/CE, Decreto-lei n.º 73/2011, é definido este princípio da hierarquia de resíduos, assegurando a eficiência na utilização dos recursos naturais e minimizando os impactos ambientais negativos (Viegas, 2012). É respeitada a seguinte ordem de prioridades:



Figura 15- Hierarquia de Resíduos. [Fonte: (Lipor, 2009)]

Por esta ordem de ideias, os resíduos tem como prioridade máxima a prevenção de resíduos. Se esta prioridade não for possível, desce-se para os patamares seguintes. A deposição em aterro (eliminação) corresponde à última opção da hierarquia de gestão de RSU, implicando uma perda de recursos e uma responsabilidade ambiental futura. De acordo com a Diretiva 1999/31/CE a deposição de resíduos em aterro estabeleceu diferentes períodos, tendo como objetivo minimizar a deposição de resíduos urbanos biodegradáveis em aterro.

O Governo decidiu olhar para o território nacional como uma grande fonte de riqueza, encontrando nos seus recursos naturais excelente bases para o desenvolvimento e crescimento económico. Devido a este facto, o Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia comprometeu-se a mudar a visão que até então existia para com os recursos naturais e com o crescimento verde, levando a um novo ciclo de reformas estruturais e de investimentos produtivos em áreas estratégicas capazes de promover, de uma forma sustentável, o crescimento e o emprego.

Este crescimento verde levou a uma evolução permanente na gestão de resíduos, prevenindo a sua produção, melhorando a cadeia de gestão, garantindo o tratamento destes resíduos através das melhores técnicas disponíveis, apostando na prevenção da produção e reciclagem, garantindo que a deposição em aterro seja menor dia após dia.

Em 1997 foi aprovado o Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU), que implementou um conjunto de ações que se revelaram fundamentais na concretização da política de resíduos urbanos (APA, 2017).

Já em 2007, através da Portaria n.º 187/2007, de 12 de fevereiro, foi aprovado o Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos para o período de 2007 a 2016 (PERSU II), dando continuidade à política de gestão de resíduos, melhorando certos aspetos, onde se destaca o aumento da capacidade de valorização orgânica e de tratamento mecânico e biológico, os desvios de bio resíduos e de outros recicláveis de aterro, permitindo potenciar a quantidade de resíduos a valorizar, a produção de combustíveis derivados de resíduos, que podem substituir os combustíveis fósseis com mais-valias ambientais, económicas e energéticas, implementações impostas de forma a colmatar as limitações existentes do PERSU I (APA, 2017).

Para complementar o PERSU II foi aprovado através do Despacho n.º 21295/2009 de 26 de Agosto, a Estratégia para os Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR). Esta estratégia veio promover a hierarquia de gestão de resíduos através da valorização das frações de refugo das estações de triagem e das unidades de tratamento mecânico e biológico de resíduos urbanos (APA, 2017).

Devido à nova perspetiva sobre os resíduos, as alterações efetuadas nos sistemas de gestão, as estratégias e objetivos definidos, juntamente com a necessidade de alinhamento da política nacional de Resíduos Urbanos considerou-se proceder com a revisão do PERSU II, aprovando a 17 de Setembro, pela Portaria n.º 187-A/2014, o Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU 2020) para o período de 2014 a 2020 (Borrego, Coutinho, Arroja, Ribeiro, & Leão, 2014).

PERSU 2020 é o novo instrumento de referência política de gestão de resíduos urbanos (RU) em Portugal Continental. Estabelece a visão, os objetivos, as metas globais e específicas por Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) e as medidas a implementar no quadro de gestão de resíduos urbanos para o período de 2014 a 2020 (Borrego, Coutinho, Arroja, Ribeiro, & Leão, 2014).

Este plano tem o objetivo de garantir uma proteção ambiental e de saúde humana de alto nível, utilizando processos, tecnologias e infraestruturas adequadas, promovendo a minimização da produção e perigosidade dos resíduos, integrando-os nos processos produtivos como materiais secundários, de modo a reduzir os impactos da extração de recursos naturais, assegurar os recursos essenciais às nossas economias e ao mesmo tempo criar oportunidades de emprego e desenvolvimento económico (APA, 2017).

O PERSU 2020 definiu uma nova política, orientações e prioridades para os resíduos urbanos, geridos no âmbito dos sistemas de gestão de resíduos urbanos:

- Resíduos geridos como recursos endógenos, minimizando os seus impactes ambientais e aproveitando o seu valor socioeconómico;
- Eficiência na utilização e gestão dos recursos primários e secundários, dissociando o crescimento económico do consumo de materiais e da produção de resíduos;
- Eliminação progressiva da deposição de resíduos em aterro, com vista à erradicação da deposição direta de RU em aterro até 2030;
- Aproveitamento do potencial do setor dos RU para estimular economias locais e a economia nacional: uma atividade de valor acrescentado para as pessoas, para as autarquias e para as empresas, com capacidade de internacionalização, no quadro de uma economia verde;
- Envolvimento direto do cidadão na estratégia dos RU, apostando-se na informação e em facilitar a redução da produção e a separação, tendo em vista a reciclagem (Borrego, Coutinho, Arroja, Ribeiro, & Leão, 2014).

Os princípios gerais estabelecidos para o PERSU 2020 são concretizados através de 8 objetivos que fundamentam o estabelecimento de metas e medidas para a gestão de resíduos urbanos entre 2014 e 2020:

1. Prevenção da produção e perigosidade dos RU;
2. Aumento da preparação para reutilização, da reciclagem e da qualidade dos recicláveis;
3. Redução da deposição de RU em aterro sanitário;
4. Valorização económica e escoamento dos recicláveis e outros materiais do tratamento dos RU;
5. Reforço dos instrumentos económicos e financeiros;
6. Incremento da eficácia e da capacidade institucional e operacional do setor;
7. Reforço da investigação, do desenvolvimento tecnológico, da inovação e internacionalização;
8. Aumento do contributo do setor para outras estratégias e planos nacionais (Borrego, Coutinho, Arroja, Ribeiro, & Leão, 2014).

Desta maneira os objetivos e metas estabelecidos no PERSU 2020 vão permitir atingir níveis ambiciosos de reciclagem e de preparação para a reutilização de resíduos em Portugal Continental.

1.3.5 Agentes envolvidos na Gestão de Resíduos em Portugal

APA: A Agência Portuguesa do Ambiente tem o objetivo de propor, desenvolver e acompanhar a gestão integrada, participando nas políticas de ambiente e de desenvolvimento sustentável, tendo em vista um nível elevado de proteção e de valorização do ambiente, prestando serviços de elevada qualidade aos cidadãos (APA, 2017) (Lima, 2014).

CCDR: Os Serviços da Administração Direta do Estado, no Âmbito do Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento de Território, tem a missão de assegurar a coordenação e articulação das diversas políticas setoriais da região, executando as políticas ambientais, ordenamento de território, de incentivos do Estado à comunicação social e apoiar tecnicamente as autarquias locais e associações locais (CCDR, 2017) (Lima, 2014).

ERSAR: A Entidade Reguladora da Gestão de Resíduos Urbanos tem como missão defender os direitos dos consumidores utentes dos sistemas multimunicipais e municipais, assegurando a sustentabilidade económica e promovendo a qualidade dos serviços prestados pelas entidades gestoras, garantindo tarifários socialmente aceitáveis (Dec-Lei.nº277, 2009) (Lima, 2014).

MOR: Mercado Organizado de Resíduos tem como missão facilitar as trocas comerciais de resíduos, valorizando e reintroduzindo os mesmos no circuito económico, diminuindo a procura de matérias-primas virgens (MOR, 2017) (Lima, 2014).

SPV: Sociedade Ponto Verde, é uma entidade devidamente licenciada, foi fundada em 1996 tendo como missão a responsabilidade de gestão e destino final dos resíduos de embalagens. O Sistema Ponto Verde, também conhecido por SIGRE, garante a gestão de um circuito assegurado de retoma, valorização e reciclagem de resíduos de embalagens não reutilizáveis, diminuindo o confinamento em aterro Sanitário (SPV, 2015) (Lima, 2014).

2. Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico

Nos últimos anos as Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico tem atraído bastante interesse em Portugal, uma vez que a tecnologia presente nestas unidades permitem uma gestão integrada de RSU, maximizando a valorização do material, reduzindo de forma significativa os resíduos depositados em aterro, ao mesmo tempo que evitam a necessidade incineração (Nordeste, 2017). Estas UTMB são muito utilizadas em Portugal, realizando de forma eficaz o processo de separação dos diferentes componentes presentes nos RSU indiferenciados, obtendo materiais em fim de linha valorizáveis, com uma percentagem mínima de contaminação.



Figura 16- Vista aérea da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

O processo de Tratamento Mecânico e Biológico da UTMB da Resitejo (Figura 16), divide-se em duas fases, a fase mecânica, onde ocorre a separação dos RSU indiferenciados, dividindo frações de materiais, obtendo a fração multimaterial passível de ser reciclado, recorrendo principalmente a máquinas, e a fase biológica, onde ocorre a estabilização da fração orgânica nos Biodrums, através de processos aeróbios, convertendo essa fração orgânica em Composto, podendo ser utilizado como fertilizante agrícola.

Das duas fases descritas em cima, é resultante de ambas uma fração inorgânica. Essa fração tem como fim de linha os trituradores secundários, que trituram a fração inorgânica de modo a ser produzido CDR. Estes combustíveis derivados de resíduos, devido ao seu alto poder calorífico são vendidos às cimenteiras, como combustível para os fornos.

