



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Marcos André Ferreira de Medeiros Pereira

**Melhoria de desempenho de processo de  
tratamento de reclamações e gestão de  
*stocks* de produto intermédio numa empresa  
do setor automóvel**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia de Sistemas

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Eusébio Manuel Pinto Nunes

Janeiro de 2017

*“Shoot for the moon. Even if you miss, you will land among the stars”*

Norman Vincent Peale



## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido numa empresa do ramo automóvel, cuja finalidade é a produção de antenas. Foi realizado no âmbito do projeto de dissertação do 2º ano do Mestrado em Engenharia de Sistemas, ramo de especialização em Logística.

Os principais objetivos da dissertação assentaram na melhoria de desempenho do processo de tratamento de reclamações de produto não conforme por parte do Cliente e na gestão de *stocks* de produto acabado e *Work-in-Process* (WIP) não conforme que seguem para as fases de Análise e Retrabalho, respetivamente. Deste modo, pretendeu-se reduzir o desperdício e aumentar a eficiência nos dois processos.

A metodologia de investigação usada neste estudo foi a metodologia Investigação-Ação. Assim, foi realizada a revisão da literatura acerca do *Lean Manufacturing* e dos seus princípios e ferramentas, do tratamento de reclamações, da redução de *stocks* e da Simulação em Arena. Através do estudo do processo de tratamento de reclamações de antenas não conformes por parte do Cliente e do processo produtivo de peças não conforme da empresa, foi realizado um diagnóstico à situação atual. Recorrendo às ferramentas *Lean* como fluxogramas, Análise de Pareto e Diagrama de causa-efeito (Diagrama de *Ishikawa*), à realização de auditorias internas às linhas de produção bem como o recurso ao uso da Simulação em Arena, foram identificadas algumas fontes de desperdício, nomeadamente, o excesso de campos no *software* utilizado para a gestão de reclamações por parte do Cliente, o que dificulta na análise de dados, e o elevado número de produto não conforme em *stock* na Análise e Retrabalho.

A utilização adequada destas ferramentas permitiu identificar os principais problemas e as suas causas, para os processos em estudo. Com base neste conhecimento foram propostas ações de melhorias que passaram pela reformulação do *software* utilizado pela organização e pela contratação de mais trabalhadores para as fases da Análise e Retrabalho. Com a implementação das ações propostas, prevê-se (pelo modelo de simulação implementado) uma redução do *stock* de produto acabado não conforme na ordem dos 96% para a fase da Análise e uma redução idêntica para o produto intermédio não conforme, para fase do Retrabalho.

Devido à curta duração do estágio curricular onde a dissertação foi realizada, as propostas não foram implementadas, sendo recomendada a sua adoção no futuro.

Palavras-Chave: *Lean Manufacturing*, Simulação, Melhoria de desempenho de processo, Gestão de *stocks*.



## ABSTRACT

The present work was developed in an automobile company, whose purpose is the production of antennas. It was carried out within the scope of the dissertation project of the 2nd year of the Master in Systems Engineering, Logistics branch.

The main objectives of the dissertation were to improve the process of product that went back to the company because it was not according to Customer's specifications and the stock management of non-conforming and Work-in-Process (WIP) product that go to Analysis and Rework phases, respectively. Thus, it was attempted to reduce waste and increase efficiency on both processes.

The research methodology used in this study was the Research-Action methodology. Thus, a review of the literature on Lean Manufacturing and its principles and tools, handling complaints, stock reduction and Arena Simulation was carried out.

Through the study of how the management of defective antennas is done by the Quality department and the productive process of non-conforming product of the Production department is done, a diagnosis was made to the current situation. Using Lean tools such as flowcharts, Pareto Analysis and Cause-Effect Diagram (Ishikawa Diagram), internal audits to the production line and the use of Arena Simulation, some source of waste were identified such as excess of fields on the software used for the management of complaints by the Customer, which makes data analysis difficult, and the high number of non-conforming product that is on stock at Analysis and Rework phases.

The proper use of these tools allowed to identify the main problems and their causes for the processes under study. Actions were presented for improvements that went through the reformulation of the software used by the organization and the hiring of more workers for the Analysis and Rework phases. With the implementation of the presented actions, a reduction of the non-conforming finished product stock in the order of 96% for the Analysis phase is expected (by the simulation model implemented) and a similar reduction for the defective WIP product for the Rework.

Due to the short duration of the curricular internship where the dissertation was held, the suggestions were not implemented and its implementation are recommended in the future.

**KEYWORDS:** Lean Manufacturing, Simulation, Process Performance Improvement, Management of stocks



# ÍNDICE

Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Lista de Figuras .....	xi
Lista de Tabelas.....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xv
1. Introdução .....	1
1.1 Enquadramento do Tema .....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Metodologia de Investigação .....	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	3
2. Revisão da Literatura .....	5
2.1 <i>Lean Manufacturing</i> .....	5
2.2 <i>Lean Thinking</i> .....	6
2.2.1 Princípios do <i>Lean Thinking</i> .....	7
2.2.2 Tipos de desperdício.....	8
2.3 Processo de tratamento de reclamações .....	9
2.4 Processo de redução de <i>stock</i> .....	11
2.5 A Simulação no mundo produtivo .....	11
2.6 Ferramentas utilizadas.....	12
2.6.1 5S's.....	12
2.6.2 <i>Just-in-Time</i> .....	13
2.6.3 <i>Brainstorming</i> .....	14
2.6.4 Análise de Pareto.....	14
2.6.5 Diagrama de <i>Ishikawa</i> .....	15
2.6.6 Terminologia utilizada na Simulação.....	15
3. Diagnóstico da situação atual.....	17
3.1 Processos <i>0km e field</i> .....	18
3.2 Processo Produtivo.....	19
3.2.1 Dados de produção .....	21
3.2.2 Parâmetros de Qualidade.....	24



3.3	Processo da Análise e do Retrabalho .....	27
3.3.1	Análise de dados da produção da empresa.....	31
3.3.2	Recolha de dados para as fases da Análise e do Retrabalho .....	33
3.3.3	Construção do modelo.....	35
3.3.4	Simulação em Arena do cenário atual da fase da Análise e do Retrabalho .....	36
3.4	Síntese dos problemas identificados .....	37
4.	Propostas de melhoria e análise de resultados .....	38
4.1	Processo de reclamações .....	38
4.1.1	Pontos positivos.....	41
4.2	Simulação em Arena de novos cenários para a fase da Análise e do Retrabalho ....	41
5.	Conclusão e trabalhos futuros.....	47
	Bibliografia.....	50
	Anexo I – Fluxograma representativo do modo de procedimento de controlo de Qualidade da matéria-prima na empresa. ....	54
	Anexo II – Dados percentuais de produção durante o mês de março. ....	55
	Anexo III – Dados percentuais de produção durante o mês de abril.....	56
	Anexo IV – Dados percentuais de produção durante o mês de maio.....	57
	Anexo V – Dados percentuais de produção durante o primeiros vinte dias do mês de junho. ....	58
	Anexo VI – Folha utilizada em auditorias internas para avaliação das linhas de produção. ....	59
	Anexo VII – Tabela ilustrativa do número de incidências registadas e correspondente atribuição segundo classe ABC.....	61
	Anexo VIII – <i>Checklist</i> de controlo de produção utilizada nas linhas de produção. ....	62
	Anexo IX – <i>Layout</i> do modelo de Simulação em Arena.....	63
	Anexo X – Especificações gerais na construção do modelo de Simulação. ....	64

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo conceptual dos princípios e ferramentas Lean (adaptado de Hodge et al., 2010).....	6
Figura : Os benefícios do Lean (adaptado de Melton, 2005). ....	7
Figura : Sistema de feedback do Consumidor (adaptado de TARP Research, 1999).....	10
Figura : Exemplo da análise ABC para os defeitos encontrados numa empresa. ....	15
Figura 5: Atividade logística prestada na empresa - fluxos físicos.....	17
Figura : Fluxograma representativo do software utilizado pela empresa para monitorização das reclamações recebidas pelo Cliente.....	19
Figura : Atividade produtiva - fluxos físicos caso a peça WIP falho no poka-yoke 1 .....	20
Figura 10: Análise dos valores diários de produção do mês de março. ....	22
Figura : Análise dos valores diários de produção do mês de abril. ....	22
Figura 12: Análise dos valores diários de produção do mês de maio. ....	22
Figura 13: Análise dos valores diários de produção dos vinte primeiros dias do mês de junho. ....	22
Figura : Análise da maior incidência de critérios falhados nas auditorias realizadas.....	25
Figura : Análise de Pareto sobre as principais falhas registadas nas linhas de produção nas auditorias realizadas. ....	25
Figura : Representação do fluxograma referente à fase de Análise. ....	27
Figura : Representação do fluxograma referente à fase de Retrabalho.....	27
Figura 18: Fluxograma da fase da Análise.....	29
Figura 19: Fluxograma da fase do Retrabalho. ....	29
Figura 20: Diagrama de causa efeito relativo diferença de produção de 12% em relação ao objetivo definido pelo departamento da produção. ....	32
Figura 21: Representação do processo produtivo utilizado no modelo de simulação - fluxo físico de material que vai diretamente para a Expedição, Análise e Retrabalho. ....	35
Figura : Fluxograma representativo do software MMComplaints depois das sugestões dadas. ....	39
Figura : Gráfico representativo do número de trabalhadores para o cenário atual, 2, 3, 4 e 9. ....	44
Figura : Gráfico representativo do número de antenas e peças WIP não conforme para a fase da Análise e Retrabalho para os cenários atual, 2, 3, 4 e 9. ....	45
Figura : Bloco "Create" do software Arena. ....	64

Figura : Bloco “Leave para explicação” do software Arena.....	65
Figura : Bloco Process correspondente à Análise do processo.....	66
Figura : Bloco Process correspondente ao Retrabalho do processo.....	67
Figura : Generalizações gerais do bloco Resource relativo aos recursos da Análise e do Retrabalho.....	67
Figura : Schedule correspondente ao horário de trabalho e número de operadores do posto da Análise.....	68
Figura : Schedule correspondente ao horário de trabalho e número de operadores do posto do Retrabalho.....	69
Figura : Especificações gerais do programa de simulação.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação de modelos de produção: grande escala e Lean (adaptado de Melton, 2005).....	5
Tabela 2: Explicação sobre a metodologia 5S's (adaptado de Suárez-Barraza et al., 2012). ..	13
Tabela 3: Dados de produção objetivo e real durante o tempo de estudo.....	23
Tabela 4: Excerto de avaliação das linhas de produção. ....	24
Tabela 5: Legenda associativa das causas e sua respetiva classificação consoante classe ABC. .....	26
Tabela 6: Valores de produção registados de 1 de março de 2016 a 20 de junho de 2016.....	31
Tabela 7: Dados de produção registados durante o período de estudo. ....	34
Tabela 8: Número de trabalhadores existentes para o cenário atual da empresa. ....	36
Tabela 9: Resultados da situação atual da empresa.....	36
Tabela 10: Quadro de síntese dos problemas encontrados durante o estudo. ....	37
Tabela 11: Variação do número de trabalhadores disponíveis nos postos de trabalho na Análise e Retrabalho.....	42
Tabela 12: Relação entre o cenário atual e os novos cenários estudados da Tabela 11.....	42
Tabela 13: Nova combinação de trabalhadores alocados aos postos de trabalho para a Análise e Retrabalho.....	43
Tabela 14: Resultado de simulação consoante novos testes referentes ao número de trabalhadores da Tabela 13.....	43
Tabela 15: Combinação de melhores cenários simulados.....	44
Tabela 16: Tabela comparativa entre o cenário atual e o cenário 9. ....	45



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

5S's – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke  
EOL - End of line  
ESD - Electrostatic Discharge  
IFC - Instrução de Fabrico e Controlo  
ISO - International Organization for Standardization  
JIT - Just-In-Time  
LERC - Lean Enterprise Research Centre  
LM - Lean Manufacturing  
SC - Supply Chain  
SMED - Single Minute Exchange of Dies  
TARP - Technical Assistance Research Programs  
VSM – Visual Stream Mapping  
WIP – Work in Progress



# 1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo é composto por um breve enquadramento do tema do presente projeto, a identificação dos objetivos, a metodologia de investigação aplicada bem como a estrutura do relatório.

## 1.1 Enquadramento do Tema

Com o crescimento económico, a globalização e o fácil acesso a novos produtos com qualidade, os desejos da sociedade são superiores, exigentes e mais rápidos. Uma estratégia fundamental para a permanência de uma organização no mundo empresarial e, conseqüentemente, o seu sucesso, depende da qualidade do produto e/ou serviço que está disposta a oferecer ao Cliente (Zeithaml et al., 1996). Deste modo, as empresas devem atribuir importância aos padrões de Qualidade.

Um tema relevante para um alto padrão de Qualidade de uma organização é o tratamento de reclamações. Atualmente, a importância dada à satisfação do Cliente e à sua lealdade são fatores vitais para o sucesso crescente das empresas (Abreu et al., 2012). Esta importância depositada na satisfação do Cliente é crescente pois cada vez mais é praticado um atendimento de excelência, onde lhe é assegurada a resposta às suas necessidades e ainda superar as suas expectativas.

Por outro lado, as empresas precisam de uma gestão eficiente da sua rede logística. Desde a obtenção da matéria-prima ao Fornecedor até à produção do produto final entregue ao Cliente decorre uma série de operações, nomeadamente a compra, o armazenamento, a produção, o controlo, a venda e a expedição. Ao longo da cadeia de abastecimento, o controlo de inventário da organização deve ser motivo de atenção, aprendizagem e estudo. Para Ballou (2000, p. 72), o custo anual de manutenção de *stock* varia entre 20% a 40% do valor imobilizado.

O presente trabalho de investigação foi realizado numa empresa do setor automóvel cujo objetivo principal é a produção de antenas. Durante o período de estágio foi estudado o fluxo físico de material, nomeadamente no processo de gestão de *stocks* do produto acabado e intermédio não conforme na fase de Análise e na fase de Retrabalho, bem como o fluxo de informação, centrando-se no processo de reclamações de produto acabado não conforme por parte do Cliente. Através da aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing* (LM) como os Fluxogramas, a metodologia 5Ss, a Análise de Pareto e o Diagrama de *Ishikawa* e a aplicação



da Simulação em Arena, foram identificados os problemas que ocorriam nestes dois processos a fim de serem feitas propostas de melhoria.

## 1.2 Objetivos

A dificuldade na análise de dados do *software* de gestão de reclamações e no visível elevado número de produto não conforme que era rejeitado para a análise de Qualidade levaram a que os objetivos principais da dissertação consistissem na otimização do *software* que faz a monitorização das reclamações de produto não conforme por parte do Cliente da empresa e na otimização da gestão de *stocks* do produto acabado e intermédio rejeitado para a análise da Qualidade.

Para atender aos objetivos expostos, pretendeu-se atender às seguintes etapas:

1. Análise de fluxo de materiais e informação;
2. Identificação de problemas existentes na gestão de reclamações de Clientes da organização e conseqüente proposta de melhoria;
3. Identificação de problemas relacionados com eventuais níveis de produção abaixo do planeado definido pela organização, através da realização de auditorias internas às linhas de produção;
4. Identificação e análise de dados de produto acabado e WIP (*Work In Process*) que são direcionados para a Análise e Retrabalho, respetivamente;
5. Dimensionamento de trabalhadores para a Análise e Retrabalho a fim de reduzir os níveis de *stock* de produto acabado e WIP, respetivamente.

## 1.3 Metodologia de Investigação

Para a realização da presente dissertação, considerou-se a metodologia Investigação-Ação. Esta foca-se na investigação ativa, promovendo o contacto, o diálogo e a discussão de resultados de todos aqueles que fazem parte do processo (desde supervisores, técnicos e operadores). Esta metodologia distingue-se pelo foco na ação e no incentivo ao “querer mais e melhor” para a empresa (Saunders et al., 2009).

A implementação desta metodologia compreende cinco etapas (Susman and Evered, 1978; Saunders et al., 2009), que foram realizadas de maneira sequencial:

1. Contextualização e propósito: fase onde se definem os objetivos da investigação;

2. Diagnóstico: fase da identificação e análise do problema;
3. Planeamento: fase onde são colocadas diversas hipóteses de resolução do problema;
4. Tomada de decisões: face às hipóteses encontradas de possível resolução do problema, discute-se e seleciona-se o caminho a seguir bem como as ações a implementar;
5. Avaliação: fase onde é estudado o resultado do passo anterior.

## 1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação divide-se nos seguintes capítulos:

1. Capítulo 1: faz uma introdução sobre a tese, sendo descrito o enquadramento do tema, os objetivos e a estrutura da dissertação;
2. Capítulo 2: descreve a revisão bibliográfica da dissertação, sendo introduzida a temática da filosofia *Lean* e seus princípios, do tratamento de reclamações, na redução de *stock* terminando com modelação da Simulação;
3. Capítulo 3: apresenta o retrato atual onde é apresentado o *software* de gestão de reclamações, a produção diária de antenas e a quantidade de produto não conforme que é direcionado para a Análise e o Retrabalho da empresa em que foi desenvolvido o estágio curricular;
4. Capítulo 4: define as melhorias propostas para o retrato atual da empresa em questão;
5. Capítulo 5: faz uma conclusão do trabalho desenvolvido, indicando recomendações futuras a realizar.



## 2. REVISÃO DA LITERATURA

No presente capítulo é efetuada uma revisão bibliográfica sobre o LM, os seus princípios e objetivos. É realizada uma abordagem de como o LM pode ser usado para melhorar o processo de reclamação de Cliente e no processo de gestão de *stocks*. É também na revisão bibliográfica que são apresentadas as ferramentas utilizadas para a realização da presente dissertação. Para finalizar é feita uma abordagem introdutória à Simulação, explicando o funcionamento e conceitos básicos na modelação do *software* Arena.

### 2.1 Lean Manufacturing

*Lean Manufacturing* é uma filosofia que se preocupa em eliminar todos os tipos de desperdício, que vai muito mais além do que a redução de inventário (Hodge et al, 2011). Segundo Moreira et. al (2010), *Lean* significa “fazer mais com menos”.

A filosofia *Lean* ocorreu no Japão e foi criada pela Toyota Motor Corporation, no ano de 1940: o sistema de produção foi pensado segundo a noção de que apenas uma pequena fração do tempo total e esforço num processo adiciona valor ao produto/serviço do consumidor final (Melton, 2005). Esta nova corrente de pensamento era totalmente oposta ao que acontecia nas grandes indústrias ocidentais - produção em massa de produtos *standard* com o mínimo de customização.

A Tabela 1 apresenta as diferenças entre a filosofia *Lean* e a produção feita a grande escala, segundo Melton.

Tabela 1: Comparação de modelos de produção: grande escala e *Lean* (adaptado de Melton, 2005).

	Produção em massa	Produção <i>Lean</i>
<b>Base</b>	Henry Ford	Toyota
<b>Tipo de pessoas</b>	Profissionais especializados	Equipa de trabalhadores multiespecializada
<b>Tipo de produção</b>	Não especializada ou semiespecializada de trabalhadores	Equipa de trabalhadores multiespecializada
<b>Equipamento</b>	Máquinas com um único propósito	Sistemas manuais e automatizados que podem produzir grandes quantidades de produto e em grande variedade
<b>Método de produção</b>	Grandes quantidades de produto <i>standard</i>	Fazer produtos que o Cliente pediu
<b>Filosofia</b>	Desejo de "ser bom"	Desejo de atingir a perfeição

O LM é visto como um meio para atingir a redução de desperdício da *Supply Chain* (SC) pois se todas as partes integrantes forem *Lean*, o último elemento da cadeia de abastecimento, isto é, o Cliente, pagará menos pelos erros dos restantes elementos da SC.

## 2.2 Lean Thinking

O *Lean Thinking* (Pensamento *Lean*) provou ter sucesso em melhorar os resultados dos processos industriais. O sucesso do pensamento *Lean* depende da identificação e eliminação de todas as fontes de desperdício (Escobar and Revilla, 2005).

Alguns investigadores como Hodge, Ross, Joines e Thoney criaram um modelo onde são apresentadas as ferramentas e os princípios do *Lean*. No total, segundo os autores, foram identificadas vinte ferramentas e agrupadas em seis categorias: (1) *Visual Management*, (2) *Policy Deployment*, (3) *Quality Methods*, (4) *Standardized Work*, (5) *Just-In-Time* e (6) *Improvement Methods*. O objetivo primário de todas as ferramentas é ir ao encontro dos desejos do consumidor, apresentado na zona central do modelo (Figura 1).



