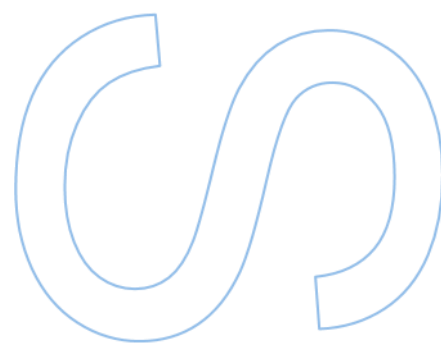
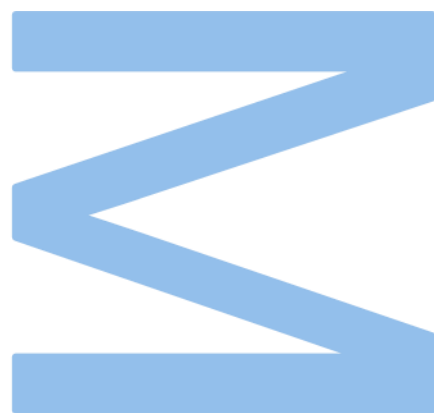


Otimização do processo de triagem de resíduos de embalagem da Suldouro S.A.

Miguel Teixeira Cardoso

Mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do território
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2024



Otimização do processo de triagem de resíduos de embalagem da Suldouro S.A.

Miguel Teixeira Cardoso

Esta tese foi desenvolvida para a obtenção do grau de Mestre em Ciências e Tecnologias do Ambiente

Departamento de
Geociências, Ambiente e
Ordenamento do Território
2024

Orientador Faculdade

Professor catedrático Joaquim Esteves da Silva, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Supervisora Externa

Engenheira Eliana Félix, Coordenadora das Unidades de produção da Suldouro S.A



Agradeço e dedico este trabalho aos meus pais. Esta tese é a prova de que todo o Vosso investimento e dedicação valeram a pena.

Agradecimentos

A conclusão da presente tese de mestrado representa o fim de 5 longos árduos anos, onde as palavras-chave que os definem são a resiliência e a superação. Tive a oportunidade de vivenciar experiências com amigos e familiares e adquirir conhecimentos académicos com professores e orientadores que contribuíram certamente para me ajudar a tornar uma pessoa mais preparada tanto a nível pessoal como a nível profissional. Sem estes, não seria possível concretizar todo este percurso académico e em particular esta tese de mestrado, pelo que, aqui apresento, o meu profundo agradecimento a todas elas, em especial:

À minha Supervisora externa na Suldouro, engenheira Eliana Félix, por estes 6 meses de orientação, cuidado, preocupação, empatia, e acima de tudo responsabilidade. Ao longo destes 6 meses não hesitou em me incluir em todo o processo de produção e em me transmitir importantes conhecimentos relativos ao funcionamento de uma central de triagem que, até então, eram desconhecidos para mim. A si, o meu muito obrigado.

Ao meu orientador na faculdade, professor catedrático Joaquim Carlos Gomes Esteves Silva, que me conhece desde os meus primeiros anos académicos na Faculdade de Ciências e, sempre se mostrou disponível para me prestar auxílio em tudo aquilo que fui necessitando. A si, o meu obrigado.

À Suldouro, e a todos os seus colaboradores, nomeadamente ao Administrador-delegado, ao Responsável de Produção e todos os elementos da equipa de triagem, o meu profundo agradecimento pela oportunidade e acolhimento que me proporcionaram. Fizeram-me sentir verdadeiramente como parte da empresa.

Ao meu irmão, Ricardo por todos os conselhos e apoio demonstrado ao longo de todo o meu crescimento.

E finalmente, aos mais importantes, mãe e pai, a quem tudo devo, o agradecimento mais especial, por toda a dedicação e árduo investimento que fizeram na minha educação e no meu desenvolvimento pessoal. Tento todos os dias crescer à Vossa imagem, sendo certo que, tentarei transmitir aos meus futuros filhos, com todas as minhas forças, tudo aquilo que me ensinaram.

A todos vocês, o meu sincero agradecimento.

Resumo

Para a realização da presente tese, foi efetuado um estágio, com duração aproximada de 6 meses, na empresa Suldouro, Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A., sendo um dos objetivos da mesma, a realização da análise comparativa entre as Especificações Técnicas de Resíduos de embalagem a vigorar desde 2007, versus as mais recentes, publicadas em dezembro de 2023, com vista à redução da taxa de refugo da Central de triagem, através da otimização da quantidade processada e valorizada, sem recurso a investimentos em equipamentos.

No que respeita ao primeiro objetivo, foi possível perceber que as novas especificações técnicas de 2023 se traduziram em pontos positivos e negativos para o setor da produção, dos diferentes Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU). Se por um lado, a possibilidade de acoplagem dos materiais PET e PET Óleo no momento da retoma trouxe pontos positivos, facilitando a triagem manual por parte dos operadores de triagem, por outro lado, a desagregação de três novos materiais anteriormente contemplados na categoria “Plásticos mistos”, trará a partir de 2025, inúmeras dificuldades de logística/operacionais para todas as estações de triagem dos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU).

Com vista à obtenção do objetivo principal, otimização da taxa de refugo da central de triagem/adaptação da unidade existente às novas especificações técnicas de resíduos de embalagem, foram adotadas diversas medidas ao longo dos meses, nomeadamente: Libertação de uma baia de armazenamento, devido à junção dos materiais (PET/PETÓleo); Alteração da inclinação do balístico com vista a possibilitar a recuperação de plástico filme na cabine 3D (com deposição na baia anteriormente destinada ao PETÓleo), e assim potenciar a diminuição da afluência dos resíduos de plástico filme na cabine de planos (2D); Início de recuperação adicional de Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos (ECAL) na cabine de planos (2D); Início de recuperação adicional de resíduos de papel/cartão e alumínio nas cabines 2D e 3D (1ª e 2ª passagem) e, início da recuperação de PET, na cabine dos planos (2D). Salienta-se que, as introduções de todas estas medidas na unidade de triagem resultaram numa redução da taxa de refugo final, concretizada na passagem de uma taxa de refugo de 42,1% apurada no mês de novembro de 2023, para uma taxa de refugo de 34,0%, em apurada em abril de 2024.

Palavras-chave: Resíduos, Central de triagem, Valorização, Otimização, Especificações Técnicas, Caracterizações Físicas, Refugo, Plástico

Abstract

For this thesis, an internship lasting approximately 6 months was carried out at the company Suldouro, Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A., one of the objectives of which was to carry out a comparative analysis between the Technical Specifications for Packaging Waste in force since 2007 and the most recent ones, published in December 2023, with a view to reducing the scrap rate at the sorting plant, considering the existing mass balance, by optimizing the quantity processed and recovered, without resorting to investments in equipment.

Regarding the first objective, it was possible to see that the new 2023 technical specifications had both positive and negative effects on the production sector of the different Municipal Waste Management Systems (SGRU). While on the one hand, the possibility of coupling PET and PET Oil materials at the time of take-back has brought positive points, facilitating manual sorting by sorting operators, on the other hand, the unbundling of three new materials previously included in the "Mixed plastics" category will, from 2025 onwards, bring numerous logistical/operational difficulties for all the sorting stations of the Municipal Waste Management Systems (SGRU).

In order to achieve the main objective, optimization of the sorting plant's scrap rate/adaptation of the existing unit to the new technical specifications for packaging waste, several measures were adopted over the months, namely: Freeing up a storage bay, due to the joining of materials (PET/PEToil); Changing the slope of the ballistic in order to enable the recovery of film plastic in the 3D cabin (with deposition in the bay previously intended for PEToil), and thus reduce the influx of film plastic waste in the flat cabin (2D); Start of additional recovery of Liquid Food Cardboard Packaging (ECAL) in the flat cabin (2D); Start of additional recovery of paper/cardboard and aluminum waste in the 2D and 3D cabins (1st and 2nd pass) and Start of PET and HDPE recovery in the flat cabin (2D).

It should be noted that the introduction of all these measures at the sorting plant resulted in a reduction in the final scrap rate, from a scrap rate of 42.1% in November 2023 to an accumulated scrap rate of 34.4% in April 2024.

Keywords: Waste, Sorting plant, Recovery, Optimization, Technical specifications, Physical characterizations, Scrap, Plastics

Lista de Abreviaturas

APA	AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE
CAGER	COMISSÃO DE ACOMPANHAMENTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS
CVE	CENTRAL DE VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA
CVO	CENTRAL DE VALORIZAÇÃO ORGÂNICA
CT	CENTRAL DE TRIAGEM
CT-1	CABINE DE TRIAGEM 1
DGAE	DIREÇÃO GERAL DAS ATIVIDADE ECONÓMICAS
ET	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
ECAL	EMBALAGENS DE CARTÃO PARA ALIMENTOS LÍQUIDOS
ERSAR	ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E RESÍDUOS
LER	LISTA EUROPEIA DE RESÍDUOS
PEAD	POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE
PET	POLIETILENO TEREFALATO
PERSU	PLANO ESTRATÉGICO PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
PNUMA	PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE
PP	POLIPROPILENO
RASARP	RELATÓRIO ANUAL DO SERVIÇOS DE ÁGUAS E RESÍDUOS EM PORTUGAL
RCD	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO
RGGR	REGIME GERAL DA GESTÃO DE RESÍDUOS
RU	RESÍDUOS URBANOS
SIGRE	SISTEMAS INTEGRADOS DE EMBALAGENS E RESÍDUOS DE EMBALAGEM
SGRU	SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS
SPV	SOCIEDADE PONTO VERDE
SO	SEPARADOR ÓTICO
TM	TRATAMENTO MECÂNICO
TMB	TRATAMENTO MECÂNICO E BIOLÓGICO

Índice

Lista de Abreviaturas.....	5
Lista de Gráficos	11
Lista de Figuras	12
1.0. Introdução	14
1.1. Enquadramento	14
1.2. Objetivos	15
1.3. Estrutura do relatório	16
2.0. Estado de arte.....	17
2.1. Abrangência e definição	17
2.2. Gestão dos Resíduos Urbanos	19
2.2.1. Economia Linear vs Circular.....	21
2.2.2. SGRU e infraestruturas de gestão de resíduos urbanos.....	22
2.3. Produção de Resíduos Urbanos	25
2.4. Caracterização Física dos RU.....	27
2.5. Classificação dos Resíduos Urbanos.....	29
2.5.1. Estrutura da Lista Europeia de Resíduos (LER)	30
2.6. Valorização de Resíduos	32
2.6.1. Valorização Multimaterial	32
2.6.2. Valorização Energética	33
2.6.3. Valorização Orgânica por Digestão Anaeróbia	34
2.7. Destino final dos Resíduos	35
3.0. Apresentação Suldouro S.A.....	37
3.1. Caracterização geral da Suldouro	37
3.2. Central de Valorização Orgânica (CVO).....	39
3.3. Central de Valorização Energética.....	39
3.4. Aterro sanitário de Sermonde e Canedo	39
3.5. Central de Triagem	40

3.5.1. Área de deposição	41
3.5.2. Fase da pré-triagem	42
3.5.3. Balístico e fração plana	43
3.5.4. Etapa de triagem da fração rolante.....	44
3.5.5 Processamento do refugo	46
3.5.6 Baías e prensagem	47
3.5.7. Número de Operadores.....	49
4. Especificações técnicas de resíduos.....	50
4.0. Ligação Entidade gestora – municípios.....	50
4.1. Comparação entre ET 2007 e ET 2023.....	50
4.1.1. Especificações Técnicas 2007 e 2023.....	51
4.1.1.1. <i>Papel/Cartão</i>	51
4.1.1.2. <i>EPS (Esferovite)</i>	53
4.1.1.3. <i>PEAD</i>	54
4.1.1.4. <i>Filme</i>	56
4.1.1.5. <i>PET</i>	57
4.1.1.6. <i>PET Óleos</i>	59
4.1.1.7. <i>ECAL (Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos)</i>	60
4.1.1.8. <i>Aço seletiva</i>	62
4.1.1.9. <i>Alumínio seletiva</i>	63
4.1.1.10. <i>Vidro</i>	65
4.1.2. Novas categorias de materiais	66
4.1.3. Problemática das novas Especificações Técnicas.....	70
5.0. Otimização da Central de Triagem	71
5.1. Cenário à chegada	71
5.2. Recuperação do ECAL	73
5.3 Cenário em dezembro	74
5.4. Caracterização de refugo.....	76
5.5. Recuperação do Papel/Cartão	78

5.6. Cenário em janeiro	78
5.7. Alteração da Inclinação do balístico	80
5.8. Recuperação do alumínio	81
5.9. Cenário em fevereiro	82
5.10. Cenário em março	84
5.11. Recuperação de PET.....	86
5.12. Cenário em abril	86
5.13. Quadro Resumo	89
6.0. Conclusão	92
6.1. Projetos futuros	94
Bibliografia	96
Anexos.....	98

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Classificação dos Resíduos Sólidos	18
Tabela 2 - Número de infraestruturas de gestão de RU existentes, em Portugal Continental, a 31 de dezembro de 2022.....	25
Tabela 3 - Quantitativos de RU produzidos (10 ³ t) entre 2016 e 2022.....	26
Tabela 4 - Número de operadores no 1º turno.....	49
Tabela 5 - Caracterização Física de plástico filme da Suldouro em 2023 e 2024.....	57
Tabela 6 - Caracterização Física de ECAL da Suldouro, realizada em 2023 e 2024....	61
Tabela 7 - Comparação entre indicadores do mês de novembro e da média mensal de 2023.....	72
Tabela 8 - Quantidade de material produzido em novembro de 2023.....	72
Tabela 9 - Refugo mês de novembro	73
Tabela 10 - Comparação entre indicadores do mês de dezembro e do mês de novembro de 2023.....	75
Tabela 11 - Quantidade de material produzido em dezembro de 2023.....	75
Tabela 12 - Refugo mês de dezembro	76
Tabela 13 - Fluxo de refugo da Triagem.....	77
Tabela 14 - Comparação entre indicadores dos meses de janeiro de 2024 e dezembro de 2023.....	79
Tabela 15 - Quantidade de material produzido no mês de janeiro	79
Tabela 16 - Refugo mês de janeiro	80
Tabela 17 - Comparação entre indicadores dos meses de fevereiro de 2024 e de janeiro de 2024.....	82
Tabela 18 - Comparação material produzido entre os meses de fevereiro e janeiro de 2024.....	83
Tabela 19 - Refugo mês de fevereiro	84
Tabela 20 - Comparação entre indicadores dos meses de março de 2024 e de fevereiro de 2024.....	84
Tabela 21 - Comparação material produzido entre os meses de março e fevereiro de 2024.....	85
Tabela 22 - Refugo mês de março	85
Tabela 23 - Comparação entre indicadores dos meses de abril de 2024 e de março de 2024.....	86
Tabela 24 - Comparação material produzido entre os meses de abril e março de 2024	87

Tabela 25 - Refugo mês de abril	88
Tabela 26 - Comparação de material produzido em novembro de 2023 e abril de 2024	89
Tabela 27 - Variação da taxa de refugo entre novembro 2023 e abril de 2024	90

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Maiores produtores de resíduos do mundo	15
Gráfico 2 - Variação percentual de produção por tipologia de material	90

Lista de Figuras

Figura 1 - Hierarquia de gestão dos resíduos urbanos	20
Figura 2 - Diferenças entre economia linear e economia circular	22
Figura 3 - Mapa da distribuição dos SGRU em Portugal Continental	24
Figura 4 - Produção (t) e capitação de RU (kg/hab.dia) por SGRU, em 2022	26
Figura 5 - Caracterização física dos RU produzidos eg-º5cº5 m Portugal Continental, no ano de 2022 (%).....	27
Figura 6 - Caracterização da recolha indiferenciada (à esquerda) e da recolha seletiva (à direita).....	28
Figura 7 - Caracterização física Vidro (à esquerda) e do papel/cartão (à direita)	28
Figura 8 - Caracterização física das embalagens	29
Figura 9 - Valorização Multimaterial Suldouro	32
Figura 10 - Central de Valorização Energética, Lipor.....	33
Figura 11 - Fases da digestão anaeróbia para produção de biogás.....	34
Figura 12 - Destino dos RU entre 2016 e 2022 (%)	35
Figura 13 - Destinos dos RU (%), por SGRU em 2022	36
Figura 14 - Empresas grupo EGF.....	37
Figura 15 - Infraestruturas da empresa Suldouro S.A.....	38
Figura 16 - Aterro sanitário de Canedo.....	40
Figura 17 - Zona de deposição de resíduos de embalagem	41
Figura 18 - Deposição dos resíduos no doseador pela máquina pá carregadora.....	42
Figura 19 - Balístico	43
Figura 20 - Óticos de leitura de materiais	45
Figura 21 - Separador de metais ferrosos (à esquerda) e separador de metais não ferrosos (à direita)	47
Figura 22 - Prensa PAAL Multimaterial.....	48
Figura 23 - Metais não ferrosos armazenados em sacos de serrapilheira.....	48
Figura 24 - Lotes de resíduos de embalagens de Papel/Cartão, ET 2007	51
Figura 25 - Limites de aceitação de Humidade, ET 2007.....	52
Figura 26 - Lotes de resíduos de embalagem de papel/cartão, ET 2023	52
Figura 27 - Limites de aceitação de Humidade, ET 2023.....	53
Figura 28 - Lotes de resíduos de embalagem de EPS, ET 2007	53
Figura 29 - Lotes de resíduos de embalagem de EPS, ET 2023	54
Figura 30 - Lotes de resíduos de embalagem de PEAD, ET 2007	55
Figura 31 - Lotes de resíduos de embalagem de PEAD, ET 2023.....	55

Figura 32 - Lote de resíduos de embalagem de Filme 2007	56
Figura 33 - Lote de resíduos de embalagem de filme, ET 2023.....	57
Figura 34 - Lotes de resíduos de embalagem de PET, ET 2007.....	58
Figura 35 - Lote de resíduos de embalagem de PET, ET 2023	58
Figura 36 - Lote de resíduos de embalagem de PET Óleos, ET 2007	60
Figura 37 - Lote de resíduos de embalagem de ECAL, ET 2007	61
Figura 38 - Lote de resíduos de ECAL, ET 2023	62
Figura 39 - Lote de resíduos embalagem de Aço, ET 2007	62
Figura 40 - Lote de resíduos de embalagem de aço, ET 2023.....	63
Figura 41 - Lote de resíduos de embalagem de alumínio, ET 2007	64
Figura 42 - Lote de resíduos de embalagem de alumínio, ET 2023	64
Figura 43 - Lote de resíduos de embalagem do Vidro, ET 2007	65
Figura 44 - Lote de resíduos de embalagem Vidro 2023	66
Figura 45 - Lote de resíduos de outras embalagens de plástico, ET 2023.....	67
Figura 46 - Lote de resíduos de plásticos mistos, aditamento ET 2007	68
Figura 47 - Lote de resíduos de embalagem em PP, ET 2023.....	69
Figura 48 - Lote de resíduos de termoformados de PET, ET 2023	69
Figura 49 - Recuperação do ECAL na CT-2.....	74
Figura 50 - Recuperação de Papel/Cartão	78
Figura 51 - Recuperação de metais não ferrosos na cabine CT-3.....	81
Figura 52 - Recuperação de PET	86
Figura 53 - Esquema da nova central de triagem planeada para 2025	98
Figura 54 - Legenda do esquema.....	98

1.0. Introdução

1.1. Enquadramento

Resíduo é uma palavra que deriva do latim “*residuum*” e que significa o resto ou o restante. No dicionário de língua portuguesa da Porto Editora é considerado um nome e apresenta dois significados “*Aquilo que resta*” ou “*O que fica das substâncias submetidas à ação de vários agentes físicos ou químicos*”. (editora, 2024)

Este é um termo amplamente utilizado para descrever qualquer material, substância ou objeto que é descartado ou considerado indesejado após a utilização. Esses resíduos podem ser formados em diferentes contextos, como habitações, indústrias, comércio e serviços, sendo a gestão adequada dos mesmos, essencial para minimizar os impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana.

O relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), divulgado em fevereiro de 2024, alerta para o facto de a produção de resíduos sólidos urbanos poder crescer de 2,3 mil milhões de toneladas em 2023 para 3,8 mil milhões de toneladas até 2050. (PNUMA, 2024)

A falta de gestão global de resíduos traduz-se num elevado custo para a saúde humana, as economias e para o meio ambiente. Projeta o PNUMA, que o custo global da gestão de resíduos transite dos 252 mil milhões de dólares registados em 2020 para 600 mil milhões por ano até 2050. (PNUMA, 2024)

Torna-se assim urgente dissociar a produção de resíduos, do crescimento económico e, acelerar a transição para abordagens focadas na economia circular. (PNUMA, 2024)

No gráfico 1, encontram-se representados os maiores produtores de resíduos do mundo, no ano de 2020, dos quais é possível destacar os Estados Unidos da América e a China, dos demais, por dezenas de milhões de toneladas.



Gráfico 1 - Maiores produtores de resíduos do mundo

Fonte: (saúde, 2020)

1.2. Objetivos

Este relatório teve como base, um trabalho desenvolvido no âmbito de um estágio curricular na empresa Suldouro S.A, com o objetivo de aprovação à unidade curricular “Estágio” do Mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

O estágio curricular que teve início a 24 de novembro de 2023, e finalizou no dia 1 de junho de 2024, contou com a supervisão da orientadora de estágio Eliana Félix (Engenheira do Ambiente), que detém a função de coordenação de duas unidades de produção da Suldouro, nomeadamente a Central de Triagem de resíduos de embalagem e a Central de Valorização Orgânica (CVO).

Durante o período de estágio foi efetuada uma comparação entre as novas especificações técnicas dos resíduos de embalagens provenientes da recolha seletiva, publicadas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) em dezembro de 2023 e, as especificações técnicas publicadas pela Sociedade Ponto Verde em 2007 e, de que forma essas novas especificações vêm influenciar a gestão da Central de Triagem.

Ainda como objetivo, foi traçado o levantamento de soluções, sem recurso a investimento em equipamentos, com vista à redução da taxa de refugo da Central de Triagem, através da otimização da quantidade processada e valorizada.

1.3. Estrutura do relatório

O presente relatório de estágio encontra-se organizado em 6 capítulos, acompanhados das referências bibliográficas consultadas e anexos.

