

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Tiago Emanuel Correia Ferreira Ascensão

**Impurezas, uma evidência de desvio de processo em linhas de
produção de pintura *Spray***

Instituto Politécnico do Porto
Escola Superior de Estudos Industriais e de Gestão

Tiago Emanuel Correia Ferreira Ascensão

Impurezas, uma evidência de desvio de processo em linhas de produção
de pintura *Spray*

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Elementos do Júri:

Presidente: Professor Doutor Luís Pinto Ferreira

Orientador: Professora Doutora Maria Teresa Ribeiro Pereira

Arguente: Professor Doutor Francisco Silva

Vila do Conde, outubro de 2016

Instituto Politécnico do Porto
Escola Superior de Estudos Industriais e de Gestão

DECLARAÇÃO

Nome: Tiago Emanuel Correia Ferreira Ascensão

Endereço eletrónico: tiago_ascencao5@hotmail.com **Telefone:**912430154

Número do Bilhete de Identidade: 13223052

Título da dissertação: Impurezas, uma evidência de desvio de processo em linhas de produção de pintura Spray

Orientador(es): Professora Doutora Maria Teresa Ribeiro Pereira

Ano de conclusão: 2016

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Escola Superior de Estudos Industriais e de Gestão - Instituto Politécnico do Porto:

__/_/

Assinatura: _____

Agradecimentos

Agora que esta dissertação está concluída, queria deixar o meu reconhecimento e gratidão a todas as pessoas que de forma direta ou indireta contribuíram e me ajudaram na realização deste trabalho.

Desde já quero agradecer à minha orientadora, Professora Doutora Maria Teresa Pereira pela paciência, dedicação, disponibilidade, apoio, prontidão e apoio científico, fundamental para a elaboração deste trabalho, e que de forma alguma nunca desistiu de me motivar para que esta dissertação fosse possível. À Professora Doutora Cristina Lopes, pela ajuda no tratamento estatístico dos dados das ocorrências.

Ao IKEA Industry Portugal, pela oportunidade de realização do projeto e por todos os dias contribuir para a minha evolução profissional e pessoal.

Ao Cristóvão Gonçalves, meu orientador na empresa, por tudo que o me ensinou e por todo o apoio e paciência demonstrado ao longo da realização deste trabalho. Ensinou-me ainda que mais vale dizer “não sei” que “acho que”.

A toda a equipa do Elefante-Cor-de-Rosa: Pedro Marques – Responsável de Produção; Lara Oliveira – Responsável Lean; Luís Almeida – Responsável Manutenção; Mónica Ribeiro – Responsável de Qualidade Fábrica; Elisabete Costa – Técnica de Qualidade pela análise de dados de *Outsourcing*. Obrigado a todos os meus colegas de trabalho.

A todos os operadores que ajudaram e contribuíram para que este estudo fosse possível.

À minha esposa, Dânia, por todo o incentivo, ajuda, paciência e companheirismo que teve para comigo. Acima de tudo obrigado mais uma vez por não me deixares desistir. Amo-te.

Aos meus Pais, Francisco e Luísa, os principais responsáveis pela pessoa que sou, e uma das fontes de inspiração e motivação para a realização deste trabalho.

Ao meu querido Irmão, Francisco, por estar sempre presente em todos os momentos, e por toda a preocupação e dedicação.

Aos colegas da minha turma, por toda a simpatia e apoio que sempre demonstraram, especialmente à Patrícia, Tânia, Ricardo, Flávio e Nuno.

Aos meus amigos, que tornam a minha vida bem mais agradável e que sem eles não teria força e coragem para chegar até aqui.

Esta dissertação é para a minha filha, como um exemplo a seguir que gostaria de começar já a passar desde o início da sua vida, para os seus grandes sucessos.

Resumo

Esta dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Escola Superior de Estudos Industriais e de Gestão, do Instituto Politécnico do Porto, e desenvolvida em ambiente industrial na empresa IKEA Industry Portugal. O tema do projeto surgiu com a necessidade da empresa melhorar os resultados da rejeição de peças com defeitos que são submetidas a retrabalho, nomeadamente em linhas de produção de pintura *spray*. Para este projeto, foi estudado o defeito impurezas, crítico para a qualidade.

De maneira a atingir esse objetivo, realizou-se uma revisão crítica da literatura, que permitiu perceber com a utilização das ferramentas *Lean Production* (Kaizen, 5´S, TPM´S, OEE, SMED, entre outras), o que se deve monitorizar, e acima de tudo o plano de atuação para que a redução de peças com o defeito impurezas seja reduzido.

Após caracterização do processo produtivo das linhas de produção de pintura *spray*, definiram-se as possíveis causas, que podem estar na origem do aparecimento do defeito impurezas e que foram monitorizáveis através do registo de ocorrências. Estes registos foram recolhidos no período temporal de novembro de 2015 a julho de 2016.

Este registo das ocorrências foi submetido a testes estatísticos, de modo a testar a hipótese que **existe pelo menos uma relação entre o aparecimento de impurezas nas peças, no que respeita a fatores ambientais, máquina, método (processo), mão-de-obra, e matéria-prima (tinta e MDF)**. Através desta análise, confirmou-se que as impurezas são uma evidência de desvio de processo em linhas de pintura *spray*, uma vez que variáveis como a gramagem da tinta, viscosidade, temperatura ambiente, humidade Box e ambiente, caudal de insuflação e extração, e temperatura da tinta contribuem para o aparecimento deste defeito. Finda esta análise, foram implementadas várias soluções de melhorias tecnológicas no processo produtivo e o estabelecimento de rotinas de limpeza das cabines de pintura, as quais possibilitaram um decréscimo de 9 vezes o número de peças com impurezas no período temporal de um ano, e um ganho monetário de aproximadamente 12000€ por semana, 624000€ por ano.

Palavras-Chave:

Processo, Impurezas, pintura *Spray*, *Lean Production*, Ocorrências

Abstract

This dissertation was held within the framework of the master's degree in Industrial Engineering and management from the Escola Superior de Estudos Industriais e de Gestão, Instituto Politécnico do Porto, and developed in an industrial environment in Portugal IKEA Industry. The theme of the project came from the necessity of the company to improve the results of the rejection of defective parts that are subjected to rework, in particular on production lines of spray painting. For this project, it was studied the defect impurities, critical to quality.

In order to reach that goal, a critical review of the literature, which allowed perceiving with the use of Lean Production tools (Kaizen, 5 S, TPM 'S, OEE, SMED, among others), monitor, and above all the plan of action for the reduction of parts with the defect impurities are reduced.

After characterization of the productive process of production lines for spray painting, defined the possible causes, which may be at the origin of the appearance of defects and impurities that were monitorable by registering. These records were collected in November 2015 time period to July 2016.

This register of occurrences was subjected to statistical tests, in order to test the hypothesis that there is at least one link between the appearance of impurities in parts, with regard to environmental factors, machine, method (process), labor, and raw material (ink and MDF). Through this analysis, it was confirmed that the impurities are evidence of abuse of process in spray painting lines, since variables such as the weight of the Ink viscosity, room temperature, humidity and environment, inflation rate and extraction, and ink temperature contribute to the emergence of this defect. After this analysis, various solutions were implemented to technological improvements in the production process and the establishment of cleaning routines of paint booths, which allowed a decrease of 9 times less the number of pieces with impurities in the time period of one year, and a monetary gain of approximately 12000 € for week, 624000 € for year.

Keywords: process, Impurities, Spray painting, Lean Production, Occurrences

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

ATEX – Atmosfera Potencialmente Explosiva;

BOF – *Board on Frame*

EPI'S – Equipamentos de Proteção Individual

H0 – Hipótese Nula

H1 – Hipótese a Testar

IR – Infravermelho

KF – *Kitchen Fronts*

KPI – *Key Performance Indicator*

MDF – *Medium Density Fibreboard*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OP – Ordem de Produção

PFF – *Pigment Furniture Factory*

Sig - Significância

SIPOC – *Suppliers, Input, Process, Output, Customer*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPM - *Total Productive Maintenance*

UV – Ultravioleta

W2 – Branco 2

W2,5 – Branco 2,5

W5 – Branco 5

Índice Geral

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	II
ABSTRACT	III
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS	IV
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivo.....	1
1.3. Metodologia de Abordagem.....	2
1.4. Estrutura	3
CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Lean Production	5
2.1.2. Metodologia 5S	6
2.1.3 Kaizen	8
2.1.4. Total Productive Maintenance (TPM)	10
2.1.4.1. Overall Equipment Effectiveness (OEE).....	13
2.1.5. Metodologia SMED	15
2.2. Síntese do capítulo.....	16
CAPÍTULO III – APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO	17
3.1. Apresentação da Empresa	17
3.1.1. Identificação e Localização	18
3.1.2. Pigment Furniture Factory	19
3.1.2.1. Estrutura Organizacional.....	19
3.1.2.2. Produtos, Fluxo de Materiais e <i>Layout</i> Geral	19
3.2. Análise e diagnóstico da situação atual	21
3.2.1. Processo de pintura <i>spray</i> na <i>Pigment Furniture Factory</i>	21
3.2.1.1. Matéria-Prima.....	24
3.2.1.2. Tinta	26
3.2.2. Listagem de defeitos produzidos no processo de pintura <i>spray</i>	30
3.2.3. Linha e Sector alvo do Estudo.....	35
3.3. Síntese do Capítulo.....	36
CAPÍTULO IV – METODOLOGIA UTILIZADA NO CASO DE ESTUDO	37

4.1. Definição do Problema.....	37
4.2. Constituição da Equipa de Estudo	38
4.3. Definição das Variáveis a monitorizar.....	38
4.4. Elaboração da base de dados dos registos das ocorrências.....	42
4.5. Confirmação do processo (Process Confirmation)	45
4.6. Síntese do Capítulo	46

CAPÍTULO V – ANÁLISE DE OCORRÊNCIAS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

.....	47
5.1. Introdução.....	47
5.2. Hipóteses a testar.....	47
5.3. Análise da normalidade dos dados.....	51
5.4. Influência dos fatores mão-de-obra na taxa de ocorrências de peças com impurezas.	53
5.4.1. Os turnos têm influência na taxa de ocorrências de peças com impurezas?.....	53
5.4.2. Existe variabilidade significativa das variáveis entre os três turnos?	54
5.4.3. O dia da semana tem influência na taxa de ocorrências de peças com impurezas?.....	55
5.5. Influência dos fatores ambientais na taxa de ocorrências de peças com impurezas.	58
5.5.1. A humidade da box, a humidade ambiente, a temperatura ambiente, a temperatura da box, o caudal de insuflação e extração da box tem influência na taxa de ocorrências de peças com impurezas?	58
5.5.2. Existe correlação entre a humidade ambiente e a humidade da box?	59
5.5.3. Existe correlação entre a temperatura da box e a temperatura ambiente?	59
5.5.4. Existe correlação entre a temperatura da box, a temperatura ambiente, a humidade da box e a humidade ambiente?	60
5.5.5. Existe alguma correlação significativa entre o caudal de insuflação e o caudal de extração?.....	61
5.6. Influência dos fatores método na taxa de ocorrências de peças com impurezas.	63
5.6.1. A viscosidade e a gramagem têm influência na taxa de ocorrências de peças com impurezas?	63

5.6.2. Existe alguma correlação significativa entre a humidade ambiente, a temperatura ambiente a viscosidade e a gramagem?.....	64
5.7. Influência do fator matéria-prima na taxa de ocorrências de peças com impurezas.....	65
5.7.1. A temperatura da tinta e a família/cor das peças influenciam a taxa de ocorrências de peças com impurezas?	65
5.8. Em que local de deteção se detetou mais ocorrências de impurezas?	66
5.9. Apresentação de resultados das impurezas geral de fábrica e da linha 14 no arranque do projeto.	67
5.10 Síntese do Capítulo	68
CAPITULO VI - MELHORIAS APLICADAS AO PROCESSO PARA REDUÇÃO DAS IMPUREZAS.....	70
6.1. Aplicação de rotinas de limpeza (manutenção 1º nível)	70
6.2. Instalação de sopradores com barra dionizadora	72
6.3. Instalação de barras anti estática	73
6.4. Colocação de <i>wandres</i> de limpeza	73
6.5. Otimização dos caudais de insuflação e extração da box	74
6.6. Uso da rede mosquiteira (<i>sticky net</i>)	75
6.7. Formação e Sensibilização.....	76
6.8. Apresentação dos resultados das impurezas geral de fábrica e da linha 14 após aplicação das melhorias.	76
6.8.1. Análise das impurezas na linha 14.....	78
6.8.2. <i>Payback</i> do investimento para minimização do prejuízo da taxa de <i>outsourcing</i> 80	
6.9. Síntese do Capítulo	81
CAPÍTULO VII – CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	82
7.1 Conclusões.....	82
7.2. Trabalho Futuro	85
CAPÍTULO VIII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS	89

Índice Figuras

Figura 1 - Fundamentos Kaizen (adaptada do conceito guarda-chuva de Imai, 1986)	9
---	---

Figura 2 - Ciclo do PDCA (adotado de Hosotani, 1992).....	10
Figura 3 - Pilares da TPM.....	12
Figura 4 - Estrutura do Grupo IKEA	17
Figura 5 - Instalações da IKEA Industry Portugal.....	18
Figura 6 – Organograma da Empresa.....	19
Figura 7 - Diagrama SIPOC (<i>Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers</i>).....	20
Figura 8 - <i>Layout</i> do Processo produtivo de Pintura <i>Spray</i>	22
Figura 9 - Placas de MDF.....	24
Figura 10 - Aglomerado de partículas revestido de melamina	24
Figura 11 - Classificação dos derivados de madeira (Fonte: Sonae Industry)	25
Figura 12 - Aspeto "casca de laranja"	31
Figura 13 - "Cortinas de Tinta"	31
Figura 14 - "Efeito Couro".....	32
Figura 15 - "Escorridos"	32
Figura 16 - "Impurezas"	32
Figura 17 - "Poros na Superfície"	33
Figura 18 - "Poros nas Laterais".....	33
Figura 19 - Poros Pretos	33
Figura 20 - Sujidade de tinta "lado B"	34
Figura 21 - "Excesso de Tinta"	34
Figura 22 - "Excesso de Tinta Cortante"	34
Figura 23 - Layout da Linha 14.....	35
Figura 24 - Layout do setor C.....	35
Figura 25 - Esquema do <i>overspray</i> com muita insuflação e pouca aspiração.	41
Figura 26 - Esquema do <i>overspray</i> com pouca insuflação e pouca aspiração	41
Figura 27 - Esquema do <i>overspray</i> com muita insuflação e muita aspiração (<i>Overspray</i> nulo).....	42
Figura 28 - Elefante Cor-de-Rosa “O Diferenças”	43
Figura 29 - Exemplo de um gráfico de ocorrências	44
Figura 30 - Base de dados de registo das ocorrências	45
Figura 31 - Esquema das hipóteses a testar com os diferentes fatores que influências a taxa das ocorrências de impurezas	48
Figura 32 - gráfico com o número de registos de ocorrências por turno.	54
Figura 33 - Gráfico das ocorrências	57

Figura 34 - gráfico da correlação entre o caudal de insuflação e o caudal de extração.....	63
Figura 35 - gráfico do local de deteção das impurezas.	67
Figura 36 - Filtros da Box	70
Figura 37 - Carrossel da box sem limpeza	71
Figura 38 - Vaporeto	71
Figura 39 - Carrossel da box limpo com auxílio da vaporeto	71
Figura 40 - Bicos que constituem as pistolas da Box	71
Figura 41 - equipa com os EPI'S	72
Figura 42 - Barra Sopradora.....	72
Figura 43 - Barras anti estáticas.....	73
Figura 44 - <i>Wandres</i> de limpeza de peças	74
Figura 45 - Filtros de aspiração da box spray	75
Figura 46 - Rede Mosquiteira	75
Figura 47 - Elefante cor-de-rosa.....	76
Figura 48 - Gráfico da evolução das impurezas na PFF	77
Figura 49 - gráfico do número de peças com impurezas rejeitadas na linha 14.....	79

Índice de tabelas

Tabela 1 - Seis grandes perdas por Nakajima, 1989	14
Tabela 2 - Família de Produtos e capacidade de produção semanais.....	20
Tabela 3 - Tipo de ligantes utilizados e principais características	27
Tabela 4 - Receitas das tintas usadas nas linhas de pintura Spray (Fonte: Akzo Nobel).....	30
Tabela 5 - Testes de Distribuição Normal	52
Tabela 6 - Influência dos turnos na taxa de ocorrências	53
Tabela 7 - teste não paramétrico de Kruskal Wallis	55
Tabela 8 - Influência do dia da semana na taxa de ocorrências.	56
Tabela 9 - influência da humidade da box, da humidade ambiente, da temperatura da box, da temperatura ambiente, do caudal de insuflação e extração da box na taxa de ocorrências.....	58
Tabela 10 - Correlação de <i>Spearman</i> entre a humidade ambiente e a humidade da box	59

Tabela 11 - Correlação de <i>Spearman</i> entre a temperatura da box e a temperatura ambiente.....	60
Tabela 12 - Correlação de <i>Spearman</i> entre a temperatura da box, temperatura ambiente, umidade da box e umidade ambiente.....	60
Tabela 13 - correlação de Spearman entre o caudal de insuflação (caudalin) e o caudal de extração (caudalout)	61
Tabela 14 - influência da gramagem e da viscosidade na taxa de ocorrências.	64
Tabela 15 - correlação de <i>Spearman</i> entre a umidade ambiente, temperatura ambiente, viscosidade da tinta e gramagem da tinta.	65
Tabela 16 - influência da temperatura da tinta e da família/ cor das peças na taxa de ocorrências.....	66
Tabela 17 - <i>outsourcing</i> geral de fábrica e na linha 14 no arranque do projeto	68
Tabela 18 - estado inicial vs. estado atual da rejeição de peças com impurezas na PFF	77
Tabela 19 - estado inicial vs. estado atual da rejeição de peças com impurezas na linha 14.....	79
Tabela 20 - Cálculo do <i>payback</i> para o investimento nas melhorias implementadas	80

Capítulo I – Introdução

1.1. Enquadramento

A IKEA Industry Portugal Lda., é uma indústria que se destina à produção de mobiliário de madeira e fornecedora exclusiva do grupo IKEA. Esta é constituída por três fábricas diferenciadas pelos produtos e processos de produção – a *Foil*, a *Lacquer&Print* e a *Pigment Furniture Factory (PFF)*.

Este projeto foi realizado na *PFF*, onde os defeitos originados na área de pintura, nomeadamente nas linhas de pintura *spray* são uma constante. Na pintura de peças em MDF (aglomerado de fibras de densidade média – *médium density fibreboard*) os valores de rejeição conduzem a uma perda muito significativa de produtividade com impacto no desempenho interno da organização e conseqüente reflexo financeiro no cliente final.

As linhas com maior ocorrência de defeitos são as linhas de pintura *spray* pois o seu complexo processo torna as peças suscetíveis ao aparecimento de imperfeições. A determinação das causas para os valores excessivos de rejeição de peças é evasiva pela multiplicidade de fatores e parâmetros envolvidos e pela dispersão no tempo da sua aplicação no processo, nem sempre suficientemente ou corretamente documentado.

1.2. Objetivo

Este projeto tem como principal objetivo a diminuição da taxa de defeitos existente, nomeadamente nas linhas de pintura *spray*. Neste sentido será necessário o aprofundamento do conhecimento e apuramento das causas da ocorrência de defeitos nas peças relativas à pintura *spray* e proporcionar a sua correta introdução no processo produtivo conducente à melhoria de resultados finais em qualidade e produtividade. Para este projeto, irá se dar ênfase ao estudo do defeito mais crítico da pintura *spray*, o defeito impurezas, e todas as variáveis de processo que estarão na causa raiz deste defeito, evidenciando este como um possível desvio ao processo produtivo.

1.3. Metodologia de Abordagem

Para a realização deste projeto efetuou-se uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de adquirir conhecimentos, pesquisar casos de estudo no mesmo contexto e analisar as metodologias usadas nos mesmos, bem como obtenção de informação mais detalhada e aprofundada de *Lean Production*:

- **Primeira Fase:** *Kaizen*, para observação e recolha de dados e efetuar uma análise de situação, e posterior validação científica, diagnóstico e mapeamento de causas raiz;
- **Segunda Fase:** aplicação de ferramentas *Lean*, de modo a reduzir/eliminar, no processo de pintura *spray*, a quantidade de impurezas no produto final:
 - ✓ **Máquina:** manutenções preventivas (1º nível) e TPM'S (*Total Productive Maintenance*);
 - ✓ **Processos/ recursos humanos:** *standard work*; parâmetros de pintura; 5'S e formação e sensibilização.

A pesquisa foi realizada através de fontes bibliográficas: as primárias, e.g. registos da empresa e outros documentos; as secundárias, como livros, dissertações e artigos científicos; outros documentos e outros conteúdos relacionados com o tema da dissertação.

A metodologia de investigação aplicada, investigação/ ação (Reis, 2010), no desenvolvimento deste projeto teve a participação ativa do investigador e das pessoas envolvidas no projeto. Esta envolveu um conjunto de 5 fases: diagnóstico, planeamento de ações; implementação de ações, avaliação do resultado e especificação de aprendizagem. Na primeira etapa foi efetuada uma análise de situação para se perceber o estado da empresa relativamente ao defeito impurezas, de modo a recolher informação necessária a identificar causa-efeito para o problema em estudo.

Na fase de planeamento foram identificadas várias ações a planear, tendo sido usadas ferramentas *Lean* adequadas aos problemas encontrados.

A fase seguinte foi a implementação das ações onde foram esquematizadas e simuladas as soluções pretendidas para reduzir as impurezas, e deste modo

contribuir para uma redução do *Outsourcing* (indicador de performance – KPI - utilizado para medir índices de qualidade na empresa).

Na fase de avaliação e discussão dos resultados, foram comparadas medidas de desempenho para se poder avaliar as consequências da ação elaborada e discutir resultados. Com os resultados obtidos na etapa anterior, compará-los com os valores atuais de *outsourcing*, no que respeita especificamente à categoria de defeito “impurezas”, e perceber quanto se ganhou, quanto se perdeu e quais as estratégias que se podem usar para melhorar os resultados.

Na última fase, a conclusão e aprendizagem, identificaram-se os principais resultados e apresentaram-se as principais soluções e sua quantificação que trazem maior redução de impurezas no processo produtivo das linhas de produção de pintura spray.

1.4. Estrutura

A dissertação está dividida em oito capítulos. No presente capítulo é feito um enquadramento ao tema selecionado, apresentando-se também os objetivos pretendidos e a metodologia de investigação utilizada, bem como a organização de todo o projeto de investigação.

No segundo capítulo é elaborada uma revisão bibliográfica, focando a filosofia *Lean Production*, a sua origem e princípios. São abordadas também as ferramentas desta filosofia usadas neste projeto, como o *Kaizen*, *TPM's*, *Standard Work,5's*, entre outros.

O terceiro capítulo é dedicado à apresentação do caso prático de estudo. Neste capítulo, é feita uma apresentação do grupo IKEA Industry, em particular da *Pigment Furniture Factory* (alvo do estudo), bem como da situação atual dos níveis de *outsourcing* desta empresa, nomeadamente no que concerne às Impurezas. Nesta etapa é também apresentado o contexto deste projeto e a importância que tem para o desenvolvimento da empresa, começando-se por explicar o processo de produção geral e por selecionar e caracterizar o setor a estudar, para o qual se identificam posteriormente alguns problemas gerais.

No capítulo quatro desenvolve-se a metodologia utilizada para o estudo.

No quinto capítulo são apresentados os resultados dos principais problemas (ocorrências) que resultam nas impurezas.

No capítulo 6 são apresentadas as propostas de melhoria, resultantes da procura de soluções para os problemas encontrados, sendo fundamentadas em princípios e ferramentas da teoria em estudo. Neste capítulo são também apresentados alguns dos benefícios obtidos, comparando o indicador *outsourcing* no que respeita a impurezas com o existente antes da implementação da metodologia e ações de melhoria.

No capítulo sete faz-se a conclusão do trabalho realizado, bem como sugestões de melhoria para futuras linhas de investigação.

Capítulo II – Revisão Bibliográfica

Neste capítulo é efetuada uma revisão bibliográfica do modelo organizacional aplicado neste projeto de investigação, o modelo de produção *Lean*.

Serão apresentados e identificados modelos anteriores ao *Lean Production*, qual a sua origem e enquadramento histórico e os seus princípios fundamentais no atual sistema produtivo. Também vão ser descritas algumas das suas principais ferramentas: Kaizen, TPM, SMED, *Standard Work*, 5S.

2.1. Lean Production

O termo Lean Production começou a ser divulgado na década de 90 do século passado, aquando do lançamento do livro “*The Machine that changed the world*”(Womack, *et al.*, 1990). O objetivo desta publicação consistia em apresentar às empresas, através de dados referenciados, que existem melhores processos de organização, como a gestão da cadeia de abastecimento, a relação com os clientes, o desenvolvimento dos produtos e as operações de produção, inspirados na abordagem pioneira da empresa Toyota Motor Company, após a 2ª Guerra Mundial.

A situação atual e aumento de competitividade em quase todos os mercados, obrigam as organizações a procurar novas estratégias de produção que sejam capazes de reduzir os seus custos e se diferenciarem da concorrência. Para isto, a palavra inovação assume uma importância extrema no que respeita aos processos produtivos, isto porque com inovação dos processos produtivos, acrescentar-se-á maior valor aos produtos/ serviços do ponto de vista do cliente. A alienação destes fatores no mesmo sistema produtivo e acrescentando a estes uma redução imediata dos desperdícios observados (defeitos, transporte, entre outros), traduz-se num modelo organizacional capaz de dar resposta aos problemas das empresas (Silva A. , 2015).

O pensamento *Lean* procura fazer mais com menos, ou seja, procura produzir no momento certo, as quantidades certas, dos produtos certos, servindo-se de menos equipamentos, menos tempo, menos espaço, menos recursos humanos e materiais (Kadjan, 2008). Resumidamente, *Lean production* pode ser definido como “doing more with less” (Womack & Jones, 1996).

2.1.2. Metodologia 5S

Os 5S são uma metodologia cujo objetivo passa pela sistematização das atividades de arrumação, organização e limpeza dos postos de trabalho, de maneira a manter um ambiente de trabalho propício ao desenvolvimento das atividades laborais. Além disso, Mondan (1981) afirma ainda que é uma metodologia que procura alterar a maneira de pensar e agir das pessoas envolvidas na organização e visa também a eliminação de desperdícios que são facilmente visíveis se o sistema estiver limpo e organizado. Segundo Santos, *et al.* (2014), Hirano desenvolveu uma metodologia que permite à organização trabalhar apenas com os elementos essenciais e transformar o sistema num ambiente de trabalho limpo e organizado.

