

Maria Glória Rodrigues Rojas

Otimização da Operação e Manutenção de um
Sistema de Separação de Resíduos – Centro de
Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos da AMRPB



Maria Glória Rodrigues Rojas

Otimização da Operação e Manutenção de um
Sistema de Separação de Resíduos – Centro de
Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos da AMRPB

Relatório de Estágio
Mestrado em Tecnologias Ambientais

Professor Pedro Agostinho da Silva Baila Madeira Antunes
Professor Doutor Artur Manuel Bordalo Machado Figuerinha



Aos meus pais e aos meus irmãos.

Resumo

A realização do presente relatório resulta do estágio curricular desenvolvido no âmbito do Mestrado em Tecnologias Ambientais da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, na empresa Ferrovial Serviços, situada no Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos da Associação de Municípios de Região do Planalto Beirão.

O principal objetivo do estágio foi a elaboração de um Manual de Operação e Manutenção do tratamento mecânico dos resíduos sólidos urbanos (RSU).

Para o enquadramento dos sistemas de separação de resíduos são caracterizados genericamente as diferentes operações da gestão de resíduos e a respetiva legislação.

O Manual de Operação e Manutenção, para além de uma caracterização geral do sistema e respetivos equipamentos, reúne sistematizadamente um conjunto de instruções e procedimentos associados à operação e à manutenção da unidade de tratamento mecânico de RSU do Centro de Tratamento de RSU do Planalto Beirão, proporcionando aos seus colaboradores uma nova ferramenta expedita de informação de modo a assegurar uma gestão mais eficiente.

O Manual de Operação e Manutenção foi elaborado em dois formatos diferentes: em suporte de papel (em ficheiro *Word*) e em suporte informático (aplicação concretizada em *software AutoPlay Media Studio* e em ficheiros *Excel*).

O manual em suporte de papel é considerado um documento de consulta pelos diversos intervenientes da instalação, devendo ser atualizado sempre que for necessário.

O manual em suporte informático é uma ferramenta informática de apoio à gestão de RSU do Planalto Beirão, abrangendo as vertentes de operação, problemas operacionais e manutenção. Este, para além de uma calendarização (com lembretes) das operações de manutenção, inclui também uma base de dados, com o registo das horas operacionais dos equipamentos.

Abstract

The present report follows a curricular training developed under the Master on Environmental Technology from the School of Technology and Management of Viseu, on the company “Ferroviais Serviços”, located at the Municipal Center for Treatment of Solid Waste from the Association of Municipalities of Region from “Planalto Beirão”.

The main purpose of this internship was the development of a manual for operations and maintenance of mechanical treatment of municipal solid waste (MSW).

The classification of the different waste separation systems, is generally characterized by the operations of waste management and the respective legislation.

The Operation and Maintenance Manual, in addition to a general characterization of the system and respective equipment, brings together a set of instructions and procedures associated with the operation and maintenance of the unit for mechanical treatment of MSW from the Integrated Treatment Center of MSW on Planalto Beirão, providing to its employees, a new expedited reporting tool to ensure a more efficient management.

The operation and maintenance manual was prepared in two different formats: on paper (Word file) and in electronic form (AutoPlay Media Studio software and Excel files).

The paper manual is considered a consultation document by the various participants of the facility, and it must be updated whenever necessary.

The digital manual is a software tool to support the management of MSW in Planalto Beirão, covering the aspects of operation, maintenance and operational problems. This manual, in addition to a time schedule (with reminders) of the maintenance operations, also includes a database with the list of operating hours of the equipment.

Palavras – Chave

Resíduos Sólidos Urbanos

Gestão de Resíduos

Tratamento Mecânico

Manutenção

Operação

Key-Words

Municipal Solid Waste
Waste Management
Mechanical Treatment
Maintenance
Operation

Agradecimentos

À minha família, em especial aos meus pais e aos meus irmãos, pela compreensão e apoio demonstrados ao longo da realização deste trabalho.

Ao Professor Pedro Baila Antunes por todo o apoio e disponibilidade demonstradas ao longo do estágio e durante a concretização deste relatório.

À Sra. Engenheira Ana Cordeiro, por todo o apoio, pelas competências transmitidas e orientação durante a realização do meu estágio curricular.

A todos os colaboradores da empresa da Ferrovia Serviço que contribuíram para que o estágio curricular tenha decorrido de modo proveitoso e enriquecedor.

Aos amigos que sempre me acompanharam ao longo da realização do estágio e no decorrer da elaboração do presente relatório.

Índice Geral

Resumo	III
Abstract	V
Palavras – Chave	VII
Key-Words.....	IX
Agradecimentos.....	XI
Índice Geral	XIII
Índice de Figuras	XV
Índice de Quadros.....	XVII
Abreviaturas e Siglas.....	XIX
Parte 1 – Contextualização Teórica: Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e Tratamento Mecânico	1
1. Introdução.....	3
1.1. Plano de Trabalhos.....	4
1.2. Organização do Trabalho	5
2. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	7
2.1. Operações de gestão de RSU	11
2.2. Legislação	15
3. Tratamento Mecânico de RSU.....	19
3.1. Operações Unitárias do Tratamento Mecânico	21
3.1.1. Pré-Triagem.....	21
3.1.2. Triagem	23
3.1.3. Compactação	28
3.1.4. Manuseamento.....	28
3.2. Novas Tecnologias: Separação de resíduos.....	29
4. Instrumento de apoio ao Manual de Operação e Manutenção do Tratamento Mecânico.....	31
Parte 2 – Caso de Estudo.....	35
5. Caracterização do Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Planalto Beirão.....	37
6. Tratamento Mecânico de RSU do Planalto Beirão.....	41
6.1. Zona de Recepção de Resíduos.....	42
6.2. Linha de seleção	43
6.3. Zona de transferência de rejeitado	47

6.4. Caixas e Compactadores.....	47
6.5. Origens e Destinos dos Materiais não orgânicos	48
6.6. Equipamentos utilizado no Tratamento Mecânico de RSU no Planalto Beirão	49
7. Manual de Operação e Manutenção do Tratamento Mecânico de RSU.....	57
7.1. Manual em Suporte de Papel.....	58
7.2. Manual em Suporte Informático	63
8. Outras atividades realizadas durante o estágio.....	77
Conclusão.....	79
Referências Bibliográficas.....	81
Anexos.....	85

Índice de Figuras

Figura 2-1 Hierarquia da gestão de resíduos.	7
Figura 2-2 Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos.	8
Figura 2-3 Produção e capitação diária de resíduos sólidos urbanos em Portugal continental.	9
Figura 2-4 Destino dos resíduos urbanos produzidos em Portugal continental em 2012.	9
Figura 2-5 Caracterização física dos resíduos urbanos em 2012.....	10
Figura 2-6 Destinos diretos dos resíduos urbanos.....	10
Figura 2-7 Diferentes tipos de recolha.	12
Figura 3-1 Configuração típica de um Tratamento Mecânico.	19
Figura 3-2 Exemplo de uma Unidade Tratamento Mecânico Automático.	20
Figura 3-3 Exemplo de uma Unidade Tratamento Mecânico Manual.	20
Figura 3-4 Crivo plano.	22
Figura 3-5 Separador Magnético por roldana de cabeça magnética.....	25
Figura 3-6 Separador magnético por tambor.	26
Figura 3-7 Separador magnético por correia ou tela magnética.....	26
Figura 3-8 Separador Balístico.	27
Figura 4-1 Tipos de Manutenção.	31
Figura 5-1 Associação de Municípios da Região do Planalto Beirão.....	37
Figura 5-2 Mapa geral do Centro de Tratamento do Planalto Beirão.	38
Figura 6-1 Centro de Tratamento Mecânico de RSU do Planalto Beirão.....	41
Figura 6-2 Fluxo de resíduos do tratamento mecânico de RSU do Planalto Beirão.	42
Figura 6-3 Zona de Receção do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.....	43
Figura 6-4 Tremonha de Descarga do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.	43
Figura 6-5 Esquema geral do Centro de Tratamento Mecânico de RSU do Planalto Beirão.....	44
Figura 6-6 Prensa Fixa de Compactação do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.	47
Figura 6-7 Auto-compactadores do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.....	47
Figura 6-8 Tremonha de descarga do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.	50
Figura 6-9 <i>Trommel</i> do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.....	50
Figura 6-10 Separador Balístico do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.....	51
Figura 6-11 Abre sacos – <i>Terminator</i> do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.....	51
Figura 6-12 Separador magnético do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.....	52
Figura 6-13 Separador eletromagnético do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.	53
Figura 6-14 Piso móvel do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.	54
Figura 6-15 Tapetes Transportadores do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.....	55

Figura 7-1 Esquema do índice do manual em suporte de papel.....	58
Figura 7-2 Exemplo do manual das características gerais de um equipamento do tratamento mecânico de RSU.....	60
Figura 7-3 Exemplo do manual dos problemas operacionais de um equipamento do tratamento mecânico de RSU.	61
Figura 7-4 Estrutura do manual de suporte informático.....	63
Figura 7-5 Menu principal.	64
Figura 7-6 Navegador Esquema do processo.....	65
Figura 7-7 Navegador objetivo da linha.....	65
Figura 7-8 Categoria Equipamentos.....	66
Figura 7-9 Exemplo do botão Tapete Transportador.....	66
Figura 7-10 Categoria Instruções.....	67
Figura 7-11 Categoria Limpeza.....	68
Figura 7-12 Categoria Operações de Limpeza.....	68
Figura 7-13 Categoria Manutenção.....	69
Figura 7-14 Categoria Stock	70
Figura 7-15 Categoria Painel da Manutenção Preventiva.	71
Figura 7-16 Exemplo da categoria Plano de Manutenção Preventiva.	72
Figura 7-17 Exemplo de alerta dos dias ou horas de faltam.....	72
Figura 7-18 Exemplo de alerta quando é ultrapassado o tempo de manutenção.	73
Figura 7-19 Categoria Horas.....	74
Figura 7-20 Categoria características dos equipamentos.....	75
Figura 7-21 Categoria EPI's.....	75
Figura 0-1 Esquema geral do Tratamento Mecânico de RSU do Planalto Beirão.....	87
Figura 0-2 Esquema do índice do manual em suporte de papel.....	89
Figura 0-3 Estrutura do manual do suporte informático.....	91
Figura 0-4 Esquema do Parque de Resíduos.	93
Figura 0-5 Exemplo de Instruções realizada no Armazém de Produtos Químicos.	95

Índice de Quadros

Quadro 1-1 Plano de trabalhos previsto.....	4
Quadro 1-2 Cronograma de tarefas desenvolvidas.....	5
Quadro 2-1 Diferentes Tratamentos de Resíduos.....	13
Quadro 2-2 Operações de Valorização de Resíduos.....	14
Quadro 2-3 Operações de Eliminação.....	14
Quadro 2-4 Eixos de atuação.....	17
Quadro 6-1 Origens e destinos dos materiais não orgânicos.....	49

Abreviaturas e Siglas

AMRPB –	Associação de Municípios da Região do Planalto Beirão
CTRSU –	Centro de Tratamento de RSU
EM –	Sensor Eletromagnético para Metais
EPI'S –	Equipamentos de Proteção Individuais
NIR –	Infravermelho Próximo
PEAD –	Polietileno de alta Densidade
PERSU –	Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos
PET –	Politereftalato de Etileno
PS –	Poliestireno
PVC –	Policloreto de Vinilo
RSU –	Resíduos Sólidos Urbanos
VE –	Valorização Energética
VIS –	Sensor de Espectrometria Visual
VO –	Valorização Orgânica
XRF –	Fluorescência de raios-X
XRT –	Transmissão de Raios-X

Parte 1 – Contextualização Teórica: Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e Tratamento Mecânico

1. Introdução

A diminuição dos recursos e os impactos associados à eliminação de resíduos em aterro sanitário levaram à necessidade de encontrar várias formas de valorização dos RSU, diminuindo os seus impactos ambientais bem como os custos associados à sua eliminação.

A obrigação de controlar o crescimento da produção de RSU originou o desenvolvimento de diversos tipos de tratamentos e políticas para os RSU. Assim, foram estabelecidas prioridades para os diversos processos associados à geração, valorização e destino final de RSU: Prevenção, Redução e Reutilização; Valorização material; Valorização orgânica; Valorização energética; Incineração sem recuperação de energia e Deposição em aterro sanitários (Simões, 2007).

A gestão adequada dos RSU exige uma maior participação de todos os cidadãos; já que envolve todas as fases do ciclo de vida do produto, desde a sua produção (que se quer cada vez mais reduzida), à reutilização das embalagens e outros materiais, à adequada deposição no fim de vida e aos novos produtos adquiridos a partir dos resíduos, como o composto, energia ou novos materiais.

O tratamento de RSU envolve a sua transformação em formas reutilizáveis ou a sua deposição em condições mais ambientalmente aceitáveis. Existem diferentes processos de tratamento, por via física, química, térmica e/ou biológica (Jesus, 2012).

O tratamento mecânico é um tratamento físico através de uma sequência de equipamentos (crivo, separadores magnéticos, separadores balísticos, etc.) que permitem a separação de materiais em diversas fileiras. Permite assim separar a matéria orgânica de quaisquer elementos não orgânicos, de modo a obter um material de qualidade que seguirá para um tratamento biológico.

A manutenção dos equipamentos é muito importante visto que envolve atividades ligadas à prevenção, correção ou predição de avarias (Santos, Colosimo & Motta, 2007). Existem diferentes métodos de manutenção, como a manutenção preventiva, a manutenção corretiva e a manutenção de melhoria (Cabral, 2009).

O manual de operação e manutenção é uma ferramenta muito importante porque é um guia prático para todos os funcionários de uma instalação, ajudando os trabalhadores a

conhecerem e manobram os equipamentos, diminuindo os custos e riscos associados à manutenção corretiva, informando dos problemas operacionais e do plano de manutenção preventivo.

O presente relatório decorre da realização de um estágio curricular – na área da operação e manutenção do tratamento mecânico de RSU - no âmbito do Mestrado de Tecnologias Ambientais da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, na empresa Ferroviais Serviços, anteriormente designada por CESPAs de Portugal, no Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos da Associação de Municípios de Região do Planalto Beirão (AMRPB), localizada na freguesia de Barreiro de Besteiros, concelho de Tondela e distrito de Viseu.

1.1. Plano de Trabalhos

O estágio curricular realizado na empresa Ferroviais Serviços teve a duração de seis meses, compreendido entre o dia 02 de Dezembro de 2013 e o dia 31 de Maio de 2014. O tema principal do estágio foi a Otimização da Operação e Manutenção do Tratamento Mecânico de Resíduos Sólidos Urbanos do Planalto Beirão. Para a sua execução foi estabelecido um plano de trabalhos (Quadro 1-1) e respetivo cronograma com distribuição (Quadro 1-2) e calendarização de tarefas.

Quadro 1-1 Plano de trabalhos.

Tarefa	Título	Descrição
T1	Pesquisa bibliográfica	Revisão bibliográfica do estado da arte relativo à gestão de resíduos e dos diferentes sistemas/operações de separação de RSU recicláveis e indiferenciados.
T2	Caraterização dos sistemas objeto de estudo	Com base em documentação fornecida e estudo no local será efetuada uma caracterização do Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos, do centro de Triagem de resíduos recicláveis e do sistema de pré-tratamento/triagem de RSU indiferenciados.
T3	Recolhas de dados para a elaboração do Manual	Levantamento intensivo da exploração dos sistemas, incluindo recolha bibliográfica,

	de Operação e Manutenção	monitorizações de procedimentos, medições, análise de protocolos dispersos, fichas de equipamentos, manuais de instruções, etc.
T4	Desenvolvimento de base de dados, tratamento de resultados e emissão de relatórios de informação	Bases de dados desenvolvida, a partir de uma pré-existente. Conceção de tratamentos estatísticos de dados e resultados, de fichas e relatórios formatados a reportar a diversa informação pertinente.
T5	Realização do Manual de Operação e Manutenção	Elaboração do manual de Operação e Manutenção, em suporte papel e em suporte informático, incluindo metodologias de controlo e avaliação.
T6	Elaboração do Relatório de Estágio	

Quadro 1-2 Cronograma de tarefas desenvolvidas.

Tabela	Dez.2013	Jan.2014	Fev.2014	Mar.2014	Abr.2014	Mai.2014
T1						
T2						
T3						
T4						
T5						
T6						

1.2. Organização do Trabalho

O presente trabalho encontra-se subdividido em duas partes, na primeira é abordada toda a contextualização teórica no que se refere à gestão de RSU e ao tratamento mecânico. Na segunda parte é apresentado o caso de estudo referente à Operação e Manutenção do Tratamento Mecânico dos RSU do Planalto Beirão.

A contextualização teórica é composta por três capítulos: para além da introdução, o segundo capítulo aborda a gestão de RSU, focando-se em temas como operações de gestão de RSU e a legislação. O terceiro capítulo caracteriza os sistemas de tratamento mecânico, incluindo as operações unitárias do tratamento e novas tecnologias de separação

Capítulo 1. Introdução

de resíduos. O último capítulo aborda os instrumentos de apoio ao Manual de Operação e Manutenção do Tratamento Mecânico de RSU.

A apresentação do caso de estudo encontra-se subdividida em quatro capítulos. O primeiro, corresponde ao quinto capítulo, que descreve a caracterização do Centro de Tratamento RSU do Planalto Beirão. O sexto capítulo descreve o Tratamento Mecânico RSU (Separação de resíduos indiferenciados) do Planalto Beirão. No sétimo capítulo apresentam-se as metodologias que foram aplicadas para a elaboração do Manual de Operação e Manutenção do Tratamento Mecânico RSU nos diferentes suportes (papel e informático), sendo realizada uma caracterização resumida dos mesmos. No último capítulo são descritas outras atividades realizadas no estágio.

2. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

Em Portugal, a definição de resíduos urbanos tem progredido no que se refere à sua abrangência. No Decreto-Lei n.º178/2006, de 5 de Setembro, estão definidos como resíduos urbanos um “resíduo proveniente de habitações, bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações”. Assim, são considerados resíduos urbanos os resíduos produzido por:

- agregados familiares (resíduos domésticos);
- pequenos produtores de resíduos semelhantes (produção diária inferior a 1100L);
- grandes produtores de resíduos semelhantes (produção diária inferior a 1100L).

A gestão de resíduos é um sistema complexo, devido à sua diversidade de tratamento e valorização. A estratégia da União Europeia em termos de resíduos foi estabelecida a partir duma hierarquia de gestão de resíduos, tendo como principal objetivo assegurar a eficiência na utilização dos recursos naturais e a redução dos impactos negativos, como as emissões atmosféricas, efluentes e ocupação do solo. Na Figura 2-1 apresenta-se a hierarquia da gestão de resíduos.

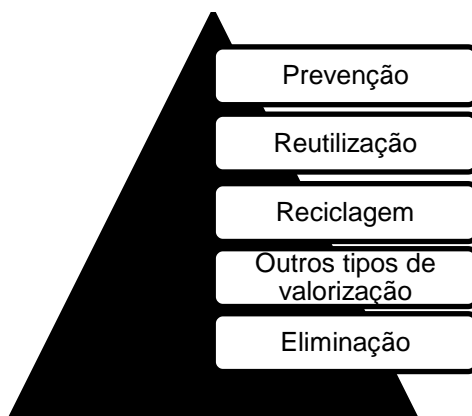


Figura 2-1 Hierarquia da gestão de resíduos. Adaptado: (DEFRA, 2007a).

Segundo o Decreto-Lei n.73/2011, de 17 de Junho, entende-se por “gestão de resíduos” “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 adaptadas na qualidade do comerciante ou corretor”.

Capítulo 2. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

Em Portugal Continental, existiam, em 2011, 23 sistemas de gestão de resíduos urbanos, 12 multimunicipais e 11 intermunicipais distribuídos por 278 municípios, como se pode observar na Figura 2-2.

- 1 VALORMINHO
- 2 RESULTIMA
- 3 BRAVAL
- 4 RESINORTE
- 5 LIPOR
- 6 AMBISOUSA
- 7 SULDOURO
- 8 RESÍDUOS DO NORDESTE
- 9 VALORLIS
- 10 ERSUC
- 11 ECOBEIRÃO
- 12 RESIESTRELA
- 13 VALNOR
- 14 VALORSUL
- 15 ECOLEZÍRIA
- 16 RESITEJO
- 17 TRATOLIXO
- 18 AMARSUL
- 19 GESAMB
- 20 AMBILITAL
- 21 AMCAL
- 22 RESIALENTEJO
- 23 ALGAR



Figura 2-2 Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos. Fonte: (APA, 2011).

Em 2012, a produção total de resíduos urbanos em Portugal Continental, foi cerca de 4,528 milhões de toneladas, correspondente a uma capitação de 454 kg/hab.ano, a que corresponde uma produção diária de 1,24 kg de RSU por habitante. Relativamente ao ano 2011, constata-se uma diminuição da produção de RSU em Portugal continental (APA, 2013a), como se pode observar na Figura 2-3 (p.e. 6.8% em termos de capitação).

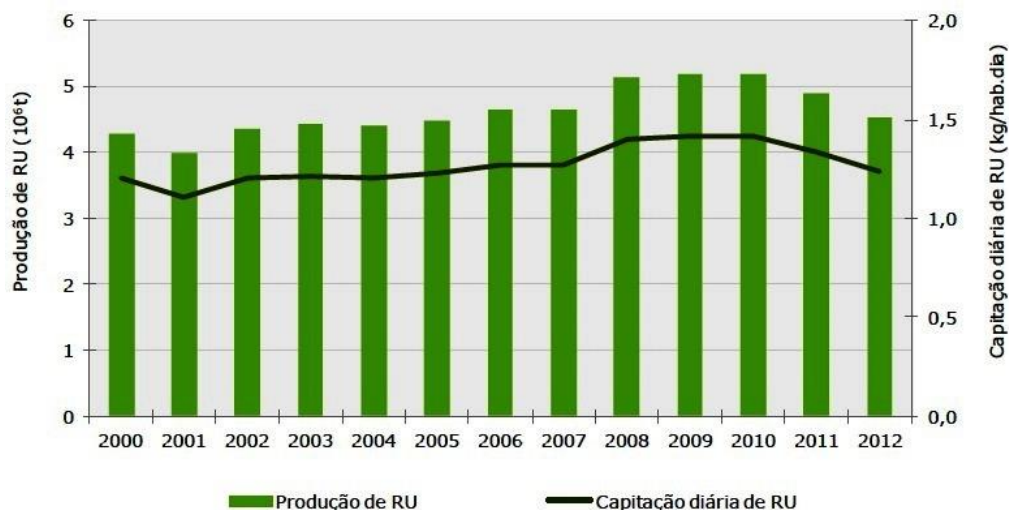


Figura 2-3 Produção e capitação diária de resíduos sólidos urbanos em Portugal continental. Fonte: (APA, 2013a).