O capítulo 1 abarca a introdução, onde o presente subcapítulo se insere, contendo também um breve contexto teórico da temática em estudo, bem como a designação dos objetivos pretendidos, com a realização deste trabalho.

O capítulo 2 corresponde ao enquadramento teórico, que explora alguns dos principais temas sobre resíduos, nomeadamente, a sua definição, gestão, produção, caracterização, classificação, tipos de valorização e destinos finais.

O capítulo 3, conta com a apresentação da empresa Suldouro S.A, onde é contemplada, uma análise pormenorizada às atividades desenvolvidas na Central de Triagem de Sermonde, detalhando-se o processo desde a entrada do resíduo na central até ao seu enfardamento.

Segue-se o capítulo 4, onde se efetua a comparação entre as especificações técnicas de resíduos de embalagem provenientes da recolha seletiva, a vigorar desde 2007 e as novas especificações técnicas publicadas em dezembro de 2023, de forma a possibilitar o entendimento sobre a margem existente para otimização da operação da Central.

O capítulo 5 contempla as alterações efetuadas na gestão operacional da Estação de Triagem, retratando uma análise mensal minuciosa, da evolução da recuperação dos diferentes materiais, com o objetivo final de alcançar a diminuição da taxa de refugo da central, sem recurso a investimento.

Por fim, o capítulo 6 que, traduz as conclusões obtidas nos trabalhos realizados ao longo destes 6 meses, bem como as recomendações para trabalhos futuros.

2.0. Estado de arte

2.1. Abrangência e definição

Em séculos passados o considerado “lixo doméstico” não aportava grandes consequências para a população e para o ambiente considerando que, na maioria dos casos, todos os resíduos produzidos tinham componentes de origem vegetal ou animal e ao serem depositados no solo, estes decompunham-se e formavam um novo ciclo de vida. No entanto, durante o século XX e devido maioritariamente à revolução industrial, este parâmetro modificou-se de forma substancial, não só devido à produção de novos materiais consequentes do avanço tecnológico e científico, mas também devido ao aumento do consumismo por parte da sociedade. Para além disso, a origem e a produção de novos materiais não para de aumentar devido ao aumento da densidade populacional e desenvolvimento do setor terciário. (Cabeças, 2006)

Os Resíduos Urbanos (RU) apresentam características distintas dos demais resíduos, como a origem dispersa e proximidade ao cidadão, a composição complexa e indiferenciada e os modelos de gestão, com forte componente de serviço público. As fronteiras da definição de RU têm sido objeto de discussão ao longo dos anos, internamente, mas também entre os Estados-Membros, não sendo consensual a sua aplicação. (APA, Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos 2030)

O conceito de resíduo apresenta-se então como um conceito complexo, na medida em que existem várias definições defendidas por diferentes autores, sendo assim interpretado de uma forma bastante ampla. De acordo com (Oliveira, 2009), resíduo pode ser descrito como um *“coproduto que não podemos, não queremos ou não sabemos utilizar, num determinado momento e local, mas que em certas circunstâncias, poderia ser utilizado”*.

Em comparação, a definição mais atual encontra-se descrita pelo Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro onde, na sua redação atual a definição de Resíduo Urbano (RU) é:

- i. O resíduo de recolha seletiva e indiferenciada das habitações, incluindo papel e cartão, vidro, plásticos, metais, bio resíduos, madeira, têxteis, embalagens, resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (REEE), resíduos de pilhas e acumuladores, bem como resíduos volumosos incluindo colchões e mobiliário;
- ii. O resíduo de recolha indiferenciada e de recolha seletiva provenientes de outras origens, caso sejam semelhantes aos resíduos das habitações na sua natureza e composição. (APA, Produção e Gestão dos Resíduos Urbanos, 2022)

De acordo com o decreto de lei anteriormente referido, a classificação dos resíduos sólidos é realizada de acordo com a sua origem estando indicada na tabela seguinte.

Tabela 1 - Classificação dos Resíduos Sólidos

Resíduos Urbanos	“(…) proveniente de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações”
Resíduos Industriais	“(…) gerado em processos produtivos industriais, bem como o que resulte das atividades de produção e distribuição de eletricidade, gás e água”
Resíduos Hospitalares	“(…) resultantes de atividades de prestação de cuidados de saúde a seres humanos ou a animais, nas áreas da prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação ou investigação e ensino, bem como de outras atividades envolvendo procedimentos invasivos, tais como acupuntura, piercings e tatuagens”
Resíduos Agrícolas	“(…) provenientes de exploração agrícola e ou pecuária ou similar”
Resíduos de construção e demolição (RCD)	“(…) provenientes de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações”

No que respeita a perigosidade, — a classificação da perigosidade dos resíduos é efetuada nos termos da Decisão n.º 2000/532/CE, da Comissão, de 3 de maio de 2000, na sua redação atual, podendo os mesmos resíduos ser classificados como:

- Resíduos não perigosos – resíduos urbanos ou similares a estes;
- Resíduos perigosos – resíduos que indiquem, no mínimo uma característica de perigosidade para a saúde humana e para o meio ambiente, especificamente os elencados nos Regulamentos UE n.º 1357/2014 e UE n.º 2017/997 nomeadamente, explosividade, comburência, inflamabilidade, ecotoxicidade, mutagenicidade e toxicidade; (APA, Produção e Gestão dos Resíduos Urbanos, 2022)
- Resíduos inertes – resíduos sem características de perigosidade e distintas dos resíduos urbanos como, por exemplo, demolição e construção, terras, entre outros.

2.2. Gestão dos Resíduos Urbanos

Segundo (Ferrão, 2014), a gestão de resíduos consiste na adoção de uma política abrangente e ativa na eficiência do uso dos recursos naturais, trazendo, tanto benefícios a nível económico, como também um incentivo na mudança da produção e consumo dos materiais, através da prevenção. É importante realçar que, esta gestão descarta a economia linear, onde predomina a produção-consumo, para adotar medidas de economia circular, em que os materiais depois de usados pela população são novamente introduzidos na economia. Contudo, no disposto (*Ministério Público, DL n.º 102-D/2020, de 10 de Dezembro*), a gestão de resíduos é definida 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. De acordo com o decreto de lei supra mencionado, as políticas relativas à gestão de resíduos têm evoluído no sentido da gestão sustentável dos materiais, a fim de proteger, preservar e melhorar a qualidade do ambiente, proteger a saúde humana, assegurar uma utilização prudente, eficiente e racional dos recursos naturais, reduzir a pressão sobre a capacidade regenerativa dos ecossistemas, promover os princípios da economia circular, reforçar a utilização da energia renovável, aumentar a eficiência energética, reduzir a dependência de recursos importados, proporcionar novas oportunidades económicas e contribuir para a competitividade a longo prazo.

Para além disso, o decreto de lei defende uma hierarquia da gestão de resíduos e é denominada como o princípio essencial da legislação e política do ambiente. Todos os resíduos devem cumprir a ordem de prioridades estabelecida pela hierarquia representada na figura seguinte.



Figura 1 - Hierarquia de gestão dos resíduos urbanos

Fonte: (Ferrão, 2014)

De acordo com a figura acima, a prevenção e redução é a opção prioritária no tratamento e valorização dos resíduos encontrando-se por isso no topo da hierarquia. Estes princípios fomentam uma diminuição dos impactes ambientais, através da redução do consumo dos recursos. A reutilização, a reciclagem e outras formas de valorização surgem como as opções seguintes, sendo princípios também essenciais, dado que permitem que haja um reaproveitamento das embalagens ou, quando estas se tornem em resíduos, sejam utilizados para outras finalidades. Por fim, surge a eliminação dos resíduos como a última opção no tratamento dos mesmos, devendo ser reduzida ao máximo sendo utilizada apenas quando não for de todo possível reutilizar ou reciclar. Como principais destinos para eliminação de resíduos encontram-se a deposição em aterro ou a incineração. Devido ao aumento da quantidade de resíduos, a população começou a dar mais importância à produção, remoção e destino final dos mesmos. Nesse sentido, a orientação passou a ser o reconhecimento dos resíduos sólidos como recursos cujo reencaminhamento deverá ser para processos de valorização que potenciam a introdução dos mesmos na cadeia económica e concomitante redução da deposição num destino final. Para além dos aspetos mencionados é importante ressaltar que, a aplicação de técnicas adequadas para os processos de recolha para o tratamento e destino final dos resíduos, as características associadas a cada tipo, o incentivo à reciclagem, a otimização dos meios e das

tecnologias a usar são aspetos importantes para uma boa gestão dos recursos. (Cabeças, 2006).

Uma das formas para se a redução da quantidade dos resíduos sólidos urbanos, e a sua condução, pelo menos em parte, para um destino final adequado, é a política dos 3 R's: reduzir, reutilizar e reciclar. Segundo (Cabeças, 2006) e (Jawahir, 2016), reduzir significa “minimizar a quantidade de resíduos produzidos, através da prevenção da sua produção” (p.77). Neste contexto, a sociedade tem o dever de minimizar as quantidades de resíduos que produz, os consumos e os desperdícios, detendo também as empresas e os governos essa responsabilidade para atuar em conformidade com esses princípios. As empresas podem contribuir para essa redução mediante a modificação dos seus produtos através de novos materiais, novos métodos de fabrico ou utilização de tecnologias mais limpas. Segundo (Oliveira, 2009), numa perspetiva visionária, o melhor resíduo é aquele que nunca chega a ser produzido porque não existe redução a zero dos resíduos formados. Assim, deve-se apostar na minimização dos resíduos, tornando assim o princípio da redução um elemento importante na gestão de resíduos.

De acordo com (Cabeças, 2006), reutilizar significa “dar uma nova utilização a materiais já usados” (p.77). No quotidiano, existem materiais que são usados apenas uma vez e que, na realidade, são produzidos para serem utilizados várias vezes. A curto prazo, a sociedade ao escolher os materiais reutilizáveis irá reduzir a quantidade de resíduos que têm de ser eliminados, levando a que se use mais vezes esse material e só depois é que se elimina (Jawahir, 2016).

2.2.1. Economia Linear vs Circular

Devido ao aumento da produção e consumo da população nas diversas atividades do quotidiano, a quantidade de resíduos aumenta e, conseqüentemente, estas atividades usam recursos naturais, como é o caso das matérias-primas. Estas são usadas para uma determinada função, fazendo também parte do ciclo económico. Estas características mostram que existe uma ligação próxima entre o consumo das matérias-primas e a produção de resíduos e baseiam-se nos seguintes aspetos: estrutura da economia, modelos de produção, consumo, reutilização e reciclagem. Com o passar do tempo, esta relação afasta-se devido ao período de vida útil dos materiais. Quando termina esse período, a economia circular entra no sistema para fechar o ciclo e certificar uma gestão de resíduos sustentável, dando um novo uso, minimizando desta forma a pressão e a regeneração dos recursos naturais. Também contribui para a redução do consumo de novas matérias-primas e a pressão exercida sobre o meio

ambiente sem prejudicar o crescimento económico. No entanto, atualmente ainda se verifica bastante enraizada a economia linear, ou seja, verifica-se o consumo dos materiais e, quando este se torna resíduo, não se pensa na reutilização nem na reciclagem dos mesmos (Ferrão, 2014). Dentro de uma economia circular tem de estar obrigatoriamente patente a política dos 3 R's, onde a reutilização é um elemento essencial, dado que os materiais são usados de várias maneiras e de forma eficiente. Importa referir que se verifica hoje, que alguns produtos já são incluídos no mercado com o propósito de ter um ciclo de vida mais longo, prevenindo assim o seu uso único. Uma economia circular pretende tirar partido da máxima utilidade de um produto, incluindo as várias etapas da cadeia de valor (Riisgaard, 2018). A figura seguinte ilustra as principais diferenças entre uma economia linear e uma economia circular.



Figura 2 - Diferenças entre economia linear e economia circular

Fonte: (Sociedade Ponto Verde, 2019)

2.2.2. SGRU e infraestruturas de gestão de resíduos urbanos

Segundo, (Knickmeyer, 2019) existem três aspetos fundamentais na gestão de resíduos urbanos nos tempos atuais: diminuição na produção de resíduos e desenvolvimento tanto dos sistemas de recolha como de reciclagem. Para isso, os governos devem adotar estratégias e investir nos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU). Quanto mais eficiente for o SGRU, mais eficaz será a correspondência às necessidades locais e a adaptação às características da população

que serve. Deste modo, os SGRU devem cumprir com um bom desempenho em todas as fases da gestão de resíduos e na divulgação de dados obtidos para a comunidade, como, por exemplo: a comunicação de quantidades recolhidas anualmente, o seu destino final, entre outros. Nesta linha de ideias, a política de gestão de resíduos dá um contributo para a minimização dos impactes ambientais, mas, para isso, é preciso reduzir a perigosidade dos resíduos por meio da diminuição da quantidade de substâncias perigosas nos materiais que originam esses resíduos, mas também restringir o transporte e eliminação dos resíduos longe dos locais de produção (caso haja locais mais específicos para o efeito) e adotar tecnologias mais recentes e limpas, quer nos processos de tratamento, quer nos de valorização e eliminação. Os procedimentos de tratamento de resíduos devem-se realizar em território nacional e cumprindo os critérios de proximidade, contudo é necessário melhorar a rede nacional de gestão de resíduos em infraestruturas de rede de recolha e dos vários processos de tratamento (Ferrão, 2014). Os serviços de gestão de resíduos urbanos compreendem três fases: recolha e transporte, triagem e valorização/eliminação e têm como foco a prevenção da produção de resíduos e a recolha seletiva, tendo particular atenção às novas frações: resíduos têxteis, resíduos perigosos e biorresíduos, dando ainda relevância à promoção do uso dos materiais provenientes de resíduos (combustível derivado de resíduos, composto, recicláveis recuperados, biogás e cinzas/escórias). Estes objetivos foram definidos pelo Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU) para o ano de 2030 e deverão ser cumpridos individualmente por cada sistema de gestão de resíduos urbanos (APA, Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos 2030). Por vezes, a gestão dos resíduos sólidos torna-se complexa porque é essencial ter conhecimento sobre as características quantitativas e qualitativas dos resíduos desde a sua produção até ao destino final e as técnicas que envolvam os processos de remoção e valorização dos mesmos.

Os serviços de gestão de RU abrangem as seguintes fases:

1. Recolha e transporte
2. Triagem;
3. Valorização/eliminação

Tendo em conta o (*Relatório Anual do Serviços de Águas e Resíduos em Portugal*, 2022) (RASARP 2022), existem 237 entidades gestoras em baixa de RU a maioria de pequena dimensão, restringindo-se apenas ao universo municipal, e assegurando principalmente a recolha indiferenciada. Dessas entidades 21 são também responsáveis pela recolha seletiva.

Das 23 entidades gestoras de serviços em alta, denominados Sistemas de gestão de Resíduos Urbanos, 12 são multimunicipais, ou seja, servem pelo menos dois municípios e exijam a intervenção do estado, as quais gerem cerca de 66% dos RU produzidos e 11 são intermunicipais, pelo que cabe a estes municípios, isoladamente ou em conjunto através de associações de municípios, ou em parceria com o estado, definir o modo de organização e gestão.

Na figura seguinte é ilustrada a distribuição dos 23 SGRU, sendo que cada um dos Sistemas é pautado por diferenças significativas no que respeita ao número de municípios abrangidos, área servida, geografia, demografia e condições socioeconómicas.



Figura 3 - Mapa da distribuição dos SGRU em Portugal Continental

Fonte: Relatório Anual Resíduos Urbanos 2022

As diferenças nas áreas de intervenção de cada SGRU refletem-se nas opções adotadas em termos de recolha e tratamento dos RU, bem como na rede de equipamentos e infraestruturas de gestão de resíduos e fluxos específicos de resíduos, opções essas que condicionam os custos associados à gestão de resíduos.

A tabela 2 mostra o número total de infraestruturas de gestão de RU existentes em Portugal Continental em 2022 por tipologia.

Tabela 2 - Número de infraestruturas de gestão de RU existentes, em Portugal Continental, a 31 de dezembro de 2022

Infraestruturas	N. °
Estação de triagem	30
Aterros	34
Tratamento Mecânico (TM)	6
Tratamento Mecânico e biológico (TMB)	20
Tratamento Biológico (dedicado à recolha de biorresíduos recolhidos seletivamente)	6
Central de Valorização Energética	2

Relativamente aos aterros em exploração, 14 SGRU possuem apenas uma unidade, sendo que oito deles possuem dois aterros ativos, uma das exceções diz respeito à RESINORTE, que possui quatro aterros ativos devido à sua extensão e território afeto.

As centrais de valorização energética (CVE) e à semelhança de anos anteriores, Portugal Continental possui duas instalações, uma na LIPOR e outra na VALORSUL, localizando-se as mesmas nos dois grandes centros do país, respetivamente Porto e Lisboa.

No que toca às instalações de tratamento de valorização orgânica, 20 delas possuem, além do tratamento biológico, tratamento mecânico para receção de resíduos de recolha indiferenciada.

No que concerne às estações de triagem, existem 30 distribuídas pela área geográfica dos SGRU, sendo que, a maioria apresenta uma ou duas estações de triagem, com exceção da RESINORTE que apresenta quatro devido ao motivo referenciado anteriormente.

2.3. Produção de Resíduos Urbanos

A produção de resíduos é como referido anteriormente uma consequência da elevada utilização de recursos nas diversas atividades socioeconómicas que caracterizam o nosso dia a dia. Os resíduos têm origem nas várias fases do metabolismo socioeconómico, desde que estes são extraídos da natureza até ao momento em que os produtos e materiais em que se transformam deixam de ter utilidade para o consumidor. (APA, Produção e Gestão dos Resíduos Urbanos, 2022)

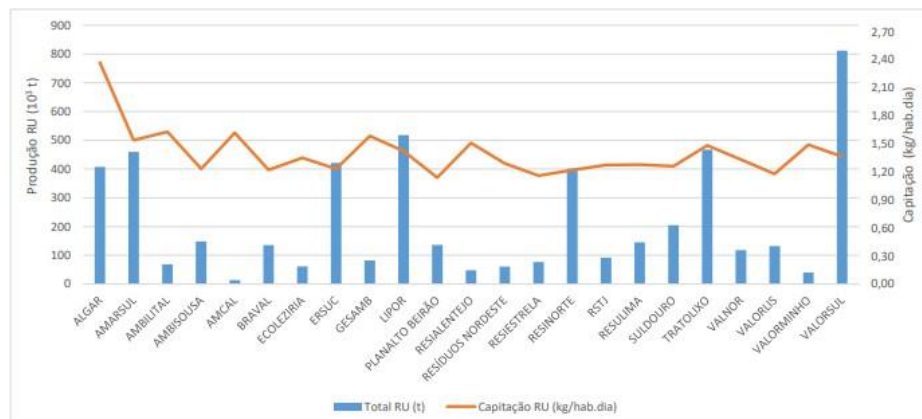
A produção de RU referente ao ano de 2022 para Portugal Continental e Regiões Autónomas está ilustrada na tabela seguinte. Verifica-se que em 2022, a produção de resíduos urbanos se manteve praticamente inalterada quando comparada com o ano anterior, e que os últimos 3 anos foram pautados por uma estabilização da produção de resíduos.

Tabela 3 - Quantitativos de RU produzidos (10³t) entre 2016 e 2022

Região	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
PT Continental	4640	4745	4945	5007	5014	5043	5050
RA Madeira	119	124	126	129	123	118	124
RA Açores	132	137	142	146	142	150	150
Total	4891	5007	5213	5281	5279	5311	5323
Variação face ao ano anterior	+3%	+2%	+4%	+1%	-0,05%	+1%	+0,24%

Relativamente à produção por habitante, em Portugal Continental, o valor foi de 507 kg/hab.ano (valor abaixo da média Europeia), correspondente a uma produção de cerca de 1,4 kg/dia por habitante, valor esse que se mantém há 4 anos.

No que toca à produção de resíduos por diferentes SGRU é obviamente, de fácil compreensão, que SGRU presentes em grandes centros urbanos e com grande área abrangida vão produzir, à partida, maior quantidade de resíduos. Esta disposição pode ser verificada no gráfico infra, retirado do Relatório Anual de Resíduos Urbanos de 2022.



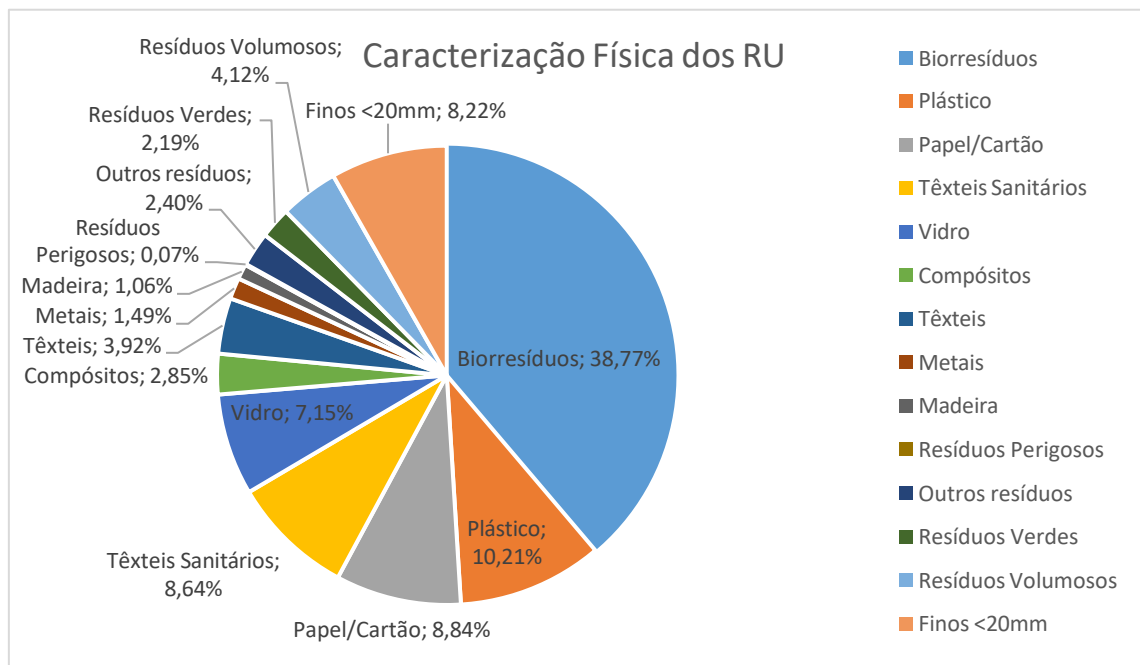
Fonte: Relatório Anual Resíduos Urbanos 2022

Figura 4 - Produção (t) e captação de RU (kg/hab.dia) por SGRU, em 2022

2.4. Caracterização Física dos RU

Atualmente a caracterização dos resíduos assume uma importância vital na gestão dos mesmos, considerando que os dados adquiridos nessas caracterizações são importantes para o dimensionamento e exploração das unidades de tratamento de resíduos, bem como para estabelecer programas de educação ambiental ou avaliar o cumprimento dos objetivos de gestão dos Sistemas de gestão de resíduos Urbanos. A caracterização dos resíduos pode ser física, química e/ou biológica. (Carvalho, 2005)

Na figura seguinte são apresentados os resultados da caracterização física média dos RU produzidos em Portugal continental em 2022, elaborada com base nas especificações técnicas da Portaria n.º 851/2009, de 7 de agosto.