A ferramenta 5S ganhou este nome devido às iniciais das cinco palavras japonesas que sintetizam os cinco pilares do programa:

- **Seiri (selecionar)** – consiste em manter no local apenas o necessário e adequado à execução das tarefas e ao ambiente de trabalho. A mensagem do primeiro pilar segundo Santos *et al.* (2014) é a mais forte, pois é essencial para a organização conseguir-se livrar de todos os objetos que não são necessários. E para atingir este objetivo, o autor defende uma triagem com três categorias para agrupar esses objetos: aqueles que são usados frequentemente, aqueles que provavelmente ainda serão usados e por último aqueles que nunca serão usados. Todos os elementos que pertençam a uma das duas últimas categorias devem ser retirados imediatamente do posto de trabalho e aqueles que ainda poderão vir a ser utilizados devem ser armazenados numa área específica para evitar serem sucitados ou eliminados;
- **Seiton (organizar)** – consiste em organizar todos os elementos que sejam necessários à realização das tarefas alocadas ao posto de trabalho. A implementação deste pilar só faz sentido após a conclusão da etapa *Seiri* até porque não traria nenhuma vantagem arrumar e organizar objetos que não sejam necessários ao posto de trabalho. O principal objetivo deste pilar segundo Santos *et al.* (2014) passa por reduzir o tempo utilizado em procuras de material bem como facilitar a movimentação de objetos dentro da organização. Isto porque segundo o mesmo autor, os desperdícios mais comuns são a inabilidade do operador em encontrar uma ferramenta ou documento, a existência de uma gaveta com vários componentes

desorganizados ou mesmo a existência de portas desnecessárias, tudo elementos que fazem aumentar os tempos improdutivos do operador.

- **Seiso (limpar)** – consiste em deixar o posto limpo e as máquinas e ferramentas de trabalho em perfeitas condições de funcionamento. Neste pilar, está implícita uma definição bem clara de regras de limpeza, como áreas a serem limpas, a frequência e o responsável por essas limpezas, bem como o melhor método para serem efetuadas. Segundo Santos *et al.* (2014) a falta de limpeza pressupõe riscos para os funcionários, por exemplo superfícies oleosas, ou componentes no chão que possam perfurar um sapato, etc. O mesmo autor afirma ainda que a falta de limpeza também contribui para paragens de equipamentos, dando o exemplo de sujidades que não permitam a leitura de níveis de óleo ou pressão dos mostradores que poderão em última instância levar à falha do equipamento e reduzir a sua vida útil. Ainda segundo este pilar, o autor refere também que não deve ser esquecido que o ponto de partida é a implementação do 5S em um projeto de manutenção. Por isso, recomenda que paralelamente à implementação desta ferramenta se inicie um projeto de manutenção e inspeção que irá garantir uma maior fiabilidade dos equipamentos.
- **Seiketsu (standardizar)** - este quarto pilar não pressupõe um objetivo concreto como os três que o antecederam. O pilar da padronização só é atingido quando os três primeiros tiverem sido implementados e incluídos na rotina diária da organização. Este pilar, segundo Santos *et al.* (2014), acrescenta a palavra 'preventiva' a cada um dos anteriores, tentando reduzir o esforço inicial despendido para os atingir. Ou seja, este pilar envolve a transformação dos três precedentes em rotina diária, pretendendo a melhoria contínua dos postos de trabalho, da produtividade e também o fomento da responsabilidade dos colaboradores e da sua criatividade.
- **Shitsuke (disciplinar)** – Este pilar pretende assegurar que os envolvidos se mantêm motivados e envolvidos no projeto, e aplicar os procedimentos definidos nos pilares precedentes. Neste pilar está implícito que, sem disciplina, o espaço de trabalho rapidamente acumulará material desnecessário e voltará ao seu estado inicial. Segundo Santos *et al.* (2014) a disciplina é a base que sustenta todos os pilares anteriores, porque conduz a

boas práticas laborais dentro da organização. O autor acrescenta ainda que se um local de trabalho voltar ao seu estado inicial de desorganização após a tentativa de implementação da metodologia, tornar-se-á muito mais difícil implementá-la novamente. Por isso, deve ser levada com responsabilidade desde o início.

Segundo The Productivity Press Development Team, (1996) os benefícios da implementação desta metodologia podem ser divididos em benefícios pessoais e benefícios para a empresa. Em relação aos primeiros, os benefícios são: oportunidade do operário contribuir com as suas ideias e opiniões em relação à disposição do posto de trabalho e na forma como deve ser realizado; oportunidade de usufruir de um espaço de trabalho organizado e mais agradável; remoção de todos os obstáculos que se encontrem no posto de trabalho, maior facilidade de comunicação entre postos de trabalho, o que permitiria a realização das atividades produtivas com maior motivação e empenho.

Em relação aos segundos, os benefícios são: redução de defeitos, uma vez que o local de trabalho e equipamentos se encontram limpos e arrumados, o que conduz ao aumento da qualidade dos produtos; redução de desperdícios como *stocks* intermédios; redução de atrasos pois, existindo menos defeitos e retrabalho, asseguram-se as entregas no tempo devido; redução do número de lesões dos operários, gerando um aumento de segurança e condições de saúde e higiene no trabalho; redução das avarias, devido à limpeza e manutenção diária dos equipamentos, conduzindo a um aumento da disponibilidade dos mesmos; redução do número de reclamações, garantindo um produto de qualidade dentro dos prazos estipulados; redução dos tempos de *Setup*, visto que se perde menos tempo na procura de ferramentas.

2.1.3 Kaizen

Kaizen é uma palavra de origem japonesa que significa melhoria contínua – “*Ka*” significa mudar, e “*Zen*” significa melhor. Este conceito foi introduzido por Masaaki Imai no livro “*Kaizen, a chave para o sucesso*” e, segundo o autor, a melhoria contínua pode ser aplicada em qualquer local e que para ser bem-sucedida

o conceito deve começar desde a gestão de topo e ter como o seu principal objetivo a eliminação de desperdícios em toda a extensão da organização (Imai, 1986).

Segundo Ortiz (2006) o sucesso desta metodologia depende unicamente dos operadores, não existindo necessidade de recorrer a grandes investimentos financeiros. Imai (1986) explica o *kaizen* com o conceito de guarda-chuva que cobre a maior parte das técnicas de gestão japonesas que ajudaram as empresas nipónicas a reestruturarem-se no pós-guerra e a tornarem-se competitivas mundialmente nos anos 80. A Figura 1 tenta ilustrar esse conceito introduzido por Imai.



Figura 1 - Fundamentos Kaizen (adaptada do conceito guarda-chuva de Imai, 1986)

O *kaizen*, segundo Imai (1986), tem duas componentes principais que incluem a melhoria e manutenção dos procedimentos operacionais da organização envolvendo tanto a disciplina como treino. O autor distingue ainda o conceito da palavra inovação, que segundo o mesmo representa uma melhoria significativa resultante de uma alteração importante, como um investimento em novas tecnologias ou equipamento, ao contrário do *Kaizen* que representa pequenas melhorias no sistema atual.

Esta metodologia é apoiada por uma ferramenta denominada por ciclo PDCA, proposto por Shewhart & Deming (1939), que contribui para diversos problemas de gestão e promove a melhoria contínua. Esta ferramenta é constituída por quatro

fases (*Plan, Do, Check e Act*) sendo estruturada de forma cíclica. Na primeira fase, *Plan*, onde são estabelecidas as metas a alcançar. Na segunda fase, *Do*, são postos em prática os planos traçados anteriormente. Na terceira fase, *Check*, são analisados os resultados obtidos e por fim na última fase, *Act*, são efetuadas correções para melhorar o processo, pensando já no próximo ciclo que se inicia. Na Figura 2 encontra-se representado o ciclo PDCA.

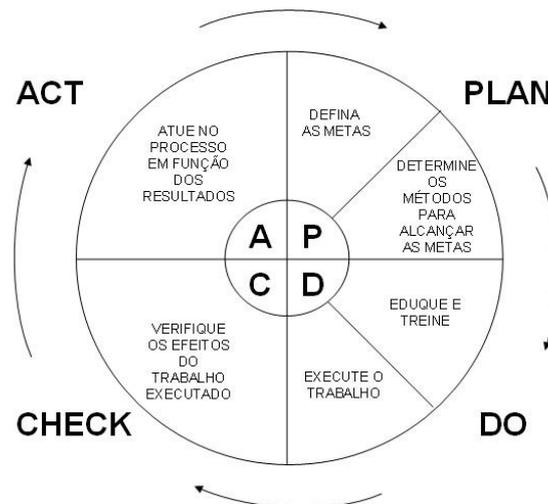


Figura 2 - Ciclo do PDCA (adotado de Hosotani, 1992)

2.1.4. Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) surgiu numa altura em que se tornou necessário obter uma maior eficiência dos equipamentos que até então apenas trabalhava sobre o conceito de manutenção corretiva, ou seja, só eram aplicadas tarefas de manutenção quando existia falha nos equipamentos (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

Segundo Ohno (1988) o valor de uma máquina não é determinado pelos anos de serviço, mas sim pelo poder de rendimento que ainda resta. Este autor discorda da filosofia económica que afirma que não vale a pena investir mais num equipamento sendo o seu valor residual igual a zero e sim adquirir um novo modelo. O aparecimento do TPM vem responder a essa necessidade, ou seja, trata-se de um conjunto de estratégias destinadas a treinar e desenvolver todos os colaboradores da organização para cuidarem dos seus equipamentos como de objetos pessoais se tratassem.

O grande objetivo será a diminuição e, até, eliminação da manutenção corretiva e fomentar o próprio utilizador do equipamento a realizar as operações de

manutenção autónoma, assegurando que o sistema produtivo funcione de forma eficiente com o mínimo de paragens possíveis(Melton, 2005).

Também para Nakajima (1989) a manutenção corretiva é um impedimento nos sistemas produtivos modernos, afirmando que este tipo de manutenção para além de não permitir a melhoria contínua, traz elevados custos de reparação e muitos problemas a nível de qualidade.

Foi este autor que propôs a sigla TPM, em que a letra “T” de *Total* representa a eficiência global do tempo de vida útil dos equipamentos; a letra “P” de *Productive* representa a procura do cenário máximo de eficiência produtivo, almejando a inexistência de defeitos; e a letra “M” de *Maintenance* que representa a manutenção, cujo objetivo está centrado no aumento da longevidade dos equipamentos.

Segundo (Silva A. , 2015) Nakajima, defende ainda que para aplicação da filosofia com sucesso é necessário o envolvimento de todos os operários que teriam de ser responsáveis pelos equipamentos em que estão alocados. Para o autor, a TPM só é alcançável se previamente existir uma base da metodologia 5S e se forem seguidos todos os 8 pilares da casa TPM. Estes pilares, representados na Figura 3, são descritos a seguir, baseados no modelo de Nakajima:

- 1º Pilar – Melhorias específicas (*Kobetsu Kaizen*): tem como objetivo a listagem de potenciais melhorias que podem ser realizadas visando a eliminação dos diferentes tipos de desperdícios já abordados;
- 2º Pilar – Manutenção autónoma (*Jishu Hozen*): tem por objetivo responsabilizar os colaboradores pelos equipamentos a que estão alocados. O operário deve ser capaz de identificar possíveis oportunidades de melhoria, bem como de eliminar pontos fracos observados;
- 3º Pilar – Manutenção planeada: tem como objetivo a redução de todos os custos da manutenção através da criação de um plano de manutenção preventiva, controlo estatístico de registos de avarias e peças substituídas, entre outras atividades;
- 4º Pilar – Manutenção de qualidade: tem como objetivo manter as condições ideais de funcionamento dos equipamentos, assegurando foco na manutenção preventiva ao invés da reativa, ou seja, após ter acontecido a falha;

- 5º Pilar – Treino e formação: tem como objetivo a formação dos colaboradores em tudo o que envolve o seu relacionamento com a máquina, desde segurança, aumento de responsabilidades e motivação contínua;
- 6º Pilar – TPM administrativo: tem por objetivo a expansão da filosofia a toda a empresa, procurando acompanhar e controlar a sua implementação;
- 7º Pilar – Gestão dos equipamentos: tem como objetivo reduzir custos de manutenção e aumento de vida útil dos equipamentos, através de atividades levadas a cabo durante o planeamento que irão aumentar a fiabilidade, manutibilidade, segurança e flexibilidade destes equipamentos;
- 8º Pilar – Segurança e ambiente: partindo do princípio que equipamentos defeituosos são fonte de perigos para os operadores, este pilar tem como objetivo assegurar a fiabilidade dos equipamentos, prevenir erros humanos e eliminar acidentes e poluição.

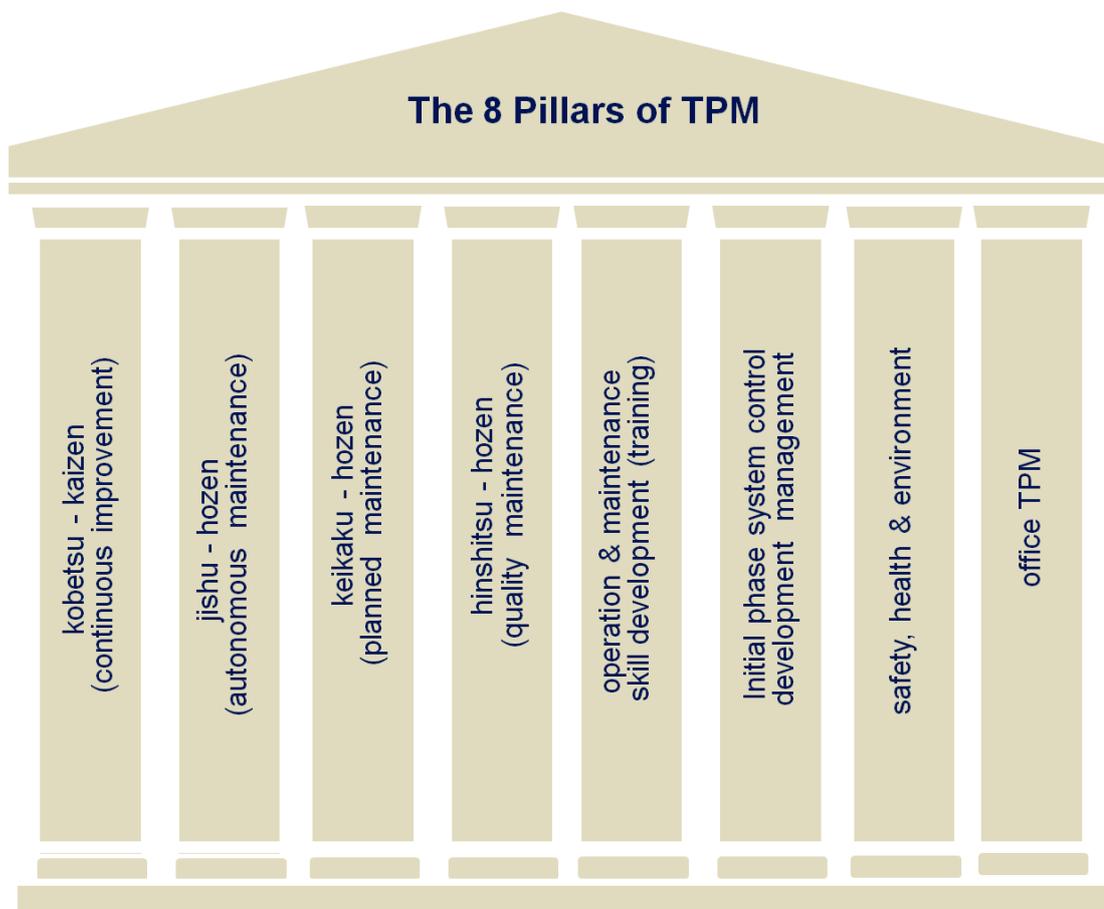


Figura 3 - Pilares da TPM

Alguns conceitos associados ao TPM como o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) são, de seguida, brevemente descritos:

2.1.4.1. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O conceito de OEE tem vindo a ser cada vez mais utilizado na indústria e é um componente chave, tanto no TPM como no *Lean Maintenance*. A sua utilização permite às empresas monitorizar e melhorar a eficiência dos vários processos de produção, sejam eles máquinas, células de produção ou linhas de produção.

Este índice é uma medida de desempenho muito mais abrangente a nível de aspetos de produção, não incidindo apenas na disponibilidade e performance dos equipamentos, mas também nas perdas de eficiência que resultam do retrabalho e de produtos não conformes. De acordo com Kovac & Kovacova (2012), a metodologia OEE relaciona três fatores de extrema importância: a qualidade, a disponibilidade e o desempenho. Este indicador, expresso em percentagem, obtém-se através do produto destes três fatores:

Equação 1 - Fórmula de Cálculo da OEE

$$OEE = DISPONIBILIDADE * PERFORMANCE * QUALIDADE$$

O índice de desempenho analisa a quantidade de produtos que o equipamento deveria ser capaz de produzir, comparativamente com a quantidade real, que atualmente está a ser produzida. Tendo em consideração todas as perdas de velocidade, que incluem qualquer fator que impeça o processo de decorrer à máxima velocidade possível.

Quer estas sejam pequenas interrupções ou reduções na velocidade de operação provocadas pelo desgaste do material.

Este índice pode ser obtido aplicando a equação a seguir apresentada:

Equação 2 - Fórmula de Cálculo da Performance

$$Performance = \frac{\text{Tempo de ciclo teórico} * \text{quantidade produzida}}{\text{Tempo produtivo disponível}} * 100\%$$

O índice de disponibilidade tem em consideração perdas de tempo por inatividade, que incluem eventos que obrigam a uma paragem não planeada da produção.

Este índice é baseado na relação entre o tempo de paragem planeado (onde são tomadas em consideração as paragens planeadas) e os tempos de paragem. Nas paragens planeadas são contabilizados todos os períodos de interrupção previamente planeados. Para determinar os outros tempos de paragem devemos incluir todos os tempos de avaria e reparação, de *Setup* e qualquer outro tempo que afete a disponibilidade. Calcula-se através da seguinte fórmula:

Equação 3 - Fórmula de Cálculo para a Disponibilidade

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{tempo produtivo disponível} - \text{tempo de paragens}}{\text{tempo produtivo disponível}} * 100\%$$

O índice de qualidade traduz a capacidade de um equipamento em produzir peças segundo os parâmetros estabelecidos. Neste índice são então consideradas as perdas de qualidade, ou seja, peças produzidas que não cumpram os padrões de qualidade, incluindo as peças que necessitem de retrabalho. Pode ser obtido recorrendo à equação a seguir apresentada:

Equação 4 - Fórmula de Cálculo para a Qualidade

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{quantidade produzida} - \text{peças retrabalhadas} - \text{peças defeituosas}}{\text{Quantidade Produzida}} * 100\%$$

Um dos grandes objetivos dos programas TPM e OEE é reduzir e/ou eliminar o que é mais comumente apelidado de *Seis Grandes Perdas* identificadas por Nakajima (1989), ou seja, as causas mais comuns de perda da eficiência na produção. De seguida, serão apresentadas na Tabela 1 estas perdas, organizadas por categoria, bem como alguns exemplos para melhor serem compreendidas.

Tabela 1 - Seis grandes perdas por Nakajima, 1989

Categoria	Índice afetado	Exemplos	Descrição
Falhas dos equipamentos	Disponibilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Falha do equipamento; • Manutenção 	Paralisações no funcionamento que ocorrem inesperadamente, ou por deterioração das funções que

		não programada; • Falha ou falhas de ferramentas;	ocorrem lentamente fazendo com que a função do equipamento fique reduzida.
Setup e ajustes	Disponibilidade	• <i>Setup</i> ; • Falta de material; • Falta de mão-de-obra; • Ajustes; • Período de aquecimento;	Perda pelo tempo de paralisação necessária para uma operação de <i>setup</i> , onde os equipamentos são preparados para operações seguintes
Pequenas paragens	Performance	• Linha obstruída; • Sensor bloqueado; • Limpeza; • Alimentação inadequada;	Inatividade do equipamento decorrente de problemas temporários. Normalmente são paragens abaixo dos 10 minutos e que não requerem pessoal da manutenção.
Velocidade	Performance	• Desgaste de equipamento; • Ineficiência do operador; • Velocidade inconstante;	Tudo o que causa na máquina uma diferença entre a sua velocidade nominal e a sua velocidade real;
Número de defeitos	Qualidade	• Sucata; • Defeitos retrabalhados; • Montagem incorreta	Embora produtos defeituosos sejam normalmente descartados, existem aqueles que podem ser retrabalhados, consumindo tempo adicional de mão-de-obra e da máquina.
Manutenção ou inspeções programadas	Qualidade	• Manutenção; • Inspeção;	Paralisações para manutenção e/ou inspeção programadas.

2.1.5. Metodologia SMED

A ferramenta de Single Minute Exchange of Die, ou SMED, pretende reduzir os tempos de troca de ferramentas quando se realizar uma mudança de atividade de produção, para valores inferiores a dez minutos, ou seja, o tempo desde que se produziu a última peça conforme do lote anterior, até à produção da primeira peça conforme do lote seguinte. Este intervalo de tempo é também denominado de tempo de *setup* (Cakmakci, 2009).

Segundo Nunes (2016), existem dois tipos de operações durante a troca de produtos que podem ser identificados: operações internas (IED – *Inside Exchange of Die*), que são operações que têm de ser feitas enquanto a máquina está parada, e

operações externas (OED – *Outside Exchange of Die*), correspondendo às operações possíveis de realizar durante o funcionamento da máquina.

Este mesmo autor, afirma que existe uma etapa preliminar e três etapas principais, mas, que devem ser abordadas progressivamente durante a aplicação desta técnica.

1. O primeiro passo é um passo preliminar, que consiste em estudar o *setup* atual e classificar todas as operações realizadas durante o mesmo em operações internas e externas;
2. Depois do estudo feito, deve-se separar as operações internas das externas, ou seja, fazer as operações que é possível realizar com a máquina em funcionamento, antes de iniciar o próprio *setup*;
3. O terceiro passo pretende reexaminar todas as operações internas e procurar transformá-las em externas, ou seja, operações que eram efetuadas enquanto a máquina estava parada, passam a ser realizadas durante o funcionamento da mesma;
4. Por fim, a última etapa consiste em analisar todas as operações internas e externas, e melhorá-las sistematicamente, reduzindo assim o tempo que demoram a ser realizadas.

2.2. Síntese do capítulo

Neste capítulo, foi efetuada uma revisão bibliográfica à metodologia *Lean Production*, bem como das suas principais ferramentas. Esta revisão de literatura é importante para o desenvolvimento do estudo, uma vez que permite ao autor aprofundar o conhecimento das principais ferramentas Lean (Kaizen, 5'S, TPM, OEE), as quais foram utilizadas para o desenvolvimento do estudo desta dissertação, permitindo perceber o que se deve monitorizar, e acima de tudo o plano de atuação para que a redução de peças com o defeito impurezas seja reduzido.

Capítulo III – Apresentação do Caso de Estudo

3.1. Apresentação da Empresa

A empresa IKEA foi fundada em 1943 por Ingvar Kamprad e é controlada por uma série de corporações sediadas nos Países Baixos. O nome IKEA vem das iniciais do nome do fundador e do local do seu nascimento – quinta Elmtaryd em Agunnaryd.

Em 1991, a IKEA criou o Grupo Swedwood, na cidade de Angelholm, na Suécia, devido ao crescimento exponencial da empresa e à falta de capacidade de resposta aos pedidos dos clientes. O principal objetivo do Grupo Swedwood era garantir capacidade de produção de mobiliário de madeira para a IKEA, dada a instabilidade económica existente na Europa de Leste, localização dos seus principais fornecedores. Assim, a Swedwood era considerada o braço direito da IKEA, produzindo exclusivamente para a mesma. Em 2013, criou-se o novo grupo, IKEA Industry Group, através da união de três grupos - a Swedwood, a Swedspan e a IKEA Industry Investment & Development (IIID). Com esta mudança, a estrutura do grupo IKEA passou a ser representada do seguinte modo (Figura 4):

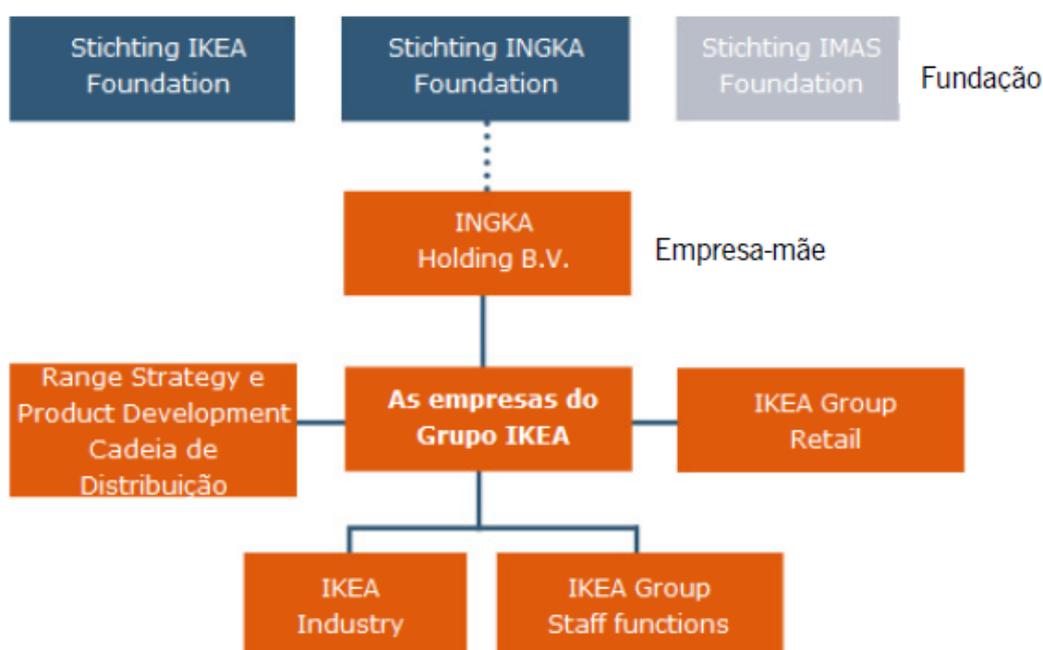


Figura 4 - Estrutura do Grupo IKEA (Fonte: IKEA industry)

O objetivo desta união foi o de adquirir novas formas de trabalhar, sendo estas mais integradas e cooperantes dentro do grupo. Pretendia-se, também, obter mais eficiência e oportunidades de crescimento de forma a apoiar o trabalho contínuo, de modo a tentar criar e oferecer produtos de baixo custo e de qualidade. Atualmente, e devido ao seu crescimento de 20 a 25% ao ano, o grupo opera em 43 países, conta com 303 centros de distribuição e possui 50 unidades fabris em 12 países: Suécia, Alemanha, Rússia, China, EUA, Polónia, Portugal, Letónia, Hungria, Lituânia, Eslováquia e Ucrânia.

3.1.1. Identificação e Localização

A empresa *IKEA Industry Portugal*, localizada em Paços de Ferreira, distrito do Porto, ocupa uma área coberta de, aproximadamente, 175.000m². Aqui, produzem-se móveis e componentes de madeira (essencialmente mobiliário de quarto, cozinha, escritório e sala), sendo fornecedora exclusiva da IKEA. Como se pode ver na Figura 5, a *IKEA Industry Portugal* é constituída por três unidades fabris distintas, tanto a nível de produtos como de processos de produção: a *Foil*, a *Lacquer & Print* e a *Pigment Furniture Factory*. Estas contam com um armazém, *Warehouse*, que reúne todos os produtos das três unidades fabris.



Figura 5 - Instalações da IKEA Industry Portugal (Fonte: IKEA Industry)

3.1.2. Pigment Furniture Factory

Como se pode verificar no subcapítulo anterior, a *IKEA Industry Portugal* é constituída por três unidades fabris. O presente projeto foi desenvolvido na *Pigment Furniture Factory* (PFF).

3.1.2.1. Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional da fábrica PFF está representada no Figura 6.