Os resíduos urbanos produzidos em Portugal continental (4,528 milhões de toneladas) foram submetidos às seguintes operações de gestão: 53,6% de deposição em aterro, 18,2% de valorização energética, 15,7% de valorização orgânica e a restantes frações de 12,5% de valorização multimaterial (APA, 2013a).

Na Figura 2-4 pode observar-se o destino dos resíduos urbanos produzidos em Portugal Continental em 2012.

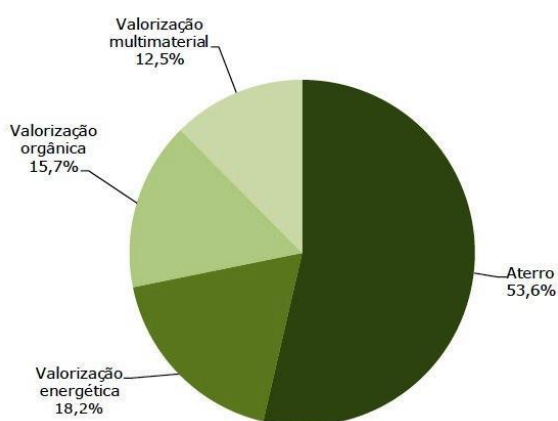


Figura 2-4 Destino dos resíduos urbanos produzidos em Portugal continental em 2012. Fonte: (APA, 2013a).

Tendo por base as especificações técnicas da Portaria nº. 851/2009, de 7 de Agosto (APA, 2013b), na Figura seguinte representa-se a caracterização física média dos resíduos urbanos em 2012, em Portugal Continental.

Capítulo 2. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

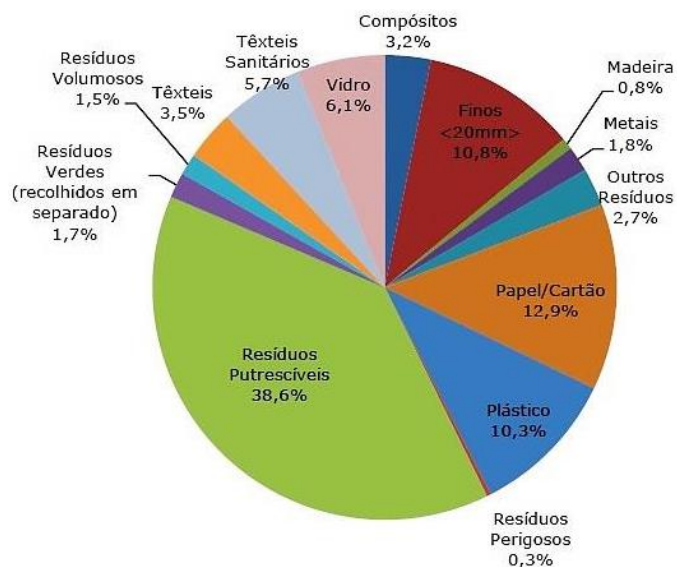


Figura 2-5 Caracterização física dos resíduos urbanos em 2012. Fonte: (APA, 2013b).

Como se pode observar a característica física dos resíduos urbanos mais predominante são os resíduos orgânicos com 38,6%, seguindo-se os materiais finos e os plásticos com 10,8% e 10,3% respetivamente. Sendo que, os resíduos menos predominantes são os resíduos perigosos com 0,3% e a madeira com 0,8%.

Na Figura 2-6 está representada a distribuição dos destinos dos resíduos urbanos em Portugal Continental entre 2010 e 2012.

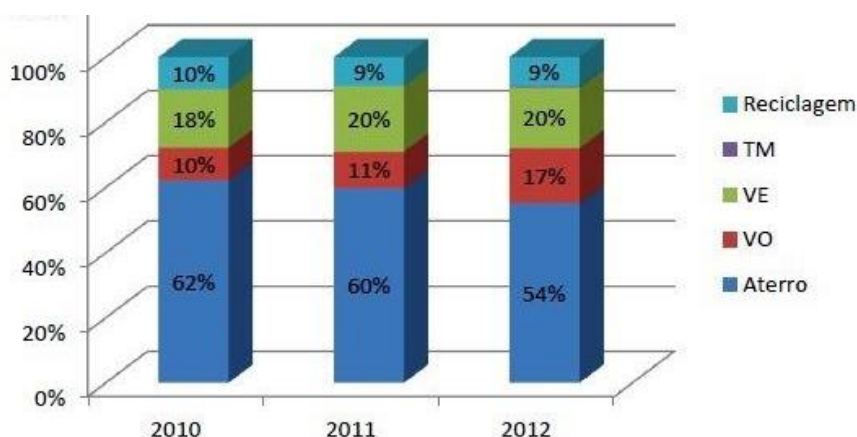


Figura 2-6 Destinos diretos dos resíduos urbanos. Fonte: (APA, 2013b).

Tal como se pode constatar no gráfico anterior, a deposição direta em aterro continua a ser o destino mais utilizado para os resíduos urbanos. Sendo que, em 2012, apresenta uma redução de 6% em relação ao ano 2011. Os restantes resíduos produzidos em 2012 tiveram

como destino final: 17% de Valorização Orgânica (VO), 20% de Valorização Energética (VE) e 9% de Reciclagem.

2.1. Operações de gestão de RSU

A gestão de resíduos urbanos engloba uma grande diversidade de tecnologias, visto que, todos os processos associados à gestão de resíduos devem cumprir com a legislação em vigor e técnicas que sejam amigas do ambiente, não descurando as componentes económicas (Tchobanoglous & Kreith, 2002). As principais operações de gestão de resíduos urbanos são: a recolha, triagem, transporte, tratamento, valorização e por fim a eliminação.

- **Recolha**

Segundo o Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho, a recolha de resíduos é uma componente da gestão de resíduos que se baseia na coleta de resíduos, incluindo ainda a triagem e o armazenamento preliminares para fins de transporte para uma instalação de tratamento.

O sistema de recolha de RSU é composto por três operações (Carvalho, 2008):

1. Deposição – é o conjunto de operações que engloba a armazenagem domiciliária de RSU e a sua deposição em recipientes para serem removidos.
2. Remoção – é a transferência dos RSU para as viaturas de recolha, sendo realizada por pessoal e equipamento específico.
3. Transporte – é a distância que a viatura de recolha realiza entre o último ponto de recolha dos resíduos e o local do seu destino final.

Para a operação de recolha, é importante ter equipamentos adequados. Estes equipamentos de armazenagem temporária de resíduos variam consoante o tamanho e o tipo de resíduos que vão receber. Cada equipamento tem uma função o que é influenciado pelo tipo de recolha a que é sujeito.

Há contentores onde são depositados resíduos que sofreram uma separação prévia de uma ou mais categorias de resíduos, designada por recolha seletiva enquanto para os resíduos depositados sem qualquer tipo de separação a recolha é designada de indiferenciada (Santos, 2012). Na figura seguinte pode observar-se os diferentes tipos de recolha.

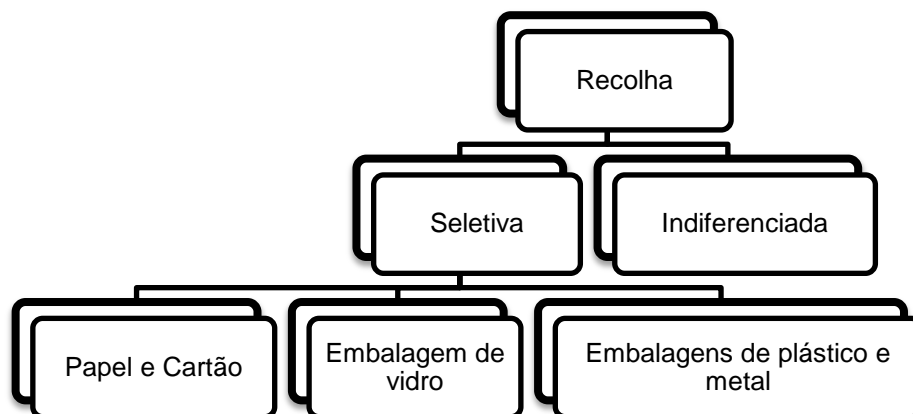


Figura 2-7 Diferentes tipos de recolha.

- **Transporte**

As operações de gestão de resíduos necessitam de realizar o respetivo transporte, tendo em conta a concentração de resíduos em locais específicos.

O transporte de resíduos é um processo muito importante na gestão de resíduos, sendo relevante atender a fatores como o combustível, os equipamentos, a manutenção, o pessoal, o turno e circuitos de recolha etc. Importa também considerar as questões ambientais, por exemplo os veículos aumentam as emissões de gases na atmosfera (Lopes, 2008).

A otimização dos circuitos de recolha pode contribuir para uma maior eficiência, incluindo uma poupança significativa para as entidades gestoras.

- **Triagem**

Segundo com a definição do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, na redação dada pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, 17 de junho, a “triagem” define-se como “o ato de separação de resíduos através de processos manuais ou mecânicos, sem alteração das suas características, com vista ao seu tratamento”.

- **Tratamento**

Existem diferentes processos para o tratamento de resíduos, tais como: físicos (mecânico), químicos, térmicos e biológicos. Estes modificam as características dos resíduos de forma a

diminuir o seu volume ou perigosidade, assim como a facilitar o seu transporte, valorização ou eliminação depois das operações de recolha.

O tratamento de resíduos muitas vezes destina-se unicamente a melhorar as características dos materiais para valorização, tendo em conta a redução dos custos da operação e de eliminação, tal como os impactos ambientais associados (Lopes, 2008).

Nas operações de tratamento, as principais infraestruturas são as centrais de separação mecânica, centrais de compostagem e digestão anaeróbia e centrais de incineração (térmico). No quadro seguinte estão descritos os diferentes tratamentos de resíduos.

Quadro 2-1 Diferentes Tratamentos de Resíduos. Fonte: (Santos, 2012).

Tratamento Mecânico	<p>Aplica-se aos resíduos provenientes de uma recolha seletiva, como aos resíduos indiferenciados.</p> <p>Na recolha seletiva é apenas necessário a refinação do processo de separação (por ex. triagem do papel).</p> <p>Nos resíduos indiferenciados, como é composto por uma mistura de vários tipos de materiais, o processo tem um maior grau de complexidade.</p>
Tratamento Biológico	<p>Consiste na decomposição da fração orgânica biodegradável presente nos resíduos urbanos, transformando-a em composto.</p> <p>As duas operações mais comuns do tratamento biológico são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • digestão anaeróbia (processo anaeróbio); • compostagem (processo aeróbio), por vezes complementar do anterior.
Tratamento Térmico	<p>Tratamento de resíduos por via térmica com ou sem recuperação de calor produzido por combustão.</p>

- **Valorização**

Segundo o Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, a valorização prevê um conjunto de 13 operações, identificadas no Quadro 2-2. Nas operações de valorização destacam-se os processos como a separação multimaterial, biológicos para a recuperação de matéria orgânica e nutrientes, e térmicos com aproveitamento energético e químicos.

Capítulo 2. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

A valorização contribui para aumentar o tempo de vida das matérias-primas e poupar energia, diminuindo assim as quantidades destinadas para a eliminação (Lopes, 2008).

Quadro 2-2 Operações de Valorização de Resíduos. Fonte: (DL n.º 178/2006).

R1	Utilização principal como combustível ou outro meio de produção de energia.
R2	Recuperação/regeneração de solventes.
R3	Reciclagem/recuperação de substâncias orgânicas não utilizadas como solventes (incluindo digestão anaeróbia e ou compostagem e outros processos de transformação biológica).
R4	Reciclagem/recuperação de metais e compostos metálicos.
R5	Reciclagem/recuperação de outros materiais inorgânicos.
R6	Regeneração de ácidos ou bases.
R7	Valorização de componentes utilizados na redução da poluição.
R8	Valorização de componentes de catalisadores.
R9	Refinação de óleos e outras reutilizações de óleos.
R10	Tratamento do solo para benefício agrícola ou melhoramento ambiental.
R11	Utilização de resíduos obtidos a partir de qualquer das operações enumeradas de R 1 a R 10.
R12	Troca de resíduos com vista a submetê-los a uma das operações enumeradas de R 1 a R 11.
R13	Armazenamento de resíduos destinados a uma das operações enumeradas de R 1 a R 12 (com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde os resíduos foram produzidos).

- **Eliminação**

A eliminação é o conjunto de operações que visam dar um destino final mais adequado aos materiais residuais que resultam dos diferentes processos, tendo em conta a legislação em vigor. O Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, prevê como eliminação um conjunto de 15 operações (ver Quadro 2-3).

Quadro 2-3 Operações de Eliminação. Fonte: (DL n.º 178/2006).

D1	Depósito no solo, em profundidade ou à superfície (por exemplo, em aterros, etc.).
D2	Tratamento no solo (por exemplo, biodegradação de efluentes líquidos ou de lamas de depuração nos solos, etc.).
D3	Injeção em profundidade (por exemplo, injeção de resíduos por bombagem em poços, cúpulas salinas ou depósitos naturais, etc.).

D4	Lagunagem (por exemplo, descarga de resíduos líquidos ou de lamas de depuração em poços, lagos naturais ou artificiais, etc.).
D5	Depósitos subterrâneos especialmente concebidos (por exemplo, deposição em alinhamentos de células que são seladas e isoladas umas das outras e do ambiente, etc.).
D6	Descarga para massas de água, com exceção dos mares e dos oceanos.
D7	Descargas para os mares e ou oceanos, incluindo inserção nos fundos marinhos.
D8	Tratamento biológico não especificado em qualquer outra parte do presente anexo que produza compostos ou misturas finais rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D 1 a D 12.
D9	Tratamento físico -químico não especificado em qualquer outra parte do presente anexo que produza compostos ou misturas finais rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D 1 a D 12 (por exemplo, evaporação, secagem, calcinação, etc.).
D10	Incineração em terra.
D11	Incineração no mar
D12	Armazenamento permanente (por exemplo, armazenamento de contentores numa mina, etc.).
D13	Mistura anterior à execução de uma das operações enumeradas de D 1 a D 12
D14	Reembalagem anterior a uma das operações enumeradas de D 1 a D 13.
D15	Armazenamento antes de uma das operações enumeradas de D 1 a D 14 (com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde os resíduos foram produzidos).

2.2. Legislação

O Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, aprovou o regime geral da gestão de resíduos, revogando o Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de setembro e a Portaria n.º 961/98, de 10 de novembro. Este Decreto-Lei transpõe também duas diretivas comunitárias, a Diretiva n.º 2006/12/CE, do parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, e a Diretiva n.º 91/689/CEE, do Conselho, de 12 de Dezembro.

O Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho, estabelece a terceira alteração do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro e transpõe a Diretiva n.º 2008/98/CE, do parlamento Europeu e do Conselho, 19 de Novembro de 2008. O Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho, confirma o princípio da responsabilidade do produtor pelos resíduos produzidos, estabelecido na Lei de Base do Ambiente, Lei n.º 11/87 de 7 de Abril.

Capítulo 2. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

O Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, também provém das alterações dos seguintes diplomas: Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de dezembro, Decreto-Lei n.º 111/2001, de 6 de abril, Decreto-Lei n.º 153/2003, de 11 de julho, Decreto-Lei n.º 196/2003, de 23 de agosto, Decreto-Lei n.º 3/2004, de 3 de janeiro, Decreto-Lei n.º 190/2004, de 17 de agosto, Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de março e Decreto-Lei n.º 210/2009, de 3 de setembro.

O Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho, estabelece as seguintes metas na política e gestão de RSU em Portugal a alcançar até 2020:

- “Um aumento mínimo global para 50% em peso relativamente à preparação para a reutilização e a reciclagem de resíduos urbanos, incluindo o papel, o cartão, o plástico, o vidro, o metal, a madeira e os resíduos urbanos biodegradáveis”.
- “Um aumento mínimo para 70% em peso relativamente à preparação para a reutilização, a reciclagem e outras formas de valorização”.

Portugal comprometeu-se de cumprir as metas de recolha, de reciclagem e de valorização relativo a estes resíduos (APA, 2013a), fixadas no quadro europeu. Este fixa metas distintas para alguns fluxos específicos de resíduos (pilhas portáteis, resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos e resíduos de embalagens) que se encontram no âmbito dos resíduos sólidos.

O Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de Agosto, estabeleceu o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro, alterado por o Decreto-Lei n.º 84/2011, de 20 de junho, nos artigos 2º a 4º, este Decreto-Lei estabeleceu a simplificação dos regimes jurídicos da deposição de resíduos em aterro.

A classificação dos resíduos urbanos é sempre realizada de acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER), através da Portaria n.º 209/2004, de 3 de março.

O Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU I) foi aprovado em julho de 1997 e tinha como principal objetivo a definição de um planeamento estratégico para a gestão dos RSU gerados em Portugal, no qual foram definidas as principais diretrizes:

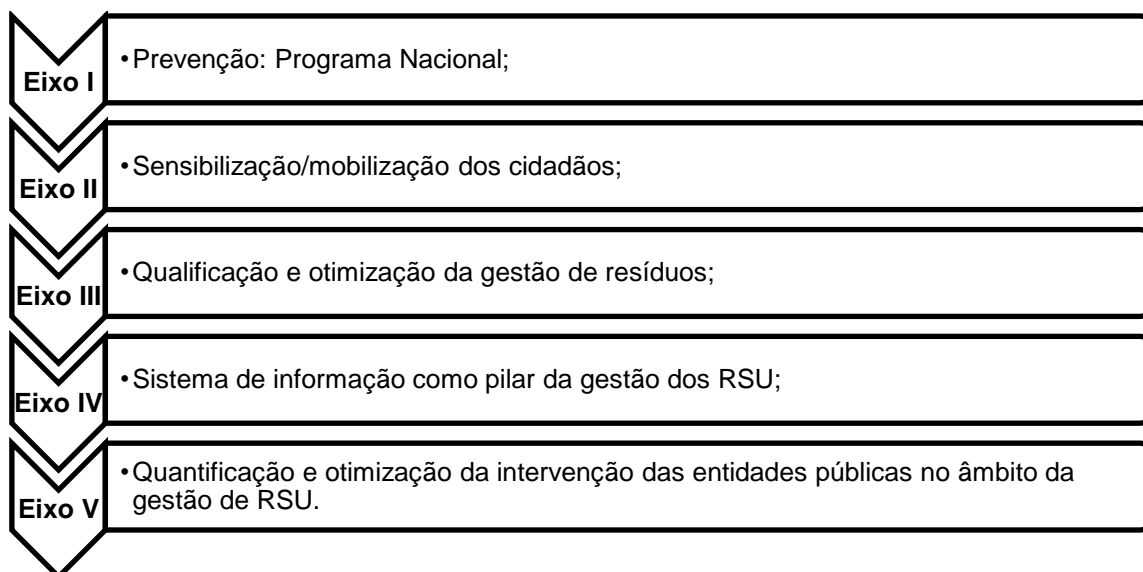
- o encerramento de lixeiras;
- a construção de infraestruturas para o tratamento resíduo urbano;
- o reforço acentuado da recolha seletiva e da reciclagem multimaterial.

O Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU II) constitui uma revisão do PERSU I, e tem como principal objetivo a gestão dos RSU no período 2006-2016.

A Portaria n.º 87/2007, de 12 de Fevereiro, estabeleceu o referido Plano Estratégico, sendo alterado pela Portaria n.º 851/2009, de 7 de agosto (ponto 7.º), que aprova a caracterização de resíduos urbanos. No PERSU II foram definidas as metas a atingir e as ações a implementar tendo em vista o cumprimento dos objetivos de desvios de Resíduos Urbanos Biodegradáveis, no seguimento da Diretiva 1999/31/CE, de 26 de abril, referente à deposição de resíduos em aterros, transposta pelo Decreto-Lei n.º183/2009, de 10 de agosto.

Assim sendo, foram definidos cinco Eixos de Atuação para a implementação do PERSU II, representados no Quadro 2-4.

Quadro 2-4 Eixos de atuação. Adaptado: (MAOTDR, 2007).



3. Tratamento Mecânico de RSU

O tratamento mecânico é um processo de separação física dos resíduos indiferenciados, tendo como principal objetivo separar a fração orgânica dos restantes fluxos de resíduos que são considerados contaminantes, como o vidro, o plástico, o papel, o cartão, os têxteis e os resíduos volumosos (DEFRA, 2007b).

O tratamento mecânico tem como vantagens:

- reduzir o volume de resíduos para destino final a aterro ou incineração;
- reduzir a quantidade de matéria orgânica a enviar para o destino final;
- reduzir a formação de biogás no aterro (gás que potencia o efeito de estufa e odores nos aterros);
- beneficiar a operação de digestão anaeróbia a jusante;
- aumentar a qualidade/estabilização do produto final da Fração Orgânica de RSU, após tratamento (s) biológico (s), i.e. digestão anaeróbia e/ou compostagem
- aumentar a produção controlada de biogás – com respetiva valorização energética - no processo de digestão anaeróbia.

Os materiais recuperados no tratamento mecânico – e.g. como plásticos, metais e alumínio – podem ter potencialmente valorização. A matéria orgânica é encaminhada para Central de Valorização Orgânica como a digestão anaeróbia ou a compostagem. Os materiais que não têm nenhuma valorização (rejeitados) são enviados para aterro sanitários (DEFRA, 2007b).

Na Figura 3-1 apresenta uma configuração típica do tratamento mecânico.



Figura 3-1 Configuração típica de um Tratamento Mecânico.

Capítulo 3. Tratamento Mecânico de RSU

O tratamento mecânico pode envolver diferentes processos para alcançar uma separação eficaz. Esta é efetuada tendo em conta o tamanho, forma, densidade ou as propriedades eletromagnéticas.

O funcionamento do tratamento mecânico pode ser automático ou manual como se pode observar nas Figura 3-2 e Figura 3-3, respetivamente.

