



# **Desenvolvimento de um Programa de Redução de Perdas de Matérias Primas numa Fábrica de Tintas**

*Inês Coutinho Brandão de Sousa*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil da Costa



**Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

2017-01-23

*“a man's reach should exceed his grasp”*  
*- Robert Browning*

## Resumo

Este documento baseia-se no estudo do fabrico de tintas em processo *batch* com o objetivo de desenvolver um programa de redução das perdas de matérias primas e resume o trabalho desenvolvido ao longo de 20 semanas na CIN - Corporação Industrial do Norte, Lda.

Pressões económicas e ambientais exigem à indústria a otimização da utilização das matérias primas no processo produtivo, pelo que o conhecimento dos modos de ocorrência de perdas é de extrema importância para qualquer unidade produtiva.

Para responder a esta necessidade o projeto de dissertação procura desenvolver um plano de redução de perdas de matérias primas. O trabalho começou pelo mapeamento exaustivo das perdas ao longo de todo o processo. Seguidamente foi feita recolha de dados para quantificação das perdas por etapas com recurso à observação do processo produtivo. Simultaneamente procurou-se caracterizar as perdas resultantes de cada etapa do fabrico. Em sequência foi feita uma análise de causa-efeito identificando a génese das principais perdas. Com a informação recolhida foi feito um levantamento de possíveis soluções para as causas encontradas seguido de um exercício de priorização que culminou na criação do programa de redução de perdas.

Com este projeto foi possível obter um conhecimento detalhado sobre a ocorrência de perdas em cada etapa do fabrico, tanto a nível do modo como ocorrem como no que toca ao seu peso no balanço final de perdas. O acompanhamento dos fabricos e entrevistas com os operadores de cada secção permitiram identificar como causa central de perdas a transferência de produtos entre acondicionamentos e obter sugestões de medidas de melhoria.

A estas sugestões juntaram-se as existentes na literatura e foram cruzadas com os dados quantitativos o que permitiu identificar como medidas de redução mais impactantes que se referem à melhoria do escoamento dos tanques fixos e móveis. Esta priorização permitiu a elaboração do programa de redução de perdas de matérias primas de acordo com o custo e facilidade de implementação e o impacto gerado o que permitirá a continuação do projeto no futuro próximo.

O trabalho de campo decorreu nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro de 2016 o que constitui uma limitação pois não foi efetuada qualquer observação/medição nos meses de Verão. Outro constrangimento de análise relaciona-se com a própria duração do projeto pois não permitiu acompanhar o fabrico de todos os produtos relevantes.

Apesar das limitações indicadas as medidas identificadas podem constituir mais valia para a CIN pelo que se recomenda a sua implementação, pelo menos em modo experimental.

De referir que o âmbito deste projeto apenas incluía a elaboração de um programa de medidas estando excluído a sua implementação, teste e validação prática que se sugere que seja efetuado pela empresa na sequência do presente trabalho. Outras sugestões de trabalhos futuros incluem o estudo mais aprofundado de algumas medidas referenciadas nesse sentido bem como os estudos para adoção de um sistema de controlo de processo produtivo que permita a deteção de perdas em tempo real com rigor e fiabilidade.

# **Development of a Program for Raw Materials Waste Minimization at a Paint Factory**

## **Abstract**

This paper is based on the study of batch paint manufacturing process with the aim of developing a program for raw materials waste minimization and it summarizes the work developed during 20 weeks at CIN – Corporação Industrial do Norte, Lda.

Environmental and economic pressures demand the industry optimize the use of raw materials during the production process, so the knowledge of how waste occurs is of extreme importance for the production unit.

To answer this need this dissertation project seeks to develop a plan for raw materials waste minimization. The work started by making a thorough mapping of waste through the entire process. Then it was quantified by means of observation of the production process to distinguish the waste resulting from each manufacturing stage. Simultaneously a cause-effect analysis was carried out to identify the genesis of the main waste/losses. Having collected all the information, a study was made to find possible solutions for the causes found, followed by an exercise of prioritization, which culminated in the development of the waste reduction/minimization program.

With this project it was possible to gain a detailed knowledge about how waste occurs in each manufacturing stage both at the level of how it takes place and its weight in the final waste measurement. Observation of the manufacturing process and interviews with the operators of each sector made it possible to identify transfers of product between conditioning as the main cause of waste and obtain suggestions of improvement measures.

These suggestions were complemented by the ones existing in literature and all were crossed with quantitative data, which made it possible to identify how measures of waste reduction with the most impact refer to the improvement of the outflow process of the tanks both fixed and mobile. This prioritization allowed for the development of the program for raw materials waste minimization according to cost and implementation easiness and the impact made, which will allow for the program to be continued in the near future.

Field work was developed in the months of October, November and December, 2016 which was a limitation in itself as no observation was made during the Summer months. Another analysis restraint is related to the duration of the project as it did not make it possible to study the manufacturing of all the relevant products.

In spite of the mentioned restrains the identified measures may be an added value for CIN, what makes for the recommendation of their implementation at least on a trial basis.

It is important to refer that the scope of this project/paper only included the development of a program of measures, not including their implementation, testing or practical validation which are suggested to be made by the company as a follow up to this project. Other suggestions for future works include a more detailed study of some referred measures, as well as the studies for the adoption of a control system of the production process, which may allow for the detection of waste in real time with both accuracy and reliability.

## Agradecimentos

A todos os que me acolheram na CIN, gostaria de agradecer a simpatia e disponibilidade que me desmonstraram, foi a partilha de conhecimento e troca de impressões de todos que permitiu avançar com este projecto. Ao Engenheiro João Teixeira, meu orientador na CIN, pelo acolhimento e ajuda no desenvolvimento deste projeto, o seu contributo foi sempre pragmático, ajudando a definir o curso a seguir.

Numa nota especial gostaria de agradecer ao pessoal da Secção de Afinação da Nave Central, Sr. Carlos Pereira e Sr. Emanuel Ferreira, por tão bem me terem acolhido na sua secção, permitindo-me desenvolver o meu projecto em contacto directo com a produção.

Ao Professor Eduardo Gil da Costa, meu orientado da FEUP, pela disponibilidade e prontidão em responder a todas as questões.

Aos meus pais e irmãos pelos conselhos e motivação, foram absolutamente fundamentais para a conclusão deste projeto. Ao Alberto, pelas perguntas incisivas que me ajudaram a conhecer-me melhor e pelas horas dedicadas a apoiar-me enquanto escrevia esta tese.

## Índice de Conteúdos

1	Introdução .....	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação.....	1
1.2	A Empresa.....	1
1.3	Objetivos do projeto.....	2
1.4	Método seguido no projeto .....	3
1.5	Estrutura da dissertação.....	3
2	Enquadramento Teórico .....	5
2.1	Introdução à indústria de tintas .....	5
2.1.1	Breve história das tintas.....	5
2.1.2	Fabrico de Tintas .....	5
2.2	Perdas de matérias primas.....	6
2.2.1	Perdas de Matérias Primas na industria de Tintas .....	7
2.2.2	Controlo de perdas .....	9
2.3	Ferramentas utilizadas na redução de perdas .....	10
2.3.1	Análise de Pareto.....	11
2.3.2	Diagramas de Causa-Efeito.....	11
3	Descrição do Problema .....	12
3.1	Âmbito do Projeto .....	12
3.2	A Nave Central .....	12
3.1.1	Processo Produtivo na Nave Central .....	12
3.2	Perdas na Nave Central .....	16
3.3	Controlo de Perdas na Nave Central.....	17
3.3.1	Metodologia em Vigor para Controlo de Perdas.....	17
3.3.2	Limitações da Metodologia Controlo das Perdas .....	18
4	Recolha e Análise de Dados .....	20
4.1	Análise dos Dados Históricos.....	20
4.2	Análise das Perdas.....	21
4.2.1	Identificação Qualitativa das Perdas.....	21
4.2.2	Quantificação das Perdas por etapa.....	22
4.3	Identificação das Causa das Perdas .....	30
5	Programa de Redução de Perdas.....	33
5.1.1	Identificação de Oportunidades de Melhoria .....	33
5.1.2	Priorização das medidas de redução.....	34
6	Conclusões e Trabalho Futuro .....	37
	Referências .....	40
	ANEXO A: Análise de Pareto.....	41
	ANEXO B: Levantamento Qualitativo das Perdas .....	42
	ANEXO C: Histogramas da Frequência de Ocorrência de Quebra .....	43
	ANEXO D: Tabelas de Recolha de Dados.....	45
	ANEXO E: Resultados Obtidos: Quantificação de Perdas por Etapa.....	49
	ANEXO F: Diagramas de Causa-Efeito das Etapas Críticas.....	54

## Índice de Figuras

Figura 1 - Cronograma.....	3
Figura 2 - Esquema representativo do movimento do produto no tanque de dispersão (CIN, 2015) .....	6
Figura 3 - Balanço entre inputs e outputs num sistema (Crittenden, 2009).....	7
Figura 4 - Perdas ao longo do processo produtivo de tintas (Dursuna e Sengulb, 2006) .....	8
Figura 5 - Representação gráfica do princípio de Pareto (Westcott, 2009).....	11
Figura 6 - Diagrama de causa-efeito - representação tradicional (Reid, 2009) .....	11
Figura 7 - Exemplo de acondicionamento de matérias primas antes da etapa de Pesagem.....	13
Figura 8 - Medição do grau de dispersão recorrendo a régua graduada .....	14
Figura 9 - Moinho e Produto à saída da etapa de Moagem .....	14
Figura 10 - Equipamento de enchimento automático e manual.....	15
Figura 11 - Documentos obtidos no final de um fabrico .....	15
Figura 12 - Controlos efetuados ao longo de um processo produtivo .....	17
Figura 13 - Variação da frequência de percentagem de quebra entre dois produtos .....	18
Figura 14 - Fluxograma da metodologia utilizada.....	20
Figura 15 - Caracterização dos produtos escolhidos para observação.....	24
Figura 16 - Dados a recolher de acordo com a redefinição de fronteiras entre etapas produtivas .....	25
Figura 17 - Balanço mássico das etapas de Dispersão e Moagem do produto 08872 50A9 ...	28
Figura 18 - Balanço mássico das etapas de Acabamento e Enchimento do produto 08872 50A9 .....	28
Figura 19 - Balanço mássico das etapas de fabrico do produto 03221 9050.....	29
Figura 20 - Diagrama Ishikawa da perda nas etapas Dispersão + Moagem .....	30
Figura 21 - Diagrama Ishikawa da quebra nas etapas Acabamento + Enchimento.....	31
Figura 22 - Método utilizado para a obtenção de a lista de medidas prioritárias .....	35
Figura 23 - Medidas de melhoria – Caracterização e priorização .....	36
Figura 24 - Análise de Pareto da quantidade de quebra em kg.....	41
Figura 25 - Análise de Pareto do custo de quebra em EUR.....	41
Figura 26 - Mapeamentos qualitativo das perdas .....	42
Figura 27 - Histogramas de frequência de quebra .....	43
Figura 28 - Histogramas de frequência de quebra .....	44
Figura 29 - Tabela para recolha de dados nas etapas de Pesagem e Dispersão .....	45
Figura 30 - Tabela para recolha de dados na etapa de Moagem.....	46
Figura 31 - Tabela para recolha de dados nas etapas Pesagem de Acabamento e Acabamento .....	47
Figura 32 - Tabela para recolha de dados na etapa Enchimento.....	48

Figura 33 - Perda por etapa - observação 1 do produto 08872 50A9 .....	49
Figura 34 - Perda por etapa - observação 2 do produto 08872 50A9 .....	50
Figura 35 - Perda por etapa - observação 3 do produto 08872 50A9 .....	51
Figura 36 - Perda por etapa - observação 4 do produto 08872 50A9 .....	52
Figura 37 - Perda por etapa - observação 1 do produto 03221 9050 .....	53
Figura 38 - Diagrama de Ishikawa detalhado das etapas de Dispersão + Moagem.....	54
Figura 39 - Diagrama de Ishikawa detalhado das etapas de Acabamento + Enchimento .....	55

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Seriação de produtos fabricados em 2015 .....	16
Tabela 2 - Análise de Pareto: Quantidade de Quebra e Custo de Quebra .....	16
Tabela 3 - Levantamento qualitativo de perdas .....	22
Tabela 4 - Dez produtos com maior quebra.....	23
Tabela 5 - Caracterização do processo de recolha de dados.....	25
Tabela 6 - Distribuição das Perdas do Produto 08872 50A9 por etapa e por observação .....	27
Tabela 7 - Distribuição das Perdas do Produto 03221 9050 por etapa .....	29
Tabela 8 - Causa e quantificação de perdas do produto 08872 50A9.....	32
Tabela 9 - Medidas de redução de perdas.....	33
Tabela 10 - Medidas de redução filtradas.....	35
Tabela 11 - Resultados obtidos por etapa – observação 1 do produto 08872 50A9 .....	49
Tabela 12 - Resultados obtidos por etapa – observação 2 do produto 08872 50A9 .....	50
Tabela 13 - Resultados obtidos por etapa – observação 3 do produto 08872 50A9 .....	51
Tabela 14 - Resultados obtidos por etapa – observação 4 do produto 08872 50A9 .....	52
Tabela 15 - Resultados obtidos por etapa – observação 1 do produto 03221 9050.....	53

## 1 Introdução

No âmbito da Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica vertente de Gestão da Produção, foi realizado este projeto em colaboração com a CIN - Corporação Industrial do Norte, S.A. destinado ao estudo e caracterização das perdas de matérias primas na produção de tintas por processo *batch*.

### 1.1 Enquadramento do projeto e motivação

No enquadramento económico atual a Indústria tem de superar desafios de produtividade para fazer face às exigências e competição do mercado. Cumulativamente, a obrigatoriedade do cumprimento de regulamentos ambientais extremamente apertados, que têm impacto direto na margem obtida, torna evidente a necessidade de implementar uma produção mais conscienciosa com rotinas rigorosas de redução dos desperdícios gerados de forma a obter um elevado desempenho.

Na situação da indústria química e, em particular na da indústria de produção de tintas, as perdas de matérias primas ao longo do processo de fabrico são um desafio: a sua identificação pode não ser evidente uma vez que determinadas perdas podem não ser visíveis, como no caso das perdas por evaporação.

A produção semi contínua, em *batch*, presente na Indústria de Tintas, é caracterizada por pequenas perdas, correspondentes a uma percentagem reduzida do *batch*, muitas vezes tidas como irrelevantes, que são compiladas apenas no controlo final. Só nesta fase é detetada a dimensão das perdas, não havendo muitas vezes a possibilidade de identificar com clareza o momento ou o processo em que se deram. Assim existe desconhecimento sobre a forma como as perdas ocorrem e se estão associadas às tecnologias ou aos procedimentos definidos.

Neste contexto existe motivação para conhecer melhor a ocorrência de perdas, mapeando-as no processo produtivo e identificando as suas causas com o objetivo de melhorar o resultado da empresa. É ao encontro desta motivação que este projeto de redução de perdas surge.

### 1.2 A Empresa

A CIN é uma empresa fabricante de tintas e vernizes, líder ibérica e em Portugal. Em 1917 foi fundada a Companhia Industrial do Norte, SARL, a primeira associação à marca CIN, sendo em 1926 constituída a CIN - Corporação Industrial do Norte que, hoje em dia, conta com mais de 1000 colaboradores, com operações em dois continentes: Europa e África (CIN, 2017).

A sua atuação no mercado está dividida em três áreas de negócio: Decorativos, *Protective Coatings* e Indústria.

A área de Decorativos abrange as tintas e vernizes de base aquosa e solvente, destinadas ao mercado Profissional e ao *Do It Yourself*. São produtos aplicados durante a construção ou reparação de estruturas na construção civil (CIN, 2017).

O segmento de *Protective Coatings* destina-se à produção de produtos anticorrosivos para proteger estruturas e equipamentos em aço e betão expostos a ambientes agressivos (marítimos, químicos, urbanos ou rurais). Este segmento produz também produtos de proteção passiva contra o fogo e revestimentos de pavimentos industriais e comerciais (CIN, 2017).

A CIN Indústria, sector que originou a fundação da empresa, está dividida em duas áreas de negócio: as tintas líquidas de base solvente e de base aquosa e as tintas em pó. Estes revestimentos têm aplicação na indústria do metal, madeira, plásticos, vidro, repintura de veículos industriais, mobiliário e componentes automóveis (CIN, 2017).

Estes três ramos de atuação permitem à CIN reforçar o seu posicionamento no mercado das tintas, baseando-se no desenvolvimento de produtos que antecipem as necessidades dos consumidores e em aquisições que garantam um reforço internacional do seu negócio (CIN, 2017).

Esta forma de atuação culmina na sua missão de fornecer as melhores soluções com a melhor equipa do mercado de tintas, continuando a aumentar a sua cota de mercado assente no foco da satisfação dos clientes e na melhoria contínua do conhecimento e dos processos (CIN, 2017).

Na sua organização interna, integrado no Departamento de Gestão de Operações está o departamento de Gestão da Produção que é responsável pelas atividades de produção na CIN Maia. É sob a alçada deste departamento que se encontra a Nave Central de Fabrico onde se foca o presente projeto de redução de perdas de matérias primas.

A seleção da Nave Central de Fabrico para estudo neste projeto deve-se ao facto de na CIN Maia ser esta a unidade produtiva onde a complexidade do processo produtivo é maior: são fabricados produtos de duas tecnologias distintas (base aquosa e base solvente); a interligação direta dos equipamentos produtivos é muito reduzida e a diversidade de equipamentos é grande.

### 1.3 Objetivos do projeto

O objetivo deste projeto é o desenvolvimento de um plano de identificação e redução das perdas de matérias primas que ocorrem ao longo do processo de fabrico das Tintas em *batch* na Nave Central da fábrica de tintas CIN Maia. Pretende-se aprofundar o conhecimento da instituição e desmistificar a forma como as perdas ocorrem, recorrendo à observação e acompanhamento do fabrico de alguns produtos chave, observação dos métodos de trabalho e à utilização de ferramentas técnicas da área de gestão de produção como diagramas de causa-efeito e melhoria de processos.

Especificamente os objetivos que este trabalho pretende alcançar são:

1. Mapeamento e identificação exaustiva das perdas ao longo de todo o processo produtivo;
2. Quantificação das perdas por etapa, percebendo a influência de cada operação na perda final;
3. Análise de causa-efeito, identificando todas as origens de perdas;
4. Identificação de oportunidades de melhoria e as respetivas soluções de minimização;
5. Priorização da implementação de soluções de acordo com exequibilidade e possível impacto na redução de perdas.
6. Identificação e planeamento de trabalhos futuros.

## 1.4 Método seguido no projeto

O projeto foi organizado em 4 fases, distribuídas segundo um cronograma que pode ser observado na Figura 1 Estas fases tiveram as seguintes atividades:

- Fase 1 - Dedicada à integração na empresa, à definição dos objetivos e do âmbito do projeto. Grande foco na estruturação da dissertação e recolha bibliográfica;
- Fase 2 - A fase mais longa é dedicada à familiarização com o processo produtivo, identificação e recolha de dados. Esta fase teve uma grande componente de permanência no terreno em acompanhamento de fabricos e consequente análise dos dados obtidos para compreensão do problema e identificação de melhorias e posterior investigação sobre possíveis soluções.
- Fase 3 e 4 - A fase final focada na estruturação final da dissertação e consolidação do trabalho realizado.