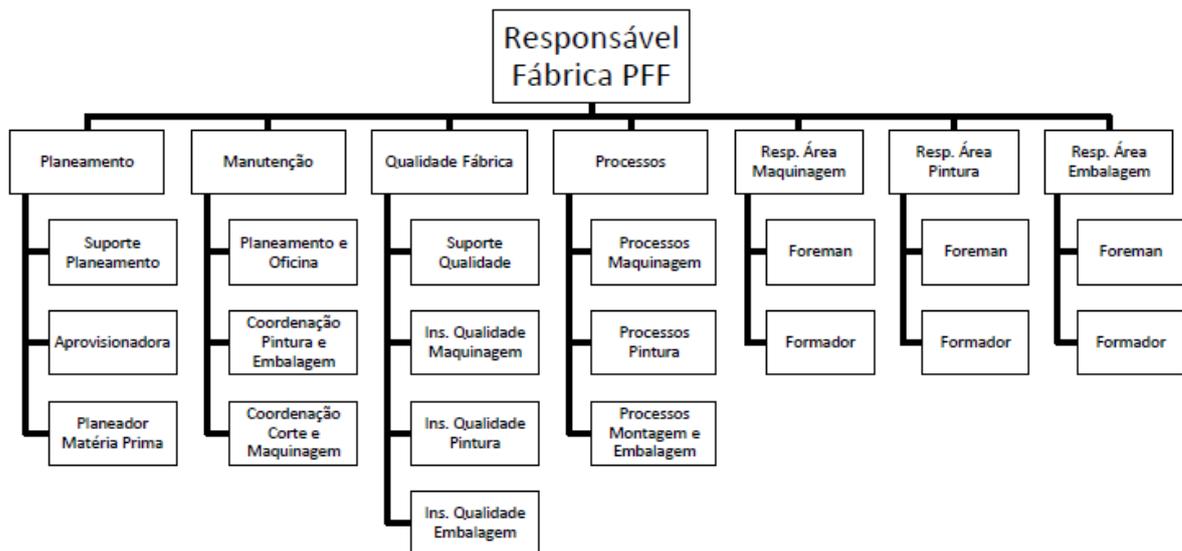


Figura 6– Organograma da Empresa (Fonte: IKEA Industry, Portugal)

3.1.2.2. Produtos, Fluxo de Materiais e *Layout* Geral

A PFF dedica-se à produção de frentes de cozinha e de mobiliário de quarto, produzindo quatro famílias de produtos: *Kitchen Fronts*, *Utrusta*, *Hemnes* e *Tyssedal*. Na Figura 7 – Digrama de SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, Customers*) - são apresentados os fluxos de materiais entre fornecedores, processo e clientes.

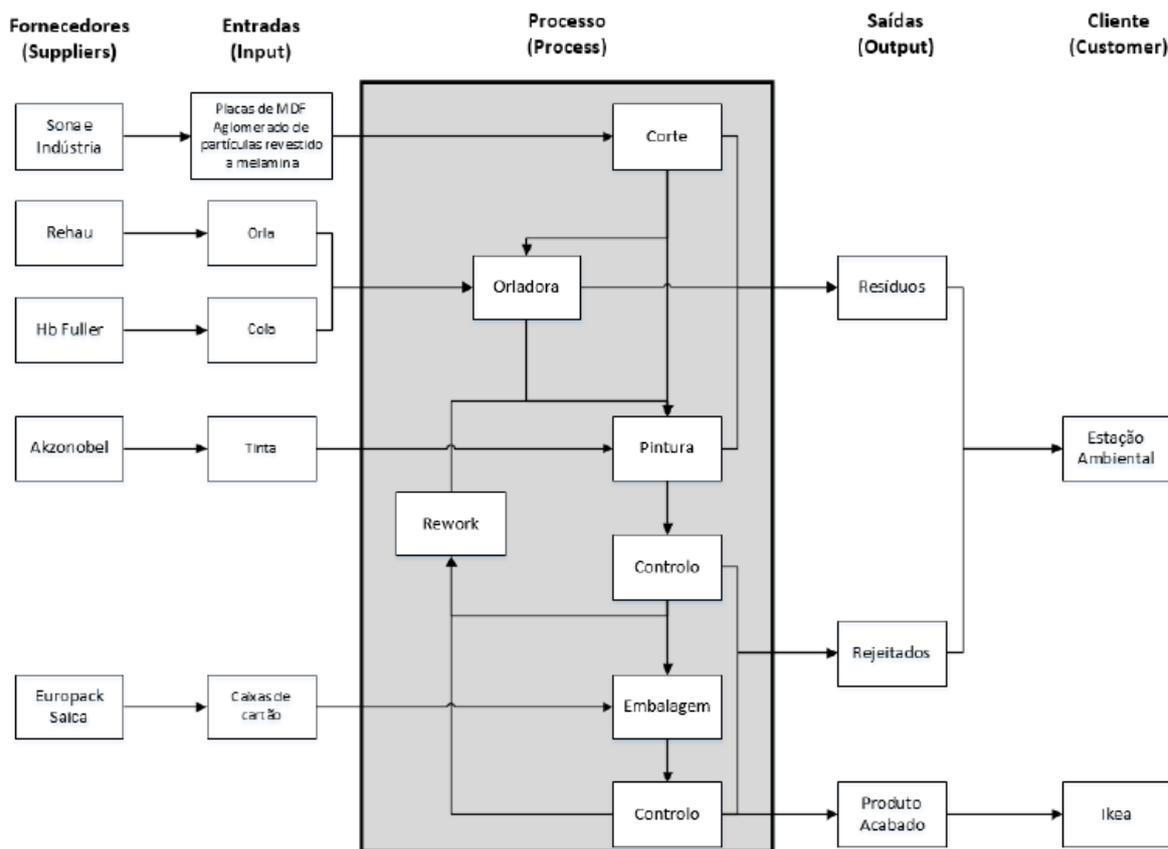


Figura 7 - Diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers) (Fonte: IKEA Industry, Portugal)

A fábrica PFF encontra-se dividida em três áreas de produção: maquinagem, pintura e embalagem, nas quais se produzem três grandes famílias de produtos: as *Kitchen Fronts* (Frentes de cozinha - KF), *Hemnese Tyssedal*. Também são produzidas peças da família *Utrusta*, que correspondem a gavetas interiores de cozinha. As atuais capacidades de produção semanal encontram-se na Tabela 2, tendo em conta que estas capacidades aumentaram relativamente ao passado ano de 2015.

Tabela 2 - Família de Produtos e capacidade de produção semanais

Família de Produtos	Capacidade de Produção (Produtos/Semana)
Kitchen Fronts	115000
Utrusta	13000
Hemnes	6500
Tyssedal	7500

No anexo encontra-se representado o *layout* geral da PFF com as respetivas áreas de produção.

Este projeto foi desenvolvido na área da pintura, uma vez que esta é a área que apresenta uma maior quantidade produzida de produtos com defeitos, e onde o defeito Impurezas se produz.

3.2. Análise e diagnóstico da situação atual

O presente subcapítulo descreve o processo produtivo da área da pintura spray na PFF, descrevendo os principais defeitos de pintura que contribuem para o KPI *outsourcing* de fábrica.

Em 2015, para uma quantidade total de 13 582 695 peças produzidas, houve uma percentagem de *outsourcing* total geral de fábrica de 12.86 %, em que 4.81 % devem-se à área da pintura. Destes 12.86 % de *outsourcing*, 3.47% da quantidade total de defeitos foram devido ao defeito impurezas, alvo deste projeto.

Nos subcapítulos 3.2.1., 3.2.2 e 3.2.3 serão apresentados, respetivamente, o processo produtivo em linhas pintura *spray*, a listagem dos principais defeitos e os *layouts* do setor C (setor alvo do estudo) e da linha 14 (linha de produção do estudo e por onde passa o maior fluxo de *Kitchen Fronts*).

3.2.1. Processo de pintura *spray* na *Pigment Furniture Factory*

Na figura 8, está representado um *layout* de uma das linhas spray (linha 14, escolhida como objeto de estudo), onde se apresenta e descreve cada uma das fases do processo produtivo de pintura *spray*.

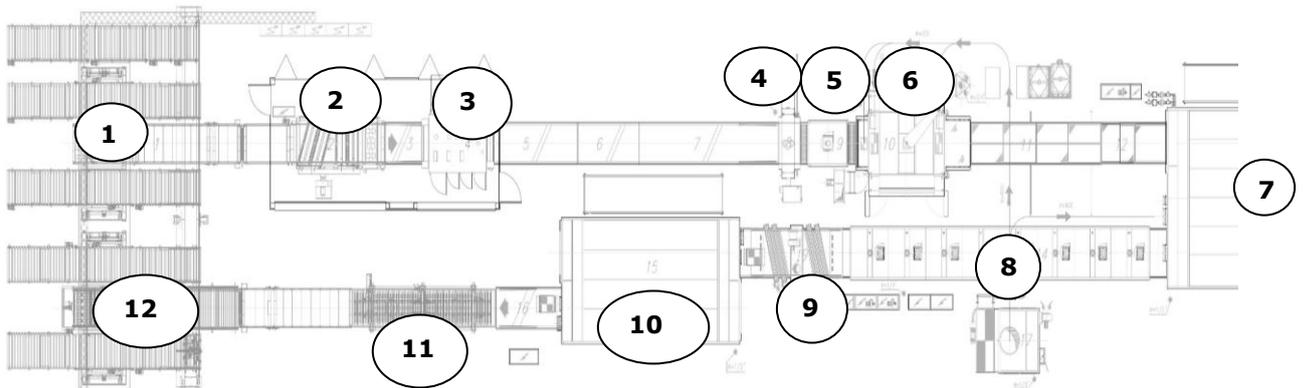


Figura 8 - Layout do Processo produtivo de Pintura Spray (Fonte: IKEA Industry)

1. **Infeed Biele** – Peças MDF (em cru, pintadas num dos lados, pintadas em ambos os lados) devidamente alinhadas em Base Boards entram na linha e uma ponte com ventosas, através da força de vácuo, pegam nas peças da pilha e colocam-nas no tapete de entrada sempre em movimento;
2. **Roba-Biga** – estas peças, sempre alinhadas e espaçadas, passam nesta máquina constituída por escovas de lixagem, que têm por finalidade lixar todo o perfil das peças;
3. **Heesemann** – as peças chegam a esta máquina espaçadas devidamente alinhadas e com os perfis lixados. Esta máquina é constituída por três agregados que suportam três lixas (uma por agregado), e que por ação de pressão e velocidade lixam toda a superfície das peças. De salientar que as pressões e velocidades dependem do tipo de peças a serem produzidas, da espessura e do tamanho da peça. Após as peças passarem pelo terceiro agregado, estas saem lixadas devidamente espaçadas e alinhadas;
4. **Dionizadora** – é lançada sobre a peça um sopro de ar carregado com carga elétrica, que vai neutralizar a carga presente na peça, sendo depois escovada e aspirada. Ao passarem neste processo, as peças saem devidamente espaçadas e alinhadas, sem carga elétrica e limpas;

5. **Forno IR** – as peças passam por um conjunto de lâmpadas para que aqueçam, de modo a preparar estas, em termos de temperatura ideal, para o processo de pintura. Ao passarem neste processo, as peças saem devidamente espaçadas e alinhadas, sem carga elétrica, à temperatura ideal para o processo e limpas;
6. **Box Spray** - Nas três linhas de pintura *spray*, a tinta aplicada é numa zona ATEX (atmosfera explosiva) constituída por um sistema rotativo de 12 pistolas (chamado de carrossel), a uma velocidade previamente estipulada. Uma velocidade abaixo do recomendado resulta numa aplicação com excessivas quantidades de tinta, enquanto uma elevada velocidade faz com que a aplicação não seja uniforme na peça, afetando a superfície, a cor e/ ou brilho final. Os bicos das pistolas encontram-se a um ângulo específico, de forma a evitar o aparecimento de poros e escorridos de tinta nas laterais das peças. A temperatura ótima de aplicação da tinta é entre 25°C e 30°C e as peças são previamente aquecidas a essa temperatura antes de entrar na box, cuja humidade estará acima dos 40% de água. A humidade influencia a secagem das partículas de tinta e abaixo dos 40% de água as partículas poderão secar antes de chegar à peça, originando defeitos nesta. As peças saem pintadas de fresco, devidamente espaçadas e alinhadas.
7. **Forno** - À saída da box as peças seguem num tapete à temperatura ambiente, onde ocorre dispersão da tinta e evaporação do solvente, e entram num forno de ar quente para secagem física e química. Neste, ocorre evaporação do solvente numa primeira zona a 70°C (temperatura *flash off*) e secagem completa da tinta numa segunda zona, preferencialmente a 70°C, com três pontos de medição da temperatura (temperatura de secagem Z1, Z2 e Z3). As peças permanecem trinta minutos neste forno, onde a ventilação é controlada e a humidade deverá ser a mais baixa possível, para evitar retenção de solvente. Porém, a conduta controladora da humidade é bifurcada para a box e para o forno, pelo que o seu valor deverá ser o mais aceitável para os dois destinos. Atualmente, a ventilação da Box e do Forno não é registada. As peças saem pintadas, com a tinta seca, devidamente espaçadas e alinhadas.

8. **Túnel IR** -De seguida as peças vão para outro forno de lâmpadas IR a 100°C para completarem a reação. As peças saem pintadas secas, semicuradas e devidamente espaçadas e alinhadas;
9. **Túnel UV** - Caso se esteja a aplicar tinta *top*, as peças sofrem uma última secagem em forno de lâmpadas UV (forno UV) para conferir resistência química e física à película de tinta. As peças saem pintadas, secas, curadas e devidamente espaçadas e alinhadas;
10. **Forno Frio** - A seguir ao forno UV as peças, por estarem a 100°C, vão a um arrefecedor, de modo a evitar “*empenos*” das peças devido a choques térmicos. As peças são sujeitas a correntes de ar não aquecido, para que arrefeçam. Estas saem pintadas, secas, curadas e devidamente espaçadas e alinhadas;
11. **Virador** – as peças são viradas sempre que necessário. Estas saem pintadas, secas, curadas e devidamente espaçadas e alinhadas;
12. **Outfeed** – A ponte pega nas peças pintadas e coloca-as na *baseboard* formando pilhas. As peças ficam em pilhas paletizadas de peças pintadas;

3.2.1.1. Matéria-Prima

A matéria-prima usada na PFF é o MDF (*Medium density fibreboard* – Figura 9) e o aglomerado de partículas revestido a melamina (Figura 10), fornecidos pela Sonae Indústria, sediada em Mangualde.



Figura 9 - Placas de MDF (Fonte: IKEA Industry, Portugal)



Figura 10 - Aglomerado de partículas revestido de melamina (Fonte: IKEA Industry, Portugal)

Os derivados de madeira são materiais compostos por lenho (madeira), um ligante (resina) e aditivos (englobando agentes hidrófugos, ignífugos e

preservadores). De acordo com o seu método de fabrico, composição e características físico-químicas, podem ser classificados de acordo com o esquema da Figura 11.

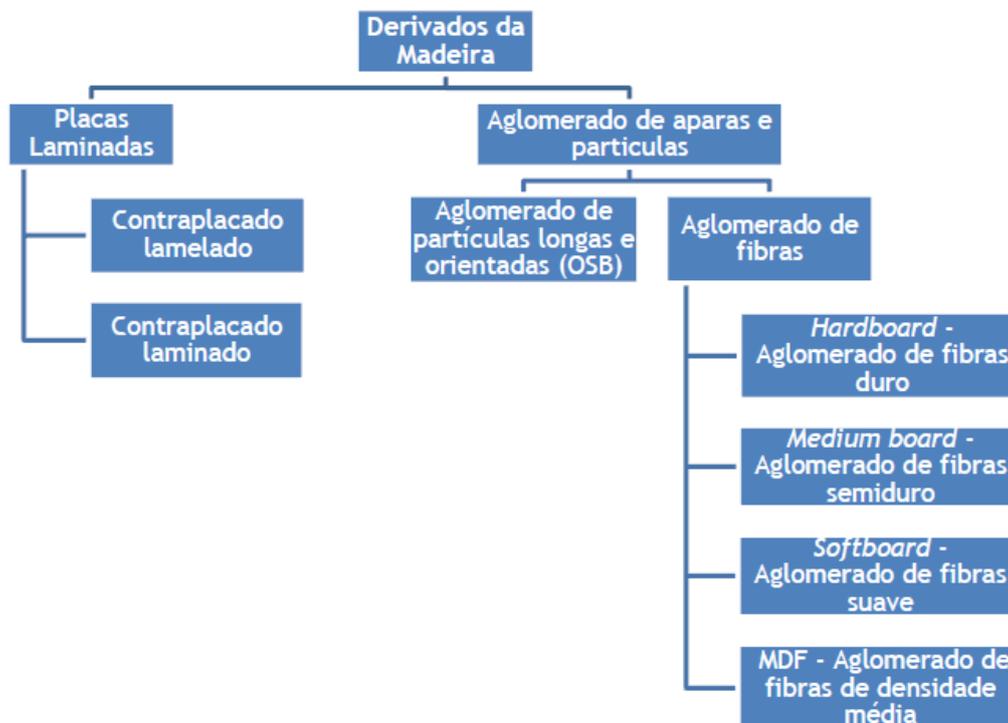


Figura 11 - Classificação dos derivados de madeira (Fonte: Sonae Industry)

As placas de derivados de madeira apresentam uma grande versatilidade através da rápida adaptação às exigências de mercado, maior resistência no plano da placa, boa relação resistência/peso e obtenção de produtos homogêneos. Estas permitem também a utilização industrial de madeira proveniente de espécies florestais secundárias ou podem incorporar os restos resultantes da laboração em serração, originando uma clara redução de desperdícios lenhosos. O MDF é classificado segundo as suas propriedades (que dependem do método de produção), qualidade da matéria-prima e receita química aplicada (Sonae Industry, 2016).

Na PFF, para a família *Hemnes* utiliza-se o aglomerado de partículas revestido a melamina e o MDF *Standard* e na família *Tyssedal* usa-se o MDF *Standard* com espessuras das placas variáveis de 36 mm a 12 mm. Este é fabricado por via seca, de forma que o seu teor em água seja inferior a 20% e a sua

resistência seja conseguida através da adição da resina de ureia formaldeído. A sua densidade ronda os 750 Kg/m³.

O MDF usado nas *Kitchen Fronts* é fabricado especificamente para a IKEA Industry (chamado *Deep Rotting*) com características de densidade e tração mais elevadas.

A Sonae Indústria é responsável pelo controlo das características dos derivados da madeira que comercializam, como a resistência à tração, a densidade, o inchamento (comportamento dimensional do MDF quando submerso em água durante 24 horas), o teor de água, a resistência à flexão e módulo de elasticidade (consistência mecânica e a deformação quando sujeito à compressão) bem como o teor de formaldeído livre.

3.2.1.2. Tinta

As tintas são o revestimento que se aplica a uma peça para conferir durabilidade e melhorar a estética do objeto. Estas são constituídas por quatro grupos de elementos:

- **Ligantes** – resinas responsáveis pelas principais propriedades do revestimento, nomeadamente pelo aspeto e resistência da película seca. As tintas são classificadas de acordo com a natureza química do ligante.
- **Solventes e diluentes** (“veículo” volátil) - responsáveis por adequar a viscosidade da mistura, pois dissolvem a resina e influenciam tanto a lacagem da película como a velocidade da secagem.
- **Aditivos** – têm como objetivo ajustar uma ou mais propriedades da tinta e poderão ser agentes dispersantes/molhantes, catalisadores, secantes, biocidas, inseticidas, inibidores de corrosão, absorvedores UV, anti espuma, etc.
- **Matérias pulverulentas** – pigmentos que conferem a cor e opacidade à tinta e influenciam propriedades como a durabilidade, resistência à corrosão e resistência ao fogo. Também poderão ser cargas envolvidas no controlo do brilho, da reologia da tinta, da dureza, da resistência ao risco, permeabilidade e aderência(APT, 2016).

A tabela 3 apresenta os diversos ligantes que poderão ser usados e que são responsáveis pela classificação das próprias tintas.

Tabela 3 - Tipo de ligantes utilizados e principais características

Ligantes Naturais - óleos secativos naturais ou resinas	<ul style="list-style-type: none">• aplicação na restauração de móveis e nas cores de arte
Derivados celulósicos - Nitrocelulose, acetato e acetobutirato de celulose, etilcelulose	<ul style="list-style-type: none">• Pouco utilizados com exceção a nitrocelulose que ainda conserva algumas aplicações
Derivados da borracha	<ul style="list-style-type: none">• Produtos que apresentam excelente resistência à água e utilizados em ambientes corrosivos ou marítimos
Vinílicos e acrílicos - policloreto de vinilo (PVC)	<ul style="list-style-type: none">• Ligantes usados para tintas de emulsão aquosa
Alquídicos-gliceroftálicos	<ul style="list-style-type: none">• Ligantes que endurecem (curam) à temperatura ambiente ou por reação com outras resinas e posterior exposição ao calor
Poliésteres	<ul style="list-style-type: none">• Ligantes que endurecem (curam) por policondensação interna ou com aminas reativas.
Fenólicos	<ul style="list-style-type: none">• Duros e quebradiços, nunca são usados como ligantes isolados
Epoxídicos	<ul style="list-style-type: none">• Endurecem à temperatura ambiente ou em estufa dependendo da natureza dos outros componentes reacionais
Poliuretanos	<ul style="list-style-type: none">• Reação à temperatura ambiente

A seleção da tinta ou do sistema de pintura depende do substrato a tratar (natureza e estado) e das condições de exposição. A sua aplicação pode ser por via manual (pincel, trincha e rolo ou pistolas pneumáticas, eletrostáticas ou *airless*) ou via automática (usada na aplicação industrial). Para a aplicação automática existem atualmente as seguintes opções (APT, 2016):

- **Mergulho/imersão:** a peça a pintar é imersa na tinta e escorrida antes de secar ao ar ou em estufa.
- **Cortina/jato:** a tinta, sob a forma de uma cortina ou de um conjunto de jatos, é depositada na peça à medida que esta avança, sendo posteriormente escorrida e seca.
- **Pulverização à pistola (*spray*):** o sistema de projeção pode ser fixo ou montado sobre robots multiaxiais.
- **Rolos/cilindros:** usa-se para superfícies planas, como por exemplo em chapa metálica (*coil coating*) ou em painéis de madeira (máquina de rolos).

Após a aplicação, a tinta sofre um processo de secagem (evaporação do solvente), que dará origem a uma película seca. Este processo pode ocorrer à temperatura ambiente (no caso das tintas de secagem ao ar), a temperatura elevadas ou por reticulação sob o efeito de radiação ultravioleta (UV), infravermelha (IR) ou feixe de elétrões.

Na PFF, todos os componentes associados às tintas são fornecidos pela *Akzo Nobel* e existem diversas tecnologias de aplicação, uma vez que existem substratos distintos. O tipo de tinta também varia de acordo com o método de aplicação/substrato.

Uma vez que o objetivo deste projeto é relativo às linhas de pintura *spray*, será feita uma análise com mais detalhe neste tipo de pintura.

A tinta a usar, nas linhas de pintura *spray*, é preparada imediatamente antes de cada aplicação em que tem como ligante um poliéster e o solvente é o acetato de butilo. São aplicados dois tipos de tinta nas peças: uma base (primária) e um top coat (ou secundária). Esta segunda apresenta mais aditivos para aumentar a resistência e dar a cor certa à peça.

Para a formulação da tinta (base ou top) são misturados os seguintes componentes num reator perfeitamente agitado, à temperatura ambiente e à pressão atmosférica:

1. Pigmento – poliéster;

2. Peróxido de Hidrogénio – endurecedor que irá reagir com as cadeias de poliéster para formar um filme rígido;

3. Cobalto – catalisador da reação entre pigmento e o peróxido de hidrogénio;

4. Acetato de Butilo – solvente;

5. Gloss /Enhancer – resina líquida responsável por conferir brilho às peças (apenas para o caso das tintas *Top Coat*).

O peróxido de hidrogénio e o cobalto reagem competitivamente (sendo uma reação exotérmica), pelo que há a necessidade de adicionar os reagentes segundo uma determinada ordem: primeiro o pigmento, de seguida o cobalto e o solvente e, apenas imediatamente antes da aplicação da tinta nas peças, ou após 1 min (caso se queria aplicar a tinta de imediato), adiciona-se o endurecedor, com a devida homogeneização por agitação. O *Gloss Enhancer* é adicionado pelo operador diretamente na misturadora, quando se está a homogeneizar todos os componentes.

As tintas utilizadas nas linhas de pintura *spray* da PFF são classificadas segundo a sua função, base ou top, e a sua cor. A tinta base é aplicada consoante a cor final desejada ou o top que se aplicar posteriormente. Nas linhas de pintura *spray* usam-se cinco tipos de tinta top classificados segundo a sua cor: branco 2 (W2), branco 2.5 (W2.5), branco 5 (W5), branco 5K (W5K – branco utilizado apenas para as frentes de cozinha) e por fim o cinzento (*Grey* – utilizado apenas para frentes de cozinha). A classificação do tipo de branco é feita de forma a que o branco puro corresponde ao branco 0, e à medida que se aumenta o número associado ao branco, a cor deste é cada vez mais amarelada.

A Tabela 4 apresenta os tipos de tinta usados nas linhas spray da PFF classificados segundo a sua cor (no caso das tintas *top*) bem como a respetiva quantidade recomendada de reagentes pela *Akzo Nobel* (Nobel, 2016).

Tabela 4 - Receitas das tintas usadas nas linhas de pintura Spray (Fonte: Akzo Nobel)

Tinta	Pigmento (kg)	Cobalto (kg)	Solvente (kg)	Endurecedor (kg)
Base (IP301)	20	0.48	2.60	0.26
White Basic	20	0.48	4.00	0.26
White 2.5	20	0.48	4.00	0.26
White 5	20	0.26	4.00	0.48
White 5 KF	20	0.48	4.00	0.26
Grey	20	0.48	4.00	0.26

A quantidade de *Gloss Enhancer* adicionada à mistura reacional é a mesma para qualquer cor de tinta *top coat* e ronda os 0,5 kg.

3.2.2. Listagem de defeitos produzidos no processo de pintura *spray*.

Nas linhas de pintura *spray* ocorrem defeitos frequentes que tornam os produtos não conformes e que, por isso, necessitam passar novamente na linha de pintura, seguir para *rework* (área a que se destinam as peças com defeitos corrigíveis) ou, em caso extremo, seguir para a sucata, acarretando mais custos à empresa. O departamento de Qualidade é responsável pela fiscalização das peças que saem das linhas e pela respetiva classificação do defeito, preenchendo uma base de dados com a indicação do número de peças produzidas e rejeitadas diariamente por referência de produto.