Fonte: Relatório Anual Resíduos Urbanos 2022

Figura 5 - Caracterização física dos RU produzidos em Portugal Continental, no ano de 2022 (%)

Na produção de RU em Portugal Continental, ilustrada na Figura 5, é evidente o elevado contributo da fração de biorresíduos, representando no total de RU cerca de 39%. As restantes frações, também com uma percentagem de produção significativa no total de RU, dizem respeito ao plástico (10%), papel/cartão (9%), têxteis sanitários (9%) e vidro (7%).

As figuras seguintes retratam caracterizações físicas efetuadas na recolha indiferenciada e na recolha seletiva dos RU produzidos em Portugal Continental, no ano de 2022.

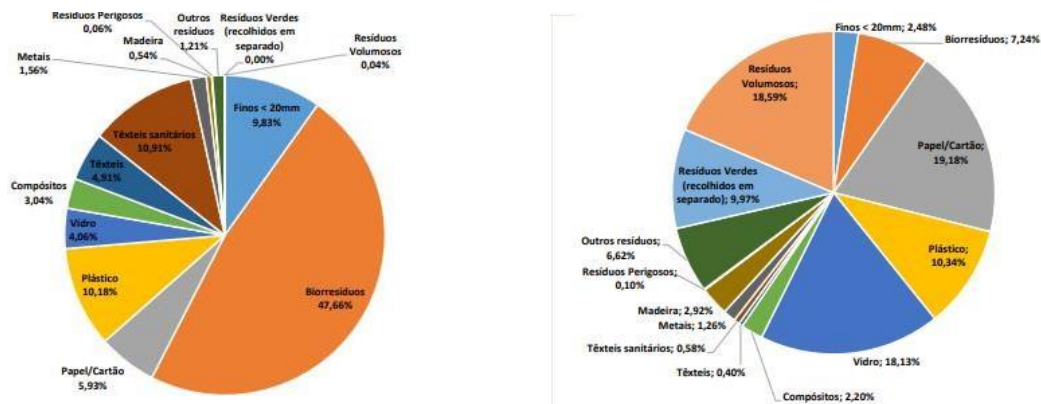


Figura 6 - Caracterização da recolha indiferenciada (à esquerda) e da recolha seletiva (à direita)

Fonte: (APA, Produção e Gestão dos Resíduos Urbanos, 2022)

O papel/cartão e o vidro têm uma representatividade significativa no âmbito da recolha seletiva. O plástico é um material com quantitativos significativos recolhidos tanto a nível da seletiva como da indiferenciada. De destacar ainda a elevada representatividade dos resíduos volumosos na recolha seletiva.

Para além disso, foi feita também uma análise em 2022 às frações recolhidas seletivamente, designadamente vidro, papel/cartão e embalagens (plástico / metal / ECAL). Os resultados podem ser analisados nas figuras seguintes.

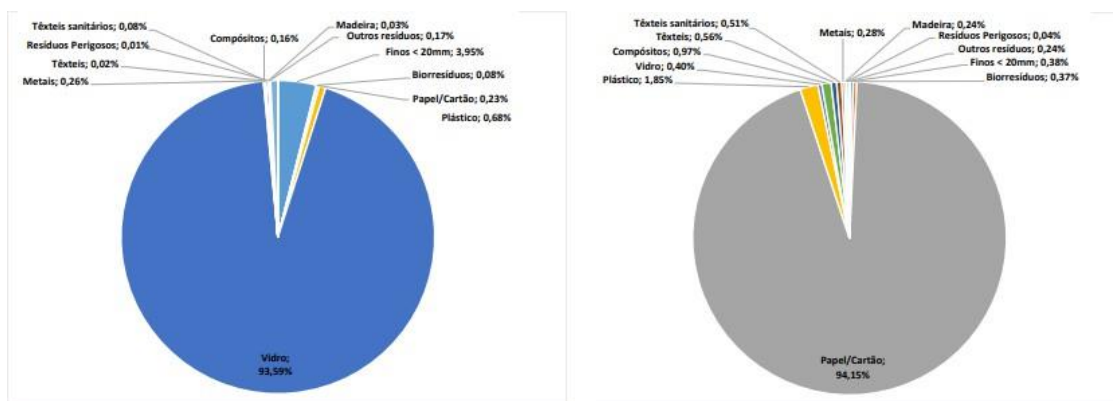


Figura 7 - Caracterização física Vidro (à esquerda) e do papel/cartão (à direita)

Fonte: (APA, Produção e Gestão dos Resíduos Urbanos, 2022)

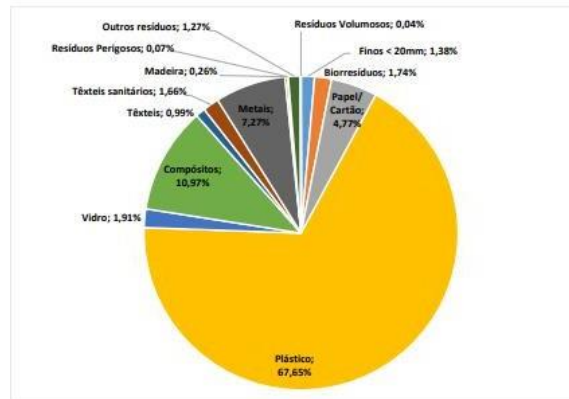


Figura 8 - Caracterização física das embalagens

Fonte; (APA, Produção e Gestão dos Resíduos Urbanos, 2022)

No caso do vidro e do papel/cartão a contaminação é inferior a 10%, correspondendo os restantes 90% a material apto à retoma. No caso da recolha através do designado ecoponto amarelo, o plástico e o metal representam a maior fração (75%), sendo que a fração compósita, que inclui as embalagens que contiveram alimentos líquidos (ECAL), tem uma representatividade de 11%, fração essa que também deverá ser encaminhada para o referido ecoponto. Assim, no total, existirá um grau de contaminação de cerca de 14% por via desta recolha.

2.5. Classificação dos Resíduos Urbanos

A política em matéria de resíduos tem como objetivo prioritário evitar e reduzir os riscos para a saúde humana e para o ambiente, garantindo que a gestão de resíduos seja feita a partir de processos ou métodos que não sejam suscetíveis de gerar efeitos adversos para o ambiente, nomeadamente a poluição da água, do ar, do solo, afetação da fauna e da flora, ruído ou odores ou danos em quaisquer locais de interesse e na paisagem. Desta forma, é fundamental que os resíduos sejam devidamente separados e classificados na origem, para que o seu destino final seja o mais adequado e o menos nefasto para a saúde humana e para o ambiente. Neste contexto, a classificação de resíduos como perigosos ou não perigosos, e, em particular, a compreensão do ponto e em que circunstâncias um resíduo deve ser considerado perigoso é uma decisão crucial para a correta gestão de resíduos. (APA, Guia de classificação de resíduos, 2020)

O processo de classificação de resíduos, em traços gerais processa-se em duas fases:

1. Classificação de acordo com a Lista Europeia de Resíduos, LER (Decisão 2014/955/UE, da Comissão);

2. Avaliação da perigosidade que os resíduos apresentam.

2.5.1. Estrutura da Lista Europeia de Resíduos (LER)

Os resíduos podem ser de vários tipos e substâncias e, de forma a classificá-los da melhor forma, é necessário usar a Lista Europeia de Resíduos (LER). O código LER, que significa “o código que identifica os diferentes tipos de resíduos incluídos na Lista Europeia de Resíduos, de ora em diante “LER” (ERSAR, 2018, p. 14), pode, segundo (Marçal, 2019), servir para se conseguir codificar as frações de resíduos recolhidos seletivamente. Segundo o Guia de classificação de resíduos de 2020, a LER é constituída por 20 capítulos, que se encontram numerados de 01 a 20, os quais agrupam resíduos que dizem respeito a uma área específica de atividade geradora de resíduos, nomeadamente industrial, urbana, agrícola e hospitalar, ou simplesmente a processos, a título de exemplo:

- Capítulo 04: Resíduos da indústria do couro e produtos de couro e da indústria têxtil
- Capítulo 07: Resíduos de processos químicos orgânicos

Cada capítulo encontra-se dividido em um ou mais subcapítulos, os quais são identificados por um código de quatro dígitos, sendo que os dois primeiros dizem respeito ao código do capítulo respetivo, como por exemplo:

- Subcapítulo 04 01: Resíduos da indústria do couro e produtos do couro, que pertence ao capítulo 04
- Subcapítulo 07 02: Resíduos do FFDU (Fabrico, Formulação Distribuição e Utilização) de plásticos, borracha e fibras sintéticas, que pertence ao capítulo 07

Cada subcapítulo contém uma descrição mais ou menos detalhada dos resíduos associados a cada subcapítulo, sendo os resíduos identificados por códigos de 6 dígitos, em que, os primeiros dois dizem respeito ao capítulo, os segundos ao subcapítulo e os últimos dizem respeito a um resíduo específico, a título de exemplo:

- Código 04 01 02: Resíduos da operação de calagem, que pertence ao subcapítulo 04 01 que por sua vez pertence ao capítulo 04
- Código 07 02 13: resíduos de plástico, que pertence ao subcapítulo 07 02, que por sua vez pertence ao capítulo 07

Os capítulos 15 e 20, correspondem nomeadamente aos resíduos de embalagens e resíduos urbanos e equiparados, códigos estes, que chegam diariamente aos SGRU,

abrangendo as frações recolhidas seletivamente. Discriminam-se se seguida alguns exemplos:

- Papel/Cartão: 15 01 01 e 20 01 01;
- Plástico: 15 01 02, 15 01 06 e 20 01 39 (plásticos diversos);
- Metal: 15 01 04 e 20 01 40 (sucata);
- Vidro: 15 01 07 e 20 01 02 (vidro plano);
- Madeira: 15 01 03 e 20 01 38.

2.6. Valorização de Resíduos

2.6.1. Valorização Multimaterial

A Valorização Multimaterial dos Resíduos é essencial para a preservação do ambiente através da reutilização ou transformação, em detrimento da sua incineração ou deposição em aterro. Quando a produção de resíduos não pode ser minimizada privilegia-se a reutilização e reciclagem. (teramb, 2020)

Por norma, em Portugal todos os SGRU possuem uma central de triagem onde todos os resíduos de embalagens recolhidos nos ecopontos, por sistema porta-porta, de proximidade e nos ecocentros pertencentes ao município onde esse SGRU faz parte integrante são entregues. (teramb, 2020)

Os materiais são então descarregados na zona de receção da Central de Triagem. Estas descargas são, por norma, sujeitas a uma inspeção, sendo registada a sua qualidade. Os materiais são transportados para uma cabine de triagem manual, onde é feita, nos tapetes de triagem, uma separação por fluxo de material. (teramb, 2020)

Posteriormente os materiais recuperados são prensados e enfardados. Após a produção dos fardos estes são encaminhados para um armazenamento temporário, onde aguardam o transporte, de modo a serem enviados para as indústrias recicladoras.

Na figura seguinte é possível observar duas das cabines de triagem do SGRU, Suldouro S.A., onde se realiza separação multimaterial.



Fonte: O próprio

Figura 9 - Valorização Multimaterial Suldouro

2.6.2. Valorização Energética

A valorização energética dos resíduos urbanos consiste na recuperação da energia calorífica, mediante um processo térmico de tratamento controlado, e na sua transformação em energia elétrica. (Lipor, 2020)

De forma simples, uma Central de Valorização Energética, tem como principal objetivo proceder ao tratamento térmico controlado dos resíduos urbanos que não apresentem potencialidades de valorização pelos processos de reciclagem orgânica e multimaterial, recuperando a sua energia endógena para a produção de energia elétrica. (Lipor, 2020)

Em Portugal só existem dois SGRU com CVE, nomeadamente, a Lipor e Valorsul. Deste modo, focando no caso da Lipor, CVE localizada na Maia, o circuito de funcionamento inicia-se com a receção dos resíduos urbanos indiferenciados provenientes dos vários circuitos dos Municípios que constituem o SGRU, sendo armazenados numa fossa de receção. Este processo ocorre no interior de um edifício fechado, mantido em depressão para evitar a propagação de odores, sendo os resíduos posteriormente transferidos para duas linhas de tratamento onde são queimados a elevadas temperaturas (1000° C a 1200° C) na presença de excesso de oxigénio. (Lipor, 2020)

Deste processo de combustão são libertados gases a elevadas temperaturas que passam por uma caldeira de recuperação de energia, onde o seu calor é aproveitado para a produção de vapor de água e posteriormente transformado em energia elétrica. (Lipor, 2020)



Figura 10 - Central de Valorização Energética, Lipor

Fonte: (Lipor, 2020)

2.6.3. Valorização Orgânica por Digestão Anaeróbia

A digestão anaeróbia é um processo biológico, que acontece naturalmente, quando as bactérias decompõem a matéria orgânica em ambientes com pouco ou nenhum oxigênio convertendo, diretamente para uma mistura de metano e dióxido de carbono com pequenas quantidades de outros gases tais como sulfureto de hidrogênio, denominada por biogás. (Miguel, 2015)

Quase todo o material orgânico biodegradável pode ser processado por digestão anaeróbia, incluindo por exemplo, o papel e cartão, que não seja possível reciclar, por contaminação devida à presença de alimentos, resíduos verdes, restos de comida, os efluentes industriais, esgotos e resíduos animais. (Miguel, 2015)

A matéria orgânica pode ser sujeita a um processo mecânico de redução de volume, para aumentar a área de superfície disponível para os microrganismos nos digestores e, conseqüentemente aumentar a velocidade de digestão. O processo de digestão anaeróbia ocorre num recipiente hermético, denominado por digestor. (Miguel, 2015)

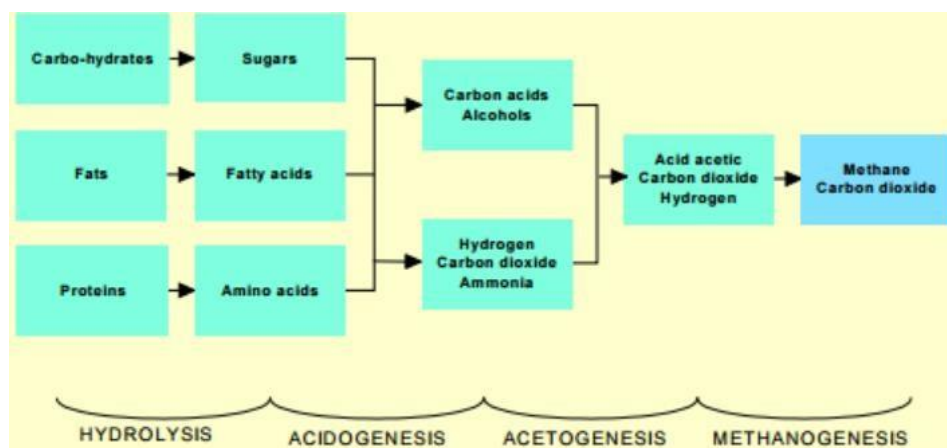


Figura 11 - Fases da digestão anaeróbia para produção de biogás

Fonte: (Miguel, 2015)

A digestão anaeróbia ocorre de acordo com as fases representadas na Figura acima.

- Hidrólise - uma reação química, em que as moléculas orgânicas complexas estão repartidas em açúcares simples, aminoácidos, ácidos gordos, com a adição de grupos hidroxilo.
- Acidogénese – as moléculas resultantes da hidrólise são metabolizadas por bactérias acidogénicas dando origem a moléculas mais simples,

nomeadamente, ácidos gordos voláteis; (AGVs), amoníaco, Dióxido de Carbono e sulfeto de hidrogênio;

- Acetanogénese - as moléculas simples de acidogénese são digeridas para produzir CO₂, hidrogénio e ácido acético.
- Metanogénese - metano, CO₂ e água são produzidos através de bactérias metanogénicas. (Miguel, 2015)

2.7. Destino final dos Resíduos

No que toca ao destino final dos resíduos, o destino mais incidente, da maior parte dos SGRU, continua a ser o Aterro.

A figura seguinte demonstra o destino do RU em Portugal Continental, representado em percentagem, entre 2016 e 2022.

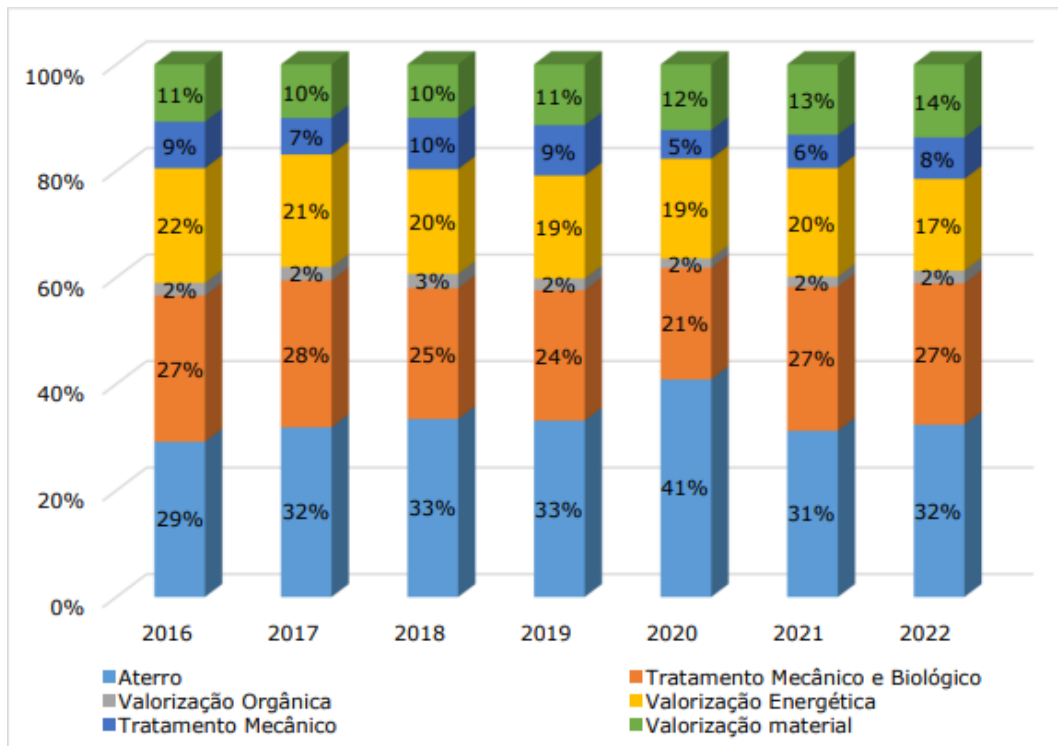


Figura 12 - Destino dos RU entre 2016 e 2022 (%)

Fonte: (APA, Produção e Gestão dos Resíduos Urbanos, 2022)

Em 2022 verificou-se um ligeiro aumento (1%) da deposição de resíduos em aterro, contrariando a diminuição verificada em 2021. Acresce que, a percentagem de resíduos encaminhada para valorização energética foi de 17%, resultando assim num

total de 49% (quase metade) de RU encaminhados para os destinos mais baixos da hierarquia de resíduos. A restante parcela de RU (51%) teve como destino o tratamento mecânico e biológico, valorização orgânica e valorização material. Em termos percentuais o aterro continua a ser o destino preferencial (32%). (APA, Produção e Gestão dos Resíduos Urbanos, 2022)

A figura seguinte representa o resultado desagregado, por SGRU, no que respeita ao encaminhamento de resíduos.