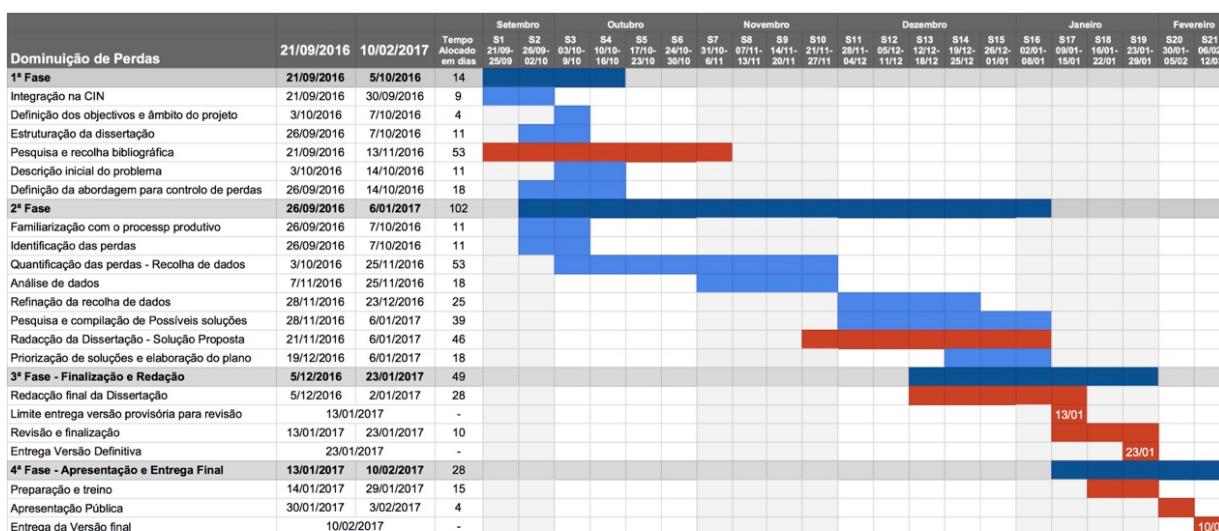


Figura 1 - Cronograma

## 1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em 6 capítulos.

### Capítulo 1 - Introdução

Neste capítulo inicial foi feito o enquadramento do projeto e a apresentação da empresa onde este se realiza, sendo definidos os objetivos do projeto e a metodologia utilizada.

### Capítulo 2 - Enquadramento Teórico

Este capítulo é dedicado à apresentação dos conceitos por detrás da problemática das perdas, especificamente na indústria de tintas, assim como as metodologias que servem de base à realização do projeto.

### Capítulo 3 - Descrição do Problema

Neste capítulo é apresentado o problema das perdas no fabrico de tintas com as especificidades do processo produtivo das instalações industriais da Nave Central da CIN Maia, onde se realiza

o projeto. É feita uma descrição detalhada do processo produtivo e dos métodos existentes para o controlo de quebras. É feita ainda uma identificação dos principais problemas e das falhas nos métodos de controlo.

#### **Capítulo 4 – Metodologia de Desenvolvimento e Recolha de Dados**

Neste capítulo é feita a apresentação do trabalho desenvolvido nomeadamente os métodos utilizados para recolha e tratamento de dados. São ainda apresentados os resultados e é feita a sua discussão. É apresentada uma análise detalhada das causas encontradas e das alternativas para as solucionar.

#### **Capítulo 5 – Programa de Redução de Perdas**

Neste capítulo é descrito o método de priorização de medidas de redução de perdas para desenvolvimento do programa de redução de perdas.

#### **Capítulo 6 - Conclusões e Trabalhos futuros**

Neste último capítulo são apresentadas as conclusões do projeto, sumariando as soluções encontradas para fazer face aos problemas que surgiram. É feita uma avaliação em contraste com os objetivos definidos e são sugeridos trabalhos que poderão dar continuidade ao processo de melhoria iniciado.

## 2 Enquadramento Teórico

Este capítulo pretende fazer uma introdução aos temas abordados neste documento, apresentar a indústria de tintas, os processos de fabrico, as problemáticas associadas ao controlo de perdas e os métodos de análise utilizados.

### 2.1 Introdução à indústria de tintas

As tintas são parte integrante da história coletiva do ser humano, tendo acompanhado as evoluções tecnológicas para hoje serem mais do que um elemento meramente decorativo.

#### 2.1.1 Breve história das tintas

As tintas surgem na história da humanidade na pré-história na forma de gravuras nas paredes de cavernas. A utilidade destas primeiras pinturas não é ainda totalmente clara: poderá representar uma forma de comunicação ou ser uma representação religiosa ou cerimonial (ATP, 2016). Independentemente do seu objetivo, a sua existência demonstra o fascínio do ser humano pelas tintas.

Nos dias de hoje os produtos produzidos na indústria de tintas e vernizes ganharam um grau de sofisticação elevado. Esta sofisticação foi proporcionada pelos avanços tecnológicos implementados durante a Revolução Industrial que permitiram conferir às tintas características que vão além do embelezamento de superfícies, conferindo-lhes propriedades funcionais (ATP, 2016).

#### 2.1.2 Fabrico de Tintas

##### Princípios físicos e químicos do fabrico de uma tinta

A indústria de tintas é caracterizada por empresas que fabricam tintas vernizes, lacados, esmaltes e revestimento em pó (Millet *et al*, 1992). As tintas podem ser definidas como um material fluido que quando aplicado sob a forma de uma camada fina numa superfície desenvolve uma película aderente e sólida (WMRC, 1992). O fabrico de tintas pretende assim obter misturas homogéneas de diversos componentes (tais como resinas, pigmentos, cargas, solventes e aditivos), misturas que são posteriormente aplicadas como um revestimento sobre os mais variados substratos (CIN, 2015).

As primeiras tintas tinham já, na sua fórmula rudimentar, uma constituição semelhante à utilizada hoje em dia na formulação industrial (APT, 2016). Os seus constituintes base continuam a ser: um ligante e os pigmentos de cor (APT, 2016). Os ligantes (resinas e polímeros) conferem a base para a formação de um filme contínuo, selando e protegendo o substrato onde é aplicada a tinta. Já os pigmentos são responsáveis pelo aspeto estético conferindo opacidade e cor (Lambourne e Strivens, 1999).

As tintas podem ser divididas em dois grupos: de base solvente e de base aquosa. Os solventes mais comuns são os hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, as acetonas e os ésteres. Os solventes são voláteis, evaporando durante o processo de secagem (CIN, 2015).

A incorporação de solventes nas tintas, bem como a da água, tem como objetivo ajustar a viscosidade e/ou o teor de sólidos em volume. Como a água não permite dissolver as resinas, os solventes permitem atuar diretamente nas propriedades da tinta relacionadas com estabilidade e aplicabilidade (CIN, 2015).

O fabrico de tintas baseia-se na compra de cada um dos constituintes a fornecedores especializados procedendo-se à sua mistura sem necessidade de recorrer a processos químicos. As matérias primas são dispersas num tanque equipado com um veio a que é acoplada uma pá Cowles (Figura 2). Este equipamento permite desfazer os agregados das partículas sólidas, através de forças de corte ou cisalhamento, separando as partículas que, de outro modo, se manteriam coladas devido a forças de atração superficiais (CIN, 2015).

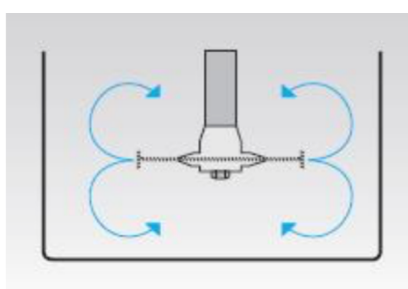


Figura 2 - Esquema representativo do movimento do produto no tanque de dispersão (CIN, 2015)

Após a etapa de dispersão, se necessário, os produtos passam por uma etapa de moagem para redução do tamanho de partícula (Lambourne e Strivens, 1999) com o objetivo de obter uma determinada distribuição de tamanhos de partícula (CIN, 2015). Nesta etapa o produto é sujeito, no interior do moinho, a forças de corte (cisalhamento) e de martelamento (impacto).

Na etapa de acabamento são misturados espessantes, em tanques equipados com agitador. Nesta fase é feito o controlo da qualidade e após atingidos os parâmetros apropriados procede-se à filtragem (para remoção de pigmentos não dispersos) e enchimento para posterior expedição (Dursuna e Sengulb, 2006).

Deste modo, o fabrico de tintas consiste basicamente em pesar corretamente as matérias-primas, misturar e dispersar os pigmentos no veículo com a ajuda de equipamentos adequados (agitadores, dispersores e moinhos) (CIN, 2015).

Geralmente os fabricantes de tintas produzem diferentes tipos e cores de tinta sendo que cada tipo e cor é fabricado num *batch* diferente. Isto obriga, sempre que necessário, à limpeza dos equipamentos entre cada Ordem de Fabrico para evitar contaminação (WMRC, 1992).

## 2.2 Perdas de matérias primas

As perdas num sistema podem ser definidas como a diferença entre *inputs* e *outputs* (Gram, 2013), sendo a perda material a diferença entre a quantidade de matérias primas introduzidas e a quantidade de produto final obtido (Figura 3).

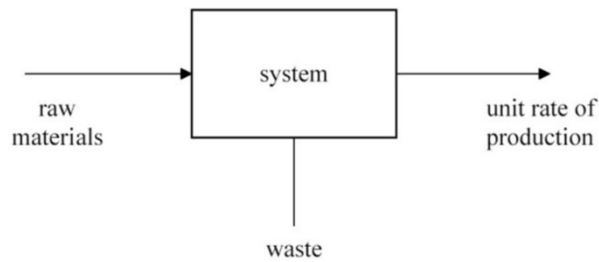


Figura 3 - Balanço entre inputs e outputs num sistema (Crittenden, 2009)

As perdas de matérias primas ao longo de um processo de transformação podem ser distinguidas pela sua origem: perdas intrínsecas e extrínsecas (Musee, 2004). As perdas intrínsecas ao processo são inerentes à configuração e às opções tecnológicas utilizadas, já as perdas extrínsecas referem-se às funções auxiliares das operações e aos métodos de fabrico (Musee, 2004).

O controlo de perdas pode ser feito por duas filosofias distintas:

- reaproveitamento - reincorporação, rework - perdas são descartadas durante o processo e apenas as que se aproveitam na etapa final são reintroduzidas num novo produto;
- redução na fonte - como o nome indica tem como objetivo reduzir as perdas na sua raiz, não esperando para lidar com elas no final do processo. Medidas que tenham como objetivo controlar perdas na fonte são por exemplo: alterações técnicas do processo produtivo, melhorias de procedimentos, alteração do acondicionamento de matérias primas (Shadiya, 2016)

## 2.2.1 Perdas de Matérias Primas na indústria de Tintas

### Perdas na produção em *batch*

As operações em *batch* permitem conferir a flexibilidade necessária para uma unidade produtiva produzir quantidades variáveis de uma grande gama de produtos. Assim esta organização produtiva é recomendada para a produção de baixo volume de produtos com grande valor acrescentado (Korovessi e Linninger, 2005). A produção em *batch* permite absorver variações sazonais diminuindo o número de turnos ou produzindo outros tipos de produtos, características que normalmente não são conferidas às operações em contínuo (Korovessi e Linninger, 2005).

Apesar dos equipamentos utilizados na produção em *batch* poderem ser os mesmos dos que são normalmente encontrados na produção em contínuo, a sua forma de operação é significativamente diferente (Halim 2005). Numa fábrica com produção contínuo, a cada equipamento é dedicado um tipo de operação enquanto que na produção em *batch* cada equipamento é normalmente utilizado para realizar várias operações (Halim 2005).

É esta reutilização de equipamentos que origina variabilidade na ocorrência de perdas. Comparando a geração de perdas num processo em *batch* com as geradas num processo contínuo, evidencia-se que estas ocorrem em maior quantidade nas operações em *batch*, porque a maior incidência de perdas dá-se nas operações de arranque e paragem, mais frequentes nas operações em *batch* (Korovessi e Linninger, 2005). Apesar dos processos se darem em menor escala, a complexidade resultante de descontinuidades no processo produtivo e das variações entre fabricos tornam mais desafiante a redução de perdas num processo em *batch* (Halim 2005).

No passado estas perdas eram facilmente toleradas pelo elevado valor dos produtos finais que justificavam não só a redução de produtividade, mas também o custo de tratamento de resíduos. Com exigência acrescida das regulações ambientais tornou-se mais caro lidar com a criação de resíduos e ao mesmo tempo as forças do mercado obrigaram a baixar os preços dos produtos incentivando os fabricantes a procurarem soluções para a redução de perdas (Halim 2005).

### O caso da indústria de tintas

O fabrico de tintas deve permitir uma resposta rápida às tendências de mercado e às variações sazonais, sendo o fabrico em *batch* especialmente adequado quando existe uma grande gama de produtos e a possibilidade de partilha de equipamentos na produção de produtos semelhantes (Korovessi e Linninger, 2005).

Por outro lado, a produção em *batch* confere à produção de tintas uma maior ocorrência de perdas durante o fabrico (WMRC, 1992), sendo que estas resultam maioritariamente (Figura 4) das operações de limpeza de equipamentos, da evaporação de solventes, de pigmentos capturados pelos sistemas de exaustão, das embalagens de acondicionamento de matérias primas, de filtros e derrames (Miller *et al*, 1992). As perdas resultantes das operações de limpeza de equipamentos como tanques, tubos, mangueiras e bombas correspondem a cerca de 80% das perdas nesta indústria (Lorton, 1988).

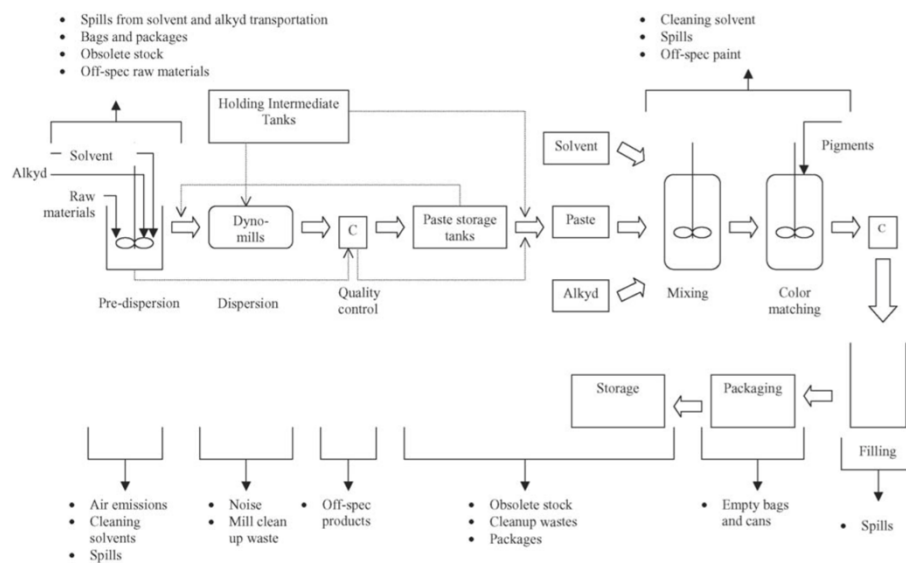


Figura 4 - Perdas ao longo do processo produtivo de tintas (Dursuna e Sengulb, 2006)

Estas perdas ocorrem em forma de sólidos, líquidos e gases, podendo ser tóxicas ou perigosas (Miller *et al*, 1992). Dursuna e Sengulb (2006) dividiram estas perdas em dois grupos de acordo com a fase em que se dão:

- perdas de sólidos e líquidos - resultantes dos processos de manuseamento de matérias primas, lavagens de tanques e tubagens, filtros utilizados e derrames;
- perdas por evaporação e emissão para o ar - emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) e pigmentos devido a fabrico em tanques abertos e à forma de manuseamento.

A satisfação do cliente é o objetivo principal dos fabricantes de tintas, logo o fator decisivo na opção da implementação de medidas de redução de perdas é a estabilidade das tintas (Miller *et al*, 1992). Qualquer alteração na qualidade, estabilidade ou outros atributos das tintas pode ser inaceitável para o cliente (WMRC, 1992).

Além disso, uma vez que a produção de tintas é fundamentalmente uma operação de mistura, sem reações químicas, os componentes encontrados nos desperdícios são os mesmos que estão presentes nas matérias primas (Lorton, 1988), facilitando assim o processo de reaproveitamento.

Mas também na indústria de tintas as regulamentações ambientais vieram introduzir limitações na composição das tintas e nas perdas geradas, apertando as margens de lucro e mudando a percepção de que o desperdício gerado no fabrico de tintas não era um problema (Miller *et al.*, 1992).

### **2.2.2 Controlo de perdas**

A ocorrência de perdas na Indústria Química tem um impacto direto nas considerações ambientais, estando a metodologia para a sua identificação e controlo muito presente na literatura relacionada com questões ambientais e sustentabilidade. A motivação dos estudos de redução de perdas surge muitas vezes das obrigações legais e das pressões económicas com o objetivo de reduzir custos e têm como principal objetivo: o aumento da competitividade através da otimização da utilização de matérias primas, dos materiais de embalagem e o espaço de operação (Franchetti, 2011).

Estes estudos podem trazer vantagens financeiras e devem ser considerados, uma vez que permitem aumentar os lucros reduzindo os custos em matérias primas e de tratamento de resíduos (Franchetti, 2011). Apesar destas vantagens muitas empresas não têm a capacidade de realizar um estudo detalhado devido a limitações de tempo e conhecimento (Franchetti, 2011).

#### **Redução de perdas**

As perdas industriais podem ser interpretadas pela lei da conservação de massa, e assim, ser demonstrados os benefícios das medidas de redução de perdas. A lei da conservação da massa define que a matéria não pode ser criada nem destruída: o fluxo de massa que entra num sistema deve ser igual ao que sai (Crittenden, 2009).

A análise dos processos industriais a esta luz identifica os benefícios dos esforços de minimização de perdas: redução do custo de tratamento de resíduos, aliado à diminuição do consumo de matérias primas e consequente poupança no seu custo para as empresas (Crittenden, 2009). Os projetos de redução de perdas podem então ser considerados bem-sucedidos se resultarem numa situação de *win-win*: melhorias ambientais acompanhadas de melhor desempenho financeiro (Crittenden, 2009).

#### **Métodos de análise de perdas**

A Agência Norte Americana de Proteção Ambiental publicou em 1990 o “Guia para a Prevenção da Poluição: A Indústria de Fabrico de Tintas”, com o objetivo de providenciar às empresas desta indústria ferramentas para o estudo das perdas. Esse documento apresenta uma metodologia que se baseia num procedimento sistemático para identificar formas de reduzir e eliminar perdas. Estes procedimentos iniciam-se com a revisão das operações de produção e geração de perdas sendo seguidamente identificadas as áreas a analisar em detalhe (EPA, 1990). Para estas áreas são desenvolvidas medidas com o potencial de minimizar as perdas e é feita uma avaliação da exequibilidade técnica e economia para a seleção das medidas a implementar (EPA, 1990).

As etapas definidas por esta metodologia são:

- Planeamento e Organização;
- Fase de Avaliação;
- Planeamento da exequibilidade;
- Implementação.

A Associação Empresarial de Portugal propõe (AEP, 2011) a elaboração de um estudo de minimização de resíduos sugerindo os seguintes passos:

1. Identificar os fluxos de resíduos de forma hierarquizada;
2. Estabelecer opções de redução;
3. Analisar a viabilidade;
4. Selecionar a melhor alternativa;
5. Implementar a opção selecionada;
6. Monitorizar e controlar da opção implementada;
7. Continuar com outro fluxo ou opção.

### **Identificação da origem de perdas**

A área da gestão das perdas industriais é vasta e exigiu a criação de uma hierarquia para a prevenção da poluição gerada pelas perdas. Assim o *Polution Prevention Act* de 1990 estabelece os princípios desta hierarquia, que são (Kent, 2007):

1. Prevenção (redução na origem);
2. Reutilização;
3. Reciclagem;
4. Recuperação;
5. Deposição controlada.

O conceito de redução na fonte, como o nome indica, refere-se à redução das perdas na origem em contraste com o método de tratamento no fim do processo produtivo (Shadiya, 2016). As medidas que permitem alcançar a redução na fonte são: modificação de processo, integração de processos, alteração das formas de fornecimento de matérias primas, melhorias nas práticas de organização e manutenção, aumento da eficiência dos equipamentos, e até proceder à reciclagem dentro do próprio processo produtivo (Shadiya, 2016).

A implementação de medidas de redução na fonte diminui o impacto negativo que os desperdícios industriais têm no ambiente e na saúde, uma vez que reduz a quantidade de resíduos que necessitam de tratamento e reduzindo os custos de operação (Shadiya, 2016).