Figura 1: Modelo conceptual dos princípios e ferramentas *Lean* (adaptado de Hodge et al., 2010)

Os benefícios do *Lean Thinking*, conforme apresentado na Figura 2, assentam na diminuição do *lead-time*, na redução do inventário, no aumento do conhecimento de gestão, na redução de gastos, na redução de desperdícios do processo e ainda na necessidade de redução de retrabalho (Melton, 2005).

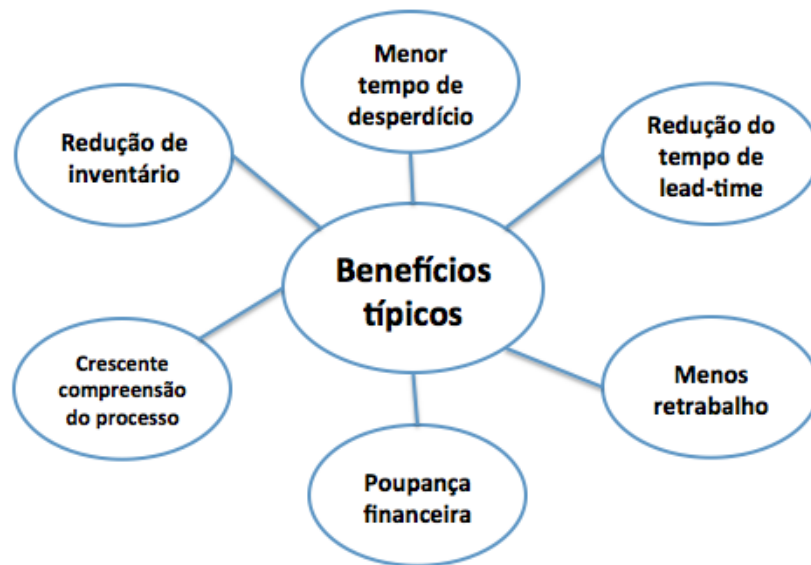


Figura 2: Os benefícios do Lean (adaptado de Melton, 2005).

O pormenor é a essência subjacente ao *Lean* e com isso a eliminação total de todas as perdas.

### 2.2.1 Princípios do *Lean Thinking*

Segundo os investigadores Womack (1990) e Jacobs (2014), os cinco princípios do *Lean Thinking* são:

1. *Value* (Valor): é definido como o valor que o Cliente está disposto a pagar por determinado produto ou serviço;
2. *Value Stream* (Cadeia de valor): passa pela identificação e eliminação de todas as atividades que não acrescentam valor ao produto ou serviço (Karlsson e Ahistrom, 1995);
3. *Flow* (Fluxo de Valor): melhora o fluxo entre as operações, ou seja, cria um fluxo contínuo com as atividades que criam valor. Deve-se analisar todo o processo desde o início da produção até à entrega do produto no Cliente final. LERC (*Lean Enterprise Research Centre*) categorizou as atividades da seguinte forma:
  - a. 5% de atividades que criam valor e o Cliente está disposto a pagar por elas;
  - b. 35% de atividades que não criam valor, mas são necessárias;
  - c. 60% de atividades que não criam valor e não são necessárias, devendo ser eliminadas (LERC, 2004).
4. *Pull System* (Sistema *Pull*): uma das grandes mudanças que o LM trouxe foi a alteração do fluxo de trabalho. Na produção, através do método *Pull*, os produtos começaram a

ser realizados após o pedido do Cliente e de uma forma bastante rápida para serem terminados na data exata de entrega ao consumidor. O facto de ter terminado na data exata de entrega deve-se ao facto de diminuir o tempo de espera em armazém, que é o oposto ao método *Push*, onde os produtos são vendidos após a sua produção, acarretando um risco de se encontrarem em *stock* por um longo período de tempo;

5. *Perfection* (Perseguição da Perfeição): passa pela melhoria constante do processo de produção e do produto, o que vai exigir o apoio da gestão da organização e de todos os funcionários da produção (Oakland, 1993).

Em síntese, *Lean Thinking* implica distinguir quais as atividades ou processos que adicionam valor ao produto ou serviço daquelas que não o fazem e ainda eliminar o desperdício a fim de todos os passos poderem oferecer valor ao produto ou serviço que o Cliente deseja (Antony, 2011).

### 2.2.2 Tipos de desperdício

*Lean Thinking* significa “através da eliminação de todos os tipos de desperdício é possível criar um processo que seja mais rápido, mais confiável, produtos e serviços com maior qualidade e, acima de tudo, que seja mais barato” (Slack et al., 2004).

O princípio é de aumentar a eficiência da produção e isto significa perceber qual o tipo de desperdício - em tempo, trabalho - que não traz qualquer vantagem/valor ao olho do consumidor.

LERC (2004) realça que 60% das atividades não adicionam qualquer valor ao produto ou serviço e não são necessárias. Este tipo de atividades consome recursos e por isso é considerado desperdício. Pode-se, então, definir desperdício como algo que não traz valor na perspetiva do Cliente (Jacobs et al., 2014). São sete os casos identificados como desperdício:

1. Desperdício com sobreprodução: ocorre quando são produzidas maiores quantidades do que é requerida pelo Cliente portanto existe mais matéria produzida do que é exigido;
2. Desperdício com tempos de espera: sempre que os bens não se encontram em transporte ou em processo, estão em espera. Material em espera conduz para consequências como (1) longos *lead-time*, (2) falha na data de entrega e (3) baixo nível de fluxo contínuo;
3. Desperdício com transporte: cada vez que um produto é movido há o risco de se estragar, perder ou até atrasar, podendo ser considerado um custo que não traz alterações ao produto. Com isto, o Cliente não está disposto a pagar por um produto que não assegure boa

qualidade. As consequências subjacentes ao desperdício de transporte são (1) o aumento do produto em processo, (2) o potencial estrago do produto e (3) o consumo de recursos;

4. Desperdício de inventário: o inventário, quer seja em matéria-prima, produto WIP ou produto acabado, representa uma despesa quer para o produtor quer para o consumidor. Tem como consequências: (1) adicionar custo ao produto, (2) o produto pode ficar estragado, (3) representar recurso que deve ser manuseado, e ainda (4) o produto pode encontrar-se fora de validade;

5. Desperdício com processamentos incorretos: acontece sempre que é realizado mais trabalho do que é requerido pelo Cliente. Isto também inclui usar ferramentas que podem ser mais precisas, complexas e caras do que é requerido pelo consumidor;

6. Desperdício com movimentação ou manuseamento: ocorre sempre quando o operário anda pelo local de trabalho e o resultado disto resulta em perda de tempo e esforço;

7. Desperdício por peças defeituosas: retrabalho é requerido quando os produtos e componentes são defeituosos e têm de ser retrabalhados. Já os defeitos são causados por maus processos de produção (causados por mão de obra ou de maquinaria). O retrabalho leva o seu tempo e por consequência aumenta o custo de produção do produto final. No pior dos cenários, o produto deve ser descartado tendo como consequências: (1) adicionar custos ao preço final, (2) consumir recursos, (3) reduzir a confiança no Cliente e ainda (4) requer novo planeamento no calendário da produção;

No decorrer do tempo, um novo tipo de desperdício foi adicionado:

8. Desperdício com o potencial humano: através da sobre ou subestimação da equipa (por exemplo o trabalhador responsável pelo negócio pode saber os aspetos que devem ser melhorados, mas não o proclama).

### **2.3 Processo de tratamento de reclamações**

Um fator que as organizações devem dar importância para a sua continuidade no competitivo mundo empresarial, baseia-se na capacidade destas oferecerem qualidade de produtos e/ou serviços que resultam em Clientes satisfeitos (Shemwell et al., 1998). Para uma organização, a satisfação do Cliente é tradicionalmente considerada como determinante na sua captação e fidelização a longo termo (Olivier, 1980, p. 460-469). Assim, quanto maior é a satisfação do Cliente, maior será a sua relação com a organização, mais positiva será a publicidade “boca a boca” e, por conseguinte, maiores serão os benefícios que a empresa terá (Fornell et al., 1995).



Vários estudos provam que a satisfação do Cliente tem um papel revelante no sucesso de uma organização. Hu et al. (2009) realizaram um estudo empírico no setor do turismo e chegaram à conclusão que altos níveis de Qualidade levam a altos níveis de satisfação. Isto levou a que os Clientes com níveis de satisfação elevados são mais propensos a preferir e a fidelizar-se na empresa onde estiveram e por isso passam a recomendá-la a outras pessoas. Ravi et al. (1988) realizaram um estudo onde utilizaram metodologias *Lean* para melhorar a satisfação do Cliente. Para este estudo fizeram proveito de *Quality methods*, conforme foi mostrado na Figura 1. Como resultado, conseguiram provar que o *Lean* pode ser utilizado de forma eficaz para a gestão de reclamações do Cliente. Segundo Rat et al. (1995), a utilização de uma metodologia *Lean* melhora e controla as fontes de variação de problemas através da seleção e implementação de ações corretivas que possibilitaram a redução de problemas e assim melhorar o desempenho do processo. Concluíram do estudo que a metodologia *Lean Six Sigma* utilizada pode ser aplicada a qualquer processo. Um outro estudo conduzido pela TARP (*Technical Assistance Research Programs*) chegou à conclusão que por cada vinte e seis consumidores descontentes com uma organização, apenas um irá reportar a situação de descontentamento. O grande problema é que dos vinte e cinco consumidores que não fizeram reclamação à entidade responsável, em média, irá fazê-lo a dez amigos. Por sua vez, as dez pessoas que ouviram o problema, irão passar a palavra a mais cinco conhecidos - a este efeito foi chamado “Efeito Iceberg” (Figura 3). No final, cerca de 1560 pessoas terão conhecimento do problema que não foi reportado (TARP, 1970).

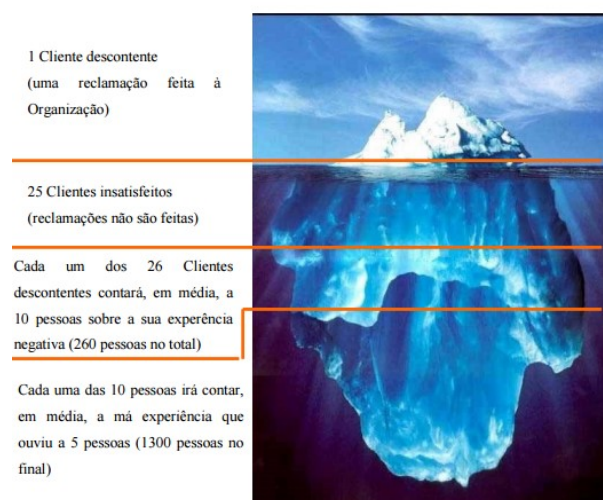


Figura 3: Sistema de feedback do Consumidor (adaptado de TARP Research, 1999).

Assim, a temática da satisfação do Cliente e consequentemente o modo de tratamento de reclamações é um fator muito importante dentro de uma organização pois relaciona os custos,

os lucros e o desempenho financeiro e estratégico de qualquer empresa (Dick, 2002; Pires, 2004).

## 2.4 Processo de redução de *stock*

As vantagens que o *Lean* trouxe para a indústria tem sido descritas pela comunidade acadêmica. A produção *Lean* tem como principal objetivo a sistemática identificação e eliminação das fontes de desperdício e da melhoria contínua, aumentando a competitividade das organizações (Womack et al., 1990).

Costa et al. (2013) realizaram um estudo empírico para perceber de que maneira a utilização de ferramentas *Lean* poderiam tornar um processo mais rápido e intuitivo para quem o opera. Através da identificação das fontes de desperdício da empresa onde foi realizado o estudo e do uso da ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*), Figura 1, foi possível reduzir o *setup-time* (tempo de preparar uma máquina, um processo ou sistema para ser pronto para sua utilização) em até 67%, reduzir a distância percorrida pelos trabalhadores no local de trabalho entre 45% a 78% e conseqüentemente a redução do número de peças *work-in-process* (WIP) da empresa em 50%. Além disso, utilizando ferramentas como os 5S's e o *Visual Management*, foi possível tornar o espaço de trabalho mais organizado e limpo para o operador, colocando ao dispor do mesmo as ferramentas estritamente necessárias para as operações que deveriam ser realizadas.

Singh et al. (2010) estudaram o uso do *Lean* na indústria, na Índia. Para tal estudo prático utilizaram o *Value Stream Mapping* (VSM), Figura 1, para poder obter melhorias significativas no processo produtivo. Através da criação do VSM da situação atual foi-lhes possível identificar quais as fontes de desperdício do sistema em questão e implementar novas sugestões de melhoria no sistema. Foi realizada a comparação entre o estado atual e o estado futuro da indústria em questão. Chegaram à conclusão que a redução do *lead-time* era de 83,14%, a redução do *processing-time* (tempo necessário para a realização de um processo) era de 12,62%, a redução do material WIP em inventário era de 89,47% e a redução da mão-de-obra era de 30%. Conseguiram ainda um aumento da produtividade por operador de 42,86%.

## 2.5 A Simulação no mundo produtivo

Mudanças significativas num sistema produtivo requerem um número elevado de recursos alocados para poderem ser implementadas de maneira relevante numa organização. Uma área

que antecipa a resposta às questões colocadas por uma organização (“Será que a mudança irá trazer melhorias?”) e tem sucesso em prever o impacto de algumas soluções em determinados processos é a Simulação (Kellner et al., 1998).

A utilização da Simulação em processos produtivos tem-se tornado uma ferramenta cada vez mais comum e mais poderosa devido aos bons resultados que a mesma apresenta. Além disso, o facto de ser bastante flexível (capacidade de modelar independentemente da complexidade) e fácil de usar são critérios que ajudaram na propagação do seu sucesso (Law et al., 1998).

A Simulação é nada mais do que a imitação de um processo ou sistema dos processos operacionais do mundo real ao longo do tempo (Banks, 1999). Um processo pode ser definido com uma estrutura de pessoas, tecnologias ou práticas que estão organizadas e cooperam entre si que transformam informação, materiais e energias num resultado final (Pall, 1987).

Uma das maiores motivações da utilização da Simulação é a maneira barata de prever riscos, custos e outros dados que podem ser fulcrais para o bom funcionamento de uma organização. Os propósitos comuns da Simulação são de prever comportamentos ou responder a perguntas “e se?” (Kellner et al., 1998).

## **2.6 Ferramentas utilizadas**

Para a realização do seguinte projeto, várias ferramentas do *Lean Manufacturing* foram utilizadas, como serão descritas nos próximos subcapítulos.

### **2.6.1 5S's**

A metodologia dos 5S's é uma ferramenta que ajuda a identificar algumas fontes de desperdício. Tem como objetivo a eliminação do desperdício, e missão a melhoria dos objetivos operacionais: “Hoje melhor que ontem, amanhã melhor do que hoje”. A Tabela 2 resume o que cada S representa.

A metodologia 5S's incentiva a limpeza, a arrumação, a mudança com o objetivo de melhoria das condições de trabalho. É uma técnica simples que deve ser utilizada de forma permanente a fim de melhorar o local de trabalho quer no seu aspeto visual, na segurança e na qualidade, inculcando superação e formação constantes.

Tabela 2: Explicação sobre a metodologia 5S's (adaptado de Suárez-Barraza et al., 2012).

Japonês	Português	Exemplo
<i>Seiri</i>	Utilização	Descartar qualquer material que não é utilizado
<i>Seiton</i>	Organização	Estabelecer um lugar para cada material, identificando-o e organizando-o conforme utilização
<i>Seiso</i>	Limpeza	Manter o ambiente de trabalho limpo e em ótimas condições operacionais
<i>Seiketsu</i>	Melhoria Contínua	Estabelecer formas de padronizar os S's anteriores
<i>Shitsuke</i>	Autodisciplina	Executar as tarefas 5S's de forma contínua para que se torne um hábito

### 2.6.2 Just-in-Time

*Just-in-Time* (JIT) é uma ferramenta do LM que defende a produção do estritamente necessário e na altura certa (Sanchez e Perez, 2001). O objetivo é atingir um elevado volume de produção usando o mínimo de inventário possível. Isto é, o material do fornecedor é rececionado no cais de descarga da empresa apenas quando ele é necessário, de forma a obter *stocks* mínimos e eliminar desperdícios (Ghinato, 2000). Para uma implementação de sucesso deste sistema, Ghinato alerta para a atenção de alguns fatores como:

1. Fluxo contínuo: significa produzir uma peça de uma vez, passando cada produto imediatamente ao processo seguinte sem qualquer estagnação (e outros tipos de desperdício) entre eles. O fluxo contínuo é a maneira mais eficiente para produzir;
2. *Takt Time*: significa qual o tempo que uma peça deve ser produzida, baseada na quantidade vendida, para ir de encontro aos requisitos do Cliente. É calculado pelo produto da quantidade requerida pelo Cliente por cada turno e pelo tempo disponível de trabalho por turno;
3. Produção puxada: há momentos na produção de determinados produtos em que é impossível haver o fluxo contínuo e, a existência de locais onde se possam armazenar esse produto é necessário. Existem várias razões para a existência deste fator: (1) alguns processos têm um *lead-time* tão elevado ou falível que não é possível a acoplação direta a

outro processo num fluxo contínuo ou (2) alguns processos, como é exemplo de fornecedores, estão tão longe que encomendar uma peça de uma só vez é irrealista.

### 2.6.3 *Brainstorming*

O *brainstorming* é uma técnica que fomenta o pensamento e trabalho em equipa, com o objetivo de conceber o maior número de respostas a uma determinada problemática.

Assim, a viabilidade de ser encontrada uma solução para um determinado problema torna-se muito maior, mais criativa e até mais eficiente pois o trabalho em equipa torna o pensamento direcionado à chave de uma adversidade.

### 2.6.4 Análise de Pareto

A Análise de Pareto é uma ferramenta de identificação e análise de problemas que os classifica por ordem decrescente de importância (frequência, custo, risco, etc.). Deste modo, permite discriminar as causas mais importantes (as poucas e vitais) das menos importantes (as muitas e triviais) de um problema e, assim, atacar o “grosso” dos problemas com um mínimo de trabalho analítico. É traduzida pelo estudo empírico em que uma grande percentagem dos problemas corresponde a uma pequena percentagem das causas. Esta análise classifica os problemas em três categorias (A, B e C), conforme exemplificado na Figura 4:

1. Classe A: cerca de 20% dos artigos de uma empresa correspondem a 80% dos defeitos encontrados;
2. Classe B: cerca de 15% dos defeitos encontrados fazem corresponder a cerca de 30% dos artigos da organização;
3. Classe C: cerca de 5% dos defeitos encontrados numa organização correspondem a 50% dos produtos.

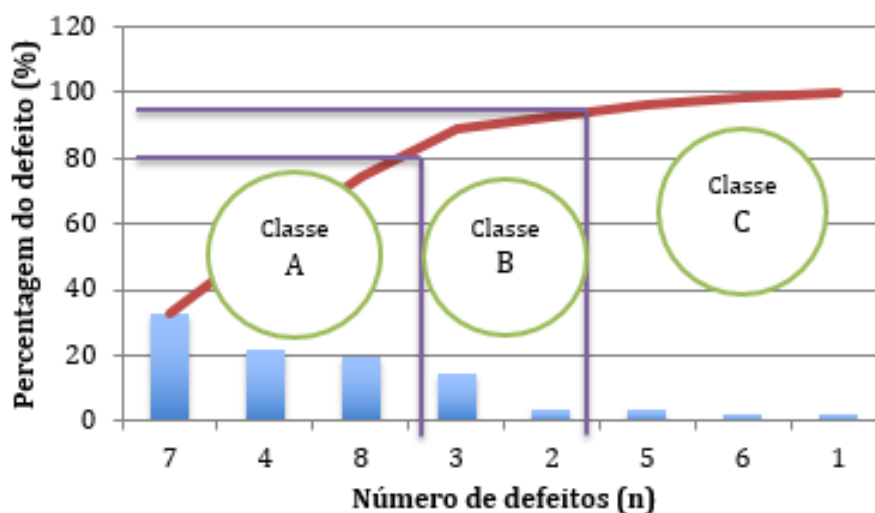


Figura 4: Exemplo da análise ABC para os defeitos encontrados numa empresa.

### 2.6.5 Diagrama de Ishikawa

Diagrama de *Ishikawa*, também denominada de “Diagrama de causa-efeito” ou “Diagrama Espinha de Peixe”, mostra a hipotética relação entre as potenciais causas e o problema em questão. Uma vez que o diagrama de causa-efeito esteja construído, a análise pode ser feita para descobrir as potenciais causas que contribuem para o problema (Jacobs et al., 2014).