Os defeitos relacionados com a tinta (pois na pintura também podem ocorrer problemas relacionados com a lixagem anterior à pintura), poderão ter a seguinte classificação, segundo o departamento da Qualidade:

- **Aspetto casca de laranja** – Efeito visual da tinta ondulada devido a gramagem elevada, entupimento de bico das pistolas, incorreta viscosidade, entre outros (Figura. 12)



Figura 12 - Aspeto "casca de laranja"

- **Cor** – Cor visualmente incorreta e/ou desvio da cor medida (ΔE) superior a 0,5 devido a gramagem incorreta, desvios de cobalto ou contaminação da tinta;
- **Brilho** – Brilho fora dos parâmetros estabelecidos, devido a desvios da gramagem ou viscosidade da tinta;
- **Cortinas de tinta** – Excesso de tinta em zonas da superfície da peça – Figura 13;



Figura 13 - "Cortinas de Tinta"

- **Má cura** – Tinta não secou devidamente, dada a falta de cobalto;
- **Efeito couro** – Aspeto superficial da peça com irregularidades semelhantes ao couro – Figura 14;

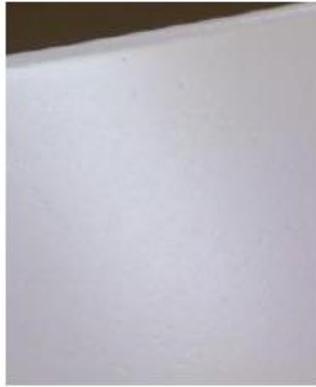


Figura 14 - "Efeito Couro"

- **Escorridos** – Tinta escorrida nas laterais, devido à baixa viscosidade – Figura 15;



Figura 15 - "Escorridos"

- **Falha de tinta** – Pintura não uniforme, devido ao entupimento das pistolas;
- **Impurezas** – Partículas de tinta seca/pelos/poeiras depositados na peça – Figura 16;



Figura 16 - "Impurezas"

- **Manchas azuis** – Resultado de excesso de cobalto;

- **Poros na superfície** – Pequenos orifícios nas peças, resultantes de má selagem do MDF ou má lixagem - Figura 17;



Figura 17 - "Poros na Superfície"

- **Poros nas laterais** – Pequenos orifícios nas laterais, resultantes da elevada porosidade do MDF - Figura 18;



Figura 18 - "Poros nas Laterais"

- **Poros pretos** – Orifícios pretos na peça resultantes da composição do MDF. Por vezes partículas contidas no MDF ficam à superfície da peça após lixagem, não permitindo uma pintura uniforme - Figura 19;



Figura 19 - Poros Pretos

- **Sujidade de tinta no lado B** – Resultado da sujidade do tapete – Figura 20;



Figura 20 - Sujidade de tinta "lado B"

- **Excesso de tinta** – Elevada gramagem - Figura 21;



Figura 21 - "Excesso de Tinta"

- **Excesso de tinta cortante** – Elevada gramagem localizada e viscosidade baixa - Figura 22.



Figura 22 - "Excesso de Tinta Cortante"

Destacam-se como defeitos de lixagem: riscos, crateras, linha azul, marcas de rolo e marcas superficiais.

Da listagem apresentada dos principais defeitos, aquele que será alvo do estudo será as Impurezas, que corresponde a 3.47% da quantidade total de *outsorting* (12.86%), ou seja aquele que apresenta ter a maior percentagem de retrabalho.

3.2.3. Linha e Sector alvo do Estudo

A linha escolhida para o estudo foi a linha com a numeração 14. A escolha desta linha, prendeu-se pelo facto desta ser a linha de pintura *spray* responsável por pintar o *core business* desta fábrica, as *Kitchen Fronts* (Figura. 23).

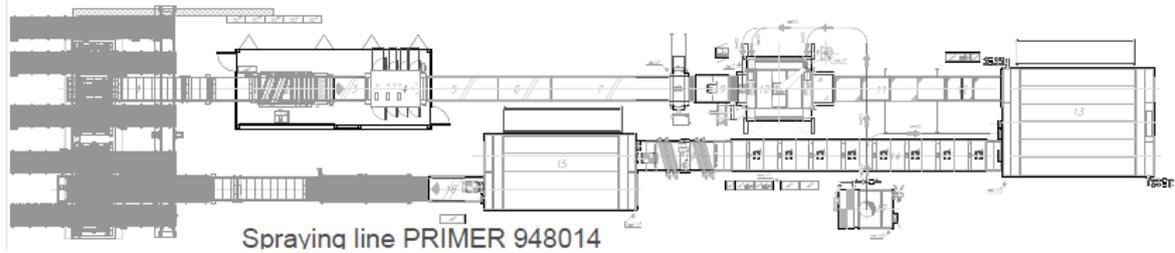


Figura 23 - Layout da Linha 14

Esta linha situa-se no sector C da PFF (ver figura 24). Este sector é constituído por mais uma linha de pintura *spray* (linha 15 – igual à linha 14, porém o *infeed* desta linha é manual), uma linha de pintura ultravioleta – UV (linha 13) e por uma linha de pintura de laterais (linha 42). Para além das linhas de pintura, neste setor ainda existem três linhas de *Buffer* com três andares da linha 14 (serve para armazenamento das peças que chegam da maquinaria e que vão para o processo de pintura, ou que estão no período de repouso entre o base e Top Coat), o *Buffer* da linha 42 e da linha 13.

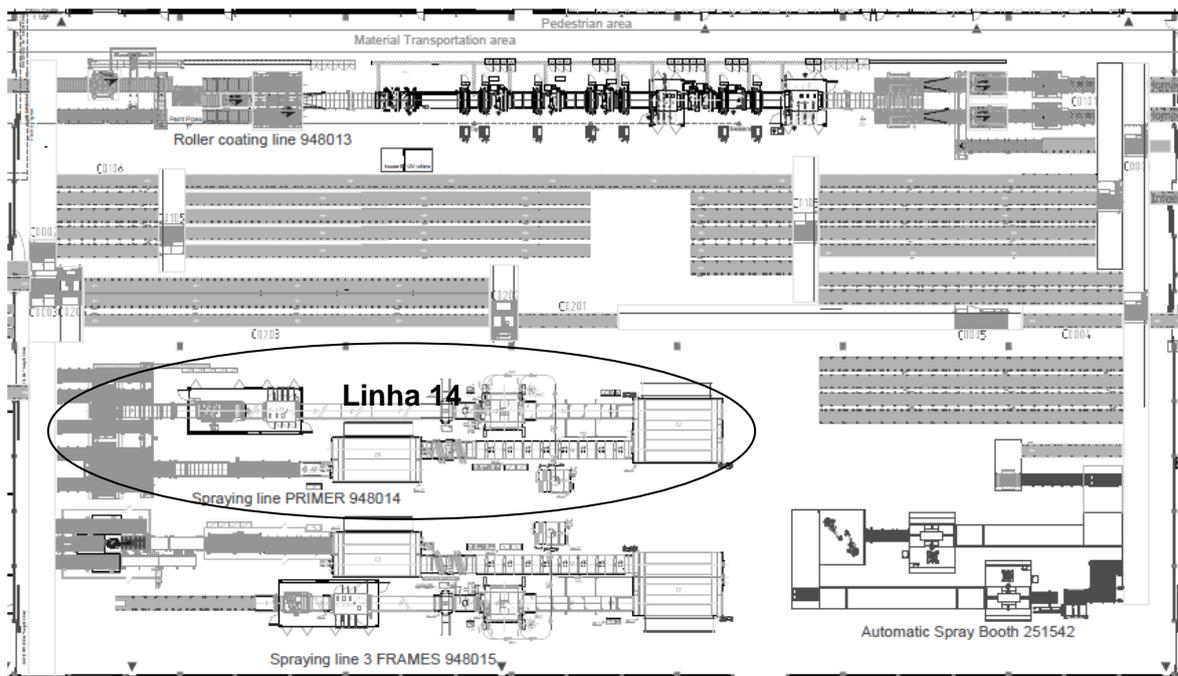


Figura 24 - Layout do setor C

3.3. Síntese do Capítulo

Neste capítulo, foi apresentado o caso de estudo da presente dissertação, que possibilita a compreensão da metodologia que será descrita no capítulo IV. A apresentação da empresa, os volumes de produção e quantidade de *outsourcing* produzida, bem como à listagem de defeitos existentes na PFF, foram temas abordados no presente capítulo. Foram mencionados os fatores ambientais que podem influenciar a quantidade de peças com impurezas, e ainda foram abordados fatores técnicos relacionados com a constituição da tinta, bem como da matéria-prima utilizada. Caracteriza-se o setor e a linha alvos deste estudo, bem como todo o processo produtivo da linha de pintura, facilitando assim a compreensão dos capítulos seguintes

Capítulo IV – Metodologia Utilizada no Caso de Estudo

Este estudo tem como principal objetivo a redução dos níveis de *outsorting* associado ao defeito impurezas. Para este efeito, e devido a ter-se efetuado algumas ações de melhoria (em anos anteriores a este estudo) sem resultados positivos, decidiu-se neste estudo perceber e monitorizar os parâmetros, a fim de perceber quais os que contribuem no processo de pintura para um aumento das impurezas.

Após esta monitorização, é necessário identificar possíveis desvios ao processo, de modo a possibilitar as suas correções. Findas estas correções, e com auxílio às ferramentas *Lean*, recorre-se à aplicação de melhorias com vista à redução deste defeito. É também âmbito do estudo a criação da consciencialização de qualidade, de modo a que se perceba que o cumprimento dos *standards* é de extrema importância para garantir a qualidade do produto. Em paralelo à monitorização dos parâmetros, são efetuados três *Kaizen Events*, bem como *Process Confirmation*, com intuito de deteção de desvios ao processo.

4.1. Definição do Problema

A caracterização da linha em estudo e tipo de defeito impurezas foi feita no capítulo anterior.

Para o estudo da ocorrência de defeitos nas peças das linhas de pintura *spray* recorreu-se às seguintes fontes de informação:

- **QlickView – KPI *Outsourcing*** - Documento restrito aos colaboradores do departamento da Qualidade com os registos das peças rejeitadas (quer para serem retrabalhadas, quer para sucatar) por defeito, respetiva referência e ordem de produção, quantidades e dia do registo (que frequentemente não é coincidente com o dia de produção). Após esta análise, percebeu-se que o defeito com maior contribuição para as taxas de *outsorting* era o defeito caracterizado com a nomenclatura “*Impurezas*”.

Numa fase inicial, foi necessário perceber quais as variáveis a monitorizar e qual a viabilidade de monitorização. Foi também necessário definir se esta monitorização se realizaria em todas as linhas de pintura *spray*, ou se apenas numa

em que o peso da amostragem fosse significativo. Para estudos deste tipo é fundamental a participação dos operadores, uma vez que são estes que operam diariamente com as máquinas e que estão em contacto direto com os problemas de produção.

A análise foi efetuada desde janeiro de 2014 até setembro de 2015.

A recolha dos dados foi feita de novembro de 2015 a julho de 2016. Foram registadas 94 ocorrências de impurezas (ver anexo IV).

4.2. Constituição da Equipa de Estudo

Após concluída a análise, percebeu-se que era necessário atuar de forma a compreender a origem das impurezas, de modo a que a atuação na sua remoção se tornasse eficaz.

Para isso, foi constituída uma equipa de trabalho, dos diversos departamentos da área de operações da fábrica. Esta equipa foi constituída por:

- Dois técnicos de processos – o autor desta dissertação e responsável por toda a monitorização das variáveis e implementação de melhorias, bem como o responsável pelo departamento de processos da *PPF*;
- Um elemento da produção – responsável de produção;
- Um técnico de *Lean* – responsável pelo *Lean*;
- Um técnico de qualidade – responsável pela qualidade de fábrica;
- Um técnico de manutenção – responsável pela manutenção;

4.3. Definição das Variáveis a monitorizar

Com o intuito de perceber quais as variáveis que deviam ser monitorizadas, foi envolvida/ consultada a AKZO NOBEL (empresa fornecedora das tintas utilizadas nas linhas *spray*), através do seu representante em Portugal.

De forma a reduzir a aleatoriedade das variáveis escolhidas, foi necessário enviar um conjunto de 112 peças aleatórias com impurezas para um laboratório externo, para perceber de que tipo de impurezas se trata. As principais conclusões deste estudo revelam que:

- 70% das impurezas são fibras;
- 21% das impurezas são derivados da tinta;
- 9% das impurezas é pó;

Após estes resultados, foram então definidas as variáveis que devem ser monitorizadas para o estudo:

- **Data, hora e local de detecção** – é importante perceber se existe alguma relação entre as diversas fases do dia, mês e ano, com as ocorrências de aparecimento de impurezas. Saber onde são detetadas as impurezas também é uma variável importante, uma vez que o custo de detecção varia consoante o local. Para isso, foram definidos três locais de detecção distintos: **Box de pintura, Saída da linha (Outfeed), e inspeção visual.**
- **Família/ Cor** – a família das peças, bem como a respetiva cor, é importante para este estudo, uma vez que existe uma variedade de peças que fazem parte da produção da fábrica. Existem peças lisas e peças maquinadas, peças com e sem furação, e que podem ter interferência com acumulados de pó, que poderão dar origem a impurezas.
- **Base / Top Coat** – estas duas variáveis são importantes uma vez que, tal como, o local de detecção, o custo de detecção num base ou no Top Coat varia. A detecção no base pode não ser um problema para os defeitos na produção, uma vez que uma impureza detetada num Base pode ser eliminada na lixagem de um Top Coat.
- **Gramagem** – a gramagem de tinta aplicada às peças é importante para a detecção de impurezas, uma vez que vai interferir com o *overspray* (“turbilhão de tinta dentro da *Box spray*, quando esta está ser projetada para as peças. Este depende dos caudais de insuflação e extração da box”). Quanto maior for a gramagem, maior será a quantidade de tinta injetada para a peça e, conseqüentemente maior será o *overspray*. A unidade de medida é gramas (g).
- **Viscosidade** – a viscosidade é uma variável relevante para o estudo, uma vez que é este parâmetro que torna a tinta mais viscosa ou mais

fluída. Quanto maior for a viscosidade, mais plástica se torna a tinta. A unidade de medida são os segundos (s).

- **Temperatura da tinta** – a temperatura da tinta faz variar a viscosidade da tinta, bem como o tempo de secagem da mesma. Quanto mais alta for a temperatura da tinta, mais rápida é a secagem da mesma. A unidade de medida é o grau Celsius (°C).
- **Temperatura ambiente** – a temperatura ambiente referida é a temperatura presente no local do estudo. Quanto mais alta for esta temperatura, mais rápido é o processo de secagem da tinta. A unidade de medida é o grau Celsius (°C).
- **Temperatura da box**– a temperatura da box, tal como a temperatura ambiente, é uma variável importante, uma vez que, quanto mais alta for esta temperatura, mais rápido é o processo de secagem da tinta e, conseqüentemente, mais rápido secam todas as gotículas de tinta que constituem o *overspray*. A unidade de medida é o grau Celsius (°C).
- **Humidade ambiente** – a humidade ambiente afeta a qualidade da pintura, na medida em que quanto mais baixa for a humidade, mais rápido é a secagem da tinta, daí que a tinta fique seca mais rápido. A unidade de medida é a percentagem (%).
- **Humidade da Box** – a humidade da *box*, tal como a humidade ambiente, interfere no processo de secagem da tinta, uma vez que, quanto mais baixa for esta humidade, mais rápido é este processo e, conseqüentemente, mais rápido as gotículas de tinta que constituem o *overspray* se transformam em partículas sólidas de tinta. A unidade de medida é a percentagem (%). Esta humidade depende do estado de um hiperfiltro que ajuda no equilíbrio hidrométrico da *box*.
- **Caudal de Insuflação e Extração da Box** – o caudal de insuflação e extração da *box* foram duas variáveis escolhidas para o estudo. O caudal de ar que entra e sai da *box* interfere em muito com a formação de impurezas. Se existir muita insuflação de ar na *box* e pouca aspiração, o *overspray* vai ser pressionado para a parte inferior da *box*, mas como não consegue ser aspirado, começa a ser

transbordado para as laterais da *box*, sujando toda a periferia da *box* (Figura 25). Se acontecer o contrário, ou seja, pouca insuflação e pouca aspiração, o *overspray* vai andar por toda a *box*, começando a saturar todos os filtros do teto, acumulando resíduos secos de tinta, que poderão influenciar o aparecimento das impurezas (Figura 26). O ideal será ter muito caudal de insuflação e muito caudal de extração, de modo a reduzir (eliminar) ao máximo o *overspray* (Figura 27).

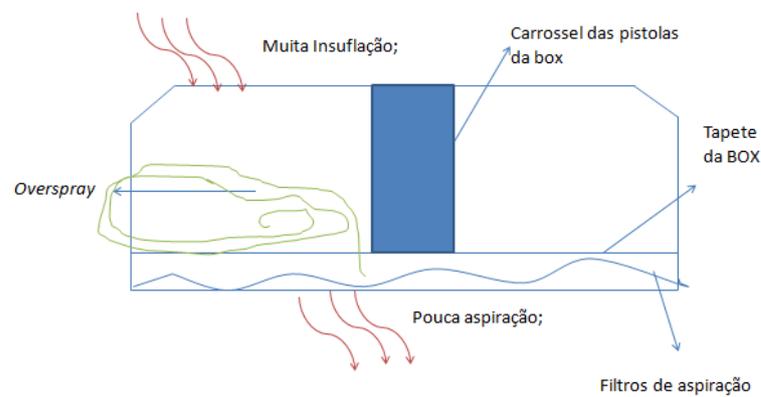


Figura 25 - Esquema do *overspray* com muita insuflação e pouca aspiração.

- A unidade de medida destes caudais é metro cúbico por hora (m^3/h).

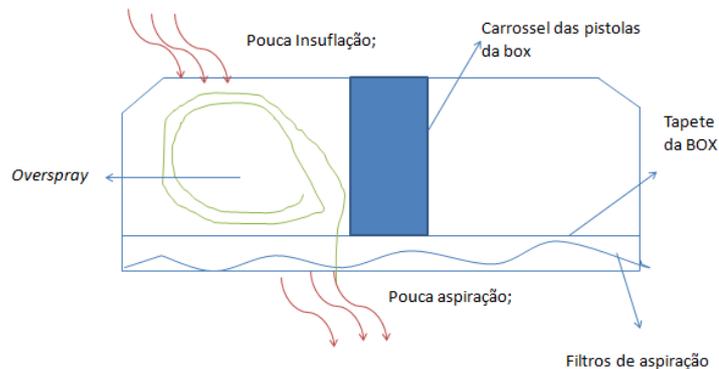


Figura 26 - Esquema do *overspray* com pouca insuflação e pouca aspiração

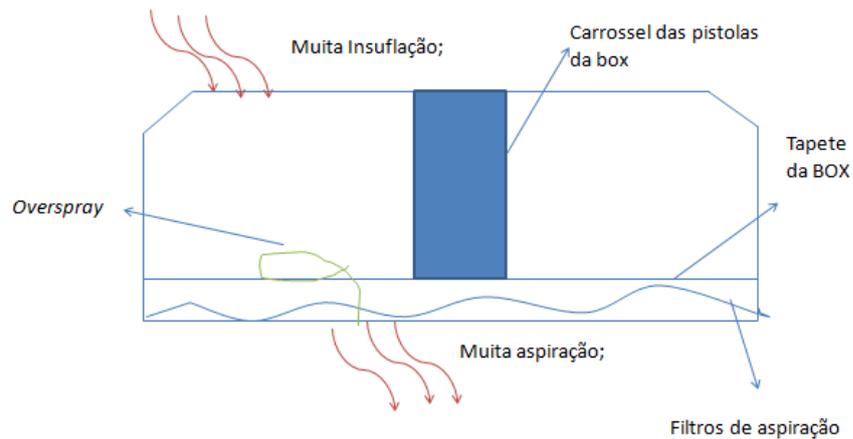


Figura 27 - Esquema do overspray com muita insuflação e muita aspiração (Overspray nulo)

4.4. Elaboração da base de dados dos registos das ocorrências

Após ter-se definido as variáveis a monitorizar para o estudo das impurezas, será necessário perceber de que forma e modo será monitorizado todo o estudo.

Desta forma, optou-se por envolver aqueles que mais de perto lidam com este problema, os operadores.

Para ser chamativo, utilizou-se uma *figura de estilo* “Elefante Cor-de-Rosa” (Figura 28), uma figura utilizada por muitos investigadores do *Lean* - o elefante representa um problema complexo (impurezas), o qual para ser resolvido será decomposto em vários sub-problemas, aos quais métodos e/ou ferramentas por vezes triviais, aplicados à sua resolução, poderão contribuir para a resolução de um problema como um todo (Apruzzese & Mata, 2014), para realçar que quando se tem um grande problema devemos partir o mesmo nas diferentes causas raiz desse problema. O nome deste elefante é “O Diferenças”.

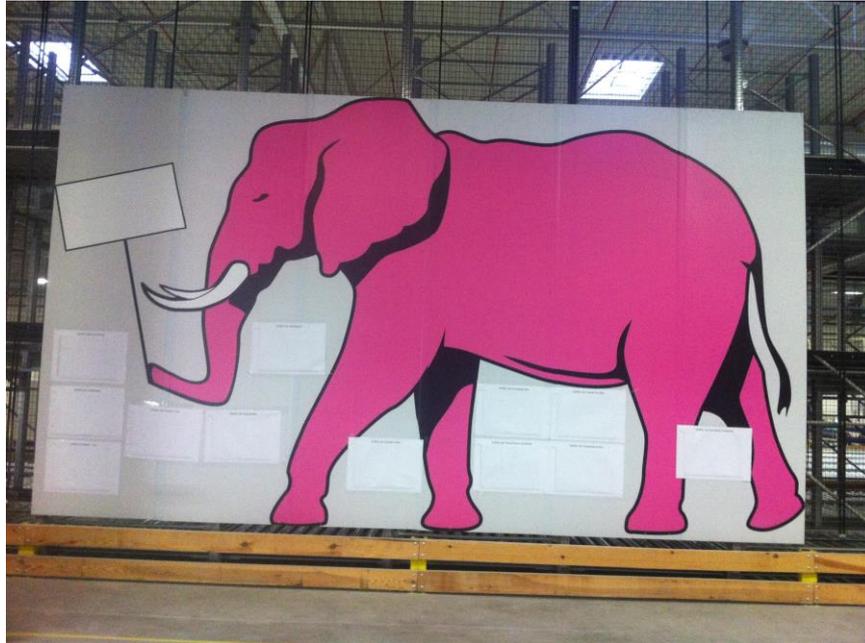


Figura 28 - Elefante Cor-de-Rosa “O Diferenças”

“O Diferenças” foi colocado junto ao *buffer* da linha 14. Decidiu-se fazer o estudo na linha 14, uma vez ser a linha de produção destinada a produzir o *score business* da fábrica, as *Kitchen Fronts*.

Em conjunto com o elefante, foram criados registos, em função das hipóteses a testar, apresentadas no capítulo V, em forma de gráfico com as variáveis a monitorizar, de carácter ambiental, máquina, matéria-prima, mão-de-obra e método, colocados em redor do elefante, de modo a que sempre que haja uma ocorrência de impurezas, os operadores possam ir registar as mesmas variáveis (Figura. 29). A visualização integrada destes registos servirá de suporte à aplicação de melhorias.

Gráfico de Ocorrências

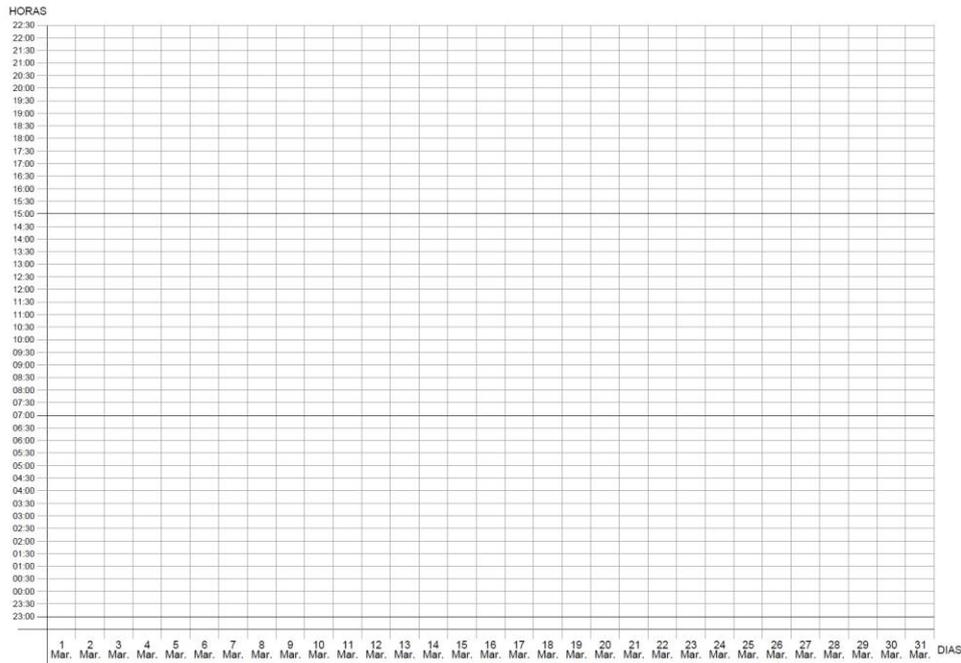


Figura 29 - Exemplo de um gráfico de ocorrências

De seguida, importa definir o que é uma ocorrência, e que sempre que ocorresse deveria ser alvo de registo nos gráficos:

- **Ocorrência para os operadores de linha** – Sempre que, devido ao aparecimento de impurezas, tenham que efetuar alguma **medida corretiva** (paragem de máquina, alteração de processo, intervenção da manutenção, entre outros). Estes ficaram com a responsabilidade de preencher todos os gráficos relativos a todas as variáveis monitorizáveis.
- **Ocorrência para os operadores da inspeção visual** – sempre que numa ordem de produção (OP) apareçam 30 ou mais peças com impurezas (amostra significativa em cada OP). Estes ficaram com a responsabilidade de preencher os gráficos referentes à data e hora da ocorrência, base/ top, local de deteção e família. O autor deste projeto ficou responsável por preencher os restantes gráficos através da base de dados QlickView – *KPI Monitoring*, que através de sensores, enviam os registos de todas as variáveis que são possíveis de serem monitorizadas em todas as linhas de produção da fábrica.

pintura *spray*. Por fim, preencher o questionário e deixar numa caixinha de sugestões.

Após este primeiro contacto, os trabalhadores são chamados a uma formação em “*Process Confirmation*”, que tem como principal objetivo estes acompanharem o processo produtivo da linha e verificarem todos os desvios ao *standard* que possam existir. Finda esta atividade, junta-se a equipa numa sala, reúne-se todos os *process confirmation* e analisam-se, dando especial ênfase a todos os pontos em que o processo não foi cumprido.

Este estudo permite ao autor desta dissertação, perceber a importância do cumprimento dos *standards*, compreender a viabilidade destes, bem como possíveis alterações que permitam melhores resultados.

4.6. Síntese do Capítulo

Com este capítulo o autor pretendeu apresentar a metodologia utilizada para o estudo, de modo a deter resultados para aplicação de melhorias, que consequentemente se espera vão no sentido de uma redução no número de peças rejeitadas devido à presença das impurezas. Desta forma, o registo das ocorrências possibilitou uma análise estatística, apresentada no capítulo seguinte, que conferiu aos investigadores uma melhoria na monitorização das variáveis que podem causar impurezas nas peças. A análise do tipo de impurezas existente também contribuiu para uma melhor compreensão do problema.

Capítulo V – Análise de ocorrências e Discussão dos Resultados

5.1. Introdução

A recolha dos dados, apresentados de seguida, e como já referido na metodologia, capítulo anterior, foi realizada de novembro de 2015 a julho de 2016. Foram registadas 94 ocorrências de impurezas (ver anexo IV).