O conceito *Green Chemistry* refere-se à utilização da química para reduzir desperdícios na fonte e a sua génese resulta dos esforços desenvolvidos pelo *Polution Prevention Act*. Baseia-se em doze princípios (Kent, 2007) de que se destacam:

- Princípio 1 – prevenir desperdícios – *Design* de processos químicos de que não resultem desperdícios para posterior tratamento;
- Princípio 7 – maximizar a eficiência atómica – Criar processos em que o produto final contém a maior proporção possível dos materiais iniciais;
- Princípio 11 – análise em tempo real para prevenir poluição – incorporar no processo monitorização em tempo real para minimizar ou eliminar a criação de resíduos.

### **2.3 Ferramentas utilizadas na redução de perdas**

A utilização de ferramentas é essencial para desconstruir problemas e encontrar soluções. De seguida são apresentadas as ferramentas que permitiram avançar no estudo das perdas.

### 2.3.1 Análise de Pareto

Também conhecida como a regra 80-20, baseia-se no Princípio de Pareto que indica que de qualquer conjunto de variáveis um pequeno número dos dados será responsável pela maior parte do efeito (Westcott, 2009). Ou seja: cerca de 20% será responsável por 80% (Figura 5).

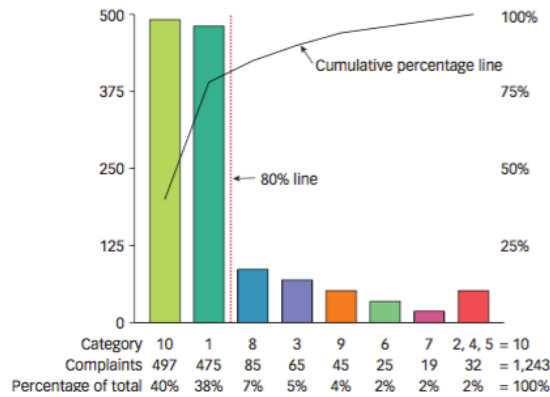


Figura 5 - Representação gráfica do princípio de Pareto (Westcott, 2009)

A importância desta análise prende-se com a sua capacidade de permitir uma distinção imediata do conjunto de dados que representa os “poucos que são relevantes” dos que representam os “muitos mas insignificantes” (Westcott, 2009).

### 2.3.2 Diagramas de Causa-Efeito

Os diagramas de causa-efeito são também conhecidos como Diagramas de Ishikawa, nome atribuído em honra de Karoru Ishikawa, que desenvolveu esta ferramenta. O seu desenvolvimento surgiu da necessidade de compreender problemas complexos fazendo uma análise exaustiva. Assim, o diagrama representa as principais causas e as causas secundárias que originam um certo efeito (Reid, 2009)

Na Figura 6 podemos ver a representação deste diagrama na sua forma mais tradicional. Podem também ser utilizadas variações, alterando os grupos, que permitem a sua utilização nas mais variadas indústrias.

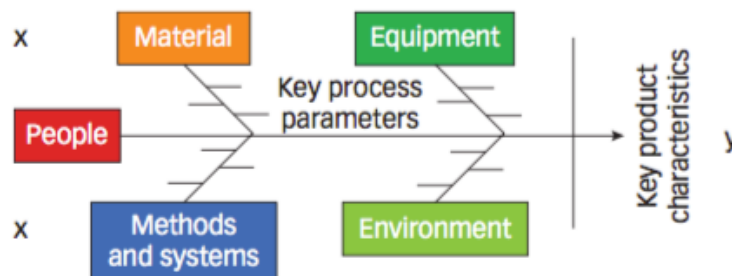


Figura 6 - Diagrama de causa-efeito - representação tradicional (Reid, 2009)

### 3 Descrição do Problema

Neste capítulo é analisada a problemática do controlo de perdas na Nave Central da CIN Maia. É apresentado o processo produtivo e é feita uma descrição pormenorizada do controlo de perdas feito atualmente sendo analisadas as suas limitações.

#### 3.1 Âmbito do Projeto

Este estudo de perdas de matérias primas foca-se na área de Produção da Nave Central da CIN Maia. Pretende analisar as perdas que ocorrem no processo de fabrico desde o momento em que as matérias primas são pesadas até ao fim do processo de enchimento dos produtos intermédios nas embalagens. Fora do âmbito deste projeto está o estudo de perdas no armazenamento das matérias primas e a redução do seu consumo através da alteração da formulação dos produtos.

#### 3.2 A Nave Central

A Nave Central da CIN Maia caracteriza-se por fabricar produtos de todas as gamas da CIN (Decorativos, *Protective Coatings* e Indústria) tendo, em 2015, produzido um total de 2569 Orden de Fabrico correspondentes a 626 produtos distintos. A exigência do fabrico de um leque variado de produtos exige flexibilidade à unidade produtiva. Assim é necessário compatibilizar as quantidades encomendadas dos variados produtos com as capacidades e características dos equipamentos produtivos e com a capacidade da operação de doseamento de matérias primas. A flexibilidade necessária é conseguida através da produção em *batch*. Esta forma de operação permite a coexistência de vários processos produtivos recorrendo à partilha de equipamentos e limitando cada fabrico a 2000 litros por *batch*, podendo uma Ordem de Fabrico ter vários *batches*.

O grande leque de produtos fabricados exige também a coexistência de vários processos produtivos, devido às especificidades de cada produto e consequentes diferenças operativas.

##### 3.1.1 Processo Produtivo na Nave Central

O fabrico de tintas na Nave Central tem seis etapas nucleares:

1. Pesagem;
2. Dispersão;
3. Moagem;
4. Afinação;
5. Acabamento e
6. Enchimento.

A quantidade a fabricar, as quantidades de matérias primas, e o modo operatório a cumprir nestas etapas estão especificadas na Ordem de Fabrico. O modo operatório dá indicações ao operador sobre as tarefas específicas a serem cumpridas, por exemplo: "Verificar com fita a

temperatura: Não ultrapassar 60°C" e "Juntar lentamente com agitação. Dispersar. 20 min. à velocidade de 23-26m/s". Assim a Ordem de Fabrico é o documento de trabalho que indica aos operadores os procedimentos a cumprir em todas as etapas do processo.

De referir que, dependendo do tipo de produto, o processo de fabrico de tintas pode incluir todas as etapas acima identificadas, apenas algumas e/ou a sua repetição.

### *Pesagem*

O fabrico de todos os produtos inicia-se pela Pesagem. Aqui é feito o doseamento das diversas matérias primas a serem incluídas no produto.

A Ordem de Fabrico serve de base à operação de Pesagem, contendo a Quantidade de Formulação. Esta é a quantidade (em massa ou volume) de cada matéria prima especificada aquando da formulação do produto e que o operador deve, obrigatoriamente, utilizar. Nesta etapa, as matérias primas são transferidas dos recipientes em que são fornecidas (ver na Figura 7 um exemplo de IBC, sacos) para outros recipientes, sendo dosificadas nas quantidades necessárias para cada Ordem de Fabrico. A pesagem é feita numa balança digital que regista o valor da pesagem de cada artigo, sendo posteriormente impresso no final da operação o Talão de Pesagem, que fica anexo à Ordem de Fabrico.



Figura 7 - Exemplo de acondicionamento de matérias primas antes da etapa de Pesagem

### *Dispersão*

Após a operação de pesagem segue-se a etapa de Dispersão. Na Figura 8 podemos ver os equipamentos de dispersão existentes na Nave Central: os produtos podem ser dispersos em tanque fixo (Dispermix) ou em tanque móvel (Pré-Mistura). A escolha do equipamento a utilizar é tomada de acordo com a dimensão do *batch*:

- Pré-Mistura: quantidades até 1200 l;
- Dispermix: quantidades superiores a 900 l. A possibilidade de dividir *batches* superiores a 1200 l permite, em casos de grande ocupação da Dispermix, aproveitar a disponibilidade dos equipamentos, podendo os produtos que lá são fabricados habitualmente passar a ser fabricados nos equipamentos de Pré-Mistura em *batches* mais pequenos.

### *Moagem*

Após o processo de dispersão, se especificado na Ordem de Fabrico, os produtos irão passar por um processo de moagem que tem como objetivo melhorar o grau de dispersão, o que é conseguido através da utilização de moinhos que possuem no interior da sua cuba cilíndrica um veio que movimentava esferas cerâmicas. Esta ação submete as partículas sólidas presentes nos produtos a forças de corte e martelamento que resultam na diminuição da dimensão das

partículas. Nesta etapa é feito o controlo recorrendo a régua de medição do grau de dispersão, para verificar se é atingida a “moagem” desejada (Figura 8).



Figura 8 - Medição do grau de dispersão recorrendo a régua graduada

Alguns produtos exigem várias passagens pelo moinho e no final desta etapa todos os produtos são colocados em tanques móveis, como mostra a Figura 9. Esta etapa fica concluída com a lavagem do moinho que é feita com água ou solvente (dependendo de se tratar de uma tinta de base aquosa ou de base solvente) sendo estes produtos de limpeza incorporados no produto.

No final da operação de moagem os tanques são pesados e o produto passa para a etapa de acabamento.



Figura 9 - Moinho e Produto à saída da etapa de Moagem

#### *Acabamento*

Nesta etapa os produtos podem permanecer em tanques móveis, no caso *batches* pequenos, ou serem transferidos para tanques fixos de acabamento. O processo de acabamento engloba a pesagem e a introdução de matérias primas e a sua homogeneização. No final da etapa de acabamento procede-se ao controlo do processo onde são verificadas determinadas características físicas dos produtos e se necessário são feitas correções de viscosidade e/ou de pH. Alguns produtos precisam ainda de uma etapa de afinação de cor.

#### *Enchimento*

A última etapa do processo é o enchimento que pode ser automático ou manual. Os produtos podem ser acondicionados em vários tipos de embalagens, desde latas de 0,25 l a tambores de 200 l. No processo automático, o produto é transportado por tubagem desde os tanques fixos até à máquina de enchimento, que enche cada embalagem de acordo com as tolerâncias estabelecidas.

Como mostra a Figura 10, o enchimento manual é feito diretamente dos tanques fixos ou móveis sendo o doseamento feito pelo operador que controla um obturador até obter o peso definido, dentro da tolerância.

O valor das tolerâncias é definido em função do método de enchimento (automático ou manual) e do volume das embalagens a encher.

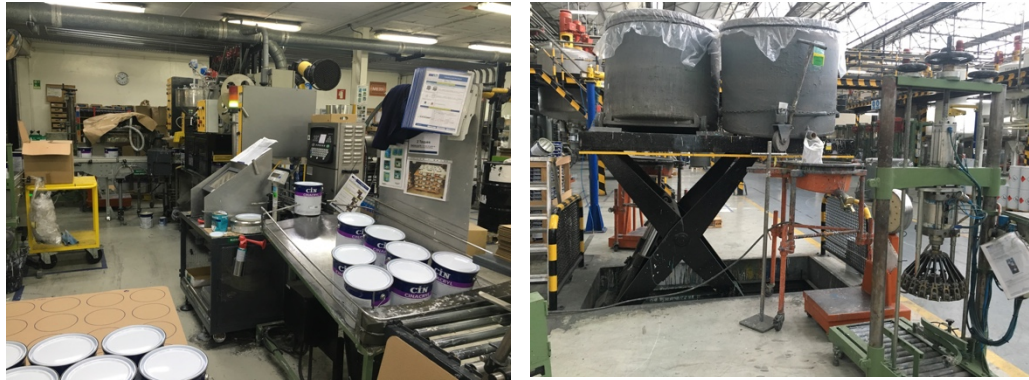


Figura 10 - Equipamento de enchimento automático e manual

Em ambas as formas de enchimento é feito um controlo metrológico do peso das embalagens cheias em que são controladas um numero pré-estabelecido de embalagens de acordo com a quantidade total a encher.

Finalizado o enchimento a Ordem de Fabrico é encerrada, sendo a informação que se encontra nos documentos físicos transferida para o sistema informático. Qualquer alteração relevante às quantidades de matérias primas é corrigida e é contabilizada a quantidade cheia. É com base nos valores das matérias primas consumidas e na quantidade de produto cheio que é calculada a Percentagem de Quebra do Fabrico (fórmula 3.1).

$$Quebra = 1 - \frac{Quantidade\ Obtida}{Quantidade\ Teórica} \times 100 (\%) \quad (3.1)$$

Na Figura 11 é apresentada uma compilação dos documentos obtidos no final do processo de enchimento, que são: Ordem de Fabrico com anotações, talões de pesagem de matérias primas, talões de pesagem de tanques móveis, talão de enchimento com o número de embalagens cheias e folha de controlo metrológico.

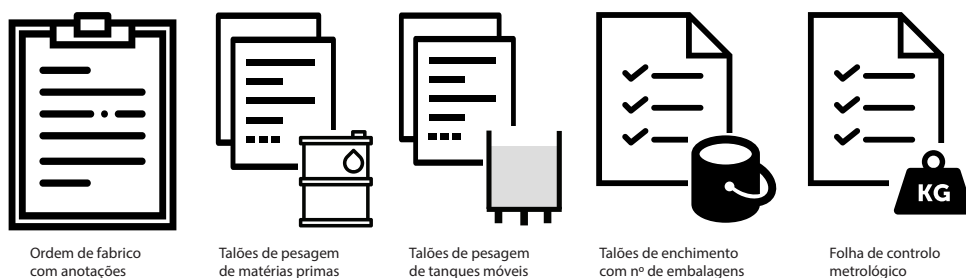


Figura 11 - Documentos obtidos no final de um fabrico

### 3.2 Perdas na Nave Central

Em 2015 dos 5 038 432 kg programados e lançados em produção na Nave Central foram obtidos 4 924 805 kg, havendo assim um défice de 113 627 kg de produto que resultou numa perda global de 2,26%. Esta perda corresponde ao valor de 270 134 EUR.

Cada produto influencia a quebra global de forma distinta: uma quebra alta (em quantidade) pode não implicar um custo de quebra elevado, e um custo de quebra alto pode não ser resultado de um produto produzido em grande quantidade. A Tabela 1 ilustra o posicionamento dos diversos produtos relativamente àquelas três variáveis. Por exemplo, o produto 00298 9681 é o 12º produto com maior quantidade fabricada é o 42º no que toca à quantidade de quebra e o produto com maior perda monetária.

Tabela 1 - Sieriação de produtos fabricados em 2015

Código do Produto	Quantidade Produzida (kg)	Quantidade Quebra (kg)	Custo Quebra (€)
03221 9050	1º	1º	6º
00298 9681	12º	42º	1º
26634 800Y	2º	2º	4º
08872 50A9	15º	5º	2º
51327 1002	5º	3º	3º
50628 634D	3º	4º	7º
68372 4917	7º	11º	5º

A análise de Pareto, cujos gráficos são apresentados no Anexo A e que se encontra resumida na Tabela 2, demonstra que 125 produtos, correspondentes a 20% do número total fabricado, são responsáveis por aproximadamente 76% da quantidade de perdas em kg e a 73% dos custos de perda, ou seja: 196 488 EUR.

Tabela 2 - Análise de Pareto: Quantidade de Quebra e Custo de Quebra

Quantidade de Quebra em kg			
Nº produtos	% do total de produtos	% do total da quantidade de quebra	Quantidade em kg
125	20%	75,5%	85 989
188	30%	19,5%	22 290
315	50%	5,0%	5347
Custo da Quebra em €			
Nº produtos	% do total de produtos	% do total do custo de quebra	Valor em €
125	20%	73,0%	196 488
188	30%	21,5%	58 201
315	50%	5,5%	16 173

### 3.3 Controlo de Perdas na Nave Central

O estudo dos procedimentos em vigor para efetuar o controlo de quebras é importante para perceber o que representam os valores de quebra registados até ao momento e qual o seu papel neste projeto.

#### 3.3.1 Metodologia em Vigor para Controlo de Perdas

O controlo de perdas na Nave Central é efetuado recorrendo à equação 3.1 que calcula a Percentagem de Quebra (ou Perda) de cada Ordem de Fabrico: a razão entre a quantidade obtida e o valor teórico. A quantidade obtida é calculada multiplicando o valor médio da tolerância de enchimento pelo número de embalagens cheias e somando alguma quantidade que não seja suficiente para completar uma embalagem e ficará em secção. A quantidade teórica é a que está indicada na formulação, podendo também englobar ações de aproveitamento e correções.

Na Nave Central o valor pré-definido como limite para a Percentagem de Quebra é 5%. No momento do fecho das ordens de fabrico é feito o cálculo da perda e caso o seu valor seja superior a 5% o sistema informático não permite a conclusão do processo. Nestes casos tem de ser feita uma análise pela área de Engenharia de Processo às causas que originaram o este valor de perda.

Tomando como exemplo o fabrico apresentado na Figura 12, esta análise recorre, em primeira instância, à documentação gerada durante as etapas de fabrico e que inclui:

- talões de pesagem de matérias primas: verificação de desvios em relação à quantidade de formulação;
- talões dos tanques móveis entre a operação de moagem e acabamento: a quantidade de produto nesta etapa é comparada com a quantidade indicada na formulação;
- talão de enchimento com controlo metrológico e contabilização de embalagens: sendo feita uma recontagem para excluir erros de contabilização.

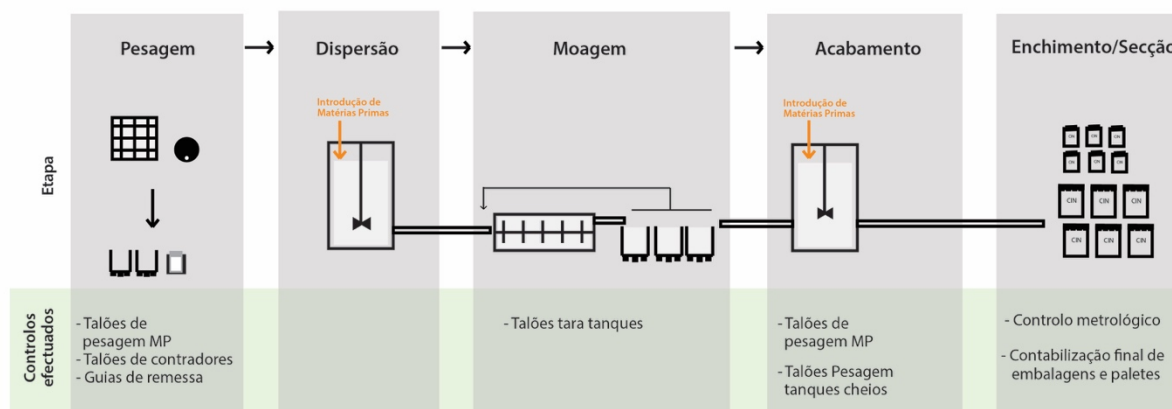


Figura 12 - Controlos efetuados ao longo de um processo produtivo

Com a revisão destes documentos pretende-se numa primeira fase perceber se houve algum erro na introdução de dados no sistema. Caso não se encontre nenhum erro na introdução de dados que justifique o valor superior a 5% de quebra, a análise do balanço mássico, recorrendo aos talões dos tanques móveis, permite perceber se a quebra se deu nas operações de dispersão e moagem ou nas operações de acabamento e enchimento.

Com esta informação é feita uma visita ao terreno para tentar perceber junto dos operadores quais as possíveis causas deste valor de quebra. Caso se encontre justificação para o valor de perda a Ordem de Fabrico é alterada assim como os valores do sistema informático, nos casos

em que não é encontrada justificação é derogada pela Direção de Produção uma perda superior a 5% que é registada no sistema.

### 3.3.2 Limitações da Metodologia Controlo das Perdas

Uma vez que o procedimento de análise de quebras só é acionado nos casos em que a percentagem de quebra é superior a 5%, se a percentagem de quebra não ultrapassar aquele valor, a quantidade de formulação é assumida como a quantidade introduzida no fabrico. Só no caso de quebras superiores ao limite definido é feita uma revisão dos talões de pesagem e as quantidades efetivamente pesadas substituem o valor teórico, levando em consideração o erro de pesagem.

Este método peca por contaminar os valores encontrados no sistema informático, passando os valores históricos a incluir dois tipos de dados:

- não verificados - valor da quebra calculado em relação ao valor teórico da formulação, correspondem à grande maioria dos dados;
- verificados - valor da quebra calculado com base em correções de erros de pesagem, calculados apenas para fabricos com percentagem de quebra é superior a 5%.