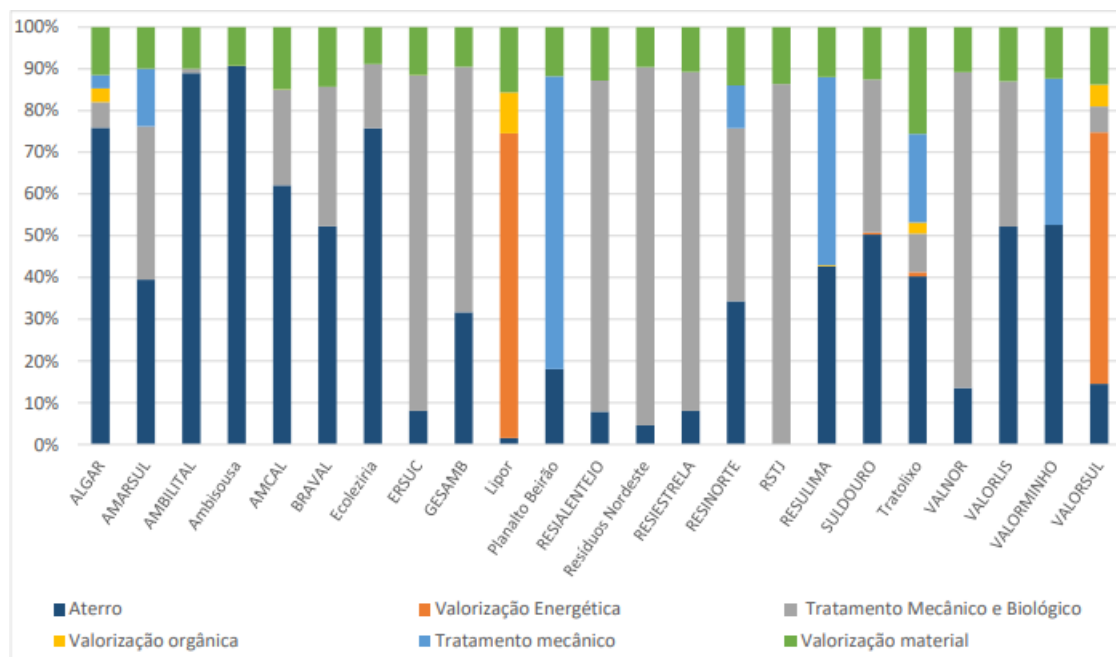


Figura 13 - Destinos dos RU (%), por SGRU em 2022

Fonte: (APA, Produção e Gestão dos Resíduos Urbanos, 2022)

3.0. Apresentação Suldouro S.A

3.1. Caracterização geral da Suldouro

A Suldouro – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos, S.A, é o sistema multimunicipal, constituído em 1996 pelo Decreto-lei 89/96 de 3 de julho, para tratar em modo de exclusividade por 25 anos e expandido até ao ano de 2034, os resíduos produzidos nos municípios de Vila Nova de Gaia e de Santa Maria da Feira. Em março de 1999, a empresa iniciou as suas funções de exploração e, em 2015, integrou o grupo Mota Engil, apresentando três acionistas: Environmental Global Facilities (EGF) assumindo a posição maioritária com 60% do capital social da empresa, o município de Vila Nova de Gaia com 25% e o município de Santa Maria da Feira com 15% (Suldouro S.A, 2023). A empresa EGF atua no contexto ambiental, sendo considerada a empresa líder no que respeita ao tratamento e valorização dos resíduos em Portugal. Esta é constituída por 11 entidades de gestão de resíduos urbanos, englobando 174 municípios com aproximadamente 6,2 milhões de habitantes. As 164 infraestruturas que possuem, tratam cerca de 3,3 milhões de toneladas de resíduos dos quais 325 mil toneladas são recicladas. A nível de corretivos orgânicos produzem 24 mil toneladas e, ainda, 501 GWh de energia durante um ano (EGF, 2020). A figura seguinte ilustra as 11 entidades que englobam o grupo EGF e a posição geográfica em que se encontram em Portugal Continental.



Figura 14 - Empresas grupo EGF

Fonte: (EGF, 2020)

A Suldouro serve cerca de 440 000 habitantes, numa área de 384 km², e é responsável pela gestão da recolha, triagem, tratamento e valorização de resíduos

sólidos urbanos do Sistema Multimunicipal do Sul do Douro, abrangendo dois municípios, nomeadamente Vila Nova de Gaia e Santa Maria da Feira. As infraestruturas de que dispõe são: dois aterros, localizados em Sermonde e em Canedo; uma estação de triagem; uma Central de Valorização Orgânica; duas Centrais de Valorização Energética e duas Estações de Tratamento de Lixiviados. Além destas infraestruturas, a empresa possui um sistema de recolha seletiva com uma grande rede de ecopontos, cerca de 1 935 ecopontos de proximidade, e cinco ecocentros: dois em Vila Nova de Gaia, nas freguesias de Sermonde e Vilar do Paraíso e três em Santa Maria da Feira, nas freguesias de Lobão, Souto e Canedo (ver figura seguinte). (Suldouro S.A, 2023)



Figura 15 - Infraestruturas da empresa Suldouro S.A.

Fonte: (Suldouro S.A, 2023)

3.2. Central de Valorização Orgânica (CVO)

A central de valorização orgânica visa reduzir a quantidade de resíduos que são depositados em aterro, recuperar materiais para reciclagem, produzir eletricidade e composto corretivo de solos.

A CVO tem capacidade para processar 90 000 ton/ano com capacidade de 111 ton/dia para valorização orgânica por digestão anaeróbia.

Os RUB são tratados por digestão anaeróbia, produzindo-se composto e biogás, o qual é valorizado energeticamente, sendo a energia produzida injetada na rede elétrica nacional.

3.3. Central de Valorização Energética

A decomposição anaeróbia da matéria orgânica depositada em aterro gera um gás rico em metano que se designa por biogás.

A Suldouro efetua a produção e o tratamento deste gás e produzindo no final, eletricidade na central de valorização energética equipada com 7 motores-geradores com uma potência instalada de 7,46 MW, contribuindo assim para a valorização energética.

Para além disso, fornece ainda, através do circuito de arrefecimento, energia térmica necessária para o aquecimento das instalações. Em termos médios, produz eletricidade capaz de satisfazer as necessidades de consumo energético de perto de 10 mil habitações no ano.

A energia elétrica produzida pela Suldouro permite também uma redução das emissões de gases com efeito de estufa na ordem de 7 mil toneladas equivalentes, bem como uma redução da dependência energética equivalente ao consumo de 19 mil barris de petróleo.

3.4. Aterro sanitário de Sermonde e Canedo

Um Aterro Sanitário é um espaço destinado à deposição final de resíduos gerados pela atividade humana. No grupo EGF é também a última opção ambiental num sistema de gestão integrada, situação que existe em Portugal.

A empresa Suldouro S.A. contempla dois aterros sanitários, um localizado em Sermonde e outro em Canedo sendo que, o primeiro se encontra na sua máxima lotação e em processo de selagem. O segundo aterro encontra-se em pleno funcionamento.

A construção de ambos os aterros, contemplou as melhores práticas e tecnologias de proteção ambiental e de saúde pública disponíveis, nomeadamente:

- Impermeabilização do fundo e taludes;
- Rede separativa de drenagem de lixiviados;
- Rede de drenagem e captação de biogás;
- Sistema de controlo de qualidade das águas subterrâneas.

Na figura seguinte está representada parte das instalações do aterro de Canedo.



Figura 16 - Aterro sanitário de Canedo

Fonte: O próprio

3.5. Central de Triagem

A central de triagem da Suldouro S.A, foi remodelada em 2021 considerando uma capacidade nominal mínima de 4,5ton/h de resíduos de recolha seletiva de embalagens de plásticos e metais (Ecoponto Amarelo), de forma a possibilitar a recuperação de diversos materiais recicláveis, como plástico filme, PEAD, PET, ECAL, plásticos mistos e ainda diversos metais. (Suldouro S.A, 2023)

A Suldouro sentiu a necessidade de renovar a sua estação de triagem para visar não apenas o cumprimento das metas previstas no PERSU 2020, mas também para dar resposta ao aumento significativo da recolha de resíduos recicláveis. (Suldouro S.A, 2023)

O aumento significativo de entrada de resíduos recicláveis na Suldouro, ficou-se a dever não apenas à recolha efetuada via ecopontos, mas principalmente ao

alargamento do sistema de recolha seletiva porta-a-porta implementado, que representa à data, 37% do peso total da recolha seletiva (Suldouro S.A, 2023)

Importa ainda referir que a renovação da estação de triagem teve por base o aproveitamento do espaço da linha previamente existente, bem como alguns equipamentos que já existiam, que foram alvo de uma requalificação exaustiva.

3.5.1. Área de deposição

A área de deposição dos resíduos rececionados é um edifício novo localizado paralelamente ao edifício existente da central. Esta área serve exclusivamente para deposição e acumulação dos resíduos depositados pelas viaturas de recolha seletiva, estando representada na figura abaixo. Este edifício apresenta 2 portões em fachadas distintas.



Figura 17 - Zona de deposição de resíduos de embalagem

Nesta zona opera um colaborador com uma máquina pá carregadora, que trata da arrumação do material neste espaço e alimenta um doseador, tal como representado na figura seguinte. Tem ainda a função de verificar a conformidade do material descarregado pelas viaturas, e posteriormente o que transporta para o doseador, por forma a remover algum tipo de material que possa causar impedimentos/entupimentos à linha de triagem, nomeadamente volumosos (sucata, mangueiras, entre outros) e embalagens com líquidos (óleos e ácidos).



Figura 18 - Deposição dos resíduos no doseador pela máquina pá carregadora

3.5.2. Fase da pré-triagem

O resíduo é descarregado no alimentador doseador, responsável por garantir um fluxo contínuo e homogêneo de resíduos para a linha de triagem. Este equipamento pode ser programado de modo que, a linha circule a maior ou menor velocidade de acordo as necessidades verificadas ao momento. Este equipamento distribui então, o resíduo recebido, no tapete da linha de triagem que alimenta por sua vez a cabine de pré-triagem (triagem de volumosos (CT-1)).

Nesta primeira cabine feita é realizada uma triagem inicial com vista à remoção dos materiais volumosos ou indesejados, nomeadamente, monstros, vidro, plástico filme e papel/cartão de maiores dimensões.

Esta cabine está desenhada para laboração de quatro triadores, encontrando-se, no entanto, à data, apenas 3 triadores a desempenhar a sua função. Esta cabine encontra-se a uma altura de quatro metros, o que permite a colocação de contentores para acumular as frações recuperadas. Os tapetes de triagem estão munidos de ajuste de velocidade, permitindo assim que seja efetuado o ajuste da velocidade ideal por parte dos operadores, para um trabalho eficiente.

Após passagem pela CT-1, os resíduos transitam para o “abre-sacos”. Este equipamento tal como o nome sugere está encarregue pela abertura de todos os sacos, com vista a possibilitar o espalhamento dos resíduos pelo tapete, com vista à otimização da eficiência dos equipamentos existentes a jusante.

3.5.3. Balístico e fração plana

No separador balístico é feita a separação dos materiais pela sua densidade, tipologia e dimensão obtendo-se assim no final três frações: fração plana (fração 2D), fração rolante (fração 3D) e fração fina. Este foi um dos equipamentos requalificados. Na figura seguinte encontra-se representado o balístico da central de triagem da Suldouro.

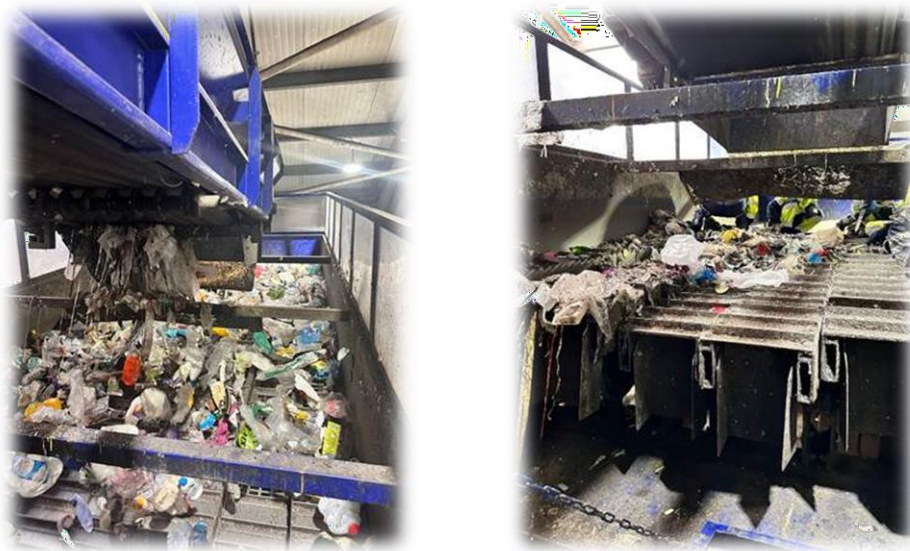


Figura 19 - Balístico

No balístico representado, as frações seguem o seguinte percurso:

- Fração 3D – descarregada no transportador T05 (tapete 05) passando no separador magnético e posteriormente na linha de rolantes;
- Fração fina – descarregada no transportador T08 (tapete 08) e posteriormente no contentor de refugo;
- Fração 2D – descarregada no transportador T07 (tapete 07) passando posteriormente para a cabine de triagem de planos.

A fração 3D do separador balístico passa de seguida num separador magnético 3D que capta quaisquer materiais ferrosos que se encontrem naquele fluxo e são descarregados num contentor metálico.

Após a passagem pelo separador magnético, o fluxo de rolantes é encaminhado diretamente para a cascata de separadores óticos.

A fração fina do balístico é enviada para refugo, à qual se junta, no fim de linha, a fração resto da separação efetuada nas cabines de planos e rolantes.

A fração dos planos é enviada para a cabine de planos (CT-2) onde se encontram 8 operadores, onde os 4 primeiros têm como principal função separar o plástico filme separando os restantes 4, os plásticos mistos. Na parte de baixo da cabine, existem duas baias de grandes dimensões para armazenar todo o plástico filme e plásticos mistos recuperados pelos triadores.

Após passagem pela presente cabine, o material que prossiga no tapete é considerado como refugo da fração plana, e junta-se ao refugo da fração rolante.

3.5.4. Etapa de triagem da fração rolante

Depois de retirados os metais ferrosos da fração rolante, esta é encaminhada para um sistema de separação automático composto por 4 separadores óticos.

Os separadores óticos por meio de um sistema de câmaras e deteção de espectrometria, conseguem detetar com maior ou menor facilidade os diferentes tipos de materiais e com ajuda de ar comprimido, os materiais “alvo” são soprados quando estes passam por cima do bloco de válvulas.

É de salientar que os tapetes de aceleração dos óticos estão desenhados para uma alta cadência de velocidade e ainda tem incorporado variadores de frequência, permitindo assim o ajuste para a velocidade ideal de separação.

A fração rolante é descarregada no SO1 (separador ótico 1) (figura seguinte) onde é feita a recuperação de embalagens PET, ou seja, assim que estas passam pelo sensor é automaticamente acionado um sopro e este material é soprado para um tapete.



Figura 20 - Óticos de leitura de materiais

Esta fração que não é soprada, segue diretamente para a faixa 1 do SO2 (separador ótico 2) onde é feita a captura de embalagens de PEAD. Depois deste processo é feita uma recirculação do material, neste caso, para a faixa 2 do SO1 passando novamente pelo SO2.

As frações de PET e PEAD que foram separadas são encaminhadas para outros SO para ser feita uma avaliação da sua pureza. A fração PET segue para o SO3 enquanto a fração PEAD segue para o SO4. Nestes SO o objetivo é diferente do SO1 e SO2. Nos primeiros separados o objetivo é soprar um material alvo (naquele caso PET e PEAD), no caso de SO3 e SO4 o objetivo é soprar o material não alvo, ou seja, soprar o que está a contaminar o fluxo de PET e o fluxo de PEAD.

De seguida, as frações puras são descarregadas nas tremonhas iniciais, por outro lado, os contaminantes são soprados e caem na 2ª tremonha.

Voltando ao sistema SO1/SO2, depois da recirculação para a faixa nº2, é feita a captura de ECAL e Mistos. A fração resto sai na 1ª tremonha da faixa nº2 do SO2.

Os fluxos já afinados de PET e PEAD provenientes do sistema SO3/SO4, e os fluxos de ECAL e Mistos provenientes do sistema SO1/SO2 seguem cada um em tapetes separados para uma etapa de controlo de qualidade na cabine 3 (CT-3).

Nesta cabine temos 4 CQ (controlo de qualidade), sendo eles PET, PEAD, Mistos e ECAL, sendo que, em cada um deles se encontra um triador.

Os contaminantes removidos nestes tapetes são colocados em sacos localizados próximos do triador e quando estes estão próximos da sua máxima capacidade existe um trabalhador que fica responsável do despejo dos sacos, seja no tapete central para enviar para refugio o material indesejado, seja nas baias por baixo da cabine CT-3 onde o material será reaproveitado.

Tratando-se de triagem negativa, nos tapetes de controlo de qualidade, o material que não é removido pelos triadores segue diretamente para a respetiva baía.

A fração restante proveniente do sistema SO1/SO2 (que sai na 1ª tremonha da faixa nº2 do SO2) junta-se aos contaminantes removidos no SO3 e SO4, e toda esta fração vai ser alimentada ao transportador de triagem da CT-3. Neste tapete central, encontram-se 3 triadores, somando um deles a responsabilidade por despejar todos os sacos resultantes da triagem efetuada nos postos do CQ (controlo de qualidade). Quando este triador se apercebe ou é avisado pelos restantes triadores que existem sacos para despejar, este deixa o tapete e realiza essa tarefa.

3.5.5 Processamento do refugio

Depois da fração passar na CT-2 e da fração rolante passar na CT-3 obtém-se a fração refugio tanto dos planos como dos rolantes.

Estas duas frações, resultantes das cabines CT-2 e CT-3, reúnem-se num transportador único onde passam seguidamente por um separador magnético que fará a recolha de metais ferrosos.

O material restante é então enviado por outro tapete para o separador de Foucault (separador de metais não ferrosos, SMNF) onde é feita a recuperação de metais não ferrosos como alumínio. As frações metálicas e não metálicas são encaminhadas para os respetivos contentores. Na figura seguinte podem ser visualizados os dois separadores existentes nas instalações da Suldouro S.A.

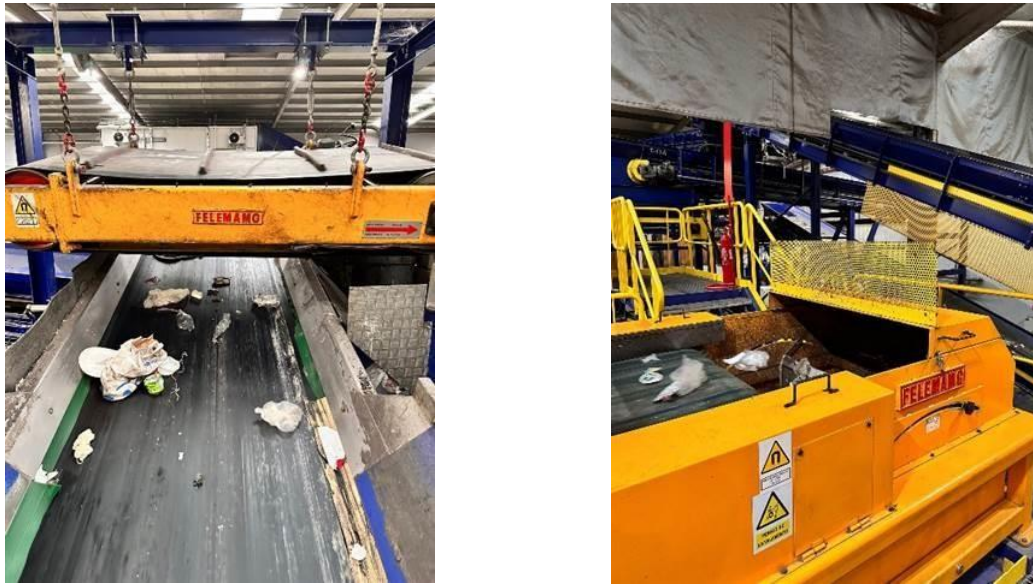


Figura 21 - Separador de metais ferrosos (à esquerda) e separador de metais não ferrosos (à direita)

A fração resto de todo este processo junta-se por fim, à fração dos finos do separador balístico, sendo denominada por refugo da instalação, seguindo para um fundo móvel para posterior transporte para deposição em aterro sanitário.

3.5.6 Baías e prensagem

Na instalação da triagem existem duas prensas, uma destinada à prensagem de metais e outra destinada a multimaterial.

A prensa de metais recebe o material separado pelo separador de ferrosos. Os metais não ferrosos nomeadamente alumínio, são armazenados em sacos e, aquando de quantidade suficiente para prensagem de um fardo, são diretamente inseridos no tapete que alimenta a prensa multimaterial.

No que toca à prensa multimaterial, esta recebe o material que é armazenado nas baías de apoio às duas cabines existentes na instalação (CT-2 e CT-3) e para além disso, os metais não ferrosos nomeadamente alumínio que são previamente armazenados em sacos como é possível ver na figura seguinte. Estas baías apresentam uns portões e o operador do equipamento está responsável por abrir esses portões e empurrar o material existente dessas baías para o tapete de alimentação da prensa que se encontra dentro de um fosso e abaixo do nível do solo.

Por fim, o material é prensado, enfardado e encaminhado para as indústrias recicladoras.



Figura 22 - Prensa PAAL Multimaterial



Figura 23 - Metais não ferrosos armazenados em sacos de serrapilheira

3.5.7. Número de Operadores

Neste ponto é apresentado um breve resumo acerca do número de triadores que operam no 1º turno da central de triagem.

O 1º turno opera das 7h30 às 15h30 encontrando-se na tabela seguinte, o número de postos e respetivo descritivo de funções que desempenham.

Tabela 4 - Número de operadores no 1º turno

Localização	Tipo de Operador	Potencial de nº de postos	Nº efetivo de operadores	Descritivo de função
Cabine de Triagem de Volumosos CT-1	Operador de triagem	4	3	Captura de alguns materiais valorizáveis e remoção de materiais prejudiciais ao funcionamento da linha
Cabine dos planos CT-2	Operador de triagem	12	10	Captura de materiais valorizáveis como plástico filme e plásticos mistos
Cabine dos rolantes (triagem dos rolantes) CT-3	Operador de triagem	8	3	Recuperação de materiais valorizáveis como PET, PEAD, ECAL, Mistos e Filme
Cabine dos rolantes (controlo de qualidade) CT-3	Operador de triagem	4	4	Controlo de qualidade aos fluxos separados nos óticos, e recuperação de alguns valorizáveis.
Zona operacional	Condutor de empilhador e operador da prensa	1	1	Operação logística dos contentores pequenos na linha, das baias e das prensas, e armazenamento de material produzido
Sala de comando e zona operacional	Chefe de turno	1	1	Coordenação de todos os operadores e monitorização do SCADA
Zona operacional	Condutor de Pá Carregadora	1	1	Operação logística de alimentação do Alimentador Doseador.

4. Especificações técnicas de resíduos

4.0. Ligação Entidade gestora – municípios

As Entidades Gestoras (EG) dos sistemas integrados de embalagens e resíduos de embalagem (SIGRE) celebram contratos com os municípios ou com as empresas responsáveis por proceder à recolha seletiva e triagem de resíduos de embalagens (caso da Suldouro). (Cristina Carrola, s.d.)

Sem prejuízo da recolha ser assegurada pelas entidades suprarreferidas, as EG em causa devem assegurar a retoma para reciclagem dos materiais de embalagem provenientes tanto da recolha seletiva como da recolha indiferenciada (sendo neste ponto focada apenas a recolha seletiva), sendo que essa retoma deverá respeitar níveis de qualidade previamente definidas em especificações técnicas (ET) em vigor e, disponibilizadas no portal da APA e da Direção geral das Atividade Económicas (DGAE). (Cristina Carrola, s.d.)