O objetivo principal destas unidades é reduzir a quantidade de resíduos a depositar em aterro, valorizando e reciclando, de forma a prolongar a vida útil do aterro sanitário e que o impacto no ambiente seja mínimo ou inexistente.

2.1 O estágio

Como já foi mencionado anteriormente o estágio teve a duração total de 5 meses (1 de Abril a 31 de Agosto do corrente ano), de segunda a sexta-feira (40 horas semanais) com horários rotativos (turnos de 8 horas).

Existem atualmente três turnos na Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico, em que dois deles são de produção e o outro de manutenção, limpeza de equipamentos e unidade. Cada turno é composto por um responsável de turno e seis funcionários a seu cargo, apoiados por uma equipa de manutenção.

O principal objetivo do meu estágio, foi o acompanhamento intensivo dos responsáveis de turno, aprendendo a desempenhar todas as tarefas e controlo de operações por eles desempenhadas. O responsável de turno tem como objetivo zelar pela segurança dos funcionários e pelo bom funcionamento da Unidade, comandando as operações no terreno. Este, tem ainda o dever de escrever um relatório de turno, relatando os acontecimentos mais importantes que ocorreram, de modo a que o responsável de turno seguinte e o responsável da Unidade tenham conhecimento.

Para um melhor entendimento, irei explicar as operações efetuados nos turnos de Manutenção e por sua vez nos turnos de Produção.

As principais operações efetuados nos turnos de manutenção são as seguintes:

- Na troca de turno recebe-se as informações mais importantes a ter em atenção no decorrer do turno. Avarias de máquinas, indicações do responsável da unidade são exemplos dessas informações;
- Após estar a par dos acontecimentos mais importantes dos turnos anteriores, o responsável de turno organiza tarefas de limpeza e manutenção a desempenhar pelos funcionários. Limpeza do Tromel-01, Separador Balístico, são algumas das tarefas mais comuns num turno de manutenção. Existe um plano pré-estabelecido para a limpeza de determinadas máquinas, plano esse elaborado pelo responsável da Unidade;
- Durante o turno de manutenção todos os veículos são atestados, encaminhados para a oficina de modo a se proceder com uma revisão preventiva, cestos e contentores contendo refugo e materiais valorizáveis são encaminhados para aterro em caso de refugo ou para a E.T se se tratarem de materiais valorizáveis;
- Por norma, é durante o turno de manutenção (8 horas às 16 horas) que chegam camiões para serem carregados com Composto e CDR. Esta operação é efetuada normalmente pelo motorista do turno ou funcionário com habilitações para conduzir máquinas pesadas;
- O responsável de turno tem como função a receção de cargas e respetivo acompanhamento até serem descarregadas nos fossos da UTMB (Figura 17). Se as cargas não tiverem as características de resíduos urbanos ou equiparados, são encaminhadas para aterro sanitário, de modo a não prejudicarem o bom funcionamento das máquinas para que foram destinadas.



Figura 17- Acompanhamento de descargas nos fossos. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

Em relação ao turno de produção, grande parte das operações executadas pelo responsável de turno coincidem com as a cima mencionadas num turno de manutenção.

- Tal como no turno de manutenção, ao se iniciar um novo turno de produção é passada toda a informação vital entre os chefes de turno, de forma a poder-se iniciar a Unidade corretamente e em segurança. Antes de iniciar o processo de tratamento, deve-se informar sempre a manutenção, para que a falta de comunicação não seja motivo de acidente ou incidente;
- O responsável de turno distribui os funcionários pelos postos de trabalho, de maneira a assegurar que todas as etapas do processo sejam concluídas com sucesso;
- Carregamento de camiões com Composto e CDR;
- Receção, análise e acompanhamento de descargas nos fossos;
- O responsável de turno através da sala de controlo, consegue monitorizar e acompanhar todas as etapas do processo em tempo real, recebendo notificações de anomalias (Figura 18);

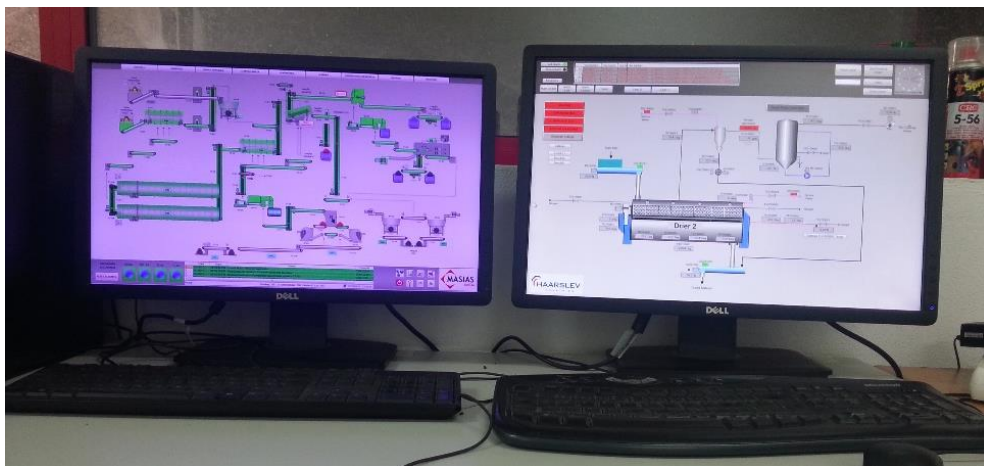


Figura 18- Computadores na Sala de Controlo. [Fonte: Elaboração própria]

- As paragens da Unidade, por norma são relacionadas com avarias de máquinas e entupimentos. Estes entupimentos são gerados por excesso de material a circular nas linhas transportadoras, por pedaços de madeira e metal que ao ficarem presos impossibilitam a fluxo normal dos resíduos, ou pelos aglomerados de resíduos, na gíria denominados de “tubarões” (Figura 19).



Figura 19- Exemplo de um aglomerado de resíduos "tubarões" que gera entupimentos. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

2.2 Objetivos Gerais da UTMB

A Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico tem os seguintes objetivos gerais:

1. Maximizar o potencial de separação de materiais, com o intuito da posterior reciclagem;
2. Maximizar a separação e estabilização da matéria orgânica, de maneira a potenciar o seu posterior aproveitamento;
3. Maximizar a utilização de resíduos para outras finalidades, nomeadamente a sua potencial utilização com CDR's;
4. Redução do volume de materiais a colocar em aterro sanitário, diminuindo a produção de lixiviado.

Os objetivos acima referidos estão integrados em outros, tais como a diminuição efetiva de risco de contaminações e a diminuição drástica de manutenção dos equipamentos (Resitejo, Memória Descritiva da UTMB da Resitejo).

De seguida, são apresentadas as características essenciais do processo de tratamento e separação da UTMB, em concordância com os objetivos acima referidos (Resitejo, Memória Descritiva da UTMB da Resitejo).

- a) Redução da interface entre os resíduos, os operadores e o ambiente.
- b) Utilização de uma filosofia de tratamento que diminui drasticamente os odores e elimina a necessidade de manuseamento de material orgânico.
- c) As etapas de tratamento maximizam a vida dos equipamentos, devido à separação multimaterial ser realizada livre de material orgânico.
- d) É obtida uma quantidade e qualidade superior através da separação multimaterial.
- e) O processo de tratamento do material orgânico elimina qualquer tipo de manuseamento mecânico e interação com o meio ambiente, produzindo um material estabilizado com um potencial de aproveitamento energético relevante.
- f) A separação de material orgânico antes da separação multimaterial dá origem a um CDR de alta qualidade, com baixo teor de humidade e consequentemente com grande poder calorífico.
- g) Ao ser efetuado uma separação e estabilização dos materiais, vai reduzir a produção de lixiviados em aterro.
- h) Utilização de espaço maximizada.
- i) Embora dimensionada para trabalhar em turnos de 8 horas, a instalação encontra-se preparada, se necessário, para funcionar com um turno de trabalho adicional.

O material a depositar em aterro é minimizado drasticamente. Apenas são rejeitados os pesados do separador por ar, compostos principalmente por pedras e vidros.

2.3 Meios Humanos

Para a Unidade funcionar de forma correta, num turno de 8 horas é essencial que disponha dos seguintes meios humanos:

- 1 Diretor da instalação;
- 1 Responsável de turno;
- 3 Técnicos eletromecânicos;
- 1 Operador de Grifa;

- 6 Operadores de triagem;
- 1 Operador de pá carregadora;
- 1 Operador camião.

2.4 Procedimentos de Segurança da UTMB

Os procedimentos de segurança numa unidade onde máquinas pesadas trabalham 24 horas por dia nunca são demasiados. Devido a isso todos os funcionários devem utilizar sempre que estão ao serviço a respetiva farda, máscara, luvas, calçado de proteção (biqueira de aço) e colete refletor. De seguida apresentarei alguns dos procedimentos de segurança para a produção na UTMB, que devem ser respeitados, minimizando assim o risco de ocorrer um acidente (Resitejo, Memória Descritiva da UTMB da Resitejo).

- Os funcionários devem seguir sempre as indicações do responsável de turno para o funcionamento da unidade.
- Nos turnos de produção, os funcionários devem manter-se no seu posto de trabalho, desempenhando a função prevista. Operações de limpeza, desentupimento ou qualquer outra operação deverá ser efetuado quando a unidade está parada.
- Os funcionários deverão utilizar a betoneiras de emergência no caso de deteção de alguma anomalia na produção ou eventual situação que coloque em risco a sua segurança ou a de terceiros.
- Os funcionários não devem nunca prescindir de qualquer equipamento de proteção durante o período de trabalho.
- Em caso de entupimento, os funcionários deverão carregar na betoneira de emergência, informar o responsável de turno e por fim proceder com a resolução do problema, sempre com o acompanhamento do mesmo.

