



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

João Pedro Moreira Gomes

Aplicação da Filosofia Lean Manufacturing  
numa Central de Triagem de Resíduos Sólidos  
Urbanos

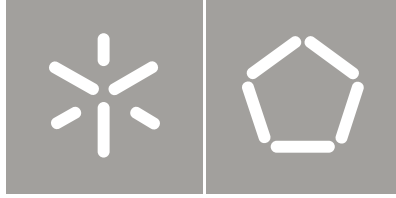
Aplicação da Filosofia Lean Manufacturing numa  
Central de Triagem de Resíduos Sólidos Urbanos

João Pedro Moreira Gomes

UMinho | 2014

janeiro de 2014





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

João Pedro Moreira Gomes

Aplicação da Filosofia Lean Manufacturing  
numa Central de Triagem de Resíduos Sólidos  
Urbanos

Dissertação de Mestrado  
Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa

# Declaração

Nome: João Pedro Moreira Gomes

Endereço electrónico: JPMGOMES@GMAIL.COM Telefone: 965 213 580

Número do Bilhete de Identidade: 11893266

Título dissertação: Aplicação da Filosofia Lean Manufacturing numa Central de Triagem de Resíduos Sólidos Urbanos

Orientador: Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado: Mestrado em Engenharia Industrial

Escola: Escola de Engenharia

Departamento: Departamento de Produção e Sistemas

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## Agradecimentos

No decorrer deste trabalho foram várias as pessoas que contribuíram positivamente para a sua conclusão. Não sendo possível mencionar aqui todos individualmente, destaco aqui aqueles cuja contribuição foi mais significativa.

Ao Professor Rui Sousa pelo seu acompanhamento, orientação e conselhos para a melhoria deste trabalho.

À Célia Almeida, ao Miguel Nuno e à Joana Teixeira e a todos os colaboradores da Resinorte que direta ou indiretamente contribuíram para este projeto e sem os quais a sua concretização não seria possível.

Por fim, um profundo agradecimento à Mariana e à Sara, a quem dedico este trabalho.



## Resumo

Uma Central de Triagem é uma instalação industrial onde os resíduos sólidos urbanos (RSU) recolhidos seletivamente através de uma rede de ecopontos são tratados. Este tratamento consiste na triagem dos diferentes materiais com valor de mercado que depois são convertidos em fardos de tipologia única (e.g. metal, plástico PET - Politereftalato de Etileno, plástico PEAD – polietileno de alta densidade, papel/cartão) que são posteriormente encaminhados para reciclagem. Devido ao aumento dos processos de reciclagem, estas instalações sofreram uma significativa evolução tecnológica e são hoje em dia bastante mecanizadas. Contudo, tarefas humanas como a triagem manual continuam vitais para o processo.

O principal objetivo deste projeto era aumentar a rentabilidade geral da instalação através da implementação da filosofia lean na sua gestão. Pretendia-se também avaliar o grau de adequabilidade da filosofia lean ao tipo de produção da Central de Triagem.

O projeto consistiu num estudo detalhado do processo, na identificação de ineficiências (perdas ou desperdícios) e eventuais causas e na proposta e implementação de melhorias com o objetivo de aumentar a rentabilidade geral da instalação.

Vários resultados positivos foram já alcançados, desde a redução da taxa de refugo de 21,3% em 2012 para 13,2% no 3º trimestre de 2013, ao aumento da Overall Equipment Effectiveness (OEE) da linha de produção de 53,4% em 2012 para 61,5% nos primeiros nove meses de 2013.

Concluiu-se também que algumas ferramentas clássicas associadas à filosofia lean como o SMED ou o *heijunka* não são aplicáveis a este tipo de linha de produção.

Palavras chave: Resíduos Sólidos Urbanos; Lean Manufacturing; Central de Triagem.

## Abstract

A Materials Recovery Facility (MRF) is an industrial plant where the municipal solid wastes (MSW), selectively collected through a container's network, are treated. This treatment consists in sorting out the valuable items from the whole and producing bales of single type materials (e.g., metal, Polyethylene Terephthalate - PET, High-Density Polyethylene - HDPE or paper/cardboard), which are subsequently sold to recyclers for remanufacturing. Due to the increase in recycling process, these facilities suffered a significant technological upgrade and are now heavily mechanized. Nevertheless the human tasks like manual sorting are still vital to the process.

The primary goal of this project was to increase the overall profitability through the application of the lean manufacturing philosophy. It was also an objective to assess the lean philosophy's degree of suitability to the type of production encountered in the Materials Recovery Facility.

The projects consisted in a detailed study of the process, in identifying inefficiencies (wastes) and possible causes and proposing and implementing improvements in order to increase the overall profitability of the plant.

Several positive results were already reached, from reducing the scrap rate from 21,3% in 2012 to 13,2% in the 3rd quarter of 2013, to the increase of the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of the production line from 53,4% in 2012 to 61,5% in the first nine months of 2013.

It was also found that some classical tools associated with lean philosophy like SMED or *heijunka* are not applicable to this type of production.

Keywords: Municipal Solid Waste; Lean Manufacturing; Materials Recovery Facility.



# Índice de Conteúdos

Agradecimentos.....	iii
Resumo .....	v
Abstract .....	vi
Índice de Conteúdos .....	vii
Índice de Figuras .....	x
Índice de Tabelas.....	xi
Lista de Siglas e Acrónimos .....	xii
1 Introdução .....	- 1 -
1.1 Enquadramento .....	- 1 -
1.2 Objectivos Operacionais .....	- 4 -
1.3 Objectivos de Investigação.....	- 4 -
1.4 Metodologia de Investigação.....	- 5 -
1.5 Estrutura do Documento.....	- 6 -
2 Análise do Estado da Arte .....	- 9 -
2.1 Origens da Filosofia Lean .....	- 9 -
2.2 Princípios do Lean.....	- 9 -
2.2.1 Valor .....	- 10 -
2.2.2 Cadeia de Valor .....	- 11 -
2.2.3 Fluxo .....	- 11 -
2.2.4 Sistema <i>Pull</i> .....	- 12 -
2.2.5 Perfeição .....	- 12 -
2.3 Pilares da Filosofia Lean.....	- 13 -
2.3.1 Just-in-time .....	- 13 -
2.3.2 Jidoka (Autonomia) .....	- 14 -
2.4 Desperdícios .....	- 15 -
2.4.1 Sobreprodução .....	- 15 -
2.4.2 Sobreprocessamento .....	- 16 -
2.4.3 Inventários.....	- 16 -
2.4.4 Transportes .....	- 16 -
2.4.5 Movimentações .....	- 16 -
2.4.6 Defeitos.....	- 17 -
2.4.7 Esperas .....	- 17 -
2.5 Ferramentas Lean .....	- 17 -
2.5.1 Single Minute Exchange of Die (SMED).....	- 18 -
2.5.2 5S.....	- 18 -
2.5.3 Gestão Visual.....	- 20 -
2.5.4 Standard Work.....	- 20 -
2.5.5 Total Productive Maintenance / Manufacturing.....	- 21 -
2.5.6 Círculos da Qualidade.....	- 23 -
2.5.7 5 Porquês.....	- 23 -
2.5.8 Diagrama de Ishikawa.....	- 24 -
2.6 Tipos de Produção .....	- 25 -
2.6.1 Produção Contínua .....	- 25 -

2.6.2	Produção Descontínua .....	- 25 -
2.6.3	Produção por Projeto .....	- 25 -
2.7	Indicadores .....	- 26 -
2.7.1	Takt Time .....	- 26 -
2.7.2	Tempo de Ciclo .....	- 26 -
2.7.3	Overall Equipment Effectiveness (OEE) .....	- 26 -
2.8	Exemplos de Aplicação Prática .....	- 27 -
2.9	Evolução da Indústria de Gestão de Resíduos .....	- 28 -
2.9.1	Evolução Tecnológica das Centrais de Triagem.....	- 28 -
2.9.2	Elementos da Central de Triagem .....	- 29 -
3	Análise e Diagnóstico da Central de Triagem .....	- 33 -
3.1	A Resinorte .....	- 33 -
3.2	Instalações do CITRUS .....	- 34 -
3.3	Caracterização do Negócio .....	- 35 -
3.4	Caracterização da Produção .....	- 35 -
3.5	Takt Time.....	- 36 -
3.6	Tempo de Ciclo .....	- 36 -
3.7	Layout da Central de Triagem.....	- 37 -
3.8	Descrição Detalhada do Processo .....	- 38 -
3.9	Processo Produtivo.....	- 40 -
3.10	Indicadores de Desempenho .....	- 42 -
3.10.1	Taxa de Vendas .....	- 42 -
3.10.2	Taxa de Refugo.....	- 42 -
3.10.3	Overall Equipment Effectiveness (OEE) .....	- 43 -
3.10.4	Produtividade .....	- 45 -
3.11	Ineficiências no Layout .....	- 45 -
3.11.1	Layout – Tapete do Rejeitado do Separador Ótico I.....	- 45 -
3.11.2	Layout – Separador Magnético I.....	- 46 -
3.12	Qualidade da Triagem .....	- 46 -
3.12.1	Valorizáveis no Plástico Misto.....	- 47 -
3.12.2	Valorizáveis no Refugo .....	- 48 -
3.13	Housekeeping .....	- 49 -
3.14	Triagem do Plástico - Filme.....	- 49 -
3.15	Limitações Técnicas dos Equipamentos .....	- 50 -
3.15.1	Separador Balístico.....	- 50 -
3.15.2	Separadores Óticos.....	- 50 -
3.16	Manutenção .....	- 51 -
3.17	Manutenção de 1ª Linha .....	- 52 -
3.18	Análise de Causas .....	- 52 -
4	Ações de Melhoria .....	- 53 -
4.1	Propostas de Ações de Melhoria .....	- 53 -
4.1.1	Medida 1 – Aspirador de Plástico Filme .....	- 53 -
4.1.2	Medida 2 – Tapete dos Rejeitados .....	- 54 -
4.1.3	Medida 3 – Separador Magnético I.....	- 55 -
4.1.4	Medida 4 – Plásticos Mistos.....	- 56 -
4.1.5	Medida 5 – 5S.....	- 57 -
4.1.6	Medida 6 – Standard Work .....	- 59 -
4.1.7	Medida 7 – Círculos da Qualidade .....	- 61 -

4.1.8	Medida 8 – Total Productive Maintenance .....	- 64 -
4.2	Layout da Central .....	- 64 -
4.3	Plano de Implementação .....	- 66 -
5	Resultados .....	- 68 -
5.1	Taxa de Refugo .....	- 68 -
5.2	Produtividade .....	- 68 -
5.3	Valorizáveis no refugo .....	- 68 -
5.4	Processo Produtivo .....	- 69 -
5.5	Overall Equipment Effectiveness .....	- 71 -
5.5.1	OEE Atual .....	- 71 -
5.5.2	OEE Projetada .....	- 71 -
5.6	Resumo dos Resultados .....	- 71 -
6	Conclusão .....	- 73 -
6.1	Considerações Finais / Análise Crítica .....	- 73 -
6.1.1	Elementos da Filosofia Lean.....	- 73 -
6.1.2	Desafios da Filosofia Lean.....	- 74 -
6.2	Cumprimento dos Objetivos Operacionais .....	- 75 -
6.3	Cumprimento dos Objetivos de Investigação .....	- 76 -
6.4	Trabalhos Futuros .....	- 77 -
	Bibliografia .....	- 79 -
	Anexos .....	- 81 -
	Anexo I – Caracterização dos Plásticos - 2012 .....	- 82 -
	Anexo II – Caracterização do Refugo - 2012 .....	- 88 -
	Anexo III – Caracterização do Refugo - 2013 .....	- 91 -

## Índice de Figuras

Figura 1 – Fases do Action Research (adaptado de O'Brien (1998)) .....	- 5 -
Figura 2 – Princípios da Filosofia Lean .....	- 10 -
Figura 3 – Casa da filosofia lean (adaptado de Liker (2004)) .....	- 13 -
Figura 4 – Evolução do <i>Jidoka</i> (adaptado de The Lean Enterprise Institute(2008)) .....	- 14 -
Figura 5 – Os desperdícios dos sistemas produtivos.....	- 15 -
Figura 6 – Ciclo dos 5S (baseado em Liker (2004)).....	- 19 -
Figura 7 – Exemplo de Andon (retirado de <a href="http://realkaizen.com/">http://realkaizen.com/</a> ) .....	- 20 -
Figura 8 – Círculo da Qualidade.....	- 23 -
Figura 9 – 5 Porquês.....	- 24 -
Figura 10 – Diagrama de Ishikawa.....	- 24 -
Figura 11 – Mesa de Triagem Manual (fonte: Resinorte S.A.).....	- 29 -
Figura 12 – Funcionamento do Separador Ótico (fonte: manual do equipamento).....	- 30 -
Figura 13 – Separador Magnético (fonte: Resinorte SA) .....	- 31 -
Figura 14 – Instalações do CITRUS (fonte: googlemaps).....	- 34 -
Figura 15 – Layout da Central de Triagem .....	- 37 -
Figura 16 – Pormenor do Separador balístico.....	- 38 -
Figura 17 – Silo de Armazenamento temporário.....	- 40 -
Figura 18 – Fardo de PET.....	- 40 -
Figura 19 – Pormenor da localização do tapete dos rejeitados.....	- 46 -
Figura 20 – Ferramentas desarrumadas (exemplos).....	- 49 -
Figura 21 – Falta de limpeza das instalações (exemplos).....	- 49 -
Figura 22 – Vista do interior do separador balístico .....	- 51 -
Figura 23 – Acumulação de materiais por enfardar .....	- 52 -
Figura 24 – Pormenor da localização do aspirador de plástico filme - proposta .....	- 53 -
Figura 25 – Posto de Trabalho 07 – aspirador de plástico filme.....	- 54 -
Figura 26 – Pormenor do Tapete de Rejeitado do Sep. Ótico I – Atual .....	- 54 -
Figura 27 – Pormenor do Tapete de Rejeitado do Sep. Ótico I - Proposta .....	- 55 -
Figura 28 – Pormenor da localização do Separador Magnético I - Atual .....	- 55 -
Figura 29 – Pormenor da localização do Separador Magnético I - Proposta.....	- 56 -
Figura 30 – Quadro de ferramentas da Cabine de Triagem manual .....	- 58 -
Figura 31 – Quadro de ferramentas para limpeza e desobstrução de máquinas.....	- 58 -
Figura 32 – Instrução de Trabalho para limpeza e inspeção diária do Separador Balístico.....	- 60 -
Figura 33 – Materiais contaminantes .....	- 62 -
Figura 34 – Resultados do Círculo da Qualidade .....	- 63 -
Figura 35 – Layout da Central de Triagem com as medidas implementadas .....	- 65 -

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Processo Produtivo da Central de Triagem .....	41 -
Tabela 2 – Taxa de Vendas em 2012 (Potencial VS Real) .....	42 -
Tabela 3 – Taxa de Refugo mensal em 2012 .....	43 -
Tabela 4 – OEE em 2012 .....	44 -
Tabela 5 – Caracterização dos Plásticos Mistos.....	47 -
Tabela 6 – Valorizáveis no Refugo - 2012.....	48 -
Tabela 7 – Projeção da Taxa de Vendas com o reprocessamento dos plásticos mistos.....	57 -
Tabela 8 – Classificação das componentes de priorização .....	66 -
Tabela 9 – Matriz de Prioridades.....	66 -
Tabela 10 – Hierarquia de Implementação.....	66 -
Tabela 11 – Taxa de Refugo até Setembro de 2013 (%).....	68 -
Tabela 12 – Valorizáveis no Refugo (jan a set 2013) .....	69 -
Tabela 13 – Processo produtivo depois das alterações .....	70 -
Tabela 14 – OEE de Janeiro a Setembro de 2013.....	71 -
Tabela 15 – OEE projetada .....	71 -
Tabela 16 – Resumo dos resultados obtidos/projetados.....	72 -
Tabela 17 – Valores da Caracterização dos plásticos #1 (1ª Campanha de 2012) .....	82 -
Tabela 18 – Valores da Caracterização dos plásticos #2 (1ª Campanha de 2012) .....	83 -
Tabela 19 – Valores da Caracterização dos plásticos #3 (1ª Campanha de 2012) .....	84 -
Tabela 20 – Valores da Caracterização dos plásticos #1 (2ª Campanha de 2012) .....	85 -
Tabela 21 – Valores da Caracterização dos plásticos #2 (2ª Campanha de 2012) .....	86 -
Tabela 22 – Valores da Caracterização dos plásticos #3 (2ª Campanha de 2012) .....	87 -
Tabela 23 – Valores da Caracterização do Refugo #1 (1ª Campanha de 2012).....	88 -
Tabela 24 – Valores da Caracterização do Refugo #1 (2ª Campanha de 2012).....	89 -
Tabela 25 – Valores da Caracterização do Refugo #2 (2ª Campanha de 2012).....	90 -
Tabela 26 – Valores da Caracterização do Refugo #1 (1ª Campanha de 2013).....	91 -
Tabela 27 – Valores da Caracterização do Refugo #2 (1ª Campanha de 2013).....	92 -
Tabela 28 – Valores da Caracterização do Refugo #1 (2ª Campanha de 2013).....	93 -
Tabela 29 – Valores da Caracterização do Refugo #2 (2ª Campanha de 2013).....	94 -

## Lista de Siglas e Acrónimos

CITRUS – Centro Integrado de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos

ECAL – Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos

EPS – Poliestireno Expandido

OEE – Overall Equipment Effectiveness

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PET – Polietileno Tereftalato

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SMED – Single Minute Exchange of Die

SPV – Sociedade Ponto Verde

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

VSM – Value Stream Mapping

WIP – Work in Process ou Inventário Intermédio

SIGRE – Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagem

# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento

A produção de resíduos urbanos é uma inevitabilidade das sociedades modernas onde se verifica um crescente consumo generalizado de bens e um conseqüente aumento de produção de resíduos *per capita*. A sua correta gestão configura-se portanto, como imprescindível para a manutenção das atuais taxas de desenvolvimento sociais e económicas. Levando a cabo as políticas europeias nesta matéria, cuja publicação da primeira Diretiva do Conselho relativa aos resíduos (75/442/CEE), remonta a 15 de Julho de 1975, Portugal deu um salto qualitativo bastante significativo no final dos anos 90 e inícios de 2000 no que diz respeito às taxas de tratamento adequado dos resíduos urbanos. Em 1996, apenas 46% dos resíduos urbanos produzidos tinham um destino adequado, tendo este indicador passado para 100% a partir de 2002 (Piedade & Aguiar, 2010). Portugal está hoje no pelotão da frente dos países europeus com melhores taxas de tratamento adequado dos resíduos urbanos. Contudo, o destino preferencial dos resíduos urbanos em Portugal tem sido a deposição em aterro com 58% em 2011 (Vilão et al., 2012), contrariando os objetivos básicos da União Europeia estabelecidos na Estratégia Temática para a Prevenção e Reciclagem de Resíduos. Neste documento os objetivos básicos da União Europeia são definidos como: “prevenção de resíduos e promoção da sua reutilização, reciclagem e valorização de modo a reduzir o seu impacto ambiental negativo” (Comissão das Comunidades Europeias, 2005).

Ao longo das últimas décadas, os esforços empreendidos pelos Estados Membros da União Europeia na prevenção dos resíduos não têm sido suficientemente eficazes, pelo que os objetivos comunitários nesta matéria não se atingiram (Comissão das Comunidades Europeias, 2005). Assim, a reciclagem e valorização dos resíduos (considerando-os como um recurso com valor económico) afiguram-se como críticas na prossecução dos objetivos básicos da União Europeia. Em Portugal, apenas 14% dos resíduos produzidos em 2011 foram recolhidos seletivamente com vista à reciclagem. Não obstante, esta operação de gestão de resíduos é a que tem crescido mais nos últimos anos (Vilão et al., 2012). Segundo a Comissão das Comunidades Europeias (2005), a nível europeu “o sector da gestão e reciclagem de resíduos apresenta uma taxa de crescimento elevada e um volume de negócios estimado em mais de

*100 mil milhões de euros na UE-25. É um sector com utilização intensiva de mão-de-obra e representa entre 1,2 e 1,5 milhões de empregos*”, configurando-se assim como uma indústria bem estabelecida no panorama europeu. Segundo a legislação em vigor em Portugal (Decreto-Lei 178/2006 de 5 de Setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei 73/2011 de 17 de Junho), a gestão dos resíduos urbanos e equiparados, isto é, a sua recolha, transporte, valorização e eliminação, é assegurada pelos municípios, desde que a produção diária não exceda os 1100 litros por produtor. Assim, os municípios e o Governo Português criaram empresas municipais ou multimunicipais cuja missão é a gestão do sistema de recolha, triagem, valorização e tratamento de resíduos sólidos urbanos da respetiva área de concessão.

Em Portugal, os resíduos sólidos urbanos são recolhidos, indiferenciada e seletivamente, pelos próprios municípios e/ou por empresas em seu nome. Tipicamente, a recolha indiferenciada compreende os resíduos orgânicos e os resíduos não passíveis de valorização e a recolha seletiva compreende as fileiras das embalagens (vidro, papel/cartão e plásticos e metais) através de redes de ecopontos distribuídos pelo território ou, em alguns casos, porta-a-porta. Para os restantes resíduos (e.g. resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos) é da responsabilidade dos municípios a sua entrega em centros logísticos especializados (e.g. ecocentros).

A Resinorte, Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A. é uma destas empresas, cabendo-lhe a exploração e gestão do sistema multimunicipal de triagem, recolha, valorização e tratamento de resíduos sólidos urbanos do Norte Central, criado pelo Decreto-Lei n.º 235/2009, de 15 de Setembro.

No sistema multimunicipal do Norte Central, o vidro de embalagem recolhido (ecoponto verde) é acumulado em plataformas logísticas e encaminhado para o reciclador sem tratamento específico, uma vez que o grau de contaminantes é praticamente nulo. O papel/cartão (ecoponto azul) e os plásticos e metais (ecoponto amarelo) são encaminhados para uma das centrais de triagem (existem quatro) para serem triados por tipologia, enfardados e encaminhados/vendidos para reciclador especializado. Uma particularidade destas vendas é que são vendas garantidas, isto é, todo o vidro recolhido e todos os fardos de papel/cartão e plásticos e metais produzidos, desde que cumpram as especificações técnicas estabelecidas, são garantidamente encaminhadas para um reciclador.

Estas centrais de triagem são instalações fabris equipadas com múltiplos equipamentos e operadores que processam os resíduos, acrescentando-lhe valor. O valor acrescentado consiste



na transformação da massa indiferenciada de resíduos provenientes da recolha seletiva de ecopontos e porta-a-porta em fardos de material de tipologia única (e.g. plástico tipo PET ou PEAD, papel /cartão), havendo naturalmente uma fração que constitui o refugo do processo e que é encaminhada para deposição em aterro.

Para efeitos do presente trabalho será considerada apenas a Central de Triagem localizada em Riba d’Ave, V. N. Famalicão. Nesta central são recebidos os resíduos recolhidos seletivamente nos municípios de Guimarães, Vizela, Fafe, Santo Tirso, Trofa e V. N. Famalicão que representam cerca de 50% de todos os resíduos provenientes da recolha seletiva de todo o sistema multimunicipal do Norte Central.

Tendo em conta as atuais taxas de recolha seletiva em Portugal (14% do total) e considerando que nos resíduos indiferenciados nos municípios do sistema do Norte Central ainda se encontram cerca de 10% de plásticos, 10% de papel e cartão e 2% de metais (Empresa Geral de Fomento, 2012), existe ainda uma considerável margem de aumento dos resíduos recolhidos seletivamente e que conseqüentemente darão entrada nas centrais de triagem da Resinorte S.A.. Assim, a necessidade de centrais de triagem eficientes e rentáveis torna-se premente.

Tal como em qualquer outra instalação fabril existem diversos fatores que limitam a eficiência e produtividade e, conseqüentemente, a rentabilidade destas instalações. A filosofia lean denomina estes fatores como “desperdícios” (qualquer atividade que não acrescenta valor) e visa a sua erradicação dos sistemas produtivos.

A filosofia ou o pensamento lean (*lean thinking*) advém do conceito de *lean manufacturing*, sistematizado por Womack, Jones e Ross (1990) na sua obra “The Machine that Changed the World”. É aí que surge a denominação *lean manufacturing* que não é mais do que a designação ocidental do *Toyota Production System* (TPS) desenvolvido por Taiichi Ohno e seus pares a partir do início dos anos 40 do século passado, no seio da Toyota Motors Corporation. Mais tarde os mesmos autores introduzem o “lean thinking” ou “*pensamento magro*” como conceito de liderança e gestão que tem por objetivo a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor (Pinto, 2009). Apesar de ter as suas raízes na indústria automóvel, a filosofia *lean thinking* cedo foi adotada com sucesso por outras indústrias (sendo inclusive usada nos serviços) e é hoje reconhecida como uma das mais eficientes formas de gerir organizações.

## 1.2 Objectivos Operacionais

Em termos operacionais, o objetivo principal deste trabalho é a melhoria da rentabilidade global da Central de Triagem de Riba d'Ave pertencente à Resinorte S.A, através da aplicação da filosofia lean.

Especificamente pretende-se contribuir para:

1. O conhecimento aprofundado dos processos da Central de Triagem de Riba d'Ave;
2. O aumento dos proveitos (menos refugo; mais qualidade nos produtos finais);
3. A redução dos custos operacionais (mão-de-obra; custos com manutenção corretiva);
4. A melhoria da eficiência do sistema de produção (mais tempo e/ou mais mão-de-obra disponível);
5. O aumento da confiança e motivação dos operadores.

## 1.3 Objectivos de Investigação

O presente trabalho constitui a Tese de Dissertação para o Mestrado em Engenharia Industrial da Universidade do Minho. Neste âmbito, com este trabalho o Autor pretende o seguinte:

1. Investigar o Estado da Arte em relação à filosofia lean, nomeadamente através da leitura de obras dos mais proeminentes autores nesta matéria, discutindo as suas afirmações e extrapolando algumas conclusões para o caso específico em estudo;
2. Obter conhecimentos aprofundados sobre o tema da Tese de Dissertação, nomeadamente a filosofia lean (os seus princípios e principais ferramentas associadas) e de que forma e em que medida esta se adapta à gestão da produção de uma central de triagem de RSU, tendo em conta as suas características particulares;
3. Contribuir para o Conhecimento, designadamente através da conjugação entre a filosofia lean e a gestão de uma central de triagem de RSU.

Assim, a questão de investigação deste trabalho é a seguinte:

“De que forma e em que medida a filosofia lean se aplica à gestão da Central de Triagem de Riba d'Ave, V. N. Famalicão, contribuindo para a melhoria da sua rentabilidade?”

## 1.4 Metodologia de Investigação

Este trabalho iniciou-se por uma pesquisa aprofundada sobre a filosofia lean, os seus conceitos e ferramentas associadas, começando pelos autores de referência nestas matérias e evoluindo para publicações mais recentes de autores menos mediáticos. De seguida foi efetuada uma pesquisa em artigos científicos e outras publicações sobre o tema estudado nesta dissertação – a aplicação da filosofia lean à indústria de gestão de resíduos. A partir destas pesquisas foi realizada a revisão bibliográfica que serviu de base para o desenvolvimento do Capítulo 2.

A metodologia de investigação considerada mais adequada para este trabalho foi a *Action Research*. Segundo O'Brien (1998), a *Action Research* é uma estratégia em que todos se envolvem no projeto e não apenas o investigador. Esta metodologia envolve cinco fases: (1) Diagnóstico; (2) Planeamento de ações; (3) Implementação de ações; (4) Avaliação dos resultados e (5) Especificação da aprendizagem obtida, respondendo ao problema inicial. Estas fases organizam-se em ciclo tal como ilustrado na Figura 1. Caso necessário, um novo ciclo é iniciado.



Figura 1 – Fases do Action Research (adaptado de O'Brien (1998))

Assim, a primeira fase da metodologia *Action Research* compreendeu a análise crítica e diagnóstico da Central de Triagem. Este diagnóstico envolveu a recolha de dados técnicos históricos (tendo como base o ano de 2012), conversas com os colaboradores (chefias e operadores) e observação direta do chão de fábrica. Nesta fase foram utilizadas ferramentas de diagnóstico como matrizes de processo e diagramas de Ishikawa, e foram calculados alguns indicadores de desempenho como a Taxa de Vendas, Produtividade ou a *Overall Equipment Effectiveness*.

Uma vez identificados os principais problemas e ineficiências, foram delineadas as ações de melhoria, tendo em conta os conceitos e as ferramentas associadas à filosofia lean. Posteriormente, foi elaborado um plano de implementação que teve em conta a prioridade das ações de acordo com o seu impacto na melhoria da rentabilidade da Central de Triagem.

Algumas das medidas foram implementadas de imediato, como as alterações ao layout, e outras só mais tarde foi possível implementar.

Não obstante, a 4ª fase - avaliação dos resultados foi realizada tendo em conta os resultados reais e resultados projetados e foi possível avaliar e comparar com períodos anteriores.

A última fase foi cumprida pelo reconhecimento das melhorias obtidas e pela identificação de trabalhos futuros numa ótica de melhoria contínua dos processos e tendo em conta as mudanças que se avizinham no futuro próximo, nomeadamente a entrada em funcionamento de instalações semelhantes que processam resíduos provenientes da recolha indiferenciada.

## 1.5 Estrutura do Documento

O documento divide-se em seis capítulos. O Capítulo 1 engloba o enquadramento do projeto, os seus fundamentos e as suas bases, demonstrando a sua pertinência. São ainda definidos os objetivos operacionais e os objetivos de investigação. Finalmente é esplanada a metodologia seguida nesta investigação e explicada a estrutura deste documento.

No Capítulo 2 efetua-se a análise do estado da arte no que diz respeito à filosofia lean (origens, princípios e pilares, desperdícios e principais ferramentas) e à indústria de gestão de resíduos sólidos (na sua vertente de Centrais de Triagem).