As especificações técnicas definidas, no âmbito da Comissão de Acompanhamento da Gestão de Resíduos (CAGER), em articulação com os municípios ou as entidades gestoras de sistemas municipais, multimunicipais ou intermunicipais, associações representativas dos operadores de tratamento de resíduos e entidades gestoras dos SIGRE e outros operadores que utilizem resíduos de embalagens, pretendem garantir a qualidade dos materiais provenientes tanto da recolha seletiva como da indiferenciada, estipulando percentagens mínimas de contaminantes, que não comprometam o tratamento dos resíduos e sua posterior incorporação em novos produtos ou limites de aceitação de humidade, no caso de alguns materiais de embalagem. (Indústria e ambiente, s.d.)

4.1. Comparação entre ET 2007 e ET 2023

Considerando o tema da presente tese, neste ponto será efetuada apenas, a comparação entre as diferenças assinaláveis entre as ET de 2007 e as ET 2023 nos variados resíduos de embalagem provenientes da recolha seletiva.

É importante referir que se referencia as ET 2007 provenientes da Sociedade Ponto Verde (SPV) pois são, com aceitação por parte da CAGER, as que se encontram a vigorar até ao final de 2024. No entanto, a partir de 2025 serão seguidas as ET de dezembro de 2023, publicadas pela APA.

4.1.1. Especificações Técnicas 2007 e 2023

Neste ponto serão apresentadas, primeiramente as definições e teores em massa de produto e contaminantes das ET de 2007 e posteriormente as ET de 2023 seguindo-se no final, um comparativo entre as duas. Serão também, sempre que possível, apresentados dados, das caracterizações feitas na Suldouro aos diferentes tipos de resíduos de embalagem. Todas as figuras foram retiradas do site da APA e da SPV.

4.1.1.1. Papel/Cartão

São consideradas embalagens de papel/cartão, no âmbito desta especificação técnica, as embalagens constituídas por, pelo menos 75% de papel/cartão em peso e cuja função é proteger os produtos que acondicionam e/ou agrupam com o fim de serem transportados, bem como todos os produtos cuja função é a apresentação para venda.

As diferentes percentagens de teor em massa encontram-se representadas na figura seguinte.

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)
PRODUTO	Resíduos de Embalagens de Cartão Canelado	≥ 95,00%
	Resíduos de Embalagens de Cartão Compacto	
	Resíduos de Embalagens de Papel	
CONTAMINANTES	Resíduos de embalagens diferentes das embalagens de papel/cartão e papeis não embalagem.	< 5%
	Resíduos de Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos	
	Outros não especificados ⁽¹⁾	≤ 1%
	Resíduos de embalagens de papel/cartão com resíduos orgânicos	≤ 0,01%
	Resíduos de embalagens de papel/cartão com cimento, betume ou alcatrão.	
	Resíduos de embalagens de papel/cartão que tenham contido resíduos perigosos	0%

Figura 24 - Lotes de resíduos de embalagens de Papel/Cartão, ET 2007

Para além disso, no caso do papel/cartão existem limites de aceitação do lote, tendo também por base o teor de humidade dos lotes. Como podem observar na figura

seguinte, um lote que apresenta teores de humidade acima de 25% é recusado pelo retomador. Por sua vez, se o teor variar entre 10 e 25% o lote é aceite pelo retomador, mas com abatimento, ou seja, um corte no valor comercial do lote. Por último, se este apresentar valores abaixo dos 10% de humidade, o lote é aceite sem qualquer inconveniente.

LIMITES DE ACEITAÇÃO		TEOR (%)
HUMIDADE	O Lote é aceite	$\leq 10\%$
	O Lote é aceite com abatimento	$>10\% \text{ e } \leq 25\%$
	O Lote é recusado	$> 25\%$

Figura 25 - Limites de aceitação de Humidade, ET 2007

Para a APA e de acordo com as ET de 2023, a definição muda ligeiramente sendo que passa a ser uma mistura de resíduos de embalagem de papel/cartão incluindo outros componentes da embalagem nomeadamente colas, rótulos ou agrafes da própria embalagem e onde as embalagens de ECAL passam a constituir um lote próprio.

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)	
PRODUTO	Resíduos 100% de papel/cartão, em peso (embalagem e não embalagem)	$\geq 95,00$	
	Resíduos de embalagens com teor de papel cartão $\geq 85\%$ e $< 100\%$, em peso	$\leq 5,00$ nos 95%	
CONTAMINANTES	Outros não especificados	$\leq 5,00$	$\leq 5,00$
	Resíduos de papel/cartão com cimento, betume ou alcatrão	$\leq 0,02$	

Figura 26 - Lotes de resíduos de embalagem de papel/cartão, ET 2023

Uma nota explicativa importante a referir é que, os resíduos de embalagens diferentes das embalagens de papel/cartão e papéis não embalagem assim como ECAL e resíduos de embalagens de papel/cartão com resíduos orgânicos, que nas ET 2007 possuíam um teor em massa específico, nas novas ET de 2023 passam a englobar o

parâmetro “Outros não especificados” com o total de teor em massa a não ultrapassar os 5% da totalidade do lote.

No que respeita ao limite de aceitação de humidade, nas ET 2023, importa salientar que os valores também sofrem uma ligeira mudança sendo que, tal como se pode observar na figura seguinte, de forma mais benevolente, as entidades gestoras aceitam lotes com um teor de humidade até 12% onde o limite outrora era de apenas 10%.

LIMITES DE ACEITAÇÃO	TEOR (%)
O lote é aceite	$\leq 12,0$
O lote é aceite com abatimento	$>12,0$ e $\leq 25,0$
O lote é recusado	$> 25,0$

Figura 27 - Limites de aceitação de Humidade, ET 2023

4.1.1.2. EPS (Esferovite)

No que toca a EPS, este é considerada a mistura de Resíduos de Embalagem de EPS (esferovite), cuidadosamente esvaziados do seu conteúdo limpos e secos, que tenham servido para acondicionar produtos secos.

Na figura seguinte são apresentadas as percentagens aceites tanto de produto como de contaminantes.

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)
PRODUTO	Resíduos de embalagem de EPS	$\geq 94\%$
CONTAMINANTES	Outros Não Especificados	$\leq 6\%$
	Resíduos Perigosos	0%

Figura 28 - Lotes de resíduos de embalagem de EPS, ET 2007

É importante salientar que os “Outros não especificados” são considerados todos os materiais não plásticos e outros plásticos não especificados como sejam, por exemplo: outros resíduos plásticos, embalagens de colas, silicones, tintas, vernizes e fitossanitários, e EPS com odores fortes.

A definição tendo em conta a APA e as ET de 2023 muda, para uma mistura de resíduos de embalagem de EPS (esferovite), esvaziados do seu conteúdo, limpos e secos.

Nada é referido nas novas ET que este EPS só possa ser aceite se tiver sido servido para acondicionar produtos secos.

MATERIAL		TEOR EM MASSA (%)
PRODUTO	Resíduos de embalagem de EPS	≥95,00
CONTAMINANTES	Outros não especificados	≤5,00

Figura 29 - Lotes de resíduos de embalagem de EPS, ET 2023

Comparando as duas figuras é possível verificar que, as mesmas se diferenciam nas percentagens de contaminantes e produto, dado que, nas ET 2023 é necessário que 95% da totalidade do lote seja resíduo de embalagem de EPS, contrariando os 94% nas ET de 2007.

4.1.1.3. PEAD

De acordo com a SPV, por PEAD condissera-se uma mistura de resíduos de embalagem de PEAD enfardados, como por exemplo: garrafas, frascos e outros recipientes de PEAD, opacos e coloridos, que tenham servido para embalar, produtos alimentares, de higiene, para lavagem de louça e roupa, amaciadores ou álcool, cuidadosamente esvaziados do seu conteúdo. Os valores de teor em massa estão representados na figura seguinte.

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)
PRODUTO	Resíduos de embalagem de PEAD	≥ 95%
	Resíduos de embalagem de PP (apenas embalagens rígidas, excluindo peças injectadas)	< 10%
CONTAMINANTES	Papel (não constituinte da embalagem)	≤ 1%
	Resíduos perigosos	0%
	Outros Não Especificados	≤ 4%
	Peças de PEAD por injeção	≤ 1%

Figura 30 - Lotes de resíduos de embalagem de PEAD, ET 2007

Em 2023, a definição de PEAD foi simplificada, passando a ser considerada uma mistura de resíduos de embalagem de PEAD: garrafas, garrafões, frascos e outros recipientes de PEAD. Os valores em matéria de teor em massa também sofreram alterações tal como se pode observar na figura seguinte.

MATERIAL		TEOR EM MASSA (%)	
PRODUTO	Resíduos de embalagem de PEAD	≥ 96,00	
CONTAMINANTES	Papel (não constituinte da embalagem)	≤ 1,00	≤ 4,00
	Outros não especificados	≤ 4,00	
	Embalagens por injeção em PEAD ou PP	≤ 1,00	
	Borrachas, silicones e espumas	≤ 0, 40	

Figura 31 - Lotes de resíduos de embalagem de PEAD, ET 2023

Analisando a figura supra apresentada verifica-se que, em 2023, as entidades gestoras apenas aceitam lotes de PEAD com um teor em massa de 96% de PEAD.

Para além disso, desconsideram os 10% de resíduos de embalagem de PP, aceites em 2007 e, englobam este percentual, nos “Outros não especificados” assim como, todos os materiais não plásticos e outros plásticos, incluindo embalagens que tenham servido a colas, tintas, vernizes e embalagens que tenham contido produtos fitossanitários;

Passam, contudo, a discriminar o contaminante “borrachas, silicones e espumas”, mantendo o “papel não constituinte de embalagem” nos 1%.

4.1.1.4. Filme

Segundo a definição da SPV de 2007, Plástico Filme são resíduos de embalagens flexíveis em polietileno secos e limpos, como por exemplo.: mistura de filmes, mangas e sacos diversos com dimensões superiores a uma folha A3 (420 x 297 mm). A medida refere-se à superfície total do produto (ex. saco típico de supermercado).

Os diferentes valores de percentagem tanto de produto como contaminantes estão representados na figura seguinte.

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)
PRODUTO	Resíduos de embalagem flexíveis de PEAD + PEBD	≥ 94%
	Filmes de PP	< 2%
CONTAMINANTES	Outros Filmes	≤ 2%
	Papel (não constituinte da embalagem)	≤ 1,5%
	Resíduos Perigosos	0%
	Outros Não Especificados	≤ 5%

Figura 32 - Lote de resíduos de embalagem de Filme 2007

São considerados “Outros não especificados”, todos os materiais não plásticos e outros plásticos não especificados como sejam os filmes metalizados e laminados e resíduos de embalagem de produtos gordurosos e filmes com odores fortes.

Na tabela seguinte são apresentados os valores da caracterização física realizada na Suldouro, ao material Plástico Filme em dezembro de 2023 e em janeiro de 2024.

Tabela 5 - Caracterização Física de plástico filme da Suldouro em 2023 e 2024

Filme	dez/23	jan/24	Especificações Técnicas
PRODUTO	97%	95%	
Resíduos de Embalagens Flexíveis de PEAD +PEBD > A3*	97,15%	94,88%	≥ 94%
Filmes de PP > A3	1%	0%	< 2%
CONTAMINANTES	1,8%	5,0%	
Outros Filmes	0%	3%	≤ 2%
Papel (não constituinte da embalagem)	0%	0,08%	≤ 1,50%
Resíduos Perigosos	0%	0%	0%
Outros não especificados**	2%	2%	≤ 5%

Analisando os dados e segundo as ET de 2007, que são as que vigoram até ao final do ano de 2024, a Suldouro está a cumprir as especificações técnicas concomitantemente em teor de produto e em teor de contaminantes.

Analisando agora, segundo a ET 2023, resíduos de Plástico Filme são resíduos de filme flexível em polietileno (embalagem e não embalagem), secos e limpos, como mistura de filmes, mangas e sacos diversos incluindo ainda o filme estirável. As diferenças em teor de massa encontram-se representadas na figura seguinte.

MATERIAL		TEOR EM MASSA (%)	
PRODUTO	Resíduos de filme flexíveis de PE (embalagem e não embalagem) com tolerância de 2% para filmes de PP	≥ 96,00	
CONTAMINANTES	Outros filmes, por exemplo de PET, PVC	≤ 2,00	≤ 4,00
	Outros não especificados	≤ 3,00	

Figura 33 - Lote de resíduos de embalagem de filme, ET 2023

Algumas alterações ao plástico filme encontram-se no parâmetro dos “outros não especificados” onde, apesar de ser constituído pelo mesmo tipo de material, a quantidade aceite passa de 5% para apenas 3% aceite.

4.1.1.5. PET

A SPV considera como resíduos de embalagens de PET a mistura de garrafas, frascos e outros recipientes de PET, que tenham servido para embalar água, refrigerantes, produtos de higiene, esvaziados do seu conteúdo, perfurados e espalmados. Referem ainda o facto de, no caso de não ser possível perfurar as

embalagens, as mesmas deverão apresentar-se sem tampas ou com a tampa parcialmente aberta.

O lote de resíduos de embalagem de PET e os teores de produto e contaminantes são apresentados na figura infra.

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)
PRODUTO	Resíduos de embalagem de PET	≥ 96%
	PET ÓLEOS	< 0,25 %
CONTAMINANTES	PVC	≤ 0,2%
	Resíduos perigosos	0%
	PE+PP	≤ 0,25%
	Outros Não Especificados	≤ 4%

Figura 34 - Lotes de resíduos de embalagem de PET, ET 2007

É importante salientar que, o conjunto dos resíduos de embalagem de PET e PET óleos tem de corresponder, no mínimo, a 96% da carga, nunca podendo a fração PET óleos exceder os 0,25 % indicados.

Segundo a APA, em 2023, PET são considerados resíduos de embalagem de PET a mistura de garrafas, frascos e outros corpos ocos, esvaziados do seu conteúdo, perfurados e espalmados. Importa salientar que os resíduos termoformados de PET encontram-se excluídos desta definição.

A figura seguinte mostra as diferenças assinaláveis em teor de massa de produto e contaminantes no lote de resíduos de embalagem de PET.

MATERIAL		TEOR EM MASSA (%)	
PRODUTO	Resíduos de embalagens de PET	≥ 97,00	
CONTAMINANTES	PVC	≤ 0,20	≤ 3,00
	PE+PP	≤ 0,25	
	Outros não especificados	≤ 3,00	

Figura 35 - Lote de resíduos de embalagem de PET, ET 2023

Nesta matéria, para além de se ter verificado um aumento do teor de produto de 96% para 97%, a maior mudança face a 2007, é o facto de o PET Óleo deixar de existir como categoria singular e passar a fazer parte dos resíduos de embalagem do PET. Para além do mencionado, importa referir que os resíduos de embalagem de PP e termoformados de PET passam a fazer parte de uma nova categoria de materiais designada por “outras embalagens de plástico” ou mais vulgarmente chamados como plásticos mistos tal como poderemos ver adiante.

As referidas alterações provocam alterações muito significativas numa linha de produção, considerando que as linhas se encontram projetadas e montadas de uma forma singular, pelo que, para englobar as alterações mencionadas, será necessário fazer bastante investimento, designadamente em sede de dimensionamento das baias de armazenamento dos materiais, e em separadores óticos que auxiliem na deteção do tipo de material. No capítulo 5 serão abordadas algumas mudanças efetuadas na linha de produção, com vista a minimizar os impactos destas alterações no refugo final do processo de triagem, tentando por esta via, otimizar o processo da central de triagem, sem recurso a investimento adicional.

4.1.1.6. *PET Óleos*

A definição de PET e PET Óleos é semelhante, traduzindo-se a variação apenas, na tipologia de produto possível de embalar dentro dos recipientes de PET. Segundo a SPV são considerados resíduos de embalagem de PET Óleos, todos os resíduos de embalagens de PET como por exemplo: mistura de garrafas, frascos e outros recipientes de PET, que tenham servido para embalar óleos, água, refrigerantes, produtos de higiene, esvaziados do seu conteúdo, perfurados e espalmados. Novamente de ressaltar que, caso as mesmas não possam ser perfuradas as embalagens deverão apresentar-se sem tampas ou com a tampa parcialmente aberta.

De seguida são apresentados os valores limite de contaminantes e produto presentes no lote de resíduos de embalagem de PET Óleos.

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)
PRODUTO	Resíduos Embalagem de PET	$\geq 96\%$
	PET Transparente cristal+azul	$< 1\%$
CONTAMINANTES	PVC	$\leq 0,2\%$
	Resíduos perigosos	0%
	PE+PP	$\leq 0,25\%$
	Outros Não Especificados	$\leq 4\%$

Figura 36 - Lote de resíduos de embalagem de PET Óleos, ET 2007

O conjunto dos resíduos de embalagem de PET e PET Transparente cristal + azul, tem de corresponder, no mínimo, a 96% da carga, nunca podendo a fração PET Transparente cristal + azul exceder o 1% indicado.

Não obstante, importa ressaltar que, qualquer embalagem de PET que tenha como componentes de embalagem o material PVC, deve ser rejeitada na sua totalidade.

Como referido no ponto anterior, o material PET Óleo passa a englobar a categoria “resíduos de embalagem de PET” e, portanto, em 2023, os valores em matéria de teor de massa de produto e contaminante passam a ser os mesmos da figura 35

4.1.1.7. ECAL (*Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos*)

Designam-se por Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos as embalagens constituídas por, pelo menos, 75 % de papel/cartão em peso e cuja função é proteger os produtos que acondicionam e ou agrupam com o fim de serem transportados, bem como todos os produtos cuja função é a apresentação para venda.

Na figura seguinte é apresentado o Teor de produto e contaminantes máximo.

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)
PRODUTO	Resíduos de Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos	≥ 95,00%
CONTAMINANTES	Resíduos de embalagens de papel/cartão e papéis não embalagem.	<5%
	Resíduos de embalagens diferentes das embalagens de papel/cartão	
	Outros não especificados ⁽¹⁾	≤1%
	Resíduos de embalagens de papel/cartão com cimento, betume ou alcatrão.	≤0,01%
	Resíduos de embalagens de papel/cartão que tenham contido resíduos perigosos	0%

Figura 37 - Lote de resíduos de embalagem de ECAL, ET 2007

(1) O limite para «outros não especificados» considera-se englobado no limite anterior de 5%, bem como os contaminantes que respeitam ao limite de 0,01 %.

A tabela seguinte que retrata os valores da Suldouro nas duas últimas caracterizações físicas, realizadas ao produto de ECAL.

Tabela 6 - Caracterização Física de ECAL da Suldouro, realizada em 2023 e 2024

...the fact that the *Journal of Management Studies* is a leading journal in the field of management studies, and the fact that the *Journal of Management Studies* is a leading journal in the field of management studies.

Analisando os dados, a Suldouro encontra-se novamente a cumprir com as ET de 2007 e apresenta o produto conforme, isto é, pronto a ser retomado.

Para a APA, em 2023, ECAL é definido como uma mistura de resíduos de embalagem de cartão para alimentos líquidos constituídos na sua composição por pelo menos, 75% de papel/cartão em peso. Uma definição idêntica à definição publicada pela SPV em 2007.

Em termos de percentagens de teor de produto e contaminantes, estas podem ser analisadas na figura seguinte.

MATERIAL		TEOR EM MASSA (%)	
PRODUTO	Resíduos de embalagens de cartão para alimentos líquidos	$\geq 95,00$	
CONTAMINANTES	Resíduos de outras embalagens de papel/cartão e papeis não embalagem	$< 5,00$	$\leq 5,00$
	Resíduos de embalagens diferentes das embalagens de papel/cartão		
	Outros não especificados	$\leq 1,00$	
	Resíduos de embalagens de papel/cartão com cimento, betume ou alcatrão	$\leq 0,01$	

Figura 38 - Lote de resíduos de ECAL, ET 2023

Analisando as figuras 37 e 38, constata-se não existirem diferenças a assinalar entre as duas especificações técnicas.

4.1.1.8. Aço seletiva

A SPV considera como resíduos de embalagens de aço, as latas de bebidas e refrigerantes; latas agroalimentares (conservas) e de comida para animais; latas de aerossóis (latas de produtos de higiene pessoal – lacas, espumas de barbear, desodorizante; latas de tintas, diluentes, vernizes, colas e, cintas para embalar.

Na figura seguinte é possível perceber a relação entre teor de produto e contaminantes dos resíduos de embalagem de aço.

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)
PRODUTO	Resíduos de Embalagens de Aço	≥ 90
CONTAMINANTES	Aço não embalagem	≤ 5
	Outros resíduos de embalagem	≤ 5
	Outros não especificados	≤ 2
	Resíduos perigosos	(1)

Figura 39 - Lote de resíduos embalagem de Aço, ET 2007

Por análise da figura supra, verifica-se que aço não embalagem não será aceite, acima de uma percentagem de 5% e considera-se, segundo a SPV, resíduos de Aço não embalagem, os produtos de aço provenientes da recolha seletiva de embalagens, mas que não sejam embalagens, tais como talheres, ferramentas, e pequenos eletrodomésticos.

A definição de acordo com as ET de 2023 é bem mais simples do que a publicada pela SPV em 2007 sendo que, a mais recente, denomina aço, como mistura de aço embalagem e não embalagem.

Na figura seguinte estão representadas as diferenças em teor de massa de produto e contaminantes das ET 2023.

MATERIAL		TEOR EM MASSA (%)	
PRODUTO	Resíduos de embalagem e não embalagem de aço	≥ 95,00	
CONTAMINANTES	Outros resíduos de embalagem	≤ 4,00	≤ 5,00
	Outros não especificados	≤ 2,00	

Figura 40 - Lote de resíduos de embalagem de aço, ET 2023

Por observação da figura acima apresentada, a principal diferença assinalável é o facto de as novas ET admitirem como produto, o aço não embalagem e, por sua vez, o facto de o teor em produto ter aumentado de 90%, em 2007, para 95% nas novas ET.