Dada a natureza dos dados e o objetivo desta dissertação – diminuição da taxa de *outsourcing*, devido à rejeição de peças com impurezas, pretende-se o tratamento de dados e a análise de correlações e compreensão da variabilidade dos dados entre as diversas variáveis (Murteira *et al.*, 2002). Assim, para a análise estatística dos dados das ocorrências, foram equacionadas as seguintes análises estatísticas: testes de hipóteses a 1 e a K amostras, medidas de associação e análise de variância. Para a utilização destas estatísticas e formulação das hipóteses a testar, é necessário verificar se os testes são paramétricos ou não paramétricos. Os testes paramétricos são mais robustos que os não paramétricos, se os pressupostos da normalidade dos dados se verificar (Murteira, *et al.*, 2002; Montgomery & Runger, 1999; Pestana & Gageiro, 2008).

O tratamento de dados é efetuado com recurso ao SPSS 13.0, versão licenciada no computador do autor (*Statistical Package for Social Sciences*).

5.2. Hipóteses a testar

Para dar resposta ao problema de rejeição de peças com impurezas, foi formulada a seguinte hipótese:

H0 = Não existe qualquer tipo de relação entre o aparecimento de impurezas nas peças, no que respeita a fatores ambientais, máquina, método (processo), mão-de-obra, e matéria-prima (tinta e MDF);

H1= existe pelo menos uma relação entre o aparecimento de impurezas nas peças, no que respeita a fatores ambientais, máquina, método (processo), mão-de-obra, e matéria-prima (tinta e MDF).

Para dar resposta a H0 anteriormente definida, foi desenhado um conjunto de hipóteses para cada um dos fatores, por forma a conseguir dar resposta às mesmas, de acordo com a figura 31:

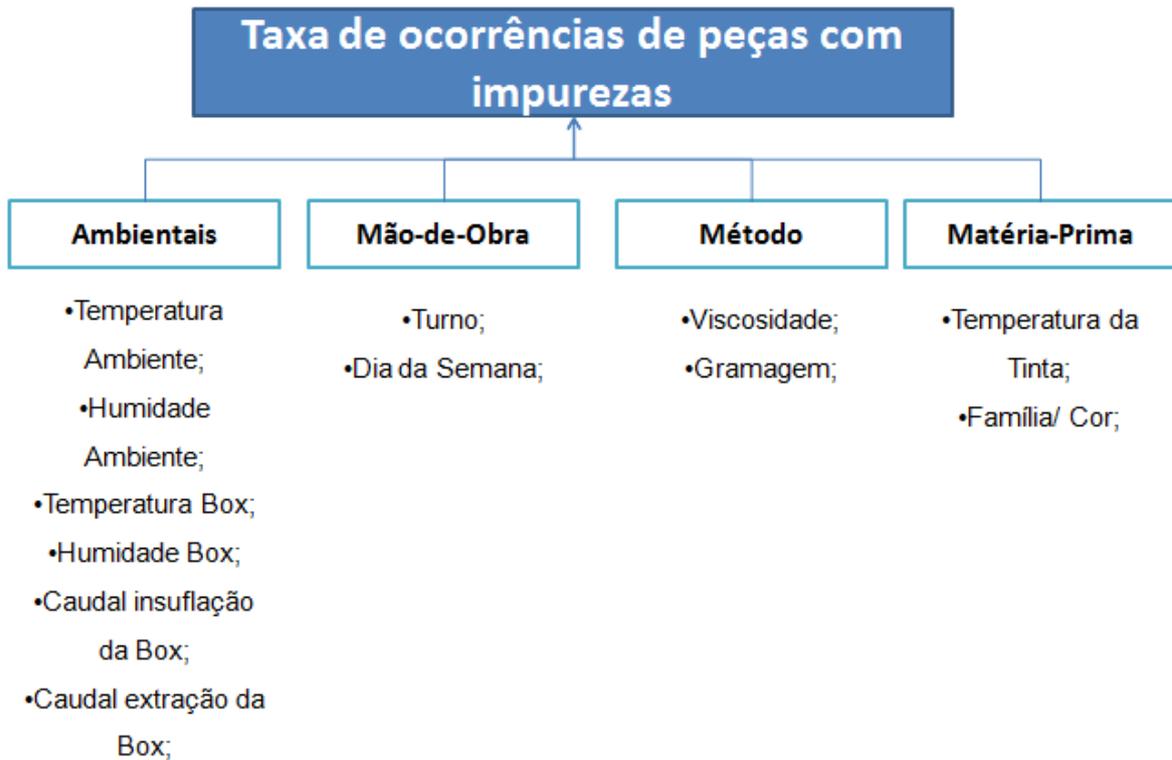


Figura 31 - Esquema das hipóteses a testar com os diferentes fatores que influenciam a taxa das ocorrências de impurezas

Fatores Ambientais:

Nos fatores ambientais, as variáveis que podem influenciar na taxa de ocorrências do defeito são: a humidade ambiente e da box, a temperatura ambiente e da box e os caudais de insuflação e extração da box.

Humidade

Testes de Hipóteses

- H0= A humidade da box não influencia a taxa de ocorrências;
- H1= A humidade da box influencia a taxa de ocorrências;
- H0= A humidade ambiente não influencia a taxa de ocorrências;
- H1= A humidade ambiente influencia a taxa de ocorrências;

Correlação

- H0= Não existe correlação entre a humidade da box e a Humidade ambiente;

- H1= Existe correlação entre a humidade da *box* e a Humidade ambiente.

Temperatura

Testes de Hipóteses

- H0= A temperatura da *box* não influencia a taxa de ocorrências;
- H1= A Temperatura da *box* influencia a taxa de ocorrências;
- H0= A temperatura ambiente não influencia a taxa de ocorrências;
- H1= A temperatura ambiente influencia a taxa de ocorrências;

Correlação

- H0= Não existe correlação entre a temperatura ambiente e a temperatura da *box*;
- H1= Existe correlação entre a temperatura ambiente e a temperatura da *box*;

Caudal de insuflação e extração

Testes de Hipóteses

- H0= O caudal de insuflação não influencia a taxa de ocorrências;
- H1= O caudal de insuflação influencia a taxa de ocorrências;
- H0= O caudal de extração não influencia a taxa de ocorrências;
- H1= O caudal de extração influencia a taxa de ocorrências;

Correlação

- H0= Não existe alguma correlação significativa entre o caudal de insuflação e o caudal de extração;
- H1= Existe alguma correlação significativa entre o caudal de insuflação e o caudal de extração.

Temperatura VS. Humidade

Correlação

- H0= Não existe correlação entre a temperatura da box, a temperatura ambiente, a humidade da box e a humidade ambiente;
- H1= existe correlação entre a temperatura da box, a temperatura ambiente, a humidade da box e a humidade ambiente;

Fatores Mão-de-Obra:

Para os fatores de mão-de-obra podem influenciar o turno (que é função dos operadores e das condições de operação do turno; e o dia da semana, o qual pode influenciar o fator máquina, nomeadamente com o plano de manutenção 1º nível.

Influência do dia da semana:

- H0= O Dia da semana não influencia a taxa de ocorrências;
- H1= existe pelo menos um dia que influencia a taxa de ocorrências;

Influência do Turno

- H0= o turno não influencia taxa de ocorrências;
- H1= o turno influencia taxa de ocorrências.
- H0= não existe variabilidade significativa das variáveis entre os três turnos;
- H1= Existe variabilidade significativa das variáveis entre os três turnos;

Fator método

Neste fator, o operador controla a viscosidade através da adição de solvente, a gramagem através da pressão da bomba. Assim, as hipóteses formuladas são:

Viscosidade

- H0= A viscosidade não influencia a taxa de ocorrências;
- H1= A viscosidade influencia a taxa de ocorrências.

Gramagem

- H0= A gramagem não influencia a taxa de ocorrências;
- H1= A gramagem influencia a taxa de ocorrências;

Viscosidade vs. Gramagem vs. Temperatura Ambiente vs. Humidade ambiente

- H0= Não existe correlação significativa entre a viscosidade da tinta, gramagem da tinta, temperatura ambiente e humidade ambiente;
- H1= Existe alguma correlação significativa entre a viscosidade da tinta, gramagem da tinta, temperatura ambiente e humidade ambiente;

Fator Matéria-Prima

Neste fator, a temperatura da tinta pode influenciar o tempo de cura desta, ou seja, o tempo que esta demora a secar. Quanto mais alta for esta temperatura, menor é o tempo da tinta secar.

A família/ cor das peças também pode influenciar a taxa de ocorrências. Na PFF pintam-se peças maquinadas, outras lisas de diversos tamanhos. Existem ainda 4 cores distintas: branco básico (Wbasic), branco 2.5 (W2,5), branco 5 (W5), cinzento (G28).

Temperatura da Tinta

- H0= A temperatura da tinta não influencia a taxa de ocorrências;
- H1= A temperatura da tinta influencia a taxa de ocorrências;

Família/ cor

- H0= A família/ cor das peças não influenciam a taxa de ocorrências;
- H1= A família/ cor das peças influenciam a taxa de ocorrências;

Os testes de hipóteses são executados com um nível de significância de 5% (probabilidade de rejeitar a hipótese nula quando ela é efetivamente verdadeira)

5.3. Análise da normalidade dos dados

A normalidade dos dados é condição necessária para a utilização dos testes paramétricos, como testes de hipóteses, análise de variância, correlações, etc. Quando esta condição não se verifica a literatura (Murteira et al, 2002; Maroco, 2003; Pestana & Gageiro, 2008) aconselha à utilização de testes não paramétricos.

Para que uma variável tenha uma distribuição normal, a sua variabilidade deve ser influenciada por um grande número de causas, causas independentes entre si, causas que atuam de forma aditiva, reduzido efeito de cada causa, comparado com o total de todos os efeitos (Montgomery & Runger, 1999).

Desta forma, foi formulada a Hipótese Nula (H0) e a respectiva hipótese:

- H0= os dados assumem distribuição normal;
- H1= não existe distribuição normal dos dados;

Após esta formulação, e com recurso ao SPSS, foi testada a distribuição normal dos dados para um nível de significância de 95%.

Tabela 5 - Testes de Distribuição Normal

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
HumidityBox	,210	94	,000	,920	94	,000
TemperatureBox	,133	94	,000	,958	94	,004
HumidityEnv	,207	94	,000	,930	94	,000
TemperatureEnviro	,143	94	,000	,919	94	,000
Painttemperature	,175	94	,000	,784	94	,000
viscosity	,233	94	,000	,902	94	,000
amounth	,246	94	,000	,903	94	,000
caudalout	,188	94	,000	,865	94	,000
caudalin	,223	94	,000	,895	94	,000

a. Lilliefors Significance Correction

A tabela 5 apresenta dois testes de normalidade, porém segundo Murteira *et al.*, 2002, afirma que quando a amostra é superior a 50 elementos, deve-se usar o teste de Kolmogorov-Smirnov para criticar os resultados.

Como o nível de significância (sig) é inferior a 0.05, pode-se concluir que todas as variáveis contínuas não assumem distribuição normal dos dados. Desta forma, não se irá utilizar correlações paramétricas (*Pearson*), rejeitando-se assim a hipótese nula. Desta forma, para qualquer tipo de correlação e testes estatísticos que se efetue neste estudo, utilizar-se-á testes não paramétricos, como a correlação de *Spearman* (Montgomery & Runger, 1999).

Nos subcapítulos seguintes serão apresentados os vários testes e correlações efetuados entre as diferentes variáveis.

5.4. Influência dos fatores mão-de-obra na taxa de ocorrência de peças com impurezas.

A fim de se perceber qual a influência dos fatores mão-de-obra na taxa de ocorrências de peças com impurezas, foram formuladas as hipóteses para a influência dos turnos e do dia da semana.

5.4.1. Os turnos têm influência na taxa de ocorrência de peças com impurezas?

Para responder a esta questão foi efetuado um teste de variância de Kruskal-Wallis, um teste não paramétrico, para uma amostra simples, em que a hipóteses a testar foram:

H0= o turno não influencia a taxa de ocorrências;

H1= o turno influencia a taxa de ocorrências;

Tabela 6 - Influência dos turnos na taxa de ocorrências

		Turnos2
N		94
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1,9043
	Std. Deviation	,79066
Most Extreme Differences	Absolute	,235
	Positive	,235
	Negative	-,186
Kolmogorov-Smirnov Z		2,282
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Pela análise da tabela 6, rejeita-se a hipótese nula, uma vez que a significância é inferior a 0.05, assumindo que o turno influencia a taxa de ocorrências.

Foi criada uma nova variável *turnos*, resultante da variável *hora*, que permite associar à hora do registo o respetivo turno. No IKEA Industry, existem 3 turnos:

- 1º Turno: 07h00 às 15h00 – representado no gráfico com o número 1;
- 2º Turno: 15h00 às 23h00 – representado no gráfico com o número 2;
- 3º Turno: 23h00 às 07h00 – representado no gráfico com o número 3;

Na figura 32, está representado o gráfico do turno com mais registo de ocorrências.

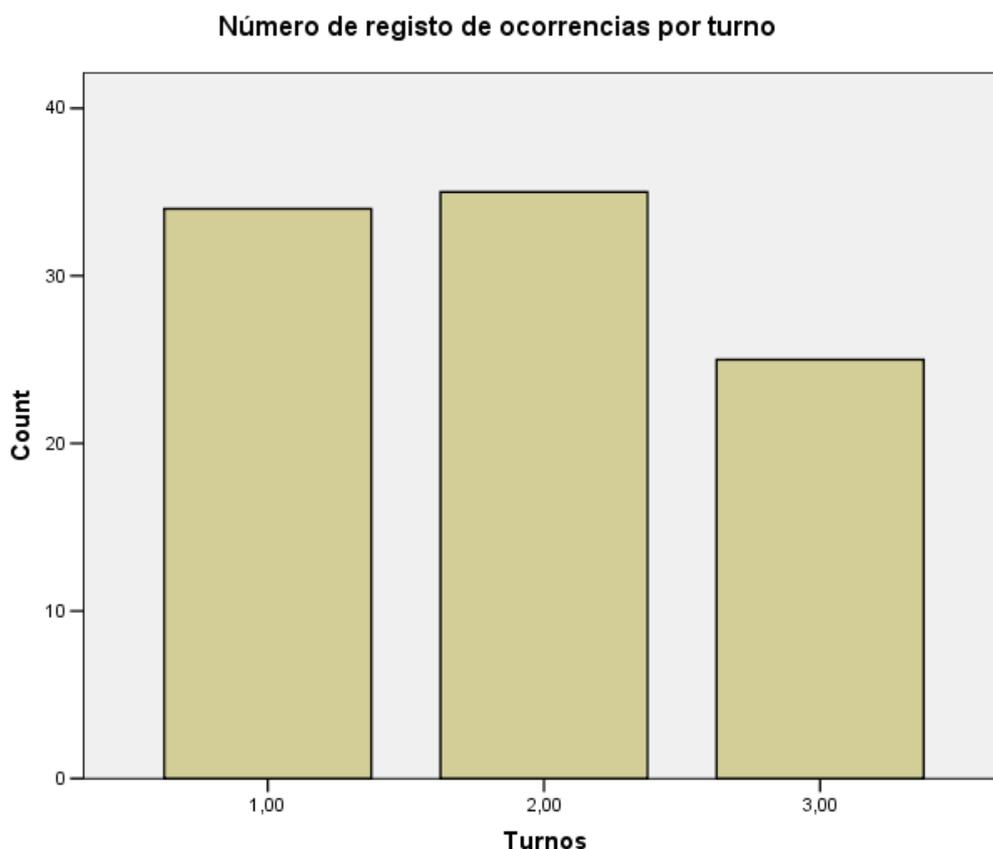


Figura 32 - gráfico com o número de registos de ocorrências por turno.

Pela leitura do gráfico, conclui-se que o turno que efetuou mais registos foi o segundo. De salientar, que a leitura que se faz desta análise não é que o segundo turno é aquele a ter mais ocorrências, mas sim o que mais regista as ocorrências. Neste sentido, é importante em investigações futuras o autor confrontar o registo das ocorrências com os registos de *outsourcing* declarados diariamente, e perceber se a rejeição por impurezas acontece mais no 2º turno. Este estudo poderá ajudar a perceber se o cumprimento das rotinas de manutenção 1º nível é cumprido igualmente nos três turnos.

5.4.2. Existe variabilidade significativa das variáveis entre os três turnos?

Para se testar este pressuposto, e uma vez que todas as variáveis em teste não tem uma distribuição normal dos dados, utilizou-se um teste não paramétrico para mais que duas amostras independentes (*K independent simples*) de Kruskal-Wallis (Montgomery & Runger, 1999).

A hipótese nula formulada para este teste é: H_0 = a mediana das variáveis em teste é igual nos três turnos; H_1 = Existe pelo menos uma amostra com mediana diferente. Ao efetuar-se este teste no *software* SPSS, o resultado fornecido vem descrito na tabela 7.

Tabela 7 - Teste não paramétrico de Kruskal Wallis

Test Statistics^{a, b}

	Temperat ureEnviro	HumidityEnv	Temperat ureBox	HumidityBox	viscosity	amounth	Painttem perature	caudalin	caudalout
Chi-Square	10,761	5,355	2,019	1,050	,795	4,917	4,387	3,386	5,093
df	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	,005	,069	,364	,592	,672	,086	,112	,184	,078

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Turnos

Pela análise da tabela 7, existe pelo menos um turno em que a temperatura ambiente é diferente, uma vez que o nível de significância para esta variável é inferior a 0.05 logo rejeita-se a hipótese nula, existindo pelo menos um turno em que esta variável é diferente. Pode-se assumir também que existe uma oscilação entre turnos na humidade ambiente, não tão acentuada como a da temperatura ambiente (sig =0.069).

5.4.3. O dia da semana tem influência na taxa de ocorrência de peças com impurezas?

Para responder a esta questão foi efetuado um teste de variância de Kruskal-Wallis, um teste não paramétrico, para uma amostra simples, em que as hipóteses a testar foram:

H_0 = o dia da semana não influencia a taxa de ocorrências;

H_1 = o dia da semana influencia a taxa de ocorrências;

Tabela 8 - Influência do dia da semana na taxa de ocorrência.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Weekday
N		94
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	4,0745
	Std. Deviation	1,42361
Most Extreme Differences	Absolute	,158
	Positive	,158
	Negative	-,125
Kolmogorov-Smirnov Z		1,530
Asymp. Sig. (2-tailed)		,019

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Pela análise da tabela 8, rejeita-se a hipótese nula, uma vez que a significância é inferior a 0.05, assumindo que o dia da semana influencia a taxa de ocorrências.

Para verificar qual o dia da semana em que existe maior número de registros de ocorrências foi criada uma nova variável *WeekDay*, resultante da variável *Data* que permite, associar à data o dia da semana correspondente.

Foi criado um gráfico de barras com esta nova variável, que permite obter o dia da semana em que predominantemente, ocorrem mais ocorrências. O eixo dos xx refere-se aos dias da semana (2-segunda-feira; 3-terça-feira; 4-quarta-feira; 5-quinta-feira; 6-sexta-feira; 7-sábado), e o eixo dos yy ao número de ocorrências.

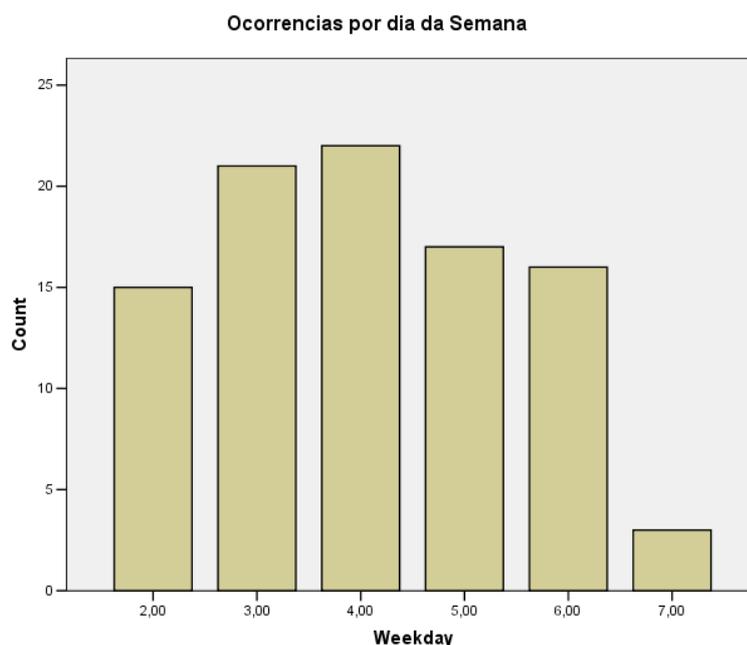


Figura 33 - Gráfico das ocorrências

Analisando a figura 33, o dia da semana em que ocorrem mais ocorrências é à quarta-feira. Isto é explicado pelo facto de ao fim-de-semana serem efetuadas manutenções 1º nível na *Box* de pintura. Estas manutenções consistem na substituição total dos filtros, das pistolas e bicos, que constituem a *box* de pintura, bem como na limpeza com utilização da *vaporeto* (máquina a vapor). Daí que à segunda-feira seja dos dias que tem menor número de ocorrências, uma vez que a *box* de pintura se encontra completamente limpa. Com a normal utilização da produção, esta começa por saturar, e apesar de existirem *standardswork* de manutenção 1º nível aquando de cada *setup* ou no final de cada turno, esta começa a ficar saturada de poeiras resultantes de tinta seca, sendo que com a trepidação do normal funcionamento da *box*, estas acabam por cair em cima das peças, gerando impurezas. Daí concluir-se que a quarta-feira é o dia da semana necessário para efetuar-se uma outra manutenção 1º nível mais completa (como a de fim-de-semana) para remoção total das impurezas. Ao sábado, o registo de ocorrências que aparece é reduzido, uma vez que a produção utiliza este dia apenas para turnos extra, com a finalidade de cumprimento de planos de produção, não fazendo parte de dias de trabalho normais de produção.

5.4. Influência dos fatores ambientais na taxa de ocorrência de peças com impurezas.

Afim de se perceber qual a influência dos fatores ambientais na taxa de ocorrências de peças com impurezas, foram formuladas as hipóteses para a influência da humidade ambiente e a da *Box*, temperatura ambiente e a da *box* e caudal de insuflação e extração da *box*.

Neste capítulo foram também efetuadas correlações entre a humidade ambiente e a humidade da *box*, temperatura da *box* e temperatura ambiente, bem como correlações entre estas 4 variáveis.

Foram ainda efetuada correlações entre os caudais de insuflação e extração da *box*.

5.5.1. A humidade da *box*, a humidade ambiente, a temperatura ambiente, a temperatura da *box*, o caudal de insuflação e extração da *box* tem influência na taxa de ocorrência de peças com impurezas?

Para responder a esta questão foi efetuado um teste de variância de Kruskal-Wallis, um teste não paramétrico, para uma amostra simples, em que as hipóteses a testar foram:

H0= a humidade da *box*, a humidade ambiente, a temperatura ambiente, a temperatura da *box*, o caudal de insuflação e extração da *box* não têm influência na taxa de ocorrências;

H1= a humidade da *box*, a humidade ambiente, a temperatura ambiente, a temperatura da *box*, o caudal de insuflação e extração da *box* têm influência na taxa de ocorrências;

Tabela 9 - Influência da humidade da *box*, da humidade ambiente, da temperatura da *box*, da temperatura ambiente, do caudal de insuflação e extração da *box* na taxa de ocorrências

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		caudalin	caudalout	HumidityBox	Temperat ureBox	HumidityEnv	Temperat ureEnviro
N		94	94	94	94	94	94
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	7239,8617	10122,03	49,5927	26,5216	38,6904	26,2479
	Std. Deviation	2656,967	3088,442	9,06924	1,53030	5,13146	2,71447
Most Extreme Differences	Absolute	,223	,188	,210	,133	,207	,143
	Positive	,133	,112	,098	,133	,136	,143
	Negative	-,223	-,188	-,210	-,127	-,207	-,094
Kolmogorov-Smirnov Z		2,159	1,823	2,032	1,286	2,008	1,384
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,003	,001	,073	,001	,043

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Analisando a tabela 9, pode-se concluir que a única **variável que não tem qualquer tipo de influência** nas ocorrências de peças com impurezas é a **temperatura da box**, uma vez que a significância para esta variável é superior a 0.05, logo aceita-se a hipótese nula (H0).

As restantes variáveis têm influência na taxa de ocorrência de peças com impurezas.

5.5.2. Existe correlação entre a humidade ambiente e a humidade da box?

No subcapítulo anterior pode-se verificar que todas as variáveis tidas em conta para este estudo não apresentam distribuição normal dos dados.

Desta forma, para testar esta correlação utilizou-se a correlação de *Spearman* (correlação não paramétrica). A hipótese nula a testar é: $H_0 = \rho = 0$, ou seja não existir correlação entre as duas variáveis.

Tabela 10 - Correlação de Spearman entre a humidade ambiente e a humidade da box

Correlations			HumidityEnv	HumidityBox
Spearman's rho	HumidityEnv	Correlation Coefficient	1,000	-,027
		Sig. (2-tailed)	.	,796
		N	94	94
	HumidityBox	Correlation Coefficient	-,027	1,000
		Sig. (2-tailed)	,796	.
		N	94	94

Analisando a tabela 10, pode-se concluir que para um nível de significância de 95%, e como o sig=0.796, não se rejeita a hipótese nula, logo não existe correlação significativa entre estas duas variáveis, ou seja, **a humidade ambiente não depende da humidade da box para o registo de ocorrência das impurezas.**

5.5.3. Existe correlação entre a temperatura da box e a temperatura ambiente?

Para se testar esta correlação, utilizou-se a correlação de *Spearman* (correlação não paramétrica). A hipótese nula a testar é: $H_0 = \rho = 0$, ou seja, não existir correlação entre as duas variáveis.

Tabela 11 - Correlação de *Spearman* entre a temperatura da *box* e a temperatura ambiente

			Temperat ureBox	Temperat ureEnviro
Spearman's rho	TemperatureBox	Correlation Coefficient	1,000	,108
		Sig. (2-tailed)	.	,300
		N	94	94
	TemperatureEnviro	Correlation Coefficient	,108	1,000
		Sig. (2-tailed)	,300	.
		N	94	94

Analisando a tabela 11, pode-se concluir que para um nível de significância de 95%, e como o sig=0.300, não se rejeita a hipótese nula, logo não existe correlação significativa entre estas duas variáveis, ou seja, **a temperatura da *box* não depende da temperatura ambiente para o registo de ocorrências das impurezas.**

5.5.4. Existe correlação entre a temperatura da *box*, a temperatura ambiente, a humidade da *box* e a humidade ambiente?

Para se testar esta correlação utilizou-se a correlação de *Spearman* (correlação não paramétrica). A hipótese nula a testar é: $H_0 = \rho = 0$, ou seja, não existir correlação entre as quatro variáveis.