No Capítulo 3 é realizado o diagnóstico da Central de Triagem de Riba d'Ave e o seu enquadramento na empresa Resinorte - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A. Este diagnóstico inclui uma descrição das particularidades do negócio e do tipo de produção, uma apresentação do layout da instalação, uma descrição detalhada do processo produtivo, o cálculo de alguns indicadores de desempenho e a identificação dos principais problemas/ineficiências encontradas.

No Capítulo 4 são apresentadas as propostas de ações de melhoria que visam a resolução dos problemas/ineficiências encontrados, assim como um plano de implementação destas ações de

acordo com a sua hierarquia (calculada tendo em conta o impacto, o custo e o prazo para obtenção de resultados de cada ação).

No Capítulo 5 são apresentados os resultados conseguidos, pela implementação de algumas medidas propostas, nomeadamente no layout da instalação. São ainda apresentados os valores dos indicadores de desempenho verificados no final do projeto, efetuando-se também uma comparação com os valores medidos anteriormente.

Por fim, no Capítulo 6 – Conclusão são apresentadas as considerações finais tendo em conta a adequação da filosofia lean à Central de Triagem de Riba d'Ave e discutidos os desafios desta filosofia no que diz respeito à sua implementação numa empresa contemporânea. São ainda apresentadas as conclusões do trabalho face aos objetivos iniciais (operacionais e de investigação) e a proposta de trabalhos futuros.



## 2 Análise do Estado da Arte

Neste capítulo é apresentada a análise do estado da arte no que diz respeito à filosofia lean (origens, princípios e pilares, desperdícios e principais ferramentas) e à indústria de gestão de resíduos sólidos (na sua vertente de Centrais de Triagem).

### 2.1 Origens da Filosofia Lean

A filosofia lean advém do Toyota Production System (ou apenas TPS) desenvolvido a partir de meados do século passado no seio da empresa japonesa de fabrico de automóveis Toyota Motor Corporation.

Para se perceber as origens desta filosofia é necessário conhecer a família que deu origem à própria Toyota Motor Corporation – a família Toyoda. Ainda no século XIX, Sakichi Toyoda começou a interessar-se desde cedo por resolver problemas práticos que afectavam a vida da sua família, nomeadamente a ineficiente utilização de teares. Inventou então um tear que detetava os fios partidos e automaticamente parava (conceito que mais tarde viria a ser conhecido como *jidoka*, um dos pilares da filosofia lean). Mais tarde, fundou a empresa Toyoda Automatic Loom Works que ainda hoje faz parte do universo de empresas do Grupo Toyota. Por volta do início dos anos 1930 do século XX o visionário Sakichi Toyoda percebeu que os automóveis seriam o futuro e instigou o seu filho Kiichiro Toyoda a enveredar por esse caminho. Nesta altura foi fundada a Toyota Motor Corporation (Liker, 2004).

Os fundamentos do TPS foram desenvolvidos por Taiichi Ohno e Shingeo Shingo alguns anos mais tarde, depois da II Guerra Mundial, quando Kiichiro Toyoda lhes propôs uma remodelação profunda da empresa para fazer face às dificuldades que a empresa vinha sentindo. Estes fundamentos são explicados pelo próprio Taiichi Ohno na sua obra *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (1998) publicada originalmente em 1978 (Ohno, 1978) no Japão e traduzida para inglês dez anos mais tarde.

### 2.2 Princípios do Lean

Segundo Womack e Jones na sua obra *Lean Thinking* (2003), a filosofia lean assenta em 5 princípios: (1) Valor; (2) Cadeia de valor; (3) Fluxo; (4) Sistema Pull e (5) Perfeição. Estes

princípios são incessantemente aplicados pelas empresas lean num ciclo (Figura 2) que começa pela identificação de Valor (que é definido pelo cliente) e se fecha quando atinge a Perfeição.

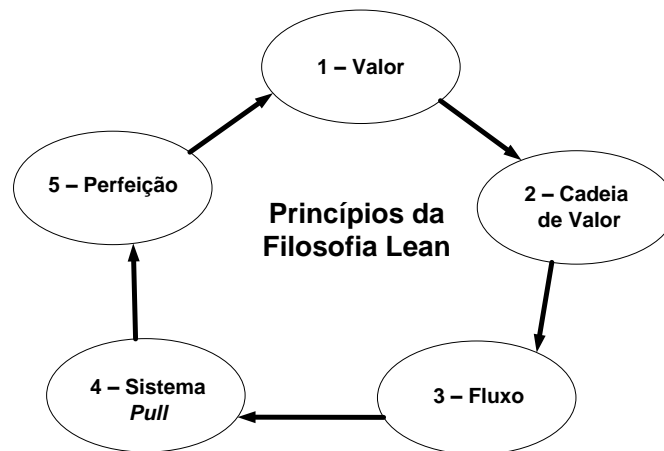


Figura 2 – Princípios da Filosofia Lean

A aplicação destes princípios permitirá eliminar os desperdícios ou *Muda* (em japonês) que existem na organização. Estes princípios são uma espécie de receita para a implementação da filosofia lean.

### 2.2.1 Valor

O Valor é o que realmente importa para o cliente ou consumidor e apenas este o define. Womack e Jones (2003) referem que é premente as empresas repensarem o valor em termos do seu produto ou serviço como um todo. Esta nova abordagem deve ser levada a cabo pelos olhos do cliente por forma a ir ao encontro das suas necessidades e não para satisfazer as próprias necessidades ou impor o seu entendimento do valor. Nas empresas lean, este exercício não é um ato isolado mas uma forma de estar no mercado, continuamente a repensar o valor, perguntando-se a si própria se acertou realmente na definição ou se existem aspetos a melhorar. Esta definição é análoga ao *Kaizen* que visa a melhoria contínua dos processos de desenvolvimento do produto, de satisfação de encomendas ou da produção. Esta atitude produz resultados estáveis ao longo do caminho para a Perfeição (ver 2.2.5).

Para a definição do valor em termos económicos, Womack e Jones (2003) sustentam que uma empresa lean, ao contrário das empresas tradicionais, olha para os preços e características oferecidas aos consumidores e pergunta-se quanto é que conseguirá retirar deste custo, aplicando os métodos lean em pleno. Este valor passa a ser o valor-alvo ou a referência para o desenvolvimento, produção e distribuição do produto. Por outras palavras enquanto as empresas



tradicionais definem o preço final somando os seus custos à margem pretendida, as empresas lean calculam o seu lucro subtraindo os custos ao preço que já está definido pelo mercado.

### 2.2.2 Cadeia de Valor

A Cadeia de Valor é a sequência das operações que sucessivamente vão acrescentando valor ao produto ou serviço até que o mesmo é entregue ao cliente.

O método de Womack e Jones (2003) baseia-se numa simples premissa: tal como os processos não podem ser devidamente geridos se não forem medidos, as atividades, que vão desde a conceção à entrega ao cliente de um determinado produto, que não podem ser identificadas, analisadas e ligadas entre si em cadeia não poderão ser postas à prova, melhoradas (ou eliminadas em conjunto) e, eventualmente, aperfeiçoadas. Estes autores defendem que é necessário gerir a cadeia de valor de cada produto como um todo e não gerir departamentos, setores ou mesmo processos relacionados com vários produtos ao mesmo tempo e de igual forma.

Womack e Jones (2003) deixam um conselho para as empresas atuais: esquecer a concorrência e competir consigo próprias para atingir a perfeição, identificando e eliminando todas as atividades que constituem desperdícios. A Perfeição é um valor absoluto, e não relativo, que se pode assumir como uma verdadeira “Estrela Polar” para qualquer organização. Esta atitude manteve a Toyota na liderança durante 40 anos. Contudo, para pôr este conselho em prática é necessário dominar as técnicas chave para eliminar o desperdício e tudo começa com o fluxo.

### 2.2.3 Fluxo

Uma vez identificado o Valor percebido pelo cliente e definidas as atividades que constituem a Cadeia de Valor é necessário garantir que o valor flua por esta cadeia. Este fluxo deve ser o mais suave possível, isto é, sem “pedras” (leia-se desperdícios) no caminho.

Womack e Jones (2003) definem três passos para o fazer:

1. Focar no produto em si (uma casa, uma bicicleta, uma viagem) e nunca o perder de vista desde o início ao fim da Cadeia de Valor;
2. Ignorar as fronteiras tradicionais relacionadas com as carreiras, funções, departamentos por forma a obter uma empresa lean e remover todos os impedimentos ao fluxo contínuo do produto específico ou família de produtos;

3. Repensar as práticas de trabalho, técnicas e ferramentas usadas no sentido de eliminar possíveis retrocessos, refugos ou resíduos e paragens de qualquer tipo de tal modo que o design, a encomenda e a produção de determinado produto possa decorrer continuamente.

Na verdade estes passos devem ser dados em paralelo e visam essencialmente a produção do produto em fluxo contínuo no sentido mais abrangente possível (envolvendo pessoas do design, compras e vendas, marketing e produção). Para tal, é crítica a mudança da produção tradicional por grandes lotes e com elevado WIP ao longo do processo para uma produção de pequenos lotes (idealmente de peça única) em fluxo contínuo.

#### 2.2.4 Sistema *Pull*

O Sistema *Pull* refere-se à produção “puxada” (*pull* em Inglês) por oposição à produção tradicional ou “empurrada”. Na produção *pull* o produto só começa a ser fabricado depois de encomendado pelo cliente evitando o desperdício de sobreprodução (ver 2.4.1) e favorecendo o just-in-time (conceito base da filosofia lean), isto é, entregar o produto ou serviço na quantidade certa e na altura certa, sem criar inventário desnecessário.

A mais pura forma do sistema *Pull* é o one-piece-flow ou fluxo de peça única. Se fosse possível receber uma encomenda do cliente e produzir um único produto para satisfazer essa encomenda, usando uma célula de produção com fluxo de peça única, estaríamos perante o sistema lean ideal com 100% de satisfação e zero inventários. Como na prática não é possível precisamos de manter algum inventário para fazer face às quebras de produção (Liker, 2004).

Para disciplinar estes inventários necessários e os manter o mais baixo possível foi desenvolvida a ferramenta *Kanban* (ver 2.3.1).

#### 2.2.5 Perfeição

Depois de interiorizados os princípios de Valor, Cadeia de Valor, Fluxo e Sistema *Pull* a organização está em condições de almejar a Perfeição.

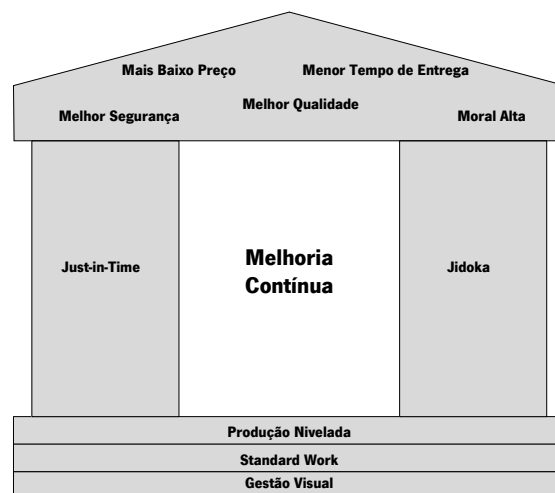
Seja através de mudanças radicais (*kaikaku*), seja através de melhorias incrementais (*kaizen*), Womack e Jones (2003) sustentam que ambas são necessárias para perseguir a perfeição. Para efetivar esta perseguição é necessário primeiro implementar os quatro primeiros princípios, relembrando que uma empresa lean compete com a perfeição e não com a sua concorrência, e

portanto precisa de saber o hiato que vai da realidade atual à perfeição. De seguida é necessário decidir que desperdícios eliminar primeiro.

Womack e Jones (2003) avisam, contudo, que a Perfeição é como o infinito que não é possível ser alcançado, mas o esforço de o fazer providencia a inspiração necessária para fazer progressos ao longo do caminho.

## 2.3 Pilares da Filosofia Lean

A filosofia lean pode ser comparada a uma casa cuja estrutura depende dos seus pilares. Na Figura 3 é apresentado um esquema da casa da filosofia lean em que, partindo da base através da produção nivelada, da uniformização dos processos e da gestão visual se mantém a melhor qualidade, o mais baixo preço, o tempo de entrega mais curto, a melhor segurança e a moral dos colaboradores em alta.



**Figura 3 – Casa da filosofia lean (adaptado de Liker (2004))**

Os elementos que mantêm a casa são os pilares que sustentam a filosofia lean – o just-in-time e o *jidoka* (autonomação).

### 2.3.1 Just-in-time

O just-in-time é um sistema de produção ideal que produz e entrega exatamente o que é pedido, no momento em que é necessário e na quantidade requerida. Embora tenha sido idealizado por Kiichiro Toyoda nos anos 1930 do século passado apenas se materializou através do sistema *Kanban* no final dos anos 1950 por Taiichi Ohno, onde o operador a jusante na cadeia de valor tinha de ir buscar as peças que necessitava ao posto de trabalho a montante e este apenas produzia o suficiente para repor o que foi retirado (i.e. produção puxada) (Fujimoto, 1999).

Para aplicar eficazmente a produção *pull* é necessária a implementação do sistema *kanban* (termo japonês que significa “cartão”). O *kanban* é como uma autorização para fazer ou mover algo e que garante que não existem ruturas de inventário e que este é mantido em níveis reduzidos. Num processo ideal com o tempo de fabrico próximo de zero, sem erros ou defeitos, o uso do *kanban* seria desnecessário (Pinto, 2009).

Para além do sistema *kanban*, para aplicar o sistema just-in-time é também necessário aplicar o *heijunka* ou nivelamento da produção. Segundo Liker (2004) o *heijunka* é o nivelamento da produção, tanto ao nível das quantidades de cada lote como de mix de produtos. Não se produz de acordo com a sequência real das encomendas, porque podem ser bastante irregulares, mas considera-se o volume total das encomendas num dado período e nivela-se a produção de tal forma que as quantidades e o mix de produtos produzidos são iguais todos os dias.

Mais uma vez, num sistema de produção ideal, o produto seria produzido na quantidade e na sequência das encomendas reais e o nivelamento da produção seria desnecessário.

### 2.3.2 Jidoka (Autonomação)

O conceito de *Jidoka* formulado por Sakichi Toyoda teve a sua génese quando este inventou um tear que automaticamente parava quando um fio se quebrava. Anteriormente, quando isto acontecia o tear produzia grandes quantidades de tecido com defeitos e para o evitar cada máquina tinha um operador a vigiar a produção. Esta inovação de Toyoda permitiu que apenas um operador pudesse controlar várias máquinas. O termo *Jidoka* significa *autonomação*, isto é automação com inteligência humana. Isto porque dá ao equipamento a habilidade de distinguir as peças boas das más autonomamente sem necessitar de vigia por parte de um operador, tal como esquematizado na Figura 4 (The Lean Enterprise Institute, 2008).



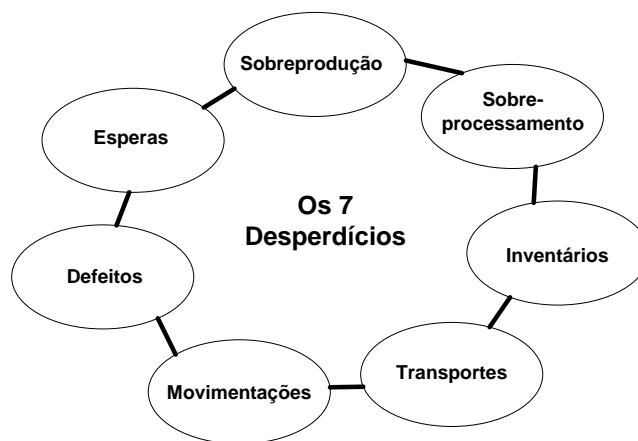
**Figura 4 – Evolução do *Jidoka* (adaptado de The Lean Enterprise Institute(2008))**

Esta abordagem em que o operador se separa da máquina e fica liberto para realizar trabalho de valor acrescentado por um lado e em que a própria máquina deteta os defeitos e imediatamente

para que o problema seja resolvido de imediato por outro, é um dos fundamentos de toda a filosofia lean.

## 2.4 Desperdícios

São sete os desperdícios (Figura 5) identificados por Taiichi Ohno (1912-90) e Shigeo Shingo (1909-90) no desenvolvimento do sistema de produção da Toyota: (1) sobreprodução ; (2) sobreprocessamento; (3) inventários; (4) transportes; (5) movimentações; (6) defeitos; (7) esperas (Ohno, 1978).



**Figura 5 – Os desperdícios dos sistemas produtivos**

A implementação da filosofia lean com sucesso permite a eliminação ou redução destes desperdícios para níveis mínimos aumentando assim a criação de valor.

### 2.4.1 Sobreprodução

Existem dois tipos de sobreprodução – produzir demasiado e produzir cedo demais. A sobreprodução leva a mais desperdícios porque esconde os problemas atrás dos inventários desnecessários. As seguintes situações são exemplos de desperdícios causados por sobreprodução:

1. Necessidade de materiais e peças extra;
2. Aumento de locais e equipamentos de armazenamento (e.g. paletes, contentores);
3. Aumento de veículos de transporte e movimentação (e.g. empilhadores)
4. Aumento de inventários e horas de trabalho gastas no controlo dos mesmos;

Os seguintes fatores são causas da sobreprodução:

1. Uma sensação de segurança contra avarias de máquinas, defeitos e absentismo;

2. Falsos aumentos de taxas de produção e eficiência aparente;
3. A noção de que paragens de linha são “pecado”;
4. Variações de carga de produção.

#### 2.4.2 Sobreprocessamento

Sobreprocessamento significa processar mais do que o necessário, tendo em conta os padrões de qualidade em vigor.

Um operador está a desperdiçar tempo e energia quando corta uma peça com 1 mm de precisão quando 6 mm são aceitáveis. É um desperdício quando um processo define um polimento de um prisma durante 5,5 min quando 4,5 min são suficientes para atingir os padrões de qualidade. Os operadores devem aprender a identificar os desperdícios de sobreprocessamento e executarem apenas as actividades apropriadas, poupando tempo e esforços em actividades desnecessárias (Art of Lean, 2013).

#### 2.4.3 Inventários

Um fator crítico para o sucesso do TPS é a prevenção dos inventários. O trabalho realizado em fluxo contínuo e nivelado garante a minimização dos inventários. Se as diferenças de capacidade levarem à criação de inventários intermédios, são necessários esforços para balancear o fluxo de trabalho ao longo da linha de produção. O aumento dos inventários leva a necessidades adicionais de investimento em matérias primas, de espaço de armazenamento, de movimentações com auxílio de empilhadores ou de operadores (Art of Lean, 2013).

#### 2.4.4 Transportes

Layouts mal projetados resultam em transportes desnecessários de peças e materiais. Os materiais devem progredir na linha de produção de uma célula ou posição para a seguinte o mais rápido possível sem parar em posições intermédias de armazenamento temporário. As áreas de carga de produtos finais devem estar situadas junto ao final do processo. Equipas de operadores e equipas de apoio devem estar perto umas das outras de forma a minimizar os transportes necessários (Art of Lean, 2013).

#### 2.4.5 Movimentações

Idealmente, todas as movimentações sem valor acrescentado deveriam ser eliminadas, uma vez que ocupam tempo e energia e não trazem valor para o produto. Muitas das movimentações existentes nos processos industriais não são reconhecidas como actividades sem valor

acrescentado porque estão já enraizadas nos processos. O trabalho deve ser projetado e planeado de forma a manter juntos os elementos do processo para que sejam minimizadas as vezes que um operador tem de se virar, levantar, alcançar, recolocar ou pegar em itens ou ferramentas para executar uma tarefa. As melhorias que eliminam as movimentações levam também a melhorias ao nível da ergonomia (Art of Lean, 2013).

#### 2.4.6 Defeitos

Os defeitos no produto final são resultado de baixa qualidade nos processos industriais. Produzir produtos defeituosos ou produtos que necessitem de correções aumenta os custos de mão-de-obra, materiais e transportes. Os resíduos resultantes do processo são igualmente resultado de baixa qualidade dos processos industriais. Quando um item é rejeitado o impacto é evidente em várias áreas:

1. Perda financeira relacionada com o item;
2. O desperdício relacionado com a manutenção de partes extra no inventário;
3. O trabalho desperdiçado na produção da peça defeituosa;
4. O desperdício de movimentar e despachar a peça defeituosa.

Melhorar a qualidade dos processos produtivos tem um impacto significativo no negócio de qualquer organização (Art of Lean, 2013).

#### 2.4.7 Esperas

O tempo é um recurso valioso e limitado. Qualquer perda de tempo devida a avarias, mudanças de referência, atrasos, layout errado ou sequência de trabalho deve ser eliminada. Manutenção preventiva cuidada e rápidas mudanças de referência são essenciais para a competitividade à escala global. Reduzir o tempo de ciclo através da eliminação de esperas durante o processo produtivo tem também um efeito significativo na produtividade (Art of Lean, 2013).

## 2.5 Ferramentas Lean

Existem inúmeras ferramentas e técnicas associadas à filosofia lean sendo aqui abordadas as mais populares. A implementação destas ferramentas não deve ser considerada como um fim em si, significando que estamos a adotar a filosofia lean. Spear e Bowen (1999) referem que a própria Toyota as usa como respostas temporárias para problemas específicos que apenas irão servir até uma melhor abordagem surgir ou as condições mudarem. Na Toyota são consideradas

como “contra-medidas” e não como “soluções”, já que para o serem teriam de resolver definitivamente o problema.

### 2.5.1 Single Minute Exchange of Die (SMED)

O Single Minute Exchange of Die ou SMED pode traduzir-se por “mudança de referência em menos de 10 minutos” e tem por objetivo a redução progressiva dos tempos de mudança de referência numa máquina. Este método distingue dois tipos de operações numa mudança de referência:

1. Operações internas, que só podem ser efetuadas com a máquina parada;
2. Operações externas, que podem ser efetuadas com a máquinas em funcionamento.

Segundo Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous (2007), a implementação tipo do SMED passa por sete etapas:

1. Diferenciar as operações internas das externas;
2. Transformar operações internas em operações externas (etapa mais importante e que permite ganhar maior percentagem de tempo);
3. Normalizar funções (e.g. ferramentas necessárias colocadas junto das máquinas; dimensões normalizadas das matrizes das prensas);
4. Utilizar fixações funcionais (e.g. fixação por pressão em vez de parafusos);
5. Sincronizar tarefas (o operador pode ter ajuda de outro operador para evitar deslocações em torno da máquina);
6. Eliminar afinações (a afinação de uma máquina só deve ser realizada se for realmente indispensável);
7. Recorrer à automatização (só nesta fase devem ser equacionadas soluções de automatização, uma vez que representam custos mais elevados e nem sempre são as mais eficazes.

O SMED permite a redução do tamanho dos lotes de produção, o que contribui em larga medida para a redução do WIP, um dos desperdícios identificados e aquele que disfarça vários problemas nas linhas de produção.

### 2.5.2 5S

São uma das bases de todo o sistema lean. Devido ao seu carácter simples, eficaz e de grande abrangência, faz naturalmente parte de qualquer projeto de implementação da filosofia lean.

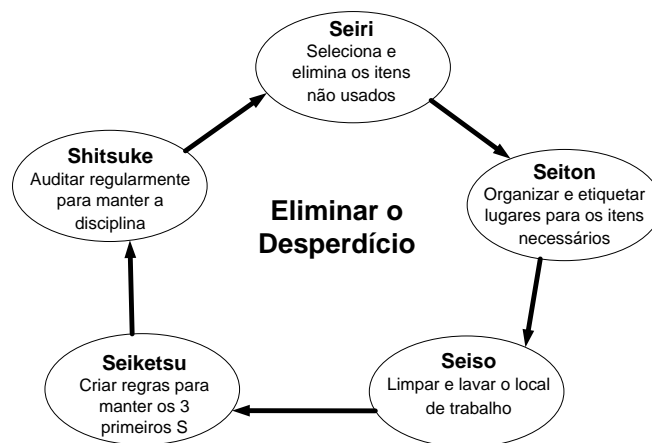
Esta ferramenta refere 5 termos japoneses começados pela letra S. Segundo Liker (2004), o 5S é uma série de atividades que visam a eliminação de desperdícios que contribuem para os erros, defeitos e acidentes nos locais de trabalho.



Tendo como base autores como Liker (2004), The Lean Enterprize Institute (2008), Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous (2007), os cinco termos podem ser resumidos como:

1. Seiri (Arrumação) – Separar os itens presentes no local de trabalho (ferramentas, peças, materiais e documentação), manter os necessários e rejeitar os desnecessários;
2. Seiton (Pôr em ordem) – Organizar cuidadosamente o que foi considerado como necessário – um lugar para tudo e tudo no seu lugar;
3. Seiso (Limpeza) – Limpar e lavar todo o local de trabalho. Este processo funciona também como método de inspeção que expõe condições anormais que podem causar danos na qualidade ou falhas nos equipamentos;
4. Seiketsu (Asseio) – Padronizar os procedimentos para manter a limpeza e organização resultante dos primeiros 3S;
5. Shitsuke (Formação moral) – Disciplinar para sustentar um elevado desempenho dos primeiros 4S e da melhoria contínua do processo produtivo.

Na Figura 6 são apresentados os 5S de forma esquemática, realçando o facto do processo de implementação desta ferramenta ser um ciclo que continuamente deve ser aplicado para garantir a melhoria contínua.



**Figura 6 – Ciclo dos 5S (baseado em Liker (2004))**

Liker (2004) baseado em Hirano (1995) refere ainda que a 5S é também uma ferramenta que permite a descoberta de novos problemas ou desperdícios que não estavam identificados e, se usada de forma sofisticada, pode ser parte do processo de controlo visual de um sistema lean bem planeado.

### 2.5.3 Gestão Visual

As fábricas do estilo Toyota são preenchidas com quadros, dispositivos luminosos, gráficos e outros sinais visuais para todos os presentes. Estes sinais visuais mostram o trabalho a realizar, problemas a resolver, resultados do trabalho realizado. Exemplos da gestão visual incluem letreiros, diagramas e gráficos de Standard Work colocados junto dos postos de trabalho, classificação por cores para as caixas de peças, delimitação de áreas no chão e gráficos de desempenho da produção (Fujimoto, 1999).

O Andon (Figura 7) é um dispositivo de gestão visual que alerta os operadores para eventuais defeitos, avarias em equipamentos ou outros problemas, usando sinais luminosos, alarmes sonoros, etc. (Liker, 2004).



Figura 7 – Exemplo de Andon (retirado de <http://realkaizen.com/>)

Em linhas de produção onde as operações são essencialmente manuais mas os materiais são transportados automaticamente (e.g. tapetes transportadores), é instalada uma corda ao longo da linha que permite que os operadores parem manualmente o movimento do tapete transportador sempre que necessário. Sempre que isto acontece, um sinal visual (andon) é ativado e o supervisor vem de imediato ao posto de trabalho que originou a paragem. Se o problema pode ser resolvido dentro do tempo de ciclo, a linha continua o seu movimento, caso contrário a linha de produção é parada. Este procedimento dramatiza os problemas da produção e funciona como pressão para melhorias do processo produtivo (Fujimoto, 1999).

### 2.5.4 Standard Work

Apenas processos que estão estabilizados são passíveis de melhoria. Esta estabilização consegue-se através do Standard Work que é aplicado na Toyota em todos os níveis e funções, desde os processos administrativos ao design de produtos e equipamentos de produção (Liker, 2004).

O Standard Work ou trabalho normalizado significa que a mesma tarefa é realizada de forma igual por operadores diferentes. Para o conseguir, depois de definida a sequência de tarefas, as ferramentas a utilizar e quem executa, são criadas instruções de trabalho simples e práticas que o operador tem de cumprir. O Standard Work é uma garantia e um facilitador da Qualidade dos produtos ou serviços.

Estas instruções de trabalho são dadas a conhecer ao operador que as consulta apenas durante o seu treino. As instruções de trabalho são depois usadas pelos supervisores nas auditorias para verificarem se o operador está a executar as tarefas de forma correta (Liker, 2004).

#### 2.5.5 Total Productive Maintenance / Manufacturing

Tal como Peter Willmott e Dennis McCarthy referem na sua obra TPM – A Route to World Class Performance (2001), as empresas nos seus processos produtivos têm vindo a depender progressivamente de menos máquinas mas mais sofisticadas, o que significa que fracos desempenhos operacionais deixaram de ser aceitáveis ou mesmo suportáveis em termos económicos.

A Total Productive Maintenance (TPM) é uma poderosa ferramenta que visa garantir a total fiabilidade dos equipamentos e processos, condição essencial para uma empresa ser lean. Willmott e McCarthy (2001) relatam a abordagem de empresas de topo japonesas que reconheceram há muito que a aplicação efetiva de uma nova tecnologia só é conseguida através das pessoas (começando pelos operadores da tecnologia) e não pelos sistemas em si. Assim, a ascensão do TPM permitiu maximizar a eficácia dos equipamentos através do estabelecimento e manutenção de relações ótimas entre as pessoas e os seus equipamentos.

Estes autores ressaltam também que não nos devemos deixar enganar pela palavra “maintenance”, já que não compreende apenas a função da manutenção mas também da operação, e portanto, uma melhor forma de descrever a TPM é talvez como Total Productive Manufacturing, já que encara as funções de manutenção e operação como iguais, sob a alçada da Produção.

Segundo Willmott e McCarthy (2001), o Instituto Japonês de Manutenção de Fábricas define a TPM como uma metodologia que combina a prática convencional de manutenção preventiva com o conceito de total envolvimento do operador, resultando num inovador sistema de

manutenção de equipamentos que maximiza a eficiência, elimina avarias e promove a autonomia do operador nas atividades do dia-a-dia. Especificamente a TPM tem como objetivos:

1. Estabelecer uma estrutura que maximize a eficiência do sistema de produção;
2. Implementar um sistema prático para prevenir perdas antes de ocorrerem, ao longo de todo o ciclo de vida do sistema, com uma visão de atingir zero acidentes, zero defeitos e zero avarias;
3. Envolver todos os departamentos, incluindo a produção, a I&D, as vendas e a Gestão;
4. Envolver cada um dos colaboradores, desde a gestão de topo aos operadores de primeira linha;
5. Alcançar zero perdas através de equipas auto-suficientes.