4.1.1.9. Alumínio seletiva

Para a Sociedade Ponto Verde, definem-se como resíduos de embalagens de alumínio, as latas de bebidas e refrigerantes; latas agroalimentares (conservas) e de comida para animais; latas de aerossóis (latas de produtos de higiene pessoal – lacas, espumas de barbear, desodorizante, etc.); latas de diversas aplicações (latas de charutos, perfumes, cremes, etc.), e tabuleiros (usados essencialmente para transporte da chamada “fast-food” e bolos).

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)
PRODUTO	Resíduos de Embalagens de Alumínio	≥ 90
CONTAMINANTES	Alumínio não embalagem	≤ 5
	Outros resíduos de embalagem	≤ 5
	Outros não especificados	≤ 2
	Resíduos perigosos	(1)

Figura 41 - Lote de resíduos de embalagem de alumínio, ET 2007

Simultaneamente, entende-se por “alumínio não embalagem”, produtos de alumínio provenientes da recolha seletiva de embalagens, mas que não sejam embalagens, tais como talheres e painéis.

Como “outros resíduos de embalagem” considera-se a totalidade dos resíduos não pertencentes a esta família de materiais, como são exemplo as embalagens de aço, plástico, vidro e cartão.

Importa salientar que, nas ET de 2023, a definição de produto conforme passa a contabilizar alumínio embalagem e não embalagem, tal como aconteceu anteriormente no aço.

As principais modificações podem ser analisadas na figura seguinte:

MATERIAL		TEOR EM MASSA (%)	
PRODUTO	Resíduos de embalagem e não embalagem de alumínio	≥ 95,00	
CONTAMINANTES	Outros resíduos de embalagem	≤ 4,00	≤ 5,00
	Outros não especificados	≤ 2,00	

Figura 42 - Lote de resíduos de embalagem de alumínio, ET 2023

Em suma, tal como verificado anteriormente no material aço, a fração não embalagem de alumínio passa a ser contabilizado pelas entidades gestoras como produto, mas, em contrapartida, o teor em produto sobe também de 90% para 95% em 2023.

4.1.1.10. Vidro

Segundo as especificações de 2007 referentes ao vidro existem dois tipos de vidro aceites.

- VIDRO DE EMBALAGEM (sodo - cálcico) - Utilizado na embalagem de produtos alimentares e outros e que uma vez usado, pode ser recolhido de forma seletiva, nomeadamente, frascos, garrafas, garrações, boiões, etc.
- CASCO - Resíduos de embalagem de vidro geralmente incorporadas após tratamento, na composição vitrificável. A cor não consta destas especificações técnicas, sendo considerado como casco mistura, ou seja, todas as cores misturadas.

Na figura seguinte é possível analisar os diferentes teores de produto e contaminantes aceites na ET de 2007, referentes ao vidro.

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)
PRODUTO	Casco	≥ 98
CONTAMINANTES	Infusíveis com dimensão ≤ 40mm	≤ 0,05
	Infusíveis com dimensão > 40mm	≤ 0,5
	Metais Ferrosos	≤ 0,75
	Metais Não Ferrosos	≤ 0,2
	Matéria Orgânica (inclui Out. Mat. Emb.)	≤ 0,5

Figura 43 - Lote de resíduos de embalagem do Vidro, ET 2007

Para este material, existem também estipulados produtos indesejados, para além dos contaminantes constantes da grelha anterior, nomeadamente:

- Vidro Hospitalar: Vidro proveniente de hospitais, laboratórios de análises e clínicas.
- Vidros Especiais: aramados, para-brisas, cerâmicos, plastificados, écrans de TV/Computador, lâmpadas, espelhos, vitrocerâmicas, pirex, cristais de chumbo, vidros não transparentes. Para além dos limites específicos de cada grupo, o total de materiais contaminantes e produtos indesejados, não pode ser superior a 2%.

É importante salientar que não são considerados contaminantes os componentes da embalagem de vidro, tais como rolhas, tampas e rótulos.

Segundo as ET de 2023, a definição do produto é apresentada de forma mais simplificada como, a mistura de resíduos de embalagem de vidro (sodo-cálcico), como sejam frascos, garrafas, garrafões e boiões.

Apresentam-se de seguida, os valores que a composição do lote deve respeitar:

MATERIAIS		TEOR EM MASSA (%)	
PRODUTO	Casco de vidro	≥ 98,00	
CONTAMINANTES	Infusíveis com dimensão ≤ 40mm	≤ 0,05	≤ 2,00
	Infusíveis com dimensão > 40mm	≤ 0,50	
	Metais (ferrosos e não ferrosos)	≤ 0,95	
	Matéria orgânica aderente e outros contaminantes	≤ 0,50	

Figura 44 - Lote de resíduos de embalagem Vidro 2023

Através da comparação entre as ET de 2007 da SPV e as ET publicadas pela APA em 2023 é, de fácil compreensão, que a definição de produto se encontra agora mais simplificada e, que o teor em massa de produto e contaminantes não se alterou. Apenas de ressaltar que, as ET 2023 não efetuam distinção entre o tipo de metais ferrosos e não ferrosos sendo que os mesmos não podem ultrapassar os 0,95% de teor em massa da totalidade do lote.

4.1.2. Novas categorias de materiais

4.1.2.1. Outras embalagens de plástico

Com a publicação das novas ET de 2023, surge a existência de três novas categorias de materiais.

A primeira, “outras embalagens de plástico” é definidas como diversos tipos de embalagens de plástico de uso comum, usualmente material residual da triagem dos materiais com outras especificações técnicas próprias. Incluem-se neste grupo os resíduos de embalagens de PP flexível, termoformados de outros materiais exceto PET, PS e embalagens compósitas de plástico excetuando-se as embalagens consideradas como produtos nas ET de outros materiais.

As percentagens da composição do lote deste material podem ser analisadas na figura seguinte.

MATERIAL		TEOR EM MASSA (%)	
PRODUTO	Resíduos de embalagens de plásticos não especificados noutras ET com tolerância de 5% para Embalagens de plástico conformes com outras ET ou plásticos não embalagem	≥ 94,00	
CONTAMINANTES	Metais, madeira, cerâmicos, vidros	≤ 1,00	≤ 6,00
	Papel (não constituinte de embalagens)	≤ 1,00	
	Outros não especificados	≤ 5,00	

Figura 45 - Lote de resíduos de outras embalagens de plástico, ET 2023.

Importa mencionar que não existe um termo de comparação com as ET de 2007 pois este material não era considerado pelas entidades gestoras. Existia sim, o material Plásticos Mistos, que surgiu em setembro de 2009, através do despacho nº 21894-A/2009, de 30 de setembro, como aditamento ao anexo I do apêndice I da licença concedida à Sociedade Ponto Verde, em 7 de dezembro de 2004.

Através do despacho mencionado, “Plásticos Mistos” eram definidos como Diversos tipos de embalagens de plástico de uso comum, usualmente material residual da triagem dos materiais com outras especificações técnicas (ET) Próprias, excetuando as listadas nas notas explicativas. Nos plásticos mistos incluem -se também os resíduos de embalagem de PVC, PP e PS.

Materials		Teor em massa
Produto	Plásticos mistos	$\geq 90\%$
Contaminantes. . .	Embalagens de plástico conformes com outras ET.	$\leq 5\%$
	Das quais PET	$\leq 3\%$
	Das quais FILME	$\leq 3\%$
	Das quais PEAD	$\leq 3\%$
	Resíduos perigosos	0%
	Metais, madeira, cerâmicos, vidros	0,5%
	Outros não especificados	$\leq 5\%$

Figura 46 - Lote de resíduos de plásticos mistos, aditamento ET 2007.

É importante referir que nas ET 2023, os “outros não especificados” referem-se a todos os materiais não plásticos, plásticos não embalagem, embalagens com terra e embalagens com fixação metálicas como por exemplo cabides e embalagens que tenham contido produtos fitossanitários.

4.1.2.2. Embalagens de PP

Para além das outras embalagens de plástico, um novo material que irá fazer parte das retomas de embalagem, são as embalagens em polipropileno (PP) um termoplástico rígido e semicristalino, amplamente utilizado hoje numa variedade de aplicações domésticas e industriais.

Segundo a APA, nas embalagens em PP pode ser contemplada a mistura de resíduos de embalagem de PP: garrafas, frascos, boiões, grades não reutilizáveis e caixas produzidas por injeção.

A composição do lote de embalagens de PP pode ser analisada na figura seguinte.

MATERIAL		TEOR EM MASSA (%)	
PRODUTO	Resíduos de embalagem de PP	≥ 96,00	
CONTAMINANTES	Papel (não constituinte da embalagem)	≤ 1,00	≤ 4,00
	Outros não especificados	≤ 4,00	
	Borrachas, silicones e espumas	≤ 0,40	

Figura 47 - Lote de resíduos de embalagem em PP, ET 2023

Importa referir que, não obstante o facto de não se poder verificar uma contaminação do lote superior a 4%, a APA considera como “outros não especificados”, todos os materiais não plásticos, embalagens termoformadas em PP e outros plásticos (PEAD, PET ou outros), incluindo embalagens que tenham contido colas, tintas, vernizes e embalagens que tenham contido produtos fitossanitários;

4.1.2.3. Termoformados de PET

Por fim, é apresentado o material termoformado de PET, que se trata de uma mistura de resíduos de embalagem de termoformados de PET, como tabuleiros, caixas, blisters e outros recipientes de PET termoformado, transparentes, que tenham servido para embalar produtos alimentares e não alimentares, esvaziados do seu conteúdo.

As diferentes percentagens em teor de massa de produto e contaminantes estão representadas na figura seguinte.

MATERIAL		TEOR EM MASSA (%)	
PRODUTO	Resíduos de embalagem de termoformados de PET transparente	≥ 95,00	
CONTAMINANTES	Papel (não constituinte da embalagem)	≤ 1,00	≤ 5,00
	Outros não especificados	≤ 4,00	
	PVC, borrachas, silicones e espumas	≤ 0,40	

Figura 48 - Lote de resíduos de termoformados de PET, ET 2023.

Denote-se que a APA considera a categoria “outros não especificados” como, embalagens produto da ET de PET, embalagens termoformadas de PET com cor ou opacas ou de PP, assim como todos os materiais não plásticos e outros plásticos não especificados como sejam embalagens que tenham contido colas, tintas, vernizes e embalagens que tenham contido produtos fitossanitários.

4.1.3. Problemática das novas Especificações Técnicas

A publicação das novas especificações técnicas em 2023 trouxe pontos positivos e negativos ao setor da produção dos diferentes SGRU.

A eliminação do material PET Óleo através da sua incorporação no material PET é, sem dúvida um ponto positivo que veio facilitar não apenas a triagem manual por parte dos operadores de triagem, como também a libertação de área de armazenamento deste material.

Por outro lado, a incorporação de três novos materiais a retomar, agora de modo singular, veio trazer uma carga adicional a todo o processo de produção, considerando a necessidade de reformulação na maior parte das estações de triagem dos SGRU com vista à existência de capacidade valorizar estes novos materiais de uma forma eficiente.

Para além do exposto, importa salientar que existirá a necessidade de um grande valor de investimento, nomeadamente devido à necessidade concomitante de reestruturação das unidades existentes com novos equipamentos e novas áreas de armazenamento, e ao acréscimo de recursos humanos, e respetiva formação complementar a toda a equipa.

5.0. Otimização da Central de Triagem

O objetivo central do presente estágio na Suldouro, S.A., focou-se na pesquisa de soluções com vista à otimização da central de triagem da Suldouro sem recurso a fundos financeiros, de modo que fosse possível aumentar a produção de recicláveis e por sua vez diminuir a quantidade de resíduos que são depositados em aterro.

De forma relativamente simples seria possível atingir estes objetivos através de um aumento dos recursos humanos da empresa, ou seja, através da contratação de mais operadores que, em teoria, retirariam uma maior quantidade de recicláveis, minimizando assim a quantidade de resíduos a ser depositados em aterro.

De forma semelhante, o investimento em novas tecnologias e novos equipamentos como é o caso de separadores por leitura ótica, iria melhorar consequentemente a leitura dos materiais a passar pela linha tornando todo o processo mais eficiente.

No entanto, como já anteriormente mencionado, todas estas alternativas acarretam custos enormes para a empresa, não se tornando por isso o foco deste trabalho, passando desta forma, o grande objetivo, por tentar perceber com que tipo de medidas seria possível avançar, para melhorar a eficiência do processo, sem recurso a custos adicionais.

5.1. Cenário à chegada

A estação de triagem da Suldouro labora em dois turnos, sendo o refugo final, o refugo resultante da laboração do 2º turno.

Importa referir que em sede de planeamento processual e operacional, todos os valores referentes a quantidades de material recebido, processado e retomado são definidos em Contas Reguladas Previsionais (CRP), tendo por base, resultados de anos transatos por parte da empresa e requisitos legais aplicáveis ao setor.

Na tabela seguinte é efetuada a comparação entre o mês de novembro de 2023 e o valor médio mensal de 2023 e a respetiva variação.

Note-se que, a variação entre as duas parcelas é calculada segundo a equação seguinte:

$$\frac{\text{Mês corrente} - \text{Valor médio mensal}}{\text{Mês corrente}} \times 100$$

Tabela 7 - Comparação entre indicadores do mês de novembro e da média mensal de 2023

	nov/23	Valor Médio Mensal 23	Variação (%)
Quantidade de material recebido (t)	638	628	1,6
Quantidade de material processado triagem (t)	571	576	-0,9
Quantidade de material para retoma (t)	331	372	-12,4
Capacidade média processada_1º turno (t/h)	4,46	4,10	8,1
Capacidade média processada_2º turno (t/h)	3,07	2,50	18,6
Número médio triadores_1º turno	18	21	-16,7
Número médio triadores_2º turno	15	15	0,0

Por observação da tabela verifica-se que, a quantidade de material recebido em novembro foi superior ao valor médio mensal de 2023, sendo, em contrapartida, as quantidades de material processado e retomado inferiores às verificadas na média mensal do ano de 2023. Este facto, pode ser explicado dado que, em novembro, se verifica um menor número de triadores a laborar no 1º turno, comparativamente ao valor médio mensal.

No que toca ao material produzido em toneladas, os valores estão representados na tabela seguinte.

Tabela 8 - Quantidade de material produzido em novembro de 2023

Material	Qt (t) de material produzido nov 23	% nov 23
Plásticos mistos	73,1	12,81%
Filme	49,7	8,70%
PET	79,3	13,89%
PEAD	36,8	6,45%
Esferovite	2,7	0,48%
Outros plásticos (PVC, grades)	15,0	2,63%
ECAL	35,0	6,13%
Aço/Sucata	31,1	5,45%
Alumínio	4,8	0,84%
Diferença (cartão, vidro, REE)	3,3	0,57%

Através da análise da tabela reparamos que materiais como os plásticos mistos, filme, PET, PEAD e ECAL representam a maioria do material retomado durante o mês de novembro.

Em termos de refugo os valores de novembro assinalavam valores na ordem dos 42%, como é possível observar na tabela 9, o que indica uma necessidade de encontrar soluções de modo a diminuir esta percentagem.

O refugo é calculado segundo a equação seguinte e está representado na tabela 9.

$$\frac{Q \text{ refugo fim de linha (t)} + Q \text{ refugo pré triagem}}{Quantidade processada(t)} \times 100$$

Tabela 9 - Refugo mês de novembro

Refugos	Qt. produzida (t)	%
Refugo pré triagem	39,3	6,9
Refugo fim de linha	200,8	35,2
Refugo Total	240,1	42,1

Este era então o cenário inicial da central de triagem no mês de novembro, aquando do início de estágio na Suldouro, que serviu de base à pesquisa de soluções para diminuir a taxa de refugo existente.

5.2. Recuperação do ECAL

No mês de dezembro iniciou-se a introdução de certas alterações na linha, tendo por base uma análise exaustiva a toda a linha de triagem, com vista a ser possível perceber qual o tipo de materiais recicláveis passíveis de recuperação, que se encontravam até então presentes no refugo de fim de linha da unidade.

A base foi a análise dos resultados das caracterizações efetuadas aos resíduos entrados e ao refugo da unidade nos meses de fevereiro e julho de 2023, bem como aos resultados dos meses transatos. Após avaliação do potencial, verificou-se a perda significativa de ECAL no refugo de fim de linha.

Face ao analisado, foram efetuadas visitas diárias durante o mês de dezembro, o que possibilitou a deteção de materiais rolantes a passar na cabine CT-2 (cabine dos planos) que não deveriam estar a passar por lá, mas sim pela cabine CT-3 (cabine dos rolantes) como é o caso do ECAL.

Ao detalhar a análise, verificou-se que uma grande quantidade de ECAL, devido ao aumento da capacidade processada, não estava a ser corretamente separada pelo separador balístico, sendo inserida no tapete que alimenta a cabine CT-2.

Neste seguimento, a primeira alteração ao procedimento foi a colocação de sacos nos últimos dois postos de trabalho da cabine CT-2, com respetiva indicação aos triadores que, naqueles dois postos de trabalho passaria a ser triado não apenas o material plásticos mistos como também ECAL. Esta medida está representada na figura seguinte e foi a primeira mudança introduzida.



Figura 49 - Recuperação do ECAL na CT-2

5.3 Cenário em dezembro

Em dezembro, as quantidades de material rececionado, processado e retomado sofreram uma quebra acentuada, facto este que pode ser justificado devido a variações sazonais de consumo da população, bem como da existência de três dias de feriado nacional. Salienta-se que, a variação será calculada através da equação seguinte

$$\frac{\text{Mês corrente} - \text{Mês transato}}{\text{Mês corrente}} \times 100$$

Os resultados estão representados na tabela seguinte.

Tabela 10 - Comparação entre indicadores do mês de dezembro e do mês de novembro de 2023

	nov/23	dez/23	Variação (%)
QUANTIDADE DE MATERIAL RECEBIDO (t)	638	560	-13,9
QUANTIDADE DE MATERIAL PROCESSADO TRIAGEM (t)	571	502	-13,8
QUANTIDADE DE MATERIAL PARA RETOMA (t)	331	294	-12,4
CAPACIDADE MÉDIA PROCESSADA_1º TURNO (t/h)	4,46	5,24	15,0
CAPACIDADE MÉDIA PROCESSADA_2º TURNO (t/h)	3,07	2,83	-8,4
NÚMERO MÉDIO TRIADORES_1º TURNO	18	21	16,2
NÚMERO MÉDIO TRIADORES_2º TURNO	15	17	9,3

Com vista à otimização da área de armazenamento de receção de material, aumentou-se a capacidade média de processamento do 1º turno para valores na ordem das 5 toneladas por hora processadas.

No final do mês de dezembro, o importante seria perceber se as alterações provocadas durante todo o mês na recuperação adicional do ECAL demonstrariam resultados visíveis.

Os resultados da quantidade de material produzido estão representados na tabela seguinte.

Tabela 11 - Quantidade de material produzido em dezembro de 2023

Material	QT (t) de material produzido dez 23	% dez 23
Plásticos mistos	64,1	12,77%
Filme	46,6	9,29%
PET	70,0	13,95%
PEAD	31,5	6,28%
Esferovite	2,1	0,41%
Outros plásticos (PVC, grades)	8,2	1,64%
ECAL	32,0	6,38%
Aço/Sucata	24,6	4,90%
Alumínio	4,9	0,97%
Diferença (cartão, vidro, REE)	3,7	0,74%

Comparando os resultados da tabela 8 com os resultados da tabela acima, verifica-se que embora a quantidade, em toneladas, de material de ECAL separado seja

menor, devido ao facto de terem sido processadas no geral menos 69 toneladas, a percentagem de ECAL subiu 0,26% face ao mês transato comprovando assim que a recolha adicional deste material surtiu, apesar de ainda ténue, uma diferença assinalável.

Para além disso, destaca-se também o aumento dos valores de plástico Filme, PET e alumínio em termos percentuais.

Apresenta-se na tabela seguinte, os resultados de refugo do mês de dezembro.

Tabela 12 - Refugo mês de dezembro

Refugos	Qt. produzida (t)	%
Refugo pré triagem	35,0	6,97
Refugo fim de linha	172,3	34,35
Refugo Total	207,3	41,3

Como é possível observar na tabela acima, durante o primeiro mês de execução foi possível diminuir o refugo de 42,1% para 41,3%. Tal facto deve-se a uma maior quantidade de recuperação de materiais face ao valor de material processado.

5.4. Caracterização de refugo

Uma das medidas planeadas para o início de 2024 foi a realização de uma caracterização ao refugo de fim de linha, resultante do 2º turno, que é depositado em aterro, dado que esta é a base para percebermos quais os tipos e quantidades de resíduos que estamos a perder em todo o processo. Ficou claro que, a inspeção visual realizada diariamente nas cabines é importante, mas por si só não suficiente para tomar medidas mais concludentes.

Assim, foi agendada uma caracterização com a empresa “Applus+”, uma empresa que disponibiliza soluções integradas de gestão de resíduos urbanos, desde a planificação do processo até à sua otimização técnica e económica encontrando-se os resultados presentes na tabela seguinte.

Tabela 13 - Fluxo de refugo da Triagem

FLUXO REFUGO DA TRIAGEM			
CATEGORIA	SUBCATEGORIA	PESO (kg)	% PESO
Resíduos Recicláveis		54,75	54,23%
	Bio resíduos	0,80	0,79%
	Plásticos Mistos	14,30	14,17%
	Embalagens de Termoformados de PET	0,20	0,20%
	Embalagens de PP	0,80	0,79%
	EPS	0,60	0,59%
	Das Quais PET	0,50	0,50%
	Das Quais PEAD	0,65	0,64%
	Das Quais Filmes	8,20	8,12%
	Papel/cartão - Embalagem	10,10	10,00%
	ECAL - Embalagem	2,40	2,38%
	Papel/cartão - Não Embalagem	3,80	3,76%
	Plástico - Não Embalagem	8,70	8,62%
	Plástico - Não Embalagem (Filme de acondicionamento de resíduos)	0,30	0,30%
	Metais Ferrosos - Embalagem		0,00%
	Metais Ferrosos - Não Embalagem	0,90	0,89%
	Metais não ferrosos - Embalagem	0,75	0,74%
	Metais não ferrosos - Não Embalagem		0,00%
	Vidro - Embalagem	0,50	0,50%
	Vidro - Não Embalagem		0,00%
	Madeira - Embalagem	0,40	0,40%
	Madeira - Não Embalagem	0,45	0,45%
	Resíduos de Equipamentos elétricos e eletrônicos	1,20	1,19%
	Pilhas e acumuladores		0,00%
Outros Resíduos		46,20	45,77%
TOTAL		100,95	100,0%

Analisando a tabela 13 é possível verificar que, de forma global, mais de 50% dos resíduos encaminhados até então para aterro, são resíduos recicláveis e passíveis de serem valorizados.