Tabela 12 - Correlação de *Spearman* entre a temperatura da *box*, temperatura ambiente, humidade da *box* e humidade ambiente

			Temperat ureBox	Temperat ureEnviro	HumidityBox	HumidityEnv
Spearman's rho	TemperatureBox	Correlation Coefficient	1,000	,108	,030	,432**
		Sig. (2-tailed)	.	,300	,772	,000
		N	94	94	94	94
	TemperatureEnviro	Correlation Coefficient	,108	1,000	,240*	-,018
		Sig. (2-tailed)	,300	.	,020	,863
		N	94	94	94	94
	HumidityBox	Correlation Coefficient	,030	,240*	1,000	-,027
		Sig. (2-tailed)	,772	,020	.	,796
		N	94	94	94	94
	HumidityEnv	Correlation Coefficient	,432**	-,018	-,027	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	,863	,796	.
		N	94	94	94	94

Analisando a tabela 12, pode-se concluir que para um nível de significância de 95%, a temperatura da *box* e a humidade ambiente tem um sig=0.000, rejeita-se

a hipótese nula logo existe correlação significativa entre estas duas variáveis, sendo que esta é uma correlação positiva (coeficiente de correlação = 0.432), ou seja, **sempre que a humidade ambiente aumenta, a temperatura da box aumenta, e vice-versa.**

O mesmo acontece entre a humidade da box e a temperatura ambiente. Com um sig=0.020, rejeita-se a hipótese nula logo existe uma correlação significativa entre estas duas variáveis, e também esta é uma correlação positiva (0.240), ou seja, **sempre que a temperatura ambiente aumenta a humidade da box aumenta, e vice-versa.**

Analisando estes dados, e uma vez que, estes são unicamente registos quando acontece uma ocorrência (“como está a máquina quando acontece uma ocorrência”), estes dados carecem de uma investigação futura com recurso ao uso de cartas de controlo, bem como através da análise total da monitorização destas temperaturas e humidades, isto porque podem-se levantar aqui algumas questões técnicas como a estanquicidade da box e/ou o registo incorreto dos dados.

5.5.5. Existe alguma correlação significativa entre o caudal de insuflação e o caudal de extração?

Para se testar esta correlação utilizou-se a correlação de Spearman (correlação não paramétrica). A hipótese nula a testar é: $H_0 = \rho = 0$, ou seja, não existir correlação entre as duas variáveis.

Tabela 13 - Correlação de Spearman entre o caudal de insuflação (caudalin) e o caudal de extração (caudalout)

			Correlations	
			caudalin	caudalout
Spearman's rho	caudalin	Correlation Coefficient	1,000	,199
		Sig. (2-tailed)	.	,054
		N	94	94
	caudalout	Correlation Coefficient	,199	1,000
		Sig. (2-tailed)	,054	.
		N	94	94

Analisando a tabela 13, pode-se concluir que para um nível de significância de 95%, a correlação entre o caudal de insuflação e o caudal de extração tem um valor de sig=0.054, logo não se rejeita a hipótese nula, não existindo uma correlação

muito significativa entre estas duas variáveis. Porém, dados empíricos mostram o contrário, como se pode ver no gráfico da figura nº 33, e no capítulo 4. pela explicação esquemática que o *overspray* (nuvem de tinta que fica no ar da *box* após injeção de tinta) deve ser tanto menor quanto possível, de modo a não sujar as áreas adjacentes à *box* ou os filtros desta. De salientar que esta não rejeição por si só também não é muito significativa, pois para um nível de significância de 95% o $\text{sig} = 0.054$. Isto confirma a informação contida no capítulo 4.

Estas duas variáveis são fundamentais para o sucesso da diminuição do número de impurezas e a otimização da regulação dos caudais de insuflação e extração da box de pintura tornou-se necessária para este estudo, uma vez que é através destes que existe a possibilidade de entrar sujidade e que a *box* fica mais ou menos colmatada.

Até maio de 2016, existiu um grande descontrolo na regulação dos caudais, uma vez que, por falta de conhecimento técnico eram desconhecidos os valores ótimos de entrada e saída do ar. Após reuniões técnicas com consultores externos, e da respetiva avaliação foram dimensionados e definidos que para as *box* de pintura da PFF, o caudal de insuflação deverá estar compreendido entre os $8000 \text{ m}^3 - 10000 \text{ m}^3$ e o caudal de extração deverá estar compreendido entre os $14000 \text{ m}^3 - 15000 \text{ m}^3$. Em trabalhos futuros poder-se-á fazer cartas de controlo com estes limites e perceber a quantidade de peças que saem com impurezas, de modo a encurtar o intervalo dos caudais de insuflação e extração.

Para compreender se esta definição foi bem executada, no SPSS foi criada uma nova variável “*OTICAUDAL*”, resultante das variáveis “*caudalin* e *caudalout*” que permite associar o antes e o depois da otimização dos caudais. Com o número zero foi definido o antes e com o número um foi definido o depois da otimização.

Analisando a figura 34, com o gráfico da relação entre os caudais, onde se definem as linhas de valor ótimos, 8000 m^3 e 14000 m^3 , pode-se concluir que antes da otimização dos caudais de insuflação e extração, existia uma grande desregulação dos mesmos e o número de ocorrências também era maior. Após a otimização dos caudais, pode-se concluir que os mesmos se encontram controlados e com menor número de registos de ocorrências. No gráfico, as bolas azuis representam os caudais antes da regulação, onde se verifica que existe uma grande dispersão/ descontrolo. Com bolas verdes estão representados os caudais após a

regulação, onde se verifica menor dispersão e maior controle. **Para aumentar a capacidade de extração, foi colocado um ventilador com mais potência.**

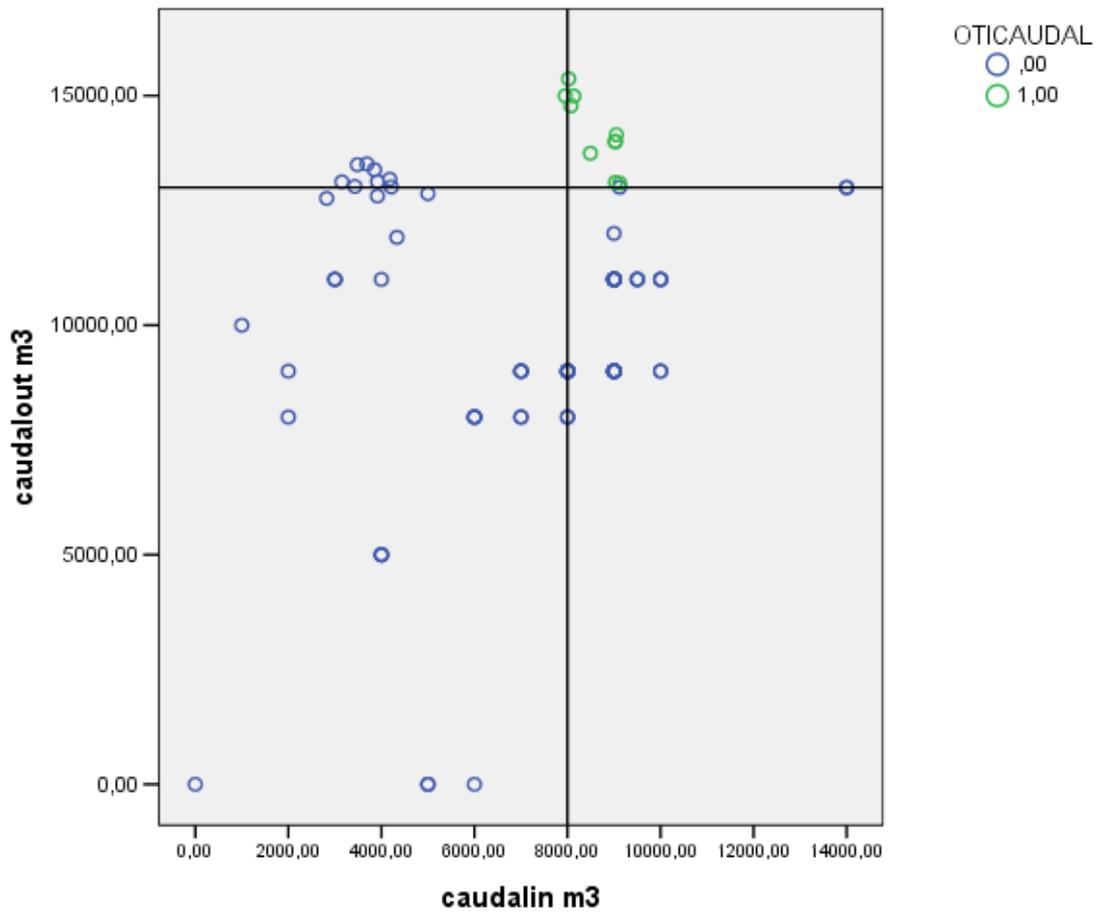


Figura 34 - Gráfico da correlação entre o caudal de insuflação e o caudal de extração.

5.6. Influência dos fatores método na taxa de ocorrências de peças com impurezas.

A fim de se perceber qual a influência dos fatores método na taxa de ocorrências de peças com impurezas, foram formuladas as hipóteses para a influência da viscosidade e gramagem da tinta.

Neste capítulo foram também efetuadas correlações entre a humidade ambiente, temperatura ambiente, viscosidade da tinta e gramagem da tinta.

5.6.1. A viscosidade e a gramagem têm influência na taxa de ocorrências de peças com impurezas?

Para responder a esta questão foi efetuado um teste de variância de Kruskal-Wallis, um teste não paramétrico, para uma amostra simples, em que a hipóteses a testar foram:

H0= a viscosidade e gramagem da tinta não influenciam a taxa de ocorrências de peças com impurezas;

H1= a viscosidade e gramagem da tinta influenciam a taxa de ocorrências de peças com impurezas.

Tabela 14 - Influência da gramagem e da viscosidade na taxa de ocorrências.

		amounth	viscosity
N		94	94
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	157,3617	21,5000
	Std. Deviation	8,76927	1,69598
Most Extreme Differences	Absolute	,246	,233
	Positive	,150	,233
	Negative	-,246	-,124
Kolmogorov-Smirnov Z		2,384	2,259
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Analisando a tabela 14, pode-se concluir que **a viscosidade e a gramagem têm influência na taxa de ocorrência de peças com impurezas**, uma vez que apresentam um nível de significância inferior a 0,05, rejeitando-se assim a hipótese nula.

5.6.2. Existe alguma correlação significativa entre a humidade ambiente, a temperatura ambiente, a viscosidade e a gramagem?

Para se testar esta correlação utilizou-se a correlação de *Spearman* (correlação não paramétrica). A hipótese nula a testar é: H0=rho=0, ou seja, não existir correlação entre as quatro variáveis.

Tabela 15 - Correlação de Spearman entre a humidade ambiente, temperatura ambiente, viscosidade da tinta e gramagem da tinta.

Correlations

			HumidityEnv	TemperatureEnviro	viscosity	amount
Spearman's rho	HumidityEnv	Correlation Coefficient	1,000	-,018	-,107	-,088
		Sig. (2-tailed)	.	,863	,307	,400
		N	94	94	94	94
	TemperatureEnviro	Correlation Coefficient	-,018	1,000	-,265**	,286**
		Sig. (2-tailed)	,863	.	,010	,005
		N	94	94	94	94
	viscosity	Correlation Coefficient	-,107	-,265**	1,000	-,139
		Sig. (2-tailed)	,307	,010	.	,182
		N	94	94	94	94
	amount	Correlation Coefficient	-,088	,286**	-,139	1,000
		Sig. (2-tailed)	,400	,005	,182	.
		N	94	94	94	94

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analisando a tabela 15, pode-se concluir que para um nível de significância de 95%, a temperatura ambiente e a viscosidade tem um sig=0.010, logo rejeita-se a hipótese nula logo, existindo uma correlação significativa entre estas duas variáveis, sendo que esta é uma correlação negativa (coeficiente de correlação = -0.265), ou seja, sempre que a temperatura ambiente aumenta, a viscosidade da tinta diminui, e vice-versa. **Quanto mais alta a temperatura, mais líquida é a tinta, provocando menos impurezas.**

O mesmo acontece entre a temperatura ambiente e a gramagem da tinta (quantidade da tinta que passa para a peça, através da “projeção”). Com um sig=0.005, rejeita-se a hipótese nula, logo existe uma correlação significativa entre estas duas variáveis, sendo esta uma correlação positiva (0.286), ou seja, **sempre que a temperatura ambiente aumenta a gramagem também aumenta.**

5.7. Influência do fator matéria-prima na taxa de ocorrências de peças com impurezas.

A fim de se perceber qual a influência do fator matéria-prima na taxa de ocorrência de peças com impurezas, foram formuladas as hipóteses para a influência da temperatura da tinta e da família/ cor.

5.7.1. A temperatura da tinta e a família/cor das peças influenciam a taxa de ocorrência de peças com impurezas?

Para responder a esta questão foi efetuado um teste de variância de Kruskal-Wallis, um teste não paramétrico, para uma amostra simples, em que as hipóteses a testar foram:

H0= a temperatura da tinta e a família/ cor das peças não influenciam a taxa de ocorrência de peças com impurezas;

H1= a temperatura da tinta e a família/ cor das peças influenciam a taxa de ocorrência de peças com impurezas.

Tabela 16 - influência da temperatura da tinta e da família/ cor das peças na taxa de ocorrências.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Painttemperature	Familycol
N		94	94
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	26,8085	3,90
	Std. Deviation	2,56824	1,360
Most Extreme Differences	Absolute	,175	,376
	Positive	,175	,376
	Negative	-,166	-,211
Kolmogorov-Smirnov Z		1,696	3,647
Asymp. Sig. (2-tailed)		,006	,000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Analisando a tabela 16, pode-se concluir que **a temperatura da tinta e a família e a cor das peças têm influência na taxa de ocorrência de peças com impurezas**, uma vez que apresentam um nível de significância inferior a 0,05, rejeitando-se assim a hipótese nula.

5.8. Em que local de detecção se detetou mais ocorrências de impurezas?

Na figura 35, está representado um gráfico, que demonstra o local definido pela equipa, onde existiu maior número de deteções de ocorrências. No eixo dos XX estão representados esses locais por:

- *Boxout* – saída da box de pintura;
- *Lineout* – saída da linha;
- *Insvís* – inspeção visual;

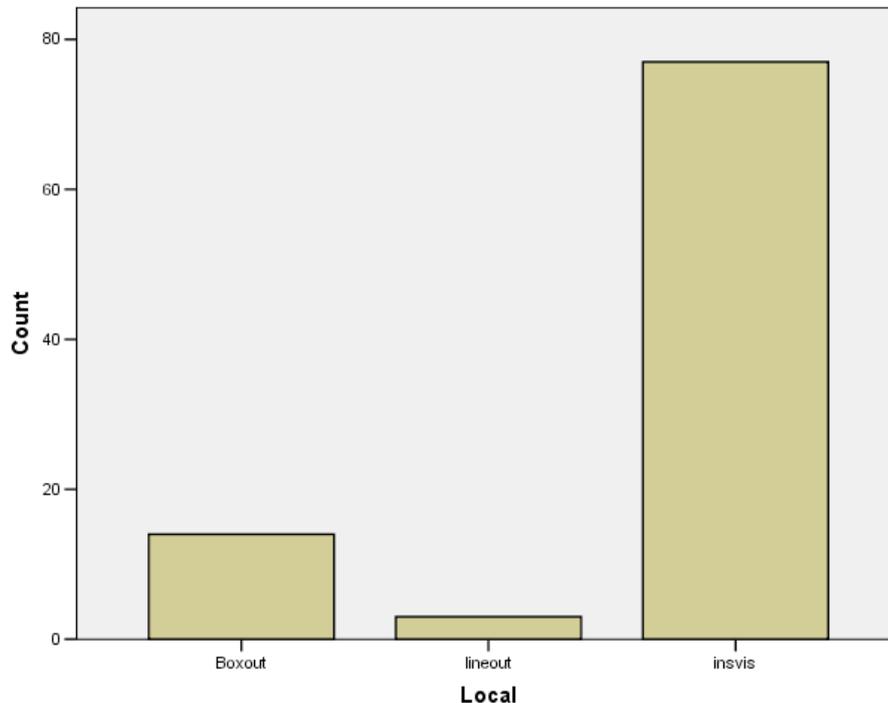


Figura 35 - Gráfico do local de detecção das impurezas.

O local com mais detecção de registro de ocorrência de impurezas foi a inspeção visual. Este é um indicador negativo, uma vez que as impurezas deveriam ser detetadas à saída de *box* de pintura. Quanto mais no início do processo se detetarem as impurezas, mais facilmente é detetado o problema e menor custo terá de ser efetuado no retrabalho das peças, pois atua-se sobre a causa do problema e não sobre a consequência.

5.9. Apresentação de resultados das impurezas geral de fábrica e da linha 14 no arranque do projeto.

Os resultados que são aqui apresentados têm um período temporal desde a semana 37 do ano de 2015 até à semana 37 do ano 2016.

Este período temporal foi escolhido, uma vez que na semana 37 de 2015 os níveis de rejeição (*outsorting*) foram os máximos existentes desde o início desta fábrica, com uma quantidade total de 21017 peças/ semana de rejeição (sucata ou retrabalho), que corresponde aproximadamente a 7.7% do *outsorting* geral de fábrica (em que a percentagem total de *outsorting* nesta semana estava em 18.94%), que representa em valor 14855.64€ de prejuízo.

Na linha 14 (linha alvo do estudo), na semana 37 de 2015 atingiu-se um total de 7637 peças, que representa uma percentagem de 5.13% no *outsourcing* geral da linha (em que a percentagem total de *outsourcing* nesta linha nesta semana estava em 9.93%), e que corresponde a 5533.97€ de prejuízo.

Esta informação está contida na tabela 17.

Deste modo, estes valores serviram de alerta, para a necessidade deste projeto.

Após o *process confirmation* que fazia parte do estudo e as sugestões de melhoria que os colaboradores iam deixando, foram desencadeadas um conjunto de ações de melhoria que tiveram um impacto positivo nos resultados das impurezas, e consequentemente, no decréscimo do número de peças que têm de ir para retrabalho devido a este defeito.

Tabela 17 - *Outsourcing* geral de fábrica e na linha 14 no arranque do projeto

	Geral de Fábrica	Linha 14
Nº de peças produzidas	274174 peças	148780 peças
Nº Peças <i>outsourcing</i>	64068 peças	16403 peças
% <i>outsourcing</i>	18.94 %	9.93%
Nº de peças com impurezas	21017 peças	7637 peças
% peças de <i>outsourcing</i> com impurezas	32.8 %	46.5%
Prejuízo Dinheiro	14855.64 €	5533.97€

5.10 Síntese do Capítulo

Com este capítulo conseguiu-se concluir que as impurezas são efetivamente uma evidência de desvio de processo em linhas de produção de pintura *spray*. Esta afirmação foi comprovada pela análise estatística efetuada às variáveis definidas na metodologia de estudo, **existindo pelo menos uma relação entre o aparecimento de impurezas nas peças, no que respeita a fatores ambientais, máquina, método (processo), mão-de-obra, e matéria-prima (tinta e MDF).**

O tratamento estatístico possibilitou ao autor também perceber algumas correlações existentes entre algumas variáveis dos fatores ambientais, que necessitam de aprofundamento técnico/ científico no futuro, analisando a

monitorização de uma linha existente de modo a comprovar a veracidade dessas relações.

Capítulo VI - Melhorias aplicadas ao processo para redução das impurezas

Após a monitorização e tratamento estatístico de dados, e identificados os desvios ao processo com auxílio às ferramentas *Lean*, recorre-se à aplicação de melhorias com vista à redução deste defeito, âmbito deste capítulo.

6.1. Aplicação de rotinas de limpeza (manutenção 1º nível)

Uma das melhorias implementadas pela equipa, foi a criação de rotinas de limpeza nas *box sprays*. Foram criadas instruções de trabalho e colocadas na linha com todos os passos, para efetuarem a remoção da sujidade.

Estas instruções passam pela definição da periodicidade de se efetuar as limpezas, tendo ficado definido que sempre que efetuam a mudança de um *setup*, têm que efetuar a limpeza, ou uma vez por turno.

As rotinas principais de limpeza são:

- Substituição dos filtros totais do interior da *box*;

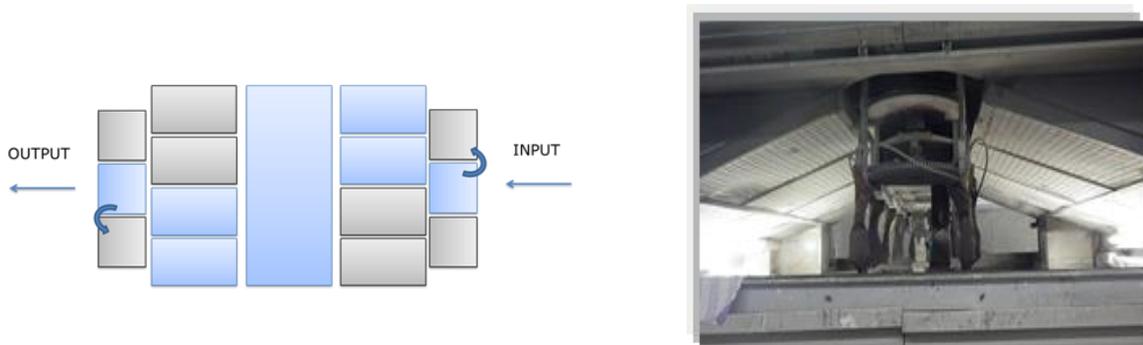


Figura 36 - Filtros da Box

- Limpeza do carrossel, pistolas e apoios da *box* com a *vaporeto* (máquina a vapor, que remove toda a sujidade dos resíduos de tinta);



Figura 37 - Carrossel da box sem limpeza



Figura 38 - Vaporeto



Figura 39 - Carrossel da box limpo com auxílio da vaporeto

- Mudança dos bicos das pistolas em cada limpeza, e colocação dos sujos em tinas ultrassônicas;



Figura 40 - Bicos que constituem as pistolas da Box

Posteriormente a estas atividades terem sido criadas e colocadas em prática, foi criada uma equipa com os operadores de linha, de modo a reduzir o tempo das limpezas, recriando coreografias de organização e distribuição das tarefas, sendo transpostas para instruções de trabalho. De salientar que esta redução do tempo não implicou a redução de atividades, mas sim unicamente a reorganização das atividades que constituem a manutenção 1º nível. No início do projeto, para efetuarem a manutenção 1º nível demoravam 1h30min. Após este estudo SMED (single minute Exchange of die), neste momento demoram 50 minutos para a execução de todas as tarefas. A figura 41 mostra a equipa organizada e com o correto uso dos equipamentos de proteção individual (EPI'S).



Figura 41 - Equipa com os EPI'S

6.2. Instalação de sopradores com barra dionizadora

Estas barras (ver figura 42) consistem em mandar ar ionizado para as peças, retirando a eletricidade estática do pó que está agarrado nas peças, permitindo que os sopradores retirem esse pó, e assim fazendo com que as peças cheguem à *box* de pintura completamente limpas. A única desvantagem destas barras é o facto de usarem ar comprimido para o seu funcionamento, sendo este dispendioso a nível monetário.



Figura 42 - Barra Sopradora

6.3. Instalação de barras anti estáticas

As barras anti estáticas auxiliam também as barras sopradores, uma vez que têm exatamente a mesma função de retirar a eletricidade estática do pó que vem agarrado às peças, mantendo-as limpas sempre que estas chegam à *box* de pintura (ver figura 43).



Figura 43 - Barras anti estáticas

6.4. Colocação de *wandres* de limpeza

Este equipamento permite a remoção do pó de peças em madeira, metal, rolos e tapetes transportadores. Este prima pela limpeza destas superfícies através de uma pequena porção de líquido lançada para a extremidade de uma escova de limpeza (INGROMAT), que permite que as microfibras dos filamentos constituintes da escova fiquem bem humedecidos e proporcionem uma maior aderência das partículas presentes no tapete aos filamentos da escova. Este equipamento encontra-se ainda equipado com um tampão de pressão que permite, através de uma pressão constante, a limpeza das superfícies (figura 44). Este equipamento faz, tal como nos sopradores e barras anti estáticas, com que as peças cheguem à *box* de pintura sem pó.



Figura 44 - Wandres de limpeza de peças

6.5. Otimização dos caudais de insuflação e extração da box

Outra medida adotada para redução deste problema de qualidade, como se constatou no subcapítulo 5.5.5, foi a otimização dos caudais de insuflação e extração de ar na *box*. Anteriormente a este projeto, não se conseguia atingir um equilíbrio entre estes dois caudais, e isto levava a uma saturação rápida de sujidade de tinta no interior da *box*. Com o trabalhar desta, e com as trepidações que lhe estão associadas, esta sujidade acumulada acabava por cair sobre as peças, causando este defeito de impurezas.

Como foi explicado no capítulo 4, pouca insuflação e pouca extração faz com que o esvoaço da tinta ao serem pintadas as peças se agarre aos filtros do teto da *box*. Por outro lado, muita insuflação e pouca extração, faz com que o esvoaço da tinta circule para fora da *box* de pintura, sujando todos os equipamentos que se encontram a montante e a jusante da *box*.

O sistema ideal será muita insuflação e uma aspiração tão suficiente, capaz de aspirar todo o esvoaço de tinta para os filtros de aspiração da *box* (figura 45).

Como já referido, depois de consultados técnicos especializados de pintura em sistemas isolados, os caudais definidos para uma ventilação estabilizada, foram:

- Caudal de insuflação: 8000-9000 m³/h;
- Caudal de extração: 14000-15000 m³/h.



Figura 45 - Filtros de aspiração da box *spray*

6.6. Uso da rede mosquiteira (*sticky net*)

A *rede mosquiteira* é fortemente utilizada na fábrica irmã em Älmhult. Esta tem como principal objetivo, a proteção de todas as aberturas existentes entre o transporte de um equipamento para outro ao longo da linha, até ao forno de aquecimento. Esta é envolvida numa goma, com uma micragem de 0.05 μm (micrómetros), permitindo que as partículas de pó fiquem agarradas a esta rede, em vez de caírem sobre as peças, principalmente após a *box* de pintura, onde as peças já se encontram pintadas (ver figura 46.)



Figura 46 - Rede Mosquiteira

6.7. Formação e Sensibilização

As tecnologias e melhorias aplicadas são importantes para a melhoria contínua. Porém, quem opera e trabalha diariamente com as máquinas, são os que mais contribuem para que uma boa ideia e uma boa tecnologia dê bons resultados.

Desta forma, surge a necessidade de dar formação sobre as melhorias aplicadas e o modo de operação dos mesmos, bem como sensibilização sobre este problema e o impacto negativo que este tem no desenvolvimento da empresa. Só assim, com este trabalho em equipa, todas as melhorias se tornam eficientes (ver anexo VI).

Numa primeira fase, a formação foi dada aos operadores das linhas de pintura *spray*, posteriormente foi alargada para toda a fábrica. Foi criada uma caixa de sugestões de melhoria, onde todos os colaboradores podem deixar as suas propostas e ideias de melhoria. Por sua vez, foram criadas umas folhas amarelas, que permitem aos operadores colarem no elefante os desvios ao *standard* e inconformidades detetadas (figura 47)

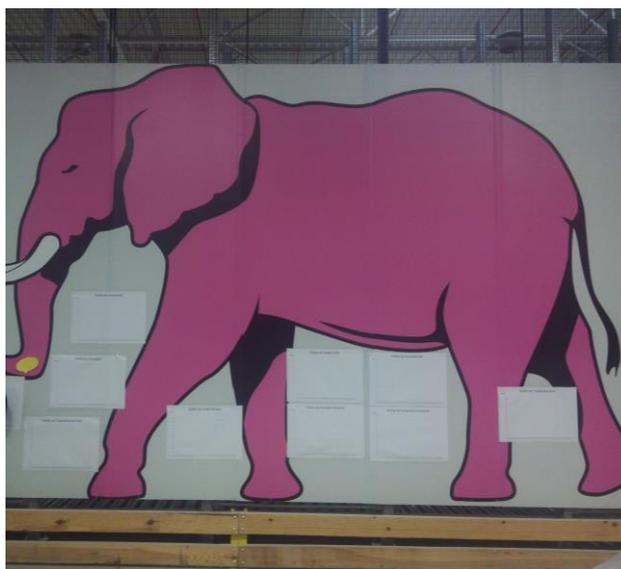


Figura 47 - Elefante cor-de-rosa

6.8. Apresentação dos resultados gerais das impureza de fábrica e da linha 14, após aplicação das melhorias.

Como se pode visualizar no gráfico da figura 48, as impurezas na fábrica desde a semana 37 do ano 2015 para a semana 37 do ano 2016, tiveram uma evolução negativa, ou seja, tiveram uma clara diminuição.