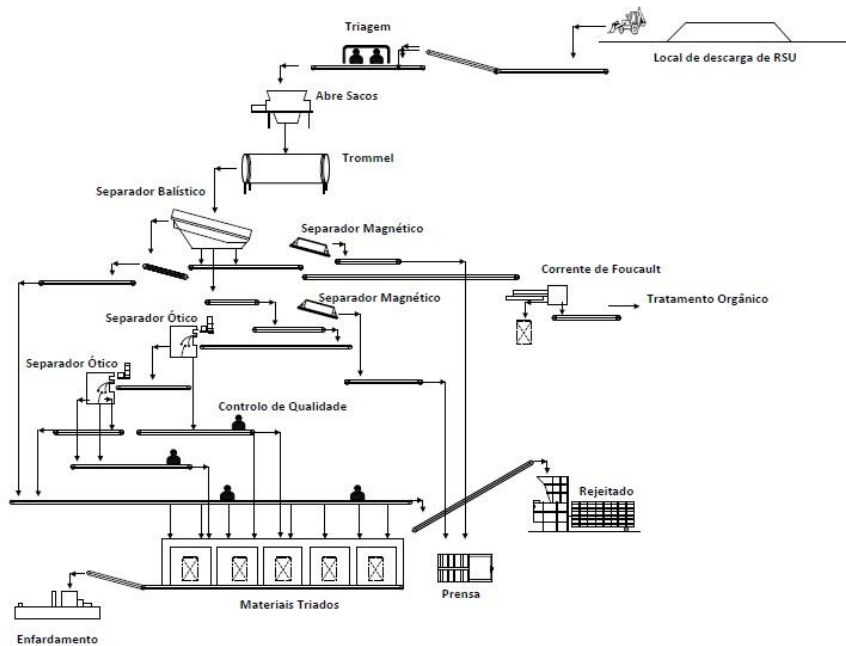


Figura 3-2 Exemplo de uma Unidade Tratamento Mecânico Automático. Adaptado: (Teixeira, 2009).

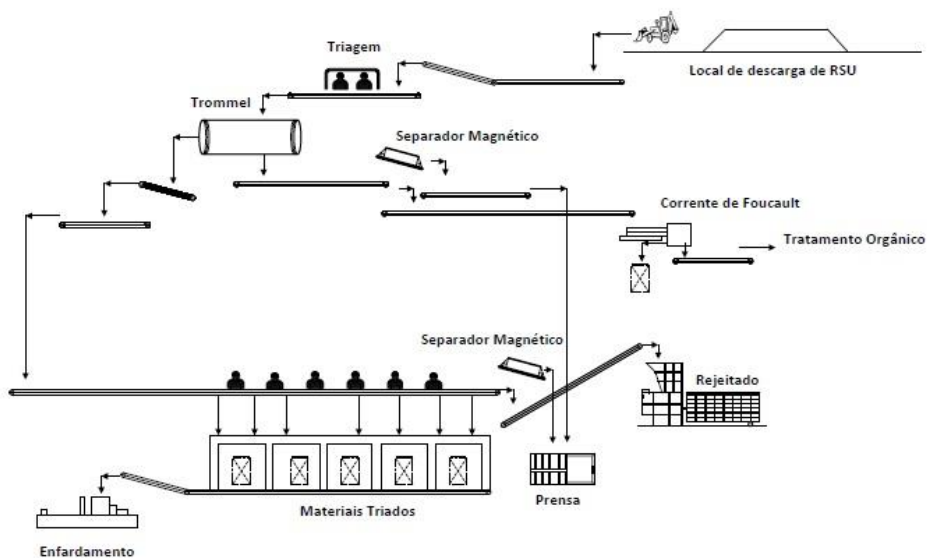


Figura 3-3 Exemplo de uma Unidade Tratamento Mecânico Manual. Adaptado: (Teixeira, 2009).

O tratamento mecânico automático inclui, usualmente, técnica de separação como: Abre Sacos, Separador Balístico, Separadores magnéticos, Separadores Óticos, *Trommel*, Tapetes transportadores e corrente *Foucault*.

O Tratamento mecânico manual engloba geralmente técnicas de separação como: Separadores Magnéticos, Triagem, Prensa, *Trommel*, Enfardamento, Tapetes Transportadores e corrente *Foucault*.

3.1. Operações Unitárias do Tratamento Mecânico

De uma forma não exaustiva, nos pontos seguintes apresentam-se as operações unitárias do tratamento mecânico, considerando quatro áreas diferentes: Pré-Triagem, Triagem, Compactação e o Manuseamento.

3.1.1. Pré-Triagem

Na área da Pré-triagem pretende-se organizar os resíduos para simplificar e melhorar o tratamento mecânico, removendo os materiais contaminantes de grandes dimensões, evitando assim danos mecânicos nos equipamentos a jusante.

Os principais equipamentos utilizados nesta fase são: Abre Sacos, Aspirador de Filmes, Crivo, *Trommel* ou Crivo Rotativo e Classificador de ar.

- **Abre Sacos:** é uma tecnologia antiga utilizada para abrir os sacos plásticos e libertar os materiais que lá se encontram, consistindo em colocar a lâmina no tambor do crivo rotativo, rompendo os sacos. Esta tecnologia ainda é atualmente aplicada, contudo, atualmente, existem métodos mais eficazes.

Os abre sacos mais antigos são constituídos normalmente por um rotor com lâminas incorporadas em forma de espiral e um conjunto de lâminas fixas, podendo a abertura do corte ser regulada. Esta regulação é relevante já que permite controlar o fluxo de material de saída (Teixeira, 2009).

O desempenho destes tipos de máquinas pode ser afetado por objetos maciços ou por problemas associados a sacos de plásticos de diferentes tamanhos. Assim, é importante

experimentar o equipamento com os diferentes tipos de resíduos. Outros cuidados importantes a ter em conta são a limpeza diária das lâminas fixas a fim de preservar a sua eficiência (Piedade & Aguiar, 2010).

Os abres sacos mais recentes caracterizam-se por ter uma rotação lenta e um monorotor, aumentando assim, a eficiência do processo de seleção e recuperação dos materiais com potencial valorização (Masias Recycling, 2014a).

- **Aspirador de Filme** implantado após o abre sacos, é constituído por uma conduta que cria uma corrente de ar aspirado. Os sacos de plásticos são aspirados para uma zona ou para um contentor de deposição. Esta remoção é importante porque trata-se de materiais muito leves e flexíveis que facilmente se podem introduzir no interior dos equipamentos, provocando avarias graves ou reduzindo a sua eficiência (Eco-Emballages, 2005).

- **Crivo Plano:** A separação granulométrica, também designada por crivagem, é usada na separação dos materiais em duas ou mais frações em função das respetivas dimensões (Piedade & Aguiar, 2010).

Crivo (ver Figura 3-4) é constituído por uma placa com orifícios com a mesma dimensão e em intervalos regulares, na maior partes dos casos, assistindo a separação granulométrica dos resíduos. Desta forma podem ser eliminados todos os resíduos de pequenas dimensões (Rodrigues, 2009).

A placa com orifícios é montada normalmente sobre um plano inclinado - entre 8 a 12° - com um sistema vibratório (Eco-Emballagens, 2005).

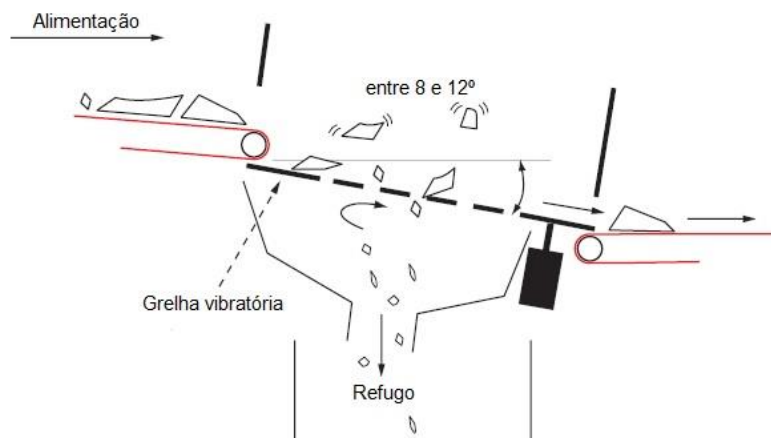


Figura 3-4 Crivo plano. Adaptado: (Eco-Emballagens, 2005).

- **Crivo Rotativo ou *Trommel*:** é um tambor com malhas perfuradas, ligeiramente inclinado, com uma ou mais dimensões, permitindo deste modo, separar elementos de diferentes granulometrias (Piedade & Aguiar, 2010).

A mistura de resíduos é incorporada no interior do crivo rotativo inclinado, a partir da extremidade mais elevada. Com a rotação do crivo, o material a separar baixa ao longo do tambor, sendo eliminados através dos diferentes orifícios, tal como no crivo plano. O material de dimensões superiores ao dos orifícios atravessa todo o crivo rotativo e sai pela boca final (Piedade & Aguiar, 2010).

Este tipo de crivo tem uma inclinação de 4 a 6°, e dimensões muito variáveis entre 2 m a 15 m de comprimento e 0,6 m a 2 m de diâmetro. A velocidade média de rotação varia entre 9 a 13 rotações por minuto (Eco-Emballagens, 2005).

- **Classificador de Ar:** também designado por elutriação, utiliza um fluxo de ar, para separar os materiais leves, dos resíduos pesados, com base na diferença de densidade.

Quando os resíduos triturados são incorporados num fluxo de ar com velocidade suficiente, a fração leve são arrastados com o fluxo de ar, caindo os materiais pesados na direção contrária. Este tipo de equipamento é aplicado geralmente para separar embalagens de plástica, vidro, papel e cartão e filmes plásticos (Tchobanoglous & Kreith, 2002).

3.1.2. Triagem

A triagem tem como principal objetivo garantir o cumprimento da reciclagem de resíduos/materiais, diminuindo assim, a deposição em aterro sanitários destes tipos de materiais. A triagem consiste na separação dos resíduos, com as mesmas características.

- **Mesa de Triagem:** Localiza-se na cabine de triagem, sendo geralmente pressurizada e climatizada, é constituída essencialmente por um tapete transportador que passa em frente aos triadores (operadores da operação). A triagem normalmente é realizada de pé, havendo porém alguns casos em que os operadores trabalham sentados em cadeiras de alturas reguláveis (Piedade & Aguiar, 2010).

O processo da triagem propriamente dito pode realizar-se de formas distintas (Martinho, 2012):

Capítulo 3. Tratamento Mecânico de RSU

✓ Triagem positiva: o triador retira do tapete os materiais a reciclar, deixando seguir os indesejáveis.

✓ Triagem negativa: o triador retira do tapete os contaminantes, deixando seguir os materiais para reciclagem.

Consoante o movimento do tapete de triagem em relação à posição do triador, a triagem classifica-se em (Martinho, 2012):

✓ Triagem frontal: o triador está posicionado de frente para o tapete, que se movimenta em direção a ele.

✓ Triagem lateral: o tapete passa em frente ao triador, retirando os materiais para os respetivos contentores.

De acordo com o movimento do tapete no momento da triagem, a triagem pode classificar-se em (Martinho, 2012):

✓ Triagem contínua (ou deslizante): os resíduos passam, contínua e ininterruptamente junto ao triador.

✓ Triagem sequencial: no momento da triagem o tapete está parado.

A triagem tem como vantagem a obtenção de materiais com um baixo teor de contaminantes. Contudo, produz uma maior quantidade de rejeitados de alguns materiais, por estes não serem facilmente identificados, dificultando assim, a sua separação da mistura. É necessário mão-de-obra intensiva e é muito sensível em termos de higiene, saúde e segurança no trabalho, apresentando uma maior propensão para acidentes de trabalho (Piedade & Aguiar, 2010).

Existem também diferentes tipos de triagem, como a triagem semi automática e a triagem automática.

A triagem semi automática está associada, à separação manual com a tecnologia da separação mecânica, sendo a escolha dependente da composição dos fluxos para triagem. A associação entre os dois sistemas de triagem permite obter uma melhor eficiência da separação de alguns materiais, uma diminuição dos custos unitários da separação e um aumento das condições de segurança dos triadores (Martinho & Gonçalves, 2000).

A triagem automática é efetuada a partir de sensores, utilizando um conjunto de vários equipamentos mecânicos, recorrendo às prioridades físicas de cada material, como tamanho, peso e área superficial (Martinho & Gonçalves, 2000).

Com a separação automática a qualidade de separação é para muitos materiais inferiores à alcançada com a separação manual, obtendo-se porém taxas de processamentos mais elevadas e valores mais elevados de recuperação (Piedade & Aguiar, 2010).

Os principais equipamentos utilizados na triagem são: separador magnético, separador por corrente de *Foucault*, separador balístico e separador ótico.

- **Separadores Magnéticos:** é um equipamento de grande importância porque permite separar os elementos ferrosos de uma mistura em movimento, a partir das suas propriedades magnéticas. Este equipamento pode ser constituído por um íman permanente ou por um eletroímã, que cria um campo magnético estável, uma vez que utiliza uma corrente elétrica para magnetizar um núcleo de ferro (Martinho & Gonçalves, 2000).

Podem apresentar três configurações: roldana de cabeça magnética (Figura 3-5), tambor (Figura 3-6) e correia ou tela magnética (Figura 3-7).

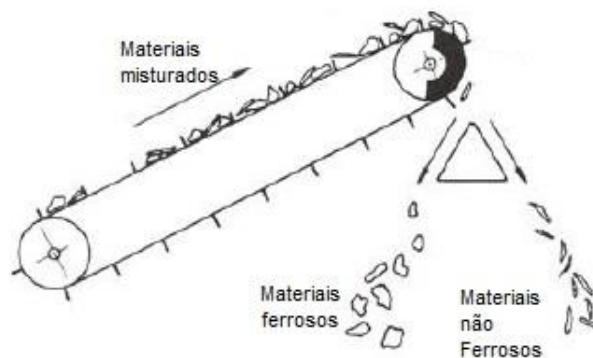


Figura 3-5 Separador Magnético por roldana de cabeça magnética. Fonte: (Martinho & Gonçalves, 2000).

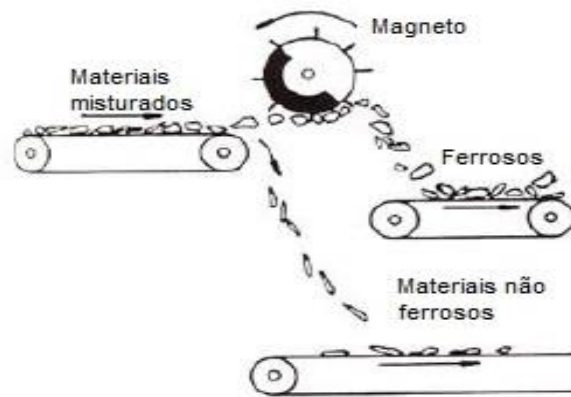


Figura 3-6 Separador magnético por tambor. Fonte: (Martinho & Gonçalves, 2000).



Figura 3-7 Separador magnético por correia ou tela magnética. Fonte: (Martinho & Gonçalves, 2000).

O princípio da separação magnética consiste na atração magnética que é feita sobre os materiais ferrosos que são atraídos para o separador e afastados dos restantes resíduos (materiais misturados). A uma determinada distância, os diferentes metais deixam de estar sob o efeito do campo magnético, caindo sob gravidade (Rodrigues, 2009).

Todos os tipos de equipamentos localizados na proximidade do separador magnético, assim como os componentes no interior do tapete transportador dos resíduos, devem ser compostos por materiais não ferrosos.

A eficiência dos separadores magnéticos depende do tipo de resíduos que passam por o separador. Se os materiais ferrosos forem de pequenas dimensões não serão separados pelo magneto, assim como os materiais ferrosos de grande dimensões que estiverem ligados com materiais leves (plástico, papeis) (Russo, 2003).

- **Separador por Corrente de *Foucault*:** O princípio das correntes de *Foucault* é a geração de campos magnéticos repulsivos para os metais não-ferrosos, como o alumínio, a partir de correntes elétricas induzidas por um campo magnético variável (Teixeira, 2009).

- **Separador Balístico:** é utilizado, para separar os resíduos sólidos conforme a sua forma (planos ou arredondados), densidade (leves ou pesados) e tamanho (pequenos ou grandes), proporcionando a eliminação dos finos (Rodrigues, 2009). Na Figura 3-8 observa-se um Separador Balístico.

O Separador Balístico classifica materiais misturados em três frações. Separa materiais misturados numa única etapa com uma boa precisão, conforme os critérios seguinte (Masias Recycling, 2014b):

- ✓ A - grande/pequeno (2D);
- ✓ B - finos - liso-fino/cúbico-sólido;
- ✓ C - tri-bidimensional (3D).

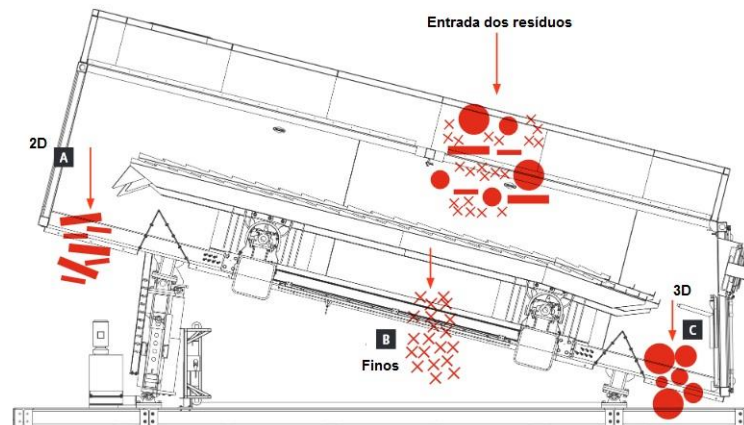


Figura 3-8 Separador Balístico. Adaptado: (Masias recycling, 2014b).

É constituído por um conjunto de réguas metálicas perfuradas que estão montadas sobre um plano inclinado entre 9° e 18° paralelamente umas às outras. A inclinação das réguas metálicas permite que os materiais mais pesados, volumosos e arredondado sejam deslocados para a parte inferior, pelo efeito da gravidade. As frações dos materiais planos, pelos movimentos das placas, movimentam-se para a parte superior (Teixeira, 2009).

- **Separador ótico:** é utilizado para a separação de embalagens plásticas e não plásticas. A separação é feita a partir da tipologia do material como PET (Politereftalato de

Etileno), PEAD (Polietileno de alta densidade), PVC (Policloreto de vinilo), PS (Poliestireno),etc., através de um jato de ar comprimido que injeta a fração desejada para fora do fluxo, encaminhando-o para o coletor respectivo (Piedade & Aguiar, 2010).

3.1.3. Compactação

Depois de passar pelas operações de triagem, os diferentes materiais obtidos são prensado e enfardados.

O principal objetivo da compactação é diminuir o volume dos materiais, facilitando deste modo o manuseamento dos materiais triados, reduzindo o espaço de armazenamento e de transporte, diminuindo custos associados a este (Rodrigues, 2009).

Na compactação existem diferentes tipos de equipamentos como: o perfurador de garrafas de plástico, prensa, prensa de enfardar e prensa para metais.

3.1.4. Manuseamento

O manuseamento são todos os equipamentos necessários à entrada, saída e movimentação dos resíduos no tratamento mecânico, como a balança (dispositivo de pesagem de resíduo) e os tapetes transportadores (permitem a movimentação dos resíduos ao longo de todo o processo de separação).

Também existem outros meios de movimentação dos resíduos, nomeadamente a pá carregadora de rodas e o porta-paletes ou empilhadora (Martinho, 2012).

3.2. Novas Tecnologias: Separação de resíduos

Atualmente os novos desenvolvimentos tecnológicos para a separação de resíduos são sobretudo baseados em sensores, como os sensores de infravermelho próximo (NIR), sensores de espectrometria visual (VIS), sensores eletromagnético para metais (EM), transmissão de raios-X (XRT), fluorescência de raios-X (XRF), reconhecimento de imagem e electrostático.

Estes tipos de sensores podem ser utilizados em diferentes aplicações como: processamentos de resíduos sólidos (resíduos de construção), RSU, resíduos comerciais e Industriais, valorização energética, triagem de recolha seletiva, reciclagem de resíduos eletrodoméstico, etc.

Os sensores NIR consistem na separação das embalagens de plásticas através de sinais de infravermelhos, isto é, cada polímero absorve a luz e posteriormente detetado por sensores (TITECH, 2012). Esta tecnologia tem a capacidade de diferenciar uma grande gama de polímeros.

Os sinais de infravermelhos atravessam completamente o corpo das embalagens permitindo detetar embalagens que se encontrem tapadas por outras quando passam pelos sensores (Piedade & Aguiar, 2010).

Os sensores VIS reconhecem todas as cores que existem no espectro visível, podendo assim separar materiais transparentes dos opacos (TITECH, 2012).

Atualmente já existem equipamentos que combinam os sensores NIR e VIS, esta combinação recupera e separa os materiais de acordo com o tipo e a cor (TITECH, 2014a).

Os sensores EM identificam os materiais a partir da sua condutividade, conseguindo separar os metais, dos não metais. Assim sendo, com este tipo de sensor recupera-se aço inoxidável ou compostos metálicos (TITECH, 2012).

O XTR consiste num sinal que é emitido diretamente a partir do objeto a identificar e é lido pelo sensor localizado do lado oposto. Os XTR utilizam uma fonte elétrica de raio X, criando uma radiação, sendo que, esta radiação ultrapassa o material, separando assim, o material devido a densidade atômica dos materiais (TITECH, 2014b).

O XRF baseia-se na utilização de equipamentos de deteção, isto é, deteta os materiais existentes em partículas. Os sinais colidem na superfície dos objetos, sendo refletidos e captados nos sensores de identificação. O sensor quando deteta determinado material ativa um jato de ar que o injeta para exterior do fluxo de materiais. Este tipo de sistema é muito sensível à presença de contaminantes, como os rótulos, levando a que algumas embalagens sejam erradamente rejeitadas (Piedade & Aguiar, 2010).

O reconhecimento de imagem baseia-se na digitalização dos objetos, comparando-os com uma base de dados como a formas, dimensões e texturas (Tchobanoglous & Kreith, 2002).

As operações de separação por mecanismos electrostáticos baseiam-se na permissividade elétrica de diferentes materiais não condutores – e.g. plástico e papel - (Tchobanoglous & Kreith, 2002).