Considerando um detalhe mais acentuado, verifica-se que o ECAL-Embalagem ainda se encontra numa percentagem representativa, destacando-se, no entanto, o papel/cartão tanto embalagem como não embalagem, que se traduz em cerca de 10% do total de refugo. Ora, este material, dada a sua densidade torna-se preocupante, dado que, em meses de chuva intensa terá certamente um grande impacto no aumento do peso do refugo no final do mês.

Importa ainda referir que, como anteriormente mencionado no ponto 3 do presente relatório, a cabine 2D dos planos, encontra-se dimensionada de forma que, os 4 (quatro) primeiros triadores efetuem triagem de plástico filme e os 4 (quatro) últimos efetuem triagem de plásticos mistos. Denote-se a extrema importância da função dos 4 (quatro) primeiros triadores, considerando que, caso os mesmos não realizem a triagem de plástico filme corretamente (material existente em grande quantidade e muito

volumoso), os 4 (quatro) últimos triadores serão impossibilitados de visualizar o material presente no tapete e concomitantemente incapazes de retirar os plásticos mistos e ECAL que se encontram por baixo dos filmes volumosos. Justifica-se assim, a grande percentagem tanto de plásticos mistos como de plástico filme presentes no refugo.

5.5. Recuperação do Papel/Cartão

Tendo em conta os valores obtidos na caracterização efetuada ao refugo foi necessário atuar, de forma a maximizar a recuperação de papel/cartão. Neste sentido, para além da pré-triagem já efetuada na primeira cabine ao papel/cartão volumoso, iniciou-se a partir de janeiro a recuperação deste material em vários postos de ambas as cabines CT-02 e CT-03.

A medida mencionada encontra-se representada na figura seguinte:

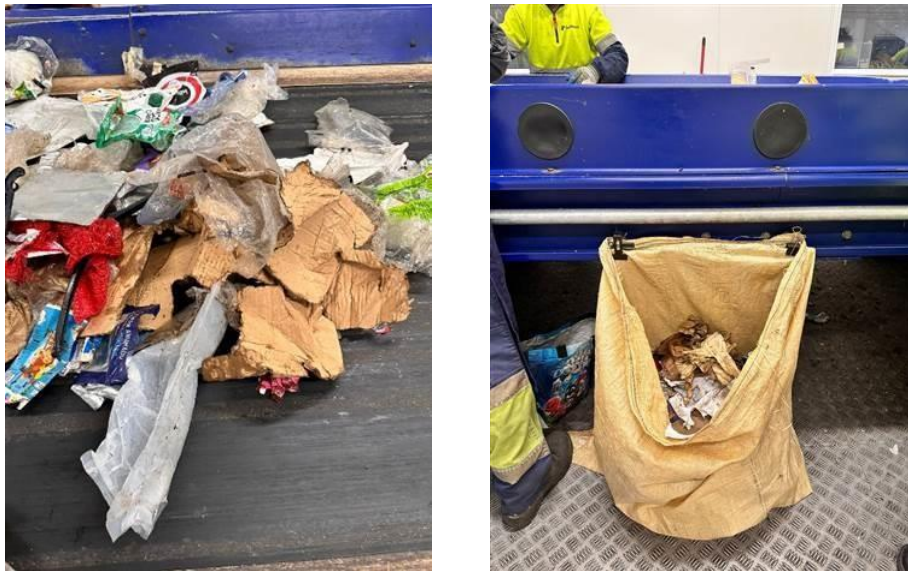


Figura 50 - Recuperação de Papel/Cartão

5.6. Cenário em janeiro

Em janeiro verificou-se um aumento na quantidade de material rececionado e processado, apresentando, contudo, a quantidade de material retomado o mesmo valor do mês de dezembro, tal como é possível observar na tabela seguinte.

De salientar que a época festiva de Natal e passagem de ano pode ajudar a explicar o incremento de 13% da quantidade de material recebido.

Tabela 14 - Comparação entre indicadores dos meses de janeiro de 2024 e dezembro de 2023

	dez/23	jan/24	Variação (%)
Quantidade de material recebido (t)	560	641	12,6
Quantidade de material processado triagem (t)	502	624	19,6
Quantidade de material para retoma (t)	294	339	13,3
Capacidade média processada_1º turno (t/h)	5,24	4,20	-24,8
Capacidade média processada_2º turno (t/h)	2,83	2,83	-0,1
Número médio triadores_1º turno	21	20	-5,0
Número médio triadores_2º turno	17	14	-21,3

Importa destacar também, o facto de a triagem da Suldouro ter processado mais 19% de material, com um menor número de triadores e com uma capacidade média processada inferior no 1º turno.

No que respeita ao material produzido, detalha-se na tabela seguinte os resultados obtidos.

Tabela 15 - Quantidade de material produzido no mês de janeiro

Material	QT (t) de material produzido jan 2024	% jan 2024
Plásticos mistos / Outras emb. plástico	76,4	12,2%
Filme	65,3	10,5%
PET	96,3	15,4%
PEAD	42,9	6,9%
Esferovite	2,9	0,5%
Outros plásticos (PVC, grades)	12,4	2,0%
ECAL	40,7	6,5%
Aço	22,8	3,7%
Sucata	8,6	1,4%
Alumínio	6,7	1,1%
Diferença (cartão, vidro, REE)	4,3	0,7%

Face aos dados expostos, é possível verificar que, a redução de caudal da linha, permitiu uma melhor distribuição do material na mesma e que, a medida executada para tentativa de recuperação de ECAL continuou a surtir efeitos, com a percentagem a aumentar mais 0,12%.

No que respeita ao material papel/cartão, os resultados relativos à recuperação do mesmo ainda não se vislumbram notórios devido ao facto de a medida apenas ter sido aplicada em meados do mês de janeiro.

Por fim, realça-se o aumento de mais de 1% na recuperação de plástico filme durante o mês de janeiro que é indicativo da altura do ano e à redução da velocidade da linha no primeiro turno.

Na tabela seguinte apresentam-se os resultados obtidos, relativos à quantidade de refugo no mês de janeiro.

Tabela 16 - Refugo mês de janeiro

Refugos	Qt. produzida (t)	%
Refugo pré triagem	45,2	6,8
Refugo fim de linha	202,3	32,4
Refugo Total	244,8	39,2

Importa realçar que o valor de refugo total, apresenta uma tendência decrescente, nomeadamente, uma redução de 41,3% verificados em dezembro para 39,2% obtidos em janeiro, traduzindo assim resultados positivos na eficiência de toda a central de triagem.

5.7. Alteração da Inclinação do balístico

Em meados do mês de janeiro foram rececionados pela Suldouro esclarecimentos adicionais por parte da Agência Portuguesa do Ambiente, nos quais acautelando a necessidade de adaptação dos SGRU, face aos elementos apresentados pelos mesmos, considerando as dificuldades de adaptação a nível tecnológico e das instalações, de recursos humanos, procedimentos de contratação e de autorizações de investimento), considerou a atribuição de um prazo mais alargado para a entrada em vigor das duas novas ET de Plástico (PET termoformado transparente e PP rígido), para 2025, permitindo contudo a união das duas categorias existentes de PET (PET e PET óleos). Nesta sequência, durante o mês de fevereiro, consequência desta alteração, ficou liberta a baia até então utilizada para armazenamento do PET Óleo, tornando-se apta para poder ser utilizada na recolha de um novo material.

Face ao supra exposto, e possuindo a disponibilidade de mais uma zona de armazenamento, tornou-se foco a avaliação do destino preferencial para a mesma. Assim, por análise dos dados do mês transato, concluiu-se que a solução passaria por

recuperar plástico filme na cabine CT-3 com vista a possibilitar a redução de afluência deste material na cabine CT-2 e melhorar assim a dispersão dos materiais na CT-2 potenciando o aumento de recuperação dos plásticos mistos nesta cabine.

Avançou-se assim para uma mudança na inclinação do balístico, nomeadamente o aumento do grau de inclinação do mesmo, que, em teoria, se traduziria numa distribuição do plástico filme pelas duas cabines (uma parte deste tipo de material plano desce na separação do balístico dado o aumento da inclinação, seguindo o mesmo conjuntamente com a fração rolante em direção à CT-3).

5.8. Recuperação do alumínio

No que respeita ao alumínio, verificou-se em sede de caracterização, um potencial de 0,74%. Assim, analisando visualmente o caudal afluente ao separador de metais não ferrosos foi possível concluir que, a eficiência do equipamento quando a linha de triagem circula com uma capacidade de processamento superior, não é suficiente para recuperar a maioria do material pelo que, se iniciou, na cabine de rolantes CT-3 (pois é nesta que aparece mais fluxo deste material), a recuperação de parte do alumínio que passe na linha, não perdendo contudo, o foco no objetivo principal do posto em questão, isto é, os materiais designados a recolher nos postos de trabalho afetos a onde o triador se localiza.

Na figura seguinte apresenta-se a concretização dessa medida.



Figura 51 - Recuperação de metais não ferrosos na cabine CT-3

5.9. Cenário em fevereiro

Tendo em consideração as alterações efetuadas, no mês de fevereiro, o objetivo principal passou por perceber se a alteração efetuada à inclinação do balístico apresentou resultados positivos.

Apresenta-se em seguida, a comparação dos indicadores referentes aos meses de janeiro e fevereiro.

Tabela 17 - Comparação entre indicadores dos meses de fevereiro de 2024 e de janeiro de 2024

	jan/24	fev/24	Variação (fev 24/jan 24) (%)
Quantidade de material recebido (t)	641	619	-3,6
Quantidade de material processado triagem (t)	624	522	-19,5
Quantidade de material para retoma (t)	379	314	-20,7
Capacidade média processada_1º turno (t/h)	2,34	2,11	-11,0
Capacidade média processada_2º turno (t/h)	20	22	8,5
Número médio triadores_1º turno	14	14	0,0

No mês de fevereiro, foram processadas 522ton, o que representou menos 19,5% do que no mês de janeiro. Com vista ao aumento de eficiência da linha, sem recurso a horas extraordinárias, e dando aos colaboradores a possibilidade de gozo da tolerância de ponto do Carnaval, reduziu-se a velocidade da linha, traduzindo-se esta ação, numa redução de 11% da capacidade média processada face a janeiro 24 e consequente aumento de stock de material para processar na zona de receção. Importa ainda referir que a capacidade média processada de ambos o turno diminuiu fruto de algumas paragens na linha devido a avarias.

Na tabela seguinte apresenta-se a distribuição do material produzido.

Tabela 18 - Comparação material produzido entre os meses de fevereiro e janeiro de 2024

Material	% jan 24	QT (t) de material produzido fev 24	% fev 24	Eficiência % (fev 24 /jan 24)
Plásticos mistos / Outras emb. plástico	12,2%	68,7	13,2%	0,91%
Filme	10,5%	58,0	11,1%	0,64%
PET	15,4%	77,1	14,8%	-0,67%
PEAD	6,9%	37,8	7,2%	0,36%
Esferovite	0,5%	1,9	0,4%	-0,10%
Outros plásticos (PVC, grades)	2,0%	17,1	3,3%	1,29%
ECAL	6,5%	33,9	6,5%	-0,03%
Aço	3,7%	20,7	4,0%	0,31%
Sucata	1,4%	8,9	1,7%	0,33%
Alumínio	1,1%	7,1	1,4%	0,29%
Diferença (cartão, vidro, REE)	0,7%	6,5	1,2%	0,56%

Como é possível observar na tabela, à exceção de PET, esferovite e ECAL a linha de triagem apresentou resultados positivos com uma eficiência positiva em todos os outros materiais.

O plástico filme apresentou um aumento de eficiência de 0,64% quando comparado com o mês transato, o que nos fornece indicadores positivos acerca da medida de alteração da inclinação do balístico.

Para além disso, denota-se um aumento de 0,56% na recuperação de papel/cartão o que comprova também, um aumento de eficiência na recuperação destes materiais nas cabines CT-2 e CT-3.

O alumínio apresentou também um acréscimo na ordem dos 0,30%, o que leva a pressupor que, a alteração realizada na recuperação adicional de alumínio na cabine CT-3 apresentou efeitos globais positivos.

Por fim, importa salientar um decréscimo na taxa de refugo obtida, quantificada na ordem dos 3,8% quando comparada com o mês de janeiro de 2024, como é possível observar na tabela 19.

Tabela 19 - Refugo mês de fevereiro

Refugos	Qt produzida (t)	%
Refugo pré triagem	39,8	7,6
Refugo fim de linha	144,9	27,7
Refugo Total	184,7	35,4

5.10. Cenário em março

Em março, verifica-se uma redução da quantidade de material rececionado e um aumento da quantidade de material processado e retomado face ao mês transato, como é possível observar na tabela seguinte.

Tabela 20 - Comparação entre indicadores dos meses de março de 2024 e de fevereiro de 2024

	fev/24	mar/24	Variação (mar24/fev 24)
Quantidade de material recebido (t)	619	577	-7,2%
Quantidade de material processado triagem (t)	522	529	1,2%
Quantidade de material para retoma (t)	314	342	8,0%
Capacidade média processada_1º turno (t/h)	3,74	4,02	6,8%
Capacidade média processada_2º turno (t/h)	2,35	2,29	-2,4%
Número médio triadores_1º turno	22	19	-13,9%
Quantidade de material recebido (t)	14	18	21,7%

Constata-se ainda um acréscimo de 8% na capacidade média processada no 1º turno devido essencialmente, à correção das avarias sistemáticas que ocorridas no mês de fevereiro, e à necessidade de minimizar a quantidade armazenada na zona de receção.

Na tabela seguinte apresenta-se a comparação entre o material produzido nos meses de fevereiro e março de 2024.

Tabela 21 - Comparação material produzido entre os meses de março e fevereiro de 2024

Material	QT (t) fev 24	% fev 24	% mar 24	Eficiência % (mar 24/fev 24)
Plásticos mistos / Outras emb. plástico	68,7	13,2%	14,5%	1,30%
Filme	58,0	11,1%	11,3%	0,17%
PET	77,1	14,8%	14,3%	-0,46%
PEAD	37,8	7,2%	6,9%	-0,31%
Esferovite	1,9	0,4%	0,4%	0,01%
Outros plásticos (PVC, grades)	17,1	3,3%	2,7%	-0,59%
ECAL	33,9	6,5%	6,4%	-0,07%
Aço	20,7	4,0%	3,9%	-0,09%
Sucata	8,9	1,7%	2,1%	0,43%
Alumínio	7,1	1,4%	1,2%	-0,15%
Diferença (cartão, vidro, REE)	6,5	1,2%	1,4%	0,15%

Efetuando a comparação entre os diversos materiais, verifica-se um acréscimo em material retomado nos materiais plásticos mistos e sucata. Constata-se ainda que a aplicação da medida de triagem de papel/cartão e da alteração da inclinação do balístico continuam a surtir resultados positivos.

Por outro lado, denota-se uma quebra de produção em materiais como PET, PEAD e alumínio, sendo importante de salientar que materiais como o PET e alumínio apesar de serem materiais consumíveis durante todo o ano têm tendência a sofrer uma quebra nos meses mais frios.

Por fim, importa salientar um decréscimo na taxa de refugo obtida, quantificada na ordem dos 0,5% quando comparada com o mês de fevereiro de 2024, como é possível verificar na figura seguinte.

Tabela 22 - Refugo mês de março

Refugos	Qt. toneladas (t)	%
Refugo pré triagem	36,2	6,84
Refugo fim de linha	148,7	28,1
Refugo Total	184,8	34,9

5.11. Recuperação de PET

Com vista a suprimir a quebra do material PET foi intensificada a recuperação deste tipo de material na cabine CT-2, considerando que nas visitas à linha se constatou a existência de uma grande quantidade deste material a circular na cabine dos planos. Assim, iniciou-se a recuperação suplementar de PET nos dois penúltimos postos de trabalho da cabine CT-2, cujo foco era apenas a separação plásticos mistos.



Figura 52 - Recuperação de PET

5.12. Cenário em abril

O cenário do último mês de estudo da presente tese e a comparação com o mês anterior (março) encontra-se representado na tabela seguinte.

Tabela 23 - Comparação entre indicadores dos meses de abril de 2024 e de março de 2024

	mar/24	abr/24	Variação (abr24/mar24)
Quantidade de material recebido (t)	577	647	10,8%
Quantidade de material processado triagem (t)	529	592	10,8%
Quantidade de material para retoma (t)	342	439	22,2%
Capacidade média processada_1º turno (t/h)	4,02	4,01	-0,2%
Capacidade média processada_2º turno (t/h)	2,29	2,67	13,9%
Número médio triadores_1º turno	19	21	8,9%
Quantidade de material recebido (t)	18	19	7,9%

Observou-se uma variação positiva em material processado e bastante significativa em quantidade de material retomado e, um maior número de triadores no 1º turno.

A comparação em material produzido entre o mês de março e abril estão representadas na tabela seguinte.

Tabela 24 - Comparação material produzido entre os meses de abril e março de 2024

Material	QT (t) mar 24	% mar 24	% abr 24	Eficiência % (abr 24/mar 24)
Plásticos mistos / Outras emb. plástico	76,4	14,5%	13,9%	-0,58%
Filme	59,6	11,3%	11,3%	0,07%
PET	75,6	14,3%	15,1%	0,84%
PEAD	36,7	6,9%	6,9%	-0,02%
Esferovite	2,0	0,4%	0,3%	-0,06%
Outros plásticos (PVC, grades)	14,2	2,7%	2,7%	0,04%
Tampinhas	0,0	0,0%	1,0%	1,03%
ECAL	34,0	6,4%	6,1%	-0,34%
Aço	20,5	3,9%	3,8%	-0,12%
Sucata	11,3	2,1%	1,6%	-0,54%
Alumínio	6,4	1,2%	1,3%	0,13%
Diferença (cartão, vidro, REE)	7,4	1,4%	1,9%	0,51%

É de notar um aumento de 0,84% na produção de PET após a medida aplicada de recuperação na cabine 2D deste tipo de material.

O mês de abril foi marcado também pela diminuição muito reduzida de produção de materiais como PEAD e esferovite.

Por outro lado, reduções na ordem dos 0,34% no ECAL apesar das medidas efetuadas em dezembro podem ser justificadas com um menor aparecimento deste fluxo na linha de triagem.

Para além disso, as reduções de 0,58% nos plásticos mistos podem ser explicadas devido ao facto de nestes postos estar a ser pedido aos triadores para tirarem vários tipos de materiais ao mesmo tempo que pode acabar diminuindo a eficiência do processo.

No entanto, as medidas aplicadas na recolha suplementar de papel/cartão, alumínio e PET continua a mostrar efeitos na quantidade produzida destes mesmos fluxos.

De seguida é representada a taxa de refugo final do mês de abril, que se situou nos 34,0%.

Tabela 25 - Refugo mês de abril

Refugos	Qt. toneladas (t)	%
Refugo pré triagem	38,4	6,5
Refugo fim de linha	163,0	27,5
Refugo Total	201,5	34,0

É de salientar que desde novembro a taxa de refugo baixou perto dos 8% comprovando assim o sucesso das medidas aplicadas e cumprindo o objetivo principal deste estágio, de diminuição da taxa de refugo da central de triagem sem recurso a fundos financeiros.

5.13. Quadro Resumo

Neste ponto apresenta-se a variação de quantidade de material produzido entre o início e o final do estágio curricular na empresa, em abril de 2024, após implementação das diferentes medidas.

Os resultados apresentam-se na tabela seguinte.

Tabela 26 - Comparação de material produzido em novembro de 2023 e abril de 2024

Material	Qt (t) produzida nov 23	% nov 23	Qt produzida abr 24	% abr 24	Eficiência % (abr 24/nov 23)
Plásticos mistos / Outras emb. plástico	73,1	12,8%	82,2	13,9%	0,98
Filme	49,7	8,7%	67,2	11,3%	2,56
PET	79,3	13,9%	89,7	15,1%	1,15
PEAD	36,8	6,45%	40,9	6,9%	0,42
Esferovite	2,7	0,5%	1,8	0,3%	-0,16
Outros plásticos (PVC, grades)	15,0	2,6%	16,1	2,7%	0,08
Tampinhas	0,0	6,13%	6,1	1,0%	1,0
ECAL	35,0	6,1%	36,1	6,1%	-0,08
Aço	20,5	3,6%	22,2	3,8%	0,15
Sucata	4,8	0,8%	9,4	1,6%	0,74
Alumínio	3,3	0,6%	7,9	1,3%	0,75
Diferença (cartão, vidro, REE)	7,4	1,3%	11,3	1,9%	0,60

Por observação da tabela, constata-se um aumento de produção na maioria dos materiais, podendo desta forma ser comprovada a eficácia das ações implementadas ao longo dos meses. Não obstante, é de extrema relevância salientar o facto de a quantidade e tipologia dos materiais rececionados poder variar diariamente, existindo de histórico, flutuações normais ao longo do ano.

No que respeita à inclinação do balístico, conclui-se que a mesma surtiu efeitos bastante positivos, visto que, ao efetuar a redução de caudal afluente à cabine CT-2, se obteve um aumento na recuperação nesta cabine de outros materiais como é o caso dos plásticos mistos/outras embalagens de plástico, possibilitando a recuperação de plástico filme na cabine CT-3 devido à possibilidade de retoma conjunta dos materiais PET e PETóleo.

Importa ainda referir que as medidas de recuperação suplementar de PET, alumínio e papel/cartão permitiram um aumento de quantidade produzida na ordem dos 1,15%, 0,75% e 0,60%, respetivamente, o que revela que o foco na triagem em mais do que um material por posto de trabalho, aumenta a concentração dos operadores de triagem permitindo um ganho de eficiência na linha.

Assim, apresenta-se no gráfico seguinte a variação percentual de produção por tipologia de material, ao longo dos seis meses de estágio.