### 2.6.6 Terminologia utilizada na Simulação

Um modelo de simulação é um modelo computadorizado que processa as características descritas acima e que as representa de maneira dinâmica. Um modelo de simulação é constituído por “Entidades”, “Variáveis”, “Recursos” e “Atributos.”.

Seguidamente serão apresentadas as características de cada um dos elementos mencionados (Banks et al., 1998):

1. Entidade: qualquer objeto ou componente no sistema que requer representação do modelo (consumidor, máquina, objeto);
2. Variáveis: são representações espontâneas sobre o estado do sistema. Podem ser exemplos de representações de variáveis o número de pessoas que passou por determinado local ou tempo médio que uma peça demora a ser produzida;
3. Recursos: podem ser representados por pessoas ou máquinas que reservam as entidades por um determinado tempo definido pelo utilizador e transformam as entidades;
4. Atributos: características dadas à entidade (por exemplo prioridade numa fila de espera).



### 3. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

A Figura 5 ilustra, de maneira simplista, o fluxo de materiais da área produtiva da empresa.

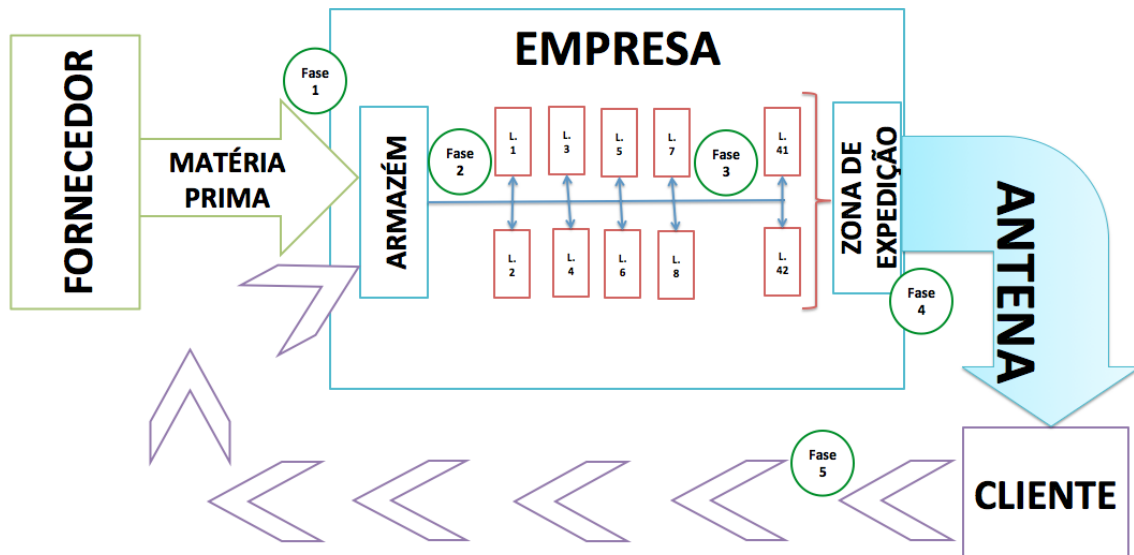


Figura 5: Atividade logística prestada na empresa - fluxos físicos.

A fase 1 representa o momento em que a matéria-prima chega dos Fornecedores da empresa. Na receção, é realizado o controlo de Qualidade aos produtos (Anexo I). Posterior à receção de material e conseqüente controlo de Qualidade, todo o material é guardado no armazém da empresa.

Na fase 2 é efetuada a distribuição da matéria-prima pelas linhas de produção existentes.

Na fase 3 faz-se a transformação da matéria-prima distribuída em diferentes antenas para automóveis, consoante o Cliente. É nesta fase que também são feitos testes de Qualidade às antenas a fim de se perceber se seguem os requisitos estabelecidos pelo Cliente.

Por fim, na fase 4, passa-se pela expedição do produto acabado da empresa (antenas) para o Cliente.

Assim, o *input* da empresa são componentes que são enviados pelos Fornecedores e posteriormente guardados no armazém. Após o seu armazenamento, estes são distribuídos pelas diferentes linhas de produção existentes e aí transformados em antenas para automóveis, consoante os requisitos do Cliente. Das linhas de produção estas vão para a zona de expedição e por fim entregues ao Cliente (*output*).

Uma fração das antenas que são expedidas ao Cliente retornam à empresa (fase 5), classificadas como produtos não conforme, devendo ser feita uma análise à qualidade das mesmas.



Por falta de dados disponíveis não foi possível precisar a quantidade de antenas que voltaram à empresa e que foram alvo de testes de qualidade.

### 3.1 Processos 0km e *field*

A empresa, além dos componentes que recebe dos seus fornecedores para a conceção das antenas de automóveis, recebe também produtos não conforme dos seus Clientes.

No laboratório da empresa, o produto que é devolvido pelo Cliente é dividido em duas categorias: 0km e *field*. A categoria 0km refere-se ao produto acabado cujo defeito foi detetado pelo Cliente e *field* são defeitos que ocorrem no consumidor final, depois do automóvel ser vendido e ainda dentro do prazo de garantia. Assim, defeito é definido como algo que não está conforme os requisitos do Cliente.

Para o controlo de gestão eficaz das peças com defeito que chegam do Cliente, a empresa possui um *software* – *MMComplaints* – que ajuda na monitorização destas. Este *software* foi especialmente desenhado para a empresa e é apresentado na Figura 6, na forma de fluxograma. O fluxograma em questão apresenta duas línguas (Português e Inglês) porque pretende retratar de maneira fidedigna o *software* da empresa.

Sempre que uma peça é devolvida pelo Cliente, é iniciado um processo de reclamação no *software MMComplaints*. Este *software* é dividido em três grupos: (1) *Parts*, (2) *Claim* e (3) *Customer*.

1. No grupo *Parts* (Peças), é obrigatório o preenchimento de três campos: *Part Number*, *Descrição* e *Part Number do Cliente*. O *Part Number* é um número interno único, que identifica o Cliente (o emissor da reclamação); *Descrição* é um campo onde é colocado um pequeno resumo do problema identificado da peça; e *Part Number do Cliente* é o número externo, único, que identifica o cliente (este número é conhecido por este). É neste grupo que é criada, de forma virtual, a peça que foi recebida como não conforme do Cliente;
2. *Claim* é o grupo onde é criada, editada ou removida uma reclamação. Este é constituído por trinta e oito campos e apenas dois são obrigatórios: (1) *Part Number* e (2) *Customer Claim Number*. O *Part Number* é o número interno que identifica o Cliente (o mesmo *Part Number* do grupo *Parts*) e *Customer Claim Number* é o mesmo que *Customer Part Number*, também do grupo anterior;
3. O grupo *Customer* (Clientes) serve para criar, editar ou remover um Cliente. Existem dois campos obrigatórios neste grupo: (1) *Número* - único - e (2) *Nome* de dezasseis campos

(como por exemplo, *Local* e *Telefone*). O campo *Número* é o mesmo que o campo *Part Number* dos grupos *Parts* e *Claim*.

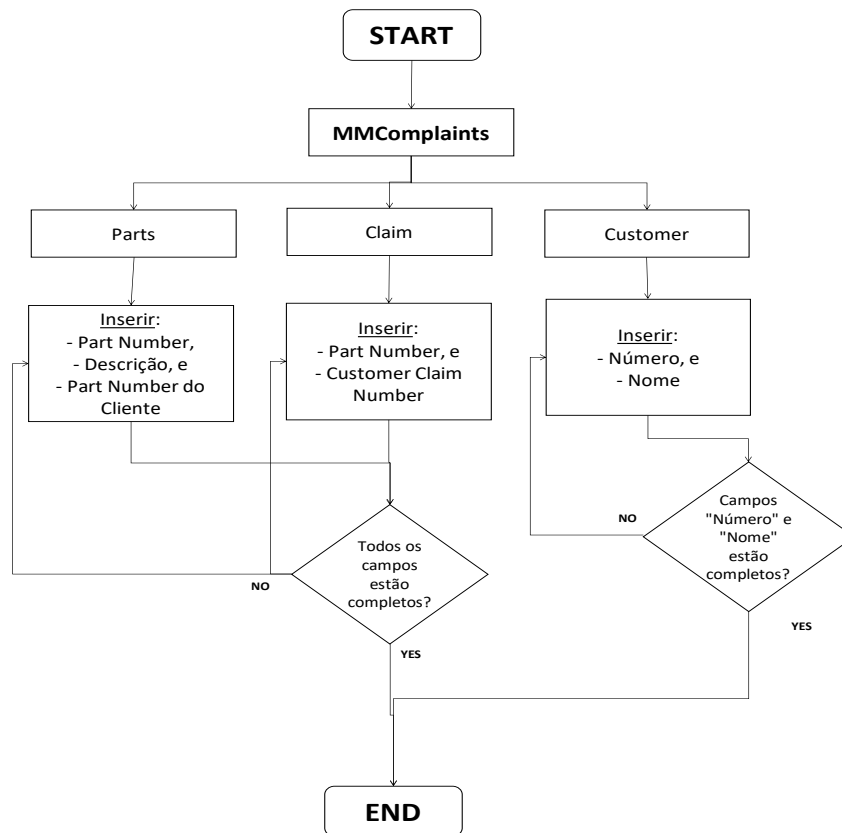


Figura 6: Fluxograma representativo do software utilizado pela empresa para monitorização das reclamações recebidas pelo Cliente.

As reclamações diferem não só do tipo de recetor como no tempo de análise que cada uma tem. Tendo em consideração o tipo de reclamação, a resposta que deve ser dada ao Cliente tem uma diferença temporal de 14 e de 33 dias úteis para 0km e *field*, respetivamente.

### 3.2 Processo Produtivo

O fluxo de material nas linhas de produção da empresa encontra-se representado, de forma idealizada, na Figura 7. O *input* é a chegada de material do armazém à linha de produção e o *output* a antena, como produto acabado, que é enviado para a zona de expedição.

Quando o material é distribuído pelas linhas de produção, este é considerado peça *WIP*. Esse material, além de sofrer uma série de transformações ao longo da linha produtiva, é colocado à prova o seu bom funcionamento segundo especificações do Cliente por testes de qualidade (*poka-yokes* e *EOL - End of Line*) para saber se está em condições para ser entregue ao Cliente.

A peça WIP é considerada antena quando é testada no EOL existente no final da linha de produção.

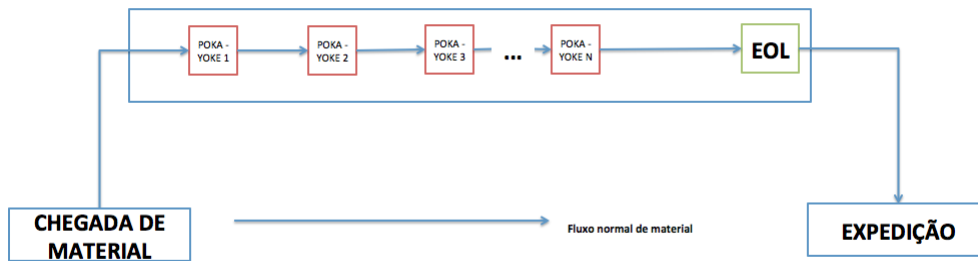


Figura 7: Atividade produtiva - fluxos físicos.

Por vezes porém, o produto WIP ou antena pode seguir um fluxo anormal podendo ir dos *poka-yokes* ao Retrabalho ou do EOL para a Análise, respetivamente. Em ambos os casos, consoante a complexidade do problema existente, o produto WIP ou antena podem não voltar ao local origem onde falhou. Os casos para as situações descritas anteriormente estão representados pela Figura 8 e 9, respetivamente.

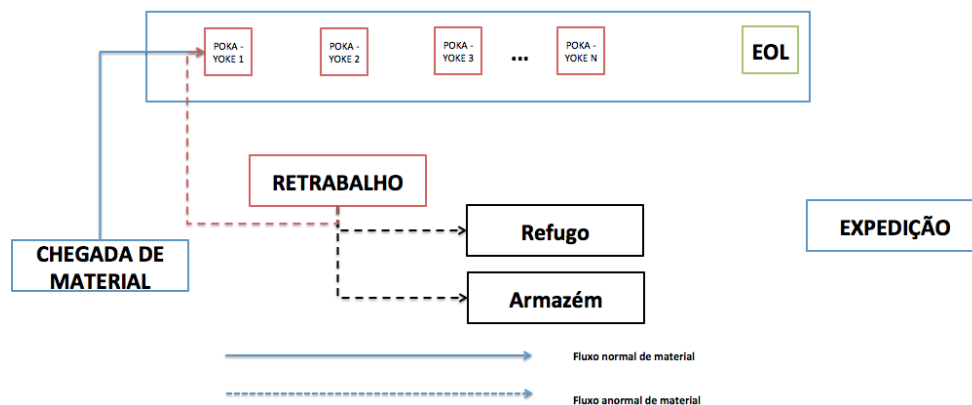


Figura 8: Atividade produtiva - fluxos físicos caso a peça WIP falho no poka-yoke 1

A Figura 8 apresenta o momento em que a peça WIP falhou no *poka-yoke* 1. Esta peça deve ser encaminhada para o Retrabalho. No Retrabalho ela pode seguir para refugo, para o armazém ou consoante a operacionalidade da linha produtiva, regressar ao *poka-yoke* onde falhou, com o intuito de se verificar se esta pode ou não seguir o percurso normal até ser transformada em antena.

A figura abaixo, Figura 9, por sua vez, apresenta a situação em que a antena falhou no EOL e deve ser encaminhada para a Análise. Na Análise, a antena será analisada e trabalhada. A antena pode ser enviada para refugo, ficar armazenada ou, caso a linha de produção esteja operacional, ser enviada novamente à origem (para o EOL) para saber se o problema foi solucionado.

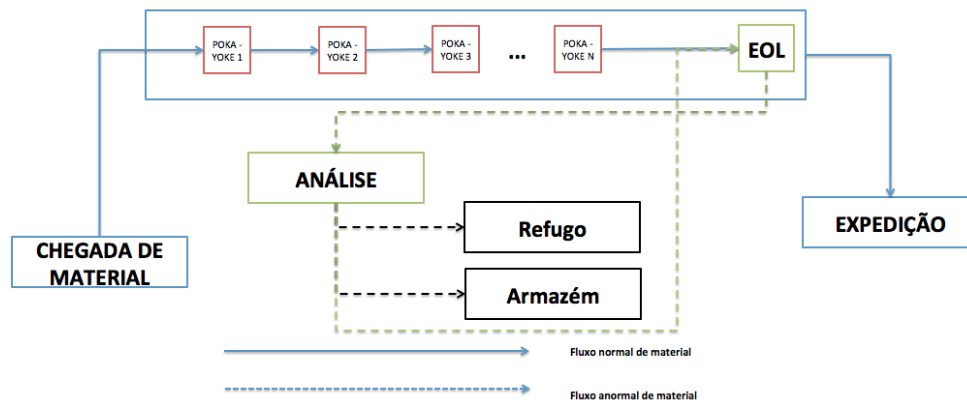


Figura 9: Atividade produtiva - fluxos físicos caso a antena falhe no EOL.

Estas “saídas” de produto no fluxo normal de produção representam perdas de produtividade significativas. A fim de se avaliar os desvios entre a produção efetiva (real) e a produção objetivo (planeada), procedeu-se, no âmbito deste estudo, ao registo diário dos níveis de produção de cada linha, por cada turno. Foi também registado o número de peças que falharam nos testes de poka-yoke e EOL que se encontram ao longo da linha.

### 3.2.1 Dados de produção

As figuras abaixo (Figura 10, 11, 12 e 13) apresentam, relativamente ao número de peças planeadas pelo departamento de Produção, sob a forma de gráfico, a percentagem diária de produção da empresa nos meses de estudo (1 de março de 2016 a 20 de junho de 2016).

O eixo das ordenadas, “Cumprimento diário”, foi calculado através da divisão do número de peças produzidas pelo número de peças planeadas. Por esse mesmo eixo consegue-se perceber o quão longe a produção da empresa esteve de ser ideal, segundo as previsões de produção do departamento de Produção. É de realçar que em alguns dias existem valores nulos porque a empresa esteve inativa por razões de feriados nacionais ou municipais. Valores acima de 100% correspondem a peças produzidas para além do planeado pelo departamento de Produção. Através dos dados de análise da produção da empresa (Anexo II a V), é possível visualizar os valores, em percentagem, de produção por dia. Também é apresentado o contraste entre o número de antenas planeadas pelo departamento da Produção e efetivamente produzidas no final de cada dia, bem como o cumprimento mensal (ou seja, a percentagem de trabalho satisfeito em relação ao planeado).

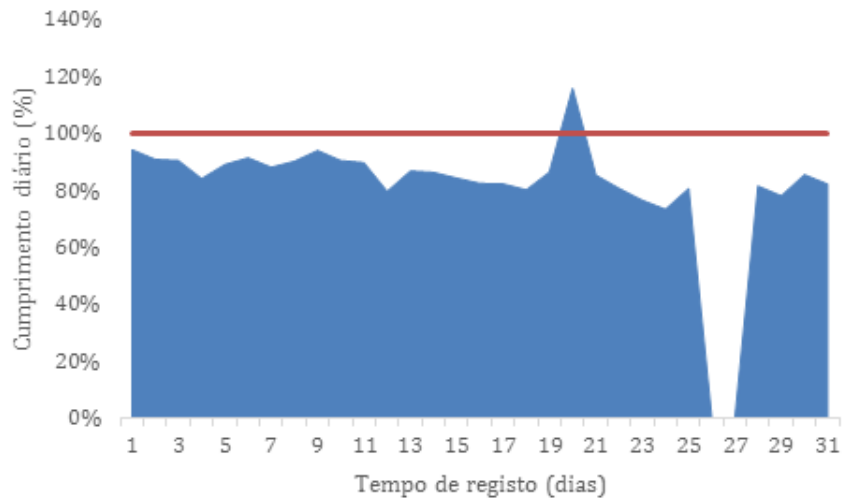


Figura 10: Análise dos valores diários de produção do mês de março.

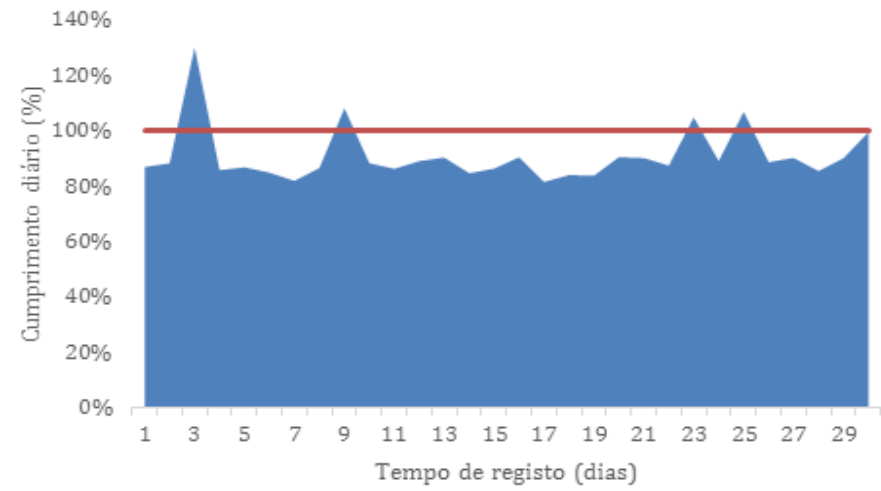


Figura 11: Análise dos valores diários de produção do mês de abril.

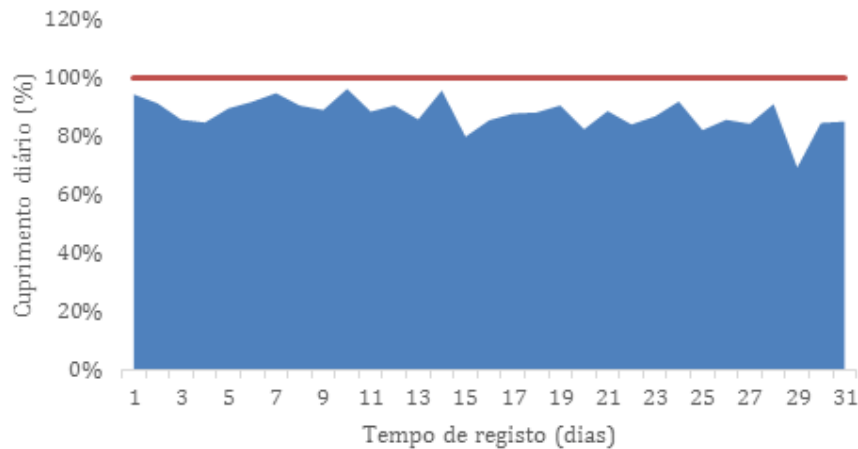


Figura 12: Análise dos valores diários de produção do mês de maio.