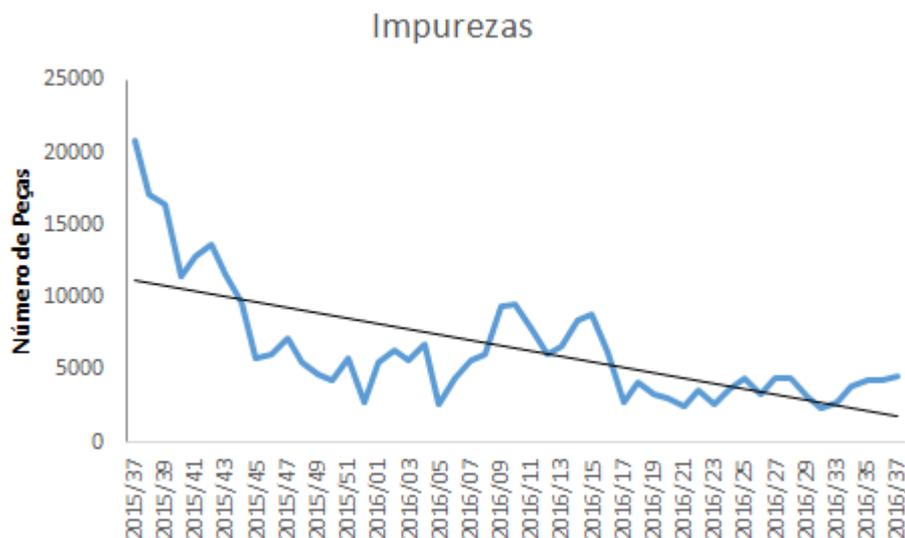


Figura 48 - Gráfico da evolução das impurezas na PFF

Analisando a tabela 18, conclui-se que houve um decréscimo significativo no número de peças rejeitadas devido às impurezas no período de tempo mencionado.

Pode-se verificar que a quantidade de peças produzidas diminuiu aproximadamente 10%, porém a quantidade de *outsourcing* produzido desceu de 18.94% na semana 37 de 2015 para 12.66% na mesma semana do ano 2016.

Relativamente ao defeito em estudo, peças com impurezas, face ao *outsourcing* total produzido, tiveram um decréscimo de 32.8% para 12.9%, tendo deixado de ser o principal defeito de fabrico (com o maior número de peças rejeitadas) para o terceiro maior motivo de rejeição.

A nível monetário, no início do estudo, a rejeição pelo defeito impurezas representava aproximadamente 15000 €/semana de prejuízo, sendo que atualmente e após implementação das melhorias anteriormente descritas, representa aproximadamente 3000 €/ semana de prejuízo, ou seja, quase 5 vezes menos que em igual período do ano anterior.

Tabela 18 - Estado inicial vs. estado atual da rejeição de peças com impurezas na PFF

	Semana 37, 2015	Semana 37, 2016
Nº total de peças produzidas	274174 peças	247395 peças
Nº Peças <i>outsourcing</i>	64068 peças	35858 peças
% <i>outsourcing</i>	18.94 %	12.66 %
Nº de peças com impurezas	21017 peças	4658 peças
% peças de <i>outsourcing</i> com impurezas	32.8 %	12.9 %
Prejuízo Dinheiro	14855.64 €	2629.08 €

6.8.1. Análise das impurezas na linha 14

Analisando a imagem do gráfico da figura 49, pode-se verificar que a rejeição de peças com impurezas no início do estudo era aproximadamente 8000 peças por semana e após a implementação das melhorias e sensibilização dos operadores, estas peças são aproximadamente de 1000 por semana de rejeição. Pela análise do gráfico consegue-se perceber, por ordem cronológica, a implementação das melhorias descritas no subcapítulo anterior (algumas destas implementadas às outras linhas de pintura *spray* e outras ainda só implementadas na linha 14 e em fase de teste):

- 1) Implementação de rotinas de limpeza na manutenção de 1º nível com a utilização da *vaporeto*, bem como formação e sensibilização dos operadores;
- 2) Instalação de sopradores e barra dionizadora, bem como como das barras anti-estáticas;
- 3) Otimização dos caudais de insuflação e extração de ar do interior da *box*;
- 4) Colocação de *wandres* para limpeza de pó nas peças e tapetes transportadores;
- 5) Utilização de bicos auto-limpantes para as pistolas das *box*;
- 6) Colocação de rede mosquiteira;

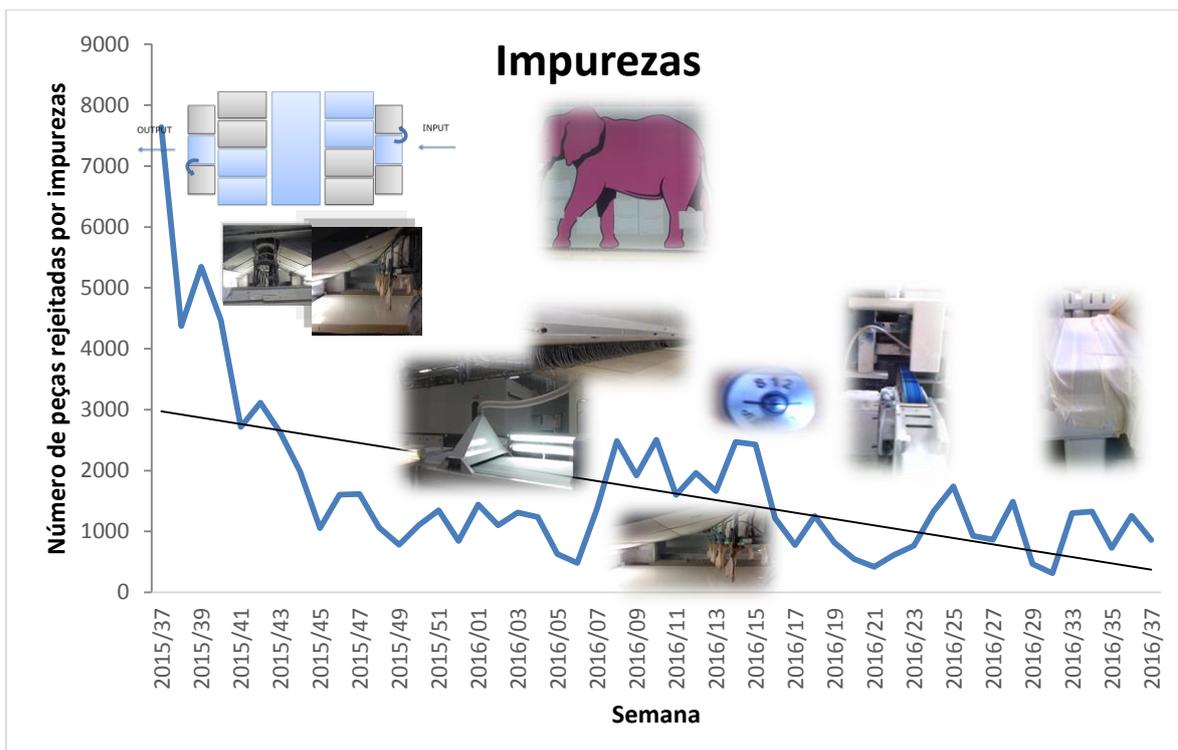


Figura 49 - Gráfico do número de peças com impurezas rejeitadas na linha 14

Na tabela 19 são apresentados os resultados relativos à evolução do número total de peças rejeitadas devido ao defeito impurezas. Pode-se verificar desde a semana 37 de 2015 para a semana 37 de 2016, houve um decréscimo de aproximadamente 9 vezes peças com rejeição devido às impurezas nas peças nesta linha. A nível de prejuízo em retrabalho, consegue-se uma redução de aproximadamente 5000 euros.

Tabela 19 - Estado inicial vs. estado atual da rejeição de peças com impurezas na linha 14

	Semana 37, 2015	Semana 37, 2016
Nº total de peças produzidas	148780 peças/passagens*	102199 peças/ passagens*
Nº Peças <i>outsorting</i>	16403 peças	5112 peças
% <i>outsorting</i>	9.93%	5%
Nº de peças com impurezas	7637 peças	860 peças
% peças de <i>outsorting</i> com impurezas	46.5%	16.8%
Prejuízo Dinheiro	5533.97€	721.51 €

*na linha 14, os dados obtidos das peças produzidas são em número de passagens na linha, sendo que cada peça, normalmente para ficar com o processo de pintura completo, passa três vezes na linha. As impurezas normalmente são detetadas quando se dá a camada de *topcoat* (camada de tinta responsável pelo acabamento)

superficial da peça), porém podem também ser detetadas no *basecoat* (camada que confere resistência superficial à peça).

6.8.2. *Payback* do investimento para minimização do prejuízo da taxa de *outsourcing*

O investimento efetuado para as melhorias que visam a redução da rejeição devido ao número de peças com impurezas foi de aproximadamente 13700,00 € num ano. Obteve-se um ganho de cerca de 12226,56 €, como se constata na tabela 20. Neste sentido, o *payback* é calculado da seguinte forma:

$$\textit{Payback} = \frac{\textit{investimento nas melhorias}}{\textit{ganho na redução do número peças com impurezas}}$$

Pela análise da tabela referida, o investimento feito é pago final de 1.1 ano, sendo que a partir daqui a empresa com o ganho referido começa a ter lucro com as melhorias implementadas, que visam a redução de peças que são submetidas a retrabalho devido às impurezas presentes.

De salientar que aqui só está a entrar o custo da peça retrabalhada, e não custos com eletricidade, com mão-de-obra, com desperdícios de tinta, entre outros. Se o autor desta dissertação tivesse em conta para este cálculo estas despesas, o *payback* seria menor e este investimento seria pago em menos tempo.

Tabela 20 - Cálculo do *payback* para o investimento nas melhorias implementadas

	Semana 37, 2015	Semana 37, 2016	Ganho
Prejuízo em € de rejeição de peças com impurezas	14.855,64 €	2.629,08 €	12.226,56 €
Investimento			
Barras sopradoras	2.000,00 €		
Barras anti estáticas	700,00 €		
Wandres	7.000,00 €		
Rede mosquiteira	500,00 €		
Otimização dos caudais de ar da box	2.000,00 €		
Bicos antilimpantes	1.500,00 €		
Total	13.700,00 €		
Payback		1,1Ano	

6.9. Síntese do Capítulo

Com este capítulo apresenta-se a implementação de melhorias tecnológicas no processo produtivo e o estabelecimento de rotinas de limpeza das boxes de pintura, as quais possibilitaram um decréscimo de 9 vezes o número de peças com impurezas no período temporal de um ano, e um ganho monetário de aproximadamente 12000€ por semana. Devido a esta redução, e perante o investimento tido neste estudo, obteve-se um *payback* de 1,1 ano.

Capítulo VII – Conclusões e trabalho futuro

7.1 Conclusões

Identificado o problema a resolver, defeitos por impurezas, e definido o objetivo desta dissertação, estudo desenvolvido acerca das impurezas, como desvio de processos em linhas de produção de pintura *spray*, concluímos que o mesmo foi totalmente cumprido. Para tal foi elaborada uma metodologia, a qual foi implementada à linha 14 de produção pinturas *spray*, durante o período de 10 meses. A recolha dos dados foi realizada de novembro de 2015 a julho de 2016.

Do trabalho desenvolvido podemos destacar as seguintes conclusões:

1. No capítulo II foi efetuada uma revisão bibliográfica à metodologia *Lean Production*, bem como das suas principais ferramentas. Esta revisão de literatura foi importante para o desenvolvimento do estudo, uma vez que permitiu ao autor aprofundar o conhecimento das principais ferramentas *Lean* (*Kaizen*, 5[´]S, TPM, OEE), as quais foram utilizadas para o desenvolvimento do estudo desta dissertação, permitindo perceber o que se deve monitorizar, e acima de tudo o plano de atuação para que a redução de peças com o defeito impurezas seja efetivo.
2. A definição do caso de estudo, como evidencia o capítulo III, possibilita a compreensão da metodologia descrita no capítulo IV. A consciencialização que a produção de peças com defeitos é considerada um dos sete desperdícios *Lean* (Gestão, 2010), e que a quantidade de *outsorting* produzido é um problema para a indústria. Deste modo, foi necessário compreender os volumes de produção e quantidade de *outsorting* produzida, bem como a listagem de defeitos existentes na PFF. Após esta caracterização, o foco foram as impurezas, sendo estas no início do estudo o tipo de defeito com maior impacto nesta fábrica.
3. De acordo com o diagrama de peixe (*Ishikawa*), traduzindo que quando os problemas são de origem industrial, designa as suas causas principais por: máquina, materiais, métodos, mão-de-obra e meio ambiente (Cunha, 2010). Neste sentido foram definidas as principais causas que podem influenciar a quantidade de peças com

impurezas. Assim sendo as principais causas ambientais que podem contribuir para a formação de impurezas são a temperatura ambiente e da *box*, a humidade ambiente e da *box* e os caudais de insuflação e extração da *box*. Ao nível das causas mão-de-obra foram evidenciados os turnos e os dias da semana. Como causas ao nível do método/ processo que podem influenciar a taxa de ocorrências de peças com impurezas, foram identificadas a gramagem e a viscosidade da tinta. Relativamente a causas de matéria-prima, a temperatura da tinta e a família/ cor, foram as possíveis causas que podem ter influência no aparecimento de peças com impurezas.

4. Após esta definição, criaram-se gráficos com estas variáveis que possibilitaram o registo do estado da máquina após observação direta de ocorrências de peças com impurezas. Para este registo ser apelativo, foi criado um elefante cor-de-rosa, como figura de estilo para traduzir que quando se está perante um grande problema, este deve ser repartido em sub-problemas, para que este se resolva em todas as suas partes.
5. A caracterização do local e linha de produção, em estudo, foi fulcral para a realização deste estudo. A linha 14 é a linha de pintura *spray*, responsável por produzir o *core business* da PFF – *Kitchen Fronts* (frentes de cozinha).
6. Após a definição e registo das variáveis alvo de estudo, e que permitem ao autor compreender as principais causas de formação de impurezas nas peças, foi necessário efetuar uma análise estatística de modo a perceber influências de cada variável na taxa de ocorrência de peças com impurezas. Deste modo, foi formulada a hipótese nula **“Não existe qualquer tipo de relação entre o aparecimento de impurezas nas peças, no que respeita a fatores ambientais, máquina, método (processo), mão-de-obra, e matéria-prima (tinta e MDF)”**, que, pela análise estatística efetuada para um nível de significância de 95%, permitiu concluir que existem relações no aparecimento das impurezas nas peças, com os fatores ambientais (temperatura ambiente, humidade ambiente e *box* e caudal de insuflação e extração da *box*), máquina, método/ processo

(gramagem e viscosidade), mão-de-obra (turno e dia da semana) e matéria-prima (temperatura tinta e família/cor). **Ao formular esta hipótese conclui-se que, efetivamente, as impurezas são uma evidência de desvio de processo em linhas de produção de pintura *spray*.**

7. Foram ainda efetuadas correlações entre as diversas variáveis, de modo a compreender que ao fazer-se variar uma variável *x*, esta poderá afetar a variável *y*. Desta forma, as variáveis que **estão correlacionadas entre si são a temperatura ambiente com a gramagem, viscosidade e humidade da *box***, ou seja fazendo variar a temperatura ambiente, esta pode influenciar a viscosidade da tinta, a gramagem da tinta e a humidade da *box*. Os **caudais de insuflação e extração da *box*, apesar dos testes estatísticos demonstrarem que não têm correlação entre si, através de conhecimentos empíricos, estes correlacionam-se.**
8. Para cada uma destas causas, e através da utilização das ferramentas *Lean* abordadas no capítulo II, foram aplicadas melhorias que levaram a um **decrécimo, num ano, de 32,8% para 12,9% na rejeição de peças com impurezas.**
9. Através dos *standards Works* foram criadas rotinas para a manutenção 1º nível da *box spray*, e que contribuíram para a diminuição das impurezas. A formação e sensibilização de todos os colaboradores da empresa foi importante para a implementação destas rotinas. Para a regulação e estabilização dos caudais da *box spray*, foi instalado um ventilador de aspiração com maior potência, de modo a conseguir-se valores de insuflação de aproximadamente 8000-10000m³ e valores de aspiração de aproximadamente 14000-15000m³, evitando assim o *overspray* da tinta. A colocação das barras sopradores, anti estáticas e da *Wandres*, foram uma solução adotada, uma vez que estas possibilitam a remoção total do pó das peças antes destas entrarem na *box* de pintura. Outra melhoria realizada, foi a utilização da rede mosquiteira entre os diversos tapetes transportadores, de modo a proteger a entrada de impurezas para a superfície das peças antes e após estas serem pintadas. A

utilização de bicos auto-limpantes nas pistolas da *box spray*, foi outra das medidas de melhoria adotada para diminuir a taxa de rejeição de peças com impurezas.

10. Com a aplicação destas melhorias e através da utilização das ferramentas *Lean Production*, a rejeição de peças com impurezas diminuíram e, para o investimento tido nas melhorias, obteve-se um *payback* de 1,1 ano.

7.2. Trabalho Futuro

Como **propostas de melhoria desta investigação** para o futuro, o autor desta dissertação propõe: que continue a ser efetuada uma **análise estatística dos dados e mais detalhada** na monitorização do processo de pintura, de modo a poder estabelecer controlo estatístico do processo. Fazer a **replicação de algumas das melhorias tecnológicas** aplicadas às restantes linhas de produção de pintura *spray*. Será necessário também incutir **políticas de qualidade mais exigentes ao nível do autocontrolo** nas linhas de pintura, de modo a que atuação na resolução de problemas seja mais rápido, em caso de deteção de peças com impurezas.

Capítulo VIII – Referências Bibliográficas

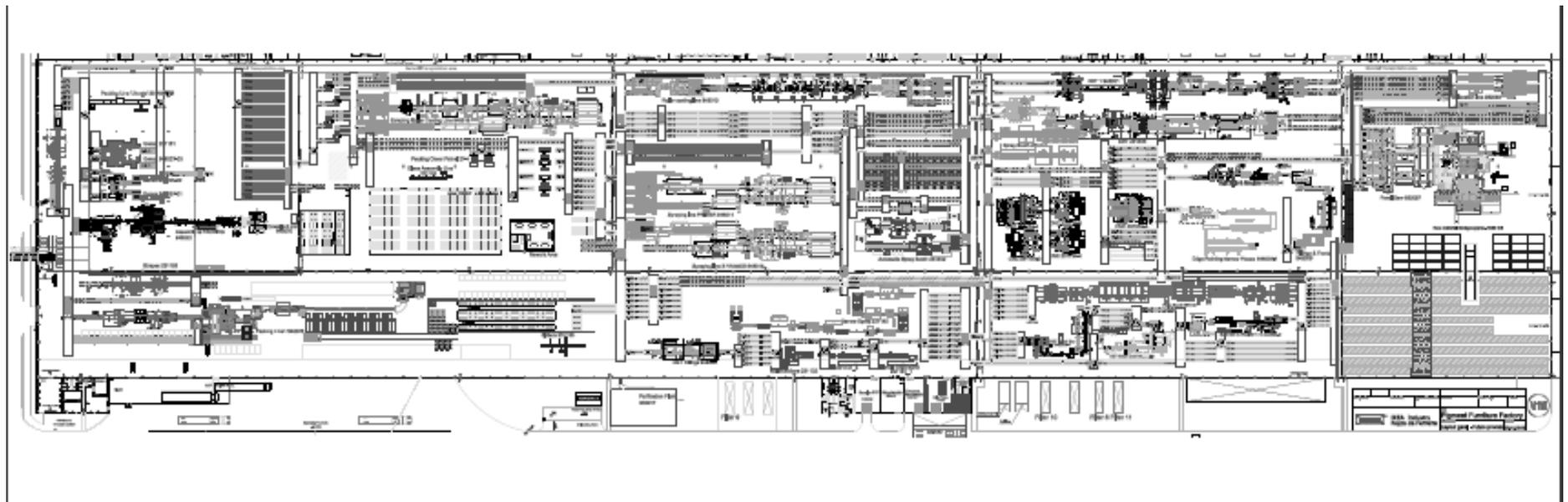
- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107 (1), 223-236.
- Apruzzese, S., & Mata, M. (2014). *Addressing the innovation Challenge in big companies*. Madrid: Innovation and Research - Telefónica I+D.
- APT. (2016). *Associação Portuguesa de Tintas*. Obtido em 08 de 10 de 2016, de Composição: <http://www.ap tintas.pt/composicao.aspx>
- Cakmakci, M. (2009). Process improvement performance analysis of the setup time reduction - SMED in automobile industry. . *The international Journal of Advanced Manufacturing Technology* , 41 (1-2), 168-179.
- Cunha, V. (2010). *Melhoria Contínua do Sistema de Controlo da Qualidade*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Gestão, P. d. (29 de abril de 2010). *LEAN THINKING - OS SETE DESPERDÍCIOS VS. ANÁLISE DE VALOR DE PROCESSOS*. Obtido em 16 de outubro de 2016, de Portal da Gestão: <https://www.portal-gestao.com/artigos/5995-lean-thinking-os-sete-desperd%C3%ADcios-vs-an%C3%A1lise-de-valor-de-processos.html>
- Hosotani, K. (1992). *The QC Problem-Solving Approach: Solving Workplace Problems the Japanese Way*. 3A Corporation.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill Education.
- Industry, S. (s.d.). *Aglomerado de Partículas*. Obtido em 08 de 10 de 2016, de Sonae Industry: <http://www.sonaeindustria.com/page.php?ctx=2,0,63>
- Kadjan, V. (2008). Total quality management & business excellence. *European Society for organisational Excellence*, 87-89.
- Kovac, M., & Kovacova, D. (2012). *Analysis of tools for lean manufacturing*. Kosice: Faculty of Mechanical Engineering - Department of Material and Technology.
- Maroco, J. (2003). *Análise Estatística com utilização do SPSS 2ªedição*. Portugal: Edições Sílabo.

- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662-673.
- Mondan, Y. (1981). *Adaptable kanban system helps toyota maintain just-in-time production*. Norcross, Georgia 13(5): Industrial Engineering .
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (1999). *Applied Statistics and Probability for Engineers 2nd*. New York: John Wiley and Sons.
- Murteira, B., Ribeiro, C., Silva, J., & Pimenta, C. (2002). *Introdução à estatística*. Lisboa: McGraw-Hill.
- Nakajima, S. (1989). *TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Nobel, A. (2016). *Wood Coatings*. Obtido em 10 de 10 de 2016, de Akzo Nobel: <https://www.akzonobel.com/corporate-product/wood-coatings>
- Nunes, J. P. (2016). *Melhoria do processo de abastecimento de consumíveis na área de pintura de uma empresa de mobiliário*. . Guimarães: Universidade do Minho.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Taylor & Francis.
- Ortiz, C. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing and Managing a Lean Assembly line*. CRC PRESS.
- Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2008). *Análise de dados para ciências sociais - A complementariedade do SPSS 5ª edição*. Portugal: Edições Sílabo.
- Reis, F. L. (2010). *Como elaborar uma dissertação de Mestrado Segundo Bolonha*. Edições Técnicas.
- Santos, J., Wysk, R., & Torres, J. (2014). *Improving Production with Lean Thinking*. John Wiley & Sons.
- Shewhart, W., & Deming, W. (1939). *Statistical Method from the Viewpoint of quality control*. Courier Corporation.
- Silva, A. (2015). *Aplicação de princípios e ferramentas Lean numa empresa de produção de cablagens*. Guimarães: Dissertação apresentada na Universidade do Minho.
- Silva, A. (Agosto de 2015). *Aplicação de princípios e ferramentas Lean numa empresa de produção de cablagens*. .

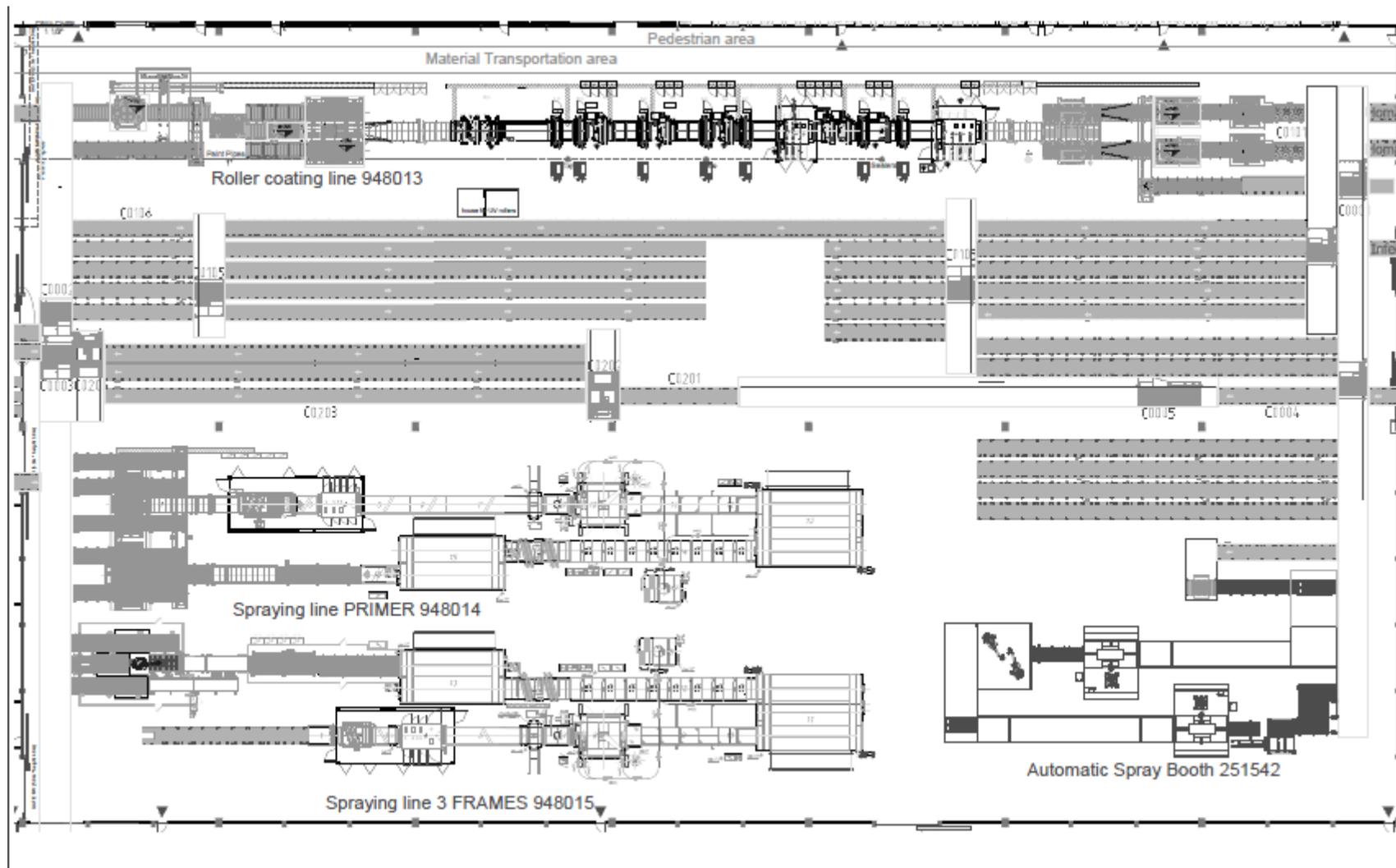
- Tajiri, M., & Goto, F. (1992). TPM implementation, a Japanese approach. .
Universidade de Michigan.
- Team, P. P. (1996). 5S for operators: Five pilars of the visual workplace. *Productivity Press*.
- Womack, J., & Jones, D. T. (1996). Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation: Simon & Schuster.
- Womack, J., Roos, D., & Jones, D. (1990). *The Machine that Changed the World*.
Scribner.