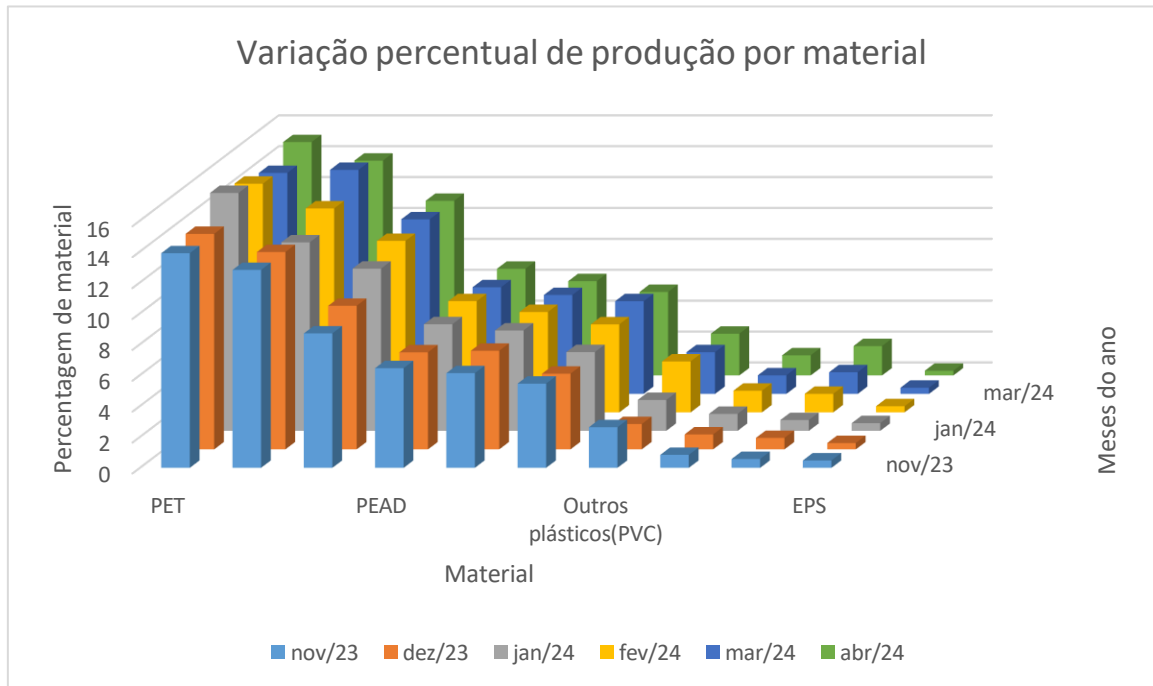


Gráfico 2 - Variação percentual de produção por tipologia de material

Por fim, apresenta-se na tabela infra a variação da taxa de refugo ao longo dos meses de estágio.

Tabela 27 - Variação da taxa de refugo entre novembro 2023 e abril de 2024

Mês	%
novembro 23	42,1
dezembro 23	41,3
janeiro 24	39,2
fevereiro 24	35,3
março 24	34,9
abril 24	34,0

A diminuição em 8,1% de refugo quando comparado o mês de novembro 2023 com de abril 2024 traduz um resultado bastante positivo que revela empenho e envolvimento de toda a equipa na prossecução dos resultados estipulados ao longo dos vários meses de trabalho, bem como, a eficácia da aplicação das medidas efetuadas.

6.0. Conclusão

Na globalidade, a realização do presente trabalho na Suldouro verificou-se deveras compensador, no enriquecimento do conhecimento e no desenvolvimento de competências, criação de relações interpessoais, laborar diariamente com diferentes perspetivas, encarar diversas problemáticas e adquirir a capacidade de lidar com inúmeros imprevistos. Em suma, este estágio foi deveras gratificante pela confiança transmitida para desenvolver projetos e intervir no sistema.

Tendo em conta as novas ET de 2023 que entram em vigor em janeiro de 2025 é possível concluir que, estas terão uma influência em todos os SGRU, principalmente pela incorporação de três novos materiais que passarão a ser retomados de forma individual. Atualmente, as embalagens de PP, as outras embalagens de plástico e as embalagens de PET termoformado são consideradas como produto no material “outras embalagens de plástico”, deixando esta possibilidade de existir a partir de janeiro de 2025. A entrada em vigor das referidas especificações trará obrigatoriamente mudanças no dimensionamento das linhas de triagem existentes, o que implicará um custo avultado, quer na aquisição de equipamentos e remodelação das infraestruturas existentes, quer na contratação de recursos humanos. Importa mencionar que, no ato de transição entre especificações, em que a Suldouro se encontra, o facto de existir a possibilidade de considerar os materiais PET e PET Óleo como um lote único, permitiu iniciar a otimização da eficiência da linha de triagem atual, considerando a disponibilidade de uma área de armazenamento adicional.

Ao longo destes 6 meses, grande parte do esforço foi exercido na procura de alternativas processuais que permitissem contribuir de forma positiva no processo de produção da empresa, através da maximização de recuperação de materiais e concomitante redução do refugo final, a depositar em aterro.

Apresentam-se nos seguintes pontos, as principais medidas implementadas com o objetivo de maximização da eficiência da unidade:

Inicialmente encetou-se a recuperação de ECAL na cabine CT-2, nos dois últimos postos de trabalho.

De seguida, em janeiro realizou-se uma campanha de caracterização física ao refugo da triagem de forma a perceber a composição de refugo existente, traduzindo-se esta na base de trabalho para otimização da eficiência da linha. Em alinhamento com os resultados obtidos, iniciou-se o foco na recuperação de papel/cartão adicional à

cabine de pré-triagem, nas cabines CT-2 e CT-3, que resultou num aumento na ordem dos 0,60% quando comparado os meses de novembro de 2023 e abril de 2024.

Aproveitando a alteração das especificações técnicas e a possibilidade de antecipação de algumas medidas, como é exemplo a união das duas tipologias de PET (PET e PETóleo), usufruindo da até então baía de armazenamento de PET óleo, com vista a suprimir a quebra de plástico filme, optou-se por alterar a inclinação do balístico. Assim, através do aumento de declive do mesmo, foi possível passar a recuperar na cabine CT-3 parte do filme que era normalmente separado na cabine CT-2, o que se traduziu na redução de materiais volumosos afluentes à cabine CT-2 de planos e concomitante otimização da recuperação de outros materiais até então impercetíveis nessa linha. Esta alteração fez assim aumentar, não só a recuperação do plástico filme em 2,5 %, mas também, as outras embalagens de plástico em cerca de 1 %.

Por fim, salienta-se o reforço de recuperação de alumínio através da triagem do mesmo na cabine CT-3 e a recuperação de PET na cabine CT-2, medidas que se mostraram essenciais para o aumento da eficiência de recuperação destes materiais, principalmente, na transição do mês de março para o mês de abril. Foi possível, com esta medida, aumentar em 0,75% a produção de alumínio e 1,15 % a recuperação de PET quando comparado o mês de novembro de 2023 e o mês de abril de 2024.

Em conclusão, verifica-se que todas as medidas implementadas permitiram a diminuição bastante significativa da taxa de refugo inicial de 42,1 % para 34,0%, tendo assim sido alcançado o objetivo proposto para a elaboração da presente tese.

6.1. Projetos futuros

A jurisprudência de cariz ambiental encontra-se em constante mudança, implicando concomitantemente alterações constantes nas entidades que gerem estas áreas diariamente. Sendo uma central de triagem uma unidade que depende dos hábitos de consumo da sociedade, encontra-se em constante modificação, sendo por isso sujeita a inúmeras medidas de alteração diárias com vista a melhorar a adequação do processo à tipologia/quantidades do material rececionado.

Como trabalho futuro, será necessária a realização de uma remodelação da central de triagem da Suldouro, com recurso a nova tecnologia, com o objetivo de maximizar a recuperação de recicláveis e diminuir a taxa de refugo da unidade, dando cumprimento ao disposto nas novas ET publicadas em 2023.

Neste sentido, será necessário dotar a cabine de pré-triagem de maior capacidade para triagem de papel/cartão e plástico filme, considerando que, ao efetuar a triagem destes materiais previamente à passagem pelo abre-sacos, a Suldouro potenciará a redução do volume de material a circular na linha, o que resultará numa maior eficiência do balístico e do sistema de separação ótica.

No que respeita à linha de planos (2D), será necessária a introdução de dois novos óticos, nomeadamente, um para a separação de plástico filme e outro para separação de outras embalagens de plástico, com vista a garantir a recuperação automática destes dois materiais em detrimento da atual separação manual, que continuará a existir para estes materiais apenas como controlo de qualidade. Antecipa-se ainda, a necessidade de introdução de um segundo separador de alumínio no fim de linha, de forma a recuperar a % de alumínio atualmente ainda visível no refugo. Prevê-se assim que estas medidas potenciem o aumento de eficiência da linha de planos.

Por fim, referente à linha de rolantes (3D), prevê-se a necessidade de aquisição de um ótico adicional de duplo canal, com sistema “deep learning”, para recuperação de embalagens de PP e de PET termoformado, para permitir a separação destas novas tipologias de material introduzidas pela entrada em vigor das novas ET. Antecipa-se ainda, para efeitos de melhoria da eficiência por via de evitar ao máximo a separação manual de recicláveis no tapete de refugo central, a introdução de um segundo leitor ótico com vista ao reaproveitamento de todos os valorizáveis ainda constantes no refugo final.

Não obstante o supracitado, é importante não descuidar a necessidade de investimento em recursos humanos (quantidade e formação), com vista a acompanhar

o potencial de maximização de eficiência, que o investimento em novas tecnologias/instalações, trará a todo o processo de produção.

Bibliografia

- APA. (2020). *Guia de classificação de resíduos*.
- APA. (2021). *Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos 2030*.
- APA. (2022). *Produção e Gestão dos Resíduos Urbanos*. Obtido de APA:
<https://rea.apambiente.pt/content/produ%C3%A7%C3%A3o-e-gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-urbanos?language=pt-pt>
- Cabeças, L. &. (2006). Resíduos sólidos urbanos: princípios e processos. Em L. &. Cabeças, *Resíduos sólidos urbanos: princípios e processos*.
- Carvalho, E. (2005). *Metodologias para a quantificação e caracterização física*.
- Cristina Carrola, G. M. (s.d.). *Indústria e ambiente*. Obtido de Indústria e ambiente:
<https://www.industriaeambiente.pt/userfiles/files/blog/PNGR%202030.pdf>
- editora, D. P. (2024). *infopedia*. Obtido de <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/res%C3%ADduo>
- EGF. (2020). *Environmental global facilities*. Obtido de <https://www.egf.pt/pt/egf/missao-visao-e-valores/>
- ERSAR. (2018). *ERSAR*. Obtido de Regulamento De Relações Comerciais Dos Serviços De Águas E Resíduos.
- Europeia, C. (2014). Decisão da Comissão . *jornal oficial da União Europeia*.
- Ferrão, P. L. (2014). *Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2014-2020*.
- Jawahir, B. &. (2016). *Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing*. Obtido de . <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.067>
- Knickmeyer, D. (2019). Social factors influencing household waste separation: A literature. *Journal of cleaner Production*, 245.
- Lipor. (2020). *Valorização Energética*. Obtido de https://www.lipor.pt/fotos/editor2/PORTAL_2020/VALORIZAR/UNIDADES/valorizacao_energetica_portal_2020.pdf
- Marçal, A. T. (2019). *Relatório Anual de Resíduos Urbanos*.
- Miguel, N. (2015). *Monitorização de um Sistema de Valorização*.

Ministério público DL n.º 102-D/2020, de 10 de Dezembro . (s.d.).

Ministério Público, DL n.º 102-D/2020, de 10 de Dezembro. (s.d.).

Oliveira, J. F. (2009).). *Resíduos: Gestão, Tratamento e a sua Problemática* . Lisboa: Lidel.

PNUMA. (28 de fevereiro de 2024). *Programa das nações unidas para o meio ambiente*. Obtido de PNUMA: <https://www.unep.org/pt-br/sobre-o-pnuma/por-que-o-pnuma-e-importante>

Público, M. (2020). Decreto de lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro.

Relatório Anual do Serviços de Águas e Resíduos em Portugal . (2022).

Riisgaard, Z. &. (2018). *Capturing uncaptured values — A Danish case study on municipal preparation for reuse and recycling of waste*. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.031>

saúde, c. e. (2020). *cultura e saúde* . Obtido de <https://culturaesaude.wordpress.com/2019/08/03/brasil-e-o-4o-maior-produtor-de-lixo-plastico-do-mundo-e-recicla-apenas-1/>

Sociedade Ponto Verde. (2019).

Suldouro S.A. (2023). *Suldouro*. Obtido de suldouro: <https://suldouro.pt/pt/areas-de-negocio/recolha-seletiva/triagem/>

teramb. (2020). *Empresa Municipal de Gestão e Valorização Ambiental da Ilha Terceira, EM*. Obtido de Valorização Multimaterial dos Resíduos de embalagem: <https://www.teramb.pt/sistema-de-gestao-de-residuos/valorizacaomulmaterial/>

Anexos

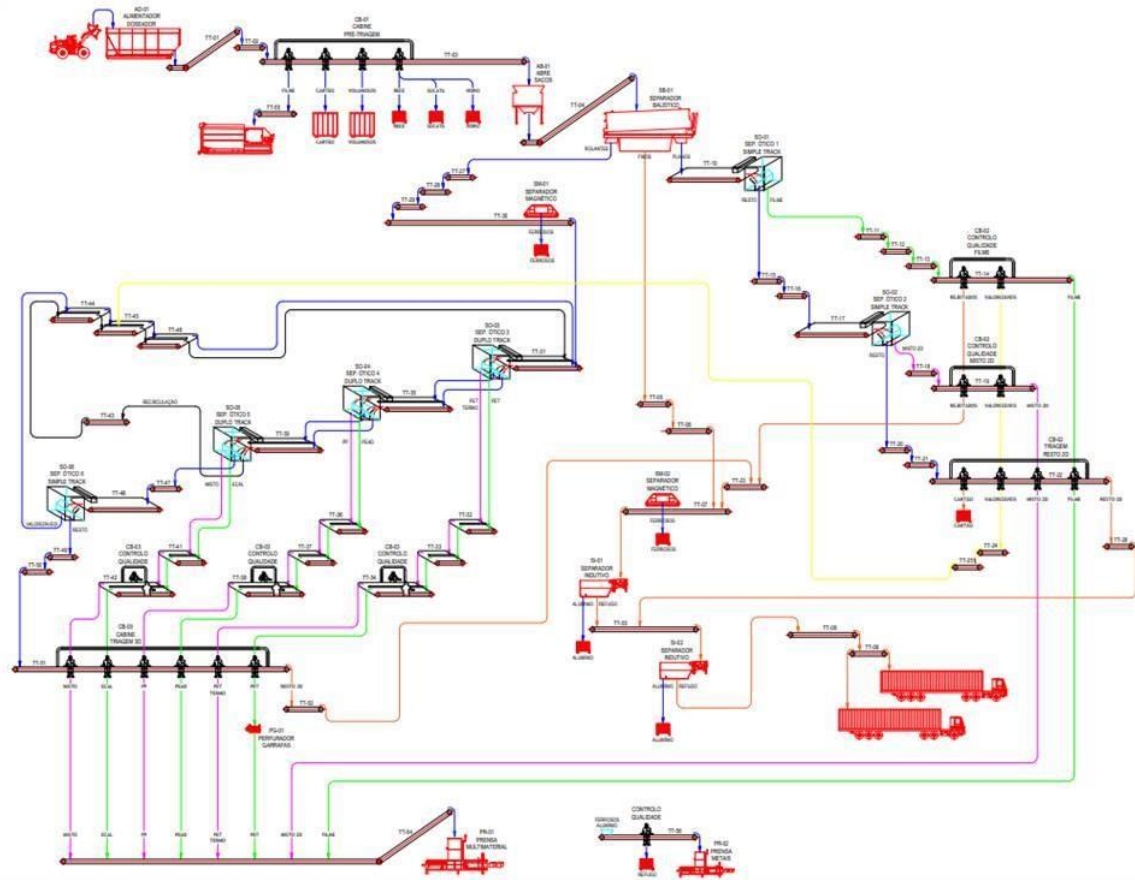


Figura 53 - Esquema da nova central de triagem planeada para 2025

LEGENDA			
AD-01 ALIMENTADOR DOSEADOR	PL-04 PLATAFORMA SEP. OTICO 1	TT-13 TRANSP. INCLINADO 2 FR. FILME	TT-33 TRANSP. INCLINADO FR. PET/PET TERMO
AB-01 ABRE-JACOES	PL-05 PLATAFORMA SEP. OTICO 2	TT-14 TRANSP. DE TRIAGEM FR. FILME	TT-34 TRANSP. CONTROLO QUALIDADE FR. PET/PET TERMO
SB-01 SEPARADOR BALISTICO	PL-06 PLATAFORMA SEP. OTICO 3/4/5	TT-15 TRANSP. SAIDA DO SEP. OTICO 1 FR. RESTO 3D	TT-35 TRANSP. ACCELERADORA A SEP. OTICO 4 FR. 3D
SM-01 SEPARADOR MAGNETICO 1 FR. 3D	PL-07 PLATAFORMA SEP. OTICO 6	TT-16 TRANSP. INCLINADO FR. RESTO 3D	TT-36 TRANSP. SAIDA DO SEP. OTICO 4 FR. PEAD/PP
SM-02 SEPARADOR MAGNETICO 2 FR. RESTO	PL-08 PLATAFORMA CONTROLO QUALIDADE METAIS	TT-17 TRANSP. ACCELERADORA A SEP. OTICO 3 FR. RESTO 3D	TT-37 TRANSP. INCLINADO FR. PEAD/PP
SI-01 SEPARADOR INDUTIVO	PR-01 PRENSA DE MULTIMATERIAL	TT-18 TRANSP. SAIDA DO SEP. OTICO 2 FR. RESTO 3D	TT-38 TRANSP. CONTROLO QUALIDADE FR. PEAD/PP
SO-01 SEPARADOR OTICO 1 FR. 3D (FILME)	PR-02 PRENSA DE METAIS	TT-19 TRANSP. DE TRIAGEM FR. MISTO 3D	TT-39 TRANSP. ACCELERADORA A SEP. OTICO 5 FR. 3D
SO-02 SEPARADOR OTICO 2 FR. 3D (MISTO)		TT-20 TRANSP. SAIDA DO SEP. OTICO 2 FR. RESTO 3D	TT-40 TRANSP. INCLINADO FR. ECA/MISTO
SO-03 SEPARADOR OTICO 3 FR. 3D (PET/PET TERMO)	TT-01 TRANSP. SAIDA DO ALIMENTADOR DOSEADOR	TT-21 TRANSP. INCLINADO FR. RESTO 3D	TT-41 TRANSP. CONTROLO QUALIDADE FR. ECA/MISTO
SO-04 SEPARADOR OTICO 4 FR. 3D (PEAD/PP)	TT-02 TRANSP. INCLINADO A PRE-TRIAGEM	TT-22 TRANSP. DE TRIAGEM FR. RESTO 3D	TT-42 TRANSP. RECIRCULACAO 3 FR. 3D
SO-05 SEPARADOR OTICO 5 FR. 3D (ECA/MISTO)	TT-03 TRANSP. FR. PRE-TRIAGEM	TT-23 TRANSP. SOB TRIAGEM DO FR. VALORIZAVEIS 3D	TT-43 TRANSP. RECIRCULACAO 4 FR. 3D
SO-06 SEPARADOR OTICO 6 FR. 3D (RECIRCULACAO)	TT-04 TRANSP. INCLINADO A SEP. BALISTICO	TT-24 TRANSP. SOB TRIAGEM DO FR. VALORIZAVEIS 3D	TT-44 TRANSP. RECIRCULACAO 5 FR. 3D
SI-02 SISTEMA DE AIR COMBUSTION	TT-05 TRANSP. SAIDA DO SEP. BALISTICO FR. FINOS	TT-25 TRANSP. INCLINADO FR. REFUGO 3D	TT-45 TRANSP. SAIDA DO SEP. OTICO 5 (PASSAGEM 2) FR. RESTO 3D
PG-01 PERFURADOR DE GARRAFAS PET	TT-06 TRANSP. INCLINADO FR. FINOS	TT-26 TRANSP. INCLINADO 2 FR. 3D	TT-46 TRANSP. INCLINADO A SEP. OTICO 6 FR. RESTO 3D
CB-01 CABINE DE PRE-TRIAGEM	TT-07 TRANSP. INCLINADO A SEP. INDUTIVO FR. RESTO	TT-27 TRANSP. SAIDA DO SEP. BALISTICO FR. 3D	TT-47 TRANSP. SAIDA DO SEP. OTICO 6 FR. RESTO 3D
CB-02 CABINE DE TRIAGEM FR. 3D	TT-08 TRANSP. SAIDA DO SEP. INDUTIVO FR. REFUGO	TT-28 TRANSP. INCLINADO 1 FR. 3D	TT-48 TRANSP. INCLINADO FR. RESTO 3D
CB-03 CABINE DE TRIAGEM FR. 3D	TT-09 TRANSP. REVERSIVEL FR. REFUGO	TT-29 TRANSP. INCLINADO 2 FR. 3D	TT-49 TRANSP. SAIDA DO SEP. OTICO 6 FR. RESTO 3D
PL-01 PLATAFORMA CABINE DE PRE-TRIAGEM	TT-10 TRANSP. ACCELERADORA A SEP. OTICO 1 FR. 3D	TT-30 TRANSP. INCLINADO 3 FR. 3D	TT-50 TRANSP. INCLINADO FR. RESTO 3D
PL-02 PLATAFORMA CABINE DE TRIAGEM FR. 3D	TT-11 TRANSP. SAIDA DO SEP. OTICO 1 FR. FILME	TT-31 TRANSP. ACCELERADORA A SEP. OTICO 3 FR. 3D	TT-51 TRANSP. DE TRIAGEM FR. RESTO 3D
PL-03 PLATAFORMA CABINE DE TRIAGEM FR. 3D	TT-12 TRANSP. INCLINADO 1 FR. FILME	TT-32 TRANSP. SAIDA DO SEP. OTICO 3 FR. PET/PET TERMO	TT-52 TRANSP. SAIDA TRIAGEM 2D FR. RESTO 3D
			TT-53 TRANSP. SAIDA SEP. INDUTIVO 1 FR. RESTO 3D

Figura 54 - Legenda do esquema