Por outro lado, o estabelecimento de um limite universal de 5% de percentagem de quebra não permite um controlo objetivo das quebras. E isto porque está em análise uma unidade produtiva com uma produção muito diversificada, tanto a nível das características físicas das matérias primas (e respetivos preços) e dos produtos, como a nível da variedade das etapas de fabrico envolvidas.

Na Figura 13 podemos comparar dois histogramas da percentagem de quebra obtida no fabrico de dois produtos em 2015 e 2016. Evidencia-se que a distribuição de quebra é distinta, sendo que a média do produto 1 se encontra muito mais próxima do limite de 5% logo será um produto mais controlado pela metodologia existente. Já o produto 2 tem uma distribuição mais encostada à esquerda com uma média afastada do valor de 5%.

Para produtos com média afastada do valor de 5% esta metodologia não permite identificar se os fabricos se estão a afastar do comportamento habitual desse produto, estando a ocorrer perdas fora do que seria esperado. Vai ser necessário as perdas superarem o valor de 5% para que seja analisado.

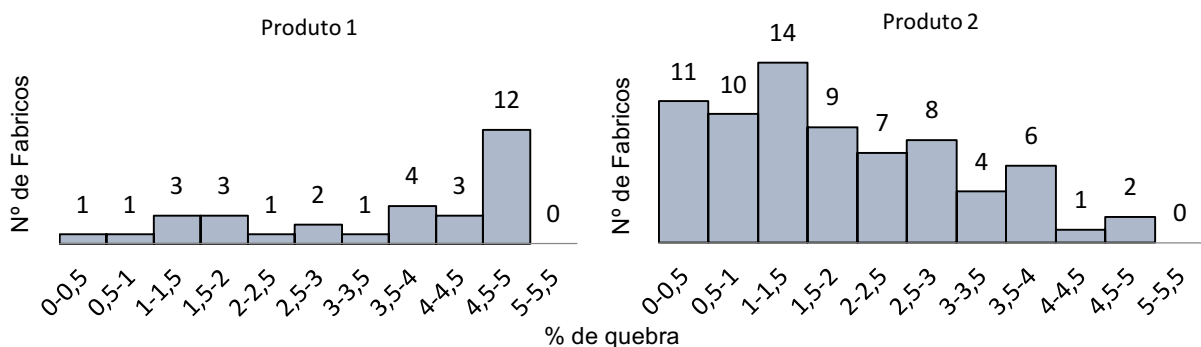


Figura 13 - Variação da frequência de percentagem de quebra entre dois produtos

Voltando ao produto 1, a frequência da ocorrência da percentagem de quebra evidencia que quase metade dos Ordens de Fabrico demonstram um número elevado de ocorrências de 4% a 5%. Esta concentração próxima do limite de 5% deve-se às medidas de controlo de quebras

acionadas pelo sistema informático quando o produto ultrapassa os 5%, cuja execução implica que, após encontrada alguma explicação para esse valor superior a 5%, o valor da percentagem de quebra é ajustado “administrativamente” de forma a ficar ligeiramente a baixo dos 5%. Esta evidência, aliada à inexistência de ocorrências no intervalo de 5% a 5,5%, demonstra que nestes produtos os dados históricos não se referem à ocorrência natural/real das perdas, estando enviesados pelos esforços de controlo do processo.

A metodologia de controlo de perdas em vigor na CIN reduz a utilidade deste conjunto de dados para dar uma visão factual da ocorrência de perdas. Deste modo não é possível basear a caracterização do modo de ocorrência de perdas exclusivamente nos dados históricos existentes, tornando-se necessário obter dados no terreno.

## 4 Recolha e Análise de Dados

O desenvolvimento do plano de redução de perdas de matérias primas foi feito através de várias fases consecutivas, representadas na Figura 14, que permitiram ultrapassar os desafios encontrados ao longo do estudo. Este capítulo pretende descrever em detalhe as metodologias adotadas e as técnicas de análise utilizadas. Descreve-se, ainda, o modo de obtenção dos dados primários, efetua-se o seu registo e respetiva análise.

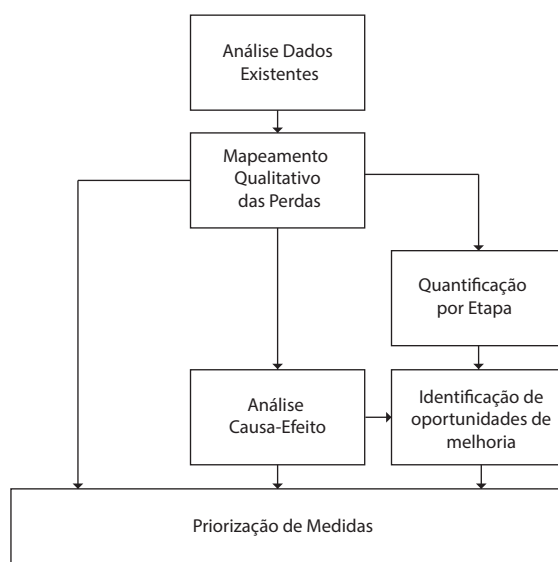


Figura 14 - Fluxograma da metodologia utilizada

Neste processo utilizou-se o método quantitativo aplicado a vários processos de fabrico através da observação direta e realização de medidas em momentos-chave de cada processo, conforme é detalhado no subcapítulo 4.2.2.

### 4.1 Análise dos Dados Históricos

A análise dos dados históricos de perdas tem, primeiramente, o objetivo de perceber qual o seu significado e de que modo podem ser utilizados no projeto.

A resposta à primeira questão surgiu no acompanhamento do fecho das Ordens de Fabrico e revelou que, informaticamente, apenas está registada a perda global de cada Ordem de Fabrico, isto é: não há informação sobre a perda em cada etapa do processo (primeira fragilidade dos dados).

Com maior gravidade é o facto de se encontrarem indistintamente registados no sistema informático dados de consumo de matérias prima com origem no peso (Talões) e outros com origem nos valores de formulação (segunda fragilidade).

A incapacidade de distinguir dados registados com diferentes critérios, aliada ao facto de apenas estar presente a perda global, invalidam uma utilização dos dados históricos como uma base sólida para o estudo de perdas. No entanto, uma vez que a Nave Central de Fabrico possui um portefólio variado de produtos, houve a necessidade de recorrer aos dados existentes para identificar o conjunto de produtos que permitiriam uma análise representativa das perdas nesta unidade produtiva, temática que será discutida em maior detalhe no subcapítulo 4.2.2.

## **4.2 Análise das Perdas**

Conforme explicado no subcapítulo anterior, a análise dos dados existentes revelou que os mesmos apresentam fortes problemas de fiabilidade, pelo que a sua utilização como fonte única para o estudo das perdas é descartada. Assim, procedeu-se à recolha direta de dados ao longo do processo produtivo. Com este método pretende-se atingir os seguintes objetivos:

- obter dados reais e fiáveis das perdas;
- conhecer o modo de ocorrência das perdas ao longo do processo produtivo;
- perceber a influência de cada etapa e tarefa na perda global.

### **4.2.1 Identificação Qualitativa das Perdas**

O processo de análise de perdas pressupõe uma identificação qualitativa que foi feita de forma exaustiva. Esta fase teve como principais objetivos a familiarização com o processo produtivo e com o modo de ocorrência das perdas, fornecendo uma base de conhecimento no que toca à sua natureza. Não se pretende, ainda, quantificar as perdas mas, simplesmente, obter uma lista objetiva das perdas que ocorrem durante o processo produtivo.

Com este procedimento conseguiu-se:

1. Identificar os pontos de fronteira entre etapas do processo produtivo;
2. Criar uma base de informação para a aplicação da metodologia de quantificação das perdas por etapa.

Para que esta análise permitisse uma fácil identificação de perdas, na ausência de um conhecimento aprofundado do processo, e de modo a possibilitar a observação direta das perdas ocorridas, foi escolhido para acompanhamento do fabrico um produto que verificasse cumulativamente os seguintes critérios:

- quantidade de perda média por fabrico elevada;
- processo produtivo completo (isto é: que incluísse todas as etapas).

O produto observado, designado internamente por 02221 9050 (cuja perda média por fabrico é, de acordo com os dados históricos, de 140 kg), é uma tinta de base aquosa fabricada em tanque fixo (Dispermix) com passagem por moinho, seguida de acabamento em tanque fixo e com enchimento quer de forma manual quer de forma automática.

Esta fase culminou no mapeamento das perdas, por etapa, indicadas no fluxograma apresentado em detalhe no Anexo B e resumido na Tabela 3.

Cada uma destas etapas de fabrico, assim como as perdas associadas inerentes ao processo, constituem o objeto da respetiva análise quantitativa.

Tabela 3 - Levantamento qualitativo de perdas

Etapa de fabrico	Principais perdas identificadas
Pesagem Inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erros de Pesagem</li> <li>▪ Pequenos derrames</li> </ul>
Dispersão	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaporação</li> <li>▪ Resíduos nos recipientes</li> <li>▪ Pequenos derrames na movimentação</li> <li>▪ Pó no ar</li> <li>▪ Resíduos nas paredes dos tanques fixos</li> <li>▪ Resíduos nas tubagens</li> <li>▪ Resíduos nas bombas e mangueiras</li> </ul>
Moagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pequenos derrames devido a má vedação</li> <li>▪ Resíduos no interior da cuba do moinho</li> <li>▪ Resíduos nas paredes dos tanques móveis</li> <li>▪ Purgas</li> </ul>
Acabamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resíduos nas paredes dos tanques móveis</li> <li>▪ Erros de Pesagem</li> <li>▪ Pequenos derrames</li> <li>▪ Resíduos nas bombas e mangueiras</li> </ul>
Enchimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaporação</li> <li>▪ Enchimento acima do peso</li> <li>▪ Paredes dos tanques de vazamento</li> <li>▪ Tubagens</li> </ul>

#### 4.2.2 Quantificação das Perdas por etapa

Após o mapeamento qualitativo das perdas no processo produtivo foi necessário estudar quantitativamente a sua ocorrência em cada etapa com o objetivo de perceber a influência de cada etapa na perda global e identificar também quantitativamente as principais causas.

Para caracterizar objetivamente as perdas do processo produtivo é necessário contabilizar as matérias primas que são efetivamente introduzidas no processo e qual a quantidade de produto final obtido. Aplicando esta lógica a cada etapa do processo, fazendo o balanço mássico, é possível identificar como a ocorrência de perdas se distribui pelas etapas e como cada etapa contribui para a perda global. Esta metodologia implica o acompanhamento *in loco* das atividades de produção exigindo, por vezes que os operários efetuem tarefas adicionais de modo a serem recolhidos os dados necessários.

Esta fase de análise foi desenvolvida em quatro momentos:

1. seleção dos produtos a acompanhar;
2. elaboração da metodologia de recolha e definição dos dados a recolher;
3. aplicação da metodologia de recolha de dados;
4. análise dos resultados obtidos.

#### Que produtos acompanhar?

Numa primeira aproximação, os produtos candidatos a serem analisados devem:

- permitir a recolha de elementos de estudo que admitam a generalização aos restantes produtos do portefólio da Nave Central das conclusões obtidas;

- ter um fabrico que ocorra no período do projeto de modo a possibilitar uma observação completa.

Após a análise de Pareto à influência dos fabricos na quebra da Nave Central, e tendo em conta apenas os 20% de produtos que contribuem para 75,5% da quantidade de quebra, continuamos a ter um leque de 125 produtos elegíveis para análise. Reduzindo este número para os dez produtos com maior quantidade de quebra em 2015 ficamos com apenas 1,6% dos produtos fabricados na Nave Central, mas que são responsáveis por 21% da quantidade de quebra total verificada.

De entre os dez produtos identificados torna-se necessário selecionar aqueles cujos processos irão ser efetivamente objeto de análise de perdas. Para isso definiram-se as seguintes características dos produtos a serem acompanhados:

1. elevada quebra, em quantidade, percentagem ou custo;
2. produzidos com frequência na época em que decorre o projeto;
3. processo produtivo completo, passando por todas as etapas de fabrico;
4. representativo do processo de fabrico dos top 10.

Na Tabela 4, estão assinalados a verde os produtos que correspondem a estas características.

Tabela 4 - Dez produtos com maior quebra

Produto	nº de fabricos	Perda (kg)	Perda (€)	Perda (%)	Fabrico frequente?	Processo completo?	Tanque de dispersão
032210950	31	4249	5651	1.67%	x	x	Dispermix
26634 800Y	30	3097	5815	1.23%		x	Dispermix
51372 1002	27	3022	6015	2.55%	x	x	Pré-Mistura
50628 634D	19	2226	4759	1.08%		x	Dispermix
08872 50A9	24	2211	8074	3.75%	x	x	Dispermix
16284 1050	14	2157	4306	3.29%	x	x	Dispermix
02221 9050	22	2079	3111	1.26%	x	x	Dispermix
56081 0007	7	1703	2330	3.03%		x	Dispermix
108K7 1071	16	1676	4269	1.78%	x		Dispermix
602K7 04N7	16	1605	1876	2.99%	x	x	Ambos

Seguidamente foram analisados os histogramas de frequência de ocorrência da percentagem de quebra, que podem ser consultados no Anexo B, de forma a escolher produtos com distintos comportamentos de ocorrência de ocorrência de quebra.

Desta seleção foram escolhidos os produtos o 03221 9050 e o 08872 50A9, caracterizados em detalhe na Figura 15.

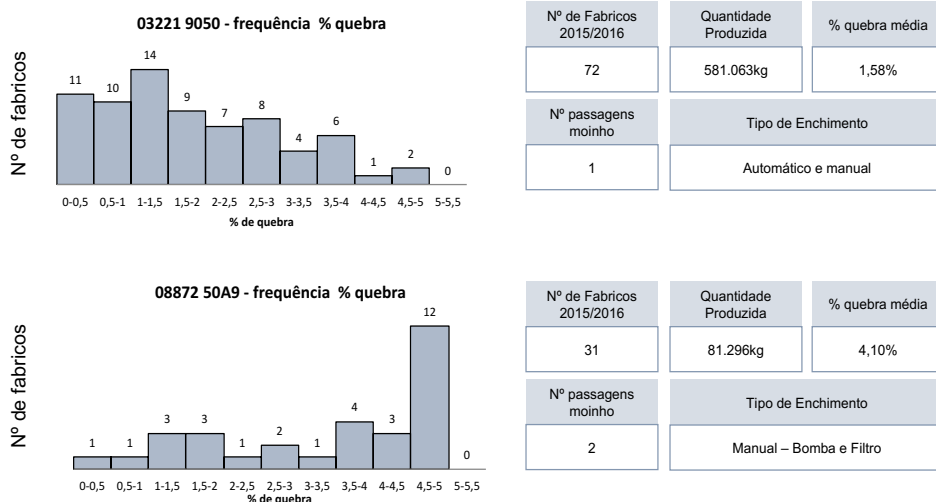


Figura 15 - Caracterização dos produtos escolhidos para observação

Resumindo, foram seguidas Ordens de Fabrico dos seguintes produtos:

- produto 03221 9050 - tinta decorativa de base aquosa cujo processo produtivo é completo (isto é, inclui todas as etapas de fabrico) e é o produto com maior quantidade fabricada e com maior quantidade de quebra, sendo fabricado durante todo o ano;
- produto 08872 50A9 - tinta aquosa da gama “indústria” (da CIN) com processo produtivo completo e é o que apresenta maior custo de quebra, 8074 EUR (em 2015).

O número de Ordens de Fabrico acompanhadas constitui uma limitação a este estudo difícil de ultrapassar tendo em conta a duração de cada processo produtivo e a duração prevista do projeto.

### Que dados recolher?

Teoricamente, o método definido visa obter dados que permitam efetuar o balanço mássico em cada etapa de fabrico. O balanço mássico seria, assim, obtido através da pesagem dos produtos intermédios no início e no fim de cada etapa e comparando os valores obtidos. Contudo, o acompanhamento do processo permitiu verificar a existência de limitações à recolha direta de dados em cada uma das etapas do processo. Estas limitações prendem-se com a existência de tanques fixos e a transferência do produto entre etapas através de tubagens. Por este motivo foi efetuada uma nova redefinição de pontos de fronteira onde se fará a recolha de dados (Figura 16), obtendo-se novos pontos de medida, no início e no fim de cada etapa ou agrupamento de etapas:

- Pesagem;
- Dispersão + Moagem;
- Pesagem de Acabamento;
- Acabamento + Enchimento

A efetiva recolha de dados foi feita acompanhando o processo produtivo e efetuando as pesagens, nos momentos acima definidos, de todos os equipamentos móveis utilizados. Esta pesagem permite obter não só o balanço mássico como também quantificar algumas das quebras que tinham sido identificadas na análise qualitativa, nomeadamente: resíduos nos recipientes utilizados na pesagem, perdas em mangueira e bombas; resíduos nas paredes de tanques móveis, purgas e filtros.

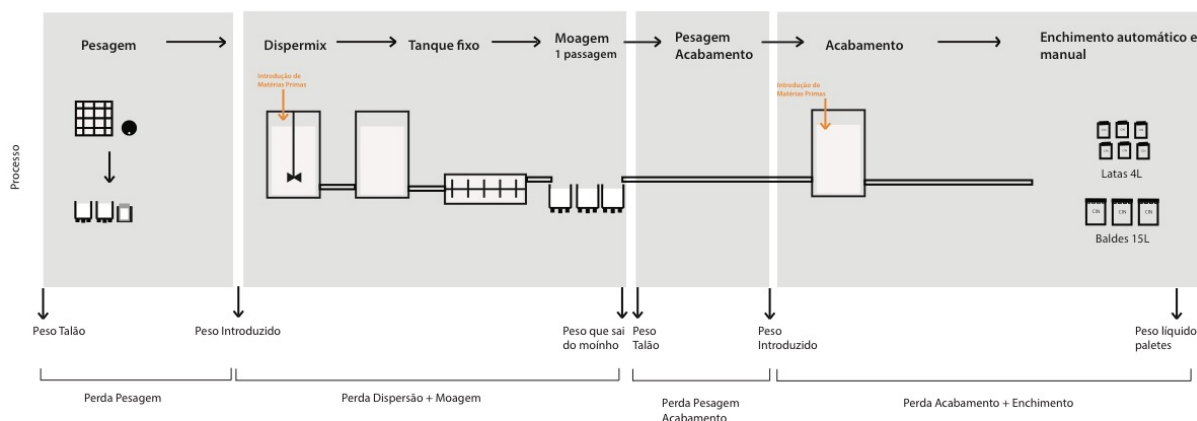


Figura 16 - Dados a recolher de acordo com a redefinição de fronteiras entre etapas produtivas

### Recolha de dados

Com base no esquema de medidas indicado na Figura 16 elaboraram-se ferramentas (tabelas) para recolha de dados no chão de fábrica que são apresentadas no Anexo D. Estas tabelas serviram de suporte ao registo das medições efetuadas de acordo com os procedimentos seguintes. De notar que todas as medidas estão apresentadas em unidades de massa (kg) obtidas diretamente de balanças ou resultantes da leitura de medidas de volume em contadores e posteriormente convertidas para unidades de massa. Na Tabela 5 estão evidenciadas as características deste processo de recolha.

Tabela 5 - Caracterização do processo de recolha de dados

Nº de Observações		Período de Recolha	Condições Atmosféricas
Produto 08872 50A9	4	Outubro – Novembro 2016	Temperatura média – 13°C
Produto 03221 9050	1		Humidade – 60 a 90%

### Valores Recolhidos

#### Pesagem

- Valor M1 – Peso dos recipientes a utilizar no doseamento de matérias primas (Tara).
- Valor M2 – Peso das matérias primas (MP) a utilizar (Peso Talão).
- Valor M3 – Peso dos recipientes após a introdução das MP no tanque de dispersão; este valor inclui o peso de resíduos de MP não introduzidos na totalidade.