Anexos

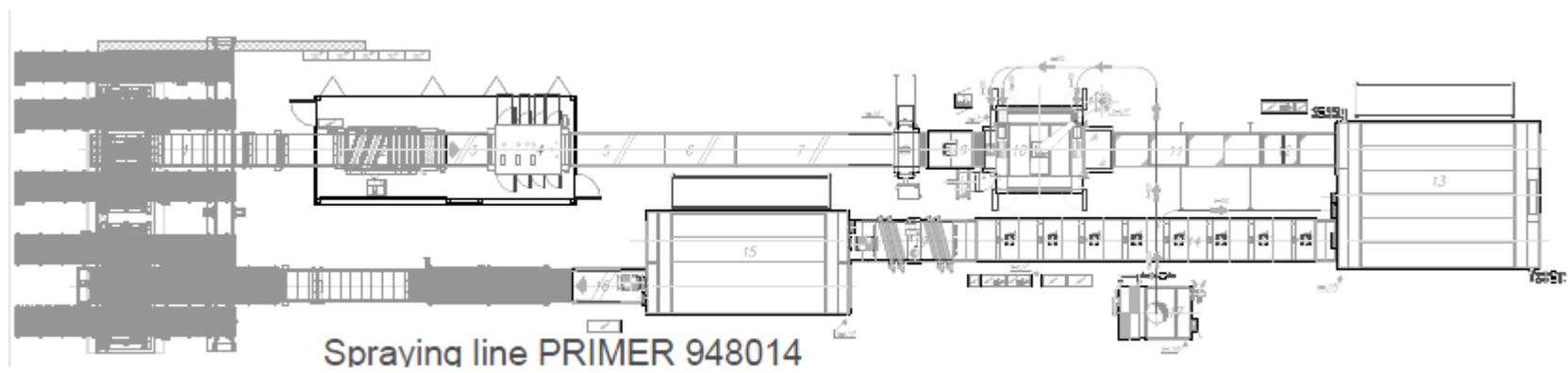
Anexo I – Layout da Fábrica *Pigment Furniture Factory (PFF)*



Anexo II – Layout sector C



Anexo III – Layout linha 14



Anexo IV – Dados das Ocorrências

	Data	Hora	Basetop	Local	Familycol	amounth	viscosity	caudalin	caudalout	HumidityBox	Temperatur	HumidityEnv	Temperatur	Painttempe	Weekday	Turnos2
1	12-NOV-2015	13:30:00	2	2	4	160,00	19,00	,00	,00	40,00	27,00	40,00	30,00	25,00	5,00	1,00
2	13-NOV-2015	10:00:00	2	1	7	160,00	19,00	9500,00	11000,00	55,00	26,00	35,00	29,00	25,00	6,00	1,00
3	17-NOV-2015	21:00:00	2	1	3	145,00	22,00	9500,00	11000,00	60,00	26,00	40,00	26,00	25,00	3,00	2,00
4	27-NOV-2015	3:30:00	2	3	7	160,00	19,00	9500,00	11000,00	45,00	27,00	40,00	27,00	25,00	6,00	3,00
5	01-DEC-2015	12:30:00	2	1	3	150,00	23,00	10000,00	11000,00	55,00	27,00	35,00	26,00	25,00	3,00	1,00
6	01-DEC-2015	17:30:00	2	3	3	150,00	23,00	10000,00	11000,00	55,00	27,00	35,00	26,00	25,00	3,00	2,00
7	03-DEC-2015	23:30:00	2	3	3	150,00	23,00	9000,00	12000,00	65,00	27,00	35,00	29,00	25,00	5,00	3,00
8	04-DEC-2015	2:00:00	2	3	7	170,00	22,00	10000,00	11000,00	65,00	27,00	35,00	29,00	25,00	6,00	3,00
9	07-DEC-2015	9:00:00	2	1	4	150,00	21,00	9000,00	11000,00	55,00	27,00	35,00	27,00	25,00	2,00	1,00
10	07-DEC-2015	11:30:00	2	3	4	150,00	21,00	9000,00	11000,00	55,00	27,00	35,00	27,00	25,00	2,00	1,00
11	09-DEC-2015	17:30:00	2	3	7	160,00	21,00	9000,00	11000,00	45,00	27,00	35,00	26,00	25,00	4,00	2,00
12	08-DEC-2015	17:30:00	2	3	3	150,00	23,00	9000,00	11000,00	40,00	25,00	35,00	25,00	25,00	3,00	2,00
13	08-DEC-2015	23:00:00	2	3	3	150,00	23,00	9000,00	11000,00	40,00	25,00	35,00	24,00	25,00	3,00	3,00
14	11-DEC-2015	2:30:00	2	3	2	150,00	20,00	9000,00	11000,00	40,00	25,00	40,00	22,00	25,00	6,00	3,00
15	11-DEC-2015	20:00:00	2	3	3	150,00	20,00	9000,00	11000,00	40,00	25,00	40,00	22,00	25,00	6,00	2,00
16	14-DEC-2015	3:00:00	2	3	3	150,00	20,00	9000,00	11000,00	40,00	25,00	35,00	28,00	25,00	2,00	3,00
17	14-DEC-2015	5:30:00	2	3	3	150,00	20,00	9000,00	11000,00	40,00	25,00	35,00	28,00	25,00	2,00	3,00
18	15-DEC-2015	8:00:00	2	3	2	150,00	23,00	9000,00	11000,00	45,00	25,00	35,00	28,00	25,00	3,00	1,00
19	16-DEC-2015	15:30:00	2	3	4	160,00	21,00	9000,00	11000,00	45,00	26,00	40,00	27,00	25,00	4,00	2,00
20	16-DEC-2015	20:00:00	2	3	4	160,00	21,00	9000,00	11000,00	45,00	26,00	40,00	27,00	25,00	4,00	2,00
21	16-DEC-2015	20:30:00	2	3	4	160,00	21,00	9000,00	11000,00	45,00	26,00	40,00	27,00	25,00	4,00	2,00
22	17-DEC-2015	17:30:00	2	3	4	160,00	21,00	8000,00	9000,00	55,00	26,00	40,00	28,00	25,00	5,00	2,00
23	17-DEC-2015	20:00:00	2	3	4	160,00	21,00	8000,00	9000,00	55,00	26,00	40,00	28,00	25,00	5,00	2,00
24	17-DEC-2015	21:00:00	2	3	4	160,00	21,00	8000,00	9000,00	55,00	26,00	40,00	28,00	25,00	5,00	2,00
25	18-DEC-2015	12:00:00	2	1	4	160,00	20,00	8000,00	8000,00	55,00	28,00	40,00	29,00	25,00	6,00	1,00
26	23-DEC-2015	18:30:00	2	1	3	140,00	23,00	8000,00	9000,00	50,00	27,00	40,00	27,00	25,00	4,00	2,00
27	05-JAN-2016	5:00:00	2	3	4	150,00	22,00	9000,00	9000,00	45,00	27,00	50,00	27,00	27,00	3,00	3,00
28	05-JAN-2016	17:00:00	2	3	4	160,00	21,00	9000,00	9000,00	45,00	27,00	45,00	27,00	27,00	3,00	2,00
29	05-JAN-2016	19:30:00	2	1	4	140,00	20,00	9000,00	9000,00	45,00	27,00	45,00	27,00	27,00	3,00	2,00

30	06-JAN-2016	12:00:00	2	1	7	140,00	20,00	9000,00	9000,00	50,00	27,00	40,00	24,00	27,00	4,00	1,00
31	06-JAN-2016	19:00:00	2	3	7	140,00	20,00	9000,00	9000,00	50,00	27,00	40,00	24,00	27,00	4,00	2,00
32	12-JAN-2016	10:30:00	2	3	3	150,00	23,00	9000,00	9000,00	50,00	28,00	40,00	23,00	26,00	3,00	1,00
33	12-JAN-2016	18:30:00	2	3	3	140,00	23,00	9000,00	9000,00	50,00	28,00	40,00	23,00	26,00	3,00	2,00
34	13-JAN-2016	11:30:00	2	3	4	150,00	22,00	8000,00	9000,00	55,00	28,00	45,00	25,00	26,00	4,00	1,00
35	14-JAN-2016	6:00:00	2	1	4	160,00	22,00	8000,00	9000,00	55,00	28,00	45,00	25,00	26,00	5,00	3,00
36	14-JAN-2016	6:30:00	2	3	4	160,00	22,00	8000,00	9000,00	55,00	28,00	45,00	25,00	26,00	5,00	3,00
37	14-JAN-2016	18:00:00	2	3	4	160,00	22,00	8000,00	9000,00	55,00	28,00	45,00	25,00	26,00	5,00	2,00
38	18-JAN-2016	4:00:00	2	3	4	150,00	22,00	8000,00	9000,00	45,00	29,00	45,00	24,00	29,00	2,00	3,00
39	20-JAN-2016	3:00:00	2	3	4	140,00	21,00	9000,00	9000,00	45,00	29,00	45,00	25,00	29,00	4,00	3,00
40	21-JAN-2016	2:30:00	2	3	7	160,00	22,00	9000,00	9000,00	45,00	29,00	45,00	25,00	29,00	5,00	3,00
41	22-JAN-2016	12:00:00	2	3	3	150,00	23,00	14000,00	13000,00	55,00	29,00	35,00	28,00	28,00	6,00	1,00
42	22-JAN-2016	13:30:00	2	3	3	150,00	23,00	14000,00	13000,00	55,00	29,00	35,00	28,00	28,00	6,00	1,00
43	30-JAN-2016	10:00:00	2	3	3	140,00	22,00	8000,00	9000,00	45,00	27,00	45,00	26,00	27,00	7,00	1,00
44	05-FEB-2016	5:00:00	2	3	4	160,00	21,00	10000,00	9000,00	55,00	27,00	50,00	24,00	27,00	6,00	3,00
45	05-FEB-2016	2:00:00	2	3	4	160,00	21,00	10000,00	9000,00	55,00	27,00	50,00	24,00	27,00	6,00	3,00
46	11-FEB-2016	23:30:00	2	3	4	160,00	22,00	9000,00	9000,00	35,00	29,00	50,00	24,00	23,00	5,00	3,00
47	16-FEB-2016	2:30:00	2	3	2	150,00	22,00	9000,00	9000,00	45,00	28,00	35,00	23,00	24,00	3,00	3,00
48	16-FEB-2016	16:00:00	2	3	11	160,00	21,00	7000,00	8000,00	40,00	29,00	40,00	25,00	25,00	3,00	2,00
49	17-FEB-2016	11:00:00	2	1	4	160,00	21,00	6000,00	8000,00	35,00	27,00	40,00	23,00	25,00	4,00	1,00
50	17-FEB-2016	16:00:00	2	2	4	160,00	21,00	6000,00	8000,00	40,00	26,00	25,00	23,00	25,00	4,00	2,00
51	17-FEB-2016	20:00:00	2	1	4	140,00	21,00	6000,00	8000,00	30,00	28,00	40,00	24,00	25,00	4,00	2,00
52	18-FEB-2016	2:00:00	2	3	4	140,00	21,00	8000,00	8000,00	30,00	28,00	40,00	24,00	25,00	5,00	3,00
53	18-FEB-2016	15:00:00	2	1	4	160,00	20,00	7000,00	8000,00	30,00	23,00	35,00	25,00	25,00	5,00	2,00
54	18-FEB-2016	15:30:00	2	3	4	160,00	20,00	7000,00	9000,00	45,00	23,00	30,00	23,00	24,00	5,00	2,00
55	19-FEB-2016	8:30:00	2	1	3	160,00	24,00	4000,00	5000,00	45,00	23,00	30,00	23,00	24,00	6,00	1,00
56	19-FEB-2016	11:00:00	2	3	3	160,00	24,00	4000,00	5000,00	45,00	23,00	30,00	23,00	24,00	6,00	1,00
57	19-FEB-2016	17:00:00	2	3	3	160,00	24,00	4000,00	5000,00	45,00	23,00	30,00	23,00	24,00	6,00	2,00
58	23-FEB-2016	2:00:00	2	3	3	150,00	20,00	7000,00	9000,00	40,00	24,00	40,00	24,00	27,00	3,00	3,00

59	24-FEB-2016	4:00:00	2	3	4	160,00	20,00	7000,00	9000,00	40,00	24,00	40,00	24,00	27,00	4,00	3,00
60	24-FEB-2016	8:30:00	2	3	4	160,00	20,00	7000,00	9000,00	40,00	24,00	40,00	24,00	27,00	4,00	1,00
61	03-MAR-2016	11:30:00	2	3	4	171,00	21,00	6000,00	,00	57,90	26,20	35,00	25,00	27,00	5,00	1,00
62	05-MAR-2016	4:30:00	2	3	3	159,00	23,00	5000,00	,00	57,90	26,20	35,00	23,00	27,00	7,00	3,00
63	05-MAR-2016	18:30:00	2	3	3	168,00	25,00	5000,00	,00	57,90	26,20	35,00	23,00	27,00	7,00	2,00
64	07-MAR-2016	1:00:00	2	3	3	169,00	26,00	6000,00	8000,00	57,90	26,20	35,00	24,00	27,00	2,00	3,00
65	07-MAR-2016	16:00:00	2	3	4	164,00	20,00	2000,00	8000,00	57,90	26,20	35,00	24,00	27,00	2,00	2,00
66	09-MAR-2016	13:30:00	2	3	4	169,00	21,00	2000,00	9000,00	52,20	25,70	35,00	26,00	24,70	4,00	1,00
67	18-MAR-2016	18:00:00	2	3	4	163,00	20,00	1000,00	10000,00	60,50	27,70	35,00	26,00	26,50	6,00	2,00
68	21-MAR-2016	15:30:00	2	2	4	157,00	21,00	4000,00	11000,00	60,50	25,00	35,00	26,00	26,30	2,00	2,00
69	23-MAR-2016	10:30:00	2	3	3	167,00	26,00	3000,00	11000,00	26,30	26,90	40,00	28,00	26,90	4,00	1,00
70	23-MAR-2016	11:00:00	2	3	3	167,00	26,00	3000,00	11000,00	26,30	26,90	35,00	27,00	26,90	4,00	1,00
71	23-MAR-2016	18:30:00	2	3	4	167,00	20,00	3000,00	11000,00	26,30	26,90	40,00	29,00	26,90	4,00	2,00
72	06-APR-2016	14:00:00	2	3	4	149,00	24,00	4335,00	11914,00	50,79	26,23	40,00	25,00	27,40	4,00	1,00
73	06-APR-2016	19:00:00	2	3	4	143,00	25,00	4180,00	13181,00	59,61	25,78	40,00	25,00	27,40	4,00	2,00
74	07-APR-2016	5:30:00	2	3	3	165,00	25,00	3917,00	13127,00	58,29	26,08	40,00	25,00	27,40	5,00	3,00
75	11-APR-2016	12:00:00	2	3	4	168,00	21,00	3484,00	13497,00	67,89	26,60	40,00	25,00	27,40	2,00	1,00
76	11-APR-2016	14:00:00	2	3	4	167,00	21,00	3690,00	13515,00	58,09	25,99	40,00	25,00	27,40	2,00	1,00
77	11-APR-2016	17:00:00	2	3	4	168,00	21,00	3853,00	13387,00	55,63	25,15	40,00	25,00	27,40	2,00	2,00
78	12-APR-2016	15:30:00	2	3	4	166,00	21,00	3915,00	12815,00	56,58	27,70	41,00	26,00	29,20	3,00	2,00
79	12-APR-2016	19:00:00	2	3	4	170,00	21,00	3431,00	13025,00	55,06	26,89	41,00	26,00	29,20	3,00	2,00
80	12-APR-2016	23:30:00	2	3	4	148,00	21,00	2824,00	12763,00	58,62	26,81	41,00	26,00	29,20	3,00	3,00
81	13-APR-2016	23:30:00	2	3	7	160,00	20,00	5000,00	12866,00	54,89	26,15	41,00	26,00	29,20	4,00	3,00
82	18-APR-2016	22:00:00	2	3	4	163,00	20,00	4215,00	13012,00	55,02	26,75	43,00	26,00	28,10	2,00	2,00
83	19-APR-2016	15:00:00	2	3	3	166,00	24,00	3152,00	13123,00	56,12	26,90	43,00	26,00	28,10	3,00	2,00
84	03-MAY-2016	8:30:00	2	1	4	165,00	20,00	9120,00	13005,00	50,00	27,00	25,00	28,00	29,80	3,00	1,00
85	20-MAY-2016	20:00:00	2	3	1	163,00	25,00	9030,00	13112,00	54,60	27,00	26,00	30,00	29,00	6,00	2,00
86	02-JUN-2016	7:30:00	2	3	4	169,00	21,00	9120,00	13095,00	55,90	29,10	38,00	32,00	29,80	5,00	1,00
87	14-JUN-2016	9:00:00	2	3	4	166,00	20,00	9050,00	14150,00	54,00	30,00	43,00	30,00	29,80	3,00	1,00
88	15-JUN-2016	9:30:00	2	3	4	167,00	20,00	8492,00	13746,00	56,00	27,00	45,00	28,00	28,60	4,00	1,00
89	20-JUN-2016	8:00:00	2	3	3	164,00	21,00	9023,00	14005,00	55,00	28,20	43,00	34,00	29,80	2,00	1,00
90	20-JUN-2016	11:00:00	2	3	3	163,00	19,00	9030,00	13995,00	54,60	27,40	43,00	32,00	29,00	2,00	1,00
91	11-JUL-2016	7:00:00	2	3	3	170,00	20,00	8073,00	14780,00	56,82	24,50	41,10	31,50	34,90	2,00	1,00
92	12-JUL-2016	12:30:00	2	3	3	165,00	19,00	8025,00	15369,00	57,82	24,60	35,40	33,10	36,90	3,00	1,00
93	14-JUL-2016	14:00:00	2	3	3	167,00	19,00	8136,00	14992,00	57,91	24,60	33,30	34,10	36,40	5,00	1,00
94	15-JUL-2016	14:00:00	2	3	4	164,00	20,00	7952,00	14997,00	55,87	24,50	29,10	33,60	36,40	6,00	1,00

Anexo V – Instrução de trabalho para preenchimento dos gráficos

Instrução de preenchimento dos Gráficos do Diferenças

1º Gráfico

O primeiro gráfico a ser preenchido é o gráfico com o título "**Gráfico de Ocorrências**"

Todos os gráficos têm em comum o eixo de coordenadas (*eixo do x*) que diz respeito ao "**dia**".

É a partir deste gráfico que fica definido o **número da ocorrência** a registar.

Ocorrência – Sempre que têm de efetuar alguma ação corretiva (Por exemplo: correção de parâmetros:

O número da ocorrência é sequencial devendo ser sempre o número imediatamente a seguir ao anteriormente registado.

O número com que é registada uma ocorrência no **Gráfico de Ocorrências** tem de ser utilizado no preenchimento dos restantes gráficos.

Registos de Gramagem e Viscosidade

Sempre que se verifique uma ocorrência deverão registar, com o número da ocorrência e no respetivo dia, quais os valores de viscosidade e gramagem que estão a utilizar.

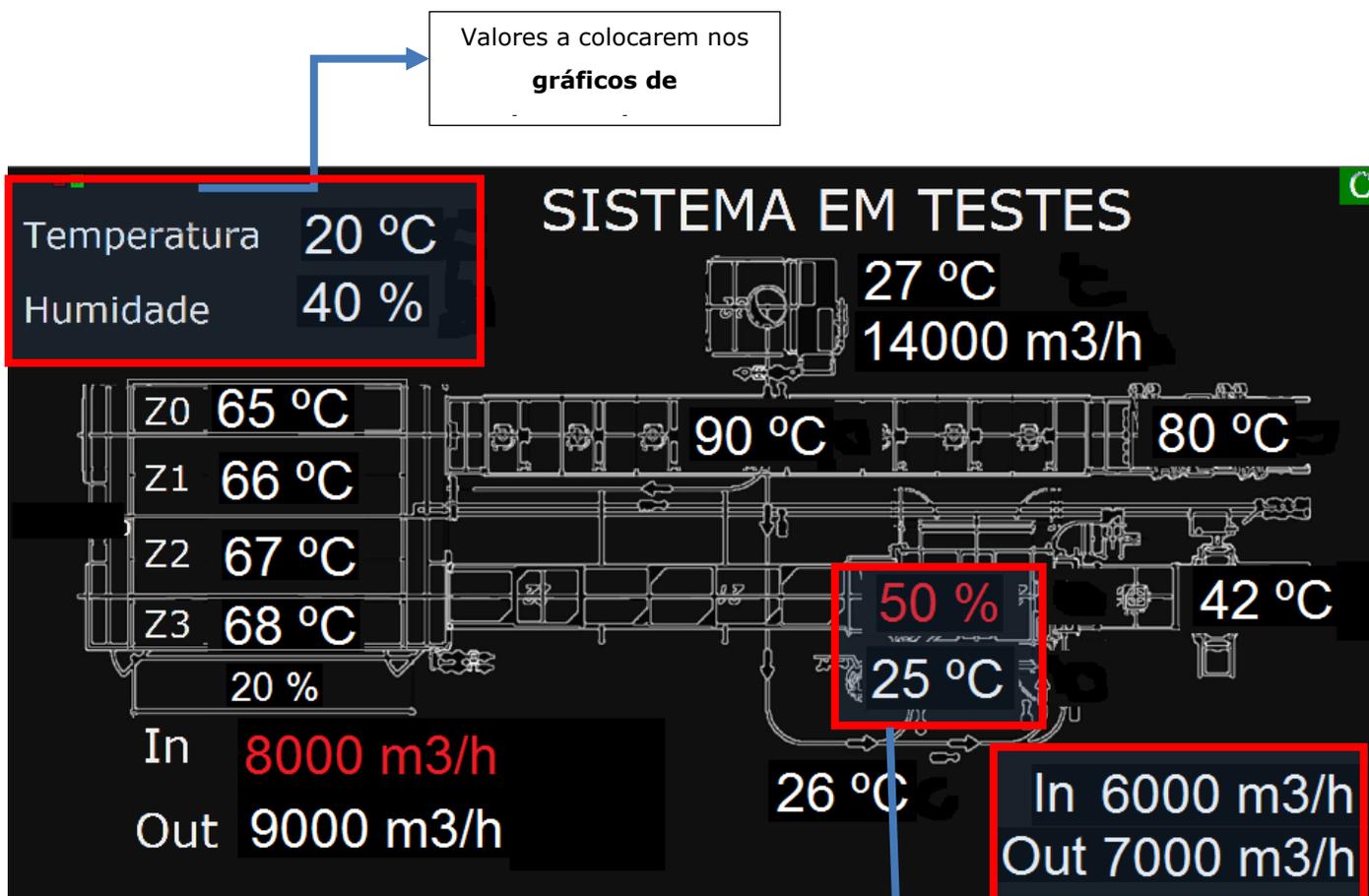
Registos de BASE/ TOP

Sempre que se verifique uma ocorrência deverão registar, com o número da ocorrência e no respetivo dia, se estão a dar Base ou TOP.

Registos de Cor/ Família

Sempre que se verifique uma ocorrência deverão registar, com o número da ocorrência e no respetivo dia, qual a cor e família que estão a pintar.

Valores do OPC para registo nos Gráficos



Valores a colocarem nos gráficos de

Valores a colocarem nos gráficos de

Valores a colocarem nos gráficos de caudal IN/ OUT da BOX

Registos do local de deteção de Impurezas

1. **Saída da linha:** quando as impurezas forem detetadas à saída da linha, deverão ser preenchidos, pelos operadores da linha 14, todos os gráficos, **exceto** os gráficos de caudal in/ out box; humidade e temperatura box; humidade e temperatura ambiente;
2. **Saída da Box:** quando as impurezas forem detetadas à saída da BOX, deverão ser preenchidos todos os gráficos pelos operadores da linha 14.

Mesas de Inspeção Visual

3. **Inspeção visual:** quando as impurezas forem detetadas nos postos de inspeção visual, deverão ser só preenchidos os gráficos de **ocorrência, cor/ família e localização:**

3.1. O que é uma "Ocorrência"? – sempre que na inspeção visual detetem numa OP mais de 30 peças com impurezas.

Nota: Estas OP'S referem-se somente às que são produzidas na **linha 14**.

3.2. Gráfico de ocorrências – Neste gráfico os operadores devem colocar a data e hora em que a OP foi pintada (seguir pela folha da Ordem de Produção – OP). As restantes instruções encontram-se na 1ª página.

3.3. Gráfico de cor/ família – Sempre que se verifique uma ocorrência deverão registar, com o número da ocorrência e no respetivo dia, qual a cor e família da OP que estão a verificar.

3.4. Gráfico de Localização – neste gráfico só preenchem no local onde diz *INSPEÇÃO VISUAL*, com o número da ocorrência e no respetivo dia.

3.5. BASE/TOP – No caso da inspeção visual, preenchem sempre como sendo TOP, com o número da ocorrência e no respetivo dia.

1. – Agenda

- Propósito;
- Enquadramento das atividades;
- Metodologia utilizada;
- Atividade prática;
- Análise de dados;
- Conclusões;

2. – Propósito

- Redução dos níveis de outsourcing associado ao defeito impurezas;
- Monitorização dos parâmetros, a fim de perceber quais os que influenciam o processo de pintura;
- Identificar desvios ao processo;
- Criar consciência de qualidade.

2.1. – Propósito da formação

- Perceber a importância do cumprimento dos standards para garantir a qualidade do produto;
- Execução de um *PROCESS CONFIRMATION*;
- Recolha de dados;

3. – Enquadramento das atividades

- Definição do problema;
 - Equipa
 - Variáveis monitorizadas
 - Definição da linha
 - Elaboração das instruções de trabalho de preenchimento dos gráficos, por parte dos operadores
 - Dar formação aos operadores
- Recolha de dados por parte do operador;
 - Base de dados;
 - Resultados;
- Circuito do Elefante e preenchimento do questionário
- Formação: Recolha de dados e Process confirmation

Anexo VI – Questionário

Inquérito Impurezas			 IKEA Industry Paços de Ferreira
1	Sim	Não	
Viste impurezas?			
2	Indica o local com o número presente no guião. Explica em poucas palavras o que observas-te.		
Onde viste as impurezas?			
Chama um operador!!! Se realmente encontras-te uma impureza, reclama o teu pin. Se não encontras-te impurezas, não desistas e volta a tentar!!!			
3	Sim	Não	
Chamas-te algum operador?			
4	Sim	Não	
O operador confirmou que eram mesmo impurezas?			
5			
De onde achas que são provenientes estas impurezas?			
6			
Na tua opinião, o que se pode melhorar?			
Se te lembrares de mais alguma sugestão, vem ter connosco junta-te à EQUIPA , e partilha as tuas ideias!!!			