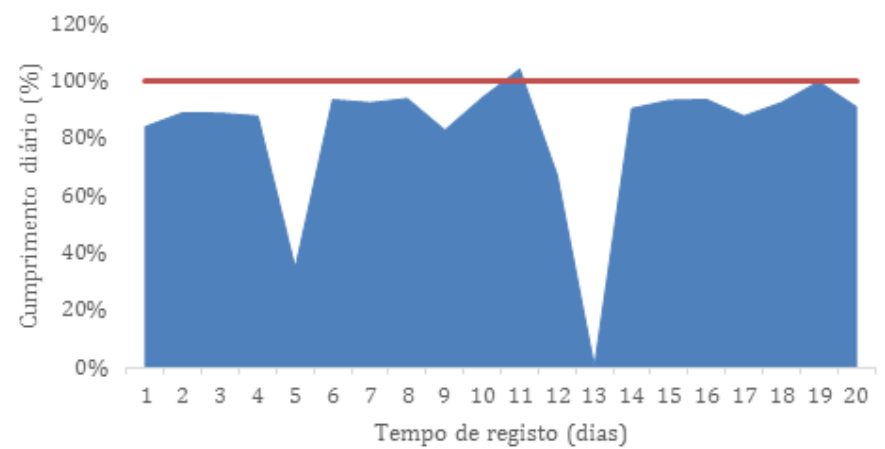


Figura 13: Análise dos valores diários de produção dos vinte primeiros dias do mês de junho.

Para o mês de março (Figura 10), a média de trabalho realizado em relação ao ótimo foi de 81,55%. É de realçar que houve um pico de produção no dia 20, onde excedeu 16% do planeado.

Por sua vez, o dia em que houve menor produção foram os dias 26 e 27, onde a produção foi de 0%. Este valor de 0% deveu-se ao facto de ser feriado nacional.

O mês de abril (Figura 11) apresentou uma média de produção de 88,91% quando o ideal proposto pelo departamento de produção era produzir 1 091 238 antenas, sendo na realidade produzidas 970 265 antenas. Nos dias 3, 9, 23, 25 e 30 de abril foram registados valores de produção igual ou acima do ótimo desejável. A sua produção foi de 130%, 108%, 105%, 107% e 100%, respetivamente. Por outro lado, os dias que estiveram mais longe de se produzir o ótimo planeado foram os dias 7 e 17 com uma produção de 82% para ambos os casos. Nestes dias, foi idealizado produzir 53 313 antenas e apenas foram realizadas 43 694 antenas.

No mês de maio, a média de produção realizada foi de 88,09% em relação à idealizada (Figura 12). O dia 29 de maio apresentou menor produtividade, tendo sido produzidas um total de 748 antenas quando o planeado seriam 1077 antenas. Por sua vez, os dias 10 e 14 de maio foram aqueles que obtiveram uma produção muito próxima do ideal atingido (96%) para ambos os casos.

No último mês de estudo, foram apenas contemplados os vinte primeiros dias de junho (Figura 13). Para este mês, foram estabelecidos objetivos de produção de 661 946 antenas. A empresa conseguiu produzir 598 158 antenas, sendo que no dia 13 de junho, a produção foi de 0% por motivos de feriado municipal.

Apenas no dia 11 de junho é que se verificou a produção acima do planeado, tendo apresentado uma produção superior em 4%. Durante o mês de junho a produção foi de 90,36%.

Concluindo, os valores de produção planeada e produzido apresentam-se na Tabela 3. Por falta de dados, não foi possível quantificar o produto WIP e acabado que foi para refugo, ficou armazenado ou, depois de ter sido analisado ou retrabalhado na fase do Retrabalho e Análise, respetivamente, voltou à linha de produção.

*Tabela 3: Dados de produção objetivo e real durante o tempo de estudo.*

	Objetivo	Real
Número total de antenas produzidas durante os meses de estudo	3 745 394	3 296 012

### 3.2.2 Parâmetros de Qualidade

O Anexo VI apresenta o modo de avaliação das linhas de produção da empresa onde foi realizado o estudo. O Tabela 4 apresenta um excerto do modo de avaliação das linhas de produção. Pela tabela abaixo, é de realçar que para cada “critério”, existem descrições (causas) possíveis, como é o caso do critério 1 onde é desdobrado em seis causas.

Tabela 4: Excerto de avaliação das linhas de produção.

Critérios		Descrição
1	Documentação existente no Posto	Verificar se no posto estão presentes as IFCs, Check-list de Produção, Catalogo de defeitos, One Point Lesson (se aplicável), Limites de reacção, Fichas de segurança (se aplicável).
2	Alertas Qualidade estão disponíveis e atualizadas.	Verificar se os Alertas Qualidade estão disponíveis na linha e se os operadores tiveram conhecimento do mesmo. Verificar se o Catalogo de defeitos está atualizado de acordo com os últimos alertas.
3	Todos os documentos de controlo e registo estão devidamente preenchidos e atualizados	Verificar se os documentos de controlo e registos estão devidamente preenchidos. <i>Check list</i> de arranque e mudança; quadro de seguimento; limites de reacção; controlo modelos elétricos; plano de limpeza; controlo semanal da temperatura dos ferros de soldar (se aplicável).

Foram realizadas catorze auditorias a oito linhas de produção e em turnos diferentes. A análise de dados foi realizada de duas maneiras:

1. Por cada falha de pelo menos uma das descrições de um critério, foi assinalada como falha de critério. Daqui originou o gráfico da Figura 14, que apresenta o critério com maior número de incidências.

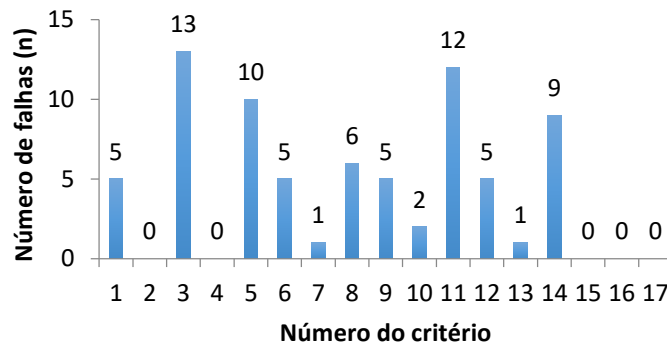


Figura 14: Análise da maior incidência de critérios falhados nas auditorias realizadas.

A Figura 14 ilustra que o critério que apresenta maior número de falhas é o critério 3 “Todos os documentos de controlo e registo estão devidamente preenchidos e atualizados”, seguido do critério 11 “Operadores não estão qualificados para o posto de trabalho”. Isto significa que das catorze auditorias realizadas, houve treze em que pelo menos uma situação não conforme foi registada neste critério. O mesmo sucedeu doze vezes para o critério 11. Em contrapartida, não foram registadas falhas para os critérios 15, 16 e 17.

2. Através do critério de avaliação anterior, foram registadas todas as causas que não iam de acordo ao plano de auditoria afim de perceber qual/quais a(s) de maior(es) frequência(s). Através das falhas apontadas pelas auditorias realizadas e através da Análise de Pareto foi possível discriminar as causas mais relevantes das menos afim descobrir qual a origem do problema com um mínimo de trabalho analítico (Figura 15). As causas estão discriminadas por classe ABC na Tabela 5.

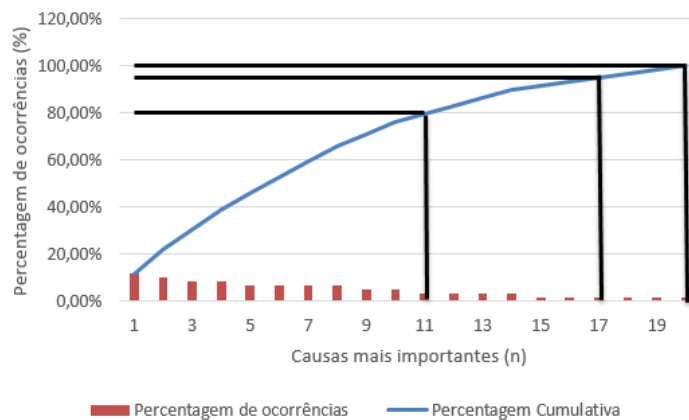


Figura 15: Análise de Pareto sobre as principais falhas registadas nas linhas de produção nas auditorias realizadas.



Tabela 5: Legenda associativa das causas e sua respectiva classificação consoante classe ABC.

Número	Descrição	Classe ABC
1	Operador não está apto para fazer a tarefa, segundo ILU	A
2	Circuito não conforme indisponível	A
3	Má identificação dos produtos	A
4	Registos de manutenção preventiva inexistente/desatualizada	A
5	IFC inexistente	A
6	Controlo de modelo elétrico inexistente/desatualizado	A
7	Check list Produção por preencher	A
8	Quadro de seguimento inexistente/desatualizado	A
9	Check list Poka-Yoke inexistente/desatualizada	A
10	Material de outras referências na linha	A
11	Controlo semanal de temperatura dos ferros de soldar inexistente/desatualizado	A
12	Limites de reação inexistentes/desatualizado	B
13	Caminhos de controlo inexistente	B
14	Registo de Limpezas desatualizado	B
15	Operador não segue o especificado por documentos	B
16	Modelo elétrico inexistente	B
17	Identificação de Poka-Yoke inexistente	B
18	Gama de embalagem não corresponde ao definido	C
19	Layout não está a ser cumprido	C
20	Operador não cumpre as regras de proteção ESD	C

Através da Análise de Pareto da Figura 15 e tabela de correspondência da Tabela 5, é perceptível que a causa mais frequente é a “Operador não está apto para fazer a tarefa, segundo ILU”, correspondendo 11,86% das ocorrências. As dez causas seguintes apresentadas na Tabela 5 são classificadas, segundo a classificação ABC, do tipo A por isso devem ser tomadas medidas para que estas sejam anular estas não conformidades. Por sua vez, as causas “Gama de embalagem não corresponde ao definido”, “Layout não está a ser cumprido” e “Operador não cumpre as regras de proteção ESD” são as causas que devem ser menor preocupantes sendo, por isso, classificadas como tipo C. Os valores do número de ocorrências, a percentagem correspondente de ocorrência e a classificação segundo o tipo ABC podem ser consultados no Anexo VII.

### 3.3 Processo da Análise e do Retrabalho

Como referido anteriormente, há peças que falham nos testes de controlo que existem ao longo da linha produtiva, e por isso, devem ser reencaminhadas para a fase da Análise ou para a fase de Retrabalho. As fases da Análise e Retrabalho são apresentadas sob a forma de fluxograma nas Figura 16 e Figura 17, respetivamente.

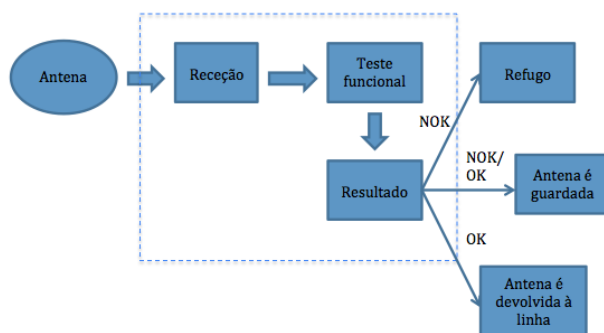


Figura 16: Representação do fluxograma referente à fase de Análise.

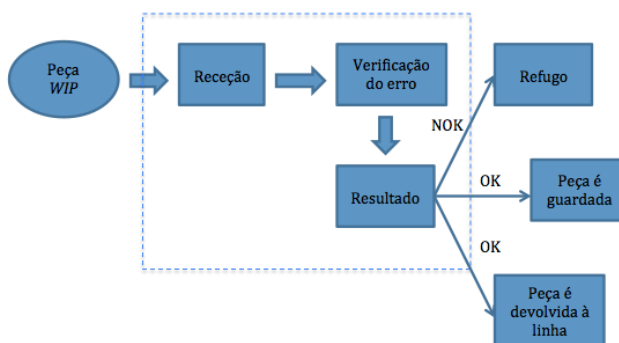


Figura 17: Representação do fluxograma referente à fase de Retrabalho.

Na fase de Análise, facilmente interpretada pela Figura 16, o *input* são antenas que não passaram no último teste das linhas de produção – EOL. Depois de ser feita a receção da antena, são realizados testes funcionais (como corrente e ganho) à mesma.

Caso o resultado seja uma falsa rejeição (“peça OK”), esta é identificada como tal e é verificada se a linha de produção está operacional. No caso da linha de produção encontrar-se a produzir a mesma referência que a peça qualificada como falsa rejeição, ela é devolvida à linha, caso contrário esta é armazenada num local específico para o efeito.

Por outro lado, se a peça for rejeitada pelos testes funcionais, “peça NOK” (peça *não OK*), é necessário verificar se o defeito foi identificado. Se não o foi, a antena fica armazenada para futura reapreciação. Se o defeito for encontrado, é necessário verificar se cumpre os requisitos das peças que podem ser retrabalhadas. Caso não cumpra os requisitos de peças retrabalhadas, é registada a antena como “peça NOK” e de seguida é lançada para refugo. Caso contrário, se a antena puder ser retrabalhada, ela é recuperada e novos testes funcionais são feitos. Se desta vez a peça for dada como “peça OK”, é verificada se a linha de produção está operacional: se, sim ela volta à linha, se não, ela é armazenada até a linha voltar a estar operacional.

Conforme a Figura 17, o *input* da fase do Retrabalho são peças *WIP* não conforme e só podem ser realizadas mudanças nesta desde que sejam problemas relacionados com falta ou excesso de solda, falta de verniz sob os componentes ou mau aparafusamento.

Caso o problema da peça *WIP* não conforme não se relacione com nenhum dos problemas descritos anteriormente é informado o problema à linha de produção, registada a não conformidade da peça e lançada para refugo.

Caso contrário, se o problema é solucionável, a peça é retrabalhada e é registado o seu retrabalho. Seguidamente, verifica-se se a linha de produção está operacional. Caso se verifique, ela é devolvida no mesmo ponto onde foi dada como erro. Caso não seja verificada a operacionalidade da linha de produção, ela é armazenada até a linha de produção voltar a produzir a mesma referência da antena.

Em ambos os casos, caso haja componentes invertidos ou falta deles, a peça é enviada para refugo; também para as duas fases, o *output* poderá ser o refugo, peça/antena armazenada ou peça/antena é devolvida à linha.

Para um maior detalhe de como o processo da Análise e do Retrabalho acontece, a Figura 18 e 19 explicam como o processo ocorre, respetivamente.

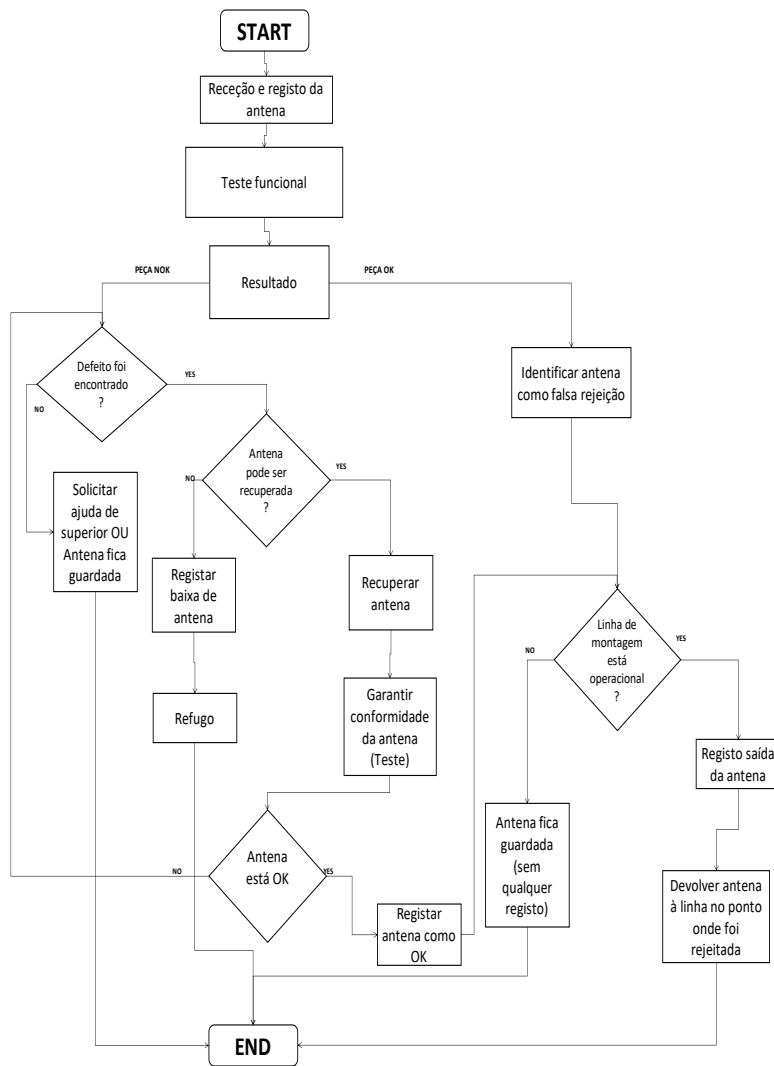


Figura 18: Fluxograma da fase da Análise.

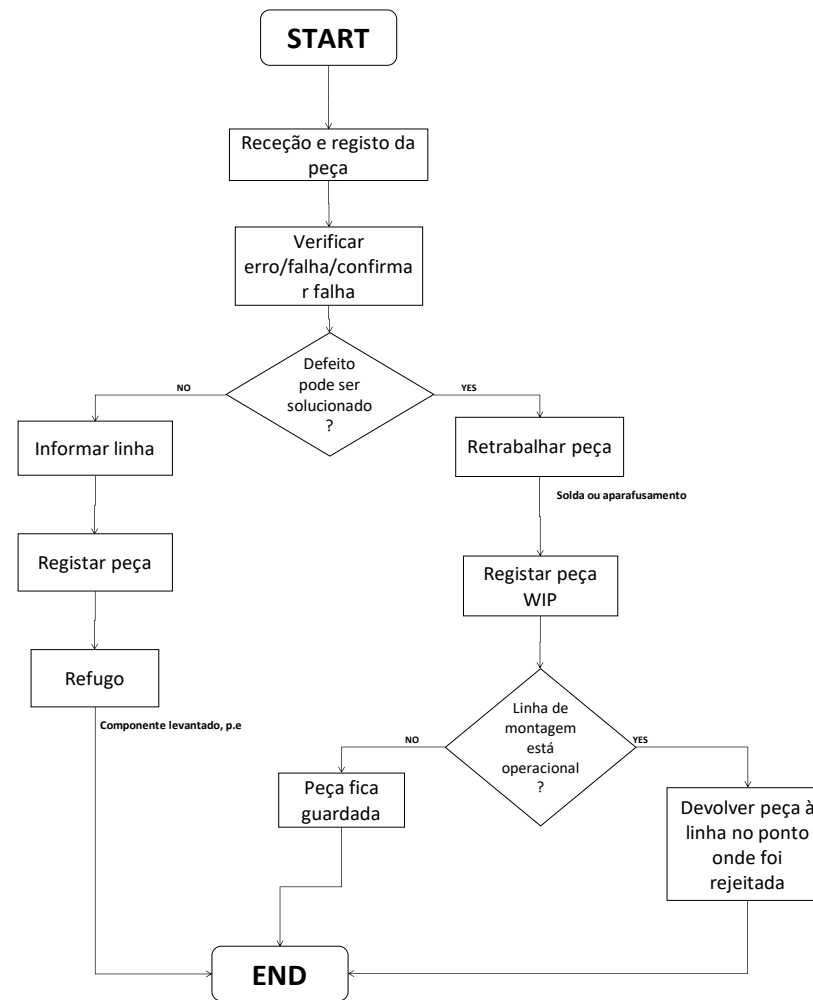


Figura 19: Fluxograma da fase do Retrabalho.



### 3.3.1 Análise de dados da produção da empresa

Além do número de peças produzidas pela atividade produtiva da empresa, foi também registado o número de peças que falharam nos testes de controlo e que foram para as fases de Análise ou de Retrabalho (Tabela 6).