#### Dispersão e Moagem

- Valor M4 – Peso dos tanques móveis (Tara Tanques Móveis)
- Valor M5 – Peso dos tanques móveis com produto (Peso bruto à saída do moinho)

#### Pesagem de Acabamento

- Valor M6 – Peso dos recipientes a utilizar no doseamento de matérias primas (Tara)
- Valor M7 – Peso das MP a utilizar nesta etapa (Peso Talão).
- Valor M8 – Peso dos recipientes após a introdução no tanque de acabamento. Contêm resíduos de MP não introduzidos na totalidade.
- Valor M9 – Peso dos tanques móveis após introdução de produto no tanque de acabamento. Contêm resíduos de produto intermédio não introduzidos na totalidade.

### Acabamento e Enchimento

- Valor M10 – Peso das paletes vazias
- Valor M11 – Registo da Tara das embalagens
- Valor M12 – Peso das paletes cheias

### *Cálculo das Perdas*

#### Perda na Pesagem

- Cálculo C1 – Subtraindo M3 a M1 obtemos o valor dos resíduos não introduzidos no tanque de dispersão.
- Cálculo C2 – Subtraindo C1 ao valor M2 obtemos o Peso introduzido no tanque de dispersão: Peso Talão – Resíduos.

#### Perda na Dispersão e Moagem

- Cálculo C3 – Subtraindo M4 a M5 obtemos o peso líquido de produto intermédio à saída do moinho.
- Cálculo C4 – Recorrendo ao valor obtido no Cálculo C2, peso introduzido no tanque de dispersão, e subtraindo-lhe o valor obtido no Cálculo C3 obtemos a perda combinada das etapas de Dispersão e Moagem

#### Perda na Pesagem Acabamento

- Cálculo C5 – Subtraindo M8 a M6 obtemos o valor dos resíduos não introduzidos no tanque de acabamento.
- Cálculo C6 – Subtraindo C1 ao valor M7 obtemos o Peso de MP introduzido no tanque de acabamento: Peso Talão – Resíduos.
- Cálculo C7 – Subtraindo a M5 o M9 obtemos a quantidade de produto intermédio vindo do moinho que é introduzido do tanque de acabamento.

#### Perda no Acabamento e Enchimento

- Cálculo C8 – Somando os valores obtido nos Cálculos C6 e C7 obtemos a quantidade de produto que entra na etapa de acabamento.
- Cálculo C9 – Subtraindo ao valor M12 o valor M10 obtemos o peso das embalagens cheias.
- Cálculo C10 – Multiplicando o valor M11 pelo número de embalagens acondicionadas na palete obtemos o peso das embalagens.
- Cálculo C11 – Subtraindo ao valor obtido em C9 (peso das embalagens cheias) o valor obtido em C10 (peso das embalagens) obtemos a quantidade cheia na etapa de enchimento.
- Cálculo C12 – Subtraindo ao valor obtido no cálculo C8 (quantidade de produto que entra na etapa de acabamento) o valor obtido em C11 (quantidade cheia) obtemos o valor de perda combinado da etapa de Acabamento de Enchimento.

### **Limitações e Desafios**

O método descrito é limitado pela incapacidade de quantificar as perdas por evaporação e a emissão de pós no ar. Com a tecnologia presente na Nave Central é também impossível pesar os tanques fixos, sendo assim difícil de calcular os resíduos nas suas paredes.

Outra dificuldade encontrada foi a definição de quebra para as matérias primas utilizadas em unidades completas no fabrico, como é o caso dos sacos. Para estas matérias primas não é feita uma pesagem, sendo assumido que contém o valor indicado pelo fornecedor e que não há perda na sua introdução para os tanques de dispersão. Por esta razão, para despistar a introdução de

erro no cálculo das perdas, foi feita uma pesagem destas matérias primas para verificar o valor introduzido e fazer um controlo da quantidade fornecida.

A contabilização da quantidade de produto no final da etapa de moagem está dependente do conhecimento da tara dos tanques móveis, no entanto estes não estão identificados com esse valor, são pesados e o talão da sua tara é fixo ao tanque.

### Resultados Obtidos e Sua Análise

#### *Análise ao Fabrico do Produto 08872 50A9*

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados obtidos para as observações efetuadas a quatro Ordens de Fabrico do produto 08872 50A9 (apresentados em detalhe no Anexo E). A análise destes resultados revela anomalias nas observações 1 e 3, evidenciando-se um aumento da quantidade final de produto nas etapas de Dispersão e Moagem. Este aumento pode ser explicado pela ocorrência de erros na contabilização da água de lavagem introduzida nesta etapa. Pode, também, dever-se ao facto de o produto anterior a passar no moinho não exigir a lavagem da cuba, sendo os resíduos desse último produto introduzidos no produto seguinte (que foi acompanhado), aumentando assim a quantidade de produto obtido no final daquelas etapas. Face a estas anomalias, as observações 1 e 3 não são consideradas nesta análise. A ocorrência destas anomalias deve ser monitorizada no sentido de se verificar se se trata de acontecimentos fortuitos ou se são resultado de procedimentos errados, com carácter sistemático, e, portanto, objeto de eventual correção.

Já as observações 2 e 4 apresentam consistência e repetibilidade nos resultados obtidos podendo ser consideradas como aceitáveis para prosseguir a análise das perdas.

A análise das observações 2 e 4 demonstra que as operações de Pesagem e Pesagem de Acabamento têm pouca influência na quebra global (6 a 8%). Assim, a análise dos dados focar-se-á nas etapas de Dispersão + Moagem e Acabamento + Enchimento.

Tabela 6 - Distribuição das Perdas do Produto 08872 50A9 por etapa e por observação

Observação	Quantidade Global de Perda (kg)	Taxa de contribuição da perda em cada etapa para a perda global				Perda Global
		Pesagem	Dispersão + Moagem	Pesagem de Acabamento	Acabamento + Enchimento	
1	61,66	30,34%	-9,13%	14,36%	64,42%	2,30%
2	131,93	5,89%	59,62%	5,73%	28,77%	4,90%
3	21,59	-2,57%	-128,42%	60,59%	170,41%	0,82%
4	146,12	5,84%	54,20%	7,91%	32,05%	5,67%

#### *Dispersão + Moagem*

Como indicado na Tabela 6 as observações 2 e 4 as etapas de Dispersão e Moagem são as que mais contribuem para a geração de perda: entre 54,20% a 59,62%. Como pode ser visto na Figura 17, esta percentagem equivale aproximadamente a uma perda de 80 kg de produto, ou seja, cerca de 3% do produto introduzido nestas etapas

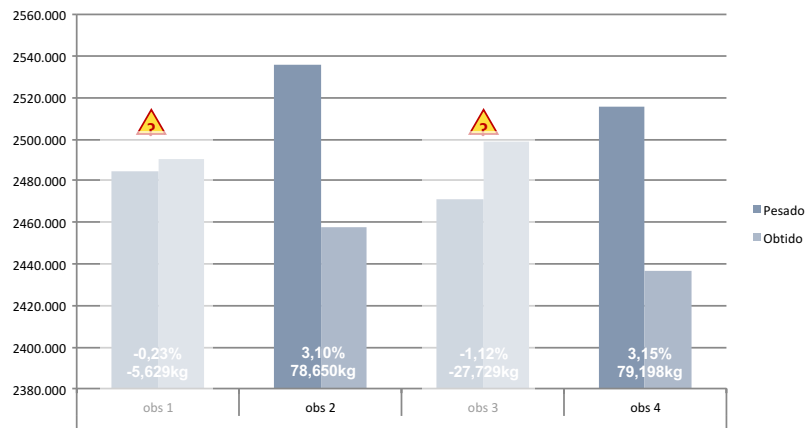


Figura 17 - Balanço mássico das etapas de Dispersão e Moagem do produto 08872 50A9

### Acabamento e Enchimento

As operações de Acabamento e Enchimento são responsáveis por cerca de 30% das perdas no fabrico deste produto. Analisando a Figura 18 podemos concluir que essa perda corresponde aproximadamente 40kg.

Nesta etapa verifica-se consistência na ocorrência de perdas entre observações. Isto é explicado pelo facto de ser nestas etapas que se procede ao controlo das características físicas do produto, efetuando acertos de viscosidade. Estes acertos uniformizam as características dos produtos entre Ordens de Fabrico, retirando aleatoriedade ao comportamento do produto.

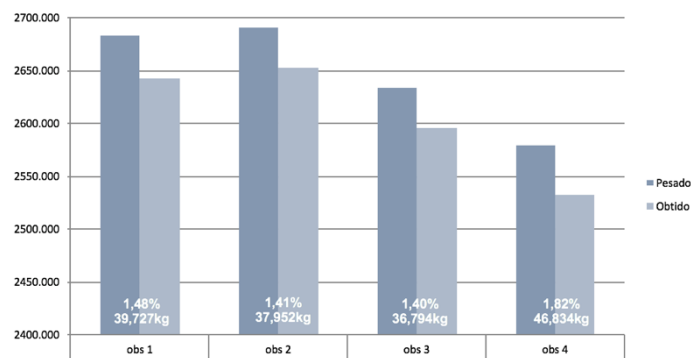


Figura 18 - Balanço mássico das etapas de Acabamento e Enchimento do produto 08872 50A9

### Análise ao Fabrico do Produto 03221 9050

No fabrico deste produto verificamos (Tabela 7) que são também as etapas Dispersão + Moagem e Acabamento + Enchimento que contribuem maioritariamente para a quebra. No entanto, o maior ónus encontra-se, neste caso, nas etapas Acabamento + Enchimento que contribuem em 50% (correspondente a 40 kg) para a perda global (Figura 19).

Tabela 7 - Distribuição das Perdas do Produto 03221 9050 por etapa

Observação	Quantidade Global de Perda (kg)	Taxa de contribuição da perda em cada etapa para a perda global				Perda Global
		Pesagem	Dispersão + Moagem	Pesagem de Acabamento	Acabamento + Enchimento	
1	82,06	4,80%	32,37%	13,28%	49,55%	0,98%

Esta diferença de comportamento de perda nestas etapas face ao produto 08872 50A9 deve-se ao facto de:

- este produto apenas ter uma única passagem no moinho – a repetição de passagens no moinho origina a acumulação de perda;
- transporte do produto por tubagem até à zona de Enchimento (manual ou automático) – o produto não é cheio diretamente do tanque fixo de Acabamento originando-se perdas acrescidas;
- transporte em tanque móvel até a zona de Enchimento (quando há urgência de utilizar o tanque fixo onde o produto foi acabado) – as operações de transferência de produto originam perdas.

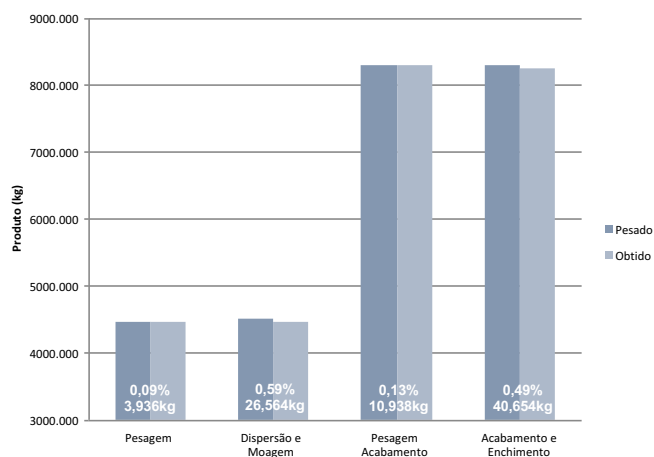


Figura 19 - Balanço mássico das etapas de fabrico do produto 03221 9050

Este produto apresenta um histograma de quebra bastante controlado (Anexo C) com uma média de 1,58%. Foi observado que este valor histórico estava a ser enviesado (incremento) pela incorporação na quebra da água utilizada na limpeza (no final do enchimento) das tubagens que alimentam a máquina de enchimento automático. Esta água, contendo produto, é reservada para ser introduzida num próximo fabrico, correspondendo a um aproveitamento de 60 a 120 kg por *batch*.

A perda global observada no fabrico deste produto corresponde, aproximadamente, a 1%. Trata-se de um valor aceitável tendo em conta a tecnologia disponível na Nave Central. Como o valor de perda global observado praticamente coincide com os valores históricos registados considerou-se como suficiente a observação feita a este produto, não tendo sido planeados mais acompanhamentos.

### 4.3 Identificação das Causas das Perdas

Após a quantificação das perdas ao longo do processo de fabrico torna-se necessário aprofundar o conhecimento sobre o seu modo de ocorrência, com vista a compreender quais as suas causas dentro de cada etapa.

Esta compreensão foi conseguida através de entrevistas no terreno e do mapeamento das causas nas etapas críticas. Deste mapeamento resultou a necessidade de retornar ao terreno para obter dados específicos do modo como as causas mais relevantes contribuem quantitativamente para a quebra.

Os objetivos específicos desta fase são:

- solidificar e sistematizar o conhecimento adquirido no terreno sobre as causas das perdas, tornando-o visível e de fácil interpretação;
- estabelecer uma relação causa-efeito entre as perdas e os processos e métodos observados no terreno;
- fazer o cruzamento de informação entre as perdas, a sua quantidade e as causas que as originaram.

Para responder a estes objetivos foi desenvolvida uma análise causa-efeito detalhada às perdas conhecidas. Esta análise focou-se nas etapas que, anteriormente, foram identificadas como críticas: Dispersão + Moagem e Acabamento + Enchimento e culminou com a elaboração dos diagramas de Ishikawa apresentados na Figuras 20 e na Figura 21, e detalhados no Anexo F. A elaboração destes diagramas recorreu aos seguintes métodos:

- entrevistas no terreno aos operadores - recolha de apreciações e conhecimento sobre o processo produtivo, sobre os métodos de trabalho utilizados e sobre as particularidades dos equipamentos;
- discussão com a equipa de Gestão de Produção - para discussão e validação dos dados obtidos na fase de quantificação das quebras e focou-se na análise em detalhe das causas apontadas pelos operadores.

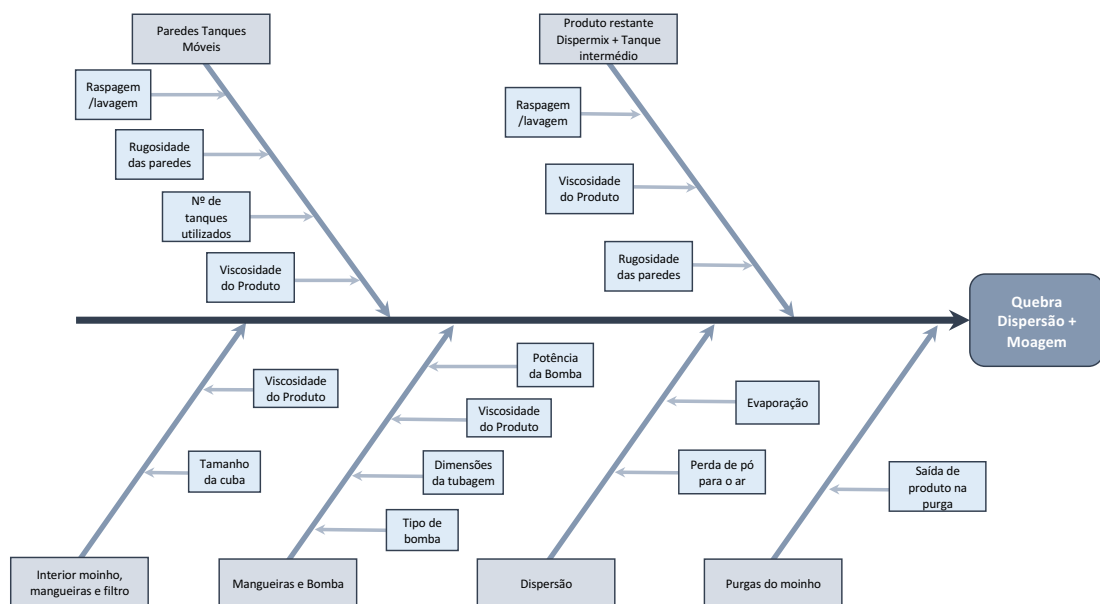


Figura 20 - Diagrama Ishikawa da perda nas etapas Dispersão + Moagem

A informação apresentada nestes diagramas é valiosa, não se encontrando documentada na empresa, e permitiu definir quais as causas consideradas como relevantes para aprofundar, num

segundo processo de medição, a quantificação das perdas dentro de cada etapa de fabrico. Os valores de perdas obtidos estão registados na Tabela 8, para o produto 08872 50A9.

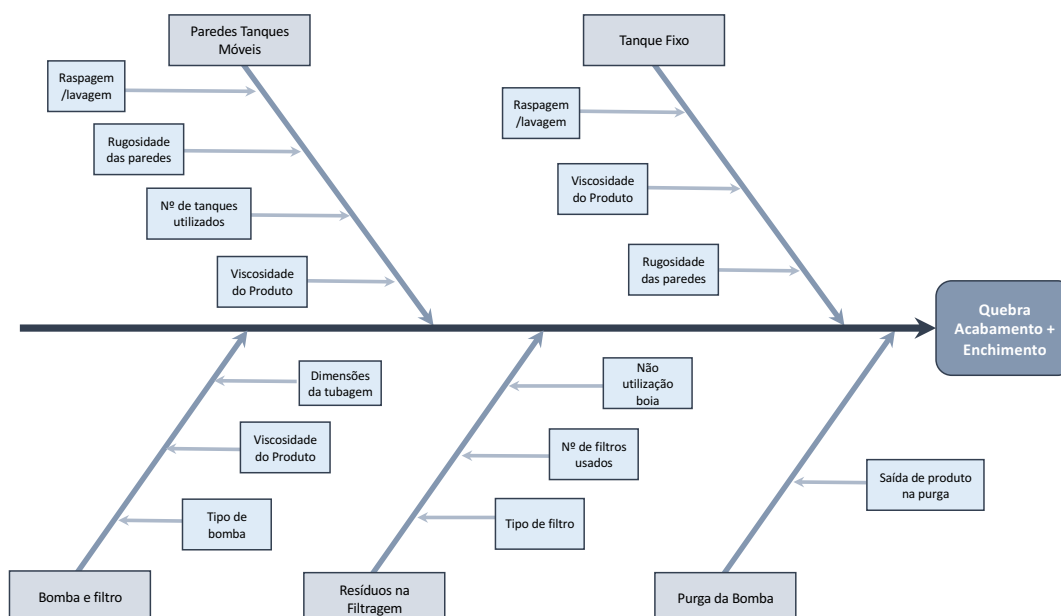


Figura 21 - Diagrama Ishikawa da quebra nas etapas Acabamento + Enchimento

Estes valores foram obtidos da seguinte forma:

- Perdas nas paredes de tanques fixos – sabendo o peso da água utilizada na lavagem dos tanques e pesando a água contaminada no final da lavagem;
- Perdas nas paredes de tanques móveis – sabendo a tara dos tanques e pesando-os após o seu vazamento;
- Purgas do moinho – pesando a quantidade de purga descartada como resíduo. Este valor não é na sua totalidade uma perda, pois a purga não é composta na sua totalidade por produto, contendo também solução de lavagem;
- Resíduos nas mangueiras e bombas – pesando os equipamentos antes e depois das operações de bombagem;
- Resíduos de filtragem – conhecendo o peso dos filtros e pesando os filtros após a sua utilização;
- Purgas de bombas – pesando a quantidade de purga descartada como resíduo. Este valor não é na sua totalidade uma perda, pois a purga não é composta na sua totalidade por produto em análise, contendo também produto bombado anteriormente.

A análise da Tabela 8 permite concluir que a grande causa de quebra são os resíduos nas paredes dos tanques fixos (de dispersão, de stock intermédio e de acabamento).

Na transferência do produto para um novo acondicionamento ocorrem perdas, sendo cada tanque responsável por, aproximadamente, 13 kg de perdas (total de 39 kg por fabrico).

Na operação de Moagem, outro grande fator de perdas é constituído pelo produto restante no interior da cuba do moinho que é descartado como purga, podendo chegar a 25 kg.