A separação por sensores tem como desvantagem não serem tão flexíveis a modificações na tipologia dos materiais, contudo os equipamentos usados podem ser ajustados para a deteção de novos materiais pela adição de novos sensores. No entanto, a utilização de sensores tem como vantagem os custos de exploração serem mais baixos, devido às menores exigências de mão-de-obra, baixa manutenção e reduzidos consumos de energia (TITECH, 2012).

4. Instrumento de apoio ao Manual de Operação e Manutenção do Tratamento Mecânico

Durante a operação e a manutenção dos equipamentos poderão ocorrer problemas operacionais. Será necessário conhecer quais são as causas prováveis, prevenir e detetar a origem do problema e por fim encontrar a solução ideal.

A manutenção é definida como “ o conjunto das ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e instalações, garantindo que são intervencionadas nas oportunidades e alcance certos, de acordo com as boas práticas e exigências legais, de forma a evitar a perda de função ou redução de rendimento” (Cabral, 2009).

A função principal da manutenção passa por saber e dominar estas avarias e conhecer, no tempo certo, como e quando intervir (Faria, 2013).

A manutenção tem como principal função (Cabral, 2009):

- ações de reparação dos equipamentos;
- ações preventivas;
- vigiar de forma permanente ou periódica.

Os tipos de manutenção podem ser: preventiva, corretiva e de melhoria como se pode observar na Figura 4-1.

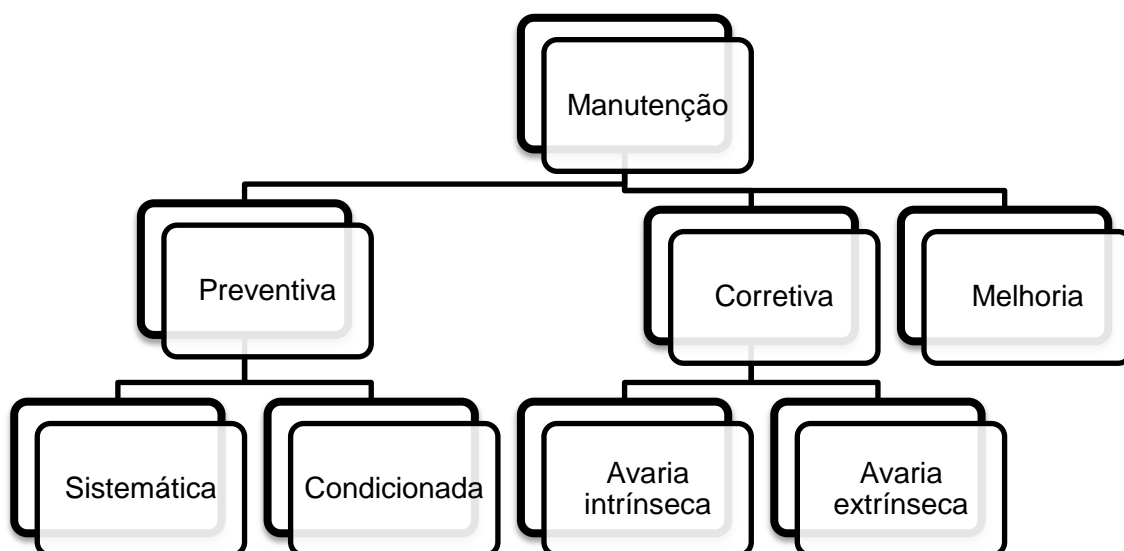


Figura 4-1 Tipos de Manutenção. Adaptado: (Cabral, 2009).

Capítulo 4. Instrumento de apoio ao Manual de Operação e Manutenção do Tratamento Mecânico

A manutenção preventiva, como a própria designação indica, são todas as ações de manutenção que são efetuadas antes da ocorrência de uma possível avaria. A manutenção preventiva pode ser: Manutenção preventiva Sistemática (efetuadas a partir de intervalos pré-definidos) e Manutenção preventiva condicionada (efetuadas a partir de inspeções ou controlo de funcionamento) (Cabral, 2009).

A manutenção preventiva deve ser programada de forma periódica, com inspeções preventiva, uma vez que, é a única forma de assegurar a continuidade do trabalho (Rey, 1992). Assim sendo, para um plano de manutenção tenha êxito, deve ser bem planificado e em constante atualização. Também deve inserir outras funções de manutenção como: formação do pessoal, trabalho de oficina bem organizado e uma boa planificação do trabalho (Nacabú, 2011).

O Plano de Manutenção Preventiva tem os seguintes objetivos (Ferreira, 1998):

- aumentar a fiabilidade de um equipamento;
- diminuir as avarias e a redução dos custos associados às avarias;
- aumentar a duração do tempo de vida de um equipamento;
- melhorar a gestão de *stocks*;
- assegurar a segurança dos trabalhadores;
- reduzir e regularizar a carga de trabalho.

Manutenção corretiva é também designada por “Manutenção Curativa”, sendo todas as ações de manutenção que são efetuadas na sequência de uma avaria ou falha de função. As manutenções corretivas podem ser avaria intrínseca (no interior do equipamento) ou avaria extrínseca (no exterior do equipamento) (Cabral, 2009).

Este tipo de manutenção é a mais cara, contudo, tornar-se impossível excluí-la completamente, uma vez que não se pode antecipar o momento exato em que ocorrerá uma nova avaria (Santos, Colosimo & Motta, 2007).

A manutenção de melhoria são ações destinadas a melhorar o funcionamento e o desempenho do equipamento (Cabral, 2009).

Um manual de manutenção e operação é ferramenta fundamental para garantir o bom funcionamento e controlo dos equipamentos, garantindo igualmente a segurança de todos os trabalhadores no seu local de trabalho.

O manual de manutenção e operação de um sistema tem como principais objetivos (FEMP, 2010)

- melhorar a confiabilidade nos equipamentos;
- reduzir os custos de manutenção;
- dar a conhecer informações técnicas dos equipamentos;
- dar a conhecer as operações e as manutenções que devem ser efetuadas em cada equipamento;
- dar a conhecer os procedimentos de segurança.

A estrutura típica de um manual de manutenção e operação é (Perkins, 2007):

- seção de segurança;
- seção geral (informações gerais do equipamento/máquina);
- seção de operação;
- seção de manutenção.

Na seção de segurança normalmente identificam-se os riscos associados ao funcionamento do equipamento.

Na seção geral, pode-se encontrar informações resumidas dos equipamentos em funcionamento, assim como a identidade, características, esquemas elétricos e listagem de peças.

Na seção de operações encontram-se as resoluções para os vários problemas e instruções básicas para a resolução dos mesmos.

Na seção de manutenção identifica-se o plano de manutenção de diferentes equipamentos, para um bom desempenho dos mesmos.

Parte 2 – Caso de Estudio

Capítulo 5. Caracterização do Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Planalto Beirão

A elevada ocupação florestal, agrícola e rural na área abrangida pelo Centro de Tratamento de RSU tende a influenciar muito significativamente os processos de Gestão Integrada de RSU produzidos, apresentando estes uma percentagem elevada de resíduos de natureza orgânica (60%).

O presente estágio curricular decorreu na unidade da Ferrovia Serviços (empresa de prestações de serviços ambientais e em gestão e tratamento de resíduos) no Centro de Tratamento de RSU.

A Ferrovia Serviços, em colaboração com a AMRPB, realiza prestações de serviços de recolha, transporte e destino final de RSU, incluindo lavagem, manutenção, fornecimento e colocação de contentores nos Municípios do Planalto Beirão.

O CTRSU iniciou a sua atividade em Agosto de 1998. As instalações do CTRSU abrangem uma área total de cerca de 44 ha e encontram-se divididas em zona industrial, zona administrativa, parques de estacionamento e espaços verdes, como se pode ver no Mapa Geral das Instalações (ver Figura 5-2).

Os diferentes espaços e edifícios, adiante caracterizados, encontram-se separados entre si e dispersos pela área de exploração.

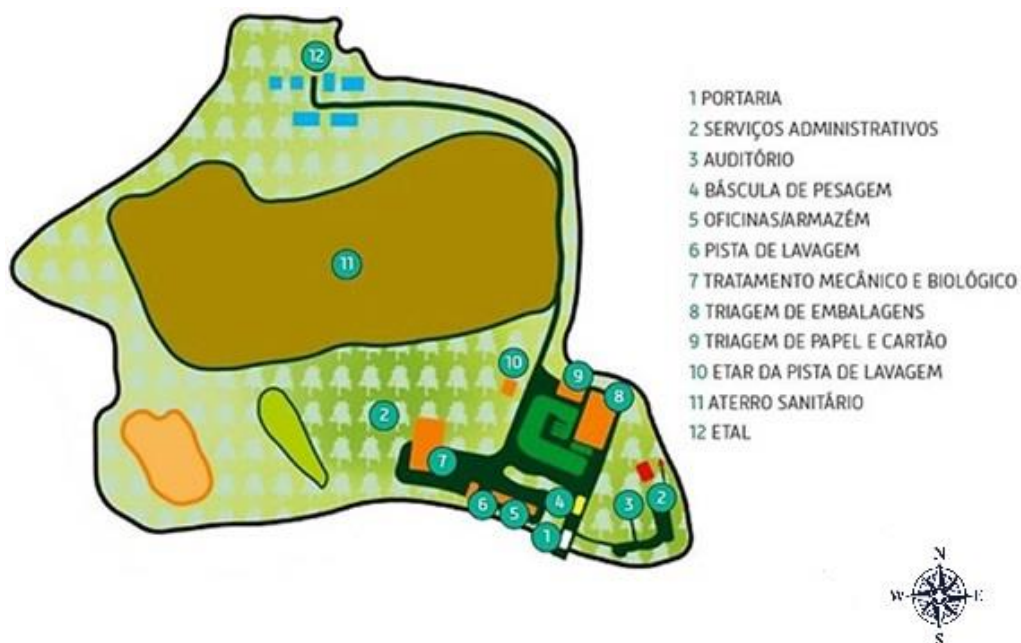


Figura 5-2 Mapa geral do Centro de Tratamento do Planalto Beirão.

Atualmente, a Ferrovial Serviços faz a gestão apenas de parte dos edifícios e recintos, designadamente, do Edifício Administrativo da Ferrovial Serviços, Centro de Triagem, Aterro, Oficina, Armazém da Oficina, ETAR da Pista de Lavagem, Pista de Lavagem, Edifício da Prensa, Posto de Combustível, Central Valorização Energética, Tratamento Mecânico de RSU e Reservatório de Água.

Contudo, existem instalações que estão a cargo da AMRPB, tais como a ETAL, o Auditório, o Edifício Administrativo desta entidade, bem como a Central de Valorização Orgânica.

O **Aterro Sanitário**, a área mais significativa do Centro de Tratamento com aproximadamente 14 ha, é o local onde é efetuado o depósito e confinamento de RSU indiferenciados (decorrente da recolha nos dezanove municípios) ou outros resíduos, de uma forma ordenada e controlada.

O **Centro de Triagem** é a unidade central do processo de reciclagem multimaterial, ocupando uma área de 2.400 m². Esta infraestrutura recebe os materiais provenientes de todo o sistema de recolha seletiva (ecopontos e ecocentros) implementada nos 19 municípios. Nesta unidade os materiais recicláveis são sujeitos a uma separação final e acondicionamento para posterior envio à indústria recicladora.

A **ETAR da Pista de Lavagem**, esta infraestrutura recebe e trata as águas residuais resultantes da lavagem das viaturas na Pista de Lavagem, antes da sua descarga no meio hídrico recetor.

A **ETAL**, sistema de tratamento dos lixiviados resultantes da lixiviação e decomposição dos resíduos depositados no Aterro. A gestão desta infraestrutura não está a cargo da Ferrovial Serviços.

O **Tratamento Mecânico** foi projetado para receber 130.000 ton/ano de RSU provenientes dos dezanove municípios da área do Planalto Beirão, sendo constituído por uma sequência de múltiplas operações unitárias que permitem a separação do material recolhido em diversos fluxos. Pretende separar a matéria orgânica de quaisquer elementos não orgânicos, de modo a conseguir um material de qualidade que seguirá para tratamento biológico (Central de Valorização Orgânica).

A **Central de Valorização Orgânica** (ainda não está operacional), a fração orgânica, resultante do processamento mecânico, será encaminhada para um tratamento biológico, que consiste na degradação da matéria orgânica pela ação de microrganismos em condições anaeróbias (digestão anaeróbia), dando origem a um digerido, posteriormente estabilizado em condições aeróbias por compostagem. Deste processo de valorização orgânica energética e material resultará a produção de biogás e de composto.

A **Central Valorização Energética**, local destinado às infraestruturas dedicadas ao aproveitamento do biogás, proveniente do Aterro Sanitário e do Tratamento Mecânico Biológico, para a produção de energia elétrica através de um processo mecânico.

6. Tratamento Mecânico de RSU do Planalto Beirão

O tratamento mecânico tem como principal objetivo selecionar e separar a matéria orgânica dos elementos não orgânicos resultantes da recolha da fração indiferenciada dos RSU.

Na Figura 6-1 apresentam-se fotografias do Centro de Tratamento Mecânico do Planalto Beirão.

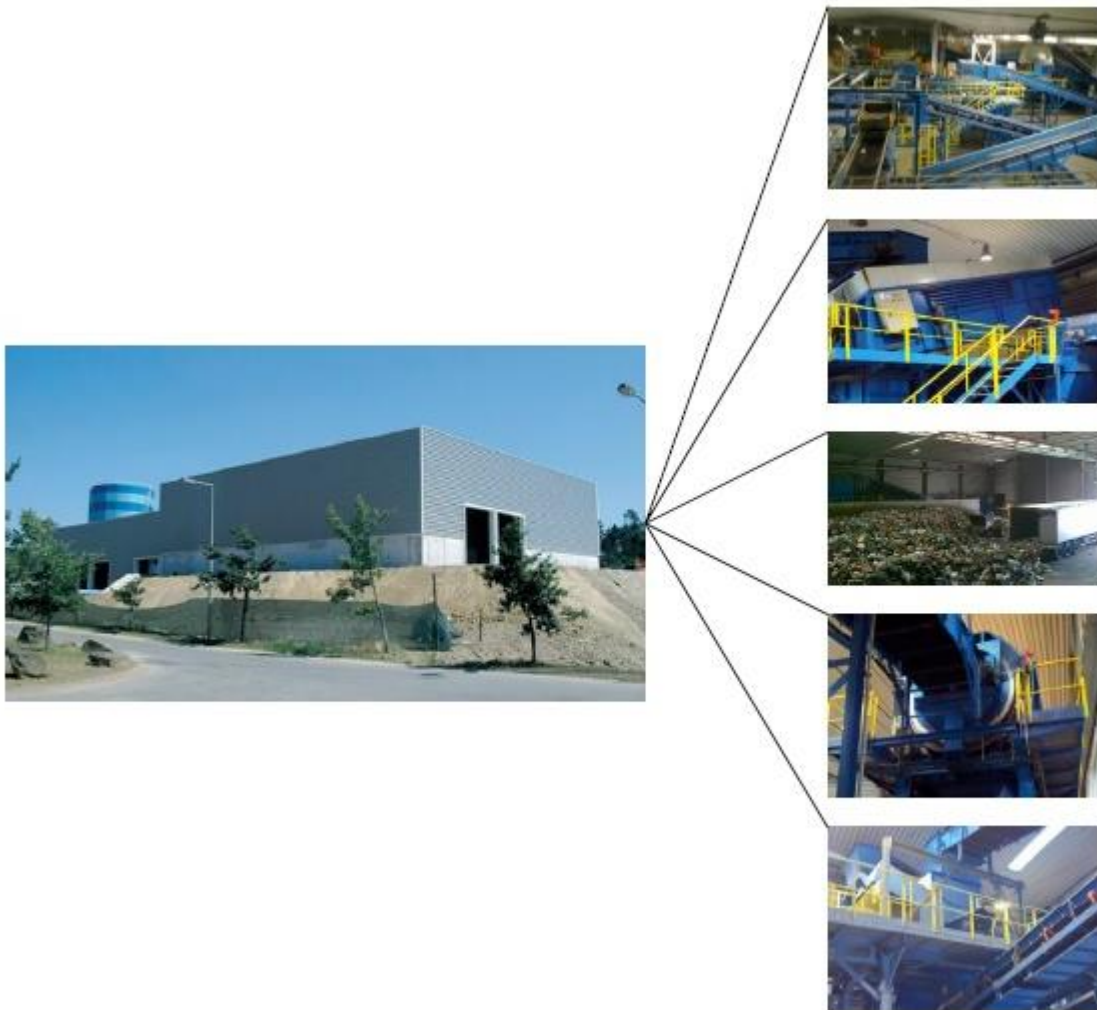


Figura 6-1 Centro de Tratamento Mecânico de RSU do Planalto Beirão.

No futuro a matéria orgânica resultante será encaminhada para a Central de Valorização Orgânica.

A fração de materiais com potencial valorização são enviados para as fileiras da reciclagem.

Verifica-se ainda um terceiro fluxo de saída, relativo a rejeitados – i.e. fração resultante do processamento mecânico de resíduos – que por não ser valorizável é encaminhado para um destino final, neste caso efetuada no aterro sanitário.

Na Figura 6-2 apresenta o fluxo de resíduos do tratamento mecânico de RSU do Planalto Beirão.

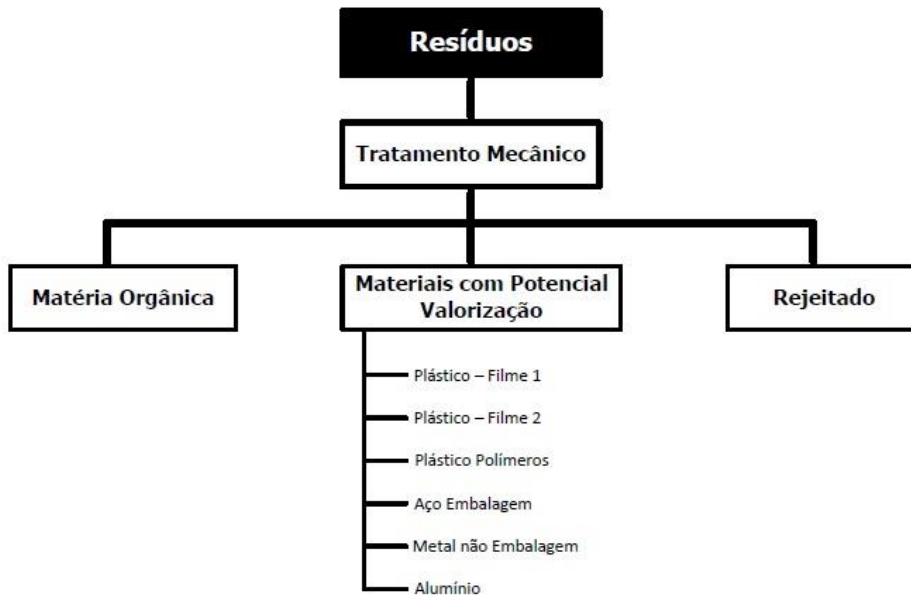


Figura 6-2 Fluxo de resíduos do tratamento mecânico de RSU do Planalto Beirão.

De modo geral, podem considerar-se quatro zonas principais na instalação:

1. zona receção de resíduos (cais de descarga);
2. linha seleção (constituída por sequência de tapetes transportadores e equipamentos de separação);
3. zona de transferência de rejeitado;
4. caixas e compactadores para acondicionamento de materiais valorizáveis.

6.1. Zona de Receção de Resíduos

A descarga dos resíduos é realizada no solo, sendo os resíduos empilhados e acumulados com recurso a uma pá carregadora com rodas.

A Figura 6-3 representa a zona de receção.

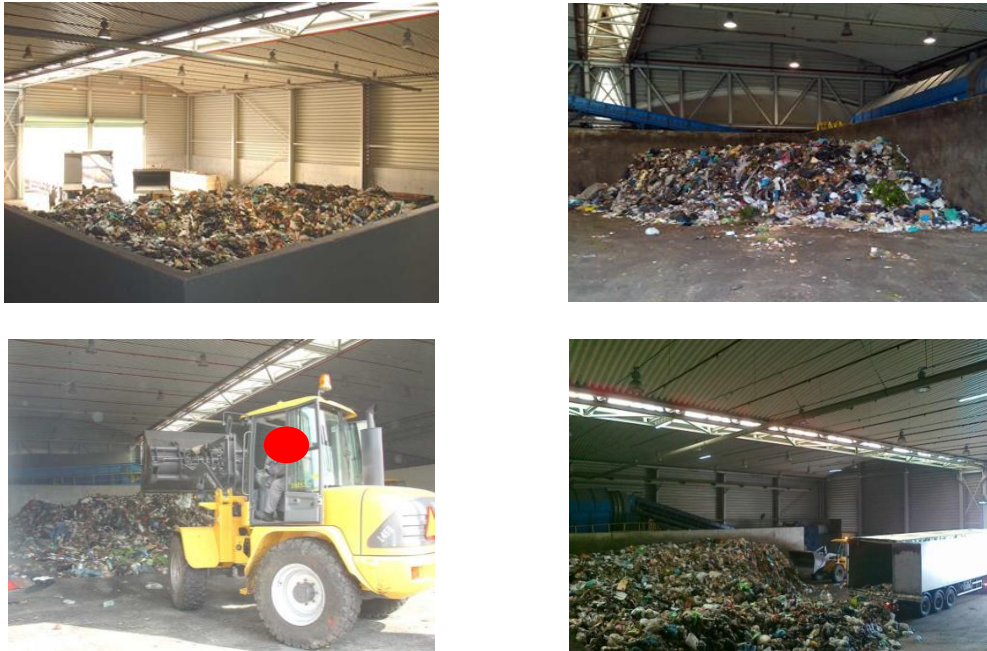


Figura 6-3 Zona de Recepção do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

Neste local (*vide* Figura 6-4), encontra-se ainda a alimentação do processo de tratamento mecânico, constituído por uma tremonha de descarga que recebe os resíduos transportados pela pá carregadora.



Figura 6-4 Tremonha de Descarga do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

6.2. Linha de seleção

A linha de seleção do Planalto Beirão é composta pelas seguintes unidades:

- 1 alimentador (tremonha de descarga);
- 2 crivos rotativos (*trommel*);
- 1 abre sacos (*terminator*);
- 1 separador balístico;
- 2 separadores magnéticos;
- 2 separadores óticos;

transportador CT1-04. À frente saem os materiais superiores a 60mm, caindo sobre o tapete transportador CT2-01.