*Tabela 6: Valores de produção registados de 1 de março de 2016 a 20 de junho de 2016.*

	Objetivo	Real
Número total de antenas produzidas	3 745 394	3 296 012
Número total de antenas ou peças não conforme	79 608	
Número total de antenas que foram para a Análise	8 326	
Número total de peças que foram para o Retrabalho	71 282	
% de produto não conforme	2,41%	
% antenas não conforme que foram para a Análise	0,25%	
% peças não conforme que foram para o Retrabalho	2,16%	
% média de trabalho satisfeito no período de análise	88,00%	

Foi observado que das 3 745 394 antenas planeadas para serem produzidas, 3 296 012 antenas foram, de facto, produzidas. Esta diferença entre produto planeado e real correspondeu a 12% da produção idealmente produzida. Das peças produzidas, 8326 antenas falharam no último teste de verificação de funcionalidade – EOL – o que correspondeu a 0,25% das peças produzidas; 2,16% foi a percentagem corresponde ao produto WIP que falhou nos *poka-yokes*. As antenas que falharam no EOL e peças WIP que não passaram nos *poka-yokes* foram para a Análise e Retrabalho, respetivamente. Os resultados obtidos relativos à produção diária durante o período de estudo encontram-se nos Anexos da dissertação (Anexo II a V).

Por falta de dados, não é possível quantificar o número de antenas e produto WIP que foram rejeitadas e tiveram como destino o refugo, ficaram armazenadas ou retornaram à linha de produção.

O diagrama de causa-efeito apresenta de forma clara para o problema em questão as potenciais causas desse problema.

Através da análise de resultados das auditorias internas realizadas, do cruzamento de dados entre os valores da Tabela 6 e do diagrama de Pareto da Figura 15, procedeu-se à execução de um diagrama de causa-efeito para entender o porquê de haver diferença entre produção realizada e planeada (Figura 20).

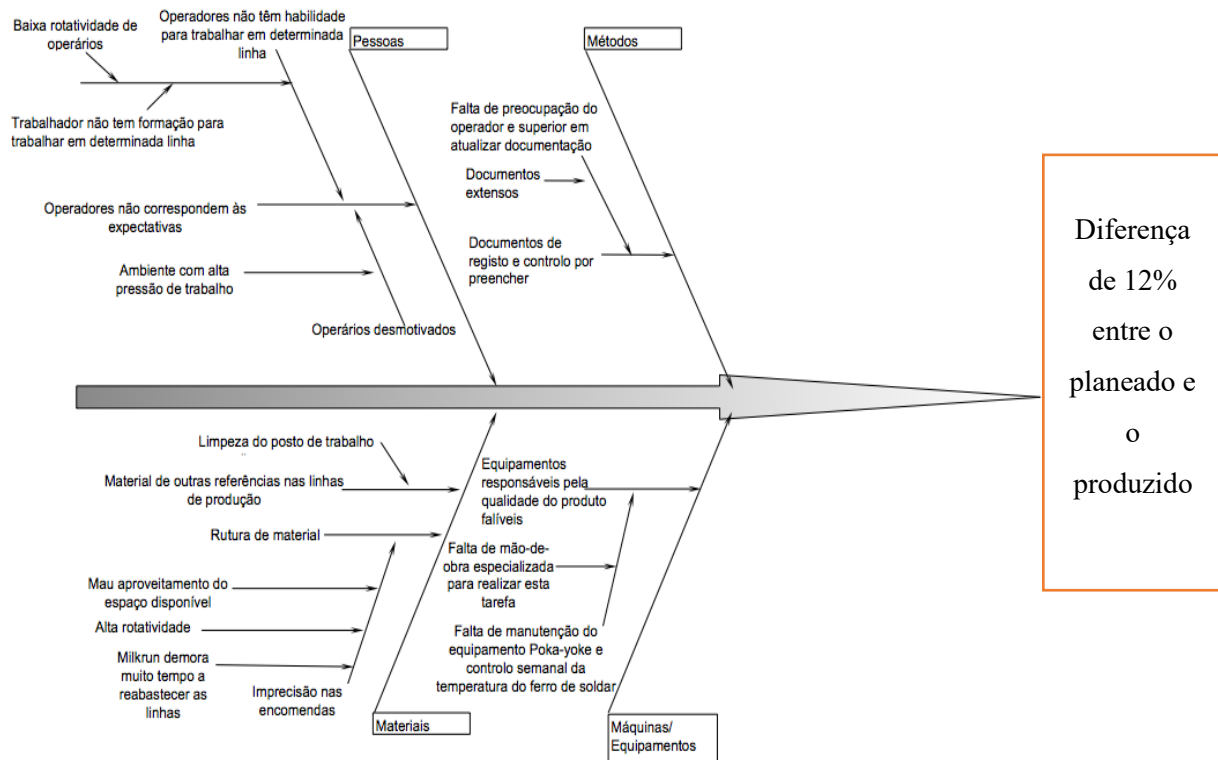


Figura 20: Diagrama de causa efeito relativo diferença de produção de 12% em relação ao objetivo definido pelo departamento da produção.

Percebeu-se, através das auditorias realizadas, que:

1. Em “Métodos”, os documentos de registo e controlo, muitas vezes, foram encontrados por preencher. Estes documentos (Anexo VIII) têm como principal função auxiliarem a análise do que poderá ser melhorado na produção da empresa. Neles encontram-se perguntas como se os *poka-yokes* estão em bom funcionamento, se existe material de outras referências na linha de produção, se os equipamentos de soldadura ou outros que são necessários na construção da antena estão dentro do prazo de avaliação. Uma vez que eles “não são levados a sério”, os trabalhos de melhoria contínua permanecem vulneráveis;
2. Em “Máquinas/Equipamentos”, os equipamentos que são responsáveis pela verificação da funcionalidade do produto não são sempre verificados quando deveriam, o que pode

ocorrer má avaliação do mesmo. Esta causa advém de falta de mão-de-obra especializada para tal trabalho;

3. Em “Materiais”, o facto de ter sido encontrado material de outras referências, compromete a fiabilidade do produto. A rutura de *stock* tornou-se também uma subcausa problemática. Dela são originárias outras como a imprecisão das encomendas por mau aproveitamento do espaço disponível ou o *milk-run* demora muito tempo a reabastecer as linhas;

4. Para a causa “Pessoas”, “operadores não correspondem às expectativas da empresa” tornou-se a subcausa maior para este fator sendo que a razão advém do simples facto de que os operários não possuem habilidade para operar em determinada linha de produção (causa esta que advém da baixa rotatividade dos mesmos ou seja, estão sempre a trabalhar nas mesmas linhas de produção, e não possuem formação suficiente para trabalhar noutras) e ainda “operários estão desmotivados” devido à alta pressão no ambiente de trabalho.

### 3.3.2 Recolha de dados para as fases da Análise e do Retrabalho

Pela Tabela 6, foram produzidas 3 296 012 antenas em que 8 326 antenas foram para Análise e 71 282 antenas para a fase de Retrabalho.

A Tabela 7 apresenta o número de peças rejeitadas nos *poka-yokes* que existem ao longo da linha de produção e do EOL por cada turno, durante o período de análise da empresa. Foi calculado, consoante o número de operadores por cada turno, o tempo que cada turno tem para Análise e Retrabalho das peças.

A empresa funciona com três turnos de trabalho:

1. O primeiro labora das 6 h às 15 h (com 40 minutos de almoço e dois intervalos de 10 minutos);
2. O segundo das 15 h às 24h (com 40 minutos de jantar e dois intervalos de 10 minutos);
3. O terceiro das 0 h às 6 h (com dois intervalos de 15 minutos).

Para a fase de Análise, tanto para o primeiro como o segundo turno, existe um operador. Para a fase do Retrabalho, existem dois operadores a trabalhar no turno um e apenas um no turno seguinte. Em ambos os casos, no terceiro turno, não existem operadores qualificados para analisar ou retrabalhar peças. O número de horas efetivas de trabalho, para os turnos um e dois, é de 8 horas.



Tabela 7: Dados de produção registados durante o período de estudo.

	Turno			Total
	1	2	3	
<b>Análise</b>				
Antenas não conforme [peças]	3735	2806	1785	8326
Tempo efetivo de trabalho [segundos]	2160000	2160000	0	4320000
<i>Takt time</i> [segundos/antena]	578,31	769,77	0	449,36
<i>Takt time</i> [minutos/antena]	9,63	12,83	0	7,48
<b>Retrabalho</b>				
WIP não conforme [peças]	21679	25465	24138	71282
Tempo efetivo de trabalho [segundos]	4320000	2160000	0	6480000
<i>Takt time</i> [segundos/peça]	199,27	84,82	0	94,69
<i>Takt time</i> [minutos/peça]	3,32	1,41	0	1,57

Foi calculado o *Takt time* de cada peça para as situações de Análise e Retrabalho. O cálculo do *Takt time* é dado por:

$$Takt\ time = \frac{\text{tempo disponível de trabalho por cada turno}}{\text{número de peças por cada turno}}$$

Por falta de dados não foi possível estudar o tempo que cada operador tem para retrabalhar ou analisar uma peça não conforme, porém, era visível que o tempo era superior ao *Takt time* calculado. Consequentemente, o número de trabalhadores era desajustado à carga de trabalho e o *stock* de antenas e produto WIP não conforme na fase de Análise e Retrabalho, respetivamente, era elevado.

Como tal, sendo o produto em *stock* um grande problema para qualquer organização – não só em termos económicos, como em termos de qualidade do produto pois este apresenta maiores riscos de se tornar obsoleto, ficar danificado ou até esquecido – procedeu-se ao estudo, com auxílio do *software* de Simulação Arena, do número de antenas e peças WIP não conforme que foram direcionadas para as fases da Análise e do Retrabalho.

A Simulação é uma ferramenta bastante acessível para prever o impacto de algumas soluções em determinados processos.

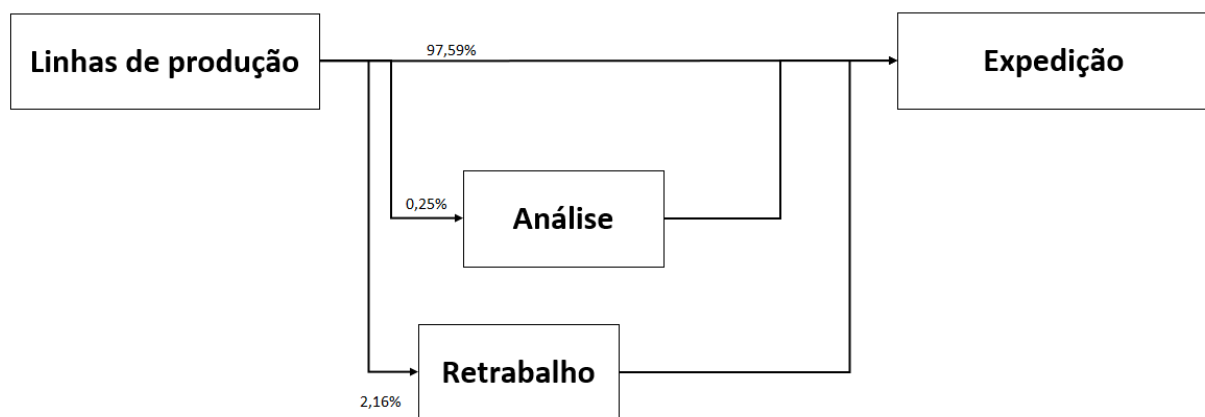
O estudo da situação atual em Simulação teve como objetivo mostrar que o número de trabalhadores que atualmente labora para ambas as fases é desajustado com a quantidade de produto que vai lá parar. Uma das grandes vantagens de se estudar qualquer processo em Simulação é a obtenção de resultados de forma muito económica.

Para a construção de um modelo de Simulação é necessário estudar e entender o sistema que se quer imitar de forma a ser o mais fiel possível à realidade. Como demonstrado anteriormente, as fases da Análise e Retrabalho encontram-se representadas sob a forma de fluxogramas na Figura 16 e 17, respetivamente.

### 3.3.3 Construção do modelo

Para a construção do modelo de simulação foram tomadas em conta o número de antenas produzidas durante o período de estudo, o número de peças WIP não conformes que foram retrabalhadas e o número de antenas que falharam no EOL e foram encaminhadas para a fase da Análise.

A Figura 21 apresenta o fluxo físico de material que segue para a Expedição, Análise e Retrabalho bem como a percentagem de produto acabado conforme, produto acabado não conforme e peças WIP não conforme, respetivamente.



*Figura 21: Representação do processo produtivo utilizado no modelo de simulação - fluxo físico de material que vai diretamente para a Expedição, Análise e Retrabalho.*

Pela Figura 21, 97,59% do que é produzido pelas linhas de produção vai diretamente para a Expedição. Porém, como dito anteriormente (Figura 8 e 9), há material que segue um fluxo anormal, podendo ir das linhas de produção para a Análise (0,25%) ou para o Retrabalho (2,16%).

Por falta de dados, não foi possível quantificar quantas antenas e produto WIP não conforme foram direcionadas para refugo, armazenadas ou retornaram à linha de produção.

O Anexo IX apresenta o *layout* para o processo de simulação que se pretende estudar. No Anexo X são apresentadas as especificações para o modelo em questão.

### 3.3.4 Simulação em Arena do cenário atual da fase da Análise e do Retrabalho

Foram simulados trinta dias do cenário atual com o intuito de perceber o quão longe a organização estava do objetivo, isto é, não existir *stock* na Análise nem no Retrabalho. Além de perceber o quão longe o cenário atual estava do ideal, foi também estudado o tempo que uma entidade demora a ser analisada ou retrabalhada, quer na Análise quer no Retrabalho. Para as duas situações, é apresentado na Tabela 8 o número de trabalhadores para cada turno.

Tabela 8: Número de trabalhadores existentes para o cenário atual da empresa.

	Número de trabalhadores					
	Análise			Retrabalho		
Turno	1	2	3	1	2	3
Cenário atual	1	1	0	1	2	0

Após os trinta dias de simulação, foram registados: (1) o tempo de espera na fila de espera tanto na Análise como no Retrabalho e (2) o número de antenas ou peças *WIP* não conforme em cada um dos postos de trabalho.

Tabela 9: Resultados da situação atual da empresa.

	Análise		Retrabalho	
	Tempo em Espera (min)	Número em espera (n)	Tempo em Espera (min)	Número em espera (n)
Cenário atual	5708,07	274	10936,94	4504

Através dos resultados do programa de simulação, as conclusões são:

1. Análise: o número de produto acabado em *stock* é, em média, de 274 peças e o tempo médio para uma peça ser analisada é de 5708,07 minutos;
2. Retrabalho: o número de produto *WIP* em *stock* é, em média, de 4504 peças e o tempo médio para uma peça começar a ser retrabalhada é de 10936,94 minutos;

Com o resultado de simulação da situação atual representado na Tabela 9 é visível que o número de trabalhadores, quer na Análise quer no Retrabalho, está desajustado com a objetivo que é possuir *stock* nulo para ambos os casos.

### 3.4 Síntese dos problemas identificados

A seguinte secção tem como objetivo reunir e resumir todos os problemas identificados no diagnóstico da situação atual. Estes encontram-se na Tabela 10, de forma a ter uma visão global e simplificada do capítulo 3.

Tabela 10: Quadro de síntese dos problemas encontrados durante o estudo.

Nº	Categoria	Descrição	
		Processo de 0km e <i>fields</i>	Processo Produtivo
1	<u>Material</u>		Material de outras referências presentes nas linhas de produção;
2			
3	<u>Método</u>	Mau aproveitamento dos sistemas de informação (software); Excesso de campos no <i>software</i> de gestão de reclamações; Para o mesmo <i>software</i> , existência de várias línguas;	Documentos de registo e controlo por preencher
4	<u>Mão-de-obra</u>		Operadores não correspondem às expetativas
5			Operadores desmotivados
6			Operadores não têm habilidade para trabalhar em determinada linha
7			Número de operadores insuficientes para as fases de Análise e Retrabalho
8	<u>Máquina</u>		Equipamento pela verificação da Qualidade são falíveis

## 4. PROPOSTAS DE MELHORIA E ANÁLISE DE RESULTADOS

Face aos problemas identificados no capítulo 3, sugere-se neste capítulo um conjunto de propostas de melhoria.

### 4.1 Processo de reclamações

Através da análise do *software MMComplaints*, da discussão e pensamento em equipa com o departamento da Qualidade da empresa, foram vários os fatores apontados como potenciais pontos de melhoria:

1. Uniformização da língua: visto a organização ser uma multinacional onde várias nacionalidades de trabalhadores cooperam para o sucesso da mesma, o Inglês deveria ser a língua usada em todos os documentos e programas;
2. Eliminação de campos desnecessários: há muitos campos desnecessários para a análise de dados para o departamento da Qualidade. O excesso de campos pode confundir na análise de dados (uma das ferramentas que a organização tenta aplicar em qualquer setor é a dos 5S e claramente o *MMComplaints* não obedece de imediato ao primeiro S: *Seiri* (separa as coisas necessárias das desnecessárias));
3. Diferenciação do tipo de reclamação (se *0km* ou *field*) - o facto de não haver diferenciação entre as reclamações, faz com que o *deadline* seja o mesmo, o que não é verdade (o sistema assume vinte dias corridos);
4. Enviar um *e-mail* automático ao Cliente sobre a receção da peça eventualmente defeituosa e ao fim da análise sobre o seu resultado;
5. Anteriormente ao prazo limite da análise da peça retornada pelo Cliente, o sistema deve enviar um e-mail ao responsável a avisar a proximidade de fim de tempo de análise;
6. Ter a possibilidade de exportar um ficheiro *Excel* para análise de dados.

Foi elaborado um novo *layout* (Figura 22) de como o *software* deveria ser, para satisfazer as necessidades do departamento da Qualidade, com base no fluxograma apresentado na Figura 6.

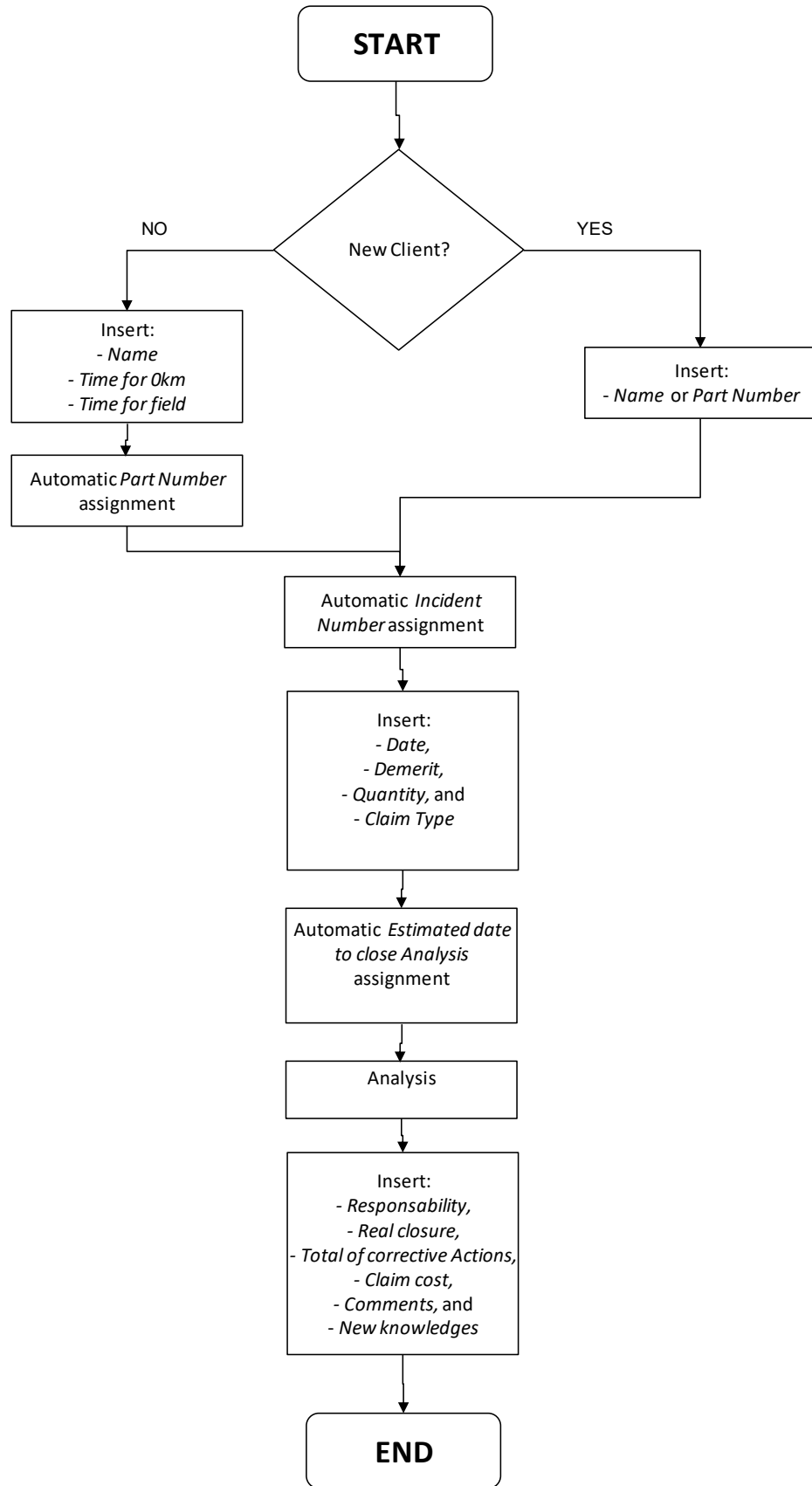


Figura 22: Fluxograma representativo do software MMComplaints depois das sugestões dadas.