Tabela 8 - Causa e quantificação de perdas do produto 08872 50A9

Causa Identificada	Quantificação por ocorrência (kg)	Quantificação por fabrico (kg)
Tanques fixos – resíduos nas paredes	13 kg por tanque	39 kg
Tanques móveis - resíduos nas paredes	2 a 5 kg por tanque	10 kg
Purga do moinho	25 kg	até 25 kg
Resíduos em mangueiras e bombas	2 a 5 kg	4 a 10 kg
Resíduos de filtragem	2kg por filtro	4 a 12 kg
Purgas de bombas	5 kg	5 a 10 kg

Na etapa de Enchimento, outro contribuinte para as perdas é a purga efetuada com recurso a bomba, feita com o objetivo de limpar algum resíduo restante do fabrico anterior. Esta purga é feita até sair da bomba apenas o produto a ser fabricado. Esta avaliação (se já sai produto ou não) é feita pelo operador, podendo no máximo corresponder a uma perda de 15kg.

## 5 Programa de Redução de Perdas

As anteriores fases de quantificação e análise causa-efeito permitem identificar oportunidades de melhoria e medidas que permitem concretizá-las. Seguidamente, mobilizando o conhecimento qualitativo, quantitativo, de causa-efeito e aplicando-o às medidas identificadas foi feita uma priorização da implementação daquelas medidas. Esta priorização é feita em dois momentos. Primeiramente foram listadas todas as medidas de redução e identificadas aquelas sobre as quais não existia informação suficiente para a sua análise. Estas foram descartadas (destinadas, eventualmente, a serem estudadas em trabalhos futuros), as outras constituíram o conjunto de medidas sobre as quais o projeto se desenvolveu - segundo momento.

### 5.1.1 Identificação de Oportunidades de Melhoria

No decorrer deste projeto foram identificadas vinte medidas de redução de perdas. A Tabela 9 apresenta para cada origem de perda a etapa em que a mesma ocorre e possíveis medidas de melhoria que são consideradas como sendo potencialmente candidatas a serem implementadas. Cada medida de melhoria é classificada quanto (1) à necessidade de aprofundar a análise da medida, (2) à necessidade de alterações tecnológicas e (3) dos procedimentos em vigor.

Tabela 9 - Medidas de redução de perdas

Origem da Perda	Etapa do fabrico	Medidas de Redução		Necessária análise adicional	Alteração tecnologia	Alteração procedimentos
		Nº	Descrição			
Paredes tanques móveis e fixos	Moagem	1	Raspadeiras em material maleável		X	
	Acabamento	2	Raspadeiras com curvatura que acompanha o perfil dos tanques		X	
Paredes tanques fixos	Dispersão	3	Recirculação entre tanques fixos e moinhos	X	X	
	Acabamento	4	Reaproveitamento da água de lavagem de tanques fixos de acabamento	X		X
		5	Instalar torneiras de água sob pressão para lavagem das paredes dos tanques		X	
		6	Limpeza imediata dos equipamentos			X
		7	Raspadores automáticos acoplados ao dispersor	X	X	
	8	Formato cónico da base dos tanques			X	

Origem da Perda	Etapa do fabrico	Medidas de Redução		Necessária análise adicional	Alteração tecnologia	Alteração procedimentos
		Nº	Descrição			
Resíduos em embalagens	Pesagem Inicial	9	Sacos solúveis	X	X	
	Pesagem Acabamento	10	Método de introdução de Matérias primas pesadas em plásticos			X
Emissões para a atmosfera	Pesagem	11	Utilização de pigmentos em pasta	X	X	
	Dispersão	12	Tampas adequadas para tanques fixos	X	X	
	Moagem	13	Tampas que permitam dispersão em tanques móveis fechados	X	X	
	Acabamento					
Derrames	Moagem	14	Inclinação de tanques mais segura utilizando cintas			X
	Acabamento	15	Controlo automático do nível de produto nos tanques móveis à saída dos moinhos		X	
	Enchimento					
Purgas	Moagem	16	Medição e identificação automática da purga	X	X	
	Enchimento					
Filtros	Enchimento	17	Utilização de filtros reutilizáveis e aproveitamento da água de lavagem	X		X
Contabilização incorreta de perdas	Pesagem Inicial	18	Identificação definitiva de tanques móveis com a sua tara			X
	Pesagem Acabamento	19	Ligação automática entre sistema informático e balança de pesagem de matérias primas	X	X	
	Moagem	20	Estabelecimento de limites de controlo de quebra adequados a cada produto	X		X
	Acabamento					

Entendeu-se que as medidas que necessitam de uma análise adicional (aprofundamento e eventualmente, até, de realização de ensaios ou mesmo de projetos-piloto) não seriam consideradas como sendo objeto de análise no presente estudo.

### 5.1.2 Priorização das medidas de redução

A obtenção de uma lista de medidas com potencial para “remediar” as causas das perdas é uma boa base para a elaboração de um plano de redução de perdas. Na secção anterior já foram relegadas para análise posterior, noutra sede, as medidas que carecem de estudo mais aprofundado. Torna-se, agora, necessário, relativamente às restantes medidas (Tabela 10), estabelecer um plano de implementação, procedendo à sua hierarquização, tendo em vista definir uma ordem de prioridades.

Tabela 10 - Medidas de redução filtradas

Medidas de Redução	
Nº	Descrição
1	Raspadeiras em material maleável
2	Raspadeiras com curvatura que acompanha o perfil dos tanques
5	Instalar torneiras de água sob pressão para lavagem das paredes dos tanques
6	Limpeza imediata dos equipamentos
8	Formato cónico da base dos tanques
10	Método de introdução de Matérias primas pesadas em plásticos
14	Inclinação de tanques mais segura utilizando cintas
15	Controlo automático do nível de produto nos tanques móveis à saída dos moinhos
18	Identificação definitiva de tanques móveis com a sua tara

A priorização referida assenta num modelo (Figura 22) em que a cada medida se atribui uma graduação com base em três critérios que se consideraram fundamentais:

- Custo de implementação;
- Complexidade de implementação;
- Impacto na redução de perdas.

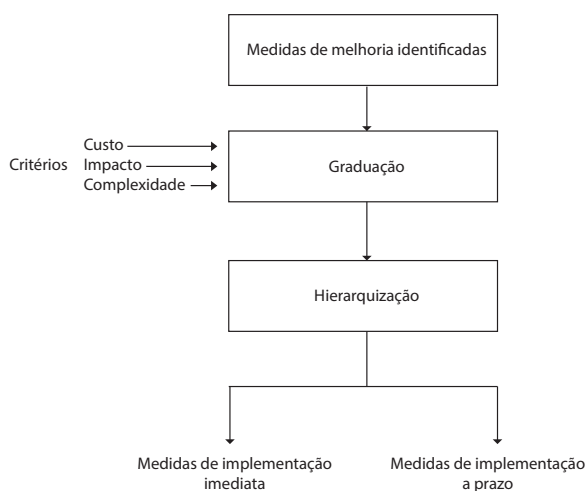


Figura 22 - Método utilizado para a obtenção de a lista de medidas prioritárias

Cada uma das medidas de melhoria foi graduada qualitativamente segundo estes três critérios sendo, de seguida, utilizado um gráfico cartesiano tendo em vista hierarquizar e priorizar a sua implementação.

O “custo de implementação” engloba apenas os custos de aquisição de materiais e equipamentos e da sua instalação. A “complexidade de implementação” está relacionada com a sensibilização e treino dos operadores, perturbações no fluxo de produção durante a implementação, oportunidade de implementação, etc. O “impacto na redução de perdas” refere-se à diminuição de perdas de produto obtida, cuja quantificação foi apresentada no estudo das causas das perdas.

Com base nestes critérios foi construído o gráfico da Figura 23 que torna clara a existência de duas grandes categorias de medidas:

- Medidas de implementação imediata
- Medidas de implementação a prazo

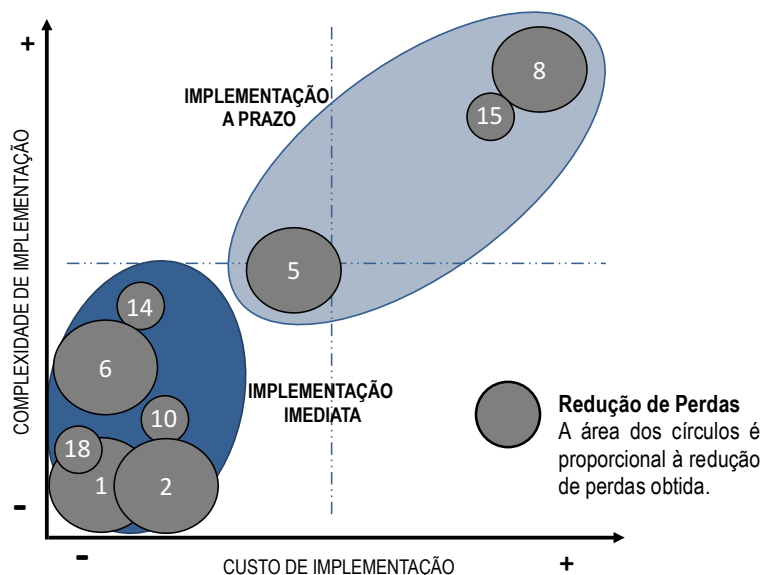


Figura 23 - Medidas de melhoria – Caracterização e priorização

**Medidas para implementação imediata** – medidas com baixo custo, baixa complexidade de implementação, com diferentes impactos na redução de perdas; a sua implementação depende simplesmente de uma decisão da gestão:

- 1 – Raspadeiras em material maleável;
- 2 – Raspadeiras com curvatura que acompanha o perfil dos tanques;
- 6 – Limpeza imediata dos equipamentos;
- 10 – Método de introdução de Matérias Primas pesadas em plásticos;
- 14 – Inclinação de tanques mais segura utilizando cintas;
- 18 – Identificação definitiva de tanques móveis com a sua tara.

**Medidas para implementação a prazo** – medidas de custo médio/elevado, complexidade elevada podendo ter vários níveis de impacto na redução das perdas; carecem de um pequeno estudo económico (custo-benefício), disponibilidade financeira e oportunidade de implementação:

- 5 – Instalar torneiras de água sob pressão para lavagem das paredes dos tanques;
- 8 – Formato cónico da base dos tanques;
- 15 – Controlo automático do nível de produto nos tanques móveis à saída dos moinhos.

Esta priorização contém implícita uma recomendação/opinião sobre o *timing* da sua implementação. Recomenda-se ainda que a implementação de cada medida seja feita de modo gradual, experimentando e medindo os resultados obtidos. Esta recomendação é mais forte no que se refere às medidas de elevado custo, por razões óbvias.

## 6 Conclusões e Trabalho Futuro

O objetivo geral definido inicialmente para o projeto foi o desenvolvimento de um plano de identificação e redução das perdas de matérias primas que ocorrem no processo de fabrico de tintas na Nave Central da fábrica de tintas CIN Maia.

Recorrendo à observação e acompanhamento do fabrico de alguns produtos-chave, à observação dos métodos de trabalho e à utilização de ferramentas técnicas da área de gestão de produção, pretendia-se aprofundar o conhecimento interno sobre o processo produtivo e desmistificar a forma como as perdas ocorrem.

Durante a execução do projeto os objetivos específicos definidos mantiveram-se inalterados, não tendo sido retirado nenhum nem acrescentado qualquer outro.

Os trabalhos no âmbito do projeto permitiram atingir completamente os objetivos específicos inicialmente foram traçados. Assim:

- foi efetuada, de modo exaustivo, uma análise qualitativa das perdas de fabrico que resultou no seu mapeamento (Anexo B);
- esta análise permitiu perceber, de modo quantificado, como cada etapa do processo de fabrico influencia a perda global e evidenciar as etapas críticas (Secção 4.2.2);
- a análise causa-efeito desenvolvida permitiu determinar as causas das perdas nas etapas críticas (Anexo F);
- o conhecimento das causas das perdas, foi um contributo importante para identificar oportunidades de melhoria bem como para estudar e propor eventuais medidas para a redução das perdas (Tabela 9);
- com base nas características das medidas propostas construiu-se uma ferramenta de apoio à decisão que permitiu o estabelecimento de prioridades de implementação (Figura 23);
- foram, também, identificadas possíveis linhas de investigação para futuros trabalhos, indicadas no final deste capítulo.

Este estudo beneficiaria se a sua duração tivesse permitido acompanhar o fabrico de todos os produtos relevantes, bem como acompanhar fabricos sazonais e em condições atmosféricas diversas (Verão e Inverno).

Há, também, medidas de melhoria propostas cuja eficácia/relevância não foi aprofundada pois carecem de estudo mais aprofundado (que não foi possível no âmbito do projeto)

Por fim, o estudo termina com a indicação das medidas de melhoria, faltando a sua implementação (mesmo que a título experimental e localizado) e respetivo controlo e análise de efeitos.

### *Conclusões*

1 – O sistema de medida de perdas em vigor na CIN tem uma validade/interesse limitada pelo seu âmbito de análise (apenas mede a perda total do processo) e pelo método utilizado (compara

peso dos *outputs* com o peso indicado no formulário e não com o peso das matérias primas introduzidas no processo). Além disso, as perdas apenas são analisadas quando é ultrapassado o limiar de 5%, perdendo-se informação relativa a tendências de evolução de perdas.

2 – As perdas medidas por observação direta podem ter valores elevados (por exemplo 5,67%), muito diferentes dos valores registados na empresa (máximo 5%).

3 – As etapas de fabrico Dispersão + Moagem e Acabamento + Enchimento são as que mais contribuem para as perdas totais (entre 30 a 60%).

4 – Deficiente escoamento dos tanques fixos e móveis, purga deficiente (exagerada) dos moinhos, aderência do produto ao interior das bombas e mangueiras são as principais causas de perdas que foram identificadas.

5 – A redução das perdas assenta num conjunto de nove medidas que foram estudadas com vista à priorização da sua implementação, sendo catalogadas como de implementação imediata e implementação a prazo.

- Utilizar raspadeiras em material maleável;
- Utilizar raspadeiras com curvatura que acompanha o perfil dos tanques;
- Limpeza imediata dos equipamentos;
- Melhorar o método de introdução de Matérias Primas pesadas em plásticos;
- Inclinação de tanques mais segura utilizando cintas;
- Identificação definitiva de tanques móveis com a sua tara;
- Instalar torneiras de água sob pressão para lavagem das paredes dos tanques;
- Formato cónico da base dos tanques;
- Controlo automático do nível de produto nos tanques móveis à saída dos moinhos.

6 – Considera-se que as medidas propostas terão um impacto positivo na redução de custos de produção e contribuirão para uma melhor prestação da CIN do ponto de vista ambiental.

### *Recomendações*

A realização do projeto permitiu identificar um conjunto de ações de melhoria cuja exploração prática se recomenda.

#### Medidas de Implementação Imediata

- Introduzir as medidas identificadas como sendo de implementação imediata, mesmo que de modo experimental e localizado.
- Medir e analisar os resultados obtidos (validar as medidas, corrigi-las ou abandoná-las).
- Generalizar a introdução das medidas que foram validadas ao fabrico de todos os produtos.

#### Medidas de Implementação a prazo

- Estudar medidas de implementação a prazo (estudos técnicos e económicos) e implementar as que revelem viabilidade.
- Medir/validar os resultados da implementação.
- Generalizar a todos os produtos as medidas validadas.

Recomenda-se, também, em paralelo com a implementação das ações de melhoria, que seja efetuada uma ação de sensibilização aos trabalhadores sobre o tema “Redução de Perdas”.

*Sugestões de trabalhos futuros*

No decurso do projeto foram detetados temas que podem constituir pistas de desenvolvimento e investigações futuras de que se destacam:

- estudo mais aprofundado das medidas referenciadas como carecendo de mais informação (Tabela 9)
- estudo da adoção de um sistema de controlo de processo produtivo que permita a deteção da ocorrência de perdas com rigor, fiabilidade e em tempo real.

## Referências

- APT (2016), "APT - Associação Portuguesa de Tintas." <http://www.ap tintas.pt/breveHistoriaTintas.aspx>.
- CIN (2017), "CIN." <http://www.cin.com/portalc/>.
- AEP, Associação Empresarial de Portugal. 2011, "Manual de Gestão de Resíduos Industriais".
- CIN. 2015, "Noções básicas de Dispersão e Moagem".
- Crittenden, B. D. 2009, "Waste Minimisation in Industry." In *Waste Management and Minimisation*.
- Derya Dursuna, Fusun Sengulb. 2006, "Waste minimization study in a solvent-based paint manufacturing plant." 47 (4):316–331.
- EPA, U.S. Environmental Protection Agency. 1990, "GUIDES TO POLLUTION PREVENTION: The Paint Manufacturing Industry".
- Franchetti, M. 2011, "Comprehensive Waste Minimization Study at an Industrial Battery Manufacturing Plant in Ohio, USA".
- Gram, Markus. 2013, "A Systematic Methodology to Reduce Losses in Production with the Balanced Scorecard Approach".
- Halim, Iskandar. 2005, "Design Synthesis for Simultaneous Waste Source Reduction and Recycling Analysis in Batch Processes".
- Kent, James A. 2007, Kent and Riegel's Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology.
- Korovessi, Ekaterini, and Andreas A. Linninger. 2005, "Batch Processes".
- Lambourne, R, and T A Strivens. 1999, "Paint and Surface Coatings Theory and Practice".
- Lorton, Gregory A. 1988, "Waste Minimization in the Paint and Allied Products Industry".
- Miller, Gary, Jacqueline Peden, and Tim Lindsey. 1992, "Paint wastes and identified reduction options".
- Musee, Ndeke. 2004, "An Integrated Approach to Waste and Energy Minimization in the Wine Industry: A Knowledge-Based Decision Methodology".
- Reid, R. Dan. 2009, "Quality Tools - Building from the basics - Cause and Effect Diagrams".
- Shadiya, Olamide O. 2016, "Process enhancement through waste minimization and multiobjective optimization".
- Westcott, Russ. 2009, "Quality Tools - Building from the basics - Pareto Analysis".
- WMRC. 1992, "*Paint waste reduction and disposal options*: Waste Management and Research Centre".