Existem ainda procedimentos de segurança para as operações de limpeza e manutenção dos equipamentos (Resitejo, Memória Descritiva da UTMB da Resitejo). São exemplos os seguintes:

- Qualquer operação de limpeza, desentupimento ou manutenção deverá ser efetuada com as linhas totalmente paradas e em modo segurança;

- É proibido danificar ou alterar as proteções de segurança de toda a UTMB;
- Os funcionários não devem nunca efetuar operações de limpeza/manutenção sozinhos;
- Sempre que um funcionário utilizar a plataforma elevatória ou subir para cima de algum equipamento ou tapete, deverá utilizar um arnês de segurança e respetiva linha de vida;
- Mesmo tratando-se de um turno de manutenção, o trabalhador sempre que subir para cima de alguma máquina ou tapete deverá acionar o botão de emergência do mesmo.

Devido às contaminações existentes no meio, foi criada uma lavandaria (Figura 20), com o objetivo de lavar e desinfetar toda a roupa de trabalho após o final de cada turno, de modo a que no dia seguinte a roupa esteja livre de qualquer contaminação prejudicial para a saúde.



Figura 20- Lavandaria da Resitejo. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

2.5 Descrição do Processo da UTMB e Diagrama de Blocos

De maneira a compreender melhor o funcionamento da UTMB da Resitejo é necessário ter em conta todas as etapas do processo. Assim nesta secção procede-se à sua descrição. As informações seguintes foram facultadas pelos responsáveis de turno, pelo

responsável da unidade, que ao longo do estágio tive o prazer de acompanhar e baseiam-se também nas informações presentes na Memória Descritiva da UTMB da Resitejo.

O processo encontra-se ilustrado na Figura 21 e esquematizado nos diagramas de blocos da Figuras 39 e 40.

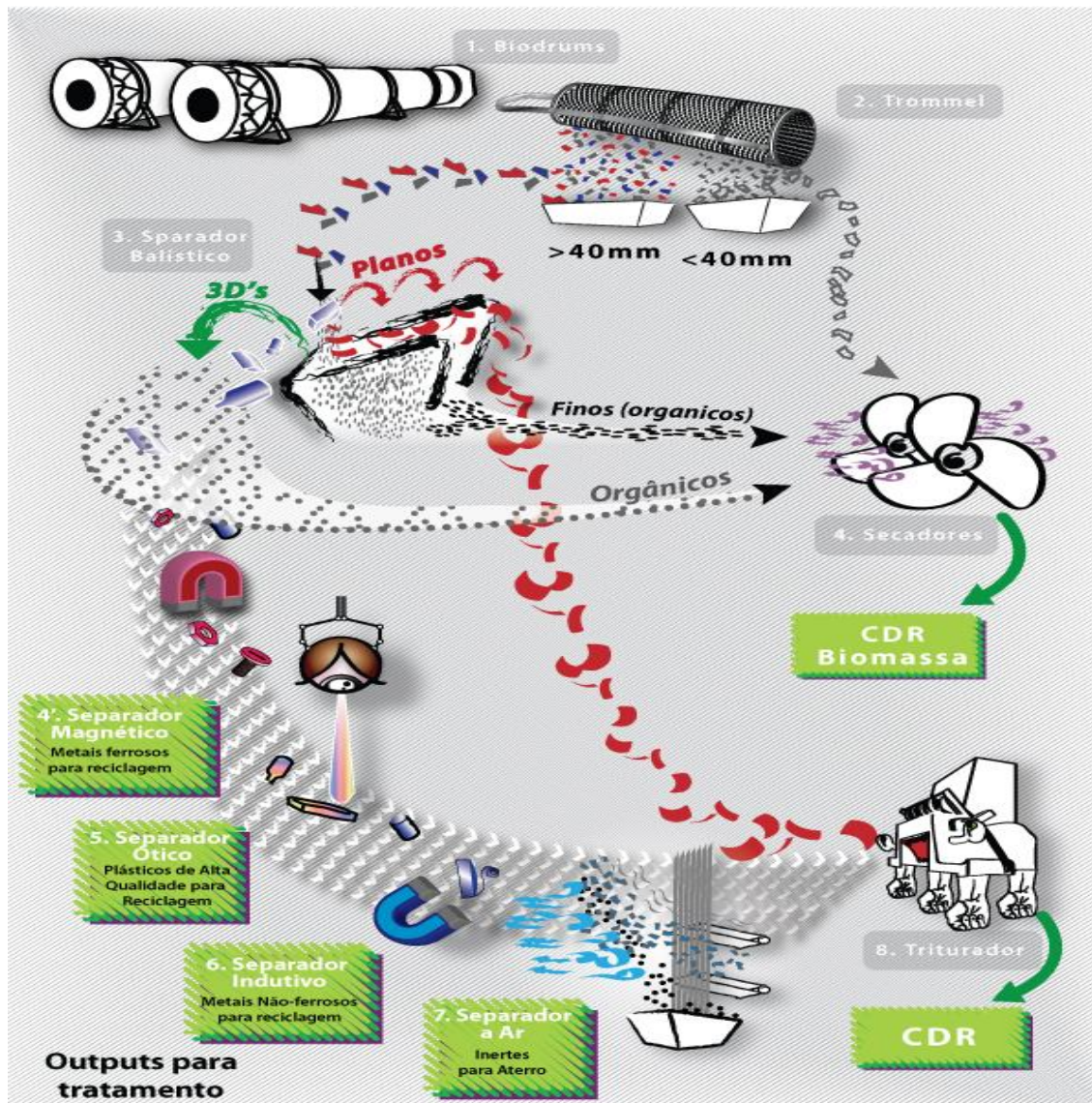


Figura 21- Esquema simplificado do processo Mecânico e Biológico. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

O processo tem início na zona de receção de resíduos, onde está presente um fosso dividido em três partes, duas destinadas ao armazenamento de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) e a outra destinada aos RIB (Resíduos Industriais Banais). Os camiões provenientes dos centros e das unidades de transferência descarregam no fosso indicado após serem pesados (Figura 22).

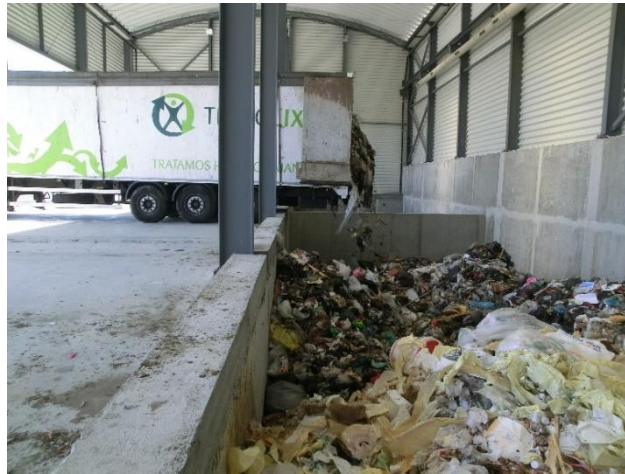


Figura 22- Galera a descarregar no fosso de RSU. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

O volume total de armazenamento de RSU dentro dos fossos é de 1552 m³, enquanto que o fosso de RIB apresenta apenas 388 m³ de capacidade de armazenamento. Estes dois tipos de resíduos podem ser processados de forma independente, seguindo diferentes sequências de tratamento.

Ainda na zona de receção de resíduos está presente um sistema de ponte rolante e respetiva grifa, que permite deslocar o material dos fossos para os dois pontos de alimentação (RSU e RIB) e por sua vez para as respetivas linhas de tratamento (Figura 23).



Figura 23- Grifa e pontos de alimentação. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

Ponte Rolante e Grifa

A ponte rolante é uma estrutura compacta composta por vigas muito resistentes de forma a suportar o peso da grifa juntamente com a sua carga.

A grifa é do tipo electro-hidráulica com capacidade para transportar até 4 toneladas de resíduos. Esta vai alimentar com RSU (corrente 4 do diagrama de blocos da Figura 39) e RIB (corrente 1 do diagrama de blocos da Figura 40) os dois pontos de alimentação para o interior da Unidade. Os RSU e RIB partilham a maioria dos equipamentos que constituem a Unidade, existindo diferenças apenas na fase inicial do processo de tratamento.

Pontos de Alimentação

Os pontos de alimentação tem como objetivo encaminhar os resíduos para o interior da Unidade. Os pontos de alimentação da linha de RSU e RIB são constituídos por um transportador de placas inclinado, os quais dispõem de uma tremonha com dimensões adequadas para recolher o material que é depositado pela grifa. O primeiro equipamento comum em ambas as linhas é o triturador primário, que recebe os resíduos do ponto de alimentação de RIB após passarem pela cabine de triagem (corrente 3) e uma fração de volumosos (corrente 8) provenientes da cabine de triagem e do Tromel-01 que está localizado a seguir ao ponto de alimentação RSU, separando a fração com maior teor em matéria orgânica para um percurso de tratamento diferente. Antes de chegar ao triturador primário o fluxo de materiais provenientes das duas linhas passam pelas cabines de triagem de modo a remover resíduos indesejados. Posteriormente ao triturador primário (corrente 9) a sequência de processo é idêntica tanto para os RSU como para os RIB.