O indicador mais usado na TPM para calcular a percentagem de eficiência real do equipamento ou da instalação é o OEE – Overall Equipment Effectiveness ou eficiência global do equipamento (ver 3.10.3). Para o cálculo do OEE precisamos de considerar a disponibilidade do equipamento, o desempenho quando está a trabalhar (velocidade) e a taxa de qualidade (defeitos) dos produtos produzidos ao longo de determinado período de tempo (dias, semanas, meses). A diferença entre a OEE atual e a máxima (100%) é o atual custo da não-qualidade, por vezes chamada “a fábrica escondida” (Willmott & McCarthy, 2001).

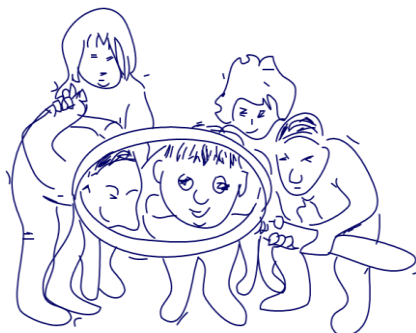
Existem seis principais perdas que influenciam o OEE, que são usadas para identificar e medir os problemas da fábrica para que possam ser prioritizados e progressivamente reduzidos ou eliminados. As seis perdas podem-se agrupar em três grupos.

1. Perdas que afetam a disponibilidade do equipamento:
  - Avarias;
  - Tempo excessivo de início de produção (arranque) e de mudanças de referência (changeover);
2. Perdas que afetam o desempenho ou velocidade do equipamento:
  - Pequenas pausas;
  - Produção a velocidade reduzida;
3. Perdas que afetam a qualidade dos produtos:
  - Rendimento reduzido (resíduos e retrabalho);
  - Defeitos no arranque.

A implementação da TPM requer a utilização de várias ferramentas lean, como 5S, SMED, Círculos de Qualidade e pressupõe um prazo mais longo para implementação plena. Willmott e McCarthy (2001) sustentam que são necessários 4 a 6 anos, o que sugere que a implementação do TPM, ao nível da fábrica, se traduz na implementação da própria filosofia lean.

### 2.5.6 Círculos da Qualidade

Um círculo da qualidade é um pequeno grupo de trabalhadores que, em conjunto, focam num problema de produção (Figura 8) e tentam identificar as suas causas raiz (aplicando ferramentas como os 5 Porquês e o Diagrama de Ishikawa) e soluções alternativas, propondo medidas de melhoria para eliminar as causas do problema.



**Figura 8 – Círculo da Qualidade**

No caso da Toyota, os Círculos da Qualidade fazem parte do sistema de controlo da qualidade e são conduzidos de forma hierarquizada tal como a organização do “chão de fábrica”. Noutras empresas (particularmente ocidentais) esta atividade é realizada de forma mais voluntária (Fujimoto, 1999).

Basicamente, sempre que acontece um problema ou se identifica algo que seja necessário melhorar ou resolver, forma-se uma pequena equipa multidisciplinar que constitui o Círculo da Qualidade e que tem a missão de, num curto espaço de tempo, identificar medidas para o resolver.

### 2.5.7 5 Porquês

Tal como respondeu Yuichi Okamoto, um antigo vice-presidente do Toyota Technical Center, à pergunta de Jeffrey Liker sobre os segredos do sucesso da Toyota, “a Toyota adotou uma técnica bastante “sofisticada”: perguntar porquê (?) 5 vezes” (Liker, 2004). Tal como ilustrado na Figura 9, o processo consiste em perguntar porquê o número de vezes necessárias para chegar à causa raiz.

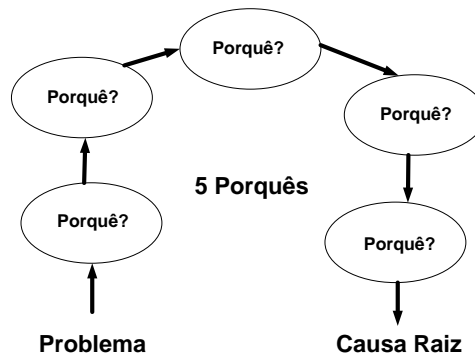


Figura 9 – 5 Porquês

Perguntar porquê 5 vezes, que obviamente podem ser menos ou mais, pretende chegar à causa raiz de determinado problema por forma a garantir a definição de medidas que evitem a sua repetição, num esforço contínuo de melhoria. Está em linha com toda a atitude da empresa lean, que se preocupa em analisar profundamente todas as questões e não apenas superficialmente.

#### 2.5.8 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa (Figura 10) também conhecido como Diagrama de Causa-Efeito ou Diagrama Espinha de Peixe é também uma ferramenta que visa a identificação da causa-raiz de determinado problema. Em processos produtivos agrupam-se normalmente os fatores relacionados em quatro famílias: (1) Métodos; (2) Materiais; (3) Mão-de-Obra e (4) Máquinas.

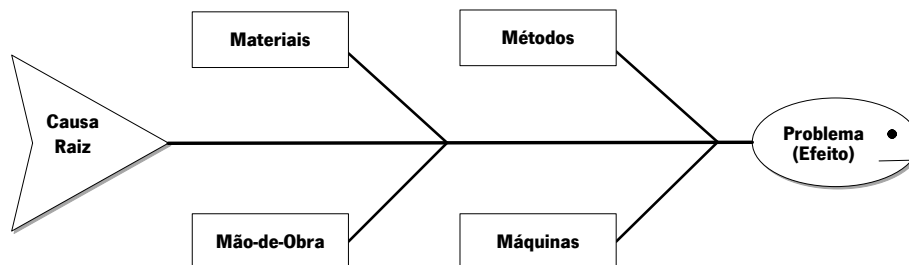


Figura 10 – Diagrama de Ishikawa

Este diagrama elabora-se geralmente na sequência de uma sessão de *brainstorming* que permite recolher o máximo de ideias sobre o assunto analisado. No diagrama anotam-se então o conjunto das famílias de possíveis causas (ou fatores relacionados) para o efeito estudado. Este esquema permite ao grupo uma representação coletiva das relações entre causas e o efeito resultante (Duret & Pillet, 2009).

Por vezes o Diagrama de Ishikawa é usado em combinação com os 5 Porquês. Neste caso, através do diagrama identificam-se os fatores relacionados ou possíveis causas do problema identificado e depois, com os 5 Porquês tenta-se chegar à causa raiz do problema.

## 2.6 Tipos de Produção

### 2.6.1 Produção Contínua

Segundo Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous (2007), neste tipo de produção as máquinas estão dedicadas ao produto a fabricar, reduzindo a sua flexibilidade. Por forma a evitar estrangulamentos e manter a fluidez da produção é necessário dar especial atenção ao “equilíbrio da produção de cada uma das máquinas”. Tal como descrito pelos mesmos autores, este tipo de produção tem um avançado grau de automatização dos processos e das movimentações. Esta característica leva a custos de produção baixos, níveis de qualidade elevados e estáveis, poucos produtos em curso de fabrico (WIP) e uma rápida circulação dos produtos. Neste tipo de produção a manutenção preventiva das máquinas é particularmente importante por forma a evitar paragens totais da fábrica, no sentido em que se uma máquina ou equipamento para, toda a produção para.

### 2.6.2 Produção Descontínua

Segundo Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous (2007), a produção descontínua caracteriza-se por produzir pequenas quantidades de muitos produtos diversificados, utilizando um parque de máquinas ditas universais. As fábricas são organizadas por oficinas funcionais que agrupam as máquinas de acordo com a sua função (e.g. torneamento, fresagem). Neste tipo de produção, as máquinas têm capacidade de executar um grande número de operações, não sendo específicas de nenhum produto aumentando assim a flexibilidade da produção. Por outro lado, os níveis de WIP são elevados devido à dificuldade de equilíbrio das tarefas. As indústrias de confeção e metalomecânica enquadram-se neste tipo de indústria.

### 2.6.3 Produção por Projeto

A produção por projeto caracteriza-se pelo facto do produto ser único e realizado uma vez. São exemplos deste tipo de produção as empreitadas de construção ou a organização de um evento. Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous (2007) sustentam que o princípio da produção por projeto consiste em encadear todas as operações que conduzem à conclusão do projeto, minimizando os tempos mortos, com o objetivo de o concluir na data estipulada. Neste tipo de produção não é possível estabilizar formalmente a produção e a sua organização tem de ser bastante flexível para fazer face a perturbações externas e permitir modificações.

## 2.7 Indicadores

### 2.7.1 Takt Time

Takt é um termo alemão que significa “batida” ou “ritmo”. Takt time é o tempo de batida ou ritmo que a linha ou célula de produção têm de ter. Este valor dá-nos a velocidade a que teremos de produzir uma unidade de produção de forma a satisfazer as necessidades do mercado. O takt time é independente da empresa e quem o determina é o mercado (clientes ou consumidores).

O takt time é dado pela divisão do tempo disponível pela procura, num determinado período de tempo.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tempo disponível no período de tempo considerado}}{\text{Procura no período de tempo considerado}} \quad [1]$$

As unidades dependem das métricas utilizadas que variam de acordo com o ciclo de produção que podem ser segundos, dias ou semanas.

### 2.7.2 Tempo de Ciclo

O tempo de ciclo é o tempo que decorre entre a finalização de uma peça e a finalização da peça seguinte, isto é, indica de quanto em quanto tempo o sistema produz um produto. Por oposição ao Takt Time, que é definido externamente, o Tempo de Ciclo é definido internamente e depende exclusivamente da empresa. Numa linha de produção com vários postos de trabalho que sequencialmente executam atividades de valor acrescentado ao produto, o tempo de ciclo da Linha de Produção é dado pelo tempo de ciclo do posto de trabalho mais lento, já que mesmo que as restantes tenham um tempo de ciclo muito menor será o mais lento a ditar a taxa de saída do sistema. O facto de haver diferenças acentuadas entre os tempos de ciclo dos diferentes postos de trabalho tem como consequência principal o aumento de WIP, antes do posto de trabalho mais lento e falta de material nos postos de trabalho a jusante deste.

### 2.7.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O OEE é um dos mais poderosos indicadores usados para avaliar a performance de uma instalação ou de toda a empresa. O OEE é particularmente interessante neste projeto, dadas as características da linha de triagem (produção do tipo contínuo, dependente em larga medida do funcionamento efetivo das máquinas e equipamentos, sendo que quando um deles para, toda a



linha de produção para). Assim, para o cálculo da OEE e das suas componentes, considera-se a linha de produção da Central de Triagem como um todo.

O OEE é calculado pela multiplicação de 3 componentes (Disponibilidade, Velocidade e Qualidade) que por si só já constituem indicadores de desempenho da produção. As 3 componentes e portanto a OEE é expressa em percentagem.

$$OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Velocidade} \times \text{Qualidade} \quad [2]$$

A Disponibilidade representa o tempo de trabalho efetivo ou tempo de funcionamento da linha de produção face ao tempo disponível ou Tempo de Abertura.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Funcionamento}}{\text{Tempo de Abertura}} \quad [3]$$

O tempo de abertura é a diferença entre o tempo previsto de trabalho ou tempo de turno e as pausas planeadas.

$$\text{Tempo de Abertura} = \text{Tempo de Turno} - \text{Paragens Planeadas} \quad [4]$$

O tempo de funcionamento é dado pela diferença entre o Tempo de Abertura e as paragens não planeadas como avarias, mudanças de referência, tempos sem trabalho.

$$\text{Tempo de Funcionamento} = \text{Tempo de Abertura} - \text{Paragens Não Planeadas} \quad [5]$$

A Velocidade é dada pela seguinte fórmula:

$$\text{Velocidade} = \frac{\text{Tempo de Ciclo Ideal} \times \text{Produção Real}}{\text{Tempo de Funcionamento}} \quad [6]$$

O tempo de ciclo ideal é aquele que corresponde à capacidade máxima instalada.

A Qualidade é dada pela fórmula:

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Produção Sem Defeitos}}{\text{Produção Real}} \quad [7]$$

A produção real é a produção total, incluindo peças defeituosas.

## 2.8 Exemplos de Aplicação Prática

Tal como sugerem Lander e Liker (2007), a filosofia lean é muito mais do que um conjunto de ferramentas que devem ser aplicadas cegamente, num esforço de imitação do TPS, tendo há

muito saído dos limites da indústria automóvel. Analisando a literatura existente encontram-se vários exemplos práticos de aplicações desta filosofia em diferentes tipos de outras indústrias, desde a indústria têxtil (Hodge, Ross, Joines, & Thoney, 2011), indústria farmacêutica (Santiago, 2004), fabrico de materiais e equipamentos de construção (Byrne, Lubowe, & Blitz, 2007) aos serviços de saúde (Lean Healthcare Exchange, 2013) ou mesmo ao fabrico de peças de arte (Lander & Liker, 2007).

Não se encontram, contudo, exemplos de aplicação da filosofia lean à indústria de gestão de resíduos, nomeadamente Centrais de Triagem de RSU provenientes da recolha seletiva.

## 2.9 Evolução da Indústria de Gestão de Resíduos

Nos últimos 20 anos o sector de gestão de resíduos urbanos registou uma evolução assinalável em Portugal, comprovada pelo facto de em 1994 apenas 46% dos resíduos urbanos terem um destino final adequado e de este indicador ter passado a 100% a partir de 2002.

O enquadramento legal português e europeu aponta, na hierarquia das soluções de gestão de resíduos, a reciclagem e valorização dos resíduos como prioritárias em relação à sua eliminação. Esta política coloca às entidades gestoras novos desafios, que se traduzem na necessidade de unidades com tecnologia mais avançada e numa maior complexidade de exploração (Piedade & Aguiar, 2010).

### 2.9.1 Evolução Tecnológica das Centrais de Triagem

As centrais de triagem evoluíram de uma simples linha de triagem manual (1 ou 2 tapetes transportadores) com separadores magnéticos para os metais ferrosos (centrais de 1ª geração) para instalações altamente mecanizadas com dezenas de tapetes transportadores que ligam várias máquinas (abre-sacos, balísticos, separadores óticos, aspiradores de plástico-filme). Contudo, a ação humana (seja na linha de triagem manual ou em postos criados ao longo da linha de produção) continua presente e com um papel fundamental no processo produtivo.

A crescente automatização responde não só às quantidades crescentes de resíduos recolhidas seletivamente e portanto processadas nas centrais de triagem, mas também à evolução da investigação da indústria de polímeros que levou à descoberta de alternativas de aplicação e de novos mercados para os materiais reciclados (Hopewell, Dvorak, & Kosior, 2009).

## 2.9.2 Elementos da Central de Triagem

De seguida são apresentados os principais equipamentos presentes numa Central de Triagem de 2ª geração.

### 2.9.2.1 Tapetes transportadores

Estão instalados ao longo de toda a linha de triagem, fazendo a ligação entre os restantes equipamentos. Servem para alimentar os equipamentos ou evacuar os materiais após tratamento.

### 2.9.2.2 Mesa de Triagem Manual

Consiste num tapete transportador disposto numa cabine situada numa plataforma acima de várias baias ou silos de armazenamento temporário. Ao longo da mesa são criados vários postos de trabalho intercalados com aberturas na plataforma onde os operadores depositam os materiais triados (Figura 11). Estas aberturas coincidem com a respetiva baia ou silo de armazenamento temporário, antes do enfardamento.



**Figura 11 – Mesa de Triagem Manual (fonte: Resinorte S.A.)**

### 2.9.2.3 Abre-sacos

O abre-sacos é constituído por uma tremonha onde entram os materiais e por um tambor rotativo com discos dilacerantes que têm como função tornar os materiais que vêm fechados dentro de sacos plásticos acessíveis às operações subsequentes. O abre-sacos atua também como nivelador de carga ao distribuir estes materiais pelo tapete transportador de forma equivalente.

### 2.9.2.4 Separador Balístico

O separador balístico consiste num conjunto de placas crivadas dispostas paralelamente num plano inclinado. Os materiais são depositados sensivelmente a meio destas placas e a separação

é realizada pelo seu movimento circular ascendente. Os materiais rolantes descem e os planos sobem, seguindo depois vias diferentes na linha de triagem. O facto de as placas serem crivadas, permite ainda a separação dos materiais de pequena dimensão, considerados refugo.

#### 2.9.2.5 Separador Ótico

O separador ótico classifica e separa os materiais em diversas categorias. Como esquematizado na Figura 12, o modo de funcionamento consiste na identificação do material através da leitura do scanner e posteriormente num sopro (através de um bloco de válvulas) que direciona o material para o local pretendido.

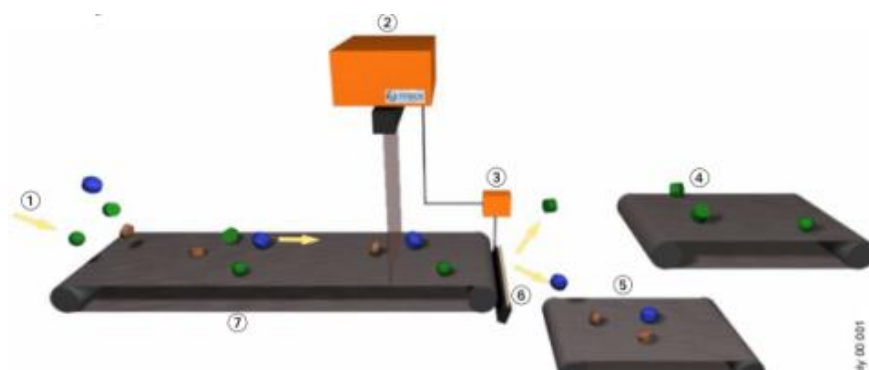


Figura 12 – Funcionamento do Separador Ótico (fonte: manual do equipamento)

Legenda:

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1 – Alimentação de materiais                   | 5 – Fluxo de materiais rejeitados |
| 2 – Scanner                                    | 6 – Bloco de válvulas             |
| 3 – Unidade de controlo com painel de operador | 7 – Tapete transportador          |
| 4 – Fluxo de materiais seleccionados           |                                   |

A instalação de separadores óticos sequencialmente permite por exemplo a separação de material plástico e não plástico numa primeira fase e depois a separação por diferente tipo de plástico (PET, PEAD, ECAL e plásticos mistos).

#### 2.9.2.6 Separador Magnético

O separador magnético é um equipamento que fica suspenso sobre o tapete transportador (Figura 13), criando um campo magnético que actua sobre os materiais que passam no tapete, captando os materiais com características ferrosas.



**Figura 13 – Separador Magnético (fonte: Resinorte SA)**

A força a aplicar por este campo tem de ser tal que permita vencer o peso dos materiais e a altura destes ao magneto.

#### *2.9.2.7 Aspirador de Filme*

O aspirador de plástico filme consiste num aspirador industrial cuja extremidade da manga de aspiração se encontra junto ao tapete transportador a altura suficiente para não aspirar materiais indevidos. Assim, é o operador que direciona manualmente o plástico filme para a extremidade da manga permitindo a aspiração deste. O plástico filme segue ao longo da manga que o encaminha para uma baia ou silo de armazenamento temporário. Este equipamento tem ainda vantagens do ponto de vista ergonómico, uma vez que o operador apenas tem de fazer um movimento simples de elevar o filme, ao contrário da triagem manual que requer movimentos laterais repetitivos e suportando o peso integral do material.

#### *2.9.2.8 Prensa*

A prensa recebe os materiais a enfardar, comprime-os e amarra-os com arame formando um fardo de dimensões variáveis em forma de cubo. Esta operação permite o aumento da densidade e a diminuição do volume, facilitando em grande medida o armazenamento e o transporte dos fardos para o reciclador.



## 3 Análise e Diagnóstico da Central de Triagem

Neste capítulo é realizado o Diagnóstico da Central de Triagem de Riba d'Ave e o seu enquadramento na empresa Resinorte - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A. Este diagnóstico inclui uma descrição das particularidades do negócio e do tipo de produção, uma apresentação do layout da instalação, uma descrição detalhada do processo produtivo, o cálculo de alguns indicadores de desempenho e a identificação dos principais problemas/ineficiências encontradas

### 3.1 A Resinorte

A RESINORTE - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A. foi constituída em Setembro de 2009, pelo Decreto-Lei n.º 235/2009, de 15 de Setembro, resultando da fusão da Rebat - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos do Baixo Tâmega, S.A., Resat - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A. e Residouro - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A. e ainda dos municípios pertencentes à Associação de Municípios do Vale do Douro Norte (AMVDN) e à Associação de Municípios do Vale do Ave (AMAVE).

A Resinorte tem por objecto a exploração e gestão do Sistema Multimunicipal do Norte Central, para triagem, recolha, tratamento e valorização de resíduos sólidos urbanos (RSU) nos municípios de Alijó, Amarante, Armamar, Baião, Boticas, Cabeceiras de Basto, Celorico de Basto, Chaves, Cinfães, Fafe, Guimarães, Lamego, Marco de Canaveses, Mesão Frio, Moimenta da Beira, Mondim de Basto, Montalegre, Murça, Penedono, Peso da Régua, Resende, Ribeira de Pena, Sabrosa, Santa Marta de Penaguião, Santo Tirso, São João da Pesqueira, Sernancelhe, Tabuaço, Tarouca, Trofa, Valpaços, Vila Nova de Famalicão, Vila Pouca de Aguiar, Vila Real e Vizela.

A Resinorte divide-se atualmente em cinco Unidades de Produção: Unidade de Produção de Celorico de Basto; Unidade de Produção de Boticas; Unidade de Produção de Lamego; Unidade de Produção de Vila Real e Unidade de Produção de Riba d'Ave.

A empresa encontra-se certificada em Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança e Saúde no Trabalho cumprindo com os requisitos das normas NP ISO 9001:2008, NP ISO 14001:2004 e OSHAS 18001:2007, respetivamente.

O Centro Integrado de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (CITRUS) está localizado em Riba d’Ave, Vila Nova de Famalicão. Este complexo industrial compreende vários processos e atividades, onde se destacam o Tratamento Mecânico e Biológico (compostagem) de RSU indiferenciados e a Triagem de RSU provenientes das recolhas seletivas de ecopontos e porta-a-porta.

### 3.2 Instalações do CITRUS

O Centro Integrado de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (CITRUS) localizado em Vila Nova de Famalicão integra vários edifícios e processos. A Figura 14 mostra as diferentes instalações do CITRUS, onde a Central de Triagem está integrada.



Figura 14 – Instalações do CITRUS (fonte: googlemaps)

Legenda:

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1 – Escritórios                 | 7 – Bioreatores (Tratamento Biológico) |
| 2 – Área social                 | 8 – Afinação Primária                  |
| 3 – Área de lavagem de viaturas | 9 – Afinação Secundária                |
| 4 – Plataforma de Vidro         | 10 – Oficina                           |
| 5 – <b>Central de Triagem</b>   | 11 – Plataforma de REEE                |
| 6 – Tratamento Mecânico         | 12 - Vermicompostagem                  |

A Central de Triagem, identificada na figura com o número 5, faz parte de um complexo com várias instalações e edifícios, na sua maioria de apoio. Além do processo de triagem estudado neste trabalho, incluem-se nesta instalação o processo de tratamento mecânico e biológico de resíduos provenientes da recolha indiferenciada.



### 3.3 Caracterização do Negócio

A estrutura do negócio de uma central de triagem de RSU é diferente dos demais. Tradicionalmente, um negócio insere-se numa cadeia de valor procurando satisfazer uma procura a jusante que é calculada ou prevista de acordo com estudos elaborados para o efeito, históricos de encomendas ou por encomendas reais. O negócio da Central de Triagem de RSU caracteriza-se por não se trabalhar para satisfazer uma procura a jusante na cadeia de valor mas sim para satisfazer a necessidade de tratar (com o maior valor acrescentado possível) as quantidades de resíduos que são recolhidas a montante na Cadeia de Valor, nomeadamente na recolha selectiva. A procura é portanto uma procura invertida.

O tratamento ou valorização dos resíduos dá-se pela sua separação por tipo de resíduo e aglomeração sob a forma de fardo, que constitui o produto final da linha de produção. Havendo um número mínimo de fardos para completar uma carga, esta é encaminhada para um reciclador previamente identificado, que é responsável também pelo transporte dos materiais. A negociação da venda e consequente seleção do reciclador é efectuada através de leilão pela Sociedade Ponto Verde, entidade gestora do Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagem (SIGRE) em Portugal.

### 3.4 Caracterização da Produção

A produção na Central de Triagem caracteriza-se pela entrada diária (5 dias por semana) de uma massa de resíduos recolhidos seletivamente através de uma rede de ecopontos ou porta-a-porta. Ao longo da linha de produção esta massa de resíduos é sucessivamente dividida por tipo de material pela ação de várias máquinas (abre-sacos, separador balístico, separadores magnéticos, separadores óticos) e operadores (triagem manual) que ficam armazenados temporariamente em silos. Posteriormente (no turno seguinte) os materiais são enfardados e armazenados até atingir um número mínimo de fardos para justificar uma carga ou expedição.

Na Central de Triagem a produção é do tipo contínuo, com toda a linha de produção dedicada à triagem e enfardamento dos resíduos e com avançado grau de automatização, requerendo operações manuais no final da linha e apenas para alguns tipos de resíduos.

A linha de produção funciona como um todo, não se diferenciando postos de trabalho ou máquinas com tempos de ciclo diferentes entre si. Assim, apenas se considera um valor de tempo de ciclo, calculado para toda a linha de produção.

### 3.5 Takt Time

Na Central de Triagem o ciclo de produção é semanal. Uma vez que no fim-de-semana não se efetua recolha de resíduos, na segunda-feira chega à Central uma maior quantidade de resíduos comparando com os restantes dias da semana. A regra instituída é que na sexta-feira no final do 1º turno não exista mais material para processar e portanto o material que chega a mais na segunda-feira é diluído nos restantes dias da semana.

A procura, tal como explicado em 3.3, é entendida como a quantidade (em toneladas) que chega à Central de Triagem para processamento. Tendo como referência todo o ano de 2012, a quantidade média semanal de resíduos de embalagens de plástico e metal foi de 59,4 toneladas.

Considerando que a triagem propriamente dita só se realiza no turno da manhã e que está prevista uma paragem de 30 minutos de intervalo, o tempo semanal disponível é de 7,5 horas por dia nos 5 dias da semana, isto é, 37,5 horas.

Assim, tem-se:

$$Tt = \frac{37,5}{59,4} = 0,63 \text{ (h)}$$

Isto significa que, para satisfazer a procura, a Central de Triagem tem de processar 1 tonelada a cada 0,63 horas de trabalho ou 37,9 minutos.

### 3.6 Tempo de Ciclo

A produção média semanal real em 2012 foi de 56,5 toneladas. O tempo de ciclo foi portanto de 0,66 horas.

$$Tc = \frac{37,5}{56,5} = 0,66 \text{ (h)}$$

O que quer dizer que em 2012 a Central de Triagem precisou de 0,66 horas, ou 39,8 minutos, para processar 1 tonelada de resíduos. Este valor está ligeiramente acima do Takt Time, o que na prática significa que a central não consegue satisfazer plenamente a procura. Para contornar esta situação, são utilizados períodos extraordinários de trabalho, normalmente ao sábado, em que se efetua a triagem de resíduos.

### 3.7 Layout da Central de Triagem

Na Figura 15 apresenta-se o layout da Central de Triagem antes de qualquer alteração e aquele que vigorou durante todo o ano de 2012.

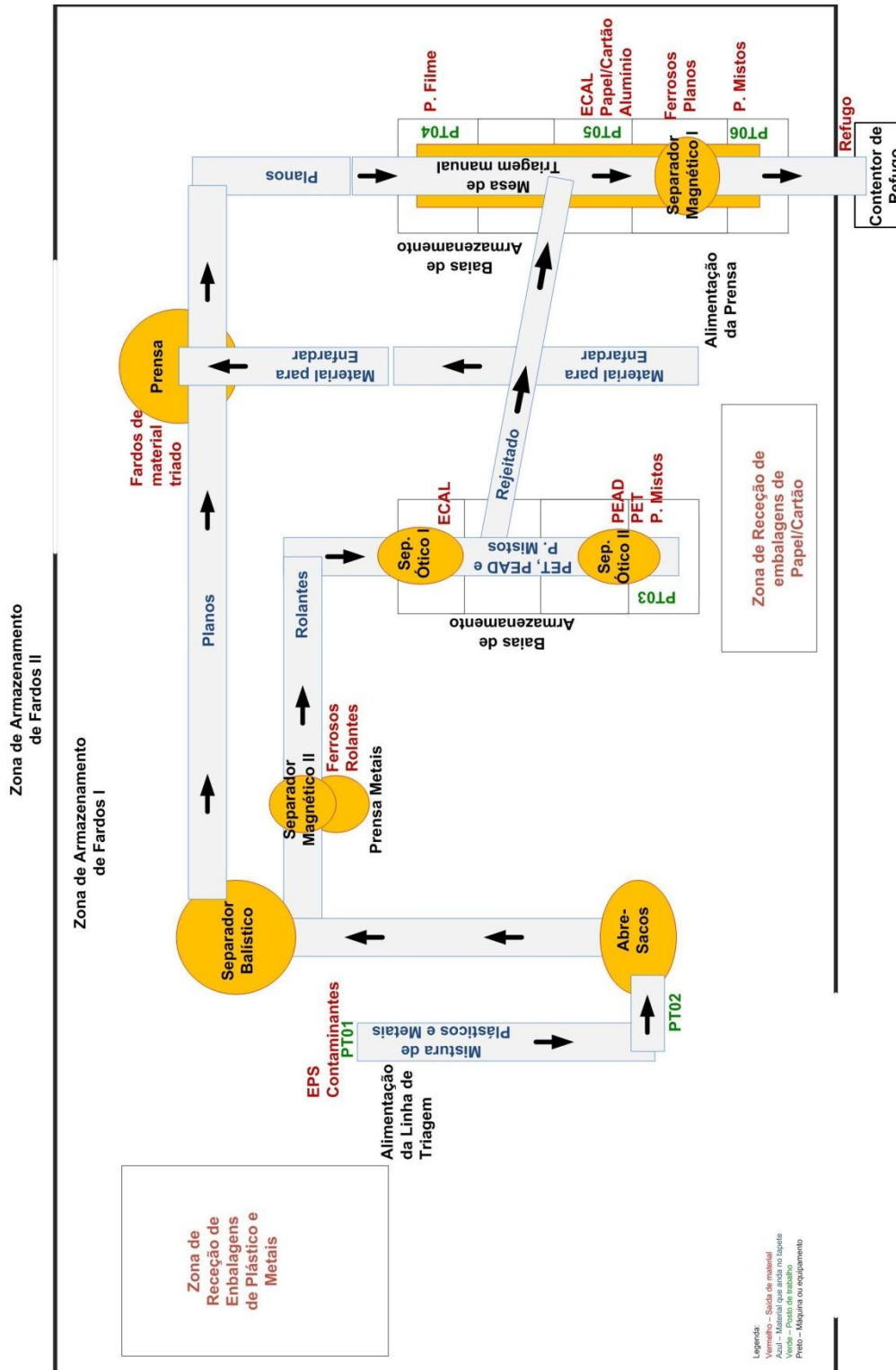


Figura 15 – Layout da Central de Triagem

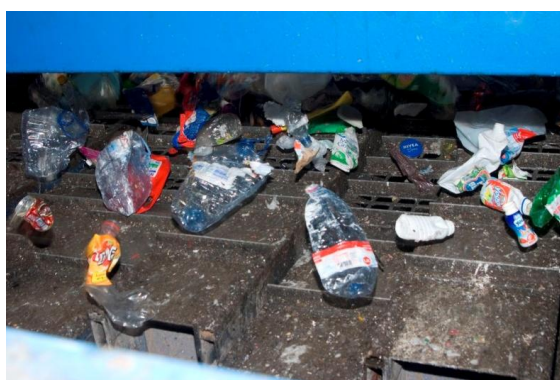
### 3.8 Descrição Detalhada do Processo

A operação na Central de Triagem divide-se em 2 turnos: o primeiro com início às 06h00 e término às 14h00 e o segundo das 14h00 às 22h00. O primeiro turno opera com 7 a 8 operadores e o segundo com 3 a 4 operadores. A triagem dos resíduos propriamente dita efectua-se apenas durante o turno da manhã enquanto no turno da tarde se procede ao enfardamento dos resíduos triados e a limpeza dos equipamentos (se houver disponibilidade de operadores).