## ANEXO A: Análise de Pareto

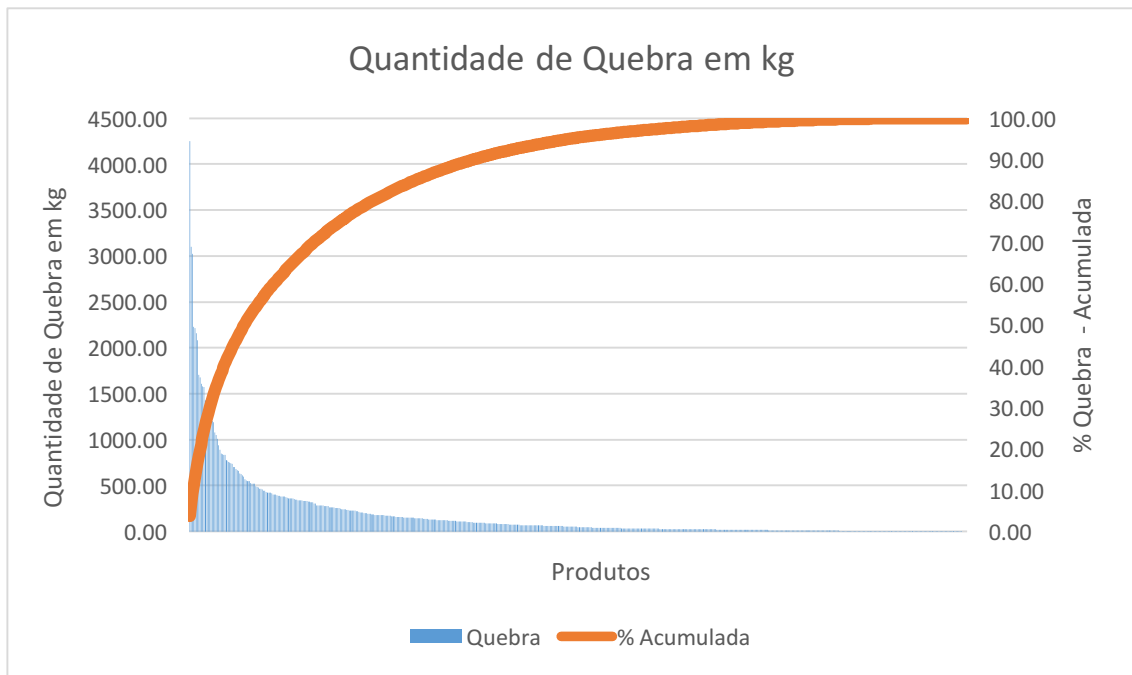


Figura 24 - Análise de Pareto da quantidade de quebra em kg

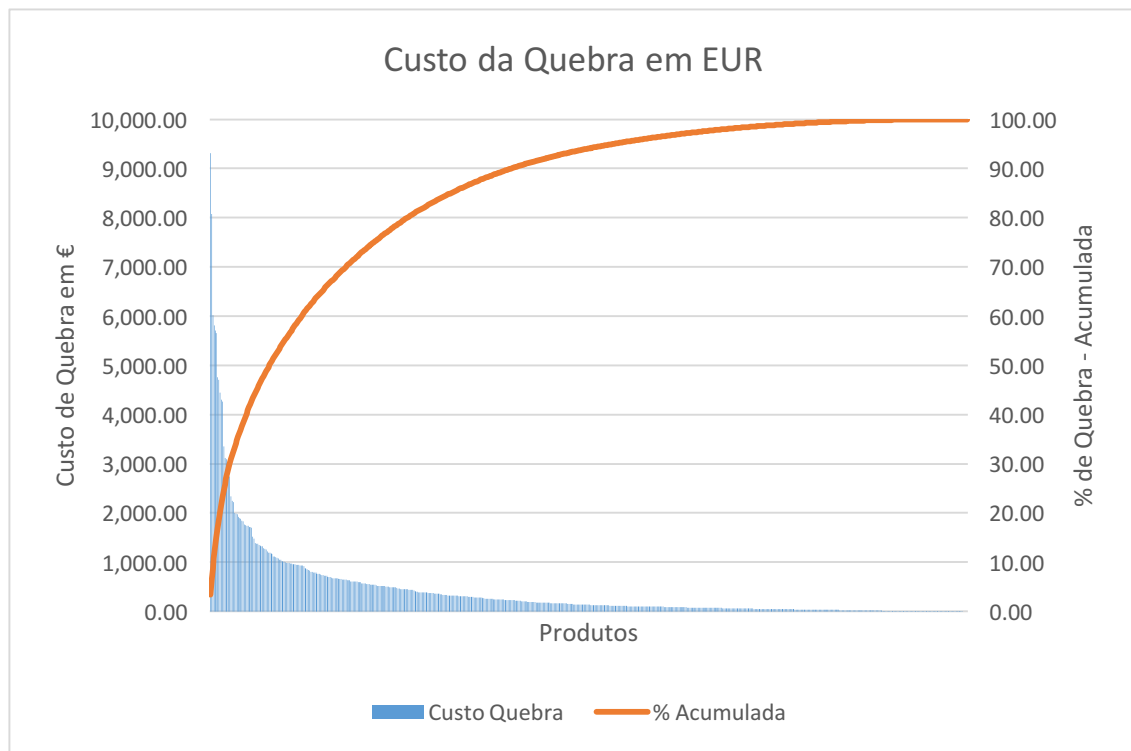


Figura 25 - Análise de Pareto do custo de quebra em EUR

### ANEXO B: Levantamento Qualitativo das Perdas

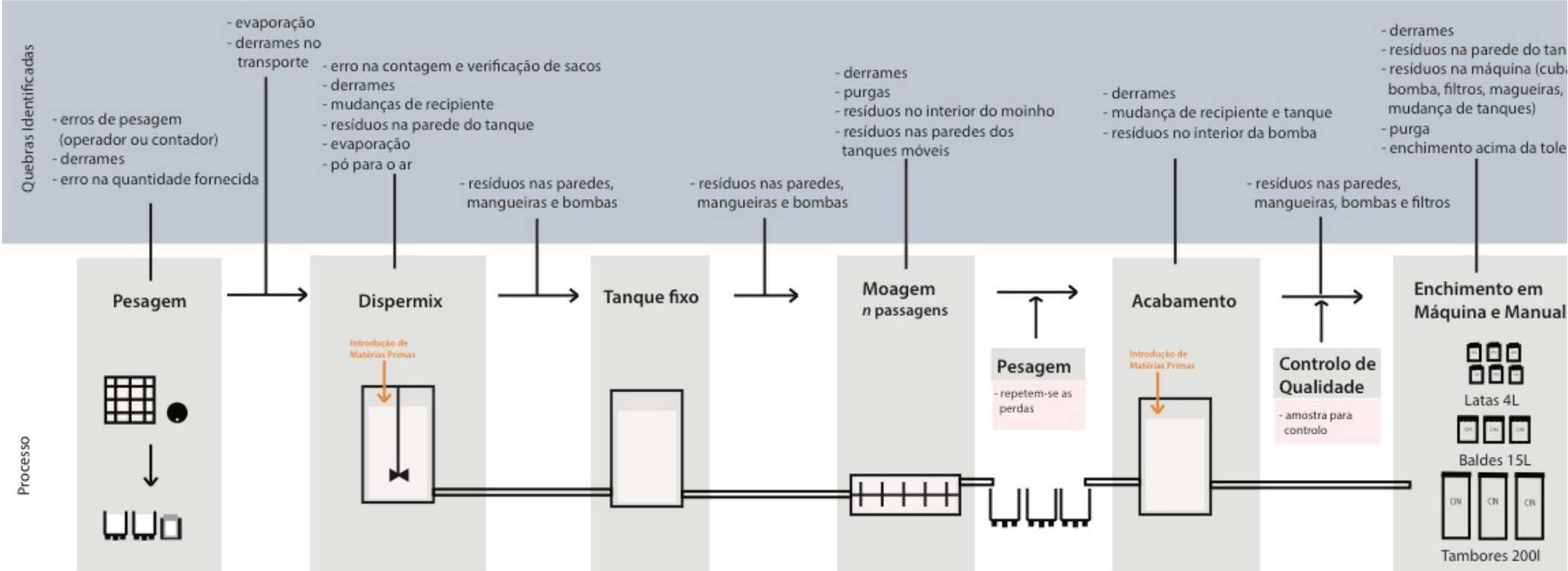


Figura 26 - Mapeamentos qualitativo das perdas

## ANEXO C: Histogramas da Frequência de Ocorrência de Quebra

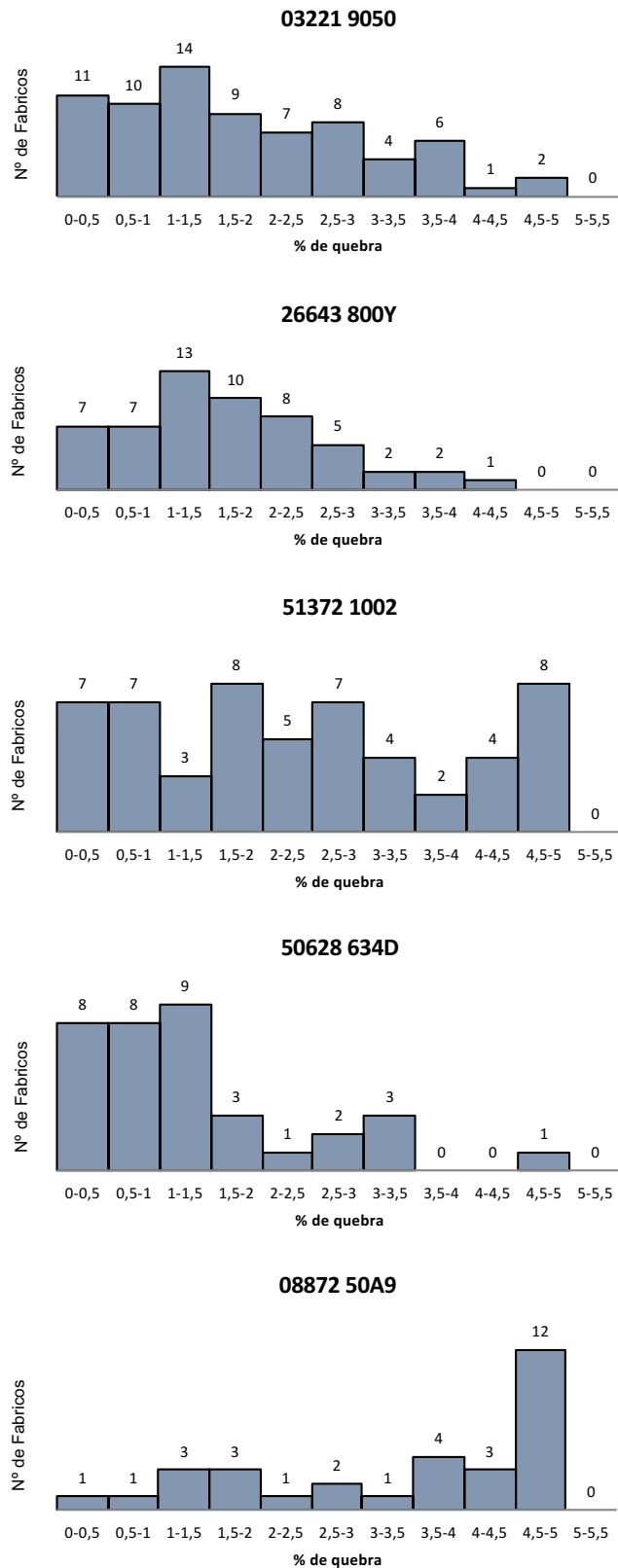


Figura 27 - Histogramas de frequência de quebra

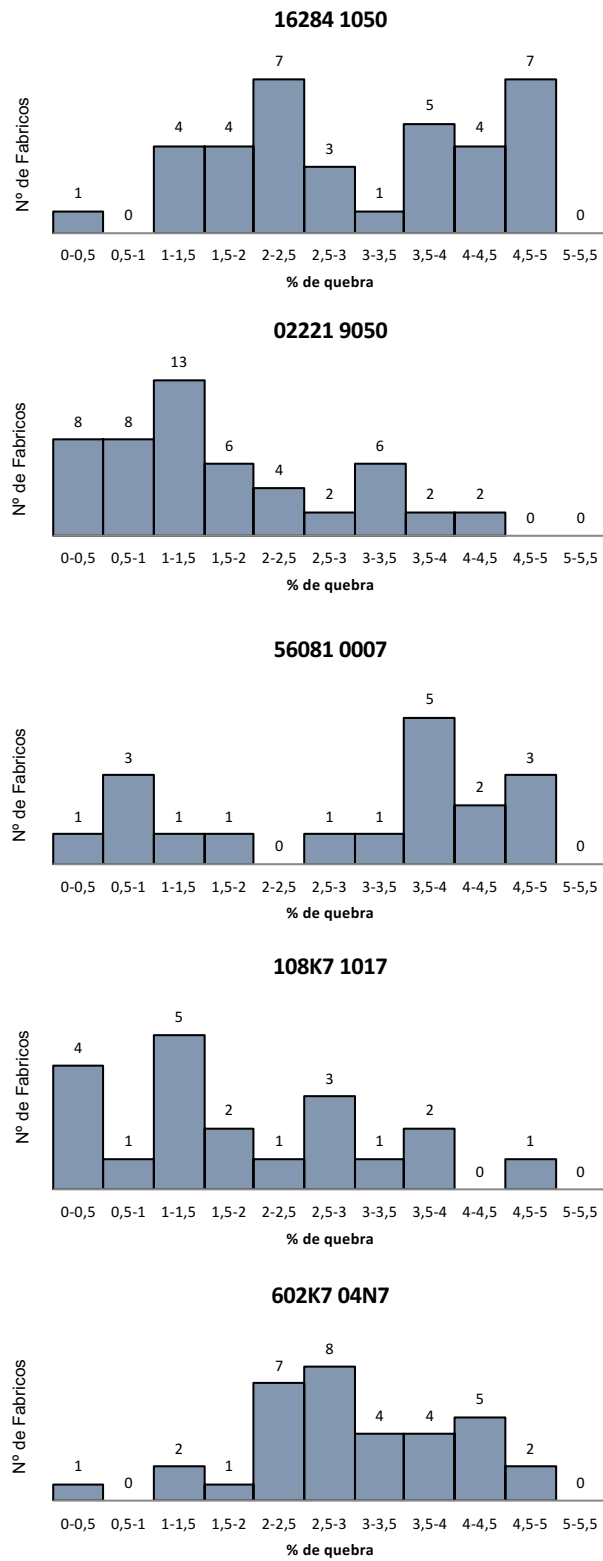


Figura 28 - Histogramas de frequência de quebra

## ANEXO D: Tabelas de Recolha de Dados

**Registo de Quebras - Operação de Pesagem e Dispersão**

Produto:		Quantidade	
Ordem de Fabrico:		2666.667	

Início:	
Fim:	

Operação:	Pesagem	Operação:	Dispersão
Operador:		Operador:	

Total de Perda Pesagem + Introdução em Dispersão	
	kg
	0 %

**Para dispersão em tanque fixo**

Nº	Matéria Prima	P. Fórmula	Acondicionamento	Tipo de Recipiente	Tara indicada	P. Recipiente Cheio	Tara Recip Vazio	P. Real balança (talão)	Derrame Pesar/Trasp.	P. recipiente final (após verter)	Balança		Peso Real introduzido
											Perda paredes recipientes	Perda Pesagem Teórica	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
		0									0	0	0
		<b>Σ1</b>											<b>Σ3</b>

**Sacos**

Nº	Matéria Prima	Nº Sacos	Acond. (kg)	Peso Fórmula	Peso Bruto	Peso Final	Perda Teórica	Peso Real introduzido
2								
3								
4								
				0			0	0
				<b>Σ 2</b>			<b>0</b>	<b>Σ 4</b>

Notas
Peso Bruto - Palete + sacos cheios Peso final - Palete + sacos vazios Utilizar sempre as mesmas balanças Utilizar balanças <10kg para pesagens <10kg

Figura 29 - Tabela para recolha de dados nas etapas de Pesagem e Dispersão

### Registo de Quebras - Moagem

<b>Produto:</b>		<b>Quantidade</b>
<b>Ordem de Fabrico:</b>		

<b>Operação:</b>	Moagem
<b>Operador:</b>	

<b>Início:</b>	
<b>Fim:</b>	

<b>Total de Perda Moagem</b>
kg
%

**Para dispersão em tanque fixo**

---

**Passagem 1**

Saída do moinho				
Nº	Tanque ID	Tara Tanque móvel	Peso Tanque Cheio	Peso de Produto
1	M.1			
2	M.2			
3	M.3			
			Σ	

Matérias Primas Adicionadas		
Matéria Prima	Peso Fórmula	Peso Talão
		0

Notas
Utilizar sempre a mesma balança! Especial atenção para a tara dos tanques!

---

**Passagem 2**

Vindo da dispersão - entrada no moinho

Saída do moinho				
Nº	Tanque ID	Tara Tanque móvel	Peso Tanque Cheio	Peso de Produto
1	M.1			
2	M.2			
3	M.3			
			Σ	0

Peso introduzido		

Peso fórmula	Perda Teórica	Perda Real

Figura 30 - Tabela para recolha de dados na etapa de Moagem

**Registo de Quebras - Acabamento**

<b>Produto:</b>		<b>Quantidade</b>
<b>Ordem de Fabrico:</b>		

<b>Início:</b>	
<b>Fim:</b>	

<b>Operação:</b>	
<b>Operador:</b>	

<b>Total de Perda</b>
kg
%

**Introdução produto vindo do moído**

Nº	Tanque ID	Tara Tanque móvel	Peso tanque cheio	Peso Tanque Vazio	Peso de Produto nas paredes do tanque	Produto introduzido
1	M.1					
2	M.2					
3	M.3					

**Para acabamento em tanque fixo**

Nº	Matéria Prima	P. Fórmula	Acond.	Tara indicada	P. Recipiente Cheio	Tipo de Recipiente	Tara Recip Vazio	P. Real balança (talão)	Derrame Pesar/Trasp.	P. recipiente final (após verter)	Perda paredes recipientes	Perda Pesagem Teórica	Peso Real introduzido
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
		0									0.000	0.000	0.000
		<b>Σ1</b>											<b>Σ3</b>

Figura 31 - Tabela para recolha de dados nas etapas Pesagem de Acabamento e Acabamento

**Registo de Quebras - Enchimento**

<b>Produto:</b>		<b>Quantidade</b>
<b>Ordem de Fabrico:</b>		

<b>Início:</b>	
<b>Fim:</b>	

<b>Operação:</b>	Enchimento
<b>Operador:</b>	

<b>Total de Perda</b>

**Enchimento**

Nº	Tambor	Tara	Líquido
1	1		
2	2		
3	3		
4	4		
5	5		
6	6		
7	7		
8	8		
9	9		
10	10		
11	11		
<b>produto real cheio</b>			

tipo de enchimento

<b>bomba e filtro</b>	
início	
fim	
perda	
<b>tanque móvel</b>	
vazio	
após verter	
perda	
<b>lata filtros</b>	
tara	
após verter	
perda	
total perda	0

mudanças de filtro	
tara filtro	

<b>Produto no final de enchimento e controlo processo</b>
0
<b>Produto Cheio</b>

Figura 32 - Tabela para recolha de dados na etapa Enchimento

## ANEXO E: Resultados Obtidos: Quantificação de Perdas por Etapa

Produto 08872 50A9

Observação 1

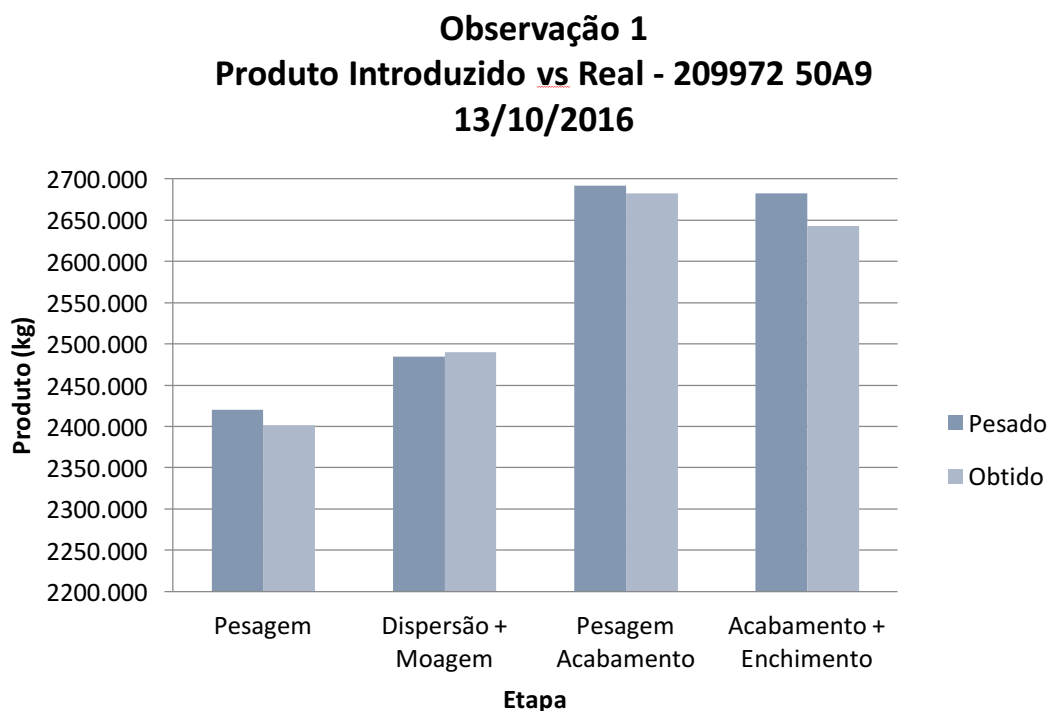


Figura 33 - Perda por etapa - observação 1 do produto 08872 50A9

Tabela 11 - Resultados obtidos por etapa – observação 1 do produto 08872 50A9

Etapa	Produto (kg)		Perda	
	Pesado	Obtido	%	kg
Pesagem	2419,948	2401,238	0,77	18,710
Dispersão + Moagem	2484,571	2490,200	-0,23	-5,629
Pesagem Acabamento	2691,383	2682,527	0,33	8,856
Acabamento + Enchimento	2682,527	2642,800	1,48	39,727