Tromel-01

O Tromel-01 (Figura 24) é um crivo rotativo utilizado para separar material em função da sua dimensão, constituído por um tambor cilíndrico e chapas perfuradas, montado com uma ligeira inclinação, de modo a permitir o avanço do material. Os RSU provenientes do ponto de alimentação são encaminhados para o Tromel-01, contendo uma malha de 400 mm, permitindo a separação do material em duas frações.



Figura 24- Interior do Tromel-01 (malha com 400 mm). . [Fonte: Cedida pela Resitejo]

- **Volumosos**, de diâmetro superior a 400 mm, são encaminhados para a cabine de triagem e posteriormente para o triturador primário;
- **Fração médios** (< 400 mm), juntamente com o orgânico são encaminhados pelas linhas transportadoras até atingir um tapete reversível, o qual distribui o material de forma alternada entre dois Biodrums.

Cabines de Triagem

As cabines de triagem (Figura 25) tal como o nome indica são utilizadas para triar o material manualmente. Nesta triagem é feita a separação de filme plástico que é encaminhado para a estação de triagem e de materiais impróprios, de forma a evitar que estes prejudiquem os equipamentos que se encontram a jusante, prologando assim o período de vida útil dos seus componentes, especialmente das lâminas de corte de ambas as etapas de trituração.



Figura 25- Cabines de Triagem. [Fonte: Cedido pela Resitejo]

Por baixo destas cabines estão colocados contentores, de forma a serem acumulados os materiais impróprios retirados pelos operadores de cabine, seguindo o restante fluxo para o triturador primário.

Triturador Primário

O triturador primário (figura 26) é do tipo *Terminator*, dispendo de um tambor de rotação lenta, acionado por um motor elétrico. Neste tambor existe um conjunto de dentes de corte dispostos em espiral e um conjunto de dentes fixos que constituem a contra lâmina. Devido ao movimento rotacional do tambor contra os dentes fixos das contra lâminas este vai provocar o rompimento do material.



Figura 26- Triturador Primário. [Fonte: Elaboração própria]

Biodrums

Existem dois Biodrums (Figura 27) na Unidade, que tem como objetivo acelerar o processo de digestão da fração orgânica proveniente do Tromel-01. Estes são constituídos por um longo tambor rotativo, de forma a digerir ao longo do tempo a fração orgânica.

O material que sai dos Biodrums é recolhido por uma linha transportadora (corrente 11) que o encaminha para o Tromel-02.



Figura 27- Biodrums. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

Tromel-02

O Tromel-02 (Figura 28) apresenta uma malha de crivagem (40 mm) inferior ao Tromel-01, que permite separar o material proveniente dos Biodrums em duas frações:

- **Grandes** (> 40 mm), são recolhido por uma linha transportadora com destino ao Separador Balístico (corrente 12);
- **Finos** (< 40 mm), são recolhidos por uma linha transportadora (corrente 13) que se encontra por baixo do Tromel-02, com destino aos Secadores (*Bypass*).



Figura 28- Interior de um Tromel de malha idêntica. [Fonte: (Cometel, 2017)]

Separador Balístico

O separador balístico (Figura 29) é um equipamento preparado para separar resíduos sólidos com diferentes características, tais como, dimensão, densidade e forma. Este equipamento funciona em rampa inclinada, formado por 6 placas longitudinais perfuradas, com movimentos do tipo balístico induzido pela rotação de cambotas.



Figura 29- Separador Balístico. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

Esta inclinação e movimento oscilatório das placas de crivagem permite a separação do fluxo de resíduos em três frações distintas (corrente 18):

- **Rolantes e pesados** (garrafas, latas), são impulsionados para a parte inferior das placas de crivagem, sendo depois extraídos;
- **Planos e leves** (papel, cartão, filme plástico), são impulsionados para a parte superior das placas de crivagem através de ar projetado por duas ventoinhas com destino aos trituradores secundários (correntes 16 e 17);
- **Finos** (pedras, areia), materiais que tenham dimensões inferiores aos orifícios das placas de crivagem, passam através das mesmas, posteriormente extraídos pela parte inferior do equipamento, encaminhadas pelas linhas transportadoras (corrente 14) até aos Secadores (*Bypass*). O movimento oscilante das placas de crivagem obriga o material fino a soltar-se, garantindo assim uma eficiência de separação bastante elevada.

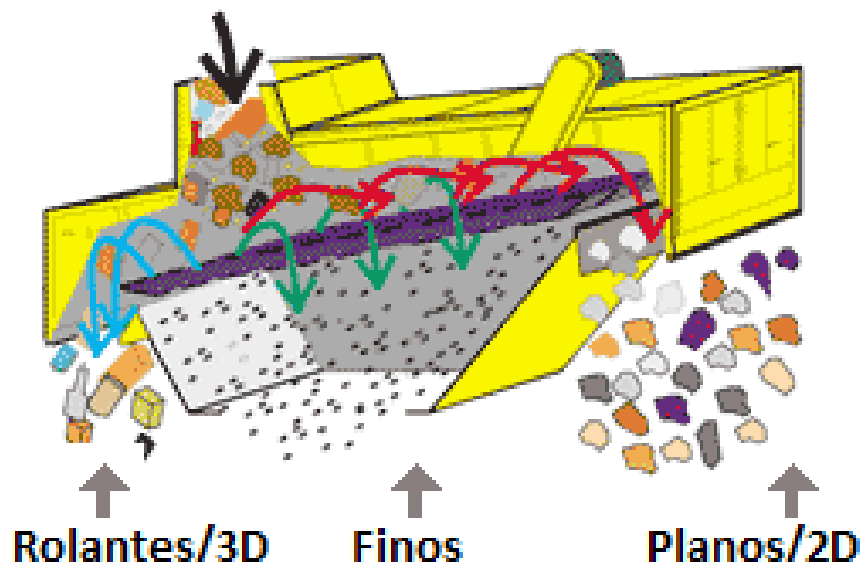


Figura 30- Esquema de funcionamento do Separador Balístico [Fonte: (Resitejo, Memória Descritiva da UTMB da Resitejo)].

À saída do separador balístico a fração finos (<40 mm) (corrente 14), constituída maioritariamente por biomassa é encaminhada pelas linhas transportadoras até aos Secadores (*bypass*).

A fração rolantes é transportada (corrente 18) passando por um separador magnético, onde o restante fluxo (corrente 20) segue para o separador ótico.

A fração de planos e leves são encaminhados (correntes 16 e 17) para os trituradores secundários, de modo a produzir o produto final, CDR.

Separador Magnético

O separador magnético (Figura 31) é constituído por um potente eletroímã que constitui a estrutura principal, concebido para extrair os elementos ferro-metálicos que se encontram presentes no material que circula nas linhas transportadoras. Estes são atraídos, ascendendo até à pequena tela que rodeia o eletroímã onde as nervuras da tela arrastam os elementos extraídos para fora do campo magnético gerado, desprendendo-se livremente.

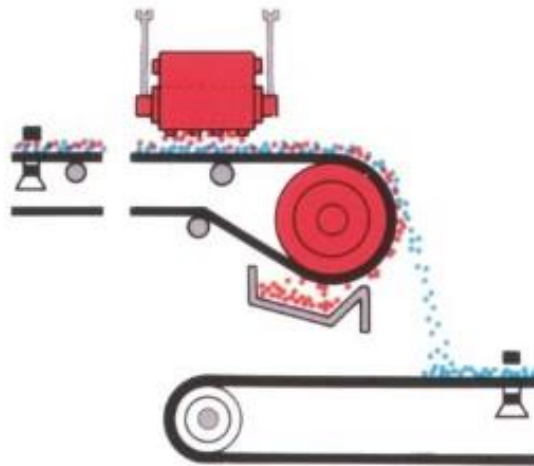


Figura 31- Esquema de funcionamento do Separador Magnético. [Fonte: (Lima, 2014)]

Separador Ótico

É um equipamento de separação automática e multifuncional (Figura 32). Consegue separar diferentes tipos de materiais, tais como embalagens, papel, lixo doméstico e efetuar separação avançada através de cores.

É um sistema *TITECH* que utiliza uma tecnologia *Duoline de Scanning*, conduzindo um duplo *scan* em cada passo. Por sua vez os sensores detetam com grande rapidez e precisão os espectros específicos infravermelhos dos diferentes objetos.

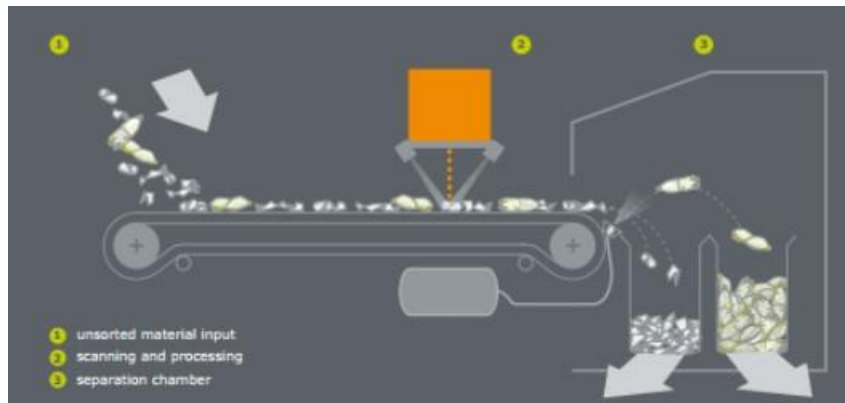


Figura 32- Esquema de funcionamento do Separador Ótico. [Fonte: (Lima, 2014)]

O fluxo de material que entra no equipamento (corrente 20) é separado em duas frações:

- Polímeros, que são encaminhados (corrente 21) para dois contentores de fim de linha, que por sua vez seguem para a estação de triagem de modo a serem enfardados;
- Outros, material diverso encaminhado (corrente 22) para o Separador Indutivo.