O percurso do tapete transportador CT1-04 (fração <60mm) continua pelos tapetes transportadores CT1-05, CT1-06, CT1-07, caindo sobre um filtro com malha dupla (crivo), onde é feita uma seleção de material. O material mais fino cai no tapete transportador CT1-09, sendo o restante distribuído pelos tapetes transportadores CT1-11 e CT1-14. Ambos os tapetes transportadores seguem para os separadores por raio X. Com este processo assegura-se que sejam retirados os materiais impróprios ou materiais não desejados para o processo de digestão anaeróbia.

O material rejeitado cai para o tapete transportador CT1-24, seguindo para o tapete transportador CT1-25 e, por último, para o tapete transportador CT2-11, sendo aí rejeitado. A parte selecionada sem impurezas continua pelos tapetes transportadores CT1-13 e CT1-16, respetivamente, até se juntar no tapete transportador CT1-17, para cair nos tapetes transportadores CT1-18 e CT1-19. O tapete transportador CT1-19 tem a característica de ser reversível, isto é, pode-se selecionar o destino do material orgânico: piso móvel ou continuação pelos tapetes transportadores CT1-22 e CT1-26. O piso móvel funciona como silo, recolhendo o material e armazenando-o até se pretender esvaziar para o tapete transportador CT1-20, conduzindo-o para a digestão anaeróbia ou rejeição.

Por outro lado, o material que sai pela parte da frente do *trommel* 1 (SR1-03) cai ou desemboca no tapete transportador CT2-01, que alimenta o *trommel* 2 (SR2-02) (fração > 60mm).

No segundo *trommel* são realizadas três seleções/destinos segundo o tamanho do material:

- tapete transportador CT2-03 – material <150mm;
- tapete transportador CT3-01 – material entre 150mm e 300mm;
- tapete transportador CT2-07 – material <300mm.

Na seleção do tapete transportador CT2-03 segue-se pelo tapete transportador CT2-04, encontrando-se posteriormente o separador magnético SM2-05. Aí é separado o material ferroso que cai para o tapete transportador CT2-06 e, posteriormente, para a prensa de materiais ferrosos. O material não ferroso cai do tapete transportador CT2-04 para o tapete transportador CT3-04.

Da queda para o tapete transportador CT3-01 segue-se o tapete transportador CT3-02, onde se encontra uma cabina de seleção/triagem. O material cai dentro do *terminator* TM3-03, que desemboca no tapete transportador CT3-04, que por sua vez alimenta o separador balístico SB3-05. Neste verificam-se três saídas possíveis:

1. Pela parte da frente do separador balístico saem os materiais mais planos, caindo sequencialmente para os tapetes transportadores CT3-18, CT3-19 e CT3-20. Daí encontra-se o separador ótico SO3-21, onde é feita uma seleção de filme 2 ou papel/cartão dos restantes materiais. O rejeitado cai para tapete transportador CT2-11, continuando o material adequado para os tapetes transportadores CT3-22 e CT3-23, sendo depositado no compactador 3-25.

2. A fração fina sai pela parte do meio do separador balístico, sendo devolvida ao processo de seleção de material orgânico, caindo para o tapete transportador CT1-06.

3. Pela parte de trás do separador balístico sai material rolante para o tapete transportador CT3-07. No final deste tapete transportador encontra-se um separador eletromagnético SM3-08, onde é feita a seleção dos materiais ferrosos presentes. Os materiais ferrosos caem para o tapete transportador CT3-09, para o compactador ferrosos, e o material restante continua para os tapetes transportadores CT3-10 e CT3-11 até encontrar um separador ótico SO2-12. Aí é realizada uma seleção dos materiais de plástico. O material plástico desemboca no tapete transportador CT3-13 e, a seguir, no tapete transportador CT3-14, que, sendo um transportador reversível, permite ajustar o destino desejado (compactador automático 316 ou 315). O material rejeitado cai para o tapete transportador CT3-17 e, de seguida, para o tapete transportador CT2-11, a partir do qual continua para o compactador do rejeitado (prensa).

Por último, a fração maior sai pela frente do *trommel* 2 (SR2-02), desembocando no tapete transportador CT2-07. Passa então por uma cabine de seleção/triagem, de seguida, para os tapetes transportadores CT2-10, CT2-11, CT2-12 e, por último, o tapete transportador CT2-13 para cair no compactador automático de rejeitado (prensa).

6.3. Zona de transferência de rejeitado

A zona de transferência de rejeitado é constituída por uma prensa fixa de compactação e por três caixas metálicas de 30 m³ de capacidade, que se deslocam em carril com duas posições. Na Figura 6-6 observa-se a prensa fixa de compactação.



Figura 6-6 Prensa Fixa de Compactação do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

6.4. Caixas e Compactadores

Os materiais seleccionados nos dois separadores óticos referidos anteriormente são encaminhados para auto-compactadores (ver Figura 6-7). No caso do separador ótico de mistura de polímeros, existem dois auto-compactadores alimentados por um tapete transportador reversível. Este permite a substituição do auto-compactador repleto por um auto-compactador vazio.



Figura 6-7 Auto-compactadores do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

6.5. Origens e Destinos dos Materiais não orgânicos

As origens e os destinos dos materiais não orgânicos separados no tratamento mecânico de RSU, pode ser observado no Quadro 6-1.

Na cabine de triagem manual são removidos:

- os elementos de grande dimensão, sem potencial de valorização e que possam vir a bloquear equipamentos, são identificados como rejeitado-cabine (e.g. móveis, cadeiras, carpetes, tapetes, peças não metálicas de eletrodomésticos, fitas, troncos, etc.);
- filme plástico;
- metais ferrosos (sucata metálica “não embalagem”);
- alumínio.

Os dois separadores magnéticos permitem a separação de embalagens metálicas.

O separador ótico SO-312, efetua a seleção de polímeros/ mistura de plásticos (PET, PEAD, PVC, entre outros, consoante o definido).

O segundo separador ótico SO-321 foi projetado para a separação de cartão, para incluir na matéria orgânica que alimentará a digestão anaeróbia. Enquanto não for estabelecida a necessidade desse material para a valorização orgânica, a configuração/definição do programa foi alterada para a seleção de filme plástico. Este filme foi designado Filme 2 e corresponde a um material de menor qualidade do que o triado manualmente, mas ainda com potencial de reciclagem/valorização.

Os materiais com potencial de valorização, são transportados para a instalação de Triagem da Fração Seletiva.

Na zona de receção de resíduos, sempre que identificados pelo manobrador, são retirados resíduos de grande dimensão, madeiras, ramagens e eletrodomésticos que possam bloquear ou danificar os equipamentos da linha de seleção. Esses resíduos são colocados numa caixa metálica aberta de 25 m³ que se encontra na zona de entrada, sendo identificados como rejeitado-cais.

Quadro 6-1 Origens e destinos dos materiais não orgânicos.

Designação Material	Origem	Destino
Polímeros/ Mistura Plásticos	Compactador separador ótico	Triagem Recolha Seletiva - Linha Embalagens
Filme 1	Caixa aberta - box cabine triagem manual	Triagem Recolha Seletiva - Edifício Prensagem
Filme 2 / Papel-Cartão	Compactador separador ótico	Triagem Recolha Seletiva - Edifício Prensagem
Aço Embalagem	Caixa aberta - box cabine triagem manual	Silo - Aço Embalagem
Metais Ferrosos	Caixa aberta - box cabine triagem manual	Silo - Metais Ferrosos
Alumínio	Contentores junto cabine triagem	Caixa exterior instalação
Rejeitado (Cabine)	Caixa aberta - box cabine triagem manual	Aterro Sanitário
Rejeitado (Cais)	Caixa aberta - Zona receção/cais descarga	
Rejeitado	Caixas fechadas - zona transferência	

6.6. Equipamentos utilizado no Tratamento Mecânico de RSU no Planalto Beirão

Os equipamentos essenciais no Tratamento Mecânico RSU do Planalto Beirão são apresentados nos pontos seguintes.

- **Tremonha de Descarga**

A tremonha de descarga (ver Figura 6-8) também designada por alimentador serve para transportar resíduos indiferenciados. A tremonha de descarga é formada de modo a que a descarga possa ser executada mediante uma pá descarregadora. Por princípio, todo o material que é introduzido deverá ser sujeito a um controlo visual. Peças metálicas de maior tamanho, como pedras e elementos com forte tendência corrosiva, podem causar graves danos à máquina.



Figura 6-8 Tremonha de descarga do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

- **Trommel – Crivo Rotativo**

Os “*troméis*” ou crivos rotativos (ver Figura 6-9) são equipamentos especialmente concebidos para separação de resíduos. Colocam-se no início de uma linha de seleção, para fazer uma primeira seleção de duas ou três frações.



Figura 6-9 Trommel do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

- **Separador Balístico**

O separador balístico foi concebido para o tratamento de resíduos sólidos misturados. Ao longo do separador balístico são efetuadas três seleções de acordo com propriedades físicas das partículas:

1. Pela parte anterior do separador saem (são projetados) os materiais planos;
2. Pela parte intermédia do separador sai a fração mais fina;
3. Pela parte posterior do separador saem os materiais rolantes.

O separador balístico tem elementos de crivagem longitudinais, rígidos e perfurados, configurando uma mesa inclinada. Os elementos estão montados sobre uma cambota em cada extremo. Quando rodam fazem com que os elementos se desloquem em círculos.

A distribuição entre as frações pesada e ligeira pode ser alterada ajustando a inclinação da máquina. Na Figura 6-10 pode ser observado o separador balístico.



Figura 6-10 Separador Balístico do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

- **Abre sacos – Terminator**

O abre sacos também designado como *terminator* (ver Figura 6-11), é utilizado para a abertura dos sacos que contêm resíduos, garantindo assim uma eficiente separação dos mesmos nas próximas etapas do tratamento mecânico.

O abre sacos é apropriado para materiais como:

- resíduos domésticos;
- resíduos volumosos;
- resíduos industriais;
- madeira velha (i.e. madeira de demolições, paletes, travessas de ferrovias, raízes, etc.).



Figura 6-11 Abre sacos – Terminator do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

- **Separador ótico**

O separador ótico faz uma triagem de resíduos num tapete transportador que se move rapidamente. O detetor *NIR* (infravermelhos) e *software* avançados permitem que o utilizador defina as tarefas de triagem desejadas.

Os separadores óticos são sistemas de auto-separação, o material de entrada é alimentado de forma plana num tapete transportador de aceleração, sendo aí detetado pela unidade de *scanner*, capaz de realizar o scan a toda a largura do tapete. Se a unidade do *scanner* detetar material a separar, esta comanda a unidade de controlo para soprar as válvulas ajustadas no fim do tapete transportador de aceleração. O material separado é levantado pelos jatos de ar para um transportador superior. O restante cai para um transportador inferior ou um contentor.

- **Separadores por Raio X**

A instalação de separação de Raio X é uma operação fina e avançada tecnologicamente de separação de resíduos (*vide* cap. 3.2), serve para identificar e separar materiais com base na sua densidade atômica, sendo aplicada no Planalto Beirão para separar a matéria orgânica da matéria não orgânica. Assim, com este processo assegura-se que sejam removidos os materiais impróprios à digestão anaeróbia, nesta fase avançada de tratamento em que a maioria dos rejeitados já foram eliminados por uma por uma operação “mais grosseira”.

- **Separador Magnético**

O Separador Magnético de íman permanente (ver Figura 6-12) é concebido para extração de peças ferromagnéticas que se encontrem no material que circula numa cinta transportadora que o alimenta.



Figura 6-12 Separador magnético do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

As peças ferromagnéticas que circulem no tapete transportador, e que se encontram misturadas com o material, ao entrarem dentro do campo magnético gerado pelo íman permanente são atraídas até à cinta que rodeia o íman. As saliências que contem a cinta

conduzem as peças para fora do campo magnético, desprendendo-se, realizando-se assim a separação magnética.

- **Separador Eletromagnético**

O separador eletromagnético tem um potente eletroímã, que forma por sua vez a estrutura principal, ou corpo suporte, de uma pequena cinta nervurada que envolve o eletroímã (ver Figura 6-13).



Figura 6-13 Separador eletromagnético do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

As peças ferromagnéticas que se encontrem na cinta transportadora de material, ao entrar dentro do campo magnético gerado pelo eletroímã, são atraídas e ascendem até à pequena cinta que rodeia o eletroímã, as nervuras desta cinta arrastam a peça atraída até a retirar do campo magnético, soltando-se livremente.

- **Crivo**

Os materiais são peneirados e transportados através de vibrações mecânicas (princípio de micro-projeção). No crivo é feita separação granulométrica em duas frações diferentes.

- **Piso Móvel**

O equipamento constituído por um piso móvel dirigido por um grupo de potência óleo-hidráulica cuja carga é gerida mediante uma banda superior ao silo, sendo a descarga realizada mediante tapete rolante, este sistema atua como pulmão para a gestão controlada do produto. Neste momento o piso móvel não está a ser utilizado no tratamento mecânico do Planalto Beirão. A Figura 6-14 representa o piso móvel.



Figura 6-14 Piso móvel do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

- **Triturador**

Este equipamento destina-se à trituração dos resíduos diminuindo a sua granulometria. Nesta operação é indispensável remover todos os corpos estranhos, tais como pedras, areia, barras de ferro, ou outros que possam danificar gravemente as lâminas, os blocos porta-lâminas e os motores. Neste momento o triturador não está a ser utilizado no tratamento mecânico de RSU do Planalto Beirão.

- **Compressores**

Os compressores estão alojados numa estrutura com isolamento acústico. Os compressores incluem um secador de ar, estando integrado na estrutura com isolamento acústico. O secador elimina a água do ar comprimido, arrefecendo o ar até próximo do ponto de congelação. Os condensados são automaticamente purgados.

- **Compactadores**

O êmbolo de compressão, acionado por um cilindro hidráulico, comprime o material no interior da prensa (é um auto-compactador) (*vide* Figura 6-7).

- **Prensa fixa de compactação**

A compactação fixa (*vide* Figura 6-6) é construída para compactar materiais moles, tais como papeis, cartão, filmes, etc. Ao ser compactado o material entra no contentor próprio para a recolha do resíduo. A prensa fixa de compactação está situada na zona de rejeitados como foi referido anteriormente.

- **Tapetes transportadores**

Os tapetes transportadores são construídos numa estrutura rígida e sem flexões, o que os tornam leves e resistentes. Têm como principal componente uma correia transportadora (resistente a óleos e gorduras), que pode ser lisa ou equipada com perfis, segundo a inclinação do transportador. Na Figura 6-15 podem ser observados os tapetes transportadores.



Figura 6-15 Tapetes Transportadores do Centro de Tratamento Mecânico de RSU.

Como opção, e dependendo do material que irão transportar, os tapetes transportadores podem incorporar na zona de descarga, umas camas amortecedoras para amortecer o impacto ocasionado pela descarga sobre a banda.

7. Manual de Operação e Manutenção do Tratamento Mecânico de RSU

O Manual de Operação e Manutenção teve como principal objetivo proporcionar aos trabalhadores do centro de tratamento mecânico de RSU do Planalto Beirão, uma nova ferramenta de informação direcionada para as operações e as manutenções realizadas no tratamento mecânico de RSU do Planalto Beirão.

O Manual de Operação e Manutenção elaborado resultou da compilação das especificações técnicas e procedimentos evidenciadas nos manuais dos equipamentos (as características gerais de cada equipamento e os seus problemas), a operação diária e o plano de manutenção preventiva da unidade de tratamento mecânico de RSU do Planalto Beirão. Constituindo assim um manual de operação e manutenção que permitirá assegurar a gestão eficiente da instalação.

O Manual de Operação e Manutenção foi elaborado em dois formatos diferentes: - em papel e em suporte informático. O suporte em papel foi realizado em documento *Word*, e é importante porque resume de um modo expedito (para utilização fácil) todos os aspetos essenciais no que diz respeito às operações e manutenções da instalação. Sendo também importante para introdução teórica à unidade para novos trabalhadores, incluindo técnicos.

O suporte informático foi elaborado a partir do *software AutoPlay Media Studio* e com recursos de ficheiros de *Excel*, sendo importante para a equipa de manutenção, visto que, tem o Plano de Manutenção preventiva, assim como, as instruções que cada funcionário do tratamento mecânico e os problemas operacionais de cada equipamento, para além do seu registo.

A elaboração do Manual foi efetuada em constante interação com os técnicos e restantes trabalhadores da unidade, de modo a obter um Manual útil e prático, enquadrado com as especificidades da unidade. Grande parte da estrutura e respetivos conteúdos não resultam de características de conceção, escritas em documentos técnicos, mas sim deste constante diálogo que se estabeleceu.

7.1. Manual em Suporte de Papel

O Manual de operação e manutenção consta de um conjunto de informações importante para à instalação, fundamentais para o bom funcionamento mecânico.

O manual foi elaborado em documento *Word*, constando as seguintes informações (ver Figura 7-1): objetivo e enquadramento, descrição geral da instalação, recursos humanos afetos à instalação, máquinas e viaturas afetas à instalação, segurança geral; instruções no funcionamento do programa do Planalto Beirão, instruções gerais de cada turno, equipamentos, outros equipamentos, limpeza e desinfeção geral da instalação, gestão de aspetos ambientais da instalação e os anexos do manual.

O esquema do índice do manual também pode ser visualizado no Anexo na Figura 0-2.

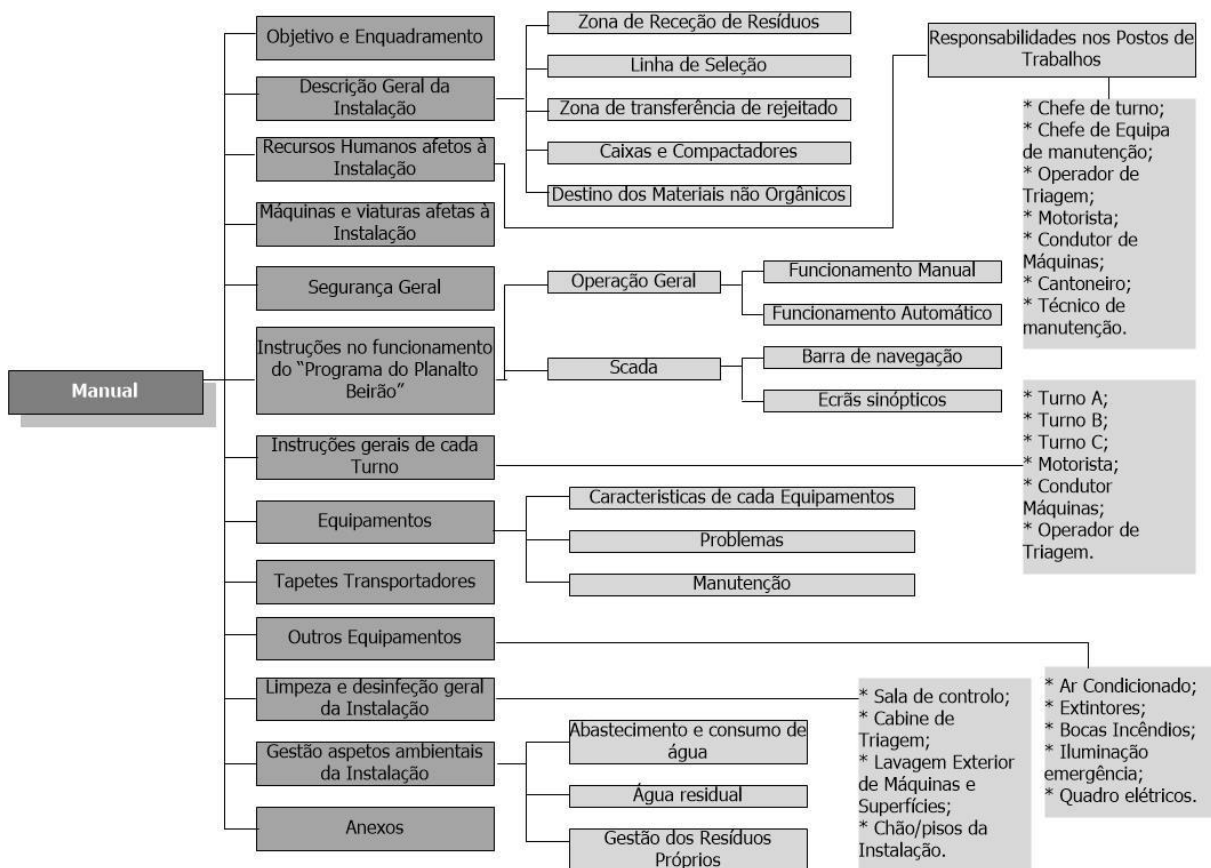


Figura 7-1 Esquema do índice do manual em suporte de papel.

No anexo em suporte digital (cd) o manual pode ser consultado no formato digital, em PDF, na pasta "Manual".

No capítulo 1 referem-se os objetivos e o enquadramento da elaboração do manual de operação e manutenção do tratamento mecânico de RSU.

No capítulo 2 “Descrição geral da instalação” é uma síntese da linha de seleção, assim como uma breve descrição das principais zonas da instalação (i.e. zona receção, linha de seleção, zona de transferência de rejeitado e caixas e compactadores para acondicionamento de materiais valorizáveis). Também são indicadas as origens e destinos dos materiais não orgânicos separados no tratamento mecânico de RSU do Planalto Beirão.

No capítulo 3 “Recursos humanos afetos à instalação” contribuem para a boa execução das tarefas de operação e manutenção, sendo estabelecida uma estrutura genérica de pessoal, constituída por três equipas. Duas equipas de operação e uma equipa de manutenção e limpeza. Estão também inseridas no manual as responsabilidades nos postos de trabalho de cada funcionário (i.e. chefe de turno – equipa operacional, chefe de equipa de manutenção, operador de triagem, motorista, condutor de máquinas, cantoneiro/limpeza e manutenção e o técnico de manutenção).

No capítulo 4 são referidas as máquinas (pá carregadora e plataforma elevatória) e viaturas de transporte. As máquinas ajudam na alimentação do tratamento mecânico e as viaturas transportam os fluxos de materiais e resíduos que resultam do processo de separação.