O processo inicia-se com a alimentação da Linha de Triagem (ver Figura 15) por parte de um operador com auxílio de um empilhador. Esta tarefa não é contínua pelo que este operador tem também a responsabilidade de recolher as peças de EPS (poliestireno ou esferovite) para big-bags e retirar contaminantes que possam entupir ou danificar algum equipamento (materiais de grandes dimensões) ou que simplesmente não sejam passíveis de valorização. Todos os transportes desde a alimentação da linha até aos contentores ou baias de armazenamento temporário são efetuados por tapetes transportadores.

Os dois primeiros tapetes levam os resíduos até ao “abre-sacos” que tem a função de abrir os sacos plásticos fechados, fragmentar o aglomerado de resíduos e distribuir os resíduos pelo tapete transportador que leva os resíduos para o separador balístico.

O separador balístico, através do movimento rotativo ascendente das placas crivadas, separa os resíduos rolantes dos resíduos planos enquanto os itens de pequena dimensão, considerados refugo, caem pelos crivos num contentor próprio. Na Figura 16 podemos ver um pormenor do final destas placas onde saem os rolantes, assim como os crivos que permitem recolher o material de pequena dimensão.



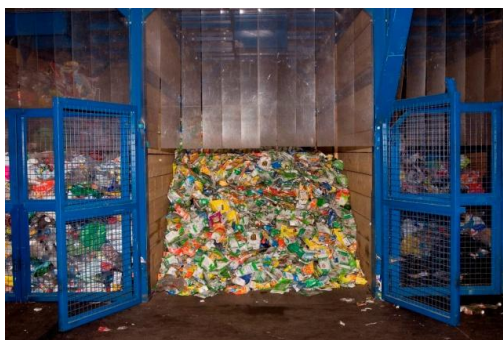
**Figura 16 – Pormenor do Separador balístico**

Depois do separador balístico, os resíduos rolantes passam por um separador magnético ou “caça-metals” que capta os resíduos ferrosos. De seguida o Separador Ótico I separa o ECAL (vulgarmente conhecido por tetra-pack) e os plásticos do restante material. Este material, rejeitado pelo Separador Ótico I, é encaminhado para a triagem manual por um tapete que entra na cabine pela janela, convergindo a meio do tapete de triagem manual. O ECAL fica armazenado na baia de armazenamento temporário, enquanto os plásticos seguem para o Separador Ótico II, que os divide em PET, PEAD e PET Óleo, sendo o restante material considerado como plástico misto e depositado na baia correspondente. De seguida e no final da linha dos rolantes, existe um posto de trabalho criado para corrigir os erros de leitura do separador óptico, nomeadamente entre PET, PEAD e PET Óleo.

Os planos seguem até à cabine de triagem manual. Na cabine os primeiros 2 a 3 operadores ocupam-se de separar o plástico filme que, além de ocupar maior volume, é o material que está presente em maiores quantidades. De seguida 1 a 2 operadores encarregam-se de retirar o ECAL, o alumínio, o PET e o PEAD para as baias de armazenamento temporário. A última máquina é outro separador magnético - Separador Magnético I que capta os ferrosos para um pequeno silo móvel (fabricado internamente para facilitar o transporte destes materiais ferrosos para a prensa de metais situada debaixo do Separador Magnético II) e finalmente um operador retira todos os plásticos valorizáveis que são armazenados como plásticos mistos. O material remanescente é considerado refugo e encaminhado para um contentor localizado fora do pavilhão.

O papel/cartão é depositado numa zona diferente, uma vez que este não carece de triagem como os plásticos. Para este material apenas se efetua uma pequena triagem de contaminantes presentes na massa de resíduos (normalmente plástico filme e ECAL) num posto de trabalho criado para o efeito imediatamente antes da prensa.

O enfardamento é realizado apenas no turno da tarde e consiste em abrir os silos de armazenamento temporário, tal como demonstrado na Figura 17, e encaminhar os resíduos para os tapetes que os levam para a prensa.



**Figura 17 – Silo de Armazenamento temporário**

A prensa é previamente configurada com as dimensões pretendidas para cada tipo de fardo. Antes do enfardamento, o operador apenas tem de selecionar o tipo de material a enfardar. O enfardamento é realizado automaticamente pela prensa que comprime os resíduos em fardos ao mesmo tempo que os amarra com arame. A título de exemplo, apresenta-se na Figura 18 fardos de PET prontos para encaminhar.



**Figura 18 – Fardo de PET**

O processo de produção termina com o armazenamento dos fardos de diferentes tipos de material numa das zonas de armazenamento de fardos, dependendo do tipo de material, sendo que o principal critério para a escolha do local de armazenamento é a suscetibilidade dos materiais à intempérie.

### 3.9 Processo Produtivo

A Tabela 1 apresenta os diferentes equipamentos e postos de trabalho ao longo da linha de produção, a distância percorrida por cada tipo de material e se este passa pelo equipamento sem valor acrescentado ou se sofre uma operação de valor acrescentado.

Tabela 1 – Processo Produtivo da Central de Triagem

	Posto de Trabalho 01		Posto de Trabalho 02		Linha dos Rolantes				Linha dos Planos / Cabine de Triagem Manual				Distância percorrida (m)
	Pré-Triagem	Alimentação da Linha	Abre-Sacos	Separador Balístico	Separador Magnético II	Separador Ótico I	Separador Ótico II	Posto de Trabalho 03	Posto de Trabalho 04	Posto de Trabalho 05	Separador Magnético I	Posto de Trabalho 06	
Plástico-filme (p)	-	x	-	x	-				x				90,4
PET (r)	-	x	x	x	-	x	x						76,8
PEAD (r)	-	x	x	x	-	x	x	x					76,8
ECAL (r)	-	x	x	x	-	x							69,6
ECAL (p)	-	x	x	x	-				-	x			90,4
EPS	x												0
Plásticos-mistos (r)	-	x	x	x	-	x	x	x					74,8
Plásticos-mistos (p)	-	x	x	x	-				-		-	x	99,4
Metais ferrosos (r)	-	x	x	x	-	x							45,2
Metais ferrosos (p)	-	x	x	x	-				-		x		93,4
Metais não-ferrosos (r)	-	x	x	x	-	-				x			87,2
Metais não-ferrosos (p)	-	x	x	x	-				-	x			75,9

Legenda:

**x** – Operação de valor acrescentado  
**p** – Materiais planos

**-** – Passa sem valor acrescentado  
**r** – Materiais rolantes

Como se pode ver na tabela apresentada, o Posto de Trabalho 02, apesar de existir, não está de momento ocupado por nenhum operador. Os resíduos neste local passam sem sofrer qualquer ação de valor acrescentado.

## 3.10 Indicadores de Desempenho

### 3.10.1 Taxa de Vendas

A Taxa de Vendas representa a quantidade de materiais encaminhados face ao potencial existente, calculado através das caracterizações oficiais dos resíduos que entram na Central de Triagem. Estes estudos são realizados duas vezes por ano (requisito legal) e servem de referência para análises deste tipo. As tabelas consideradas foram retiradas dos relatórios de 2012 e são apresentadas no Anexo I

Assim, na Tabela 2 são apresentados os valores das vendas potenciais face aos valores reais registados em 2012.

**Tabela 2 – Taxa de Vendas em 2012 (Potencial VS Real)**

Material	Valor de Mercado	Potencial - 2012		Real - 2012		Taxa de Vendas (€)	Taxa de Vendas (ton)
	€/ ton	Toneladas	Vendas	Toneladas	Vendas		
Plástico Filme	732,0	476,7	348.964 €	423,6	310.075 €	89%	89%
PET	732,0	485,4	355.331 €	452,7	331.384 €	93%	93%
PET (óleo)	732,0	42,9	31.415 €	40,2	29.397 €	94%	94%
PEAD/PP	732,0	346,3	253.526 €	268,5	196.513 €	78%	78%
EPS	732,0	9,0	6.582 €	7,8	5.739 €	87%	87%
Plásticos Mistos	245,0	179,3	43.925 €	685,7	168.008 €	382%	382%
ECAL	693,0	361,8	250.748 €	221,2	153.264 €	61%	61%
Metais Ferrosos	540,0	631,1	340.770 €	231,5	125.010 €	37%	37%
Metais Não Ferrosos	689,0	29,6	20.407 €	16,7	11.479 €	56%	56%
<b>TOTAL</b>		<b>2.562,2</b>	<b>1.651.667 €</b>	<b>2.347,8</b>	<b>1.330.868 €</b>	<b>81%</b>	<b>92%</b>

Verifica-se que o total das vendas (em euros) em 2012 foi de 81% do potencial, isto é, os proveitos totais foram 1.330.868€ quando o potencial seria 1.651.667€, uma diferença de aproximadamente 321.000€.

Fazendo o mesmo raciocínio para as toneladas, verifica-se uma taxa de vendas de 92%, ou seja, foram encaminhadas 2.347,8 toneladas quando o potencial seriam 2.562,2 toneladas.

### 3.10.2 Taxa de Refugo

O refugo representa a quantidade de resíduos que não foi selecionada para valorização durante a sua permanência ao longo da linha de produção. Este valor não depende totalmente dos processos da Central de Triagem uma vez que uma parte destes resíduos foi indevidamente



colocada nos ecopontos e efetivamente não é valorizável. Uma outra parte, contudo, consiste em resíduos valorizáveis que não foram corretamente separados, influenciando negativamente a qualidade da triagem (ver 3.12). A taxa de refugo mensal verificada em 2012 é apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3 – Taxa de Refugo mensal em 2012**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
<b>Taxa de Refugo (%)</b>	25,53	24,72	26,89	26,48	24,43	21,78	16,21	17,20	17,59	15,62	19,31	20,29	21,34

Em 2012 a taxa de refugo média mensal foi de 21,34%. A taxa de refugo no pior mês foi 26,89% verificada em Março e no melhor 15,62%, verificada no mês de Outubro.

### 3.10.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Para o cálculo da OEE e das suas componentes, considerou-se a linha de produção da Central de Triagem com um todo.

O tempo de turno são 8 horas diárias e está previsto um intervalo diário de 30 minutos de pausa por turno. O tempo de abertura (TA) semanal é portanto:

$$TA = 40 - 2,5 = 37,5 \text{ horas}$$

O tempo de funcionamento (TF) efetivo foi medido durante 4 semanas de produção tipo (12 de Agosto a 9 de Setembro de 2013), tendo sido registadas em média 7,5 horas por semana de paragens não planeadas.

$$TF = 37,5 - 7,5 = 30,0 \text{ horas}$$

Assim, a Disponibilidade é:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{30,0}{37,5} = 80,0\%$$

A disponibilidade de 80,0% é na realidade a disponibilidade atual e não de 2012, uma vez que os dados usados para cálculo do tempo real de funcionamento são referentes a um período de 2013 e não a um período decorrido em 2012. O tempo de abertura mantém-se inalterável face a 2012. Não obstante, e segundo os responsáveis da empresa, a forma de funcionamento não se alterou significativamente e portanto podemos fazer esta assunção para efeitos de cálculo da OEE.

O tempo de ciclo ideal é aquele que corresponde à capacidade máxima instalada. Segundo a documentação técnica da Central de Triagem, a capacidade instalada da linha de produção é de 2,5 ton/h e portanto o tempo de ciclo ideal é 0,4 h/ton.

A produção média semanal registada em 2012 foi de 56,5 toneladas.

$$\text{Velocidade} = \frac{0,4 \times 56,5}{30,0} = 75,3\%$$

O material classificado como plástico-misto proveniente da linha dos rolantes foi considerado como material com defeitos, assim como a fração de materiais valorizáveis que acabam no contentor do refugo e são encaminhados para aterro (ver 3.12). Estas quantidades equivalem a cerca de 4,4 e 2,0 toneladas por semana, respetivamente.

Assim, a Qualidade é:

$$\text{Qualidade} = \frac{56,5 - (4,4 + 2,0)}{56,5} = 88,6\%$$

Finalmente, conjugando as três componentes obtém-se o valor da OEE:

$$\text{OEE} = 80,0\% \times 75,3\% \times 88,6\% = 53,3\%$$

Na Tabela 4, apresentam-se os valores da OEE e das suas 3 componentes.

**Tabela 4 – OEE em 2012**

<b>Disponibilidade</b>	<b>Velocidade</b>	<b>Qualidade</b>	<b>OEE</b>
80,0%	75,3%	88,6%	53,4%

Observando as três componentes da OEE, verifica-se que a velocidade é aquela que requer maior atenção e cujas melhorias permitirão obter ganhos mais significativos no valor global.

A velocidade depende da quantidade produzida e do tempo de funcionamento, assumindo que o tempo de ciclo ideal se mantém fixo, uma vez que corresponde à capacidade máxima da linha de triagem. O tempo de ciclo real calculado (0,66 horas) situa-se muito próximo do takt time (0,63 horas), o que significa que em termos práticos o sistema necessita de produzir um pouco mais para responder adequadamente à procura.

Assim, os esforços de melhoria nesta componente da OEE terão sempre de passar pelo aumento da taxa de produção. Adicionalmente, será necessário aumentar as quantidades de resíduos entradas na Central de Triagem, o que implica uma maior sensibilização da população para a correta separação dos resíduos recicláveis e correspondente deposição no ecoponto ou a

utilização de outras fontes como por exemplo materiais recuperados dos RSU da recolha indiferenciada ou materiais originários fora da área de influência da Central de Triagem em estudo. Em qualquer dos casos, estas ações de melhoria saem fora do âmbito deste trabalho, pelo que não serão aqui exploradas. Não obstante, são realizadas anualmente múltiplas ações de sensibilização à população e a receção de resíduos provenientes de outras Unidades de Produção da Resinorte é uma possibilidade cada vez mais forte por força da situação atual.

#### 3.10.4 Produtividade

A produtividade é calculada pela divisão da taxa de produção pelo número médio de operadores.

$$\text{Produtividade} = \frac{56,5}{8} = 7,1 \text{ ton/operador.semana}$$

Tendo em conta que numa semana estão disponíveis 37,5 horas de trabalho por operador e convertendo em kilogramas, temos uma produtividade de 188,3 kg/hora.operador.

### 3.11 Ineficiências no Layout

#### 3.11.1 Layout – Tapete do Rejeitado do Separador Ótico I

O tapete com o material rejeitado pelo Separador Ótico I (material que este não reconheceu como plásticos) entra na cabine pela janela e converge a meio do tapete de triagem manual (ver Figura 15). Esta localização, além de criar uma barreira física num dos lados da mesa de triagem manual, separando os postos de triagem e impedindo os operadores de se movimentarem ao longo do tapete de acordo com as necessidades, impede também os operadores de efetuarem a triagem nas melhores condições. De facto, depois da triagem do filme (Posto de Trabalho 04), restam apenas 1 a 2 operadores (Posto de Trabalho 05) para a triagem dos materiais valorizáveis que ainda vêm no tapete dos planos como PET, PEAD, ECAL, metais não ferrosos, papel/cartão, assim como os materiais que chegam pelo tapete dos rejeitados, tal como ilustrado na Figura 19.

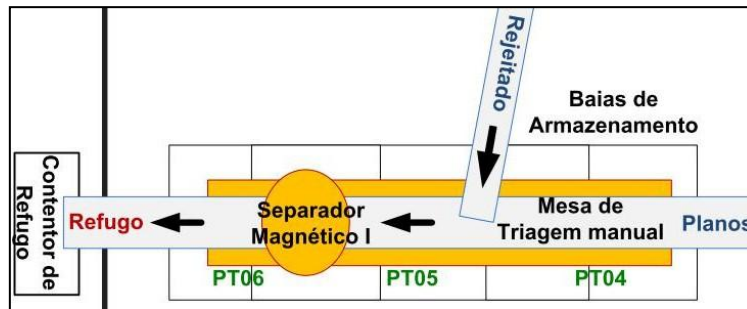


Figura 19 – Pormenor da localização do tapete dos rejeitados

A jusante, os metais ferrosos são retirados pelo separador magnético e os plásticos mistos pelo último operador da linha no Posto de Trabalho 06. Isto leva a que quantidades significativas de PET, PEAD e metais não ferrosos acabem na baía dos plásticos mistos.

### 3.11.2 Layout – Separador Magnético I

A localização do Separador Magnético I também impede a livre circulação dos operadores ao longo da mesa de triagem manual e cinge o último posto de trabalho (PT06) a apenas um operador. Neste posto de trabalho é efetuada a triagem dos plásticos mistos, que estão presentes em grandes quantidades, e este operador fica assim sobrecarregado. Este equipamento capta os metais ferrosos planos separados pelo Separador Balístico. Desde o início da linha de triagem, estes materiais percorrem cerca de 93,4 metros antes de serem captados pelo Separador Magnético I. Apesar de grande parte deste percurso não ter qualquer valor acrescentado, esta localização explica-se pela necessidade de manter a montante a triagem do plástico filme que pelas suas características condiciona o rendimento do separador magnético.

Por outro lado, uma vez que a prensa de metais está instalada junto ao Separador Balístico (na linha dos rolantes), os ferrosos planos captados pelo Separador Magnético I são temporariamente armazenados num contentor com rodas (fabricado internamente) que depois de cheio é movimentado para esta prensa para a produção dos fardos.

## 3.12 Qualidade da Triagem

A qualidade neste tipo de indústria é aferida pela capacidade de cada fardo de resíduos estar dentro das especificações técnicas estabelecidas pela Entidade Gestora Sociedade Ponto Verde, sendo que, sempre que o reciclador que recebe o fardo deteta qualquer irregularidade, emite uma reclamação pela qual a Resinorte tem de responder. Na maioria dos casos é combinado

um desconto no pagamento mas a penalidade pode ir até à devolução da carga a expensas da Resinorte.

Durante o ano de 2012, foram recebidas 6 reclamações referentes à qualidade da triagem, todas relativas a cargas de plásticos mistos (% de material não embalagem acima do mínimo aceitável). No total foram encaminhadas 154 cargas de fardos provenientes da triagem de embalagens de plástico e metais e portanto registaram-se 4% de cargas não conformes.

Nos primeiros nove meses de 2013 não se registou, contudo, qualquer reclamação por parte dos recicladores. É importante referir que o reciclador apenas reclama se encontrar material não embalagem ou não passível de valorização nos fardos que recebe. Não reclama se receber juntamente com os plásticos mistos (que valem cerca de 245€/ton) outros materiais de valor mais elevado (e.g. PET e PEAD ou plástico filme que valem cerca de 732 €/ton). Assim, esta forma de cálculo da taxa de qualidade não é de todo fiável.

### 3.12.1 Valorizáveis no Plástico Misto

Para atender a este problema e melhor aferir a qualidade da triagem, não do ponto de vista da percentagem de contaminantes presente nos fardos produzidos (essa está controlada) mas sim do ponto de vista da presença de materiais de valor de mercado mais elevado (PET, PEAD, plástico filme) nos fardos de material de menor valor de mercado (plásticos mistos), foi realizada uma caracterização ao material proveniente da linha dos rolantes, identificado como plástico misto, que é cerca de 1/3 do total dos plásticos mistos encaminhados. Este valor correspondeu a 4,4 toneladas semanais em 2012. Os resultados são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5 – Caracterização dos Plásticos Mistos**

<b>Material</b>	<b>Caracterização (%)</b>
Plástico Misto	60,8%
PET	6,9%
PET óleo	0,7%
PEAD	19,2%
Filme	0,7%
ECAL	2,1%
Aço	0,3%
Alumínio	2,4%
Papel	2,4%
EPS	1,0%
Finos <20 mm	0,1%
Outros	3,4%
	<b>100%</b>

Os resultados obtidos estão em linha com o percecionado visualmente, isto é, uma quantidade significativa de materiais de maior valor estão presentes nos fardos de plástico misto e são encaminhados como tal a um preço até 3 vezes inferior. Estes dados explicam também em parte a taxa de vendas dos plásticos mistos muito superior à expectável (ver 3.10.1).

Por outro lado, uma simples análise visual ao material do silo de armazenamento dos plásticos mistos resultantes da triagem manual (que representa cerca de 2/3 do total) também revela a presença de quantidades significativas de materiais com valor de mercado superior ao dos plásticos mistos.

### 3.12.2 Valorizáveis no Refugo

O refugo também acaba por incluir uma percentagem de materiais que seriam passíveis de valorização. Neste caso, contudo, estes materiais vão para aterro e não chegam a ser valorizados. Analisando a caracterização do refugo no relatório de Caracterização dos Resíduos do Sistema do Norte Central (Anexo II) chega-se à conclusão que, em média, 16,95% do material encaminhado como refugo é resíduo de embalagem e portanto poderia ser valorizado. Na Tabela 6 encontra-se um resumo destes cálculos.

**Tabela 6 – Valorizáveis no Refugo - 2012**

Material	Valorizáveis no Refugo (%)				Quantidades anuais (ton)	Valor de Mercado (€ / ton)	Valor Total (€)
	1ª campanha	2ª campanha (#1)	2ª campanha (#2)	Média			
Vidro	4,37%	13,06%	5,85%	7,76%	48,64	35,0	1.702 €
Papel	2,75%	1,04%	1,05%	1,61%	10,11	107,0	1.082 €
Cartão	3,97%	1,13%	0,67%	1,92%	12,06	107,0	1.290 €
ECAL	0,73%	0,22%	0,22%	0,39%	2,44	693,0	1.694 €
Plásticos Mistos	1,15%	1,15%	1,32%	1,21%	7,56	245,0	1.853 €
Plástico Filme	1,36%	1,87%	1,46%	1,56%	9,80	732,0	7.173 €
PET/PEAD	0,47%	1,67%	0,73%	0,96%	6,00	732,0	4.390 €
EPS	0,20%	0,42%	0,32%	0,31%	1,96	732,0	1.438 €
Metais Ferrosos	0,51%	1,05%	1,32%	0,96%	6,02	540,0	3.250 €
Metais Não Ferrosos	0,34%	0,28%	0,16%	0,26%	1,63	689,0	1.123 €
<b>Total</b>				<b>16,95%</b>	<b>106,23</b>		<b>24.995 €</b>

Este valor corresponde a uma média de 106,23 toneladas anuais ou 2,04 toneladas por semana. Calculando o valor económico desta fração de resíduos que não é valorizada obtemos um valor de 24.995 € anuais.

### 3.13 Housekeeping

Toda a instalação apresenta falta de limpeza e desorganização em geral. Na Figura 20 apresentam-se exemplos de ferramentas e utensílios arrumados em locais temporários definidos pelos próprios operadores caso a caso e sem qualquer tipo de regra.



**Figura 20 – Ferramentas desarrumadas (exemplos)**

Denota-se também uma clara falta de limpeza das instalações. Na Figura 21 apresentam-se três exemplos desta situação.



**Figura 21 – Falta de limpeza das instalações (exemplos)**

A falta de “housekeeping” é precursora de variadas situações de ineficiência na linha de produção, desde perda de rendimento das máquinas à necessidade de tempo adicional para os operadores executarem as tarefas.

### 3.14 Triagem do Plástico - Filme

Devido às suas características (elevado volume, peso reduzido) e quantidades (cerca de 15% em massa, do material processado na linha de triagem) o plástico filme representa um grande esforço para os operadores na triagem manual, sendo necessários pelo menos 2 operadores no início do tapete de triagem manual apenas para a triagem do plástico filme. Não obstante, por várias ocasiões estes operadores acionam a paragem da linha (ver 2.5.3) para conseguirem retirar todo o plástico filme que vem no tapete antes de este ficar fora do seu alcance.

O projeto original da linha de triagem automática (2ª geração) compreendia um equipamento de aspiração de filme que foi parcialmente instalado na linha de triagem mas que não chegou a ser ativado quando a linha entrou em funcionamento.

### 3.15 Limitações Técnicas dos Equipamentos

Apesar de representarem o estado da arte no que à separação automática de resíduos diz respeito, alguns dos equipamentos presentes na linha de triagem apresentam ainda algumas limitações de ordem técnica.

#### 3.15.1 Separador Balístico

O separador balístico separa os diferentes materiais de acordo com a sua dimensão – os materiais de pequena dimensão caem pelos crivos das placas, e de acordo com o seu comportamento face ao movimento giratório ascendente das placas paralelas – os materiais rolantes descem e os materiais planos sobem.

Uma das limitações desta máquina é o tamanho dos crivos nas placas que se verifica ser maior que o necessário, fazendo com que vários matérias valorizáveis (e.g. embalagens de suplementos alimentares do tipo *Actime*) sejam encaminhados para aterro como refugo.

Outra limitação de ordem técnica do separador balístico centra-se no facto de esta máquina estar projectada para considerar o ECAL como rolante (o que é verdade no caso destas embalagens não estarem espalmadas). Contudo, e devido à sensibilização efetuada junto da população para o fazer por motivos de eficiência do transporte, uma grande parte do ECAL é espalmado antes de ser depositado no ecoponto, comportando-se no separador balístico como um material plano e seguindo portanto pela linha dos planos. Assim, no que ao ECAL diz respeito, o separador balístico não acrescenta valor uma vez que este material tanto segue pela linha dos rolantes como pela linha dos planos.

#### 3.15.2 Separadores Óticos

Os separadores óticos apresentam rácios de separação muito interessantes quando comparados com a triagem efetuada por operadores humanos. A sua eficiência contudo depende da capacidade do scanner efetuar a leitura do material corretamente.

Tal como acontece com o separador balístico, esta máquina está projetada para materiais em “bom estado” e não leva em linha de conta as diferentes variantes que se verificam na prática,



nomeadamente o estado de limpeza dos materiais. Sempre que passa uma peça com acentuada sujidade, o scanner tem dificuldades em identificar o tipo de material e não o separa devidamente. Devido a esta limitação dos separadores óticos, uma grande quantidade de material de elevado valor acaba na baía de armazenamento dos plásticos mistos e é vendido por verbas inferiores (ver 3.12.1).

Por esta razão, foi criado o Posto de Trabalho 03 (ver Figura 15 – Layout da Central de Triagem) para corrigir os erros de leitura que se verificam nestes equipamentos. Contudo, este operador apenas corrige parte das falhas no PET e no PEAD, separando ainda o PET óleo, e não tem capacidade para corresponder às necessidades.

### 3.16 Manutenção

A manutenção preventiva e corretiva das máquinas é efetuada por fornecedores externos, dos quais a empresa depende sempre que ocorrem avarias. Não existe know-how interno suficiente para resolver os problemas que vão ocorrendo. No decorrer da fase de diagnóstico ocorreram duas situações de avaria de equipamentos (uma no Separador Balístico e outra na Prensa) que tiveram como consequência a paragem total da linha de produção por períodos relativamente longos, 48 e 96 horas, respectivamente. A avaria no Separador Balístico consistiu na quebra das placas crivadas centrais, assinalada na Figura 22.



**Figura 22 – Vista do interior do separador balístico**

Na Prensa, a avaria ocorreu no sistema hidráulico e causou diversos problemas de espaço na Central de Triagem, uma vez que, depois de triados, os materiais não se podiam enfardar. Esta situação está retratada na Figura 23.



**Figura 23 – Acumulação de materiais por enfardar**

Estas paragens prolongadas ocorreram não só devido à falta de know-how interno suficiente, mas também porque não existe na empresa nenhuma política de stock de peças de reserva consideradas críticas para a produção.

### 3.17 Manutenção de 1ª Linha

Nas atividades de manutenção de 1º linha das máquinas e equipamentos (limpezas e lubrificações realizadas no turno da tarde), não estão claramente definidas as tarefas mínimas a levar a cabo, a prioridade dessas tarefas, a forma de as realizar ou que ferramentas e produtos de limpeza utilizar. Esta situação leva a discrepâncias na manutenção de 1ª linha que nem sempre é realizada da mesma forma e, no pior caso, deixa de ser realizada por falta de tempo do operador, que na realidade é resultado de ineficiente organização do trabalho.