Separador Indutivo

O Separador Indutivo (Figura 33) tem como objetivo a recuperação de metais não ferrosos, é ideal para selecionar alumínio, latão, cobre, nas unidades de tratamento de resíduos.

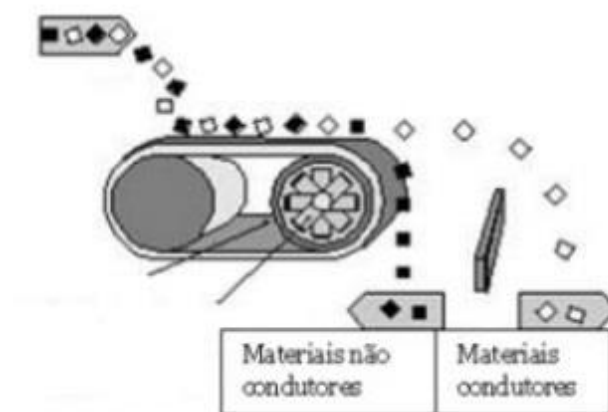


Figura 33- Esquema de funcionamento do Separador Indutivo. [Fonte: (Lima, 2014)]

Utiliza um ímã permanente que gira dentro de um tambor, gerando um campo magnético alternado de alta frequência. Os metais não ferrosos que se deslocam nas linhas transportadoras são lançados de forma seletiva para a frente. A restante fração (corrente 24) segue para o separador por ar através das linhas transportadoras.

Separador por Ar

Na Figura 34 apresenta-se um esquema do separador por ar. A entrada de material no separador é feita por uma linha transportadora acelerada (corrente 24), de modo a repartir o material. Este separador divide o material em duas frações distintas. O material é sujeito a uma injeção de ar, deslocando os leves para a câmara de expansão, que por sua vez são transportados (corrente 26) para os trituradores secundários e os materiais pesados caem numa linha transportadora (corrente 25) que os direciona para dois contentores de refugo colocados em fim de linha.

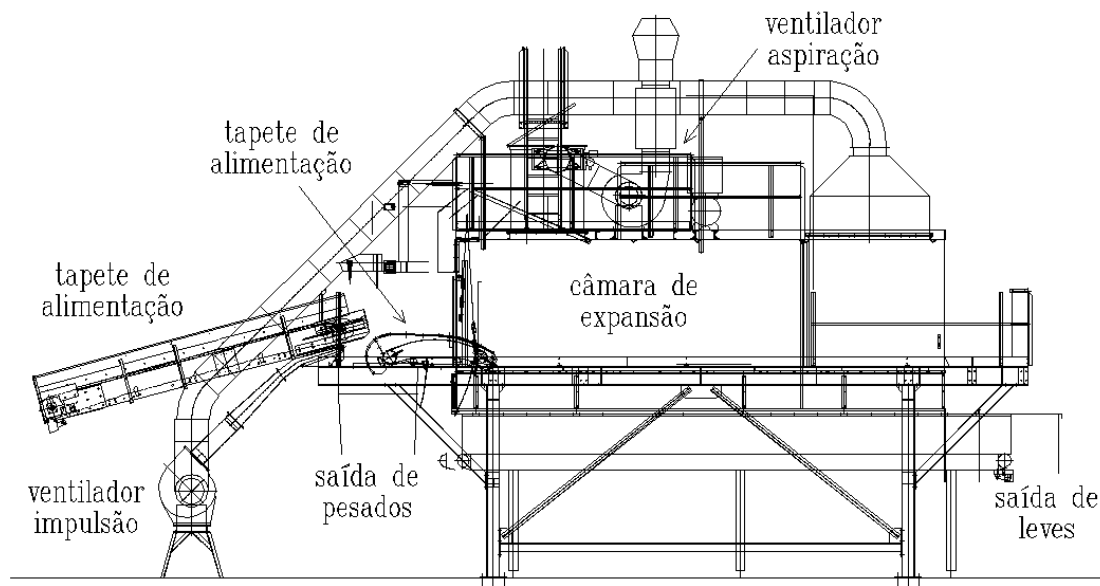


Figura 34- Esquema do Separador por Ar. [Fonte: (Resitejo, Memória Descritiva da UTMB da Resitejo)]

Trituradores Secundários

Na Unidade existem dois trituradores secundários, apresentados na Figura 35, do tipo *Lindner*. Estes são os responsáveis por triturar o material proveniente das correntes 17 e 26 para produzir CDR, triturando os materiais pré triturados, livres de partículas indesejadas.

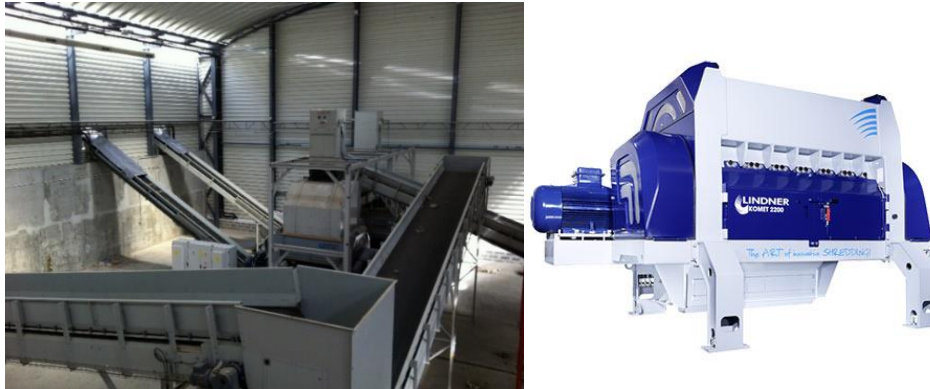


Figura 32- Trituradores Secundários e respetivos tapetes transportadores. [Fonte: Cedida pela Resitejo / (Siebert, 2017)]

Para o CDR apresentar as características desejadas, estão colocados nos trituradores crivos com dimensões de 40 mm de modo a que o produto final seja uniforme.

O sistema *Lindner*, sistema de facas e contra facas é muito eficiente nas unidades de tratamento de resíduos. No final da linha e depois de triturado, o material é encaminhado por duas linhas transportadoras (corrente 27) até à zona de armazenamento destinado a acumular esta fração (CDR).



Figura 33- Zona de deposição do CDR proveniente dos Trituradores Secundários. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

Secadores

Os secadores (2 unidades), modelo TST 2050 (Figura 37), são máquinas compactas que consistem num rotor aquecido através de vapor de água, equipados com

raspadores cuja função é a de evitar aglomeração de material entre os discos do motor. O rotor é constituído por discos de aço, com espessura de chapa de 12 mm.

A secagem do material ocorre devido ao contacto do material com os discos aquecidos, gerando uma transferência de calor, fazendo com que a água evapore. É necessário aproximadamente 10 t/h a 9 bar de fluxo de vapor para alimentar os secadores, fluxo esse gerado numa caldeira.



Figura 34- Secador. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

O material à saída destes Secadores está devidamente tratado, no sentido de ser considerado um combustível à base de matéria orgânica, sendo posteriormente encaminhado para a zona de armazenamento.

Bypass

Foi necessário implementar um *Bypass* aos Secadores (Figura 38) devido a problemas sistemáticos de avarias e paragens técnicas que impediam o funcionamento de toda a linha de tratamento de RSU. Com esta alternativa é possível dar continuidade ao tratamento de RSU, impossibilitando este composto de ser utilizado como CDR orgânico por apresentar valores elevados de humidade, aproveitando o mesmo para fertilização e correção de solos.



Figura 35- Bypass aos Secadores, biomassa encaminhada para a criação de composto. [Fonte: Elaboração própria]

Biofiltro

Para tratar o ar no interior da unidade é utilizado um sistema de tratamento do ar com Biofiltro, este processo não consta dos diagramas de blocos elaborados. Devido à existência de uma grande concentração de NH_3 e compostos orgânicos voláteis (COV) no ar é necessário um tratamento prévio, utilizando um líquido de lavagem (solução de H_2SO_4) em contracorrente, através de pulverizadores de forma a diminuir as concentrações no ar de NH_3 e COV, evitando o excesso de nitrificação da biomassa. De seguida o gás a tratar permanece numa torre de pré acondicionamento em condições ótimas de humidade, temperatura e pH.

O tratamento final destes gases é realizado com microrganismos aeróbios com capacidades de decomposição naturais, nomeadamente em CO_2 , H_2O e diversos sais. Estes microrganismos tem capacidades de se auto ativar e de se reproduzir no leito filtrante, sempre que estiverem reunidas as condições de temperatura, humidade e presença de oxigénio indicadas para a sua proliferação. Existem vantagens na utilização do tratamento do ar por biofiltro, dentro delas destacam-se as seguintes:

- Inexistência de custos de reposição de colónias, devido às capacidades de auto ativação e reprodução presentes nestes microrganismos;
- Adaptação do sistema às alterações de composição do gás a tratar. Os microrganismos na presença de um gás com um certo componente são ativados espontaneamente, desaparecendo progressivamente aquando a ausência desse componente.