No Capítulo 5 “Segurança Geral” faz uma breve descrição sobre a segurança da instalação, incluindo os diferentes tipos de sinalética, que alertam aos colaboradores e possíveis visitantes para os perigos existentes e resultantes da operação de determinadas máquinas e equipamentos. São ainda referidos os vestuários ou farda de trabalho utilizados pelos colaboradores ao longo da jornada de trabalho. Este capítulo foi realizado com ajuda da Técnica de Higiene e Segurança no Trabalho.

No capítulo seguinte encontram-se as instruções de funcionamento do “programa do planalto beirão”. Este programa é utilizado pelos chefes de cada turno, permitindo pôr a linha de seleção em modo automático ou manual. Ao trabalhar a linha em modo automático a linha funciona sequencialmente, o modo manual permite trabalhar cada tapete transportador e elemento externo de forma independente.

Outro capítulo relevante no manual são as instruções genéricas de cada funcionário da instalação (i.e. os chefes de turnos, motorista, condutores de máquinas e operadores de

triagem). Estas instruções gerais foram elaboradas para informar e proporcionar uma ajuda aos novos funcionários da instalação as tarefas que são executadas em cada posto de trabalho.

No capítulo 8 “ Equipamentos do tratamento mecânico de RSU” são apresentados todos os equipamentos externos existentes na linha de seleção. Este capítulo começa por uma breve descrição de todos os equipamentos. Sendo ainda referidas as características gerais de cada equipamento, os problemas operacionais e o plano de manutenção de cada equipamento.

As características gerais são um “bilhete de identidade do equipamento”. Tal como o nome indica, esta ficha apresenta de forma detalhada o tipo de equipamento e as características mais importantes para que possa ser identificado facilmente. As características gerais resultam das compilações evidenciadas nos manuais dos equipamentos e das informações recolhidas com a colaboração da equipa de manutenção.

Na Figura 7-2 pode ser visualizado um exemplo do manual das características gerais de um equipamento do tratamento mecânico de RSU.

Características gerais do Equipamento			
Designação:	Tremonha de descarga - Alimentador	Fabricante:	Rudnick & Enners
Código:	AL1-01	Ano Fabrico:	2006
Marca:	Rudnick & Enners	Data de entrada serviço:	2012
Modelo:	KB 1500x7200	Outras:	-
Componentes associadas ao Equipamento			
Dados	Velocidade de transporte:	Aproximadamente	0,5-4,3 m/min
	Volumen da Tremonha:	Aproximadamente	12,5m ³
	Comprimento total:	Aproximadamente	7,200mm
	Largura total:	Aproximadamente	3,100mm
Tapete	Motorotor	Marca:	Nord
		Modelo:	SK90621 1/32AZ-R2100H1U
		Nº Série:	1006344939 00 001
		Outros elementos:	1:932,11 N2:0,56-4,23
	Motor	Marca:	Nord
		Modelo:	SK112 M-4
		Nº Série:	NU3601000170623
		Outros elementos:	8,3/4,79A; 4kW;1445rpm

Figura 7-2 Exemplo do manual das características gerais de um equipamento do tratamento mecânico de RSU.

Durante a operação e manutenção dos equipamentos poderão surgir problemas operacionais. Os problemas operacionais dos equipamentos foram definidos a partir dos

manuais dos equipamentos, das informações recolhida em relatórios internos da empresa, assim como de informação recolhida com a ajuda da equipa de manutenção.

Em cada problema operacional é necessário conhecer quais são as avarias mais comuns em cada equipamento, detetar a origem dos problemas e por último a resolução do mesmo. Na Figura 7-3 pode ser observado um exemplo do manual, dos problemas operacionais que possam existir nesse equipamento, sendo apresentadas as causas possíveis de acordo com as avarias verificadas e as possíveis soluções para que o equipamento opere corretamente.

Avarias	Causas	Soluções
Estrelas partidas	Elementos cortantes que provém do próprio resíduo	Reparar as estrelas partidas
Malhas partidas	Elementos cortantes que provém do próprio resíduo	Reparar as malhas partidas
Rolamento preso	Fios das cassetes, cabos e linhas que provém dos resíduos	Remover os fios das cassetes, cabos e linhas
Motor não Funciona	Fusível fundido	Renovar fusível
	A proteção do motor respondeu	Verificar e ajustar proteção do motor para a regulação correta
	A proteção do motor não se acionou, erros no comando	Verificar o comando da proteção do motor e corrigir erros
O motor zune e consome muita corrente	Enrolamento defeituoso	O motor deve ser reparado por um técnico especializado
	Rotor eventualmente bloqueado	Controlo do acionamento

Figura 7-3 Exemplo do manual dos problemas operacionais de um equipamento do tratamento mecânico de RSU.

O Plano de Manutenção Preventivo é aplicado a todos os equipamentos da instalação do tratamento mecânico de RSU.

A periodicidade das operações a realizar em cada equipamento foi estabelecida de acordo com os manuais dos equipamentos e da instalação, as indicações dos fornecedores/marcas e de acordo com o nível de uso/desgaste que vai sendo registado pela equipa de manutenção do tratamento mecânico RSU do Planalto Beirão.

Assim, foi necessário haver uma revisão do plano de manutenção existente (incompleto) para um novo plano que fosse capaz de melhorar os recursos materiais, maximizar o rendimento e a eficiência no tratamento e manter o bom desempenho dos equipamentos.

A descrição dos tapetes transportadores, algumas operações (i.e. tensionamento, alinhamento, paragem de emergência e limpar os raspadores), os problemas e a manutenção preventiva também foram descritas no manual. Estas operações também foram estabelecidas a partir dos manuais dos equipamentos e com a colaboração da equipa de manutenção.

No capítulo 10 é referida a manutenção preventiva efetuada a outros equipamentos complementares ou acessórios, como:

- ar condicionado;
- extintores;
- bocas incêndio;
- iluminação emergência;
- quadros elétricos.

No capítulo 11 apresenta-se um resumo das operações de limpeza e desinfeção da sala de controlo, cabine triagem, superfícies exterior de equipamentos e chão da zona de receção, com indicação dos produtos estabelecidos para cada tipo de utilização. Uma vez que é fundamental garantir a limpeza e desinfeção periódica destes locais de modo a manter as condições de salubridade, considerando a constituição heterogénea dos RSU processados diariamente na instalação.

No capítulo 12 são ainda tratados os aspetos relacionados com o controlo de fatores ambientais, nomeadamente:

- abastecimento e consumo das águas;
- gestão de água residuais;
- controlo de resíduos próprios.

Por último, são apresentados os anexos do manual. No manual constam 27 anexos, na maioria exemplos de registos internos da instalação e das características gerais dos tapetes transportadores.

O manual em suporte de papel é considerado um documento de consulta pelos diversos intervenientes da instalação, devendo ser consultado e atualizado sempre que for necessário.

7.2. Manual em Suporte Informático

Paralelamente ao manual em suporte em papel, foi elaborado o manual em suporte informático; é uma ferramenta com uma interface amigável do utilizador. Foi desenvolvida pelo software *AutoPlay Media Studio*, conferindo um grafismo mais atraente e prático ao utilizador, tendo ligações a ficheiros de *Excel*. Não são necessários conhecimentos específicos para o manuseamento/utilização desta ferramenta.

Os requisitos necessários do manual de suporte informático são:

- *Hardware*: Leitor de cd;
- *Software*: Sistema Operativo *Windows*, *Adobe Reader* (PDF) e *Microsoft Excel*.

A estrutura da aplicação do manual em suporte informático pode ser observada na Figura 7-4, que apresenta a distribuição dos conteúdos por áreas e o caminho mais simples a ser percorrido pelo utilizador para chegar à informação pretendida.

A estrutura da aplicação do manual de suporte informático também pode ser visualizada no Anexo na Figura 0-3.

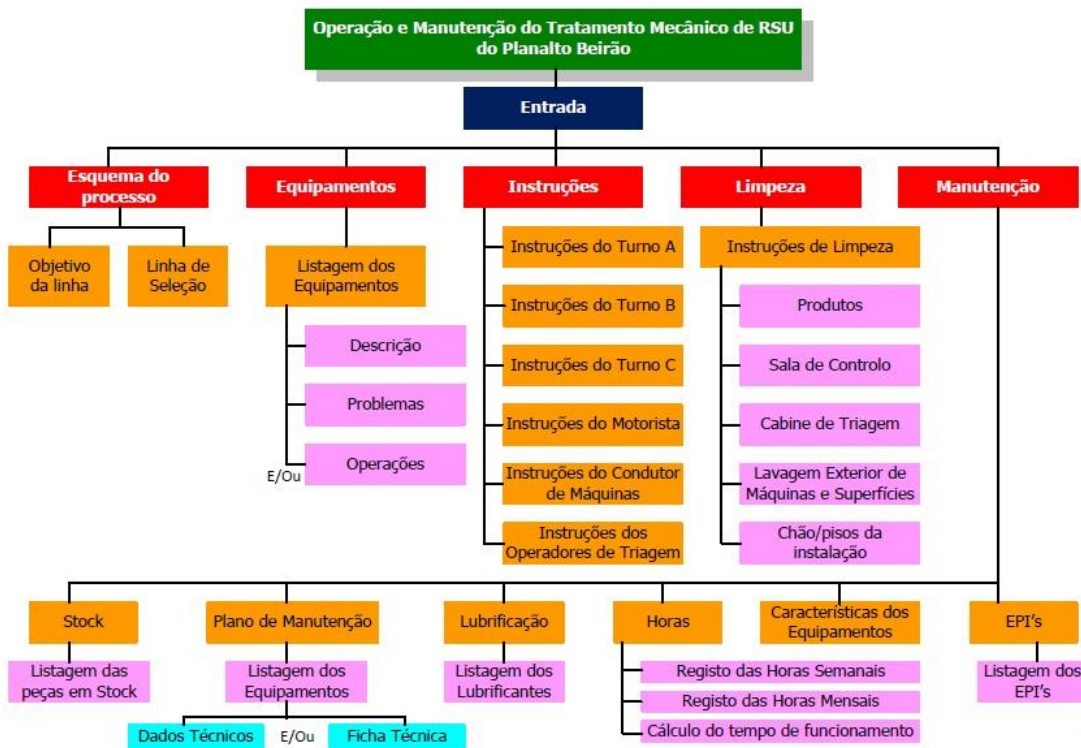


Figura 7-4 Estrutura do manual de suporte informático.

- **Menu Principal:**

Ao abrir a aplicação surge o menu principal (*vide* Figura 7-5), estruturado em cinco categorias:

- ✓ esquema do processo;
- ✓ equipamentos;
- ✓ instruções;
- ✓ limpeza;
- ✓ manutenção.

Cada botão encaminha para a respetiva janela onde prossegue com a navegação.



Figura 7-5 Menu principal.

- **Esquema do Processo:**

A categoria “**Esquema do Processo**” dispõe de dois botões (objetivo da linha e linha de seleção), bem com um botão para retroceder ao menu principal.

No centro da janela é visível um esquema do processo da linha de seleção do tratamento mecânico, como se pode visualizar na figura seguinte.

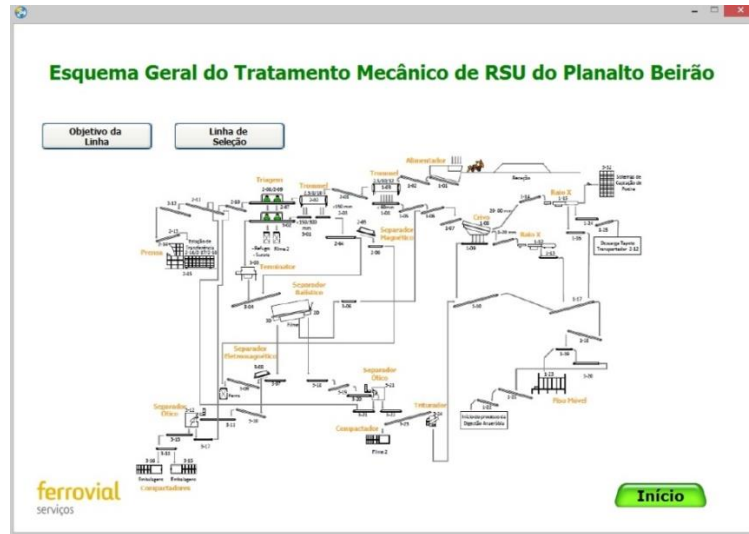


Figura 7-6 Navegador Esquema do processo.

A categoria “**Objetivo da Linha**” direciona para uma nova janela onde é possível visualizar uma caixa de texto, contendo informação do objetivo principal da linha de seleção e um esquema com os diferentes fluxos dos materiais separados no tratamento mecânico (vide Figura 7-7).

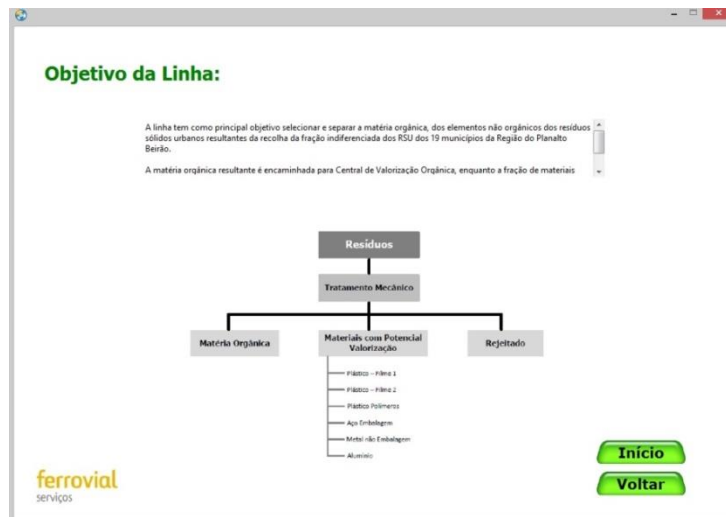


Figura 7-7 Navegador objetivo da linha.

A categoria “**Linha de Seleção**” dispõe de um botão que encaminha para um ficheiro *Excel* onde é possível visualizar outra vez o esquema com os principais equipamentos do tratamento mecânico de RSU do Planalto Beirão e a descrição de todo o processo da linha de seleção.

- **Equipamentos:**

A categoria “**Equipamentos**” encaminha para um ficheiro *Excel* onde é possível observar todos os equipamentos existente na linha de seleção do Planalto Beirão (vide Figura 7-8).



Figura 7-8 Categoria Equipamentos.

Esta categoria dispõe de quinze botões, cada um direciona para uma nova página onde estão referidas informações importantes para cada equipamento como: a descrição geral de cada equipamento, os problemas que poderão surgir durante o funcionamento do tratamento mecânico e algumas operações realizada para o melhor funcionamento dos equipamentos (ver Figura 7-9).



Figura 7-9 Exemplo do botão Tapete Transportador.

Esta categoria tem como principal objetivo informar os diferentes intervenientes da instalação informações importantes dos equipamentos.

- **Instruções:**

A categoria “**Instruções**” direciona para uma nova janela, onde é possível visualizar seis botões (ver Figura 7-10).

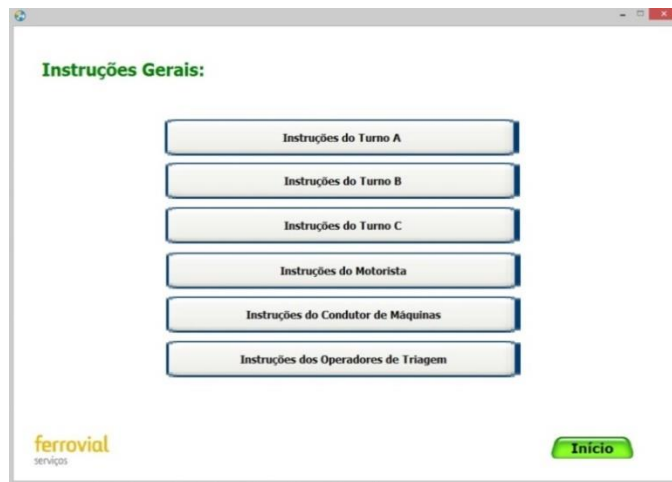


Figura 7-10 Categoria Instruções.

Cada botão está ligado ao navegador em categorias como:

- ✓ instruções do turno A;
- ✓ instruções do turno B;
- ✓ instruções do turno C;
- ✓ instruções do motorista;
- ✓ instruções do condutor de máquinas;
- ✓ instruções dos operadores de triagem.

Em cada categoria de instruções há uma ligação a um documento em PDF onde é possível observar as instruções genéricas de cada posto de trabalho. As instruções foram elaboradas a partir de conversações com os chefes de turnos, equipa de manutenção e com a responsável técnica da instalação.

- **Limpeza:**

A categoria “**Limpeza**” (ver Figura 7-11) direciona para uma nova página, onde é possível observar uma caixa de texto, com informações importantes referente à limpeza realizada na instalação. Também se pode visualizar um botão com a categoria “**Instruções de Limpeza**”.

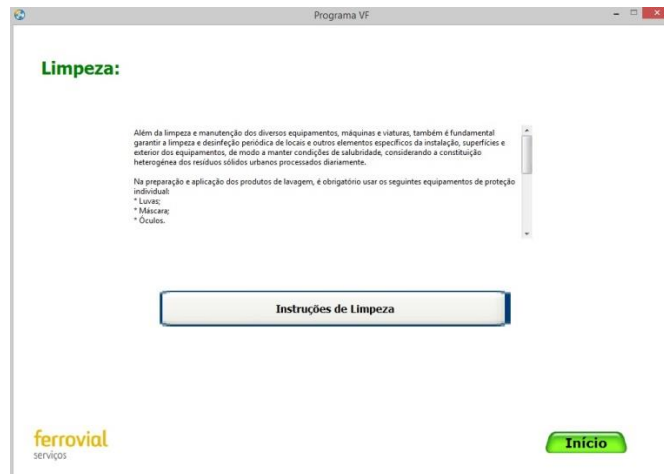


Figura 7-11 Categoria Limpeza.

A categoria “**Instruções de limpeza**” encaminha para um novo ficheiro em *Excel*. Ao abrir o ficheiro encontra-se um menu com as seguintes categorias (vide Figura 7-12):

- ✓ produtos utilizados na instalação;
- ✓ limpeza e desinfeção da sala de controlo;
- ✓ limpeza e desinfeção cabine de triagem;
- ✓ lavagem exterior de máquinas e superfícies;
- ✓ limpeza geral chão/piso da instalação.



Figura 7-12 Categoria Operações de Limpeza.

Em cada categoria de “**Instrução de Operação de Limpeza**”, irá abrir uma nova página, que informará o utilizador dos diferentes produtos de limpeza utilizados na instalação e os procedimentos mais adequado para sua utilização.

- **Manutenção:**

A categoria “**Manutenção**” (irá direccionar para um ficheiro em *Excel*) sendo esta a mais importante porque nela se encontra o plano de manutenção dos equipamentos da linha de selecção, e tem como objetivo informar e gerir o plano de manutenção, bem como reduzir os custos de não conformidade, informar das peças em *stock*, reduzir os erros associados ao tempo de realização de uma intervenção e reduzir as paragens provocadas por problemas operacionais.

Ao abrir o ficheiro encontra um menu com as seguintes categorias (ver Figura 7-13):

- ✓ *stock*;
- ✓ plano de manutenção;
- ✓ lubrificação;
- ✓ horas;
- ✓ equipamentos;
- ✓ EPI's.



Figura 7-13 Categoria Manutenção.

A categoria “**Stock**” irá ser encaminhada para uma nova página (ver Figura 7-14). Esta categoria é importante pois permite recolher informação das peças existente em *stock*, assim como fazer um alerta de quando é necessário pedir alguma peça específica.

O alerta abre a palavra “**PEDIR**” e indica que existe menos de duas unidades da peça em questão. A listagem das peças em *stock* foi elaborada com ajuda da equipa de manutenção.

ferrovia
serviços

Peças em Stock Voltar

DESIGNAÇÃO	QTD	DADOS IDENTIFICAÇÃO REFERÊNCIA	MARCA	EQUIPAMENTO	ALERTAS
ROLAMENTO	2	22216 KMC3W33			
ROLAMENTO	2	22216 CAKW 33	ISB		
ROLAMENTO	2	22213 CAKW 33	ISB		
ROLAMENTO	2	22213 KMC3W33			
SUPORTE C/ROLAMENTO	2	MFL-55			
SUPORTE C/ROLAMENTO	2	SF-50			
SUPORTE C/ROLAMENTO	2	SF-45			
SUPORTE C/ROLAMENTO	2	RASE 75			
SUPORTE C/ROLAMENTO	4	RASE 60			
SUPORTE C/ROLAMENTO	2	RTUE 75			
SUPORTE C/ROLAMENTO	4	RTUE 50			
SUPORTE C/ROLAMENTO	1	RCJ 75			PEDIR
SUPORTE C/ROLAMENTO	2	RCJ 50			
CHUMACEIRA	2	522 619			
CHUMACEIRA	4	518 615			
CHUMACEIRA	4	516 613			
CHUMACEIRA	4	513 611			
CHUMACEIRA	4	511 609			
CHUMACEIRA	4	512 610			
ARANHA	2	H322			
ARANHA	2	H320			
ARANHA	4	H318			
ARANHA	4	H316			

Inicio STOK Manutenção Equipamentos Equipamentos 14-Registo SPMANAI 14-Acumuldo MENSAL 14-Cáculu

Figura 7-14 Categoria Stock

Na categoria “**Plano de Manutenção**” abre-se uma nova página, onde é possível observar o painel de manutenção preventiva (listagem de todos os equipamentos e registos de lubrificação).

Este painel irá dar alertas à equipa de manutenção sobre quais são os equipamentos e tapetes transportadores que vão precisar de alguma intervenção. Na figura seguinte pode ser visualizada a categoria do “**Painel da Manutenção Preventiva**”.

Esta categoria é a base do plano de manutenção. O eventual alerta situa-se no canto esquerdo de cada botão (Identificação dos equipamentos e tapetes transportadores) em forma de triângulo e de cor vermelha (◀).

O alerta só aparecerá quando faltar menos de cinco dias e/ou menos de trinta horas para à próxima intervenção.