Nesta nova sugestão de *software* de controlo da gestão de reclamações de Cliente, inicia-se com a possibilidade da existência de Cliente criado. Caso o Cliente ainda não esteja criado, existem apenas três campos para preencher: *Name* (atribuição do nome ao Cliente), *Time for 0km* (corresponde ao tempo que foi acordado entre a empresa e o Cliente para dar uma resposta sobre uma reclamação do tipo 0km) e *Time for fields* (representa o tempo máximo que a organização tem para dar fazer uma análise e respetiva conclusão à reclamação do tipo *field*). Uma vez preenchidos os campos, o *software* fará uma atribuição automática do *Part Number* (ou seja, dará um número identificativo ao Cliente). Caso o Cliente esteja já criado, o utilizador terá de colocar apenas ou o campo *Name* do Cliente ou indicar qual o *Part Number* do mesmo. O *software* atribuirá de forma automática um número de reclamação, o *Incident Number* (a reclamação foi criada).

Uma vez criada a reclamação, o utilizador terá de colocar a data e hora em que a reclamação foi rececionada (campo *Date*), preencher o campo *Demerit* que significa “Qual o erro que originou a reclamação?”, a quantidade de antenas que sofreram com a reclamação rececionada - campo *Quantity* - e o tipo de reclamação, se 0km ou *field*.

Uma vez que existe na proposta de *software* de gestão de reclamações um campo que diferencia se a reclamação é do tipo 0km ou *field*, o mesmo fará uma associação automática de data máxima a que se deve dar uma resposta conclusiva ao Cliente (campo *Estimated date to close Analysis*).

De seguida, o processo de análise é gerado. Quando a análise terminar, seis campos devem ser preenchidos pelo utilizador:

1. *Responsability*: traduz-se pelo responsável do erro - código 00 para “reclamação não foi encontrada”, código 01 para “defeito existe e a empresa assume o erro” ou código 10 para “o defeito foi criado pelo Cliente”;
2. *Real Closure*: é o campo onde se deve indicar qual foi a data e hora em que se finalizou a análise.
3. *Total of Corrective Actions*: corresponde ao número total de ações corretivas que foram implementadas durante o processo de análise;
4. *Claim Cost*: é o campo que dá o custo para a organização que a reclamação gerou. Este custo deverá ser um valor monetário que será calculado pela diferença, em horas, entre o valor dos campos *Real Closure Date* e *Date* com o valor monetário do trabalhador que realizou a operação. Assim, *Claim Cost* será traduzido por:

$$\text{Claim Cost} = (\text{Real Closure} - \text{Date}) * \frac{\text{€}}{\text{horas}}$$

O resultado da operação entre *Real Closure* e *Date* deverá ser em horas.

5. *Comments*: será o campo onde se colocarão comentários relativos ao processo de análise;
6. *New knowledges*: traduz-se pelo campo de lições aprendidas.

#### 4.1.1 Pontos positivos

Através das propostas apresentadas, o sistema:

1. Tornar-se-á uniforme em termos linguísticos e “limpo” (obedecendo aos 5Ss);
2. Haverá mais segurança na visualização dos dados pois só existem campos vitais para a conclusão da análise de produto não conforme;
3. Com a criação do campo *Claim Cost* é possível levar a discussão de não conformidades muito mais a sério; é possível, de maneira objetiva, haver discussão entre departamentos e a mudança de ideias pode ser realizada;
4. Uma vez que é possível haver a customização de tempo de resposta a reclamações consoante o Cliente, o sistema tornar-se-á mais seguro, pois o risco de haver “esquecimento” é nulo;
5. Uma vez que o risco é nulo, o Cliente pode verificar que a sua situação de peça não conforme está a ser estudada, o que aumentará as ligações profissionais entre ambas as partes.

## 4.2 Simulação em Arena de novos cenários para a fase da Análise e do Retrabalho

Durante o tempo de estudo na organização, era visível que os níveis de *stock* existente de antenas ou peças WIP não conforme na Análise e no Retrabalho eram elevados.

Foi realizada a simulação de vários cenários possíveis a fim de se compreender a evolução do stock de produto acabado e WIP não conforme na Análise e Retrabalho, respetivamente (Tabela 11). Foram simuladas situações onde se fez variar o número de trabalhadores por turno para entender qual seria a melhor combinação para tornar o stock de ambos os casos mínimo ou nulo. A Tabela 12 traduz o tempo em espera na fila para a Análise e Retrabalho. Também apresenta e o número de antenas ou peças WIP não conforme em *stock*.



Tabela 11: Variação do número de trabalhadores disponíveis nos postos de trabalho na Análise e Retrabalho

Turno	Número de trabalhadores por turno					
	Análise			Retrabalho		
	1	2	3	1	2	3
Cenário atual	1	1	0	1	2	0
Cenário 1	2	2	0	2	2	0
Cenário 2	3	3	0	3	3	0
Cenário 3	9	9	9	9	9	9

Tabela 12: Relação entre o cenário atual e os novos cenários estudados da Tabela 11.

	Análise		Retrabalho	
	Tempo em Espera (min)	Número em espera (n)	Tempo em Espera (min)	Número em espera (n)
Cenário atual	5708,07	274	10936,94	4504
Cenário 1	97,69	4	7383,52	2993
Cenário 2	69,4	3	503,14	205
Cenário 3	0	0	0	0

Para o cenário 1, os resultados de simulação foram:

1. Análise: dois trabalhadores nos turnos 1 e 2. O *stock* é de 4 peças e o tempo médio para uma peça ser analisada é de 97,69 minutos;
2. Retrabalho: distribuir dois trabalhadores para o turno 1 e dois para o seguinte. Os testes de simulação mostraram que o *stock* é, em média, de 2993 peças e o tempo médio para a peça WIP ser retrabalhada é de 7383,52 minutos.

O cenário 2 os resultados da simulação foram:

1. Análise: três trabalhadores para o turno 1 e três para o turno 2. O *stock* é, em média de 3 peças e o tempo médio de espera na fila para ser analisada é de 69,40 minutos;
2. Retrabalho: O turno 1 e 2 tiveram três trabalhadores, respectivamente. Os testes de simulação mostraram que o *stock* médio é de 205 peças e o tempo de espera na fila é de 503,14 minutos.

O cenário 3 é aquele cujo nível de *stock* e tempo de espera na fila é baixo para a Análise e para o Retrabalho. Os resultados mostraram que para este cenário o tempo de espera e o número de peças em fila é sempre zero, ou seja, a avaliação e possível execução de trabalho é reativa. O número total de trabalhadores para o cenário em questão é de cinquenta e quatro. Apesar de serem considerados valores ótimos, o número de trabalhadores para as funções em questão é incomportável e irrealista. Assim, uma vez que não é viável serem contratados tantos

trabalhadores para as fases da Análise e Retrabalho, procurou-se estudar o número de trabalhadores necessários para obter valores o mais baixo possíveis para *stock* de antenas e peças WIP não conforme.

Novos cenários voltaram a ser estudados para perceber o número mínimo de trabalhadores necessários para ter um valor de *stock* o mais baixo quanto possível. Voltou-se a variar o número de trabalhadores por turno conforme é apresentado na Tabela 13.

Tabela 13: Nova combinação de trabalhadores alocados aos postos de trabalho para a Análise e Retrabalho.

	Número de trabalhadores por turno					
	Análise			Retrabalho		
Turno	1	2	3	1	2	3
Cenário 4	2	1	0	2	2	0
Cenário 5	2	1	0	2	3	0
Cenário 6	2	1	0	1	2	1
Cenário 7	2	1	0	2	2	1
Cenário 8	2	1	0	2	3	1

Os resultados dos testes de simulação para a Tabela 14, estão apresentados, da mesma forma que a Tabela 12, sob a forma de tempo em espera na fila quer na Análise quer no Retrabalho e número de peças em *stock* na fila de espera.

Tabela 14: Resultado de simulação consoante novos testes referentes ao número de trabalhadores da Tabela 13.

Turno	Análise		Retrabalho	
	Tempo em Espera (min)	Número em espera (n)	Tempo em Espera (min)	Número em espera (n)
Cenário 4	192,46	9	7499,61	3059
Cenário 5	192,46	9	4069,77	1670
Cenário 6	192,46	9	8455,57	3445
Cenário 7	192,46	9	4629,03	1911
Cenário 8	192,46	9	1432,91	602

Como se percebeu que o cenário 4 apresentava valores bastante positivos quer no número de antenas em espera na Análise, bem como no número de trabalhadores necessários decidiu-se variar apenas o número de trabalhadores no Retrabalho.

Após a simulação de mais cinco cenários, chegou-se à conclusão que o cenário 8 apresenta, para o mesmo número de trabalhadores que o cenário 2, valores mais elevados em “tempo de espera” e “número em espera”.

Fazendo um cruzamento de informação entre a Tabela 12 e Tabela 14, os cenários que apresentaram valores baixos de *stock* tanto na Análise como no Retrabalho, foram os cenários

4 para a Análise e o cenário 2 para o Retrabalho. Esta combinação está traduzida no cenário 9, conforme Tabela 15.

Tabela 15: Combinação de melhores cenários simulados.

	Análise		Retrabalho	
	Tempo em Espera (min)	Número em espera (n)	Tempo em Espera (min)	Número em espera (n)
Cenário 9	192,46	9	503,14	205

Assim, para o cenário 9:

1. Análise: o *stock* médio de produto acabado é de 9 peças e o tempo médio de espera para Análise é de 192,46 minutos. Para este cenário são necessários, no total para a Análise, três trabalhadores;
2. Retrabalho: o *stock* médio de peças WIP é de 205 peças e o tempo médio de espera para retrabalhar é de 503,14 minutos. A combinação resulta em três trabalhadores para os turnos 1 e 2 e nenhum trabalhador para o turno 3.

O cenário 9 apresentou um total de nove trabalhadores (três trabalhadores para a Análise e seis trabalhadores para o Retrabalho), um valor muito mais económico e próximo da realidade do que o cenário 3, onde eram utilizados cinquenta e quatro trabalhadores.

O número de trabalhadores bem como o número de produto não conforme em *stock* para os cenários atual, 2, 3, 4 e 9 pode ser visualizado, sob a forma de gráfico na Figura 23 e Figura 24, respetivamente.

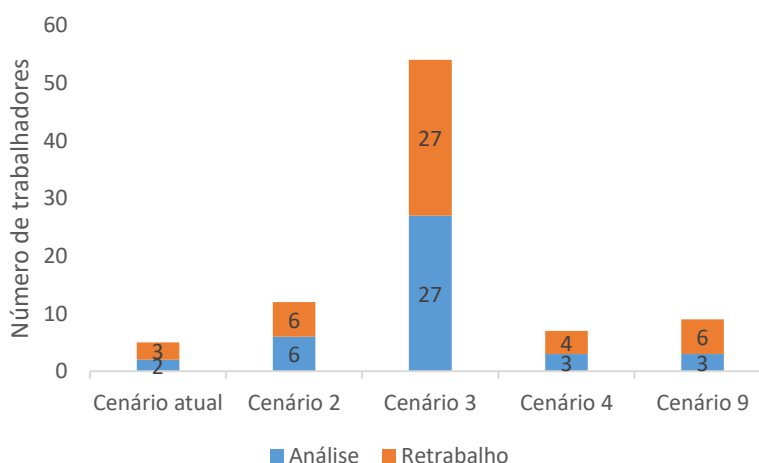


Figura 23: Gráfico representativo do número de trabalhadores para o cenário atual, 2, 3, 4 e 9.

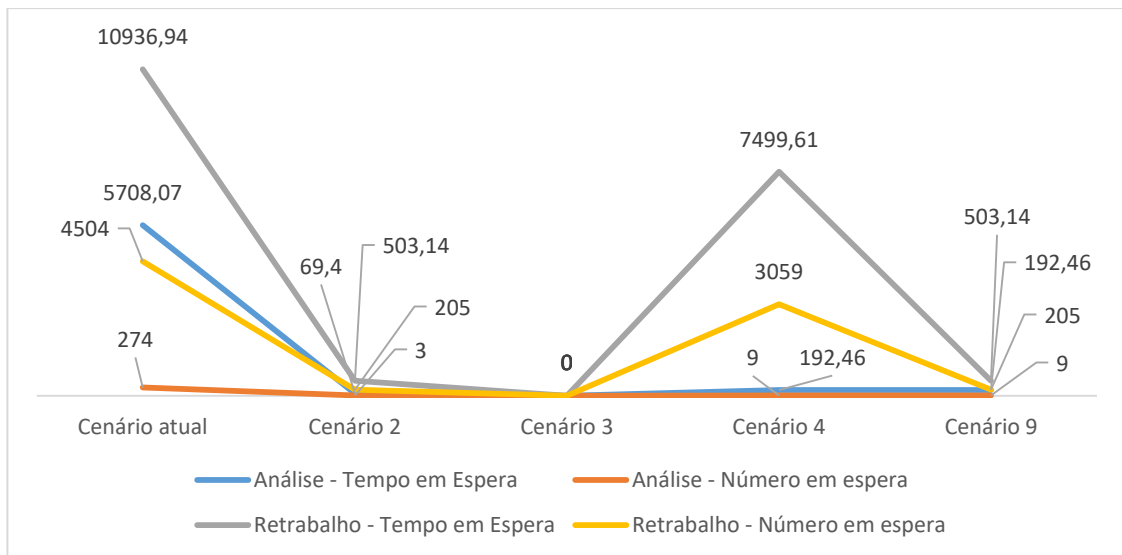


Figura 24: Gráfico representativo do número de antenas e peças WIP não conforme para a fase da Análise e Retrabalho para os cenários atual, 2, 3, 4 e 9.

Concluindo, e observando a Figura 23 e Figura 24, o cenário 2 é aquele que apresentava melhores resultados para o objetivo do estudo de simulação: valores de *stock* muito baixos e próximos de zero para a Análise e Retrabalho. Porém, não deve ser só tido em conta estes fatores. O número de trabalhadores também deve ser ressaltado sempre numa visão de poupança para a organização. Para a Análise, a diferença entre o número de peças em *stock* entre o cenário 2 e o cenário 4 é muito pequena porém o número de trabalhadores são de seis e três, respectivamente. Para o Retrabalho, o cenário 2 apresenta muitos melhores resultados que o cenário 4.

Assim, pelas razões apresentadas, a combinação entre o cenário 2 (na fase do Retrabalho) e o cenário 4 (na fase da Análise) dará origem ao cenário mais vantajoso (cenário 9) para a empresa. A comparação entre o cenário atual com aquele que foi considerado mais vantajoso para a empresa, cenário 9, está presente na Tabela 16.

Tabela 16: Tabela comparativa entre o cenário atual e o cenário 9.

	Análise - Número em espera	Retrabalho - Número em espera
% de melhoria entre o cenário atual e o cenário 9	-96,63%	-95,44%

Pela Tabela 16, conseguiu-se uma redução do *stock* de antenas não conforme em 96,63% para a fase da Análise. Para a fase do Retrabalho, conseguiu-se uma redução em 95,44% de peças WIP não conforme em *stock*.

## 5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A presente dissertação foi realizada numa empresa do ramo automóvel, produtora de antenas. O estágio curricular teve uma duração de quatro meses, de março a junho de 2016, e inserido no departamento da Qualidade da organização.

Este trabalho teve como objetivos a melhoria de desempenho de processo de reclamações por parte do Cliente e gestão de *stocks* de produto não conforme rejeitado por questões de conformidade de Qualidade, durante o processo produtivo. Através do estudo da análise do fluxo de informação e físico de material da organização, auxiliado com o uso de ferramentas *Lean* (como fluxogramas, os 5Ss, Diagrama de Pareto e Diagrama de *Ishikawa*), da realização de auditorias internas e no uso de programação de Simulação em Arena, foi possível identificar os erros – como o número insuficiente de trabalhadores para a Análise e Retrabalho –, os desperdícios (como o mau aproveitamento do *software* que fazia a gestão das reclamações) e as causas para uma produção abaixo do planeado pelo departamento de Produção a fim de ser realizado um diagnóstico da situação atual da empresa.

Perante o quadro da situação atual, foram focados dois problemas: (1) o mau aproveitamento das potencialidades do *software* que faz a gestão de reclamações de produto não conforme por parte do Cliente e (2) o número insuficiente de trabalhadores quer na Análise, quer no Retrabalho. Para a primeira proposta de melhoria de processo, foi identificado que o sistema de *software* da empresa que gere as reclamações de Clientes tem excesso de campos o que dificulta a análise de resultados e sua interpretação. Foi sugerida a transformação do *software* antigo através da eliminação da maioria dos cinquenta e sete campos existentes e fazendo uso de quinze (a maior parte deles novos) e através da uniformização do idioma de trabalho – foi escolhido o Inglês. Com esta nova sugestão, utiliza-se o mesmo recurso com menos campos o que traduz numa maior facilidade para quem o utiliza. Através da inserção de novos campos há a possibilidade de fazer uma monitorização mais “apertada” ao processo de resposta de reclamação por parte do Cliente. Isto torna-se numa vantagem pois ficar aquém das exigências do Cliente irá afetar na sua satisfação e conseqüentemente as ligações profissionais com a organização ficarão mais frágeis. A segunda proposta passou por melhorar o processo de gestão de *stocks* de produto acabado e WIP não conforme nas fases da Análise e Retrabalho, respetivamente. O número de trabalhadores insuficientes em ambas as fases levavam a níveis altos de produto não conforme em *stock*. Foram estudados diversos cenários para tentar obter níveis de *stock*, tanto na Análise como no Retrabalho, o mais baixo possíveis. Concluiu-se que

para haver níveis de *stock* iguais a zero, o número de trabalhadores (cinquenta e quatro) era elevado e incomportável para qualquer organização. Concluiu-se que é possível ter níveis de *stock* baixos em ambas as fases (nove antenas para a fase da Análise e duzentas e seis peças WIP para a fase do Retrabalho) e com um número de trabalhadores (nove no total) sustentáveis e possíveis de contratar para a organização. Esta nova proposta de cenário reduz em 96,63% o nível de *stock* de produto acabado na fase da Análise e 95,44% de produto WIP não conforme na fase do Retrabalho.

Apesar de nenhuma das propostas ter sido implementada, considera-se que os objetivos propostos foram concretizados.

### **Trabalhos futuros**

Pelo tempo de duração do estágio curricular não foi possível aplicar qualquer das sugestões propostas. Assim, sugere-se que sejam levadas a cabo as sugestões apresentadas.

Recomenda-se a aplicação do *software* de gestão de reclamações de antenas não conforme sugerido a fim de fazer a comparação prática entre os dois *softwares*.

Pelos 4 meses de estágio, da empresa dispor de 42 linhas de produção e 3 turnos de trabalho, as auditorias realizadas não foram suficientes para tirar mais e melhores conclusões relativamente aos critérios e causas que deveriam ter sido alvo de maior atenção e preocupação por parte da empresa.

Por fim, para o programa de Simulação em Arena, não foi efetuado um estudo rigoroso do tempo que um trabalhador tem para fazer a Análise nem tão pouco o Retrabalho da peça WIP. Isto poderá condicionar os resultados finais pois foi considerado um intervalo de tempo determinístico.





## BIBLIOGRAFIA

Abreu, P., Sousa, S., & Lopes, I. (2012), "Using Six Sigma to Improve Complaints Handling", III, 2-7.

Antony, J. (2011), "Six Sigma vs Lean", 60(2), 185-190.

Ballou, R. H. (2000), "Evaluating inventory management performance using a turnover curve". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30(1), 72-85.

Banks, J., & Gibson, R. R. (1997), "Selecting simulation software", *Iie Solutions*, 29(5), 30-32.