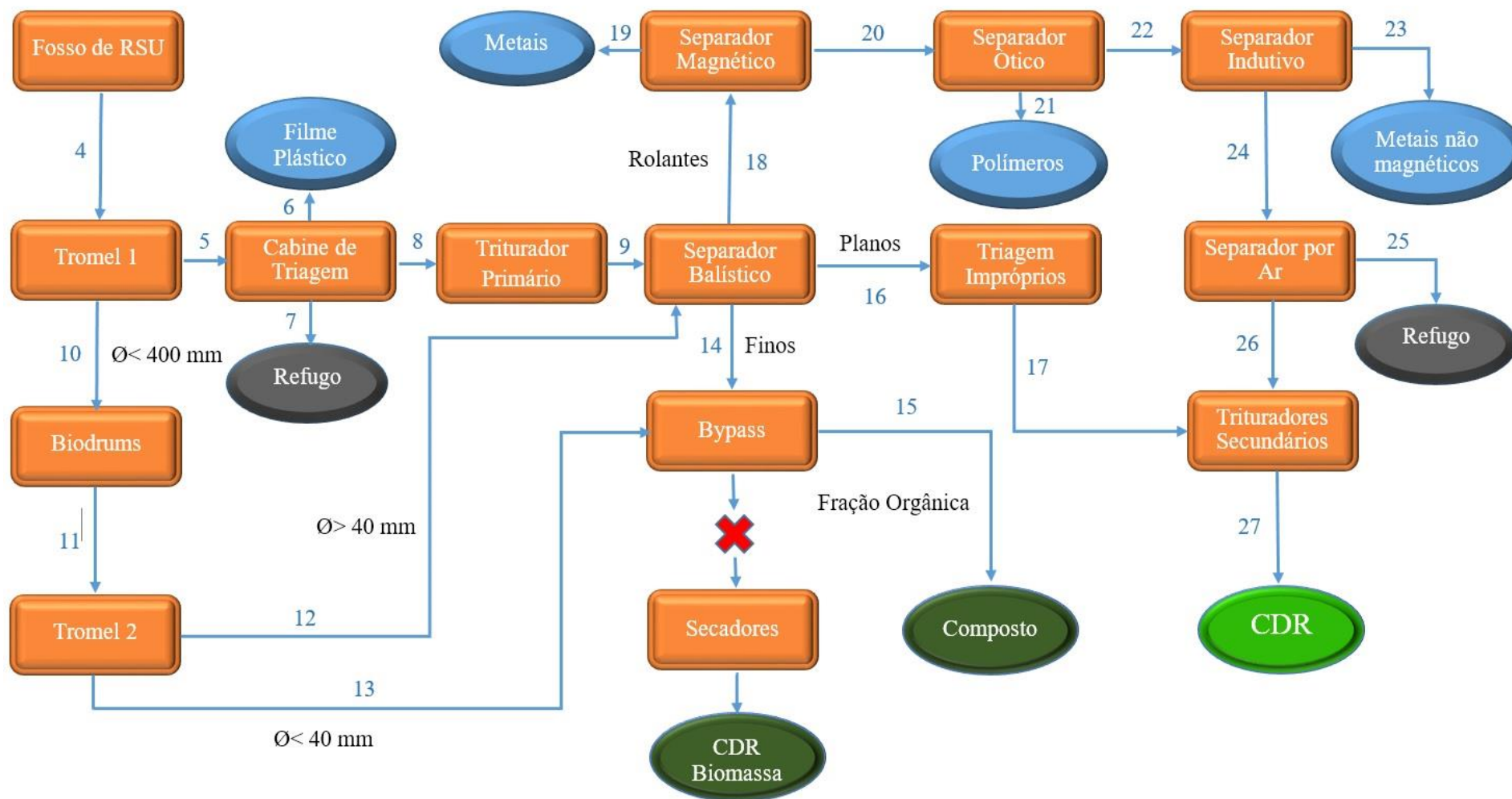


Figura 36- Diagrama de processo da TMB – Resíduos Urbanos e Equiparados. [Fonte: Elaboração própria]

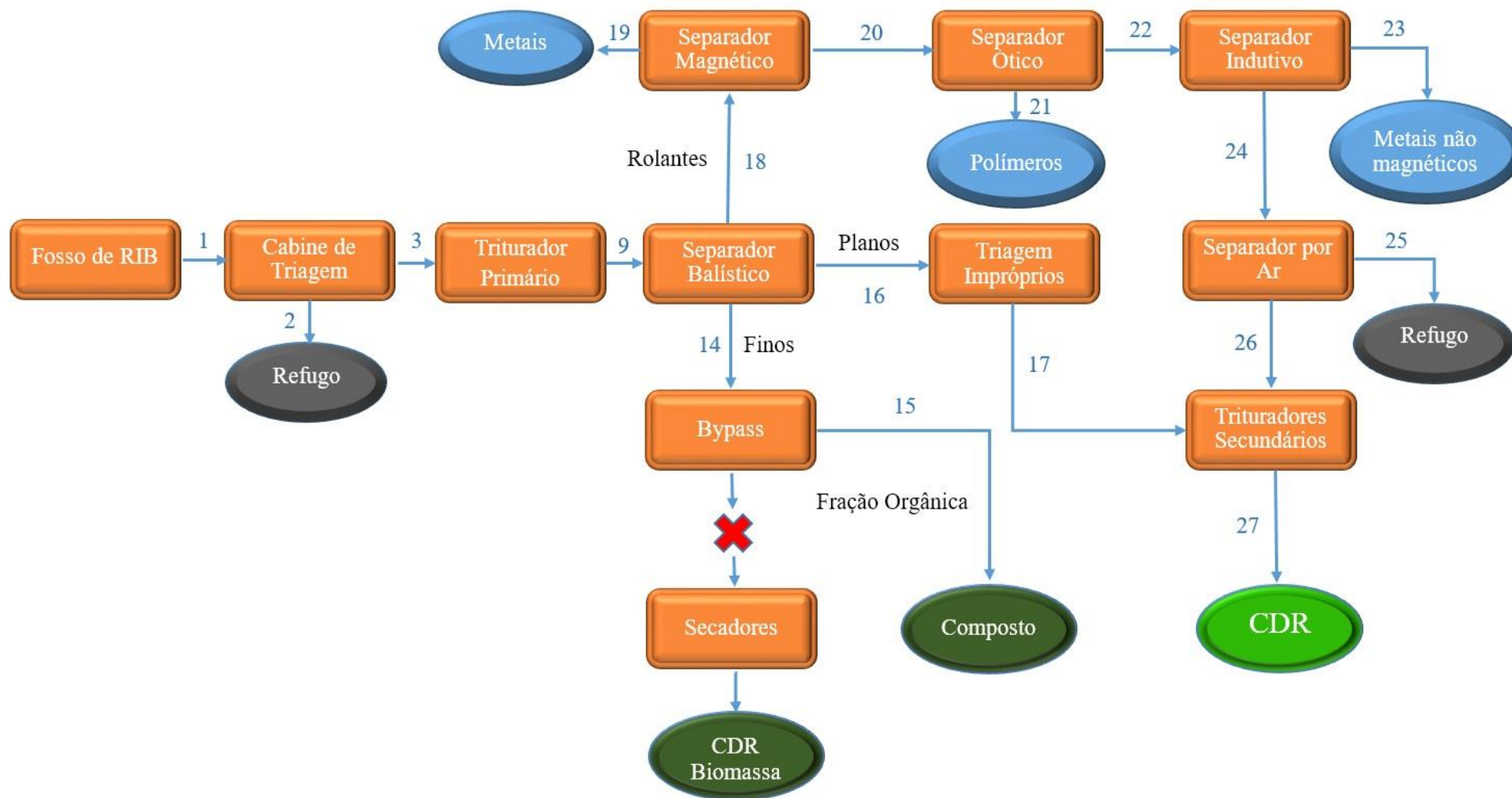


Figura 37- Diagrama de processo da TMB – Resíduos Industriais Banais. [Fonte: Elaboração própria]

2.6 Quantificação das Entradas e Saídas do Processo

Os balanços de entrada e saída da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico, constituem um fator muito importante para a otimização, compreensão e consolidação dos processos. Por razões de privacidade e segurança, os valores apresentados de seguida nas Tabela 1 e Tabela 2 estão incompletos. Foram utilizados apenas dados oficiais que me foram facultados, referentes às entradas e saídas do primeiro semestre de 2017.

Tabela 1- Entradas de RSU e RIB nos fossos da UTMB, procedentes das recolhas e refugo da E.T respetivamente. [Fonte: (Resitejo, Entradas e Saídas Geral - Dados Oficiais, 2017)]

Entradas UTMB	Janeiro (t)	Fevereiro (t)	Março (t)	Abril (t)	Maio (t)	Junho (t)	Total (t)
Municípios	5 917,55	5 676,22	6 343,48	5 920,84	6 519,03	6 199,53	36 576,65
Outros Sistemas Ecoloziria	4 176,44	4 043,38	4 450,54	3 938,56	4 363,46	4 268,78	25 241,16
Equiparados	1 726,54	1 329,55	1 964,55	1 060,49	1 670,78	1 126,30	8 878,21
Refugo ET Resitejo	60,50	72,67	36,09	39,01	93,18	62,12	363,57
Refugo ET TratoLixo	119,97	93,88	264,14	145,83	265,06	95,72	984,6
Total (t)	12 001,00	11 215,70	13 058,80	11 104,73	12 911,51	11 752,45	72 044,19

Os Resíduos Sólidos Urbanos e Equiparados são proveniente das recolhas efetuadas pela Resitejo, Ecoloziria e empresas privadas. Em relação aos RIB, são o refugo proveniente das Estações de Triagem. A Tabela 2 demonstra algumas das saídas da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico durante o período em questão.