Nesta categoria também é efetuado os registos de lubrificação de acordo com o número de horas operacionais dos equipamentos.

ferrovial
serviços

PAINEL DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA Voltar

Tapetes			Compactadores	Externos	Compressores	Raio-x	Lubrificação
AL-101-1	CT-125	CT-314	315	SR-103	GA-45	Raio-x 112	Registro 150 h
AL-101-2	CT-126	CT-317	316	SR-202	GA-55	Raio-x 115	Registro 200 h
CT-102	CT-201	CT-318	325	T-303		AV-112	
CT-104	CT-203	CT-319	PC-214	T-324		AV-115	
CT-105	CT-204	CT-320		S0115			
CT-106	CT-206	CT-322		S0116			
CT-107	CT-207	CT-323		SB-305			
CT-109	CT-210			SH-205			
CT-110	CT-211			SH-308			
CT-111	CT-212			SV-108			
CT-112	CT-213			AM-123			
CT-114	CT-301						
CT-116	CT-302						
CT-117	CT-304						
CT-118	CT-306						
CT-119	CT-307						
CT-120	CT-309						
CT-121	CT-310						
CT-122	CT-311						
CT-124	CT-313						

Figura 7-15 Categoria Painel da Manutenção Preventiva.

Em cada botão que tem a identificação do equipamento e tapete transportador, abre-se uma nova página com o plano de manutenção. Em cada plano de manutenção é possível observar uma tabela com todas as tarefas de intervenções que devem ser realizadas.

A Figura 7-16 pode ser observada um exemplo da categoria plano da manutenção preventiva do tratamento mecânico RSU.

Nestas tabelas têm parâmetros como:

- ✓ horas atuais – horas de trabalho de cada equipamento;
- ✓ identificação do equipamento – tipo de equipamento e identificação;
- ✓ os trabalhos a executar – diferentes componentes do equipamento;
- ✓ tarefas – listagem das tarefas a executar;
- ✓ última manutenção – identificação da data e hora do equipamento da última manutenção;
- ✓ próxima manutenção – previsão da próxima manutenção (data e hora do equipamento);
- ✓ frequência – frequência em dias e horas de cada tarefa;
- ✓ alertas – lembrete que irá ser necessário realizar uma intervenção;
- ✓ faltam – contagem decrescente dos dias e horas para à próxima intervenção.

Capítulo 7. Manual de Operação e Manutenção do Tratamento Mecânico de RSU

O utilizador nesta categoria só deverá alterar o parâmetro “última manutenção”, sendo obrigatório atualizar este parâmetro sempre que for executada uma tarefa, indicando a data e a hora atual do equipamento.

Nesta categoria também se encontram um ou dois botões pretos no lado direito, um é para ir a ficha técnica dos equipamentos (característica gerais do equipamento) e o outro para os dados técnicos do tapete transportador (característica geral do tapete).

Plano de Manutenção Preventiva da TMB

DATA: 11 de setembro de 2014

Horas Atuais: 4704

Ficha Técnica

Trabalhos a executar	Tarefa	Última Manutenção		Próxima Manutenção		Frequência		Alertas		Faltam	
		Data	Hora	Data	Hora	Dias	Horas	Data	Horas	Dias	Horas
1 Instalação Completa	Controlo visual de funcionamento	15/9/14	4704	22/9/14	4744	7	40			11	40
2 Corrente	Controlar desgaste	15/9/14	4704	22/9/14	4744	7	40			11	40
	Controlar tensão	15/9/14	4704	22/9/14	4744	7	40			11	40
3 Lubrificar	Lubrificar os 4 pontos e corrente com spray	15/9/14	4704	30/9/14	4804	15	100			19	100
4 Motor	Inspeccionar motor	15/9/14	4704	14/3/15	6144	180	1440			184	1.440
	Controlar níveis do motor	15/9/14	4704	14/3/15	6144	180	1440			184	1.440
5 Caixa	Substituir óleo 12l	15/9/14	4704	4/10/16	7704	750	3000			754	3.000
6 Tensores	Limpar eixos tensores	15/9/14	4704	14/12/14	5424	90	720			94	720
7 Dispositivos de segurança	Limpar e inspeccionar	15/9/14	4704	22/9/14	4744	7	40			11	40

Figura 7-16 Exemplo da categoria Plano de Manutenção Preventiva.

Nesta tabela o alerta é realizado de duas maneiras diferentes:

✓ O primeiro alerta indicará que falta menos de quatro dias e/ou menos de trinta horas, para efetuar a próxima tarefas de manutenção. Este alerta situa-se nas duas últimas colunas da tabela e a célula muda de cor verde para a cor laranja, como se pode observar na Figura 7-17.

Plano de Manutenção Preventiva da TMB

DATA: 11 de setembro de 2014

Horas Atuais: 4704

Ficha Técnica

Trabalhos a executar	Tarefa	Última Manutenção		Próxima Manutenção		Frequência		Alertas		Faltam	
		Data	Hora	Data	Hora	Dias	Horas	Data	Horas	Dias	Horas
1 Instalação Completa	Controlo visual de funcionamento	6/9/14	4704	13/9/14	4744	7	40			2	40
2 Corrente	Controlar desgaste	15/9/14	4704	22/9/14	4744	7	40			11	40
	Controlar tensão	15/9/14	4704	22/9/14	4744	7	40			11	40
3 Lubrificar	Lubrificar os 4 pontos e corrente com spray	15/9/14	4704	30/9/14	4804	15	100			19	100
4 Motor	Inspeccionar motor	15/9/14	4704	14/3/15	6144	180	1440			184	1.440
	Controlar níveis do motor	15/9/14	4704	14/3/15	6144	180	1440			184	1.440
5 Caixa	Substituir óleo 12l	15/9/14	4704	4/10/16	7704	750	3000			754	3.000
6 Tensores	Limpar eixos tensores	15/9/14	4704	14/12/14	5424	90	720			94	720
7 Dispositivos de segurança	Limpar e inspeccionar	15/9/14	4704	22/9/14	4744	7	40			11	40

Figura 7-17 Exemplo de alerta dos dias ou horas de faltam.

✓ O segundo alerta indicará que a periodicidade da tarefa de manutenção foi ultrapassada. Este alerta situa-se nos últimos dois parâmetros da tabela (alertas e faltam).

No parâmetro alerta indicará qual dos critérios (data e/ou horas) que foi ultrapassado, no segundo parâmetro indicará os dias e/ou horas que foi ultrapassada a periodicidade da tarefa, como se pode visualizar na Figura 7-18.

Plano de Manutenção Preventiva da TMB

DATA: 11 de setembro de 2014

Horas Atuais: 4704

Ficha Técnica

Trabalhos a executar	Tarefa	Última Manutenção		Próxima Manutenção		Frequência		Alertas		Faltam	
		Data	Hora	Data	Hora	Dias	Horas	Dia	Horas	Dias	Horas
1 Instalação Completa	Controlo visual de funcionamento	3/9/14	4704	10/9/14	4744	7	40	Manutenção		1	40
2 Corrente	Controlar desgaste	15/9/14	4704	22/9/14	4744	7	40			11	40
	Controlar tensão	15/9/14	4704	22/9/14	4744	7	40			11	40
3 Lubrificar	Lubrificar os 4 pontos e corrente com spray	15/9/14	4704	30/9/14	4804	15	100			19	100
4 Motor	Inspeccionar motor	15/9/14	4704	14/3/15	6144	180	1440			184	1 440
	Controlar níveis do motor	15/9/14	4704	14/3/15	6144	180	1440			184	1 440
5 Caixa	Substituir óleo L2	15/9/14	4704	4/10/16	7704	750	3000			754	3 000
6 Tensores	Limpar eixos tensores	15/9/14	4704	14/12/14	5424	90	720			94	720
7 Dispositivos de segurança	Limpar e inspeccionar	15/9/14	4704	22/9/14	4744	7	40			11	40

Figura 7-18 Exemplo de alerta quando é ultrapassado o tempo de manutenção.

As periodicidades das tarefas do plano de manutenção foram estabelecidas a partir dos manuais dos equipamentos e da instalação, das indicações dos fornecedores/marcas e de acordo com o nível de uso/desgaste que vai sendo registado pela equipa de manutenção.

Associado a este plano foram também incluídas as tarefas de lubrificação uma vez que não são só as intervenções periódicas que contribuem para o bom funcionamento, sendo por isso também fundamental a lubrificação dos equipamentos.

As intervenções diárias não foram incluídas neste plano de manutenção. Sendo que é da responsabilidade do chefe de equipa de manutenção realizar todas as intervenções no tempo previsto.

Associadas às intervenções diárias, estão incluídas as tarefas de limpeza, fundamentais para o bom funcionamento dos equipamentos e elementos específicos da instalação, mantendo assim, as condições de salubridade da instalação.

É importante que o plano de manutenção preventiva seja ajustado e atualizado de forma anual pois os equipamentos podem comportar-se de maneira diferente com o nível de uso/desgaste que vai sendo registado com o passar do tempo.

A categoria “**Lubrificação**” direciona para uma nova página onde é possível observar uma tabela de consulta com os diferentes tipos de lubrificantes para cada equipamento.

Nesta tabela tem parâmetros como:

- ✓ equipamentos;
- ✓ elementos a lubrificar;
- ✓ dados do manual do equipamento – lubrificantes recomendados pelo fabricante;
- ✓ lubrificantes utilizados na instalação.

Os diferentes tipos de lubrificantes foram identificados a partir dos manuais dos equipamentos e as indicações dos fornecedores ou da equipa de manutenção.

A categoria “**Horas**” é possível visualizar três botões, que abrem uma nova página (Ver Figura 7-19). Esta categoria é importante para o plano de manutenção preventiva, uma vez que são registados o tempo de funcionamento de cada equipamento e do tapete transportador.

Esta categoria tem botões como:

- ✓ horas semanais;
- ✓ horas mensais;
- ✓ cálculo tempo de funcionamento.

É importante registar os tempos de funcionamento de cada equipamento e tapetes transportadores de forma correta, para que o plano de manutenção preventivo funcione de uma forma eficaz.



Figura 7-19 Categoria Horas.

A categoria “**Equipamentos**” direciona para uma nova página, onde é possível visualizar uma tabela de consulta com as características principais de cada equipamento.

Nesta tabela tem parâmetros como (vide Figura 7-20):

- ✓ identificação do equipamento ou tapete transportador;
- ✓ designação;
- ✓ marca;
- ✓ modelo;
- ✓ nº de série;
- ✓ data de fabrico;
- ✓ outros elementos.

ferrovia
serviços

Características dos Equipamentos Voltar

Identificação	Designação	Marca	Modelo	Nº de Série	Data fabrico	Outros elementos
CT-113	Tapete - Motorotor	SEW Eurodrive	KA67DRS90M4	01.1335214802.0002.10		1395/23 rpm; IM M1A Lub: Miner 1, 10L
CT-114	Tapete - Motorotor	SEW Eurodrive	KA77DRS100M4	01.1335214708.0002.10		1400/24 rpm; IM M1A Lub: Miner 2, 10L
AV-115	Rao X	TITECH	Xtract Basic 1200	10110708	2010	nº máquina: 9031015/03 M 454
AV-115	Vibrador - Motor 1	OLI	MVE 1100/1	M2550	2009	1000rpm 0,75Kw
AV-115	Vibrador - Motor 2	OLI	MVE 1100/1	M2169	2009	1000rpm 0,75Kw
AV-115	Limpador - Motor	Nord	SK71 S/4 32010020	NC930938338000		1380rpm 0,25rpm
AV-115	Limpador - Rotor	Nord	SK 92372A2BDH-100LA/4 TF	200509385-10012233239		i5,30 M1 n2: 267rpm
AV-115	Tapete - Motor	Nord	100LA/4 TF	200509385-100 12233239		3Kw 1415rpm
AV-115	Tapete - Rotor	Nord	92372A2BDH 100LA/4 TF	200509385-100 12233239		i5,30 M1 n2: 267rpm
AV-115	Refrigeração Quadros elétricos	Rittal top Therm	3361100	D7302	ma/08	R134a

[Inicio](#) / [EPI's](#) / [Manutenção Equipamentos](#) / [Equipamentos](#) / [Ativos](#) / [14-Registo SEMANAL](#) / [14-Acumulado MENSAL](#) / [14-Ciclo Tempo func.ME](#)

Figura 7-20 Categoria características dos equipamentos

Na categoria “EPI’s” abre-se uma nova página (ver Figura 7-21), onde é possível observar uma listagem com imagens dos equipamentos individuais utilizados pelos colaboradores ao longo do turno de trabalho.

Nesta categoria foram identificados a farda de trabalho utilizado pelos trabalhadores, assim como os equipamentos de proteção utilizados por o chefe de turno, equipa de manutenção e operadores de triagem.

ferrovia
serviços

EPI's Voltar

Chefe de Turno:

- Luvas de nitrilo com proteção nível 4111 EN 388:



- Capacete de proteção com indicador UV preparados para a utilização de abafadores:



- Abafadores para proteção auditiva nível 3 com um valor de atenuação SNR 36 dB:



[DT Prensa](#) / [DT Raio X 112](#) / [DT Raio X 115](#) / [DT Compressor_1](#) / [DT Compressor_2](#) / [DT S.Ótico 115](#) / [DT S.Ótico 1](#)

Figura 7-21 Categoria EPI's.

8. Outras atividades realizadas durante o estágio

Para além do trabalho de investigação aplicado, no âmbito da conceção dos manuais referidos no presente relatório, no decorrer do estágio curricular na empresa Ferrovial Serviços, foram efetuadas outras atividades. Estas contribuíram para desenvolver as competências técnicas na área de Engenharia do Ambiente. Algumas das atividades mais relevantes foram:

- Elaboração em ficheiro *Excel* das características de todos os motores dos tapetes transportadores, incluindo informação como: marca, nº série, data de fabrico e outros elementos importante na caracterização do tapete.
- Elaboração em ficheiro *Excel* do resumo de todas as intervenções realizadas nos equipamentos no ano 2012 e 2013.
- Confirmação dos registos individuais do banco horas dos operários no tratamento mecânico RSU.
- Elaboração em ficheiro *Excel* do resumo das pesagens dos materiais para valorização (PET, PEAD, Filme 1, Filme 2 e Plásticos Mistos), indicando: a data, número de fardos, peso bruto (Kg), Tara (Kg), Líquido (Kg e Ton).
- Trabalhos realizados na PSA Peugeot Citroën Automóveis de Portugal S.A, em Mangualde, através da Ferrovial Serviços:
 - ✓ realização do esquema do Armazém de Produtos Químicos;
 - ✓ realização do esquema do Fluxo de água e órgão de tratamento da ETARI;
 - ✓ realização do esquema do Parque de Resíduos (o esquema pode se consultado no Anexo na Figura 0-4);
 - ✓ realização de novas sinaléticas dos resíduos no Parque de Resíduos;
 - ✓ elaboração em ficheiro *Excel* das instruções gerais em cada operação realizada no Armazém de Produtos Químicos, na ETARI, no parque de resíduos, na utilização do Empilhador (o exemplo das instruções do Armazém de Produtos Químicos pode ser consultado no Anexo na Figura 0-5).
- Trabalhos realizados no Distrito da Guarda, através da Ferrovial Serviços:

Capítulo 8. Outras atividades realizadas durante o estágio

- ✓ levantamentos da localização de todos os contentores de RSU através do recurso ao *software arcmap*;

- ✓ levantamentos das características de todos os contentores de RSU como: tipo de material, danos existentes nos contentos, capacidades, etc.

- Monitorização das dezoito antigas lixeiras associadas ao Planalto Beirão, realizando as seguintes atividades:

- ✓ recolha de águas superficiais (montante e jusante);

- ✓ recolha de águas subterrâneas (poço de lixiviados);

- ✓ monitorização do biogás através do medidor de biogás, registando os valores dos diferentes componentes do biogás (dióxido de carbono, monóxido de carbono, oxigénio, azoto, Hidrogénio, sulfuretos de hidrogénio, entre outros).

- ✓ realização do relatório *in situ* das características das lixeiras (dados meteorológicos, vegetação, vedação, etc.), assim como, o registo dos componentes do biogás e as profundidades dos piezómetros de cada lixeira.

Conclusão

A realização do estágio curricular na empresa Ferrovia Serviços, juntamente com a elaboração do presente relatório, permitiram pôr em prática e aprofundar os conhecimentos e as competências adquiridas ao longo da frequência do Mestrado em Tecnologias Ambientais, executando, no dia-a-dia, atos profissionais em contexto de trabalho.

Em interação direta com as necessidades e interesses de uma empresa prestadora de serviços na área da valorização de RSU (Ferrovia Serviços), foi concretizada uma tarefa - materializada no Manual de Manutenção e Operação, com os seus dois formatos e valências distintos – que permitirá otimizar a operação e manutenção de um sistema de separação de resíduos.

A operação e manutenção de um sistema de separação de resíduos é uma atividade sensível (p.e. ao nível da higiene e segurança no trabalho), complexa (p.e. envolvendo diferentes operações mecânicas encadeadas e sensores de diferentes natureza), muito sujeita a avarias e de difícil controlo e avaliação, que lida com uma matriz de resíduos de elevada aleatoriedade.

Por outro lado, as tecnologias aplicadas nestes sistemas de separação de resíduos ainda não se encontram numa fase de maturação e sem implantação em larga escala, sendo ainda patentes muitos desenvolvimentos nas ofertas do mercado.

No âmbito do presente estágio curricular, foi considerado relevante melhorar o plano de operação e manutenção existente, tendo em vista a maximização da eficiência do sistema e seus equipamentos. Assim como garantir que o modo e os tempos de manutenção sejam os mais adequados para cada equipamento, salvaguardando sempre a boa organização e execução das tarefas dos colaboradores.

A elaboração do Manual em suporte de papel foi realizada em constante interação com os técnicos e restantes colaboradores do sistema. Elaborando assim um manual de operação e manutenção prático e expedito. De facto, o Manual foi concebido para ser um documento de consulta diária, contendo as informações necessárias mais relevantes para todos os intervenientes do sistema. Permite ainda a caracterização/apresentação do sistema (ao nível dos equipamentos e sua operação-manutenção) a novos colaboradores.

Conclusão

Na sua escrita, formatação e grafismo (*vide* fotos, desenhos esquemáticos, diagramas e tabelas explícitos) foi assumido que o Manual devia estar dirigido a todos os colaboradores, independentemente do seu cargo ou nível de formação.

Atendendo aos desenvolvimentos e às contingências associadas a este tipo de sistema, o Manual deverá ser atualizado, tendo sido perspetivado nesse sentido.

O Manual em suporte informático possui uma interface de apresentação bastante simples, intuitiva e de fácil utilização. Assim foi desenvolvida uma ferramenta que visa ajudar o utilizador a resolver problemas operacionais que possam surgir, bem como a implementar o plano de manutenção preventiva. A base de dados associada ao registo digital das intervenções é também uma mais-valia relevante para a eficiência da operação e manutenção do Sistema.

O estágio curricular desenvolvido permitiu assim concretizar o plano inicialmente previsto. Porém, foram detetados diversos desenvolvimentos que médio prazo os Manuais e/ou a operação e manutenção do sistema poderão sofrer.

Por exemplo, o Manual em suporte informático deverá modificar, para produzir relatórios semanais sucintos com as tarefas e as intervenções que o operador deverá realizar para cumprir o plano de manutenção preventiva.

Não foi possível conceber metodologias objetivas de controlo e avaliação do sistema, fator complementar da operação e manutenção, que será sempre relevante para a monitorização em prol da sua otimização. Para este desiderato, será necessário implantar dispositivos e protocolos que permitam quantificar os resíduos/materiais de recicláveis/rejeitados à entrada e saída de cada equipamento.

Saliente-se que as atividades desenvolvidas e os objetivos alcançados no presente estágio curricular contribuíram certamente para a continuação da relação laboral com a Ferrovia Serviços no Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos da AMRPB, através da realização de um estágio profissional.

Referências Bibliográficas

APA- Agência Portuguesa do Ambiente (2011). *Resíduos urbanos, Relatório Anual 2010*.

APA- Agência Portuguesa do Ambiente (2013a). *Relatório do Estado do Ambiente 2013*.

APA- Agência Portuguesa do Ambiente (2013b). *Resíduos urbanos, Relatório Anual 2012*.

Cabral, J. (2009). *Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios*. Lisboa: editor Lidel. ISBN: 978 – 972-757-591-6

Carvalho, M. (2008). *Optimização de circuitos e indicadores de recolha de resíduos urbanos, caso de estudo: Município de Almada* (Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de ciências e Tecnologia). Recuperado em 5 de Junho, 2014, de http://run.unl.pt/bitstream/10362/4195/1/Carvalho_2010.pdf

Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de Setembro. (2006). *Diário da República I Série-A*. N.º 171 (2006-09-5), 6526-6545.

Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de Agosto. (2009). *Diário da República I Série-A*. N.º 153 (2009-08-10), 5170-5198.

Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de Junho. (2011). *Diário da República I Série-A*. N.º 116 (2011-06-17), 3251-3300.

Decreto-Lei n.º 84/2011 de 20 de Junho. (2011). *Diário da República I Série-A*. N.º 117 (2011-06-20), 3587-3595.

DEFRA: Department for Environment Food and Rural Affairs. (2007a). *Waste Strategy for England 2007*. Recuperado em 5 Junho, 2014, de <http://archive.defra.gov.uk/environment/waste/strategy/strategy07/documents/waste07-strategy.pdf>

DEFRA: Department for Environment Food and Rural Affairs. (2007b). *Mechanical Biological Treatment of Municipal Solid Waste*. Recuperado em 20 Julho, 2014, de <http://archive.defra.gov.uk/environment/waste/residual/newtech/documents/mbt.pdf>

Referências Bibliográficas

Eco-Emballages (2005). *Concevoir, Construire et exploiter un centre de tri*. Recuperado em 30 de Julho, 2014, de <http://www.ecoemballages.fr/docutheque/concevoir-construire-et-exploiter-un-centre-de-tri>

Faria, N. (2013). *Elaboração e implementação de um plano geral de manutenção preditiva, preventiva e curativa na Lipor – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto* (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Recuperado em 14 de Agosto, 2014, de <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/65437/2/950857.pdf>

FEMP – Federal Energy Management Program (2010). *Operations & Maintenance Best Practice, A guide to Achieving Operational Efficiency*. Recuperado em 18 de Agosto, 2014, de http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/omguide_complete.pdf

Ferreira, L.A. (1998). Uma introdução à manutenção. Porto, Editor: Publindústria. ISBN: 978-972-957-944-8

Jesus, B. (2012). *Análise da Política da Gestão de resíduos sólidos em Timor - Leste: Uma Descrição Comparativa dos Sistemas de Gestão de Resíduos em Portugal e Timor – Leste* (Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Escola de Economia e Gestão). Recuperado em 5 de Junho, 2014, de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/20768>

Lopes, M. (2008). Contribuição para um modelo de gestão sustentável de resíduos urbanos a nível municipal (Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro). Recuperado em 10 de Junho, 2014, de <http://ria.ua.pt/handle/10773/613>

MAOTDR – Ministério do Ambiente do Ordenamento e do Desenvolvimento Regional (2007). *PERSU II: Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016*. 1ª edição. ISBN: 978-989-8097-01-9.