Bhim Singh, S.K., Garg, S.K. Sharma, Chandandeep Grewal, (2010), "Lean implementation and its benefits to production industry", *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(2), 157-168.

Costa, J.M.H., Rozenfeld, H., Amaral, C.S.T., Marcacini, R.M. and Rezende, S.O. (2013), "Systematization of Recurrent New Product Development Management Problems", *Engineering Management Journal*, 25(1), 19-34.

Dick, G., Galimore, K. e Brown, J. C. (2002), "Does ISO 9000 accreditation make a profound difference to the way service quality is perceived and measure? *Managing Service Quality*", 12(1), 30-42.

Donald J. Shemwell, Ugur Yavas, Zeynep Bilgin, (1998) "Customer-service provider relationships: an empirical test of a model of service quality, satisfaction and relationship-oriented outcomes", *International Journal of Service Industry Management*, 9(2), 155-168.

Escobar, D. and Revilla, E. (2005), "The Customer Service Process: the Lean Thinking perspective", *IT Working Paper (WP05-13)*, Instituto de Empresa Business School (Madrid, Spain).

Fornell, C., Ittner, C. D. and Larcker, D. F. (1995) 'Understanding and using the American customer satisfaction index (ACSI): Assessing the financial impact of quality initiatives', *IMPRO 95, Juran Institute's Conference on Managing for Total Quality*.

Ghinato (2000), P. Publicado como 2o. cap. do Livro *Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações*, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife.

Hodge, G. L., Goforth Ross, K., Joines, J. a., & Thoney, K. (2011), *WAdapting lean manufacturing principles to the textile industry*", *Production Planning & Control*, 22(3), 237-247.

Hu (Sunny), Hsin-Hui, Kandampully, Jay and Juwaheer, Thanika Devi (2009), "Relationships and impacts of service quality, perceived value, customer satisfaction, and image: an empirical study", *The Service Industries Journal*, 29 (2), 111-125.

- Jacobs, F. Robert and Chase, R. (2014), "Operations and Supply Chain Management".
- Karlsson, C. H. and Ahlstrom, P. (1995), "Change processes towards lean production: role of the remunerative system", *International Journal of Operations & Production Management*, 15(11), 80-89.
- Law, A., McComas, M., Andradottir, S., Healy, K., Withers, D., & Nelson, B. (1997), "Simulation of manufacturing systems", *Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference*, 86-89.
- LERC (2004), *Lean Enterprise Research Centre*, Cardiff Business School, [www.cf.ac.uk/carbs/lom/lerc](http://www.cf.ac.uk/carbs/lom/lerc).
- Marc I. Kellner, Raymond J. Madachy, David M. Raffo (1999), "Process Modeling and Simulation: Why, What, How", *Journal of Systems and Software*.
- Melton, T. (2005), "The Benefits of Lean Manufacturing", *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662-673.
- Moreira, F., Alves, A. C. & Sousa, R. M. (2010), "Towards Eco-efficient Lean Production Systems. IFIP Advances in Information and Communication Technology", Volume 322, *Balanced Automation Systems for Future Manufacturing Networks*, 100-108.
- Oakland, J. (1993), "Total Quality Management: The Route to Improving Performance", Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Oliver, R.L. (1980), "A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions", *Journal of Marketing Research*, 17 (4), 460-469.
- Pall G. A. (1987), "Quality Press Management". Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Pires, A. R. (2004), "Qualidade – Sistemas de gestão da qualidade", (3a edição). Lisboa: Edições Sílabo.
- Ravi, S. Behara, Gwen, F. Fontenot, Alicia, Gresham (1995), "Customer satisfaction measurement and analysis using six sigma", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 12(3), 9 - 18.
- Sanchez, A. and Perez, M. (2001), "Lean indicators and manufacturing strategies" *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11), 1433-1451.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009), *Research Methods for Business Students* (4th. Edition ed.).
- Slack, N., Chambers, S. and Johnston, R. (2004), "Operations Management", Prentice Hall-Financial Times.
- Suárez-Barraza, M. F. And Ramis-Pujol, J. (2012), "An exploratory study of 5S: a multiple case study of multinational organizations in Mexico", *Asian Journal on Quality*, 13(1), 77-99.

Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978), "An Assessment of the Scientific Merits of Action Research Administrative Science Quarterly", 23(4), 582-603.

TARP (1979, 1986), "Consumer Complaint Handling in America: Final Report", US Office of Consumer Affairs, Technical Assistance Research Programs, Washington, DC.

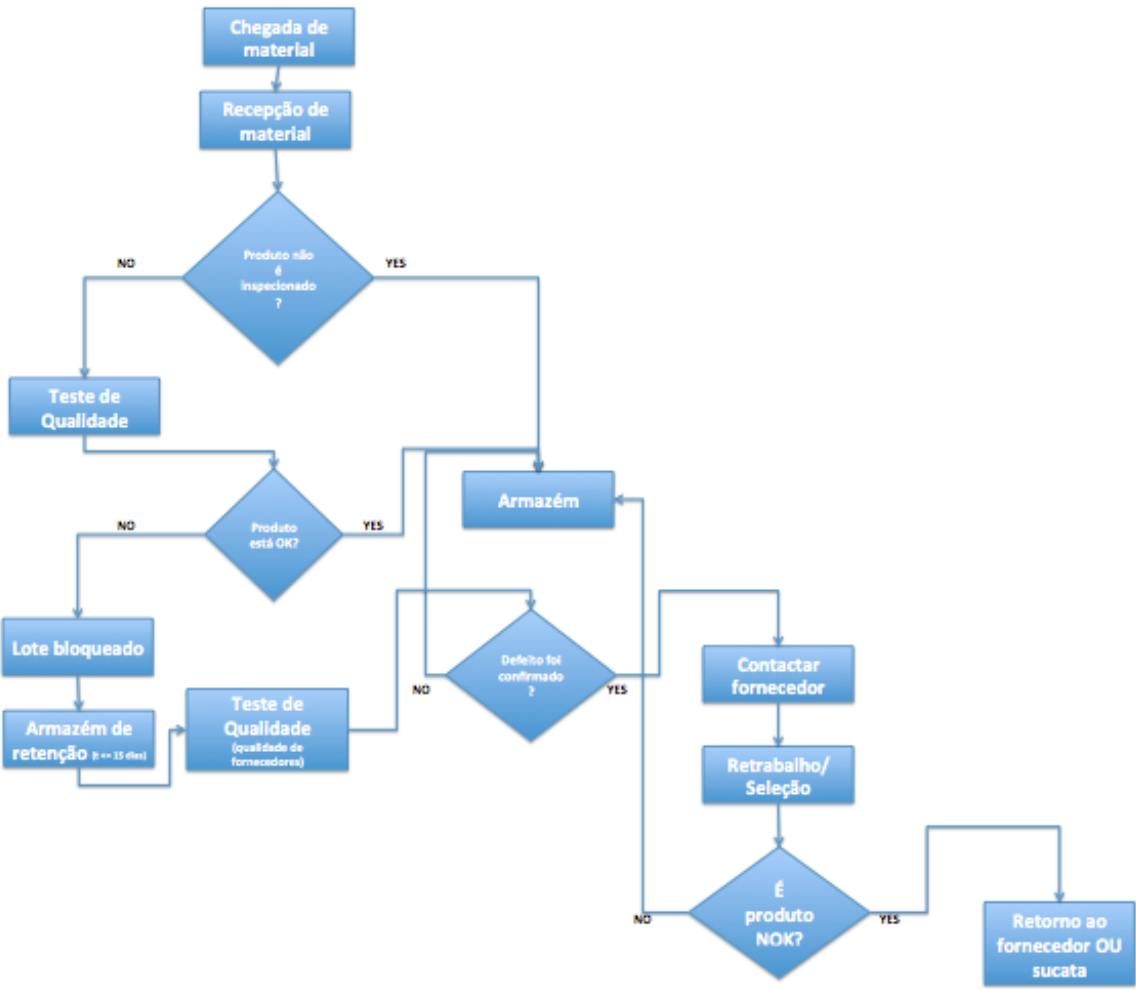
Womack, J. and Jones, D. (2003), "An outline of: Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation", New York, NY: Free Press, Simon & Schuster, Inc.

Womack, J.P., Jones, D.T. and Roos, D. (1990), "The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production", HarperCollins Publishers, New York, USA.

Zeithaml, V. A., Berry, L. L., & Parasuraman, a. (1996), "The behavioral consequences of service quality", Journal of Marketing, 60(4), 31-46.



**ANEXO I – FLUXOGRAMA REPRESENTATIVO DO MODO DE PROCEDIMENTO DE CONTROLO DE QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA NA EMPRESA.**



## ANEXO II – DADOS PERCENTUAIS DE PRODUÇÃO DURANTE O MÊS DE MARÇO.

Data	Cumprimento diário	Objectivo [peças]	Resultado [peças]
01-03-2016	94%	37639	35432
02-03-2016	91%	38569	35232
03-03-2016	91%	39435	35864
04-03-2016	84%	41989	36105
05-03-2016	89%	24438	22091
06-03-2016	92%	5123	4758
07-03-2016	88%	38698	34789
08-03-2016	90%	38814	35960
09-03-2016	94%	39539	36732
10-03-2016	91%	41024	37760
11-03-2016	90%	43854	39531
12-03-2016	80%	26268	20987
13-03-2016	87%	8093	7252
14-03-2016	86%	40994	35432
15-03-2016	84%	41521	35046

Data	Cumprimento diário	Objectivo [peças]	Resultado [peças]
16-03-2016	83%	41838	34543
17-03-2016	82%	42535	35033
18-03-2016	80%	42273	33957
19-03-2016	87%	25569	22130
20-03-2016	116%	5690	6595
21-03-2016	85%	41185	35206
22-03-2016	81%	43212	34942
23-03-2016	77%	38157	29253
24-03-2016	73%	41990	30857
25-03-2016	81%	16221	13101
26-03-2016			
27-03-2016			
28-03-2016	82%	45584	37209
29-03-2016	78%	48735	38125
30-03-2016	86%	43819	37521
31-03-2016	82%	47198	38849

## ANEXO III – DADOS PERCENTUAIS DE PRODUÇÃO DURANTE O MÊS DE ABRIL.

Data	Cumprimento diário	Objectivo [peças]	Resultado [peças]	Data	Cumprimento diário	Objectivo [peças]	Resultado [peças]
01-04-2016	87%	46466	40420	16-04-2016	90%	35857	32444
02-04-2016	88%	30576	27002	17-04-2016	82%	4986	4067
03-04-2016	130%	3515	4570	18-04-2016	84%	49367	41516
04-04-2016	86%	49850	42804	19-04-2016	84%	48485	40655
05-04-2016	87%	45859	39841	20-04-2016	91%	46782	42362
06-04-2016	85%	44916	38157	21-04-2016	90%	46721	42140
07-04-2016	82%	48327	39627	22-04-2016	88%	47103	41221
08-04-2016	87%	48504	42017	23-04-2016	105%	27861	29220
09-04-2016	108%	27508	29745	24-04-2016	89%	3038	2709
10-04-2016	88%	4519	3992	25-04-2016	107%	14857	15879
11-04-2016	86%	47245	40798	26-04-2016	89%	48404	42955
12-04-2016	89%	45802	40806	27-04-2016	90%	51595	46556
13-04-2016	90%	45342	40996	28-04-2016	86%	48837	41758
14-04-2016	85%	46992	39828	29-04-2016	90%	51013	45988
15-04-2016	86%	48780	42137	30-04-2016	100%	28597	28475

## ANEXO IV – DADOS PERCENTUAIS DE PRODUÇÃO DURANTE O MÊS DE MAIO.

Data	Cumprimento diário	Objectivo [peças]	Resultado [peças]
01-05-2016	95%	400	378
02-05-2016	91%	43199	39520
03-05-2016	86%	44100	37867
04-05-2016	85%	45781	38875
05-05-2016	90%	45955	41240
06-05-2016	92%	43286	39835
07-05-2016	95%	21342	20263
08-05-2016	91%	1250	1134
09-05-2016	89%	46568	41535
10-05-2016	96%	46102	44455
11-05-2016	89%	49296	43682
12-05-2016	91%	49839	45240
13-05-2016	86%	48909	42034
14-05-2016	96%	22147	21237
15-05-2016	80%	400	320

Data	Cumprimento diário	Objectivo [peças]	Resultado [peças]
16-05-2016	86%	52243	44762
17-05-2016	88%	54095	47574
18-05-2016	88%	52114	46029
19-05-2016	91%	50407	45757
20-05-2016	83%	50980	42090
21-05-2016	89%	10428	9263
22-05-2016	84%	6796	5723
23-05-2016	87%	51275	44606
24-05-2016	92%	49187	45293
25-05-2016	82%	52243	42977
26-05-2016	86%	32432	27836
27-05-2016	84%	49725	41989
28-05-2016	91%	20722	18897
29-05-2016	69%	1077	748
30-05-2016	85%	47723	40441
31-05-2016	85%	49649	42309



**ANEXO V – DADOS PERCENTUAIS DE PRODUÇÃO DURANTE O PRIMEIROS VINTE DIAS DO MÊS DE JUNHO.**

Data	Cumprimento diário	Objectivo	Resultado
01-06-2016	84%	51715	43516
02-06-2016	89%	51009	45414
03-06-2016	89%	48667	43220
04-06-2016	88%	21605	18963
05-06-2016	35%	1250	432
06-06-2016	94%	44494	41614
07-06-2016	92%	44061	40720
08-06-2016	94%	46055	43248
09-06-2016	83%	47363	39267
10-06-2016	94%	22691	21383
11-06-2016	104%	13463	14027
12-06-2016	67%	1200	808
13-06-2016			
14-06-2016	90%	46902	42422
15-06-2016	93%	51295	47841
16-06-2016	94%	50368	47140
17-06-2016	88%	48194	42322
18-06-2016	93%	19341	17898
19-06-2016	100%	3634	3629
20-06-2016	91%	48639	44294

## ANEXO VI – FOLHA UTILIZADA EM AUDITORIAS INTERNAS PARA AVALIAÇÃO DAS LINHAS DE PRODUÇÃO.

Critérios		Descrição
1	Documentação existente no Posto	Verificar se no posto estão presentes as IFCs, Check-list Produção, Catalogo de defeitos, One Point Lesson (se aplicável), Limites de reação, Fichas de segurança (se aplicável).
2	Alertas Qualidade estão disponíveis e atualizadas.	Verificar se os Alertas Qualidade estão disponíveis na linha e se os operadores tiveram conhecimento do mesmo. Verificar se Catalogo de defeitos está atualizado de acordo com os últimos alertas.
3	Todos os documentos de controlo e registo estão devidamente preenchidos e atualizados	Verificar se documentos de controlo e registos estão devidamente preenchidos. Check list de arranque e mudança; quadro de seguimento; limites de reação; controlo modelos elétricos; plano de limpeza; controlo semanal da temperatura dos ferros de soldar (se aplicável).
4	Existência da 1ª peça validada	Verificar se a 1ª peça validade do modelo em produção se encontra na linha e é mantido até ao final do turno/modelo.
5	Operadores estão qualificados para o posto de trabalho	Verificar se os operadores estão qualificados para trabalhar no posto de trabalho, de acordo com a matriz de "Polivalência e formação da linha" - ILU
6	Instruções / controlos estão atualizados? E são respeitados?	Verificar que se os documentos de posto (Ex: IFCs, caminhos de controlo...) estão atualizados. Verificar se os operadores estão a cumprir com o que está especificado nas IFCs, Caminhos de Controlo e Fichas de segurança.
7	Parâmetros máquina e testes de controlo conformes	Verificar se o programa de soldadura é o correcto (se aplicável), se o Objectivo é o correto, se modelo eléctrico está presente na linha e se está Ok no EOL e se o AOI está a funcionar corretamente (se aplicável).
8	Poka Yoke em estado de funcionamento	Verificar (se aplicável) se o poka yoke está a detetar os modelos Nok e se data de verificação é inferior a 1 semana (de acordo com lista de poka yoke).
9	Correcta identificação do produto acabado	As identificações caixas e FDs são os corretos. Não existe mais nenhum material a não ser o que está a ser produzido no momento da auditoria (ex: caixas incompletas de outra referência). Verificar se os FD existentes na linha são do modelo que está a ser produzido no momento.
10	Cumprimento da gama de embalagem	Verificar se a gama de embalagem está disponível e se o acondicionamento definido está a ser cumprido
11	Não conformidades identificadas, isoladas no local respetivo	Verificar se zona/caixa está devidamente identificada; verificar se caixas para análise e refugo estão a ser corretamente utilizadas; se material presente é do modelo que está a ser produzido e se o mesmo se encontra devidamente identificado com cartão amarelo; Circuito Não Conforme, está a ser cumprido

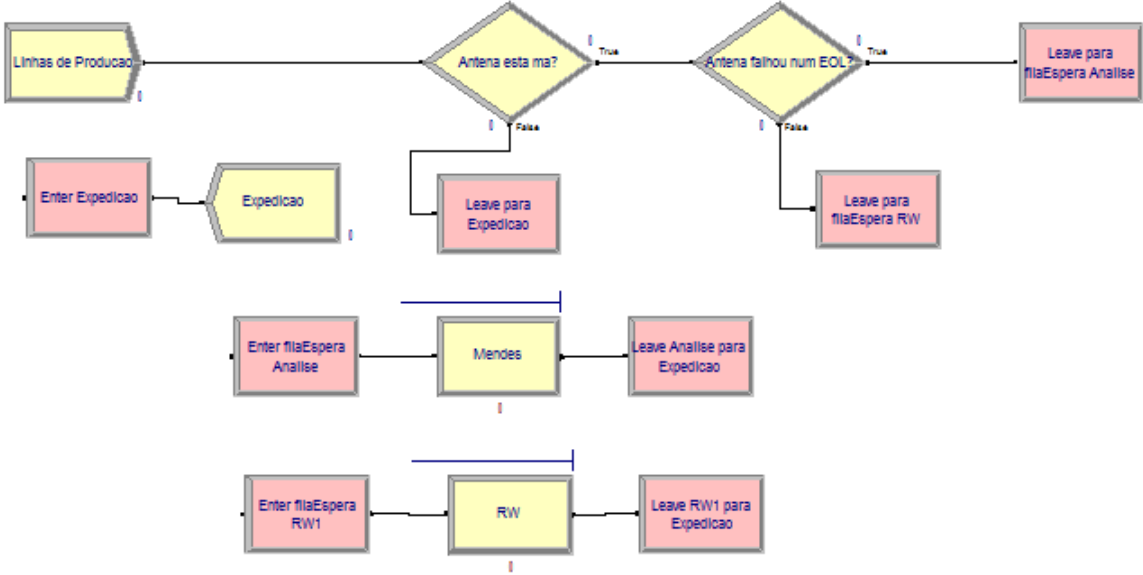
12	Limpeza geral / Organização do posto de trabalho / Respeito pelo Layout	Verificar a limpeza do posto e dispositivos, verificar disposição de materiais e se ferramentas estão limpas e em bom estado, apresentação da documentação, marcação do layout, layout cumprido.
13	O operador/posto cumprem com as regras de proteção ESD	Operador: Verificar se está a usar os equipamentos de protecção ESD (ex: Bata fechada, calçado anti-estático, luvas...). Posto: Verificar cabos de ligação à terra, se existem cabos partidos ou danificados e fichas de ligação se estão danificadas e/ou soltas.
14	Equipamentos em bom estado de conservação	Verificar se o equipamento produtivo está identificado e se a sua manutenção está dentro do prazo de contagem de antenas (Amarelo: Avisar manutenção; Vermelho: Parar produção). Verificar se os registos da manutenção preventiva estão devidamente preenchidos e de acordo com as etiquetas. Se existirem equipamentos que tenham verificação/calibração, verificar se estes tem etiqueta, e se esta se encontra dentro do prazo de validade.
15	Cumprimentos das especificações de Segurança	Verificar se estão presentes as fichas de produtos químicos e se são as correctas (se aplicável). Verificar prazo dos extintores, cumprimento do espaço especificado em layout para os extintores e se não existe nada a bloquear o acesso dos mesmos.
16	Cumprimentos das especificações de Ambiente	Verificar se resíduos se encontram bem separados por contentor
17	Potencial modo falha	Existe algum modo de falha potencial não identificado, a nível de ocorrência ou não deteção.