Tabela 2- Saídas da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico. [Fonte: (Resitejo, Entradas e Saídas Geral - Dados Oficiais, 2017)]

Saídas UTMB	Janeiro (t)	Fevereiro (t)	Março (t)	Abril (t)	Maior (t)	Junho (t)	Total (t)
CDR / Plástico triturado	649,44	1 079,54	781,88	1 123,14	1 695,56	2 202,24	7 531,80
<i>Filme</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Misto</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>PET</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>PEAD</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>PET/PEAD</i>	176,18	122,50	139,30	58,38	112,12	158,30	766,78
Metais - Aço	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Composto / Orgânico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verdes	0,00	0,00	0,00	461,70	0,00	0,00	461,70
Sucata	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PNEUS	11,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,20
Refugo Aterro	2 463,57	1 718,44	2 225,10	2 296,70	2 515,94	3 473,88	14 693,63
Terras cobertura	3 000,00	3 100,00	4 492,00	2 368,00	2 456,00	3 694,00	19 110,00
Perdas de Processo	1 800,15	1 682,36	1 958,82	1 665,71	1 936,73	1 762,87	10 806,62
Total	8 100,54	7 702,84	9 597,10	7 973,63	8 716,35	11 291,29	53 381,73

2.7 Produtos finais: Composto e Combustível Derivado de Resíduos (CDR)

A UTMB da Resitejo valoriza os resíduos não perigosos através do processo descrito em cima, produzindo composto e combustível derivado de resíduos (CDR). O composto produzido pela UTMB da Resitejo é uma solução à problemática existente no funcionamento dos Secadores, impossibilitando assim a valorização orgânica através da criação de CDR orgânico devido ao elevado teor de humidade presente na biomassa. Em alternativa, este composto é um ótimo fertilizante para os solos, que pode ser utilizado para enriquecer ou corrigir o pH destes.



Figura 38- Composto utilizado como fertilizante de solos. [Fonte: Cedida pela Resitejo]

Os resíduos utilizados para produção deste CDR são materialmente não valorizáveis, compostos principalmente pelo refugo da Estação de Triagem (RIB) e pela fração de planos provenientes do Separador Balístico.



Figura 39- Combustível derivado de resíduos (CDR). [Fonte: Cedida pela Resitejo]

O processo de produção de CDR baseia-se nas duas etapas de trituração, intercaladas por processos de separação manual e mecânica. Este método de valorização tem como objetivo minimizar a deposição de resíduos em aterro, aumentando a sua vida útil significativamente.

O CDR produzido pela UTMB da Resitejo é procurado pelas cimenteiras e outras unidades de coíncineração com o intuito de alimentarem os fornos.

2.8 Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos

A caracterização é uma ferramenta muito importante na gestão de RSU, contribuindo com dados fundamentais para a seleção do tratamento dos resíduos em questão. Estas caracterizações pretendem analisar a viabilidade económica das alternativas de gestão de RSU em uma determinada região.

A metodologia utilizada na caracterização física de RSU tem como base a amostragem de frações de resíduos indiferenciados provenientes da recolha.

De acordo com a portaria nº851/2009 de 7 de Agosto, as campanhas de caracterização são efetuadas em duas épocas do ano, inverno/primavera e no verão. Na caracterização é tomado em atenção certos parâmetros, como a composição física, o peso, a humidade, entre outros.

O primeiro passo numa campanha de caracterização é a escolha do número de amostras a efetuar no período da caracterização. De seguida segue a recolha, recolha essa que pode ser de resíduos indiferenciados ou embalagens da recolha seletiva, dependendo do tipo de caracterização que se pretende. Após a recolha, é colocado um número de entrada nas amostras, de forma a serem facilmente identificadas. Estas amostras, devido à perda de massa (evaporação), são triadas o mais depressa possível, de modo a não ser alterada a sua constituição física e química (Resitejo, Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos, 2017).

O processo de caracterização consiste na triagem manual de duas partes da amostra, dividindo os resíduos por categorias e respetivas subcategorias, calculando o seu teor de humidade e peso específico.

Durante o período do estágio curricular presenciei uma campanha de caracterização dos resíduos. Os valores dessa campanha não ficaram disponíveis até ao termo do estágio, impossibilitando assim apresentar os dados da mesma. Por esse motivo, apresentarei os valores obtidos de 17 amostras de recolha indiferenciada que chegaram à UTMB, referentes aos períodos Primavera/Verão e Outono/Inverno da campanha de caracterização de 2016.

Os gráficos apresentados nas Figuras seguintes correspondem às caracterizações médias totais das amostras da recolha indiferenciada da UTMB, de acordo com os dados obtidos nas duas campanhas realizadas em 2016.

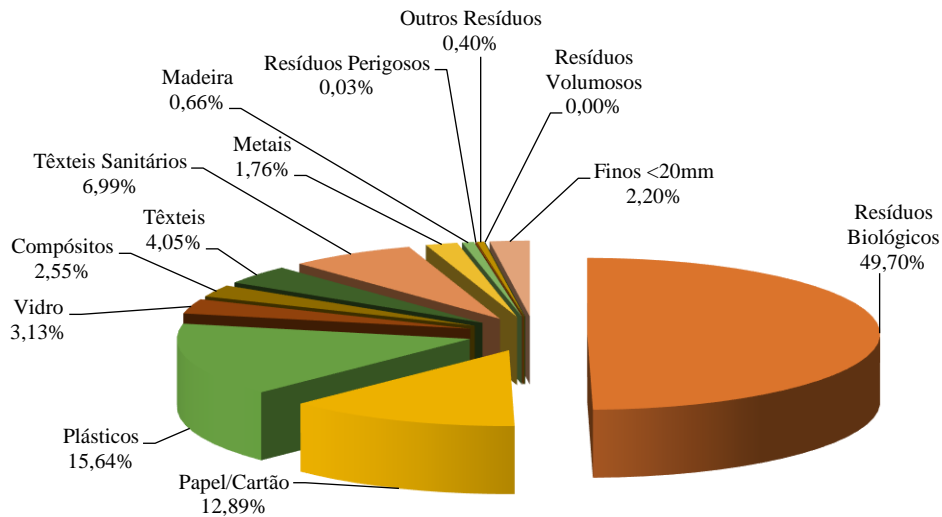


Figura 40- Caracterização média das amostras da recolha indiferenciada Outono/Inverno 2016. [Fonte: (Resitejo, Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos, 2017)]

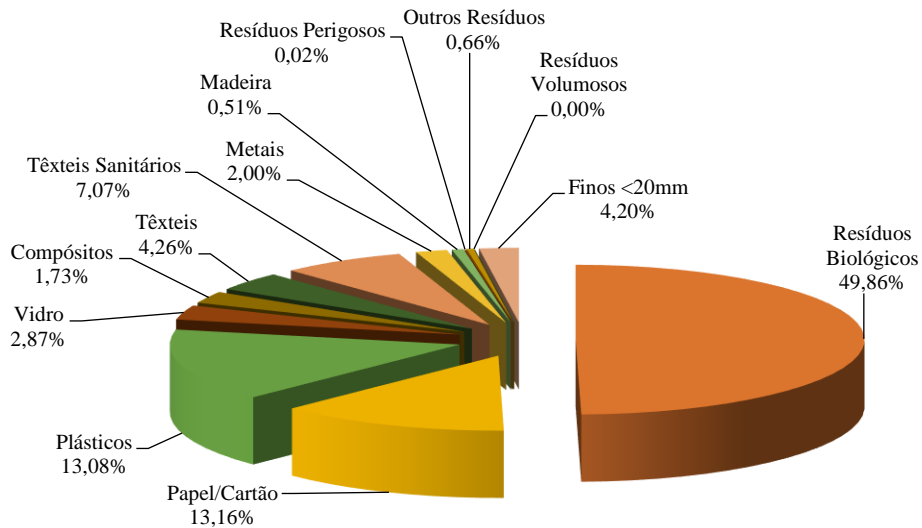


Figura 41- Caracterização média das amostras da recolha indiferenciada Primavera/Verão 2016. [Fonte: (Resitejo, Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos, 2017)]

Como seria de esperar, em ambas as campanhas de recolha, as categorias que apresentam maior percentagem na média total das amostras dos resíduos indiferenciados são os resíduos biológicos, plásticos e papel/cartão. A tabela seguinte mostra a comparação dos resultados obtidos nos dois períodos de caracterização realizados.

Tabela 3- Resultados por categoria, obtidos nos períodos Primavera/Verão e Outono/Inverno da campanha de caracterização de 2016 – Recolha Indiferenciada. [Fonte: (Resitejo, Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos, 2017)]

Categorias	Primavera/ Verão (%)	Outono/ Inverno (%)
Resíduos Biológicos	49,86	49,7
Papel / Cartão	13,16	12,89
Plásticos	13,08	15,64
Vidro	2,87	3,13
Compósitos	1,73	2,55
Têxteis	4,26	4,05
Têxteis sanitários	7,07	6,99
Metais	2,00	1,76
Madeira	0,51	0,66
Resíduos Perigosos	0,02	0,03
Outros resíduos	0,66	0,4
Resíduos volumosos	0,00	0,00
Finos <20mm	4,80	2,20

Ao comparar os resultados dos dois períodos de caracterização, podemos visualizar que a percentagem de resíduos biológicos manteve-se, ao contrário das categorias papel/cartão e metais que tiveram uma ligeira diminuição nas suas percentagens. Por sua vez houve um aumento na categoria dos plásticos e vidro.