### 3.18 Análise de Causas

Não existe nenhum procedimento ou hábito de realizar uma análise de causas e definição de medidas de melhoria, sempre que ocorre um problema que provoque a paragem de um equipamento ou máquina e consequentemente provoque a paragem da produção. Assim, aumentam as probabilidades de repetição de avarias por não se terem identificado e eliminado as causas na primeira vez que os problemas aparecem.

## 4 Ações de Melhoria

Neste capítulo são apresentadas as propostas de ações de melhoria que visam a resolução dos problemas/ineficiências encontrados, assim como um plano de implementação destas ações de acordo com a sua hierarquia (calculada tendo em conta o impacto, o custo e o prazo para obtenção de resultados de cada ação).

### 4.1 Propostas de Ações de Melhoria

Para fazer face às ineficiências identificadas e por forma a melhorar os indicadores apresentados, foram seleccionadas as seguintes acções de melhoria.

#### 4.1.1 Medida 1 – Aspirador de Plástico Filme

Tendo em conta as dificuldades em triar manualmente o plástico filme e o facto de existir uma solução que poderá reduzir este esforço, propõe-se que o aspirador de filme seja completamente instalado e se inicie a sua operação.

Uma vez que depois do Separador Balístico o plástico filme não sofre mais nenhuma operação, a localização da extremidade da manga de aspiração poderá ser colocada imediatamente a seguir ao Separador Balístico tal como ilustrado na Figura 24. Esta localização favorece também a colocação do Separador Magnético I nesta zona (ver 4.1.3).

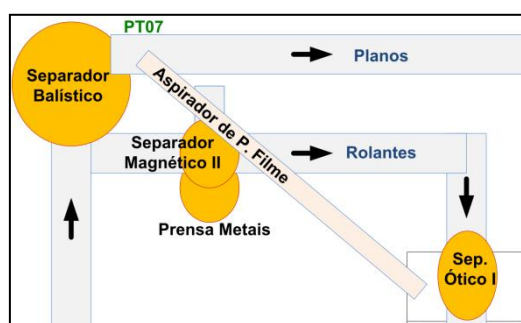


Figura 24 – Pormenor da localização do aspirador de plástico filme - proposta

Esta medida implica a deslocalização de um operador da triagem manual para um posto de trabalho criado para o efeito neste local (PT07). Leva a uma redução de cerca de 50% na distância percorrida pelo plástico filme antes de ser triado e garante que 1 operador assegura a triagem da maioria do plástico filme. Uma ilustração deste posto de trabalho é apresentada na Figura 25.

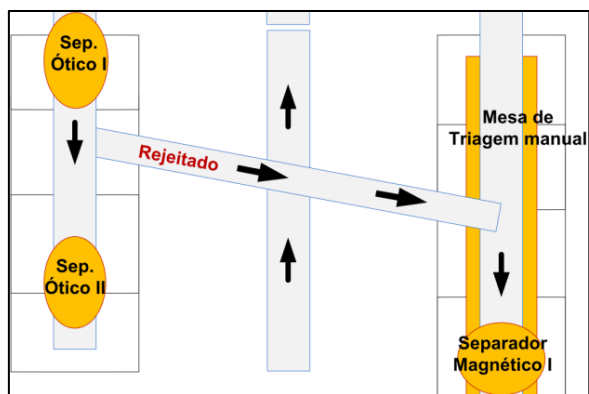


**Figura 25 – Posto de Trabalho 07 – aspirador de plástico filme**

Neste posto de trabalho o operador apenas tem de encaminhar o plástico filme para a extremidade da manga de aspiração e esta, com a sua força de sucção transporta o material diretamente para a baia de armazenamento.

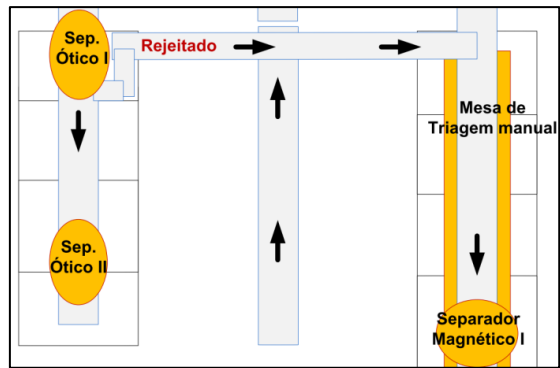
#### 4.1.2 Medida 2 – Tapete dos Rejeitados

O tapete do material rejeitado pelo Separador Ótico I – material que este equipamento não identificou como plástico, entra diretamente pela janela da cabine de triagem manual causando ineficiências na triagem manual tal como demonstrado em 3.11.1. A situação atual é ilustrada na Figura 26.



**Figura 26 – Pormenor do Tapete de Rejeitado do Sep. Ótico I – Atual**

Assim, propõe-se que o tapete do material rejeitado do Separador Ótico I seja redirecionado para o início do tapete de triagem manual tal como ilustrado na Figura 27.

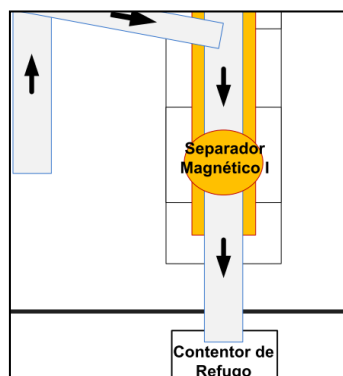


**Figura 27 – Pormenor do Tapete de Rejeitado do Sep. Ótico I - Proposta**

Desta forma, além da cabine de triagem manual ficar desimpedida e sem a separação física entre os postos de trabalho, dando maior liberdade aos operadores para efetuarem a triagem manual, uma maior quantidade de resíduos valorizáveis seria recuperada. A localização atual do Separador Magnético I não promove a eficiência da triagem.

#### 4.1.3 Medida 3 – Separador Magnético I

Tal como o tapete dos rejeitados mencionado no ponto anterior, a localização do Separador Magnético I impede o livre movimento dos operadores ao longo da mesa de triagem manual e cinge o posto de Trabalho 06 a um operador. Uma vez deslocado o local de triagem de plástico filme (ver 4.1.1), deixa de fazer sentido manter o Separador Magnético I no final da linha de triagem (Figura 28), não só por dificultar a triagem manual realizada a montante mas também porque é necessária a movimentação destes materiais para a prensa de metais, localizada sob o Separador Magnético II, constituindo um procedimento sem qualquer valor acrescentado. Por outro lado, os materiais ferrosos percorrem cerca de 93,4 metros antes de serem triados, sendo que grande parte desse trajeto não tem valor acrescentado.



**Figura 28 – Pormenor da localização do Separador Magnético I - Atual**

Assim, propõe-se a deslocalização deste equipamento para montante relativamente ao tapete de triagem manual (Figura 29), mantendo-se a jusante em relação à triagem do filme (com a reativação do aspirador de filme) e o mais perto possível da prensa de metais para (através da colocação de um tapete transportador) eliminar o desperdício de movimentar manualmente os metais ferrosos planos.

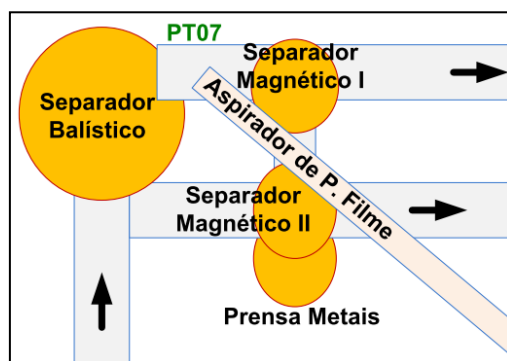


Figura 29 – Pormenor da localização do Separador Magnético I - Proposta

Esta deslocalização leva a uma redução de cerca de 50% nos metros percorridos pelos metais ferrosos planos antes de serem triados.

#### 4.1.4 Medida 4 – Plásticos Mistos

A triagem efetuada pelos separadores óticos revela-se insuficiente, uma vez que estes não conseguem separar todos materiais de acordo com as suas características, como PET, PEAD e outros, prejudicando a valorização destes resíduos. Apesar de existir um posto de trabalho (PT03) especialmente criado para corrigir esta situação, o operador não tem capacidade para resolver todos os erros verificados.

A causa raiz deste problema reside na falta de eficácia dos separadores óticos, que, apesar de serem reconhecidos como a melhor solução existente no mercado, no que diz respeito à triagem automática de resíduos, não atingem ainda os rácios pretendidos.

Não sendo portanto possível melhorar significativamente a sua eficácia propõe-se numa primeira fase, reprocessar na triagem manual o material classificado como plástico misto por forma a recuperar os materiais de maior valor de mercado como PET, PEAD ou metais não ferrosos (alumínio) que neste momento estão a ser encaminhados como plásticos mistos a cerca de 1/3 do seu real valor. Tendo em conta os valores apresentados na Tabela 5, foram projetados os ganhos potenciais desta medida. Os valores são apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7 – Projeção da Taxa de Vendas com o reprocessamento dos plásticos mistos**

Material	Valor de Mercado	Potencial - 2012		Real Projetada - 2012		Taxa de Vendas (€)	Taxa de Vendas (ton)
	€/ ton	Toneladas	Vendas	Toneladas	Vendas		
Plástico Filme	732,0	476,73	348.964 €	425,17	311.224 €	89%	89%
PET	732,0	485,42	355.331 €	468,41	342.876 €	96%	96%
PET (óleo)	732,0	42,92	31.415 €	41,73	30.546 €	97%	97%
PEAD/PP	732,0	346,35	253.526 €	312,42	228.690 €	90%	90%
EPS	732,0	8,99	6.582 €	10,19	7.463 €	113%	113%
Plásticos Mistos	245,0	179,28	43.925 €	609,60	149.353 €	340%	340%
ECAL	693,0	361,83	250.748 €	225,87	156.528 €	62%	62%
Metais Ferrosos	540,0	631,06	340.770 €	232,28	125.434 €	37%	37%
Metais Não Ferrosos	689,0	29,62	20.407 €	22,15	15.265 €	75%	75%
<b>TOTAL</b>		<b>2.562,2</b>	<b>1.651.667 €</b>	<b>2.347,8</b>	<b>1.367.378 €</b>	<b>83%</b>	<b>92%</b>

Comparando estes valores com os valores apresentados na **Tabela 2** prevê-se uma melhoria de 2% na Taxa de Vendas, o que significaria um ganho de cerca de 36.500€ por ano (diferença entre as vendas projetadas (Tabela 7) e as vendas reais (Tabela 2)). Apesar desta medida, as quantidades de plásticos mistos vendida baixa apenas 42% para 340%, o que sugere que existe ainda uma grande margem para melhorias no que diz respeito à taxa de vendas, nomeadamente nos plásticos mistos, ECAL, metais ferrosos e não ferrosos onde se verificam valores distantes dos 100%.

Assim, numa segunda fase, deverá ser equacionado reprocessamento do plástico misto proveniente da triagem manual, que representa atualmente cerca 2/3 da produção deste tipo de material. Com a implementação das outras medidas propostas serão obtidos ganhos de tempo útil de trabalho e desde que o tempo de ciclo se mantenha abaixo do Takt Time, existirá folga para reprocessar este material sem mão-de-obra adicional e garantir uma maior rentabilidade, já que, como se viu anteriormente, os materiais a recuperar valem o triplo do valor dos plásticos mistos.

Esta medida, apesar de ir contra os princípios do lean, uma vez que o reprocessamento constitui um dos desperdícios identificados, afigura-se como vantajosa na medida em que o valor recuperado compensaria os custos adicionais necessários. Por outro lado, não sendo possível eliminar a causa raiz (melhores equipamentos) é uma medida que garante a melhoria da rentabilidade da linha de triagem.

#### 4.1.5 Medida 5 – 5S

Implementar a metodologia de housekeeping 5S (ver 2.5.2) por forma a melhorar as condições de trabalho dos operadores, a organização e limpeza da instalação e assim aumentar a

eficiência da produção. Esta medida, abriria ainda caminho para a descoberta de novos problemas ou ineficiências que se encontram “escondidos”.

A implementação desta medida deverá começar pela cabine de triagem manual, onde se situa a maioria dos postos de trabalho. Depois de separar as ferramentas e utensílios presentes na cabine é necessário retirar aqueles que não são necessários nos postos de trabalho (na triagem manual apenas são necessárias facas para eventualmente abrir sacos fechados que não foram abertos no abre-sacos e utensílios que facilitem o alcance dos materiais no tapete).

Posteriormente, deverá ser definido um local para cada item que seja apropriado e de fácil acesso para que os operadores realizem o trabalho sem interrupções. Sempre que não esteja a ser usado, o item deverá ser mantido no local definido para o efeito. Na Figura 30 e Figura 31 ilustram-se duas propostas de quadros de ferramentas a implementar no local.



Figura 30 – Quadro de ferramentas da Cabine de Triagem manual



Figura 31 – Quadro de ferramentas para limpeza e desobstrução de máquinas

Uma vez garantido que apenas os itens necessários para realizar o trabalho estão presentes nos locais de trabalho e que estão definidos os locais onde deverão ser mantidos, é necessário limpar e lavar profundamente toda a cabine de triagem e postos de trabalho.

O quarto passo para implementar o 5S é a padronização dos 3 passos anteriores, isto é, garantir que não se fazem uma vez isoladamente mas que se mantêm e se interiorizam nas práticas do



dia-a-dia da produção. Isto poderá ser conseguido com a afixação de instruções de limpeza e organização que incluam fotografias do estado “ótimo” do posto de trabalho para que não se verifiquem desvios ao longo do tempo.

Por fim, é necessário dar formação aos operadores fazendo com que estes se sintam orgulhosos do seu posto de trabalho organizado e limpo e zelem pela manutenção das condições criadas pelos 4 passos anteriores.







#### 4.1.6 Medida 6 – Standard Work

Tendo em conta que os recursos humanos são limitados, importa tirar o melhor partido do seu tempo por forma a garantir a melhor rentabilidade. Onde se verifica uma eventual ineficiência neste aspeto é nas atividades de limpeza no turno da tarde.

Recomenda-se a implementação do Standard Work (ver 2.5.4) para o 2º turno, nomeadamente nas actividades de limpeza dos equipamentos e atividades de manutenção de 1ª linha (efetuada pelos operadores). Deverão ser elaboradas instruções de trabalho para as principais máquinas e equipamentos como o separador balístico, separadores óticos e prensas. Esta medida permitirá reduzir o tempo ou os operadores investidos nestas atividades e assegurar a correta limpeza e manutenção dos equipamentos.

É necessário um estudo aprofundado das tarefas imprescindíveis para a limpeza dos equipamentos e do tempo médio de execução, com limites mínimos e máximos, das ferramentas e materiais a utilizar e pela elaboração de instruções de trabalho com toda a informação necessária para garantir uma uniformização de procedimentos e um melhor aproveitamento dos recursos (tempo e mão-de-obra) disponíveis.

A título de exemplo foi elaborada uma Instrução de Trabalho para a limpeza do Separador Balístico que é apresentada na Figura 32.

 <b>RESINORTE</b>		<b>Instrução de Trabalho</b> <b>Limpeza e Inspeção Diária do Separador Balístico</b>				<b>IT Nº: 01 Rev.: A</b> <b>Data: 15/11/2013</b>	
<b>NOTAS</b>		ESTA INSTRUÇÃO DE TRABALHO É APLICÁVEL AO SEPARADOR BALÍSTICO DA CENTRAL DE TRIAGEM. ANTES DE COMEÇAR CERTIFIQUE-SE QUE TEM TODAS AS FERRAMENTAS E MATERIAIS NECESSÁRIOS E QUE A MÁQUINA SE ENCONTRA CONSIGNADA (DEVE GUARDAR A CHAVE NO SEU BOLSO ATÉ QUE OS TRABALHOS SE ENCONTREM CONCLUÍDOS).					
Nº	AÇÃO A EFECTUAR	IMAGEM	TEMPO MÍN	TEMPO MÁX	FERRAMENTAS E MATERIAIS	CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO	Obs.
1	Desimpedir todas as perfurações das placas		15 min	20 min	Faca Ferro pontiagudo	Todas as perfurações desimpedidas	
2	Raspar os resíduos da superfície das placas e junto aos elementos transportadores		20 min	30 min	Raspador Ferro pontiagudo	Superfície das placas e elementos transportadores sem resíduos acumulados	
3	Verificar danos e deformações nas placas e nos elementos em borracha	—	2 min	5 min	—	Inexistência de danos ou deformações significativas	
4	Retirar / cortar os fios enrolados nos veios rotativos		5 min	25 min	Faca Ferro em gancho	Veios rotativos sem fios enrolados	
5	Limpar ventilador do motor	—	2 min	5 min	Pano	Ventilador limpo	
6	Verificar fixação e existência de folgas nos rolamentos de esferas e rolos	—	2 min	5 min	—	Rolamentos bem fixos e sem folgas significativas	
7	Lubrificar rolamentos de esferas e de rolos uniformemente	—	10 min	15 min	Lubrificante Espátula	Rolamentos de esferas e de rolos uniformemente lubrificados	Não remover resíduos de lubrificante dos rebordos
8	Limpar paredes laterais da máquina		10 min	15 min	Raspador	Paredes laterais limpas	
9	Limpar funil de entrada de resíduos		8 min	15 min	Raspador	Funil sem resíduos	
10	Limpar zona envolvente	—	3 min	5 min	Vassoura	Zona envolvente limpa	
<b>Total</b>			<b>1h15</b>	<b>2h20</b>			

**Figura 32 – Instrução de Trabalho para limpeza e inspeção diária do Separador Balístico**

Esta instrução de trabalho foi elaborada tendo em conta o manual do equipamento e as práticas já implementadas no terreno. Em média calcula-se que no mínimo esta atividade deverá ocupar 1 hora e 15 minutos e no máximo 2 horas e 20 minutos. Esta discrepância de valores justifica-se pelo grau de sujidade encontrada que varia de acordo com os resíduos recebidos, principalmente devido à presença de matéria orgânica no que diz respeito à limpeza e presença de fios, fitas e arames no que diz respeito à desobstrução de peças rotativas.

#### 4.1.7 Medida 7 – Círculos da Qualidade

Por forma a identificar as causas raiz dos problemas da produção, discutir alternativas e propor melhorias ou medidas corretivas para evitar a repetição dos problemas deverão ser implementados grupos de melhoria ou Círculos da Qualidade (ver 2.5.6).

O procedimento deverá ser simples e prático e incluir numa primeira fase não mais do que 4 pessoas (encarregado, chefe de equipa e 2 operadores) que, sempre que se verifique alguma anomalia que cause a paragem de algum equipamento e conseqüentemente de toda a linha de produção, se reúnem, analisam o problema, identificam as causas raiz e definem eventuais medidas corretivas que visem a sua eliminação. Só depois deverão intervir os responsáveis técnicos da Central de Triagem e gestores da Unidade de Produção por forma validar a exequibilidade das medidas propostas. O tempo decorrido entre a avaria e a decisão de implementação de medidas corretivas deverá ser o mais curto possível.

Propõe-se a utilização de ferramentas como o Diagrama de Ishikawa e os 5 Porquês para facilitar a identificação da causa raiz. Para o efeito, uma vez constituída, a equipa deverá percorrer as seguintes etapas:

1. Definição do problema;

O problema deve ser inequivocamente definido por forma a garantir que o grupo não se disperse em análises de questões paralelas ao problema em estudo;

2. Sessão de *brainstorming*;

É realizada uma sessão de *brainstorming* sobre possíveis causas ou fatores relacionados com cada uma das quatro famílias (métodos; materiais; mão-de-obra e máquinas).

Na sessão de *brainstorming*, os participantes devem ter em conta que não se discutem ideias, que todos devem contribuir, que deve haver tempo para pensar e que se devem registar todas as ideias.

3. Primeira ronda de votações;

Cada participante deve votar nos fatores que considera mais importantes. O número de votos de cada participante é igual a  $N/3$ , sendo “N” o número de fatores identificados;

4. Segunda ronda de votações;

Depois de identificados os 2 ou 3 fatores mais votados, faz-se uma nova ronda de votações. Desta vez cada participante tem direito a apenas um voto e tem de votar num dos fatores mais votados na ronda anterior;

5. Sessão de 5 Porquês;

Uma vez identificado o fator relacionado mais importante ou que o grupo considera ser mais significativo para o efeito em estudo, é realizada uma sessão de 5 Porquês sobre este fator com o objetivo de chegar à causa raiz do problema;

6. Definição de medidas de melhoria;

Com a causa raiz identificada, o grupo deve debater sobre as medidas de melhoria a implementar para a eliminar.

Na fase final deste trabalho foi identificada uma situação que se enquadrava nestes critérios e foi formado um Circulo da Qualidade para resolver o problema. Na Figura 34 encontram-se os resultados desta sessão.

Esta sessão de Círculos da Qualidade permitiu identificar que o facto do Posto de Trabalho 02 não estar ocupado é a causa raiz das placas do Separador Balístico terem partido. De facto, os materiais contaminantes que chegam à Central de Triagem (Figura 33) são prejudiciais a todo o funcionamento da Linha de Triagem.



**Figura 33 – Materiais contaminantes**

A figura ilustra um dos contentores com materiais contaminantes que foram retirados pelo operador colocado no Posto de Trabalho 02 prevenindo-se assim a sua chegada ao Separador Balístico.

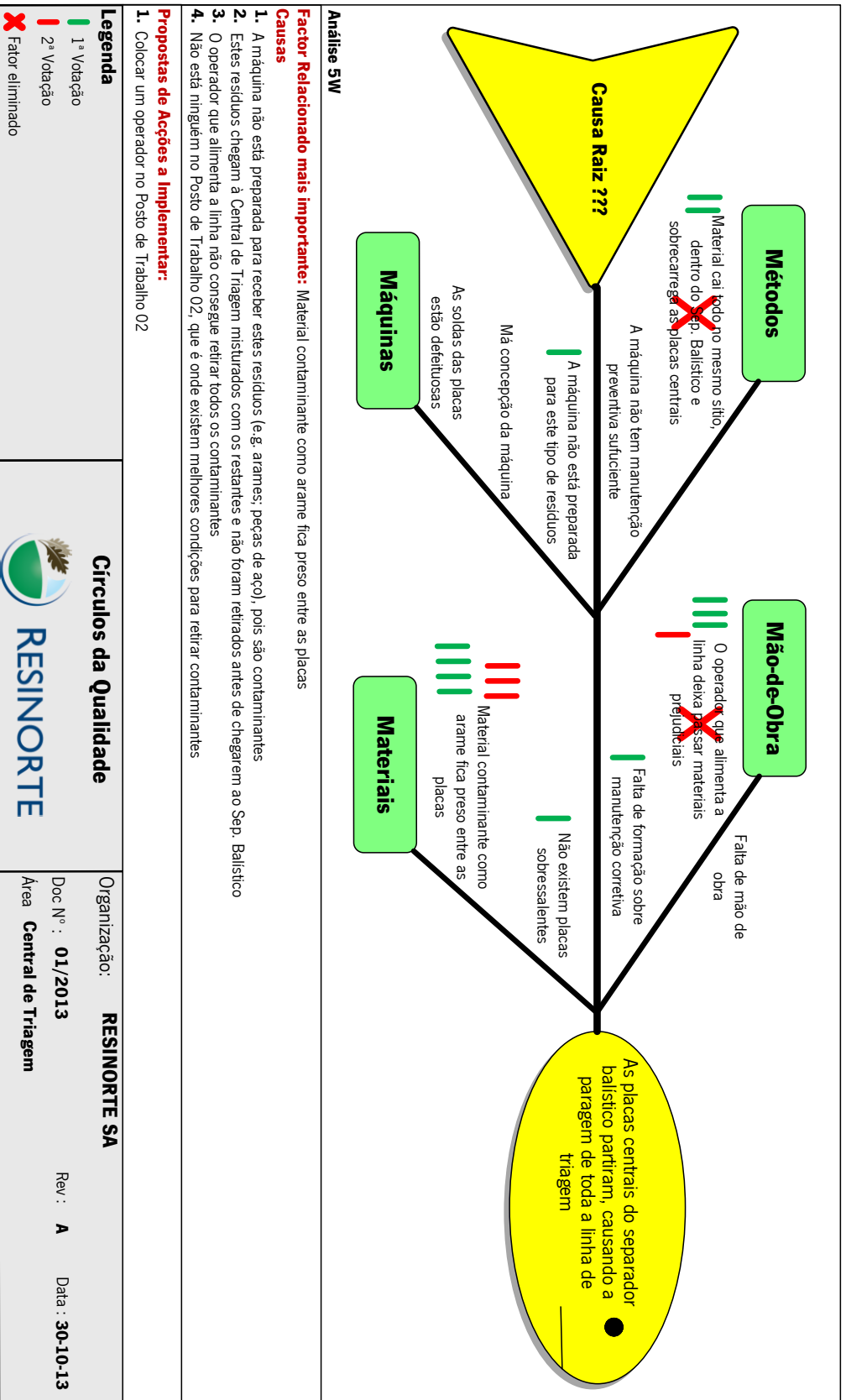


Figura 34 – Resultados do Círculo da Qualidade

#### 4.1.8 Medida 8 – Total Productive Maintenance

Para fazer face aos problemas de manutenções corretivas prolongadas e demasiada dependência externa no que diz respeito à manutenção das máquinas e equipamentos da Central de Triagem, propõe-se a implementação da metodologia de Total Productive Maintenance (ver 2.5.5) em toda a linha de triagem.

Esta medida visa, no curto prazo, a redução de paragens da linha de produção devidas a avarias nos equipamentos e a médio prazo a melhoria do desempenho de todos os indicadores apresentados, principalmente o OEE que é o indicador chave do TPM.

Implica uma melhor articulação entre o pessoal da manutenção e o pessoal da produção na medida em que estes devem colaborar entre si com o objetivo de manter os equipamentos aptos para produzir sem interrupções não planeadas e com a melhor qualidade possível.

Normalmente, a implementação do TPM requer a adoção de outras ferramentas lean como o SMED ou o 5S. O SMED não é aplicável a este tipo de produção, uma vez que a mudança de referência apenas se faz na Prensa aquando do enfardamento, bastando para tal selecionar no quadro o material a enfardar.

O 5S pelo contrário é crucial, não fosse esta uma instalação cuja “matéria prima” são resíduos. A aplicação do 5S aos equipamentos deverá começar por aqueles cuja probabilidade de avaria agravada é maior, nomeadamente o Separador Balístico, os Separadores Óticos e a Prensa. A metodologia de implementação poderá ser a mesma descrita na Medida 5 – 5S.

Posteriormente será necessário reduzir a excessiva dependência externa para a resolução de eventuais problemas nos equipamentos. Isto poderá ser conseguido com formação aos operadores em manutenção de primeira linha e aos técnicos de manutenção em manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos. Assim que os intervenientes tenham adquirido as devidas competências deverá ser posto em prática um rigoroso plano de manutenção produtiva que garanta a total fiabilidade dos equipamentos e por conseguinte de toda a linha de produção.

## 4.2 Layout da Central

Na Figura 35 apresenta-se o layout da Central de Triagem com as medidas propostas implementadas. Na figura é possível visualizar a saída de contaminantes no PT02, o PT07 criado imediatamente a seguir ao Separador Balístico com a entrada em funcionamento do aspirador

de plástico filme, assim como a deslocalização do Separador Magnético I para junto da prensa de metais (eliminando-se o transporte destes materiais para esta prensa), e ainda a nova orientação do tapete dos rejeitados que se encontra com o tapete da triagem manual antes de este entrar na cabine de triagem manual.

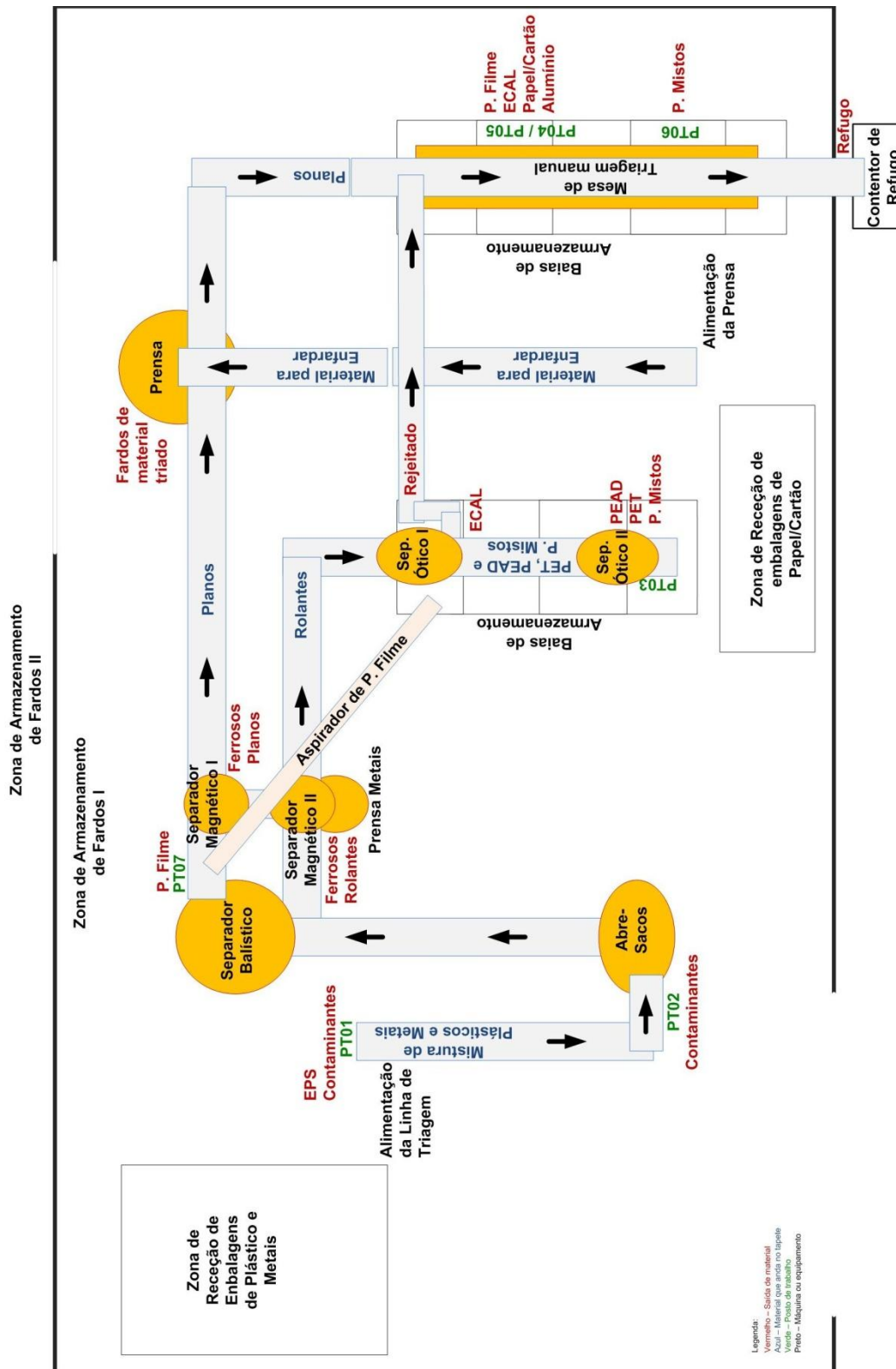


Figura 35 – Layout da Central de Triagem com as medidas implementadas

### 4.3 Plano de Implementação

Por forma a estabelecer uma prioritização das medidas propostas foi usada uma matriz de prioridades simples que tem em conta o impacto da medida na rentabilidade da Central de Triagem, o investimento necessário e o prazo para obtenção dos resultados.