Martinho, M. (2012). *Manual Prático para a Gestão de Resíduos*. Lisboa: Verlag Dashöfer. ISBN: 978-989-642-076-5

Martinho, M. G. M.; Gonçalves, M. G. P. (2000). *Gestão de Resíduos*. Universidade Aberta. Lisboa. ISBN: 972-674-296-X

Masias Recycling (2014a). *Advanced Recycling Technologies*. Recuperado em 30 de Julho, 2014, de http://masiasrecycling.com/down/MR_General_BR.pdf

Masias Recycling (2014b.). *Ballistic Separator*. Recuperado em 25 de Julho, 2014, de http://masiasrecycling.com/down/MR_cat_balistico_ENG.pdf

Nacabú, Paulino. (2011). *Procedimento para manutenção preventiva na empresa de resíduos sólidos urbanos do centro "ERSUC"*. (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra). Recuperado em 14 de Agosto, 2014, de <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/20142/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o,%20Paulino%20Nacab%C3%BA.pdf>

Perkins (2007). *Manual de Operação e Manutenção – Grupo Gerador 1106C*. Recuperado em 22 de Setembro, 2014, de <http://www.perkins.com/cda/files/4119616/7/SPBU8387-00.pdf>

Piedade, M.; Aguiar, P. (2010). *Opções de Gestão de resíduos Urbanos*. Série Guias Técnicos 15. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos. ISBN: 978-989-8360-01-1.

Portaria n.º 209/2004 de 03 de Março. (2004). *Diário da Republica I Série-B*. N.º 53 (2004-03-03), 1188-1206.

Portaria n.º 851/2009 de 07 de Agosto. (2009). *Diário da Republica I Série-A*. N.º 152 (2009-08-07), 5143-5146.

Portaria n.º 87/2007 de 15 Janeiro. (2007). *Diário da Republica I Série-A*. N.º 10 (2007-01-15), 337-339.

Rey, F. S. (1992). *Manutenção mecânica e elétrica na indústria e nas oficinas*. Tradução de Câmara, A. Edições CETOP. ISBN: 972- 641-102-5

Rodrigues, M. (2009). *Estações de Triagem, Caracterização e Avaliação da Situação Nacional* (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa). Recuperado 20 julho, 2014, de <http://run.unl.pt/handle/10362/3353>

Referências Bibliográficas

Russo, M. (2003). *Tratamento de resíduos sólidos*. (Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia). Recuperado em 1 de Agosto, 2014, de <http://homepage.ufp.pt/madinis/RSol/Web/TARS.pdf>

Santos, J. (2012). *Modelos Estratégicos de Gestão de Resíduos Urbano – Caso de Estudo* (Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro). Recuperado em 10 de Junho, 2014, de https://ria.ua.pt/bitstream/10773/10164/1/tese_jo%C3%A3o%20santos.pdf

Santos, W. B., Colosimo, E. A., Motta, S. B. (2007). *Tempo ótimo entre manutenções preventivas para sistemas sujeitos a mais de um tipo de evento aleatório* (Gest. Prod., São Carlos, V. 14, n. 1, p. 193-202). Recuperado 13 de Agosto, 2014, de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2007000100016

Simões, P. (2007). *Eficiência dos Serviços de Resíduos em Portugal* (Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa). Recuperado em 3 Junho, 2014, de <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395137459024/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>

Tchobanoglous, G., Kreith, F. (2002). *Handbook of Solid Waste Management*. 2nd Edition. New York: McGraw-Hill. ISBN: 0 -07-135623-1.

Teixeira, N. (2009). *Recuperação de Resíduos de Embalagem através do Tratamento Mecânico e Biológico em Portugal Continental* (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa). Recuperado em 3 de Junho, 2014, de http://run.unl.pt/bitstream/10362/2524/1/Teixeira_2009.pdf

TITECH (2012). *Innovation in Global Recycling*. Recuperado em 5 de Agosto, 2014, de http://www.dksh.com.au/data/docs/download/38625/en_AU/Titech-Brochure-pdf.pdf

TITECH (2014a). *Innovation in Global Recycling, Titech autosort*. Recuperado em 5 de Agosto, 2014, de <http://br.titech.com/sorting-equipment/titech-autosort-10715>

TITECH (2014b). *Innovation in Global Recycling, Titech x-tract*. Recuperado em 5 de Agosto, 2014, de <http://br.titech.com/sorting-equipment/titech-x-tract-10718>

Anexos

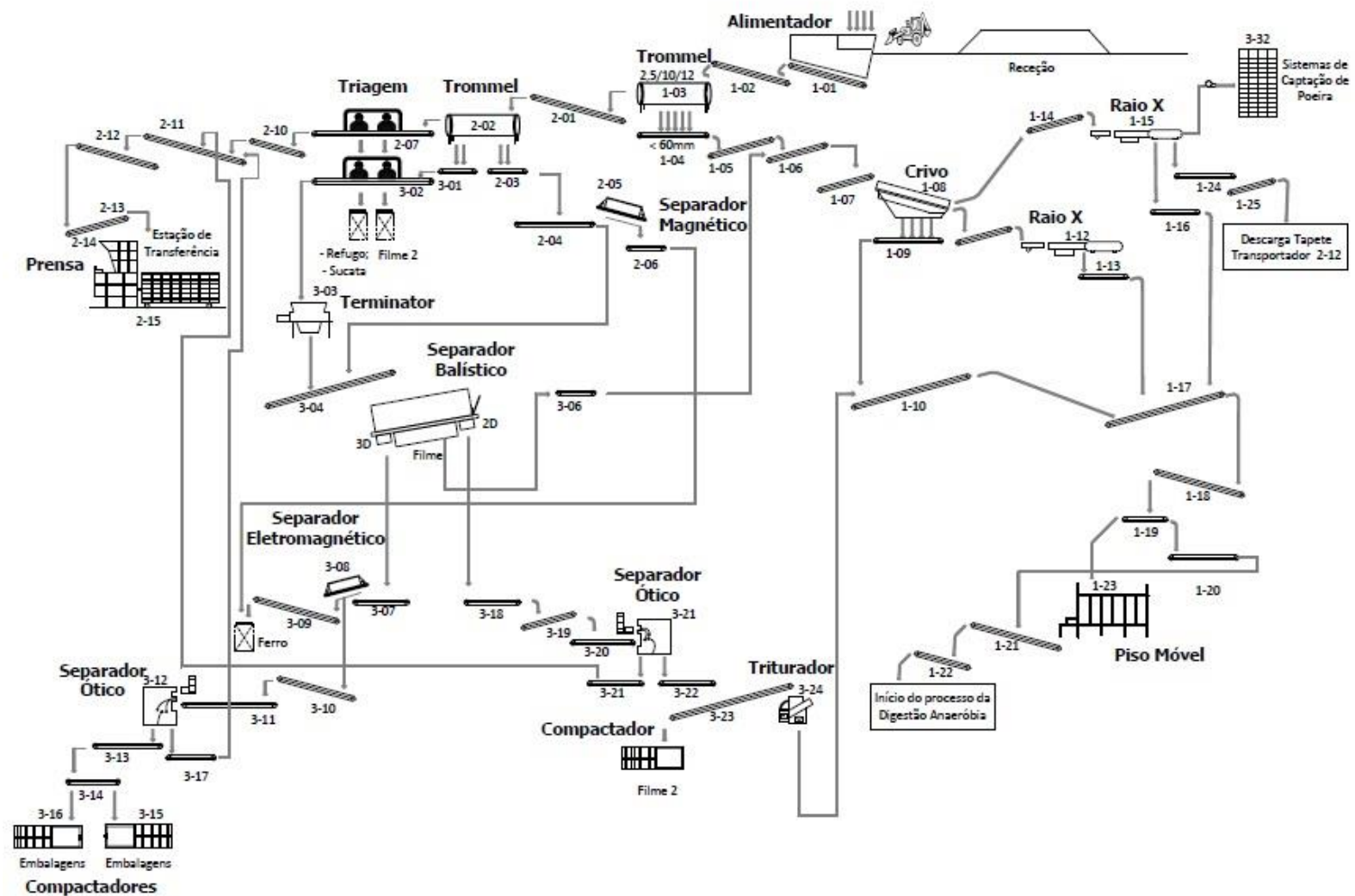


Figura 0-1 Esquema geral do Tratamento Mecânico de RSU do Planalto Beirão.

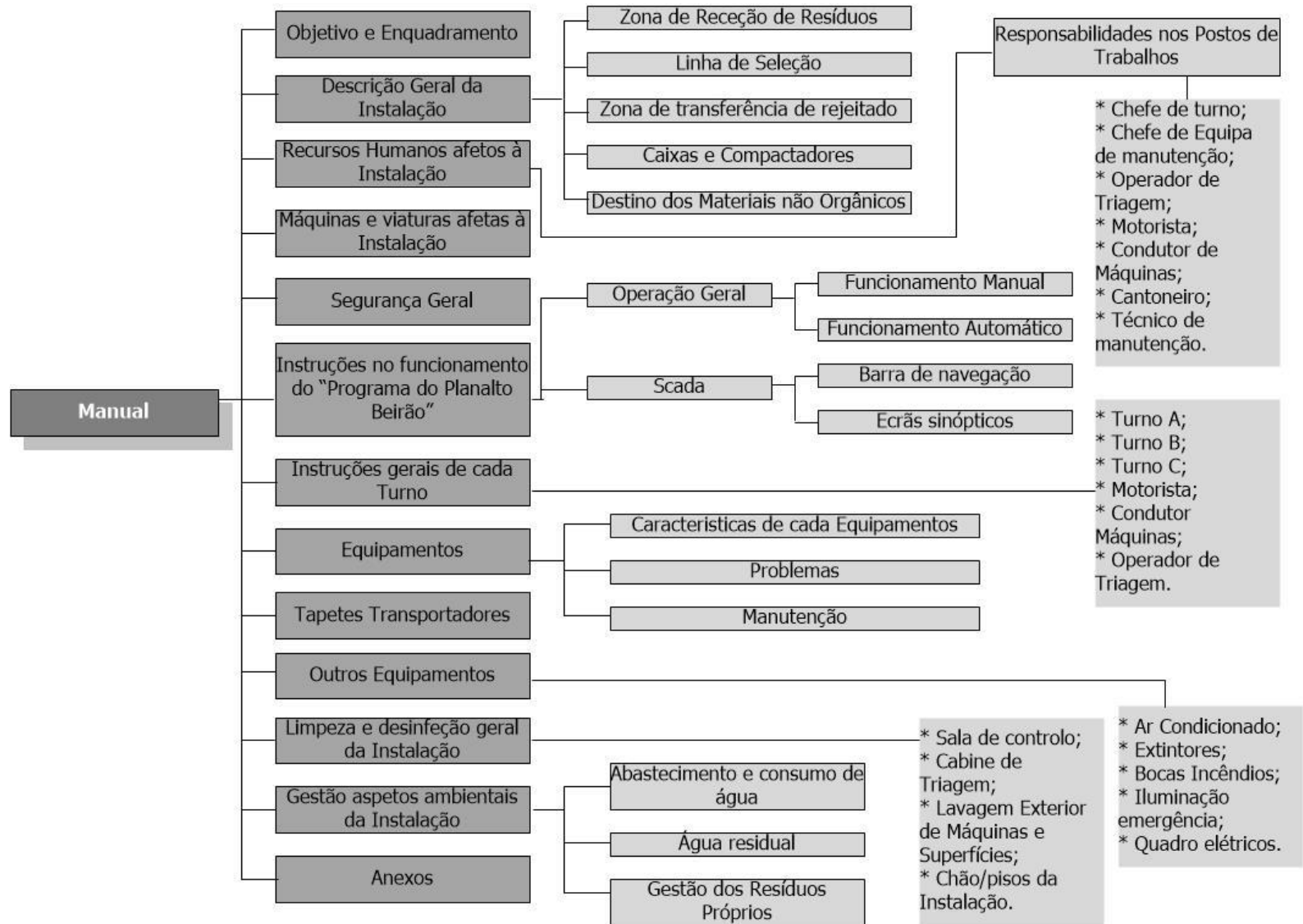


Figura 0-2 Esquema do índice do manual em suporte de papel.

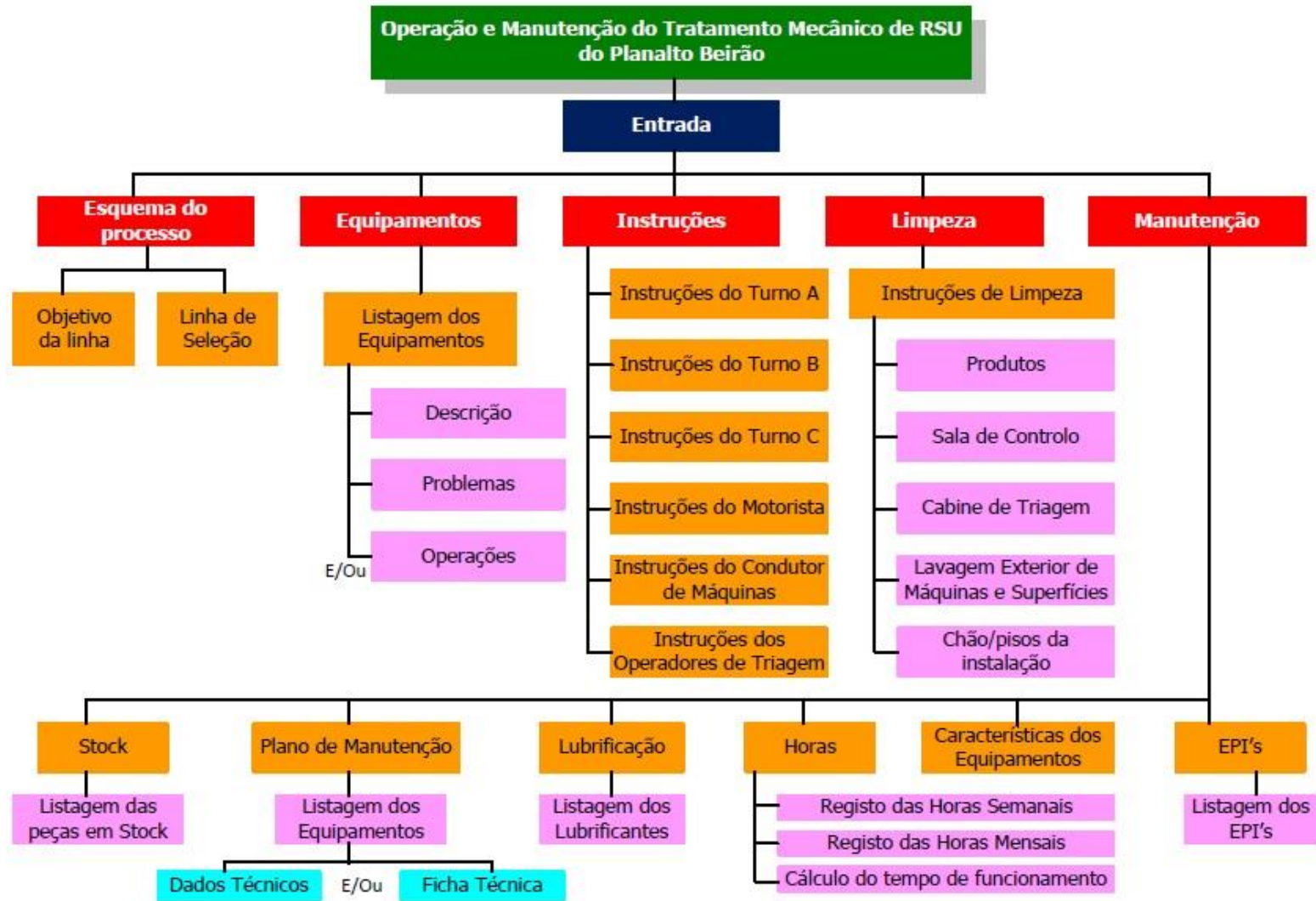


Figura 0-3 Estrutura do manual do suporte informático.

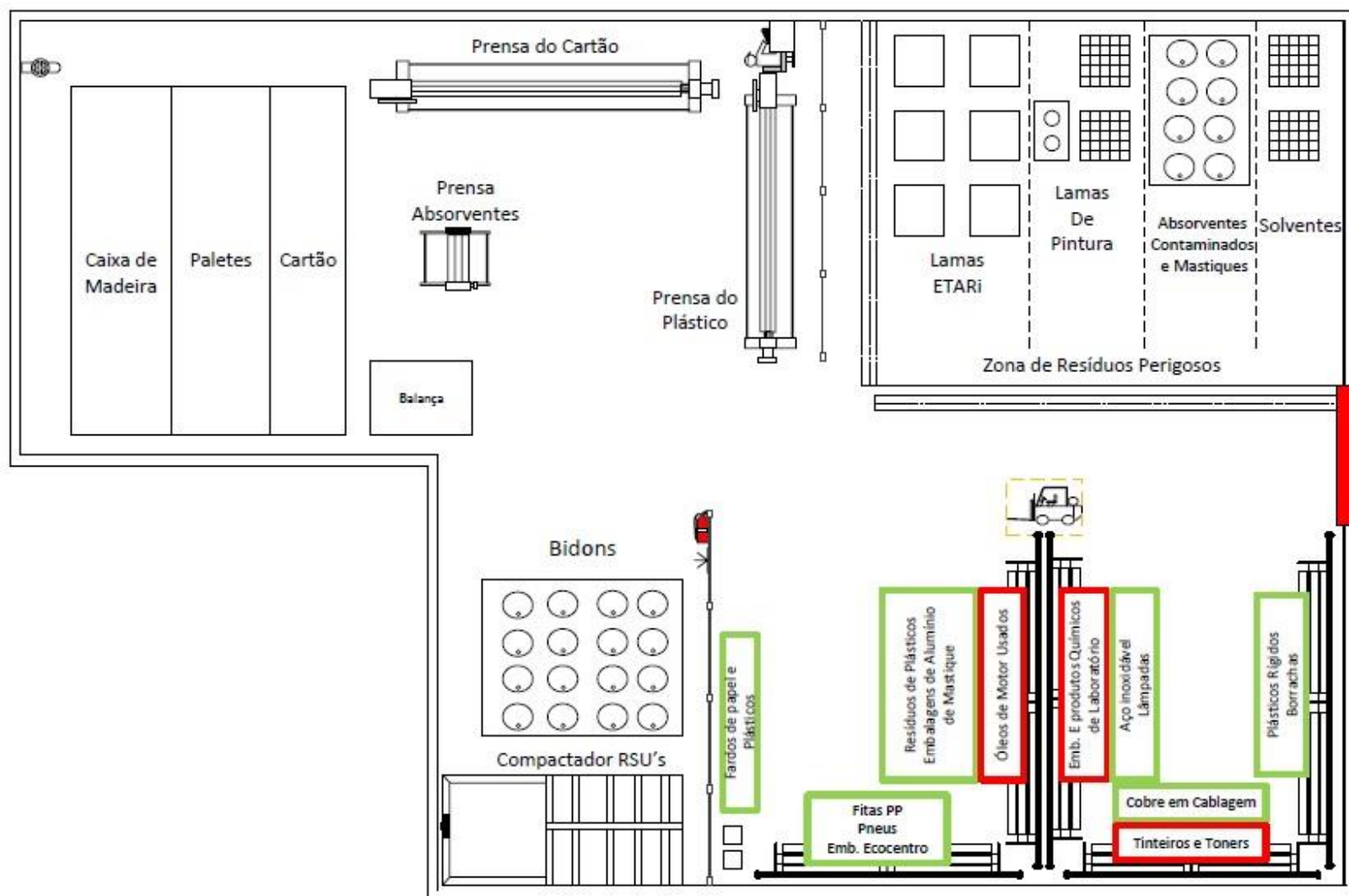


Figura 0-4 Esquema do Parque de Resíduos.

ferrovial serviços		Posto Parque de Químicos	CRONOLOGIA		PSA PEUGEOT CITROËN CENTRO DE PRODUÇÃO DE MANGALDE	
Nº	OSE	Designação da Operação			Modelo	
1	OSE1	Preparação de pedidos				
2	OSE2	Descarga dos fornecedores				
3	OSE3	Organização do armazém				
IM:		Modificação	Data	Por	Validação	
0		Criação da gama standard			Resp.	Resp. Cliente
1		Actualização do documento			Data	
					Rúbrica	

ferrovial serviços		Posto Parque de Químicos	Operação Standard Elementar	DESIGNAÇÃO DA OPERAÇÃO			Código do registro	Documentos associados	
		OSE1		Preparação de pedidos				Documentos associados PSA I.M.G.02.033 I.M.G.02.033	
Nº	Fase	Ação	Quem?	Onde?	Quando?	Quanto?	Como?	Riscos AMBIENTAIS	Riscos de SEGURANÇA
1		Levantar os pedidos		logística/armazém MSE	8h ou quando se justifique	-	Manualmente	-	- Quebra;
2		Seleção e organização dos OIL e dos Record		Armazém de Químicos	Sempre	-	Manualmente	-	-
3		Preparação e acondicionamento dos produtos pedidos, consoante os SK		Armazém de Químicos	Sempre	-	Manualmente	Derrames de Químicos	-
4		Colocação dos record nos embalagens	Operador do armazém	Armazém de Químicos	Sempre	-	Manualmente	-	-
5		Enviar os produtos pedidos à produção		Armazém de Químicos	Sempre	-	Empilhador	-	-
6		Registrar no dossier		logística	Sempre	-	Manualmente	-	- Quebra;
7		Levar os papéis OIL para abater os produtos e trazer os do dia anterior		logística	Sempre	-	Manualmente	-	- Quebra;
8		Arquivar		Armazém de Químicos	Sempre	-	Manualmente	-	-



IM:	Modificação	Data	Por	Validação	
0	Criação da gama standard	20/01/2014	Gabriela Rojas	Resp.	Resp. Cliente
1	Actualização do documento			Data	
				Rúbrica	

Figura 0-5 Exemplo de Instruções realizada no Armazém de Produtos Químicos.