Das categorias acima ilustradas na Tabela 3, foram analisadas as subcategorias de resíduos correspondentes que tem possibilidade de valorização nos diferentes períodos de

caracterização. Essas subcategorias passíveis de valorização material são ilustradas na Tabela 4.

Tabela 4- Comparação das quantidades de resíduos passíveis de valorização encontrados nas amostras da recolha indiferenciada nos dois períodos de caracterização de 2016. [Fonte: (Resitejo, Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos, 2017)]

Categoria	Primavera/ Verão (%)	Outono/ Inverno (%)
Resíduos de embalagens papel/cartão	5,42	4,84
Resíduos de embalagens de filme de PE, exceto sacos de plástico	4,97	4,61
Resíduos de embalagens de filme de PE - sacos de plástico leves	0,38	0,74
Resíduos de embalagens rígidas de PET	1,24	1,53
Resíduos de embalagens rígidas de PEAD	0,79	0,98
Resíduos de embalagens rígidas de EPS	0,10	0,13
Outros resíduos de embalagens de plástico	5,05	7,11
Resíduos de embalagem de vidro	2,90	3,12
Resíduos de embalagens de cartão para alimentos líquidos (ECAL)	1,15	1,34
Outros resíduos de embalagens compósitas	0,17	0,37
Resíduos de embalagens têxteis	0,00	0,00
Resíduos de embalagens ferrosas	1,07	1,17
Resíduos de embalagens não ferrosas	0,43	0,24
Resíduos de embalagens de madeira	0,02	0,00
Outros resíduos de embalagens	0,00	0,00
Total	23,69	26,19

Analisando os dados da tabela acima, conclui-se que na generalidade, os resíduos passíveis de valorização material aumentou no último período de caracterização efetuado,

comparando com o primeiro período de 2016. A Tabela 5 compara os resultados obtidos por categoria nas campanhas de caracterização realizadas em 2015 e 2016.

Tabela 5- Resultados por categoria, obtidos nas campanhas de caracterização de 2015 e 2016. [Fonte: (Resitejo, Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos, 2017)]

Categorias	2015 (%)	2016 (%)
Resíduos Biológicos	51,96	49,78
Papel / Cartão	12,95	13,03
Plásticos	14,15	14,26
Vidro	3,69	2,99
Compósitos	1,41	2,11
Têxteis	3,18	4,17
Têxteis sanitários	4,92	7,03
Metais	1,86	1,89
Madeira	0,49	0,57
Resíduos Perigosos	0,01	0,03
Outros resíduos	0,51	0,54
Resíduos volumosos	0,00	0,00
Finos <20mm	4,87	3,60

De acordo com os dados presentes na tabela anterior é possível constatar que, de uma forma geral, houve um aumento na percentagem de resíduos recicláveis presentes nos resíduos indiferenciados.

Das 17 amostras analisadas de resíduos indiferenciados, pode-se concluir que a categoria mais representativa são os resíduos biológicos, seguida pela categoria plásticos.

4. Conclusão

O trabalho desenvolvido durante o estágio curricular na Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico da Resitejo, possibilitou-me aprofundar os meus conhecimentos na área de gestão de resíduos sólidos urbanos e das operações unitárias envolvidas no seu tratamento. Estes conhecimentos só foram possíveis devido ao acompanhamento técnico dos responsáveis de turno, que me explicaram todo o procedimento da Unidade, desde a entrada dos resíduos nos fossos até à sua valorização, na criação de Combustível Derivado de Resíduos e Composto.

O processo da UTMB funciona bastante bem, cumprindo o objetivo para que foi destinada. No entanto, na minha opinião seria uma vantagem para o Composto, a implementação de um crivo de malha inferior no Tromel-02, evitando assim a passagem de materiais impróprios de pequenas dimensões, melhorando a qualidade deste produto. Pensando um pouco maior seria tornar a Unidade autossuficiente em termos energéticos, utilizando um tratamento térmico controlado de resíduos urbanos que não apresentam valorização pelos processos de separação multimaterial convencionais, utilizando a sua energia calorífica para gerar energia elétrica.

Em relação aos balanços de massa, devido à política de segurança e privacidade da empresa não foi possível dar conhecimento, no presente relatório, das quantidades de todas as correntes de entrada e saída da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico.

A caracterização dos resíduos contribuem com dados fundamentais para a gestão de resíduos. Apostar na prevenção e sensibilização das populações deverá ser uma prioridade, de forma que a valorização dos resíduos atinja as metas propostas pelo PERSU 2020.

Em suma, foi uma experiência muito positiva para mim, tanto a nível pessoal como profissional.

5. Referências Bibliográficas

- APA. (2017). Obtido em 2 de Agosto de 2017, de Agência Portuguesa do Ambiente: <http://www.apambiente.pt>
- Borrego, C., Coutinho, M., Arroja, L., Ribeiro, C., & Leão, F. (2014). *Avaliação Ambiental do PERSU 2020 – Relatório Ambiental Final*. Aveiro.
- CCDR. (2017). Obtido em 28 de Agosto de 2017, de Serviços da administração direta do Estado, no âmbito do Ministérios da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território: <http://www.ccdr-lvt.pt/pt/missao--visao-e-objetivos-estrategicos/7292.htm>
- Cometel, S. R. (2017). Obtido em 15 de Agosto de 2017, de <http://www.cometel.net/productos/recycling-4/instalacion-cizallado/separacion-5/trommel-2>
- Costa, B., & Morgado, C. (2014). *Acompanhamento Técnico do Processo de Tratamento Mecânico e Biológico da Resitejo. Relatório de estágio de conclusão da Licenciatura em Engenharia do Ambiente e Biológica do Instituto Politécnico de Tomar*. Tomar.
- Costa, T. (2015). *Tratamento de Lixiviados de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos em Portugal. Dissertação para obtenção do grau Mestre em Engenharia Civil, no Instituto Técnico de Lisboa*. Lisboa.
- Cruz, M. (2005). *A caracterização de Resíduos sólidos no âmbito da sua gestão integrada*. Minho: Tese de Mestrado em Ciências do Ambiente no ramo de Qualidade Ambiental, Universidade do Minho.
- Dec-Lei.nº277. (2009). *Decreto-Lei nº277/2009 de 2 de Outubro. Entidade reguladora da gestão de resíduos urbanos*.
- ERSAR. (2017). Obtido em 17 de Agosto de 2017, de Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos: <http://www.ersar.pt/pt>
- ESGRA. (2017). Obtido em 24 de Agosto de 2017, de <http://www.esgra.pt/resitejo/>

- Ferrão, P., & Pinheiro, L. (2011). *Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020. Coordenação científica do Instituto Superior Técnico com a Agência Portuguesa do Ambiente*. Lisboa.
- Gawaikar, V. D. (2006). *Source Specific Quantification and Characterization of Municipal Solid Waste - a Review*. *Journal of the Institution of Engineers: Environmental Engineering*, vol. 86, 3-38. India.
- Hester, R. H. (2002). *Environmental and Health Impact of Solid waste management: Issue in Environmental Science and Technology*. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Hidroprojecto, E. G. (2008). *Plano de Acção do Sistema Intermunicipal da Resitejo*.
- Lima, N. S. (2014). *Estudo do Tratamento Mecânico-Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos, Dissertação em Mestrado em Engenharia da Energia e Ambiente, Universidade de Lisboa*. Lisboa.
- Lipor. (2009). *Guia Para uma Gestão Sustentável dos Resíduos*.
- MOR. (2017). *Mercado Organizado de Resíduos*. Obtido em 27 de Agosto de 2017, de <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=670>
- Naturlink, I. A. (2009). Obtido em 5 de Setembro de 2017, de www.naturlink.pt
- Nordeste, R. d. (2017). Obtido em 5 de Setembro de 2017, de <http://www.residuosdonordeste.pt/residuosSolidosUrbanos/>
- Resitejo. (2013). Obtido em 20 de Julho de 2017, de <http://www.resitejo.pt/>
- Resitejo. (2014). *Manual de Procedimentos Estação de Triagem Resitejo*. Carregueira.
- Resitejo. (2017). *Campanha de Caracterização Física de Resíduos Sólidos Urbanos*. Carregueira.
- Resitejo. (2017). *Entradas e Saídas Geral - Dados Oficiais*. Carregueira.
- Resitejo. (s.d.). *Memória Descritiva da UTMB da Resitejo*. Carregueira.

- Resitejo. (s.d.). *Plano de Acção 2015-2020 (PAPERSU)*. Carregueira.
- Russo, M. (2003). *Tratamento de Resíduos Sólidos. Texto de apoio aos alunos da disciplina de Tratamento de Resíduos Sólidos. Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil*. Coimbra.
- Siebert. (2017). *Sua Eficiência. Nosso Propósito*. Obtido em 14 de Agosto de 2017, de <https://www.siebert.com.br/>
- SPV. (2015). Obtido em 27 de Agosto de 2017, de Sociedade Ponto Verde: http://www.pontoverde.pt/como_funciona.php
- Viegas, S. M. (2012). *Caracterização e Quantificação de Resíduos*.