A classificação de cada um dos itens considerados é explicada na Tabela 8. Cada componente tem 3 níveis de classificação.

**Tabela 8 – Classificação das componentes de prioritização**

<b>Impacto</b>	<b>Classificação</b>	<b>Investimento</b>	<b>Classificação</b>	<b>Prazo</b>	<b>Classificação</b>
Significativo	3	Reduzido	3	Curto Prazo	3
Moderado	2	Moderado	2	Médio Prazo	2
Reduzido	1	Significativo	1	Longo Prazo	1

A pontuação final da medida em causa é dada pela multiplicação das classificações de cada uma das 3 componentes:

$$\text{Pontuação} = \text{Impacto} \times \text{Investimento} \times \text{Prazo}$$

Na Tabela 9 são apresentados os valores atribuídos às três componentes de cada uma das medidas.

**Tabela 9 – Matriz de Prioridades**

<b>Proposta de Melhoria</b>	<b>Impacto</b>	<b>Investimento</b>	<b>Prazo</b>	<b>Pontuação</b>
Medida 1	3	1	3	<b>9</b>
Medida 2	3	1	3	<b>9</b>
Medida 3	2	1	3	<b>6</b>
Medida 4	3	1	2	<b>6</b>
Medida 5	2	2	3	<b>12</b>
Medida 6	1	3	2	<b>6</b>
Medida 7	1	3	1	<b>3</b>
Medida 8	3	1	1	<b>3</b>

Na Tabela 10 apresenta-se a hierarquia das medidas propostas, de acordo com a pontuação obtida por cada uma.

**Tabela 10 – Hierarquia de Implementação**

<b>Pontuação</b>	<b>Prioridade</b>	<b>Medida</b>
<b>12</b>	1º	Medida 5 – 5S
<b>9</b>	2º	Medida 1 – Aspirador de Plástico Filme
<b>9</b>	3º	Medida 2 – Tapete de Rejeitado
<b>6</b>	4º	Medida 3 – Separador Magnético
<b>6</b>	5º	Medida 4 – Plásticos Mistos
<b>6</b>	6º	Medida 7 – Standard Work
<b>3</b>	7º	Medida 6 - Círculos da Qualidade
<b>3</b>	8	Medida 8 - TPM



A medida com maior pontuação foi a Medida 5 – 5S, principalmente devido ao seu investimento reduzido e potencial de resultados a curto prazo. A proposta de recuperação do aspirador de plástico filme – Medida 1 e as medidas associadas ao layout dos equipamentos – Medidas 2 e 3 são as ações seguintes em termos de prioridade, contribuindo para a pontuação obtida o elevado impacto na rentabilidade da Central e Triagem e os resultados a curto prazo.

Seguidamente, a prioridade deverá ser o reprocessamento dos plásticos mistos da linha dos rolantes – Medida 4 e a implementação das instruções de trabalho ou Standard Work – Medida 7. Por fim, a implementação dos Círculos da Qualidade e do Total Productive Maintenance – Medidas 6 e 8, completa a hierarquia de implementação das medidas propostas.

## 5 Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados conseguidos, pela implementação de algumas medidas propostas, nomeadamente no layout da instalação. São ainda apresentados os valores dos indicadores de desempenho verificados no final do projeto, efetuando-se também uma comparação com os valores medidos anteriormente

### 5.1 Taxa de Refugo

Na Tabela 11 apresentam-se os valores da taxa de refugo nos primeiros nove meses de 2013. A taxa média de refugo neste período foi de 16,54%.

**Tabela 11 – Taxa de Refugo até Setembro de 2013 (%)**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
<b>Taxa de Refugo (%)</b>	22,49	21,33	15,49	17,39	17,58	14,99	13,13	12,73	13,71	-	-	-	16,54

De notar contudo que as ações de melhoria relatadas no Capítulo 4 só foram implementadas a partir de Junho de 2013, onde é clara a quebra na quantidade de refugo que é encaminhada para aterro. Analisando apenas os meses de Junho a Setembro a média é 13,64%, uma melhoria de 36,1% face ao valor registado em 2012 que foi de 21,34% (ver Tabela 3).

### 5.2 Produtividade

A produtividade nos primeiros nove meses de 2013 aumentou para 192,9 kg/hora.operador face aos 188,3 Kg/hora.operador. Este aumento justifica-se pelo aumento significativo da produção média semanal (passou de 56,5 para 65,1 toneladas), apesar de também o número médio de operadores ter aumentado para 9.

### 5.3 Valorizáveis no refugo

À semelhança do cálculo apresentado na fase de diagnóstico (ver 3.12.2), é apresentado na Tabela 12 o mesmo cálculo para os primeiros nove meses de 2013 e tendo em conta os relatórios de Caracterização dos Resíduos do Sistema do Norte Central efetuados em 2013 (Anexo III).

**Tabela 12 – Valorizáveis no Refugo (jan a set 2013)**

Material	Valorizáveis no Refugo (%)					Quantidades (9 meses) (ton)	Valor de Mercado (€ / ton)	Valor Total (€)
	1ª campanha (#1)	1ª campanha (#2)	2ª campanha (#1)	2ª campanha (#2)	Média			
Vidro	1,05%	2,87%	0,80%	1,32%	1,51%	6,31	35,0	221 €
Papel	1,74%	1,45%	2,74%	1,67%	1,90%	7,95	107,0	850 €
Cartão	2,39%	1,56%	3,21%	1,46%	2,16%	9,01	107,0	964 €
ECAL	1,10%	0,67%	1,11%	1,49%	1,09%	4,57	693,0	3.166 €
Plásticos Mistos	1,74%	1,17%	2,88%	1,43%	1,81%	7,55	245,0	1.849 €
Plástico Filme	2,09%	2,63%	1,49%	1,57%	1,95%	8,13	732,0	5.954 €
PET/PEAD	1,22%	1,15%	1,53%	2,55%	1,61%	6,74	732,0	4.936 €
EPS	0,06%	0,10%	0,04%	0,10%	0,08%	0,31	732,0	230 €
Metais Ferrosos	0,51%	0,38%	0,28%	0,20%	0,34%	1,43	540,0	773 €
Metais Não Ferrosos	0,18%	0,32%	0,34%	0,26%	0,28%	1,15	689,0	792 €
<b>Total</b>					<b>12,71%</b>	<b>53,16</b>		<b>19.735 €</b>

Neste período a média global de resíduos valorizáveis no refugo foi de 12,71%, uma melhoria de 25% face a 2012 onde se registou uma média de 16,95% (ver 3.12.2). Esta melhoria deveu-se principalmente à redução da quantidade de vidro e de metais ferrosos, tendo as restantes frações aumentado ligeiramente. Este valor corresponde a 53,6 toneladas ou 1,36 toneladas por semana.

Nos primeiros nove meses de 2013 foram perdidos 19.735€, face aos 24.995€ perdidos nos doze meses de 2012, pelo que, no que diz respeito ao valor económico perdido, não se registam melhorias significativas na medida em que o vidro é a fração com menor valor de mercado.

## 5.4 Processo Produtivo

A Tabela 13 apresenta os diferentes equipamentos e postos de trabalho ao longo da linha de produção, a distância percorrida por cada tipo de material e se este passa pelo equipamento sem valor acrescentado ou se sofre uma operação de valor acrescentado.

**Tabela 13 – Processo produtivo depois das alterações**

	Posto de Trabalho 01		Posto de Trabalho 02	Abre-Sacos	Separador Balístico	Linha dos Rolantes					Linha dos Planos / Cabine de Triagem Manual					Distância percorrida (m)
	Pré-Triagem	Alimentação da Linha				Separador Magnético II	Separador Ótico I	Separador Ótico II	Posto de Trabalho 03	Posto de Trabalho 07	Separador Magnético I	Posto de Trabalho 04/05	Posto de Trabalho 06			
Plástico-filme (p)	-	X	-	X	X						X				45,2	
PET (r)	-	X	-	X	X	-	X	X	X	X					76,8	
PEAD (r)	-	X	-	X	X	-	X	X	X	X					76,8	
ECAL (r)	-	X	-	X	X	-	X								69,6	
ECAL (p)	-	X	-	X	X						--		X		90,4	
EPS	X														0	
Plásticos-mistos (r)	-	X	-	X	X	-	X	X	X	X					74,8	
Plásticos-mistos (p)	-	X	-	X	X						--		--	X	99,4	
Metais ferrosos (r)	-	X	-	X	X	X									45,2	
Metais ferrosos (p)	-	X	-	X	X						--	X	--		46,3	
Metais não-ferrosos (r)	-	X	-	X	X	-							X		87,2	
Metais não-ferrosos (p)	-	X	-	X	X						--		X		75,9	
Contaminantes	X	X	X												18,9	

Com as alterações no layout foi possível reduzir cerca de 45 metros (50%) tanto na recuperação do plástico filme, como na recuperação dos metais ferrosos planos. Adicionalmente, o armazenamento temporário e o transporte dos metais ferrosos para a prensa foram eliminados.

## 5.5 Overall Equipment Effectiveness

### 5.5.1 OEE Atual

Na Tabela 14 apresenta-se o valor da OEE e das suas componentes registado no período de janeiro a setembro de 2013.

**Tabela 14 – OEE de Janeiro a Setembro de 2013**

<b>Disponibilidade</b>	<b>Velocidade</b>	<b>Qualidade</b>	<b>OEE</b>
80,0%	86,8%	88,5%	61,5%

Neste período OEE subiu para 61,5% face aos 53,4% registados em 2012 (ver 3.10.3). Esta subida é influenciada pela melhoria da velocidade que passou de 75,3% para 86,8%. O aumento na velocidade prende-se com o facto da produção média semanal atual ser de 65,1 toneladas, em vez das 56,5 toneladas registadas em 2012, mantendo-se iguais as restantes parcelas da equação. Este valor influencia também na Qualidade, na medida em que se a quantidade de plásticos mistos aumentou, também a fração dos plásticos mistos da linha dos roletes (considerada sem qualidade) será maior. Assim, apesar da quantidade de valorizáveis no refugo ter diminuído para 1,36 toneladas por semana, a Qualidade diminuiu 0,1% face a 2012.

### 5.5.2 OEE Projetada

Na Tabela 15 apresenta-se o valor projetado da OEE e das suas componentes neste cenário.

**Tabela 15 – OEE projetada**

<b>Disponibilidade</b>	<b>Velocidade</b>	<b>Qualidade</b>	<b>OEE</b>
80,0%	86,8%	97,8%	67,9%

Assim que a medida de reprocessamento dos plásticos mistos provenientes da linha dos roletes for implementada e ficar assim garantida a qualidade deste material, a fração da Qualidade aumentará significativamente para 97,8%.

## 5.6 Resumo dos Resultados

Na Tabela 16 apresenta-se um resumo dos resultados já obtidos e os resultados esperados para a Taxa de Vendas e para a OEE no caso das medidas propostas serem implementadas.

**Tabela 16 – Resumo dos resultados obtidos/projetados**

<b>Indicador</b>	<b>Valor Real 2012</b>	<b>Valor Real 2013 (Jan a Set)</b>	<b>Valor Projetado</b>
Tempo de Ciclo (min)	39,8	34,6	-
Taxa de Produção (ton/semana)	56,5	65,1	-
Produtividade (kg / hora.operador)	188,3	192,9	-
Taxa de Refugo (%)	21,34	16,54	-
Valorizáveis no Refugo (%)	16,95	12,71	-
OEE (%)	53,4	61,5	67,9
Taxa de Vendas (%)	81	-	83

Pela análise dos valores verifica-se que se registaram melhorias em todos os indicadores apresentados e que estes poderão inclusive melhorar quando todas as medidas propostas forem implementadas.

## 6 Conclusão

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais tendo em conta a adequação da filosofia lean à Central de Triagem de Riba d'Ave e discutidos os desafios desta filosofia no que diz respeito à sua implementação numa empresa contemporânea. São ainda apresentadas as conclusões do trabalho face aos objetivos iniciais (operacionais e de investigação) e a proposta de trabalhos futuros.

### 6.1 Considerações Finais / Análise Crítica

#### 6.1.1 Elementos da Filosofia Lean

Pelo estudo realizado foi possível perceber que a filosofia lean, no que diz respeito aos seus princípios e conceitos, é bastante completa e abrangente, tendo há muito deixado os limites da indústria automóvel, embora indubitavelmente é onde a filosofia é melhor aplicável sem ajustes de maior. Noutros tipos de indústrias os conceitos e ferramentas devem ser devidamente adaptadas por forma a corresponderem às expectativas da empresas em termos de resultados obtidos.

No que diz respeito ao tipo de produção como o da Central de Triagem alvo de estudo neste trabalho, a adaptação necessária da filosofia lean é significativa.

Começando pela particularidade da procura ser “invertida”, isto é, situar-se a montante da instalação e não a jusante como os negócios tradicionais torna o conceito de produção *Pull* (puxada), com o sistema de *Kanban*, não aplicável.

Também algumas ferramentas tidas como basilares em qualquer projeto de implementação da filosofia lean como o SMED ou o *heijunka*, não são aplicáveis. Neste caso não estamos perante uma linha de produção em que se monta um ou vários produtos finais pela conjugação de diferentes peças ou se transforma uma ou várias matérias primas num produto final, mas pelo contrário, desagrega-se um grande aglomerado de materiais de vários tipos (pilha de resíduos) em pequenos aglomerados de tipo único que finalmente são agregados em fardos. As mudanças de referência ou a produção nivelada não são, portanto, aplicáveis.

Pelo contrário, ferramentas como o 5S (a mais universal das ferramentas, na medida em que se aplica a qualquer situação), a Paragem de Linha, Standard Work, Círculos da Qualidade e

principalmente Total Productive Maintenance são perfeitamente adequadas e necessárias neste tipo de produção, na medida em que contribuem para a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos, para a qualidade dos produtos finais e para a eficiência da utilização da mão-de-obra, aspetos de maior importância numa instalação com as características da Linha de produção da Central de Triagem estudada.

Estas particularidades tornaram este projeto um interessante desafio no exercício de conjugação das ferramentas e conceitos da filosofia lean com a realidade do sistema de produção da Central de Triagem de Riba d'Ave.

### 6.1.2 Desafios da Filosofia Lean

Ao longo deste trabalho foram apresentados os fundamentos da filosofia lean, as suas origens e características e aspetos que a diferenciam das demais. Autores como Ruffa (2008) ou Schonberger (2008) relatam casos de sucesso na implementação e manutenção das práticas lean. Liker (2004) sustenta contudo, que a maioria das tentativas de adoção desta filosofia fica-se por uma abordagem superficial, concentrando-se demasiado em ferramentas como 5S e just-in-time, sem entender o lean como um sistema completo que deve preencher a cultura da organização. Refere também que na maioria das empresas, ao contrário da Toyota, a gestão de topo não está envolvida nas operações de dia-a-dia e de melhoria contínua que fazem parte do lean.

Por outro lado, Stewart et al. (2009), baseando-se em casos reais de fábricas da indústria automóvel consideradas lean, argumentam veementemente que a implementação do lean não é tão benéfica como outros autores sustentam e que em boa parte os desperdícios são apenas transferidos para fornecedores ou os próprios trabalhadores da empresa que trabalham muito mais no mesmo tempo e sob maior pressão psicológica e esse aspeto não se reflete nos seus salários mas, pelo contrário, aumenta os riscos de desemprego e de trabalho precário.

Esta questão sugere que apesar de, em teoria, a filosofia lean fazer todo o sentido e advogar melhorias para toda a Cadeia de Valor e Partes Interessadas (onde se incluem os trabalhadores da empresa), na prática nem sempre é atingido o sucesso, reforçando a ideia de que, de facto, esse apenas poderá ser alcançado com o pleno envolvimento dos operadores (tal como a filosofia lean prevê).



Neste caso em particular foi dado maior ênfase na aplicação das diferentes ferramentas do que à mudança de cultura da organização e das pessoas que lá trabalham. De referir, contudo, que os objetivos de aplicação da filosofia lean se centravam apenas numa instalação – Central de Triagem, que está integrada num complexo maior – CITRUS que por sua vez constitui uma das Unidades de Produção da empresa, e portanto, a mudança de cultura de toda a empresa nunca seria possível nem estava prevista no âmbito deste projeto.

Não obstante, o caminho para uma empresa atual adotar em pleno a filosofia lean, nomeadamente uma empresa ocidental que se debate dia-a-dia pela sobrevivência num mundo globalizado e em constante mudança, dificilmente é diferente. Isto é, começa pelos gestores intermédios aplicarem algumas ferramentas lean como 5S ou SMED em situações piloto, obtendo resultados suficientemente interessantes para a Gestão de Topo se convencer das vantagens da filosofia lean e aí sim, envolver-se na sua implementação. Só posteriormente poderá ser iniciado o envolvimento dos trabalhadores que são, desde o início, fundamentais para uma implementação bem sucedida.

A mudança de cultura da empresa, portanto, nunca será fácil e apenas se concluirá muitos anos depois. Neste aspeto é bom ter presente que a Toyota leva décadas de implementação desta filosofia num contínuo esforço de dominar todos os princípios da filosofia – Valor, Cadeia de Valor, Fluxo, Sistema *Pull* e Perfeição e portanto não deverá ser ambição de uma empresa atual atingir patamares de desenvolvimento, no que diz respeito à filosofia lean, semelhantes à Toyota. Pelo contrário, cada empresa deve competir consigo própria na implementação dos princípios lean buscando incessantemente a Perfeição.

## 6.2 Cumprimento dos Objetivos Operacionais

Os objetivos operacionais propostos para este trabalho foram, no global, atingidos. O objetivo principal – aumentar a rentabilidade da Central de Triagem foi conseguido apenas pelas mudanças do layout implementadas.

A taxa média de refugo da central de triagem passou de 21,34% em 2012 para 16,54% nos primeiros nove meses de 2013. No 3º trimestre de 2013 a taxa de refugo foi de 13,19%, uma melhoria de 38,2% face ao valor de 2012.

O Overall Equipment Effectiveness da Central de Triagem aumentou de 53,4% em 2012 para 61,5% no período de janeiro a setembro de 2013, essencialmente pelas melhorias verificadas na

Velocidade da Linha de Triagem que está agora bastante mais próxima da velocidade ideal. Esta melhoria deveu-se principalmente às alterações no layout e à entrada em funcionamento do aspirador de plástico filme que permitiram responder positivamente ao aumento das quantidades entradas e, conseqüentemente, a produção média semanal aumentou para 65,1 toneladas. Também influenciada por este aspeto e pelas medidas implementadas, a produtividade aumentou de 183,3 para 192,9 kg/hora.operador, apesar de haver agora um operador adicional na linha de triagem.

É esperado que a implementação das outras medidas propostas sustente e melhore as melhorias da rentabilidade já verificada.

Estima-se que após implementação do 5S, Standard Work e principalmente TPM, o tempo útil de produção aumente (aumentando a componente da Disponibilidade na OEE) e que sejam obtidos ganhos significativos na capacidade de produção.

Não foi possível obter os custos operacionais (passados e presentes) da Central de Triagem. Os dados disponíveis na empresa (nomeadamente os custos da manutenção, energia e a própria mão-de-obra que é partilhada de forma irregular com outras atividades) referem-se a à instalação como um todo e não distinguem a Central de Triagem.

### 6.3 Cumprimento dos Objetivos de Investigação

Os objetivos da investigação levada a cabo neste trabalho foram plenamente atingidos.

De facto, foi conduzida uma investigação sobre o Estado da Arte da Filosofia lean, os seus princípios, os seus pilares e principais ferramentas, assim como identificados alguns casos de implementação em indústrias que não a automóvel. Isto permite concluir não só que a Filosofia lean não se restringe às suas origens da indústria automóvel mas também que precisa de ser adaptada caso a caso, sob pena de não haver sucesso na sua implementação. Assim, foi possível aprofundar conhecimentos sobre de que forma e em que medida a filosofia lean se aplica ao modelo de negócio da central de triagem descrito em 3.3 – Caracterização do Negócio.

O contributo para o Conhecimento é claro, na medida em que não são conhecidos trabalhos que tenham como objetivo o estudo da adequação da filosofia lean a uma central de triagem de RSU.

## 6.4 Trabalhos Futuros

No que diz respeito à continuidade deste projeto sugere-se a implementação das propostas de melhoria que não foram ainda adotadas e que, como foi demonstrado no Capítulo 4, trarão mais valias e aumentarão a rentabilidade da Central de Triagem.

Como foi visto, não existe ainda literatura publicada sobre a implementação da filosofia lean neste tipo de instalações e processos produtivos, tal como este trabalho aborda, pelo que se sugere a sua replicação numa Central de Triagem localizada noutra região, comparando os resultados obtidos neste trabalho e discutindo formas alternativas de adoção da filosofia lean, publicando os resultados. Desta forma, será criado Conhecimento nesta área e contribuir-se-á para a evolução de um bem público como é a correta gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Por outro lado, seria interessante um estudo semelhante da Central de Tratamento Mecânico de RSU, provenientes da recolha indiferenciada e que instalada junto da Central de Triagem alvo deste estudo. Os princípios de funcionamento, os equipamentos e os processos da Central de Tratamento Mecânico são em tudo semelhantes à Central de Triagem e a sua eficiência tem igual (senão maior) importância para a sustentabilidade económica, social e ambiental do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos.



## Bibliografia

Art of Lean, Inc. (2013). *Toyota Production System Basic Handbook*. Retrieved from [http://www.artoflean.com/files/Basic\\_TPS\\_Handbook\\_v1.pdf](http://www.artoflean.com/files/Basic_TPS_Handbook_v1.pdf)

Byrne, G., Lubowe, D., & Blitz, A. (2007). Using a Lean Six Sigma approach to drive innovation: *Strategy & Leadership*.

Comissão das Comunidades Europeias. (2005). *Avançar para uma utilização sustentável dos recursos: Estratégia Temática de Prevenção e Reciclagem de Resíduos*. Bruxelas, Bélgica.

Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2007). *Gestão da Produção*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas Lda.

Duret, D., & Pillet, M. (2009). *Qualidade na Produção: da ISO 9000 ao Seis Sigma*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas Lda.

Empresa Geral de Fomento. (2012). *Caracterização de Resíduos Urbanos do Sistema Multimunicipal do Norte Central - Relatório Final 2012*.

Fujimoto, T. (1999). *The Evolution of a Manufacturing System at Toyota*: Oxford University Press.

Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation*. Portland, OR: Productivity Press.

Hodge, G. L., Ross, K. G., Joines, J. A., & Thoney, K. (2011). Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 22:3, 237-247

Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). Plastics recycling: challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 364 (1526), 2115-2126. doi: 10.1098/rstb.2008.0311

Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3681-3698. doi: 10.1080/00207540701223519

Lean Healthcare Exchange. (2013). Website acedido em 27 de Julho de 2013 e disponível em: <http://www.leanhealthcareexchange.com>

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.

Ohno, T. (1978). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*: Taylor & Francis.

- O'Brien, R. (1998). An Overview of the Methodological Approach of Action Research. Disponível em: <http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>, acessado em 24-03-2013.
- Piedade, M., & Aguiar, P. (2010). *Opções de Gestão de Resíduos Urbanos*. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean, A filosofia das organizações vencedoras*: Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- Ruffa, S. A. (2008). *Going Lean: How the Best Companies Apply Lean Manufacturing Principles to Shatter Uncertainty, Drive Innovation, and Maximize Profits*. New York: AMACOM - American Management Association.
- Santiago, N. (2004). Process Excellence in the Manufacturing Value Chain. Disponível em [www.pharmamanufacturing.com](http://www.pharmamanufacturing.com), acessado em 15-06-2013.
- Schonberger, R. (2008). *Best practices in lean six sigma process improvement*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Spear, S., & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. Harvard Business Review.
- Stewart, P., Richardson, M., Danford, A., Murphy, K., Richardson, T., & Wass, V. (2009). *We Sell Our Time No More*. London: Pluto Press.
- The Lean Enterprise Institute. (2008). *Lean Lexicon* (4th ed.).
- Vilão, R., Venâncio, C., Gervásio, I., Silva, J., Liberal, P., & Ribeiro, R. (2012). *Relatório do Estado do Ambiente 2012*. Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. Retrieved from <http://sniamb.apambiente.pt/docs/REA/rea2012.pdf>.
- Willmott, P., & McCarthy, D. (2001). *TPM - A Route to World-Class Performance*. Butterworth-Heinemann.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking*. New York: Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1990). *The Machine That Changed The World*: Rawson Associates.