Produto 08872 50A9  
Observação 2

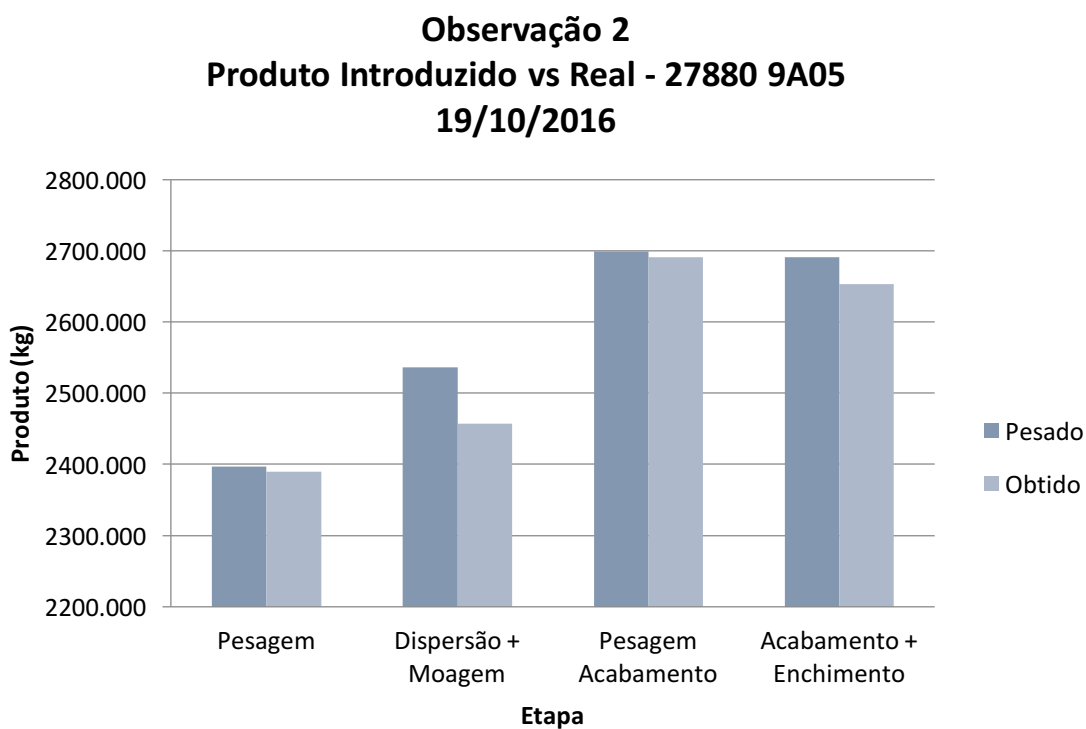


Figura 34 - Perda por etapa - observação 2 do produto 08872 50A9

Tabela 12 - Resultados obtidos por etapa – observação 2 do produto 08872 50A9

Etapa		Produto (kg)		Perda	
		Pesado	Obtido	%	kg
Etapa	Pesagem	2397.250	2389.484	0.32	7.766
	Dispersão + Moagem	2536.150	2457.500	3.10	78.650
	Pesagem Acabamento	2698.510	2690.952	0.28	7.558
	Acabamento + Enchimento	2690.952	2653.000	1.41	37.952

Produto 08872 50A9  
Observação 3

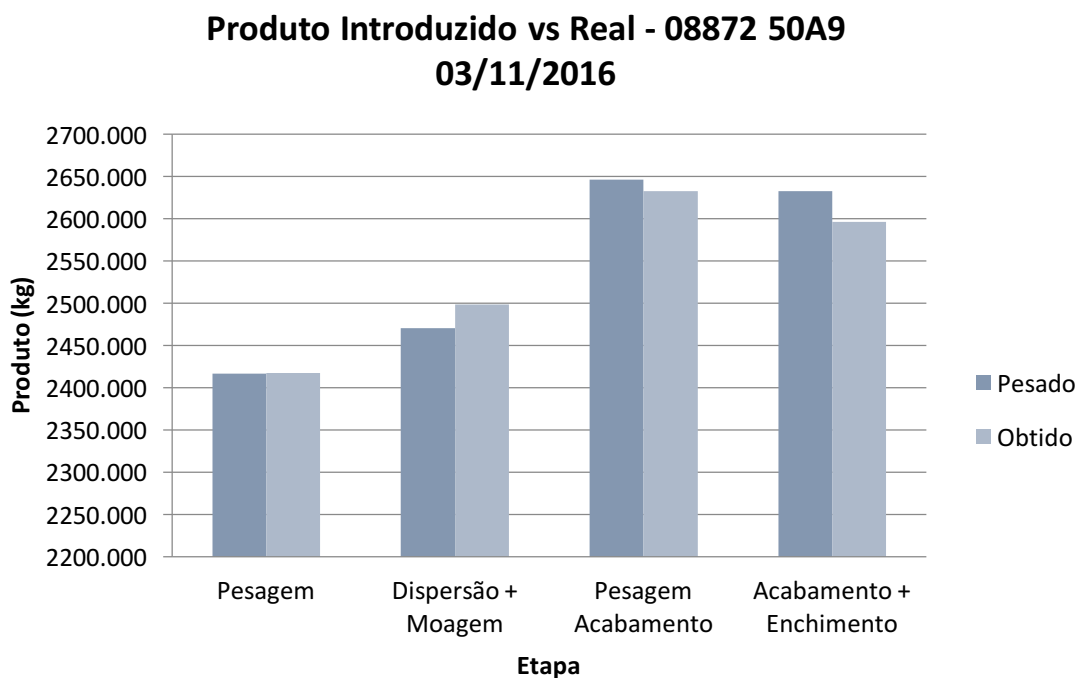


Figura 35 - Perda por etapa - observação 3 do produto 08872 50A9

Tabela 13 - Resultados obtidos por etapa – observação 3 do produto 08872 50A9

Etapa		Produto (kg)		Perda	
		Pesado	Obtido	%	kg
Etapa	Pesagem	2416.883	2417.438	-0.02	-0.555
	Dispersão + Moagem	2470.771	2498.500	-1.12	-27.729
	Pesagem Acabamento	2646.176	2633.094	0.49	13.082
	Acabamento + Enchimento	2633.094	2596.300	1.40	36.794

Produto 08872 50A9  
 Observação 4

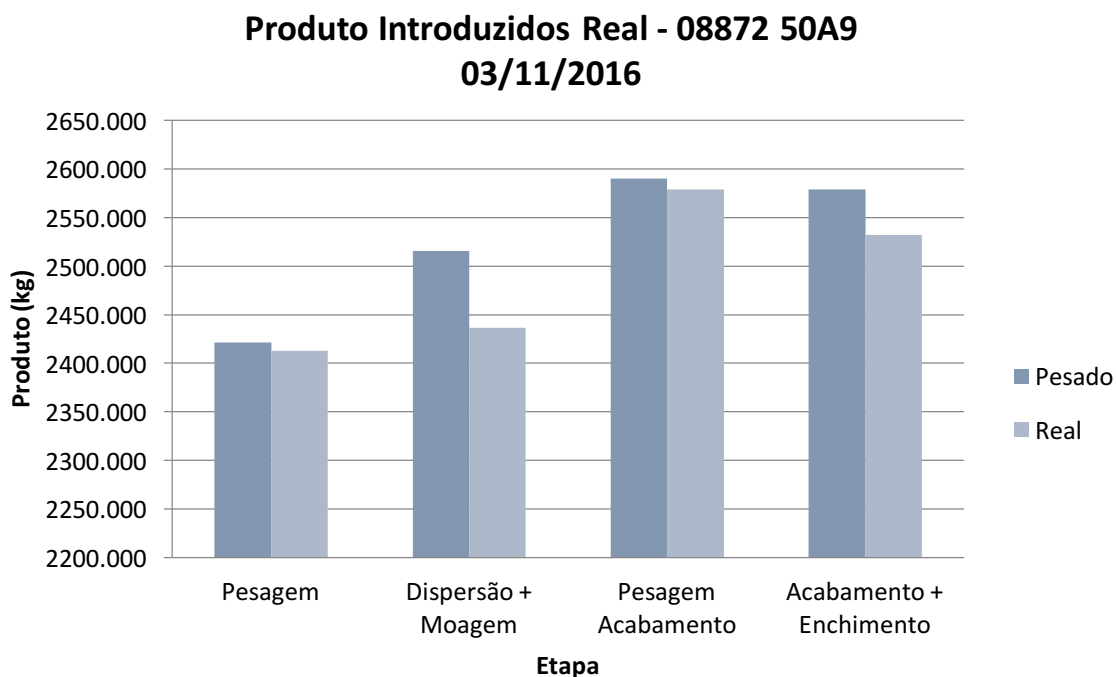


Figura 36 - Perda por etapa - observação 4 do produto 08872 50A9

Tabela 14 - Resultados obtidos por etapa – observação 4 do produto 08872 50A9

Etapa	Produto (kg)	Perda		
		Pesado	Obtido	%
Pesagem	2421.528	2412.998	0.35	8.530
Dispersão + Moagem	2515.698	2436.500	3.15	79.198
Pesagem Acabamento	2590.490	2578.934	0.45	11.556
Acabamento + Enchimento	2578.934	2532.100	1.82	46.834

Produto 03221 9050

Observação 1

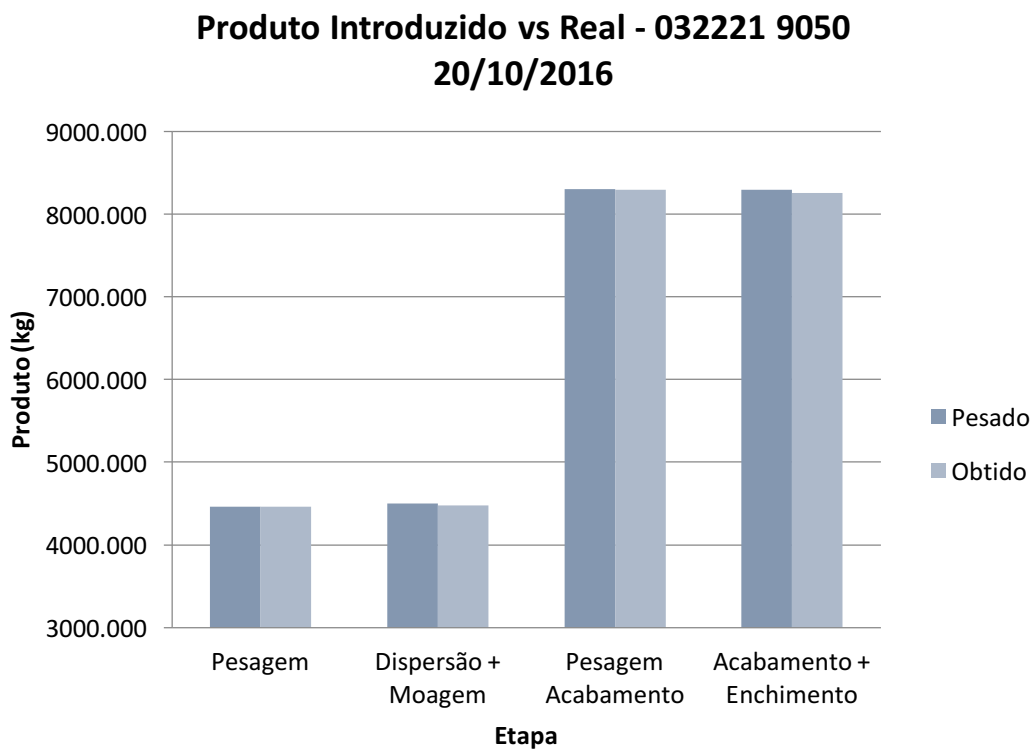


Figura 37 - Perda por etapa - observação 1 do produto 03221 9050

Tabela 15 - Resultados obtidos por etapa – observação 1 do produto 03221 9050

Etapa	Produto (kg)		Perda	
	Pesado	Obtido	%	kg
Pesagem	4465.000	4461.064	0.09	3.936
Dispersão + Moagem	4501.064	4474.500	0.59	26.564
Pesagem Acabamento	8305.450	8294.552	0.13	10.898
Acabamento + Enchimento	8294.552	8253.898	0.49	40.654

### ANEXO F: Diagramas de Causa-Efeito das Etapas Críticas

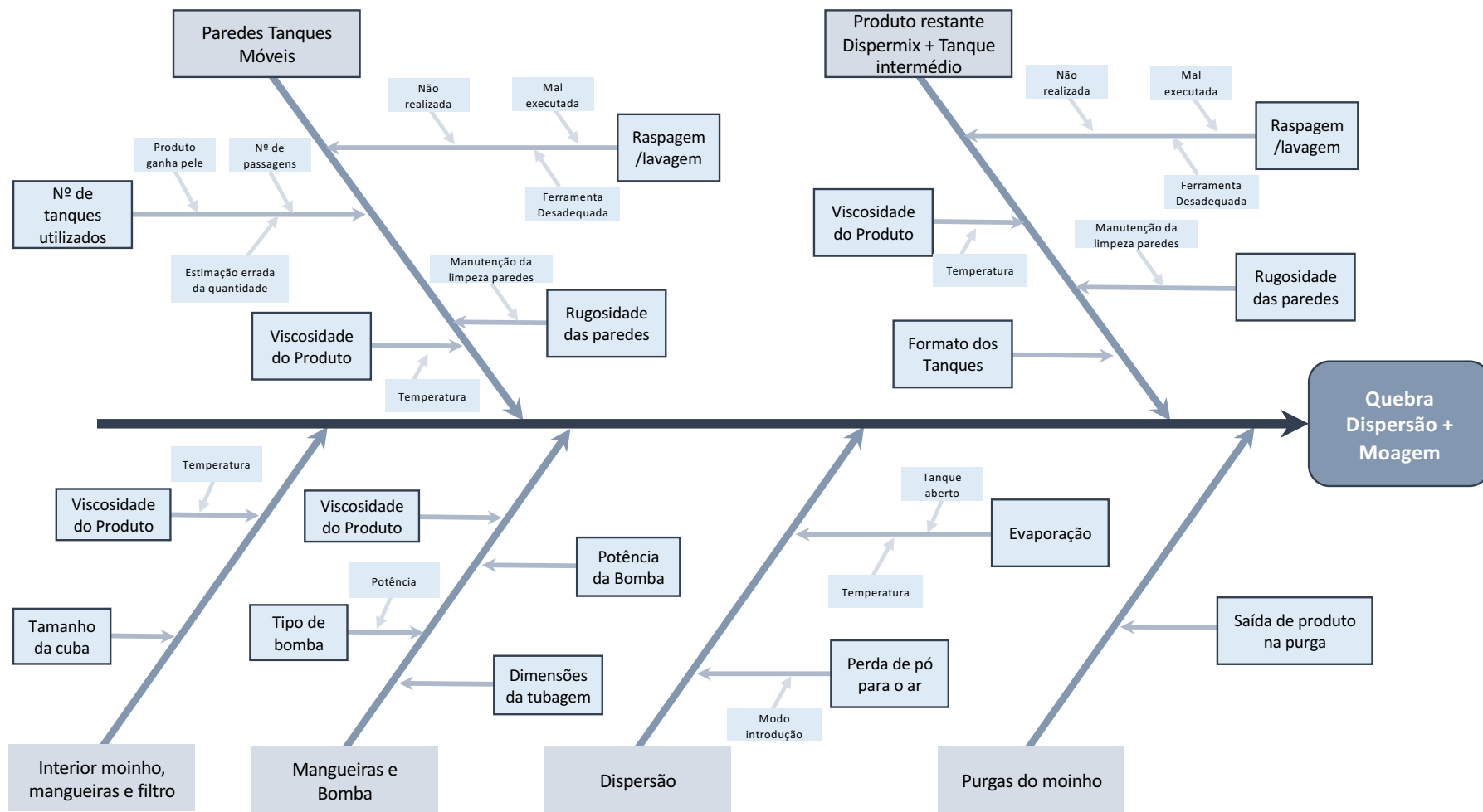


Figura 38 - Diagrama de Ishikawa detalhado das etapas de Dispersão + Moagem

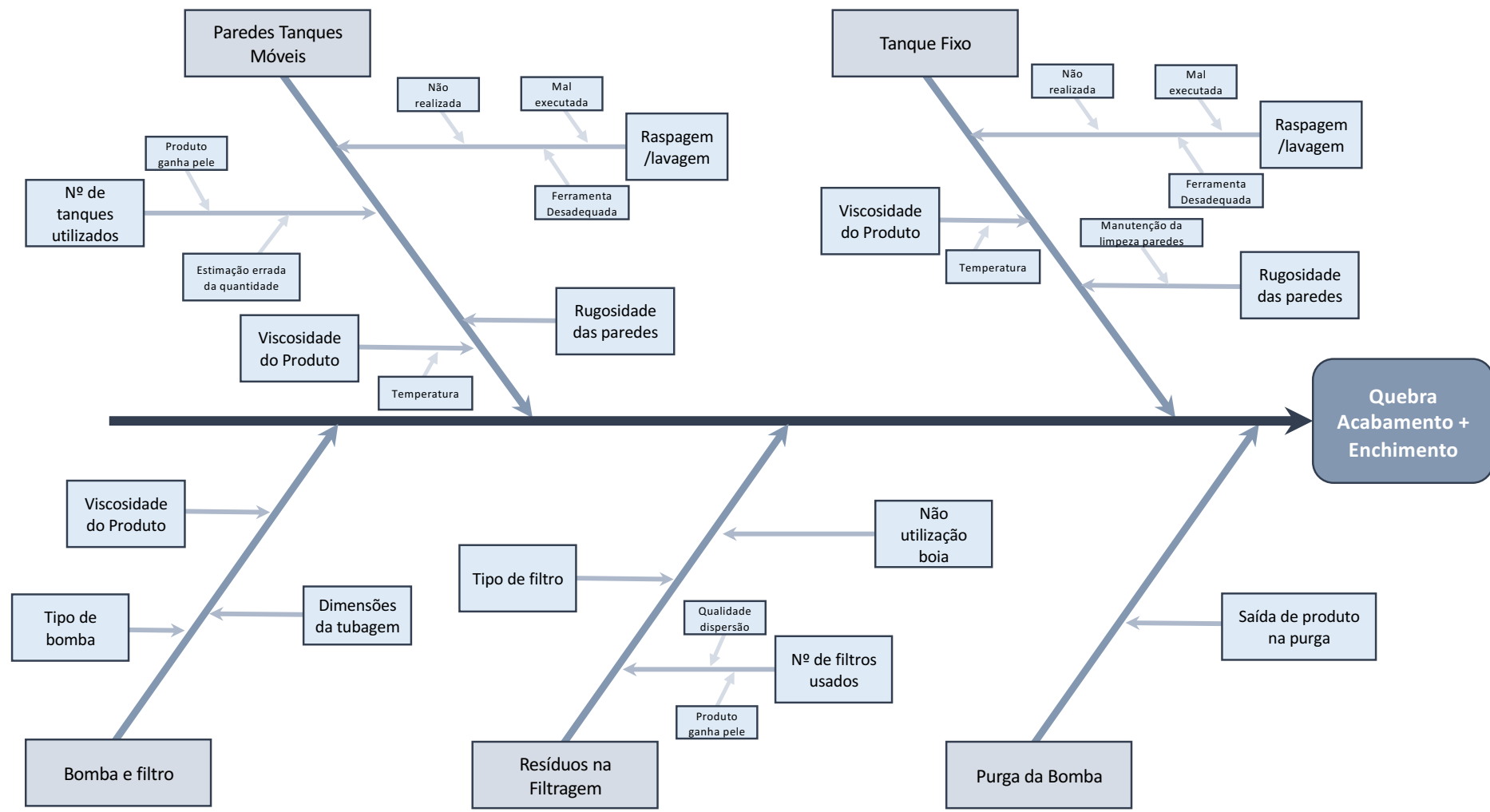


Figura 39 - Diagrama de Ishikawa detalhado das etapas de Acabamento + Enchimento