**ANEXO VII – TABELA ILUSTRATIVA DO NÚMERO DE  
INCIDÊNCIAS REGISTRADAS E CORRESPONDENTE ATRIBUIÇÃO  
SEGUNDO CLASSE ABC.**

<b>Número da ocorrência</b>	<b>Descrição</b>	<b>Número de ocorrências registradas</b>	<b>Porcentagem de ocorrências</b>	<b>Porcentagem Cumulativa</b>	<b>Classe ABC</b>
1	Operador não está apto para fazer a tarefa, segundo ILU	7	11,86%	11,86%	A
2	Circuito não conforme indisponível	6	10,17%	22,03%	A
3	Má identificação dos produtos	5	8,47%	30,51%	A
4	Registos de manutenção preventiva inexistente/desatualizados	5	8,47%	38,98%	A
5	IFC inexistente	4	6,78%	45,76%	A
6	Controlo de modelo elétrico inexistente/desatualizado	4	6,78%	52,54%	A
7	Checklist Produção por preencher	4	6,78%	59,32%	A
8	Quadro de seguimento inexistente/desatualizado	4	6,78%	66,10%	A
9	Checklist Poka-Yoke inexistente/desatualizada	3	5,08%	71,19%	A
10	Material de outras referências na linha	3	5,08%	76,27%	A
11	Controlo semanal de temperatura dos ferros de soldar inexistente/desatualizado	2	3,39%	79,66%	A
12	Limites de reação inexistentes/desatualizado	2	3,39%	83,05%	B
13	Caminhos de controlo inexistente	2	3,39%	86,44%	B
14	Registo de Limpezas desatualizado	2	3,39%	89,83%	B
15	Operador não segue o especificado por documentos	1	1,69%	91,53%	B
16	Modelo elétrico inexistente	1	1,69%	93,22%	B
17	Identificação de Poka-Yoke inexistente	1	1,69%	94,92%	B
18	Gama de embalagem não corresponde ao definido	1	1,69%	96,61%	C
19	Layout não está a ser cumprido	1	1,69%	98,31%	C
20	Operador não cumpre as regras de proteção ESD	1	1,69%	100,00%	C
	<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>100,00%</b>		



# ANEXO IX – LAYOUT DO MODELO DE SIMULAÇÃO EM ARENA.



## ANEXO X – ESPECIFICAÇÕES GERAIS NA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO.

O primeiro bloco, *Create*, foi chamado de “Linhas de Producao”. A Figura 25 mostra ao detalhe as especificações do bloco *Create*. Este bloco cria “Entidades” (*Entity Type*) que neste caso de estudo são as antenas. Foi escolhida uma distribuição aleatória do tipo exponencial com valor de um minuto e chegada de entidades ao sistema de 19 unidades. Isto significa que aproximadamente num minuto são criadas dezanove antenas.

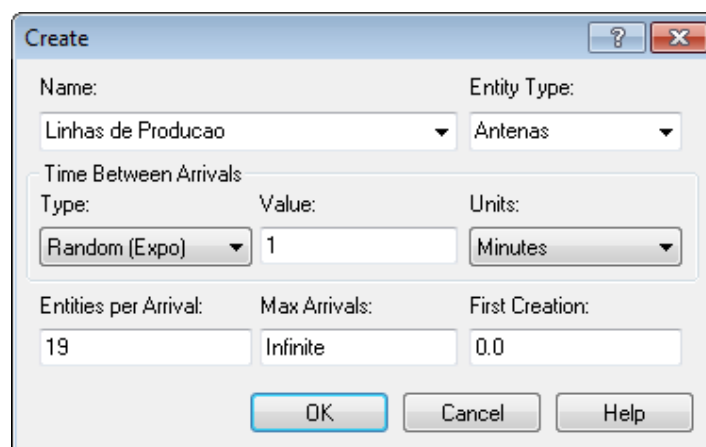


Figura 25: Bloco “Create” do software Arena.

Depois de criadas as “Antenas”, e pelos dados da Tabela 6, sabe-se que das 3 745 394 antenas produzidas. Apenas 2,41% delas foram consideradas “peças NOK”. O primeiro bloco de decisão, bloco *Decide*, faz a separação entre “peças OK” e “peças NOK” levando as consideradas boas para expedição, ao bloco “*Leave para Expedicao*”, conforme demonstrado pela Figura 26. Neste bloco, é apenas dito que o tempo que uma antena demora a ser enviado do teste EOL para expedição é de três minutos. De forma reativa (*Delay* é igual a zero), a entidade “Antenas” segue do bloco “*Enter Expedicao*” e passa para o bloco *Dispose* chamado “*Expedicao*”.

Quando no primeiro bloco de decisão a peça é considerada defeituosa, cerca de 2,41% delas, a entidade “Antenas” segue para outro bloco de decisão e são novamente separadas. Desta vez não a entidade não é classificada em boa ou má mas sim em antenas ou peças *WIP* não conforme. Sabe-se que no final dos quatro meses de estudo na organização, das 79 608 peças

não conforme, 8 326 peças foram enviadas para o Análise (10,37%) e as restantes 71 282 peças foram encaminhadas para o Retrabalho (peças WIP não conforme).

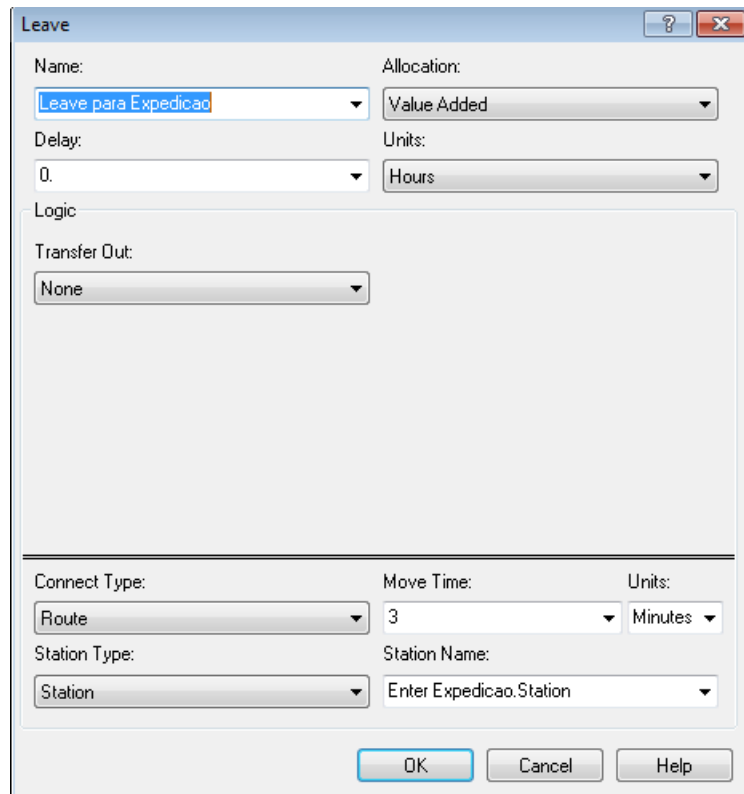


Figura 26: Bloco “Leave para explicação” do software Arena.

Se a entidade que chega ao segundo bloco de decisão for considerada antena, ela é encaminhada para o bloco “Leave para filaEspera Analise” senão é enviada para o bloco “Enter para filaEspera Retrabalho”. Estes dois blocos são do género do bloco “Leave para Expedicao” sendo que o tempo que a entidade demora a ir da linha de produção (desde o *poka-yoke* ou do EOL) ao seu posto de reparação correspondente é de três minutos.

Quando a entidade é considerada uma antena que falhou no EOL, ela entra para o bloco *Process* “Analise”. O bloco “Analise” pode ser visualizado conforme a Figura 27.

Neste bloco *Process* existe um recurso “R\_Mendes” que toma uma ação do tipo “*Seize Delay Release*” o que significa que este pega a entidade “Antenas” (*Seize*), ocupa-a por determinado tempo (*Delay*) e por fim liberta-a (*Release*). Os tempos de ocupação da entidade foram definidos consoante uma onda triangular com mínimo de quinze minutos, valor mais provável de dezoito minutos e por fim um máximo de vinte e cinco minutos. Isto significa que o tempo



que uma entidade “Antenas” fica na Análise não é inferior a quinze minutos e nunca superior a vinte e cinco minutos, sendo o mais provável dezoito minutos.

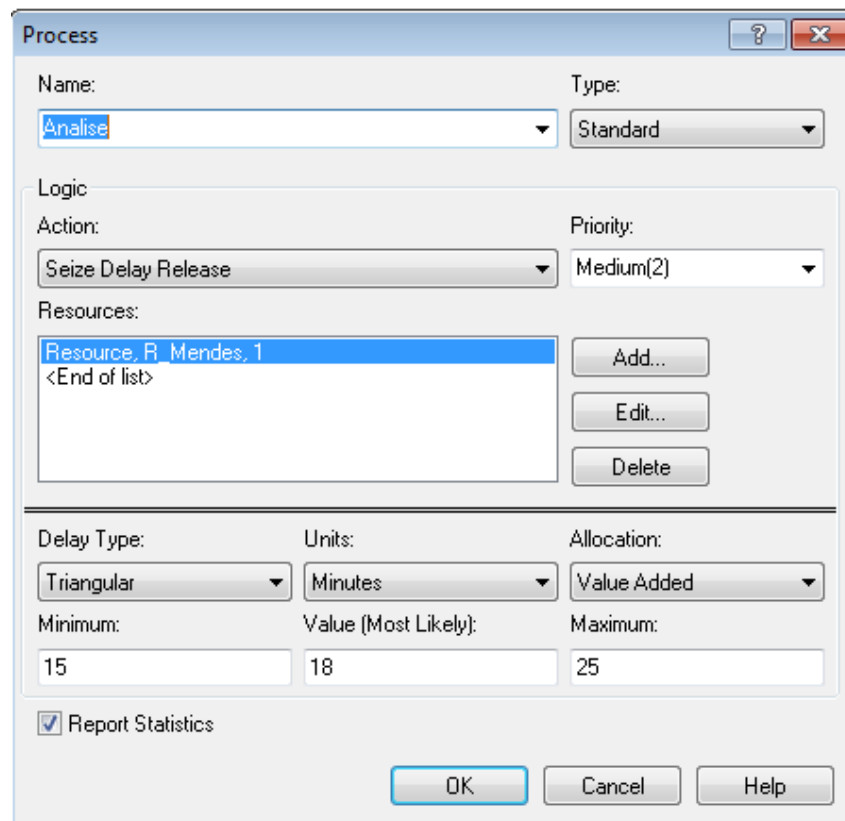


Figura 27: Bloco Process correspondente à Análise do processo.

Depois de a entidade ser ocupada, analisada segundo os padrões definidos e libertada, ela segue para o bloco “Enter para Expedicao” onde o tempo definido foi de dois minutos até ao bloco “Enter Expedicao”. Aqui, a entidade é automaticamente enviada para o bloco final “Expedicao”.

Caso a entidade “Antenas” seja considerada uma peça WIP não conforme (em  $100,00\% - 10,37\% = 89,63\%$  dos casos isso acontece), a entidade é encaminhada para o bloco “Enter para filaEspera Retrabalho”. Foi definido que o tempo que a entidade demora da linha de produção até ao posto de Retrabalho é de três minutos.

De seguida, a entidade é retrabalhada. Ela sofre um processo bastante semelhante ao bloco *Process* da “Análise”, onde o recurso - desta vez “R\_Carla\_e\_Paula” - pega a entidade, reserva-a e por fim liberta-a consoante uma onda triangular com um tempo mínimo de quatro minutos, máximo de seis minutos e valor mais provável de cinco minutos. As especificações para este bloco podem ser visualizadas conforme a Figura 28.

Figura 28: Bloco Process correspondente ao Retrabalho do processo.

Uma vez retrabalhada a entidade, esta segue para o bloco “Retrabalho para Expedicao” onde o tempo demorado de pegar nessa peça WIP e levá-la para expedição foi definido como sendo de dois minutos.

Foi mencionado que o número de trabalhadores por turno é variável, tanto para o caso da Análise, como para o caso do Retrabalho. O programa de Simulação tem como objetivo aproximar-se o mais possível da realidade e estuda o número de trabalhadores que devem ser utilizados tanto na Análise como no Retrabalho. Para cada tipo de recurso, foi definido o tipo de restrição “*Based on Schedule*” (Figura 29):

Resource - Basic Process			
	Name	Type	Schedule Name
1 ▶	R_Mendes	Based on Schedule	Mendes Schedule
2	R_Carla_e_Paula	Based on Schedule	Carla_Paula Schedule

Figura 29: Generalizações gerais do bloco Resource relativo aos recursos da Análise e do Retrabalho.

Este tipo de restrição faz com que o trabalho para cada recurso seja restringido ao tipo de *Schedule* que foi utilizado.

Para o recurso da Análise, este tipo de *Schedule* foi definido consoante a Figura 30. Na Figura 30 é apresentado o número (*Capacity*) de trabalhadores especificados para cada hora de trabalho. É definido, para o intervalo compreendido entre as zero e as seis horas, nenhum trabalhador (turno três); para o intervalo entre as seis e as dez horas, um único trabalhador; seguidamente foram compiladas as horas de intervalo e de almoço que o trabalhador tem direito numa única hora compreendida entre as dez e as onze horas; seguidamente, para completar as oito horas de trabalho diárias, foram acrescentadas mais quatro horas (das onze às quinze horas) de trabalho para um único trabalhador (turno um). Por fim, contemplando o turno dois, foi atribuído um único trabalhador das quinze às dezanove horas. Neste caso, tal como ocorreu no primeiro turno, foram compiladas as horas de intervalo e almoço numa hora seguida. Assim, o trabalhador tem uma hora de descanso entre as dezanove e as vinte horas acabando, das vinte às vinte e quatro horas, com mais quatro horas de trabalho (turno 2).

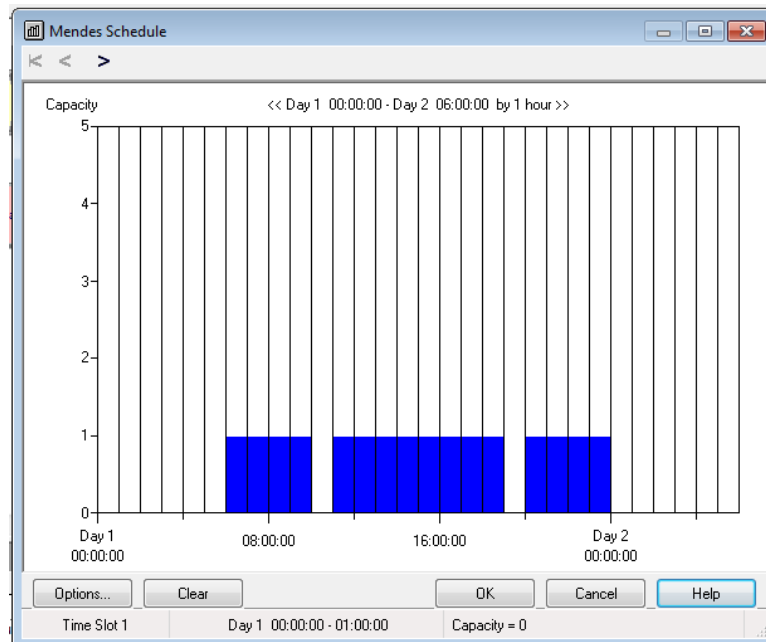


Figura 30: Schedule correspondente ao horário de trabalho e número de operadores do posto da Análise.

O mesmo sucedeu para o recurso “R\_Carla\_e\_Paula”. Neste caso, o número de trabalhadores varia entre zero e dois. A Figura 31 apresenta a variação de trabalhadores capazes para laborar no Retrabalho.

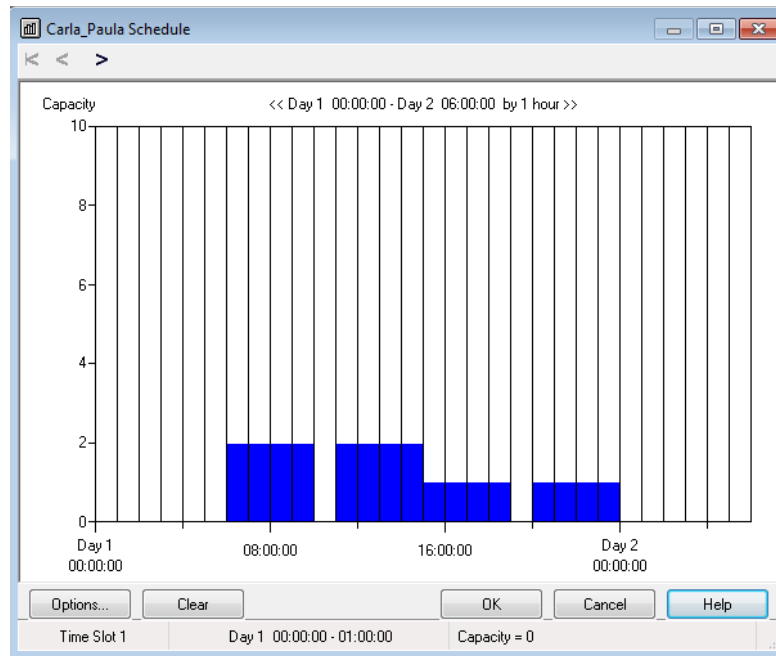


Figura 31: Schedule correspondente ao horário de trabalho e número de operadores do posto do Retrabalho.

O período compreendido entre as zero e as seis horas, não possui trabalhadores a laborar na fase de Retrabalho (turno 3). No turno 1, por sua vez, existem dois trabalhadores das seis às dez horas. Tal como no caso anterior, foram compiladas as horas de intervalo e almoço que o trabalhador tem direito no horário compreendido entre as dez e as onze horas. Seguidamente, os dois operadores executam o retrabalho nas peças WIP não conforme entre as onze e as quinze horas. Por fim, para ao turno 2, existe um único operador que opera sozinho das quinze às dezanove horas. Este operador, segundo definido pelo *Schedule* tem uma hora de descanso que corresponde ao descanso de intervalo e horário de jantar. Por fim, o operador tem mais quatro horas de trabalho compreendido entre as vinte e as vinte e quatro horas.

A fim de tornar o sistema apresentado na Figura 21 um programa de simulação muito próximo de um sistema real, foi definido um tempo de estudo do mesmo de trinta dias, conforme é demonstrado na Figura 32. É apresentado que o número de horas por dia (*Hours Per Day*) é de vinte e quatro e que o número de vezes que o programa foi repetido (*Replication Length*) é o produto entre as vinte e quatro horas (um dia) e trinta (um mês).

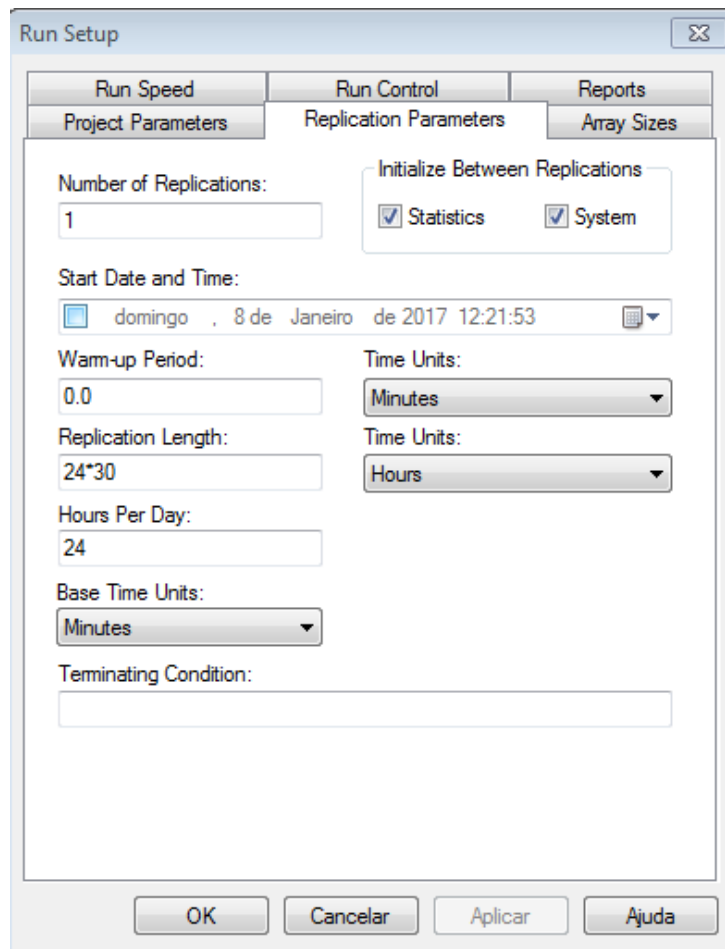


Figura 32: Especificações gerais do programa de simulação.