Anexos

# Anexo I – Caracterização dos Plásticos - 2012

Tabela 17 – Valores da Caracterização dos plásticos #1 (1ª Campanha de 2012)

SMM:	Resorte - Vale do Ave	Data de chegada:	12-03-2012 <th>ção de caracter</th> <td></td> <th>início e fim (horas)</th> <td></td>	ção de caracter		início e fim (horas)			
Origem:	Recicla Selectiva Embalagens	Data de preparação:	12-03-2012			11:30	16:40		
Identificação (n.º ordem chegada):	Embalagens 1	Data de caracterização:	12-03-2012						
		Peso volumico	m3	kg		kg/m3	Vol.		
		4,450		252,90		57	4,450		
FLUXO EMBALAGENS									
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	% PESO			
Bio-Resíduos			11,30	22,00		4,50%			
	Resíduos alimentares		10,55	20,00	527,50	4,20%			
	Resíduos de jardim		0,30	1,00	300,00	0,12%			
	Outros		0,45	1,00	450,00	0,18%			
Papéis			3,70	85,00		1,47%			
	Embalagens de papel		1,05	40,00	26,25	0,42%			
	Jornais, revistas e folhetos		0,75	10,00	75,00	0,30%			
	Papéis de escritório		1,15	20,00	57,50	0,46%			
	Outros papéis		0,75	15,00	50,00	0,30%			
Cartões			3,80	100,00		1,51%			
	Embalagens de cartão		3,55	90,00	39,44	1,41%			
	Outros cartões		0,25	10,00	25,00	0,10%			
Compositos			36,55	525,00		14,54%			
	Embalagens compostas de cartão		24,40	375,00	65,07	9,71%			
	Outras embalagens compostas		5,00	100,00	50,00	1,99%			
	Pequenos aparelhos electrodomésticos		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Outros compostos não embalagem		7,15	50,00	143,00	2,84%			
Têxteis			0,90	10,00		0,36%			
	Têxteis embalagem		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Têxteis não embalagem		0,90	10,00	90,00	0,36%			
Têxteis sanitários			0,50	5,00	100,00	0,20%			
Plásticos			139,10	4507,00		55,34%			
	Filmes		39,00	1695,00		15,52%			
		PE > A3		20,80	870,00	23,91	8,28%		
		PE < A3		13,85	500,00	27,70	5,51%		
		PE estirável		1,55	50,00	31,00	0,62%		
		PP > A3		0,10	30,00	3,33	0,04%		
		PP < A3		2,70	245,00	11,02	1,07%		
		Noutros materiais		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
		Garrafas e frascos			69,60	2152,00		27,69%	
			PVC		0,25	2,00	125,00	0,10%	
			PVC-óleo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	PET			35,35	1351,00	26,17	14,06%		
	PET-óleo			4,65	145,00	32,07	1,85%		
	PE			25,60	560,00	45,71	10,19%		
	PE-óleo			1,35	34,00	39,71	0,54%		
	PP			2,40	60,00	40,00	0,96%		
	Noutros materiais		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Embalagens EPS		0,35	35,00	10,00	0,14%			
	Outras embalagens plásticas		12,40	445,00	27,87	4,93%			
	Outros plásticos (PP, PE, PET, PVC)		1,55	20,00	77,50	0,62%			
	Outros plásticos		16,20	160,00	101,25	8,45%			
	Combustíveis não especificados			1,70	10,00		0,68%		
		Embalagens combustíveis n.º especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
Outros combustíveis n.º especificados			1,70	10,00	170,00	0,68%			
Madeira			0,20	2,00		0,08%			
	Madeira embalagem		0,05	1,00	50,00	0,02%			
	Madeira não embalagem		0,15	1,00	150,00	0,06%			
Vidro			6,10	11,00		2,43%			
	Embalagens de vidro		5,85	10,00	585,00	2,33%			
	Outro vidro (não embalagem)		0,25	1,00	250,00	0,10%			
Metais			25,35	207,00		10,09%			
	Embalagens ferrosas		18,70	165,00	113,33	7,44%			
	Embalagens não ferrosas		2,10	35,00	60,00	0,84%			
	Outros ferrosos		2,55	3,00	850,00	1,01%			
	Outros não ferrosos		2,00	4,00	500,00	0,80%			
Incombustíveis não especificados			0,45	1,00		0,18%			
	Embalagens incombustíveis n.º especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Outros incombustíveis n.º especificados		0,45	1,00	450,00	0,18%			
Resíduos domésticos especiais			14,85	66,00		5,91%			
	Embalagens		2,05	6,00	258,25	0,82%			
	Baterias e acumuladores		0,05	1,00	50,00	0,02%			
	Produtos químicos		0,05	1,00	50,00	0,02%			
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Outros resíduos perigosos		0,60	25,00	24,00	0,24%			
	Outros resíduos domésticos especiais		0,15	1,00	150,00	0,06%			
	Sacos fechados com lixo		11,95	30,00	398,33	4,75%			
Resíduos finos (< 20 mm)		6,85	100,00	68,50	2,73%				
<b>TOTAL</b>			<b>251,35</b>	<b>5651,00</b>		<b>100,00%</b>			



Tabela 18 – Valores da Caracterização dos plásticos #2 (1ª Campanha de 2012)

SMM:	Resortle - Vale do Ave	Data de chegada:	15-03-2012	tipo de caracterização:	início e fim (horas)			
Origem:	Recolha Selectiva Embalagens	Data de preparação:	15-03-2012		8:00 11:40			
Identificação (n.º ordem chegada):	Embalagens 2	Data de caracterização:	15-03-2012					
			m3	kg	kg/m3 Vol.			
			4.450	252,95	57 4.450			
<b>FLUXO EMBALAGENS</b>								
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	% PESO		
Bio-Resíduos			3,05	5,00		1,21%		
	Resíduos alimentares		3,05	5,00	610,00	1,21%		
	Resíduos de jardim		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
Papéis			5,45	96,00		2,16%		
	Embalagens de papel		1,00	45,00	22,22	0,40%		
	Jornais, revistas e folhetos		2,35	20,00	117,50	0,93%		
	Papéis de escritório		0,15	2,00	75,00	0,06%		
	Outros papéis		1,95	29,00	67,24	0,77%		
Cartões			5,05	115,00		2,06%		
	Embalagens de cartão		4,70	111,00	42,34	1,86%		
Compostos	Outros cartões		0,35	4,00	87,50	0,14%		
			39,75	692,00		15,77%		
	Embalagens compostas de cartão		23,75	510,00	46,57	9,42%		
	Outras embalagens compostas		2,85	95,00	30,00	1,13%		
	Pequenos aparelhos electrodomésticos		0,75	2,00	375,00	0,30%		
Têxteis	Outros compostos não embalagem		12,40	85,00	145,88	4,92%		
			1,10	10,00		0,44%		
	Têxteis embalagem		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
Têxteis sanitários	Têxteis não embalagem		1,10	10,00	110,00	0,44%		
			0,80	2,00	400,00	0,32%		
Plásticos			140,50	4503,00		55,73%		
	Filmes		32,35	1440,00		12,83%		
		PE > A3		15,95	715,00	22,31	6,33%	
		PE < A3		11,75	445,00	26,40	4,66%	
		PE estirável		0,45	40,00	11,25	0,18%	
		PP > A3		1,05	15,00	70,00	0,42%	
		PP < A3		3,15	225,00	14,00	1,25%	
		Noutros materiais		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		Garrafas e frascos			73,90	2402,00		29,31%
			PVC		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
			PVC-óleo		0,35	7,00	50,00	0,14%
	PET			41,25	1650,00	25,00	16,36%	
	PET-óleo			5,20	150,00	34,67	2,06%	
	PE			24,50	540,00	45,37	9,72%	
	PE-óleo			1,35	5,00	270,00	0,54%	
	PP			1,25	50,00	20,00	0,50%	
	Noutros materiais		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Embalagens EPS		1,20	10,00	120,00	0,48%		
	Outras embalagens plásticas		9,90	380,00	26,05	3,93%		
	Outros plásticos (PP, PE, PET, PVC)		0,05	1,00	50,00	0,02%		
	Outros plásticos		23,10	270,00	85,56	9,16%		
	Combustíveis não especificados			3,10	15,00		1,23%	
		Embalagens combustíveis n.º especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
Madeira	Outros combustíveis n.º especificados		3,10	15,00	206,67	1,23%		
			0,75	2,00		0,30%		
Madeira	Madeira embalagem		0,05	1,00	50,00	0,02%		
	Madeira não embalagem		0,70	1,00	700,00	0,28%		
			11,10	31,00		4,60%		
Vidro	Embalagens de vidro		11,05	30,00	368,33	4,38%		
	Outro vidro (não embalagem)		0,05	1,00	50,00	0,02%		
Metais			24,60	269,00		9,76%		
	Embalagens ferrosas		20,85	225,00	92,67	8,27%		
	Embalagens não ferrosas		2,15	40,00	53,75	0,85%		
	Outros ferrosos		1,50	3,00	500,00	0,60%		
	Outros não ferrosos		0,10	1,00	100,00	0,04%		
Incombustíveis não especificados			0,75	1,00		0,30%		
	Embalagens incombustíveis n.º especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
Resíduos domésticos especiais	Outros incombustíveis n.º especificados		0,75	1,00	750,00	0,30%		
			10,45	71,00		4,15%		
	Embalagens		0,15	3,00	50,00	0,06%		
	Pilhas e acumuladores		0,35	1,00	350,00	0,14%		
	Produtos químicos		3,45	30,00	115,00	1,37%		
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo		0,05	1,00	50,00	0,02%		
	Outros resíduos perigosos		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros resíduos domésticos especiais		0,05	1,00	50,00	0,02%		
Sacos fechados com lixo		6,40	35,00	182,86	2,54%			
Resíduos finos (< 20 mm)		5,85	50,00	113,00	2,24%			
<b>TOTAL</b>			<b>252,10</b>	<b>5862,00</b>		<b>100,00%</b>		

Tabela 19 – Valores da Caracterização dos plásticos #3 (1ª Campanha de 2012)

SMM:	Resnorte - Vale do Ave	Data de chegada:	17-03-2012	tipo de caracter		início e fim (horas)		
Origem:	Recolha Selectiva Embalagens	Data de preparação:	17-03-2012			8:00	11:15	
Identificação (n.º ordem chegada):	Embalagens 3	Data de caracterização:	17-03-2012					
			m3	kg	kg/m3	Vol.		
			4.800	258,20	53	4.800		
FLUXO EMBALAGENS								
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	% PESO		
Bio-Resíduos	Resíduos alimentares		0,65	1,00	650,00	0,25%		
	Resíduos de jardim		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
Papéis	Embalagens de papel		3,70	93,00		1,45%		
	Jornais, revistas e folhetos		0,95	50,00	19,00	0,37%		
	Papéis de escritório		1,70	15,00	113,33	0,66%		
	Outros papéis		0,05	1,00	50,00	0,02%		
Cartões	Embalagens de cartão		1,00	27,00	37,04	0,39%		
	Embalagens de cartão		6,60	144,00		2,58%		
	Outros cartões		6,25	140,00	44,64	2,44%		
Compostos	Outros cartões		0,35	4,00	87,50	0,14%		
	Embalagens compostas de cartão		35,90	715,00		14,04%		
	Outras embalagens compostas		24,65	520,00	47,40	9,64%		
	Pequenos aparelhos electrodomésticos		5,15	140,00	36,79	2,01%		
	Outros compostos não embalagem		2,05	35,00	58,57	0,80%		
Têxteis			4,05	20,00	202,50	1,58%		
	Têxteis embalagem		2,95	40,00		1,15%		
Têxteis não embalagem			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
Têxteis sanitários			2,95	40,00	73,75	1,15%		
Plásticos			2,60	20,00	130,00	1,02%		
			151,65	5242,00		59,30%		
Filmes			48,05	1690,00		18,79%		
		PE > A3	27,80	985,00	28,22	10,87%		
		PE < A3	14,45	510,00	28,33	5,65%		
		PE estirável	1,35	50,00	27,00	0,53%		
		PP > A3	0,25	40,00	6,25	0,10%		
		PP < A3	4,20	305,00	13,77	1,64%		
		Noutros materiais	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Garrafas e frascos			73,00	2601,00		28,54%	
			PVC	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
			PVC-óleo	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
			PET	40,75	1751,00	23,27	15,93%	
			PET-óleo	4,05	145,00	27,93	1,58%	
			PE	25,50	640,00	39,84	9,97%	
			PE-óleo	0,65	15,00	43,33	0,25%	
			PP	2,05	50,00	41,00	0,80%	
			Noutros materiais	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
			Embalagens EPS		0,70	60,00	11,67	0,27%
	Outras embalagens plásticas			12,40	450,00	27,56	4,85%	
			Outros plásticos (PP, PE, PET, PVC)	0,35	1,00	350,00	0,14%	
			Outros plásticos	17,15	240,00	71,46	8,71%	
Combustíveis não especificados			7,95	35,00		3,11%		
		Embalagens combustíveis n° especificadas	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
		Outros combustíveis n° especificados	7,95	35,00	227,14	3,11%		
Madeira			0,55	2,00		0,22%		
		Madeira embalagem	0,05	1,00	50,00	0,02%		
	Madeira não embalagem		0,50	1,00	500,00	0,20%		
Vidro			4,65	11,00		1,82%		
		Embalagens de vidro	4,50	10,00	450,00	1,76%		
	Outro vidro (não embalagem)		0,15	1,00	150,00	0,06%		
Metais			22,65	250,00		8,86%		
		Embalagens ferrosas	17,40	200,00	87,00	6,80%		
		Embalagens não ferrosas	2,45	45,00	54,44	0,96%		
		Outros ferrosos	1,95	3,00	650,00	0,78%		
Incombustíveis não especificados			0,85	2,00	425,00	0,33%		
		Outros não ferrosos	2,35	2,00		0,82%		
		Embalagens incombustíveis n° especificadas	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros incombustíveis n° especificados	2,35	2,00	1175,00	0,92%			
Resíduos domésticos especiais			10,45	72,00		4,09%		
		Embalagens	2,20	5,00	440,00	0,86%		
		Pilhas e acumuladores	0,55	1,00	550,00	0,22%		
		Produtos químicos	1,95	25,00	78,00	0,76%		
		Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo	0,05	1,00	50,00	0,02%		
		Outros resíduos perigosos	0,70	20,00	35,00	0,27%		
		Outros resíduos domésticos especiais	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Sacos fechados com lixo	5,00	20,00	250,00	1,96%			
Resíduos finos (< 20 mm)			3,10	56,00	62,60	1,21%		
TOTAL			255,75	6677,00		100,00%		

Tabela 20 – Valores da Caracterização dos plásticos #1 (2ª Campanha de 2012)

SMM:	Resnorte - Vale do Ave	Data de chegada:	Duração de caracter		Início e fim (horas)		
Origem:	Recolha Seletiva Embalagens	Data de preparação:	17-07-2012		10:40	15:20	
Identificação (n.º ordem chegada):	Embalagens 1	Data de caracterização:	17-07-2012				
		m3	kg	kg/m3	Vol.		
		Peso volumico	4.850	252,80	52	4.850	
FLUXO EMBALAGENS							
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	% PESO	
Bio-Resíduos	Resíduos alimentares		3,40	8,00		1,35%	
	Resíduos de jardim		0,15	1,00	464,29	1,29%	
	Outros		0,00	0,00	150,00	0,06%	
Papéis			6,85	146,00	#DIV/0!	2,72%	
	Embalagens de papel		1,25	50,00	25,00	0,50%	
	Jornais, revistas e folhetos		3,75	35,00	107,14	1,49%	
	Papéis de escritório		0,05	1,00	50,00	0,02%	
Cartões	Outros papéis		1,80	60,00	30,00	0,72%	
			9,25	177,00		3,68%	
	Embalagens de cartão		9,10	175,00	52,00	3,62%	
Compositos	Outros cartões		0,15	2,00	75,00	0,06%	
			34,75	690,00		13,82%	
	Embalagens compostas de cartão		23,00	545,00	42,20	9,55%	
	Outras embalagens compostas		4,25	95,00	44,74	1,69%	
	Pequenos aparelhos electrodomésticos		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
Têxteis	Outros compostos não embalagem		7,50	50,00	150,00	2,98%	
			4,00	45,00		1,59%	
	Têxteis embalagem		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
Têxteis sanitários	Têxteis não embalagem		4,00	45,00	88,89	1,59%	
			0,55	7,00	78,57	0,22%	
Plásticos	Fímes		140,10	5484,00		55,71%	
			37,35	2235,00		14,85%	
		PE > A3	20,85	1115,00	18,52	8,21%	
		PE < A3	11,70	690,00	16,96	4,65%	
		PE estirável	2,00	100,00	0,80	0,80%	
		PP > A3	0,35	40,00	8,75	0,14%	
		PP < A3	2,65	290,00	9,14	1,05%	
		Noutros materiais	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		Garrafas e frascos		73,05	2418,00		29,05%
			PVC	0,15	3,00	50,00	0,06%
			PVC-óleo	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
			PET	39,60	1545,00	25,83	15,75%
	PET-óleo		2,95	105,00	28,10	1,17%	
	PE		26,70	660,00	40,45	10,62%	
	PE-óleo		1,05	45,00	23,33	0,42%	
	PP		2,60	60,00	43,33	1,03%	
	Embalagens EPS	Noutros materiais	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
			0,55	50,00	11,00	0,22%	
		Outras embalagens plásticas	16,10	620,00	25,97	6,40%	
	Outros plásticos (PP, PE, PET, PVC)		0,05	1,00	50,00	0,02%	
		Outros plásticos	13,00	160,00	81,25	5,17%	
	Combustíveis não especificados		0,85	10,00		0,34%	
		Embalagens combustíveis n° especificadas	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
Outros combustíveis n° especificados		0,85	10,00	85,00	0,34%		
Madeira		0,20	2,00		0,08%		
	Madeira embalagem	0,05	1,00	50,00	0,02%		
	Madeira não embalagem	0,15	1,00	150,00	0,06%		
Vidro		7,30	26,00		2,90%		
	Embalagens de vidro	6,85	25,00	274,00	2,72%		
	Outro vidro (não embalagem)	0,45	1,00	450,00	0,18%		
Metais		20,75	245,00		8,25%		
	Embalagens ferrosas	16,60	185,00	89,73	6,60%		
	Embalagens não ferrosas	2,20	50,00	44,00	0,87%		
	Outros ferrosos	1,95	10,00	195,00	0,78%		
	Outros não ferrosos	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
Incombustíveis não especificados		0,85	1,00		0,34%		
	Embalagens incombustíveis n° especificadas	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros incombustíveis n° especificados	0,85	1,00	850,00	0,34%		
Resíduos domésticos especiais		14,15	88,00		5,63%		
	Embalagens	3,00	17,00	176,47	1,19%		
	Pilhas e acumuladores	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Produtos químicos	1,10	20,00	55,00	0,44%		
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros resíduos perigosos	0,20	5,00	40,00	0,08%		
	Outros resíduos domésticos especiais	0,05	1,00	50,00	0,02%		
	Sacos fechados com lixo	9,80	45,00	217,78	3,90%		
Resíduos finos (< 20 mm)		8,50	45,00	188,89	3,38%		
TOTAL			251,50	6974,00		100,00%	

Tabela 21 – Valores da Caracterização dos plásticos #2 (2ª Campanha de 2012)

SMM:	Resinorte - Vale do Ave	Data de chegada:	Duração de caracter		Início e fim (horas)			
Origem:	Recolha Selectiva Embalagens	Data de preparação:	19-07-2012		8:00	13:40		
Identificação (n.º ordem chegada):	Embalagens 2	Data de caracterização:	19-07-2012					
			m3	kg	kg/m3	Vol.		
			4.350	254,30	58	4.350		
FLUXO EMBALAGENS								
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	% PESO		
Bio-Resíduos			1,40	4,00		0,55%		
	Resíduos alimentares		1,40	4,00	350,00	0,55%		
	Resíduos de jardim		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
Papéis			5,10	141,00		2,01%		
	Embalagens de papel		0,95	50,00	19,00	0,37%		
	Jornais, revistas e folhetos		1,95	20,00	97,50	0,77%		
	Papéis de escritório		0,05	1,00	50,00	0,02%		
	Outros papéis		2,15	70,00	30,71	0,85%		
Cartões			5,55	117,00		2,19%		
	Embalagens de cartão		4,10	102,00	40,20	1,61%		
	Outros cartões		1,45	15,00	96,67	0,57%		
Compostos			38,85	618,00		15,30%		
	Embalagens compostas de cartão		20,20	440,00	45,91	7,95%		
	Outras embalagens compostas		2,85	75,00	38,00	1,12%		
	Pequenos aparelhos electrodomésticos		0,55	3,00	183,33	0,22%		
	Outros compostos não embalagem		15,25	100,00	152,50	6,00%		
Têxteis			1,15	7,00		0,45%		
	Têxteis embalagem		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Têxteis não embalagem		1,15	7,00	164,29	0,45%		
Têxteis sanitários			0,75	4,00	187,50	0,30%		
Plásticos			138,90	4827,00		54,69%		
	Fímes		32,85	1960,00		12,03%		
		PE > A3		16,45	980,00	16,79	6,46%	
		PE < A3		12,20	590,00	20,68	4,80%	
		PE estirável		0,80	50,00	16,00	0,31%	
		PP > A3		0,50	45,00	11,11	0,20%	
		PP < A3		2,90	295,00	9,83	1,44%	
		Noutros materiais		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		Garrafas e frascos			74,20	2232,00		29,21%
			PVC		0,35	5,00	70,00	0,14%
			PVC-óleo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
			PET		41,10	1450,00	28,34	16,18%
			PET-óleo		3,70	107,00	34,58	1,46%
	PE			26,60	600,00	44,33	10,47%	
	PE-óleo			1,05	30,00	35,00	0,41%	
	PP			1,40	40,00	35,00	0,55%	
	Noutros materiais		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Embalagens EPS		0,45	40,00	11,25	0,18%		
	Outras embalagens plásticas		11,30	380,00	29,74	4,45%		
	Outros plásticos (PP, PE, PET, PVC)		0,50	5,00	100,00	0,20%		
	Outros plásticos		19,60	210,00	93,33	7,72%		
	Combustíveis não especificados			2,00	15,00		0,79%	
		Embalagens combustíveis n/ especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		Outros combustíveis n/ especificados		2,00	15,00	133,33	0,79%	
	Madeira			0,55	3,00		0,22%	
		Madeira embalagem		0,10	1,00	100,00	0,04%	
		Madeira não embalagem		0,45	2,00	225,00	0,18%	
Vidro			4,60	13,00		1,81%		
	Embalagens de vidro		4,35	12,00	362,50	1,71%		
	Outro vidro (não embalagem)		0,25	1,00	250,00	0,10%		
Metais			24,00	217,00		9,45%		
	Embalagens ferrosas		17,85	165,00	108,18	7,03%		
	Embalagens não ferrosas		2,20	40,00	55,00	0,87%		
	Outros ferrosos		3,00	10,00	300,00	1,16%		
	Outros não ferrosos		0,95	2,00	475,00	0,37%		
Incombustíveis não especificados			4,95	5,00		1,95%		
	Embalagens incombustíveis n/ especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros incombustíveis n/ especificados		4,95	5,00	990,00	1,95%		
Resíduos domésticos especiais			19,75	109,00		7,78%		
	Embalagens		5,55	27,00	205,56	2,19%		
	Pilhas e acumuladores		0,05	1,00	50,00	0,02%		
	Produtos químicos		1,60	40,00	40,00	0,63%		
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros resíduos perigosos		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros resíduos domésticos especiais		0,15	1,00	150,00	0,06%		
	Sacos fechados com lixo		12,40	40,00	310,00	4,88%		
	Resíduos finos (< 20 mm)		6,45	50,00	129,00	2,54%		
<b>TOTAL</b>			<b>254,00</b>	<b>6130,00</b>		<b>100,00%</b>		

**Tabela 22 – Valores da Caracterização dos plásticos #3 (2ª Campanha de 2012)**

SMM:	Resinorte - Vale do Ave	Data de chegada:	Duração de caracter		início e fim (horas)		
Origem:	Recolha Seletiva Embalagens	Data de preparação:	21-07-2012		8:00	12:00	
Identificação (n.º ordem chegada):	Embalagens 3	Data de caracterização:	21-07-2012				
			m3	kg	kg/m3	Vol.	
			5,000	255,00	51	5,000	
<b>FLUXO EMBALAGENS</b>							
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	% PESO	
Bio-Resíduos			<b>0,85</b>	<b>3,00</b>		<b>0,36%</b>	
	Resíduos alimentares		0,65	2,00	325,00	0,27%	
	Resíduos de jardim		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Outros		0,20	1,00	200,00	0,08%	
Papéis			<b>8,90</b>	<b>133,00</b>		<b>3,74%</b>	
	Embalagens de papel		1,35	50,00	27,00	0,57%	
	Jornais, revistas e folhetos		5,10	30,00	170,00	2,14%	
	Papéis de escritório		0,15	3,00	50,00	0,06%	
Outros papéis		2,30	50,00	46,00	0,97%		
Cartões			<b>2,85</b>	<b>80,00</b>		<b>1,20%</b>	
	Embalagens de cartão		2,35	75,00	31,33	0,99%	
	Outros cartões		0,50	5,00	100,00	0,21%	
Compostos			<b>31,05</b>	<b>625,00</b>		<b>13,05%</b>	
	Embalagens compostas de cartão		20,75	500,00	41,50	8,72%	
	Outras embalagens compostas		3,50	75,00	46,67	1,47%	
	Pequenos aparelhos electrodomésticos		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
Têxteis			<b>6,80</b>	<b>50,00</b>		<b>2,86%</b>	
	Outros compostos não embalagem		1,30	10,00		0,55%	
	Têxteis embalagem		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Têxteis não embalagem		1,30	10,00	130,00	0,55%	
Têxteis sanitários			<b>1,70</b>	<b>10,00</b>	<b>170,00</b>	<b>0,71%</b>	
Plásticos			<b>133,55</b>	<b>5420,00</b>		<b>56,14%</b>	
	Filmes		37,00	2077,00		15,55%	
		PE > A3	20,60	1072,00	19,22	8,66%	
		PE < A3	12,95	690,00	18,77	5,44%	
		PE estirável	1,00	50,00	20,00	0,42%	
		PP > A3	0,05	20,00	2,50	0,02%	
		PP < A3	2,40	245,00	9,80	1,01%	
		Noutros materiais	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		Garrafas e frascos		68,95	2513,00		28,98%
			PVC	0,25	3,00	83,33	0,11%
			PVC-óleo	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
			PET	35,95	1705,00	21,09	15,11%
			PET-óleo	3,10	100,00	31,00	1,30%
			PE	28,70	670,00	42,84	12,06%
	PE-óleo		0,95	35,00	27,14	0,40%	
	PP	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Noutros materiais	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Embalagens EPS	0,55	55,00	10,00	0,23%		
	Outras embalagens plásticas	13,20	565,00	23,36	5,55%		
	Outros plásticos (PP, PE, PET, PVC)	0,95	30,00	31,67	0,40%		
	Outros plásticos	12,90	180,00	71,67	5,42%		
	Combustíveis não especificados			<b>2,05</b>	<b>20,00</b>		<b>0,86%</b>
		Embalagens combustíveis n/ especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
Outros combustíveis n/ especificados			2,05	20,00	102,50	0,86%	
Madeira			<b>0,15</b>	<b>2,00</b>		<b>0,06%</b>	
	Madeira embalagem		0,05	1,00	50,00	0,02%	
	Madeira não embalagem		0,10	1,00	100,00	0,04%	
Vidro			<b>9,65</b>	<b>27,00</b>		<b>4,06%</b>	
	Embalagens de vidro		8,60	25,00	344,00	3,61%	
	Outro vidro (não embalagem)		1,05	2,00	525,00	0,44%	
Metais			<b>20,70</b>	<b>273,00</b>		<b>8,70%</b>	
	Embalagens ferrosas		15,80	200,00	79,00	6,64%	
	Embalagens não ferrosas		3,00	50,00	60,00	1,26%	
	Outros ferrosos		1,35	20,00	67,50	0,57%	
	Outros não ferrosos		0,55	3,00	183,33	0,23%	
Incombustíveis não especificados			<b>1,30</b>	<b>1,00</b>		<b>0,55%</b>	
	Embalagens incombustíveis n/ especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Outros incombustíveis n/ especificados		1,30	1,00	1300,00	0,55%	
Resíduos domésticos especiais			<b>18,05</b>	<b>86,00</b>		<b>7,59%</b>	
	Embalagens		3,95	11,00	359,09	1,66%	
	Pilhas e acumuladores		0,10	1,00	100,00	0,04%	
	Produtos químicos		2,75	40,00	68,75	1,16%	
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Outros resíduos perigosos		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Outros resíduos domésticos especiais		0,45	4,00	112,50	0,19%	
	Sacos fechados com lixo		10,80	30,00	360,00	4,54%	
Resíduos finos (< 20 mm)		<b>5,80</b>	<b>50,00</b>	<b>116,00</b>	<b>2,44%</b>		
<b>TOTAL</b>			<b>237,90</b>	<b>6740,00</b>		<b>100,00%</b>	

## Anexo II – Caracterização do Refugo - 2012

Tabela 23 – Valores da Caracterização do Refugo #1 (1ª Campanha de 2012)

SMM:	Resort - Vale do Ave	Data de chegada:	13-03-2012	tipo de caracter		inicio e fim (horas)	9:10 - 12:00		
Origem:	Refugo da triagem das Embalagens	Data de preparação:	13-03-2012						
Identificação:	Refugo da Triagem 1	Data de caracterização:	13-03-2012						
Peso Total da Carga		Peso volumico	1,900	kg	256,25	kg/m3	135		
							Vol. 1.900		
REFUGO DA TRIAGEM DAS EMBALAGENS									
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	% PESO			
Bio-Resíduos			16,55	45,00		6,55%			
	Resíduos alimentares		12,20	25,00	488,00	4,82%			
	Resíduos de jardim		1,20	10,00	120,00	0,47%			
	Outros		3,15	10,00	315,00	1,25%			
Papeléis			12,05	142,00		4,77%			
	Embalagens de papel		2,00	50,00	40,00	0,79%			
	Jornais, revistas e folhetos		4,85	25,00	194,00	1,92%			
	Papeléis de escritório		0,10	2,00	50,00	0,04%			
	Outros papeléis		5,10	65,00	78,46	2,02%			
Cartões			11,40	135,00		4,51%			
	Embalagens de cartão		10,05	120,00	83,75	3,97%			
	Outros cartões		1,35	15,00	90,00	0,53%			
Compositos			33,50	271,00		13,25%			
	Embalagens compostas de cartão		1,85	25,00	74,00	0,73%			
	Outras embalagens compostas		3,15	45,00	70,00	1,25%			
	Pequenos aparelhos electrodomésticos		0,65	1,00	650,00	0,26%			
	Outros compostos não embalagem		27,85	200,00	139,25	11,01%			
Têxteis			34,35	220,00		13,59%			
	Têxteis embalagem		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Têxteis não embalagem		34,35	220,00	156,14	13,59%			
Têxteis sanitários			4,35	20,00	217,50	1,72%			
Plásticos			38,15	575,00		15,09%			
	Filmes		3,45	130,00		1,36%			
		PE > A3		1,10	35,00	31,43	0,44%		
		PE < A3		1,85	50,00	37,00	0,73%		
		PE estirável		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
		PP > A3		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
		PP < A3		0,50	45,00	11,11	0,20%		
		Noutros materiais		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
		Garrafas e frascos			1,20	14,00		0,47%	
			PVC		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
			PVC-óleo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	PET			0,55	5,00	110,00	0,22%		
	PET-óleo			0,10	1,00	100,00	0,04%		
	PE			0,50	7,00	71,43	0,20%		
	PE-óleo			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	PP			0,05	1,00	50,00	0,02%		
	Noutros materiais			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Embalagens EPS			0,50	45,00	11,11	0,20%		
	Outras embalagens plásticas		2,90	80,00	36,25	1,15%			
	Outros plásticos (PP, PE, PET, PVC)		1,35	6,00	225,00	0,53%			
Outros plásticos		28,75	300,00	95,83	11,37%				
Combustíveis não especificados			20,55	100,00		8,13%			
	Embalagens combustíveis n° especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Outros combustíveis n° especificados		20,55	100,00	205,50	8,13%			
Madeira			28,00	88,00		11,07%			
	Madeira embalagem		0,80	8,00	100,00	0,32%			
	Madeira não embalagem		27,20	80,00	340,00	10,76%			
Vidro			11,35	31,00		4,49%			
	Embalagens de vidro		11,05	30,00	368,33	4,37%			
	Outro vidro (não embalagem)		0,30	1,00	300,00	0,12%			
Metais			4,55	14,00		1,66%			
	Embalagens ferrosas		1,30	4,00	325,00	0,51%			
	Embalagens não ferrosas		0,85	5,00	170,00	0,34%			
	Outros ferrosos		2,10	4,00	525,00	0,83%			
	Outros não ferrosos		0,30	1,00	300,00	0,12%			
Incombustíveis não especificados			4,90	3,00		1,94%			
	Embalagens incombustíveis n° especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Outros incombustíveis n° especificados		4,90	3,00	1633,33	1,94%			
Resíduos domésticos especiais			12,35	68,00		4,88%			
	Embalagens		0,20	3,00	66,67	0,08%			
	Pilhas e acumuladores		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Produtos químicos		1,75	15,00	116,67	0,69%			
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Outros resíduos perigosos		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Outros resíduos domésticos especiais		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%			
	Sacos fechados com lixo		10,40	50,00	208,00	4,11%			
Resíduos finos (< 20 mm)		28,80	100,00	208,00	8,23%				
<b>TOTAL</b>			<b>252,65</b>	<b>1612,00</b>		<b>100,00%</b>			

Tabela 24 – Valores da Caracterização do Refugo #1 (2ª Campanha de 2012)

SMM:	Resinorte - Vale do Ave	Data de chegada:	Duração de caracter		início e fim (horas)			
Origem:	Refugo da Triagem das Embalagens	Data de preparação:	20-07-2012		11:20	15:30		
Identificação:	Refugo da Triagem 1	Data de caracterização:	20-07-2012					
Peso Total da Carga		Peso volumico	1,600	252,20	kg/m3	Vol.		
					158	1.600		
REFUGO DA TRIAGEM DAS EMBALAGENS								
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	% PESO		
Bio-Resíduos			<b>25,90</b>	<b>61,00</b>		<b>10,28%</b>		
	Resíduos alimentares		12,80	30,00	426,67	5,08%		
	Resíduos de jardim		0,20	5,00	40,00	0,08%		
	Outros		12,90	26,00	496,15	5,12%		
Papéis			<b>14,70</b>	<b>162,00</b>		<b>5,84%</b>		
	Embalagens de papel		1,05	35,00	30,00	0,42%		
	Jornais, revistas e folhetos		1,55	12,00	129,17	0,62%		
	Papéis de escritório		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros papéis		12,10	115,00	105,22	4,80%		
Cartões			<b>3,45</b>	<b>70,00</b>		<b>1,37%</b>		
	Embalagens de cartão		2,85	60,00	47,50	1,13%		
	Outros cartões		0,60	10,00	60,00	0,24%		
Compostos			<b>12,70</b>	<b>102,00</b>		<b>5,04%</b>		
	Embalagens compostas de cartão		0,55	12,00	45,83	0,22%		
	Outras embalagens compostas		2,35	35,00	67,14	0,93%		
	Pequenos aparelhos electrodomésticos		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros compostos não embalagem		9,80	55,00	178,18	3,89%		
Têxteis			<b>6,05</b>	<b>50,00</b>		<b>2,40%</b>		
	Têxteis embalagem		0,20	5,00	40,00	0,08%		
	Têxteis não embalagem		5,85	45,00	130,00	2,32%		
Têxteis sanitários			<b>11,10</b>	<b>45,00</b>	<b>246,67</b>	<b>4,41%</b>		
Plásticos			<b>21,65</b>	<b>436,00</b>		<b>8,59%</b>		
	Filmes		4,70	131,00		1,87%		
		PE > A3		1,65	40,00	41,25	0,66%	
		PE < A3		1,45	40,00	36,25	0,58%	
		PE estirável		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		PP > A3		1,00	1,00	1000,00	0,40%	
		PP < A3		0,60	50,00	12,00	0,24%	
		Noutros materiais		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		Garrafas e frascos	PVC		4,20	54,00		1,67%
			PVC-óleo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
			PET		0,95	18,00	52,78	0,38%
	PET-óleo			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	PE			3,15	35,00	90,00	1,25%	
	PE-óleo			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	PP			0,10	1,00	100,00	0,04%	
	Noutros materiais			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Embalagens EPS			1,05	80,00	13,13	0,42%	
	Outras embalagens plásticas			2,90	70,00	41,43	1,15%	
	Outros plásticos (PP, PE, PET, PVC)		0,10	1,00	100,00	0,04%		
	Outros plásticos		8,70	100,00	87,00	3,45%		
	Combustíveis não especificados			<b>5,00</b>	<b>35,00</b>		<b>1,98%</b>	
		Embalagens combustíveis n/ especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		Outros combustíveis n/ especificados		5,00	35,00	142,86	1,98%	
Madeira			<b>6,95</b>	<b>55,00</b>		<b>2,76%</b>		
	Madeira embalagem		1,20	20,00	60,00	0,48%		
	Madeira não embalagem		5,75	35,00	164,29	2,28%		
Vidro			<b>34,75</b>	<b>82,00</b>		<b>13,80%</b>		
	Embalagens de vidro		32,90	80,00	411,25	13,06%		
	Outro vidro (não embalagem)		1,85	2,00	925,00	0,73%		
Metais			<b>4,65</b>	<b>34,00</b>		<b>1,85%</b>		
	Embalagens ferrosas		2,65	20,00	132,50	1,05%		
	Embalagens não ferrosas		0,70	10,00	70,00	0,28%		
	Outros ferrosos		0,55	1,00	550,00	0,22%		
	Outros não ferrosos		0,75	3,00	250,00	0,30%		
Incombustíveis não especificados			<b>15,20</b>	<b>20,00</b>		<b>6,03%</b>		
	Embalagens incombustíveis n/ especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros incombustíveis n/ especificados		15,20	20,00	760,00	6,03%		
Resíduos domésticos especiais			<b>50,20</b>	<b>121,00</b>		<b>19,93%</b>		
	Embalagens		0,55	15,00	36,67	0,22%		
	Pilhas e acumuladores		0,20	1,00	200,00	0,08%		
	Produtos químicos		0,20	3,00	66,67	0,08%		
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo		0,20	1,00	200,00	0,08%		
	Outros resíduos perigosos		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros resíduos domésticos especiais		0,10	1,00	100,00	0,04%		
	Sacos fechados com lixo		48,95	100,00	489,50	19,43%		
Resíduos finos (< 20 mm)		<b>39,60</b>	<b>115,00</b>	<b>344,35</b>	<b>15,72%</b>			
<b>TOTAL</b>			<b>251,90</b>	<b>1388,00</b>		<b>100,00%</b>		

Tabela 25 – Valores da Caracterização do Refugo #2 (2ª Campanha de 2012)

SMM:	Resinorte - Vale do Ave	Data de chegada:	Duração de caracter		início e fim (horas)			
Origem:	Refugo da triagem das Embalagens	Data de preparação:	24-07-2012		11:40	16:45		
Identificação:	Refugo da Triagem 2	Data de caracterização:	24-07-2012					
Peso Total da Carga		Peso volúmico	1,850	254,50	kg/m <sup>3</sup>	Vol.		
<b>REFUGO DA TRIAGEM DAS EMBALAGENS</b>								
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )	% PESO		
Bio-Resíduos			<b>16,30</b>	<b>61,00</b>		<b>6,44%</b>		
	Resíduos alimentares		13,20	25,00	528,00	5,22%		
	Resíduos de jardim		1,60	30,00	53,33	0,63%		
	Outros		1,50	6,00	250,00	0,59%		
Papéis			<b>14,55</b>	<b>165,00</b>		<b>5,75%</b>		
	Embalagens de papel		0,85	25,00	34,00	0,34%		
	Jornais, revistas e folhetos		1,80	15,00	120,00	0,71%		
	Papéis de escritório		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros papéis		11,90	125,00	95,20	4,70%		
Cartões			<b>1,85</b>	<b>39,00</b>		<b>0,73%</b>		
	Embalagens de cartão		1,70	37,00	45,95	0,67%		
	Outros cartões		0,15	2,00	75,00	0,06%		
Compostos			<b>27,75</b>	<b>200,00</b>		<b>10,97%</b>		
	Embalagens compostas de cartão		0,55	10,00	55,00	0,22%		
	Outras embalagens compostas		1,00	25,00	40,00	0,40%		
	Pequenos aparelhos electrodomésticos		2,35	15,00	156,67	0,93%		
	Outros compostos não embalagem		23,85	150,00	159,00	9,43%		
Têxteis			<b>25,80</b>	<b>150,00</b>		<b>10,20%</b>		
	Têxteis embalagem		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Têxteis não embalagem		25,80	150,00	172,00	10,20%		
Têxteis sanitários			<b>29,80</b>	<b>125,00</b>	<b>238,40</b>	<b>11,78%</b>		
Plásticos			<b>15,60</b>	<b>315,00</b>		<b>6,17%</b>		
	Fímes		3,70	140,00		1,46%		
		PE > A3		1,75	50,00	35,00	0,69%	
		PE < A3		1,40	45,00	31,11	0,55%	
		PE estirável		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		PP > A3		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		PP < A3		0,55	45,00	12,22	0,22%	
		Noutros materiais		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		Garrafas e frascos			1,85	20,00		0,73%
			PVC		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
			PVC-óleo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
	PET			0,40	7,00	57,14	0,16%	
	PET-óleo			0,10	1,00	100,00	0,04%	
	PE			1,30	11,00	118,18	0,51%	
	PE-óleo			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	PP			0,05	1,00	50,00	0,02%	
	Noutros materiais		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Embalagens EPS		0,80	55,00	14,55	0,32%		
	Outras embalagens plásticas		3,35	50,00	67,00	1,32%		
	Outros plásticos (PP, PE, PET, PVC)		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros plásticos		5,90	50,00	118,00	2,33%		
	Combustíveis não especificados			<b>7,50</b>	<b>50,00</b>		<b>2,96%</b>	
		Embalagens combustíveis n/ especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Outros combustíveis n/ especificados		7,50	50,00	150,00	2,96%		
Madeira			<b>8,05</b>	<b>90,00</b>		<b>3,18%</b>		
	Madeira embalagem		1,95	50,00	39,00	0,77%		
	Madeira não embalagem		6,10	40,00	152,50	2,41%		
Vidro			<b>15,35</b>	<b>51,00</b>		<b>6,07%</b>		
	Embalagens de vidro		14,80	50,00	296,00	5,85%		
	Outro vidro (não embalagem)		0,55	1,00	550,00	0,22%		
Metais			<b>4,95</b>	<b>31,00</b>		<b>1,96%</b>		
	Embalagens ferrosas		3,35	25,00	134,00	1,32%		
	Embalagens não ferrosas		0,40	2,00	200,00	0,16%		
	Outros ferrosos		1,00	3,00	333,33	0,40%		
	Outros não ferrosos		0,20	1,00	200,00	0,08%		
Incombustíveis não especificados			<b>2,55</b>	<b>3,00</b>		<b>1,01%</b>		
	Embalagens incombustíveis n/ especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros incombustíveis n/ especificados		2,55	3,00	850,00	1,01%		
Resíduos domésticos especiais			<b>41,60</b>	<b>118,00</b>		<b>16,44%</b>		
	Embalagens		0,75	11,00	68,18	0,30%		
	Pilhas e acumuladores		0,05	1,00	50,00	0,02%		
	Produtos químicos		0,10	3,00	33,33	0,04%		
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo		0,20	1,00	200,00	0,08%		
	Outros resíduos perigosos		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Outros resíduos domésticos especiais		0,20	2,00	100,00	0,08%		
Sacos fechados com lixo		40,30	100,00	403,00	15,93%			
Resíduos finos (< 20 mm)			<b>41,35</b>	<b>150,00</b>	<b>275,67</b>	<b>16,34%</b>		
<b>TOTAL</b>			<b>253,00</b>	<b>1548,00</b>		<b>100,00%</b>		



# Anexo III – Caracterização do Refugo - 2013

Tabela 26 – Valores da Caracterização do Refugo #1 (1ª Campanha de 2013)

SNM:	Resinora	Data de chegada:	12-03-2013	tipo de caracter	início a fim (hora)		
Origem:	Refugo da triagem das embalagens	Data de preparação:	12-03-2013		16:25		
Identificação:	Refugo da Triagem 1	Data de caracterização:	12-03-2013		16:15		
Peso Total da Carga		Peso volumoso	1.750	kg	kg/m <sup>3</sup>		
			294,75		145		
					1.750		
REFUGO DA TRIAGEM DAS EMBALAGENS							
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )	% PESO	
Bio-Resíduos	Resíduos alimentares		8,55	16,00		3,37%	
	Resíduos de jardim		8,40	15,00	560,00	3,31%	
	Outros		0,15	1,00	180,00	0,08%	
			0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
Papéis	Embalagens de papel		12,15	40,00		4,79%	
	Jornais, revistas e folhetos		0,75	10,00	75,00	0,35%	
	Papel de escritório		3,65	15,00	243,33	1,44%	
	Outros papéis recicláveis		0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
	Outros papéis não recicláveis		0,90	5,00	180,00	0,38%	
Cartões	Embalagens de cartão cartão		6,85	30,00	228,33	2,29%	
	Embalagens de cartão compacto		3,35	25,00	134,00	1,32%	
	Outros cartões		2,70	20,00	135,00	1,07%	
			0,30	1,00	300,00	0,12%	
Compostos	Embalagens compostas de cartão		42,35	200,00		16,71%	
	Outras embalagens compostas		2,00	40,00	70,00	1,19%	
	Plaquetas aparelhos eletrodomesticos		1,70	15,00	113,33	0,67%	
	Outros compostos não embalagem		0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
Têxteis	Têxteis embalagem		17,85	145,00	263,03	14,10%	
	Têxteis não embalagem		104,00	601,00		41,38%	
			0,10	1,00	100,00	0,04%	
Têxteis sanitários		104,00	600,00	174,67	41,34%		
		14,50	50,00	290,00	5,72%		
Plásticos	Filmes	PE > A3	27,30	414,00		16,71%	
		PE < A3	5,30	150,00		2,89%	
		PE > A3	1,40	35,00	40,00	0,55%	
		PE < A3	1,95	30,00	30,00	0,77%	
		PE espalável	0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
		PP > A3	0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
		PP < A3	1,95	05,00	30,00	0,77%	
		Noutros materiais	0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
		Garrafas e frascos	PVC	3,10	50,00		1,22%
			PVC-bleu	0,00	0,00	#D#W#I	0,00%
	PE		0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
	PE-bleu		1,40	35,00	40,00	0,55%	
	PE		0,20	2,00	100,00	0,08%	
	PE		1,50	21,00	71,43	0,58%	
	PE-bleu		0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
	PP		0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
	Noutros materiais		0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
	Embalagens EPS		0,15	5,00	30,00	0,06%	
	Outras embalagens plásticas		4,40	100,00	44,00	1,74%	
			14,15	101,00	143,00	5,66%	
	Combustíveis não especificados	Embalagens combustíveis n° especificados		13,10	96,00		5,17%
		Outros combustíveis n° especificados		0,00	0,00	#D#W#I	0,00%
				13,10	96,00	233,03	5,17%
Madeira	Madeira embalagem		1,80	11,00		0,71%	
	Madeira não embalagem		0,05	1,00	50,00	0,02%	
			1,75	10,00	175,00	0,69%	
Vidro	Embalagens de vidro		2,70	5,00		1,07%	
	Outro vidro (não embalagem)		2,65	4,00	640,00	1,05%	
			0,05	1,00	50,00	0,02%	
Metais	Embalagens ferrosas		2,40	10,00		0,87%	
	Embalagens não ferrosas		1,30	5,00	260,00	0,51%	
	Outros ferrosos		0,45	3,00	150,00	0,18%	
	Outros não ferrosos		0,25	1,00	250,00	0,12%	
			0,45	1,00	450,00	0,18%	
Incombustíveis não especificados	Embalagens incombustíveis n° especificados		1,00	1,00		0,38%	
	Outros incombustíveis n° especificados		0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
			1,00	1,00	1000,00	0,38%	
Resíduos domésticos especiais	Embalagens		4,40	15,00		1,74%	
	Fitas e acumuladores		0,00	3,00	300,00	0,38%	
	Produtos químicos		0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo		0,00	0,00	#D#W#I	0,00%	
	Outros resíduos perigosos		0,05	1,00	50,00	0,02%	
	Outros resíduos domésticos especiais		0,05	1,00	50,00	0,02%	
	Sacos fechados com lixo		0,05	1,00	50,00	0,02%	
			3,40	10,00	340,00	1,34%	
Resíduos fixos (< 20 mm)		11,85	40,00	288,75	4,71%		
<b>TOTAL</b>			<b>203,06</b>	<b>1020,00</b>		<b>100,00%</b>	

Tabela 27 – Valores da Caracterização do Refugo #2 (1ª Campanha de 2013)

CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECÍFICO (kg/m³)	% PESO
<b>REFUGO DA TRAVEZIAS EMBALAGENS</b>						
<b>Resíduos</b>			<b>6,80</b>	<b>20,00</b>		<b>2,88%</b>
Resíduos alimentares			6,75	10,00	675,00	2,27%
Resíduos de jardim			1,05	10,00	105,00	0,42%
Outros			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
<b>Papel</b>			<b>12,55</b>	<b>62,00</b>		<b>5,12%</b>
Embalagens de papel			1,00	15,00	66,67	0,40%
Jornais, revistas e folhetos			2,05	10,00	205,00	1,65%
Papel de escritório			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
Outros papéis recicláveis			2,60	12,00	216,67	1,67%
Outros papéis não recicláveis			6,70	25,00	268,68	2,45%
<b>Cartões</b>			<b>4,38</b>	<b>24,00</b>		<b>1,72%</b>
Embalagens de cartão cardado			1,70	7,00	242,86	0,87%
Embalagens de cartão compacto			2,25	15,00	150,00	0,89%
Outros cartões			0,43	2,00	200,00	0,16%
<b>Compostos</b>			<b>21,85</b>	<b>219,00</b>		<b>12,26%</b>
Embalagens compostas de cartão			1,70	25,00	60,00	0,67%
Outras embalagens compostas			1,75	35,00	50,00	0,89%
Faixetas apertadas eletrodinâmicas			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
Outros compostos não embalagem			27,40	159,00	184,00	10,00%
<b>Têxtil</b>			<b>88,85</b>	<b>653,00</b>		<b>38,15%</b>
Têxtil embalagem			0,70	3,00	233,33	0,28%
Têxtil não embalagem			88,15	650,00	135,62	34,66%
<b>Têxtil sanitário</b>			<b>14,45</b>	<b>50,00</b>	<b>289,00</b>	<b>5,72%</b>
<b>Plásticos</b>			<b>18,43</b>	<b>418,00</b>		<b>7,28%</b>
Fitas			6,65	228,00		2,83%
PE > A3			1,90	50,00	30,00	0,71%
PE < A3			3,25	95,00	34,21	1,29%
PE estirado			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
PP > A3			0,10	3,00	33,33	0,04%
PP < A3			1,50	80,00	16,75	0,59%
Outros plásticos			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
Garrafas e frascos			2,50	44,00		1,15%
PVC			0,05	1,00	50,00	0,02%
PVC-bico			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
PE-T			1,00	21,00	47,62	0,40%
PE-Ldico			0,10	1,00	100,00	0,04%
PE			1,70	20,00	80,00	0,87%
PE-Alc			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
PP			0,05	1,00	50,00	0,02%
Outros plásticos			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
Embalagens EPS			0,25	10,00	25,00	0,10%
Outras embalagens plásticas			2,95	85,00	28,71	1,17%
Outros plásticos			5,65	51,00	118,78	2,24%
<b>Combustíveis não especificados</b>			<b>14,79</b>	<b>80,00</b>		<b>8,82%</b>
Embalagens combustíveis n° especificadas			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
Outras combustíveis n° especificadas			14,79	80,00	163,75	3,82%
<b>Madeira</b>			<b>14,15</b>	<b>90,00</b>		<b>5,68%</b>
Madeira embalagem			4,25	40,00	106,25	1,68%
Madeira não embalagem			9,90	50,00	198,00	3,02%
<b>Vidro</b>			<b>7,25</b>	<b>25,00</b>		<b>2,87%</b>
Embalagens de vidro			7,25	25,00	296,00	2,87%
Outro vidro (não embalagem)			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
<b>Metais</b>			<b>3,70</b>	<b>3,00</b>		<b>1,48%</b>
Embalagens ferrosas			0,95	3,00	316,67	0,38%
Embalagens não ferrosas			0,80	3,00	288,67	0,32%
Outros ferrosas			1,75	2,00	875,00	0,69%
Outros não ferrosas			0,20	1,00	200,00	0,08%
<b>Incombustíveis não especificados</b>			<b>4,00</b>	<b>3,00</b>		<b>1,58%</b>
Embalagens incombustíveis n° especificadas			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
Outras incombustíveis n° especificadas			4,00	3,00	1333,33	1,68%
<b>Resíduos domésticos especiais</b>			<b>17,85</b>	<b>97,00</b>		<b>8,88%</b>
Embalagens			1,95	4,00	462,00	0,73%
Fitas e esquadras			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
Produtos químicos			2,50	12,00	241,67	1,15%
Tubo fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
Outros resíduos perigosos			0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
Outros resíduos domésticos especiais			0,45	1,00	450,00	0,18%
Sacos ferrosos com lã			13,45	80,00	311,25	4,69%
<b>Resíduos finos (&lt; 20 mm)</b>			<b>14,45</b>	<b>45,00</b>	<b>321,11</b>	<b>5,72%</b>
<b>TOTAL</b>			<b>202,76</b>	<b>1746,00</b>		<b>100,00%</b>

Tabela 28 – Valores da Caracterização do Refugo #1 (2ª Campanha de 2013)

SMM:	Resinorte	Data de chegada:	28-06-2013	tipo de caracter	início e fim (horas)		
Origem:	Refugo da triagem das Embalagens	Data de preparação:	28-06-2013		7:54 16:40		
Identificação:	Refugo da Triagem 1	Data de caracterização:	28-06-2013				
Peso Total da Carga		Peso volumico	m3 kg	kg/m3	Vol.		
		2,000	252,00	126	2,000		
REFUGO DA TRIAGEM DAS EMBALAGENS							
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	% PESO	
Bio-Resíduos			7,75	24,00		3,08%	
	Resíduos alimentares		6,85	20,00	342,50	2,73%	
	Resíduos de jardim		0,75	3,00	250,00	0,30%	
	Outros		0,15	1,00	150,00	0,06%	
Papeis			12,80	146,00		5,09%	
	Embalagens de papel		1,80	50,00	36,00	0,72%	
	Jornais, revistas e folhetos		2,95	15,00	196,67	1,17%	
	Papéis de escritório		0,05	1,00	50,00	0,02%	
	Outros papéis recicláveis		2,10	35,00	60,00	0,84%	
	Outros papéis não recicláveis		5,90	45,00	131,11	2,35%	
Cartões			8,45	89,00		3,38%	
	Embalagens de cartão cancelado		6,35	50,00	127,00	2,53%	
	Embalagens de cartão compacto		1,70	35,00	48,57	0,68%	
	Outros cartões		0,40	4,00	100,00	0,16%	
Compostos			31,70	290,00		12,61%	
	Embalagens compostas de cartão		2,80	40,00	70,00	1,11%	
	Outras embalagens compostas		2,45	50,00	49,00	0,97%	
	Pequenos aparelhos eletrodomésticos		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Outros compostos não embalagem		25,45	200,00	132,25	10,53%	
Têxteis			74,30	660,00		29,57%	
	Têxteis embalagem		0,50	10,00	50,00	0,20%	
	Têxteis não embalagem		73,80	650,00	113,54	29,37%	
Têxteis sanitários			9,40	55,00	188,00	3,74%	
Plásticos			32,05	673,00		12,75%	
	Filmes	PE > A3	3,75	211,00		1,49%	
		PE < A3	0,80	40,00	20,00	0,32%	
		PE < A3	2,05	95,00	21,58	0,82%	
		PE estável	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		PP > A3	0,05	1,00	50,00	0,02%	
		PP < A3	0,85	75,00	11,33	0,34%	
		Noutros materiais	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
		Garrafas e frascos	PVC	3,85	77,00		1,53%
			PVC	0,05	1,00	50,00	0,02%
			PVC-óleo	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
			PET	1,40	36,00	36,89	0,56%
			PET-óleo	0,20	2,00	100,00	0,08%
	PE		2,15	37,00	58,11	0,86%	
	PE-óleo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	PP		0,05	1,00	50,00	0,02%	
	Noutros materiais	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%		
	Embalagens EPS		0,10	10,00	10,00	0,04%	
	Outras embalagens plásticas		7,25	165,00	39,19	2,88%	
	Outros plásticos		17,50	190,00	90,00	6,89%	
	Combustíveis não especificados			25,70	165,00		10,23%
		Embalagens combustíveis n° especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
		Outros combustíveis n° especificados		25,70	165,00	155,76	10,23%
Madeira			9,65	51,00		3,84%	
	Madeira embalagem		0,05	1,00	50,00	0,02%	
	Madeira não embalagem		9,60	50,00	192,00	3,82%	
Vidro			2,10	3,00		0,84%	
	Embalagens de vidro		2,00	2,00	1000,00	0,80%	
	Outro vidro (não embalagem)		0,10	1,00	100,00	0,04%	
Metais			5,00	17,00		1,99%	
	Embalagens ferrosas		0,70	3,00	233,33	0,28%	
	Embalagens não ferrosas		0,85	10,00	85,00	0,34%	
	Outros ferrosos		3,15	3,00	1050,00	1,25%	
	Outros não ferrosos		0,30	1,00	300,00	0,12%	
Incombustíveis não especificados			6,70	1,00		0,28%	
	Embalagens incombustíveis n° especificadas		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Outros incombustíveis n° especificados		0,70	1,00	700,00	0,28%	
Resíduos domésticos especiais			16,75	52,00		6,67%	
	Embalagens		2,15	7,00	307,14	0,86%	
	Pilhas e acumuladores		0,05	1,00	50,00	0,02%	
	Produtos químicos		0,15	2,00	75,00	0,06%	
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Outros resíduos perigosos		0,05	1,00	50,00	0,02%	
	Outros resíduos domésticos especiais		0,10	1,00	100,00	0,04%	
	Sacos fechados com lixo		14,25	40,00	358,25	5,67%	
Resíduos finos (< 20 mm)			14,95	76,00	213,57	5,95%	
<b>TOTAL</b>			<b>251,30</b>	<b>2291,00</b>		<b>100,00%</b>	

Tabela 29 – Valores da Caracterização do Refugo #2 (2ª Campanha de 2013)

SMM:	Resinorte	Data de chegada:	02-07-2013	tipo de caracter	início e fim (horas)		
Origem:	Refugo da Triagem das Embalagens	Data de preparação:	02-07-2013		8:40 11:40		
Identificação:	Refugo da Triagem 2	Data de caracterização:	02-07-2013				
			m3	kg	kg/m3 Vol.		
Peso Total da Carga		Peso volumico	1.900	255,40	134 1.900		
<b>REFUGO DA TRIAGEM DAS EMBALAGENS</b>							
CATEGORIA	SUBCATEGORIA NÍVEL 1	SUBCATEGORIA NÍVEL 2	PESO (kg)	VOLUME (l)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	% PESO	
Bio-Resíduos	Resíduos alimentares		2,20	10,00		0,85%	
	Resíduos de jardim		1,45	3,00	483,33	0,57%	
	Outros		0,75	7,00	107,14	0,29%	
Papéis	Outros		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Embalagens de papel		6,45	78,00		2,53%	
	Jornais, revistas e folhetos		0,70	15,00	46,67	0,27%	
	Papéis de escritório		1,85	15,00	123,33	0,73%	
	Outros papéis recicláveis		0,15	3,00	50,00	0,06%	
Cartões	Outros papéis não recicláveis		1,55	20,00	77,50	0,61%	
	Embalagens de cartão cancelado		2,20	25,00	88,00	0,88%	
	Embalagens de cartão compacto		4,60	57,00		1,81%	
Compostitos	Outros cartões		1,75	20,00	87,50	0,69%	
	Embalagens de cartão compacto		1,95	30,00	65,00	0,77%	
	Outros cartões		0,90	7,00	128,57	0,35%	
Têxteis	Embalagens compostas de cartão		24,80	190,00		9,74%	
	Outras embalagens compostas		3,80	50,00	76,00	1,49%	
	Pequenos aparelhos eletrodomésticos		1,20	35,00	34,29	0,41%	
	Outros compostos não embalagem		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
Têxteis sanitários	Outros compostos não embalagem		19,80	105,00	188,57	7,78%	
	Têxteis embalagem		122,90	1051,00		48,27%	
Plásticos	Têxteis não embalagem		0,05	1,00	50,00	0,02%	
	Têxteis não embalagem		122,85	1050,00	117,00	48,25%	
Plásticos	Filmes		15,65	85,00	195,63	6,15%	
	Garrafas e frascos		26,30	559,00		10,33%	
		PE > A3		4,00	225,00		1,57%
		PE < A3		1,70	95,00	17,89	0,67%
		PE estrávil		1,60	65,00	24,62	0,63%
		PP > A3		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
		PP < A3		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
		Noutros materiais		0,70	65,00	10,77	0,27%
		PVC		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
		PVC-óleo		6,50	114,00		2,55%
		PET		0,05	1,00	50,00	0,02%
		PET-óleo		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
		PI		3,10	62,00	58,00	1,22%
		PE-óleo		0,35	5,00	70,00	0,14%
	PP		2,85	44,00	64,77	1,12%	
	Noutros materiais		0,05	1,00	50,00	0,02%	
	PP		0,10	1,00	100,00	0,04%	
	Embalagens EPS		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Outras embalagens plásticas		0,25	15,00	16,67	0,10%	
	Outros plásticos		3,65	90,00	40,56	1,43%	
	Combustíveis não especificados	Outros plásticos		11,90	115,00	103,48	4,67%
		Embalagens combustíveis n° especificadas		18,30	100,00		7,19%
	Madeira	Outros combustíveis n° especificados		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%
		Outros combustíveis n° especificados		18,30	100,00	183,00	7,19%
	Madeira	Embalagens EPS		5,80	21,00		2,28%
		Outras embalagens plásticas		0,05	1,00	50,00	0,02%
	Vidro	Madeira não embalagem		5,75	20,00	287,50	2,29%
Embalagens de vidro			3,35	16,00		1,32%	
Metais	Outro vidro (não embalagem)		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Embalagens ferrosas		1,45	9,00		0,57%	
	Embalagens não ferrosas		0,50	2,00	250,00	0,20%	
	Outros ferrosos		0,65	5,00	130,00	0,26%	
	Outros não ferrosos		0,15	1,00	150,00	0,06%	
Incombustíveis não especificados	Outros não ferrosos		0,15	1,00	150,00	0,06%	
	Embalagens incombustíveis n° especificadas		2,00	2,00		0,79%	
Resíduos domésticos especiais	Outros incombustíveis n° especificados		0,00	0,00	#DIV/0!	0,00%	
	Embalagens		2,00	2,00	1000,00	0,79%	
	Pilhas e acumuladores		11,05	42,00		4,34%	
	Produtos químicos		1,30	4,00	325,00	0,51%	
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo		0,05	1,00	50,00	0,02%	
	Outros resíduos perigosos		0,50	10,00	50,00	0,20%	
	Outros resíduos domésticos especiais		0,10	1,00	100,00	0,04%	
	Sacos fechados com lixo		9,05	25,00	362,00	3,55%	
	Resíduos finos (< 20 mm)		9,75	46,00	243,75	3,83%	
<b>TOTAL</b>			<b>254,60</b>	<b>2249,00</b>		<b>100,00%</b>	