

# Mestrado Integrado em Engenharia Química

## *Produção de Scrap na Pigment Furniture Factory: Análise e ações mitigadoras*

### Tese de Mestrado

de

Carlota Pinto de Gouveia Pestana da Silva

Desenvolvida no âmbito da unidade curricular de Dissertação

realizado na

IKEA Industry Portugal, Lda.



IKEA Industry  
Paços de Ferreira

Orientador na FEUP: Professor Doutor Fernão Magalhães

Orientador na na IKEA Industry: Eng<sup>a</sup>. Mónica Ribeiro



Universidade do Porto  
Faculdade de Engenharia

**FEUP**

Departamento de Engenharia Química

**Junho de 2014**

Aos meus Pais, Avós e Irmãos,

*“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.”*

Fernando Pessoa

---

## Agradecimentos

Chegou a hora de recordar todo o percurso que me trouxe até aqui, e de agradecer a todos aqueles que me ajudaram a ultrapassar as dificuldades que encontrei.

Ao Professor Doutor Fernão Magalhães agradeço a total disponibilidade, a paciência e compreensão com que sempre me escutou, bem como os experientes conselhos com que me soube orientar.

À Eng.<sup>a</sup> Mónica Ribeiro, Responsável de Qualidade na IKEA Industry, agradeço a oportunidade que me concedeu para realizar nesta unidade industrial este trabalho de dissertação. Líder amiga, motivada e conhecedora, capaz de congrega todos os seus subordinados para objetivos comuns, a Eng.<sup>a</sup> Mónica Ribeiro é uma referência que nunca esquecerei. O seu acompanhamento e sugestões favoreceram grandemente a qualidade do presente trabalho.

À Elisabete Costa e à Sandra Dias, minhas companheiras de gabinete, agradeço a permanente disponibilidade para esclarecerem as minhas dúvidas e a forma amiga como sempre me trataram. A elas devo, em grande medida, a extrema simpatia com que fui recebida na Ikea Industry e a rapidez com que me passei a sentir parte integrante do Departamento da Qualidade da PFF.

Ao Hugo Fernandes, pela sua amizade e companheirismo.

A todo o Departamento da Qualidade, à Maria, Daniela, Armindo, Joaquim, Tiago, Rosa e Carla que, na ausência de livros para consulta, foram as grandes fontes de informação para este trabalho.

Aos meus amigos, cujo apoio e incentivo tanto me confortou.

Por fim e acima de todos, à minha Mãe, ao meu Pai, aos meus Avós, aos meus Irmãos e minha Irmã, agradeço a compreensão, ajuda, carinho e a confiança que em mim sempre depositaram.

---

## Resumo

Na presente dissertação é apresentado o trabalho que, entre os meses de fevereiro e junho de 2014, foi desenvolvido pela autora na *Pigment Furniture Factory* (PFF). Este trabalho teve como objetivo contribuir para a diminuição da percentagem de peças de *scrap* resultantes do processo produtivo.

Foram efetuadas análises do *scrap* produzido, em termos das famílias de mobiliário e das linhas de produção envolvidas. Os resultados destas análises permitiram selecionar os objetos de intervenção corretiva.

Para a família de mobiliário selecionada (a Birkeland Doors) a escolha das ações corretivas a implementar resultou da observação direta do processo produtivo. Para a definição das ações corretivas a implementar nas linhas de produção selecionadas foi utilizada a metodologia *Root Cause Problem Solving* (RCPS).

Neste trabalho são também propostas ações corretivas pontuais resultantes do conhecimento detalhado, entretanto conseguido, do processo produtivo, bem como da experiência obtida na utilização das bases de dados em uso na PFF.

Para algumas destas ações foi já possível avaliar a eficácia, sendo os resultados obtidos claramente positivos.

**Palavras Chave:** Qualidade, RCPS, Gestão, Produção

---

## Abstract

It is shown at the present approach the work that, between February and June 2014, was developed by the author at the *Pigment Furniture Factory* (PFF). This work contributes to the rate decreasing of *scrap* pieces, out coming from the productive process. Analyses have been done from the produced *scrap*, having in mind the furniture families and the production lines involved. These outcome analyses have allowed a corrective selection of the study objects intervention.

On the one hand, it was by the direct observation of the productive process that the corrective actions to the selected furniture family (Birkeland Doors) have been chosen. On the other hand, the *Root Cause Problem Solving* (RCPS) methodology, has been used to choose the corrective actions in the selected lines of production.

In this work, other eventual corrective actions are also proposed, resulting from the detailed knowledge achieved, in the meantime, from the productive process, as well as the experience used in the data bases of the PFF.

It has already been possible to estimate the efficiency for some of these actions, being clearly positive the results obtained.

**Key words:** Quality, RCPS, Management, Production

---

## Declaração

Declara, sob compromisso de honra, que este trabalho é original e que todas as contribuições não originais foram devidamente referenciadas com identificação da fonte.

---

# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1	Enquadramento e Apresentação do Projeto .....	1
1.2	Apresentação da Empresa (opcional) .....	2
1.3	Organização da Tese .....	4
1.4	Nomenclatura da dissertação.....	4
<b>2</b>	<b>Contextualização do processo produtivo.....</b>	<b>5</b>
2.1	Matérias-primas .....	6
2.1.1	Aglomerados de partículas de madeira .....	6
2.1.2	Aglomerado de fibras de madeira de média densidade .....	7
2.2	Produtos finais.....	8
2.2.1	Birkeland Door .....	8
2.2.2	New Hemnes .....	10
2.2.3	Kitchen Fronts .....	12
2.3	Maquinagem.....	14
2.4	Pintura .....	17
<b>3</b>	<b>Descrição Técnica.....</b>	<b>23</b>
3.1	Análise de dados .....	23
3.2	Implementação de ações .....	24
3.3	Instrução de tratamento de <i>scrap</i> .....	25
<b>4</b>	<b>Análise do <i>scrap</i> produzido .....</b>	<b>26</b>
4.1	Análise global .....	26
4.2	Análise por famílias de mobiliário .....	27
4.3	Análise por linhas de produção.....	28
<b>5</b>	<b>Propostas de ações corretivas .....</b>	<b>33</b>
5.1	Ações corretivas por famílias .....	33
5.1.1	Birkeland Doors.....	33
5.1.1.1	Cartões .....	33

---

5.1.1.2	Cintagem de paletes .....	35
5.1.1.3	Melhorias na linha L20 .....	36
5.1.1.4	Melhorias na linha L22 .....	36
5.1.1.5	Análise de resultados .....	38
5.1.2	Kitchen Fronts .....	39
5.2	Ações corretivas por linhas de produção .....	41
6	Outras ações .....	45
6.1	Análises, diárias e semanais, da produção de <i>scrap</i> .....	45
6.2	Implementação de auditorias ao <i>scrap</i> .....	45
6.3	Instrução de tratamento de produto não-conforme ( <i>scrap</i> ).....	46
7	Conclusões .....	47
7.1	Objetivos realizados.....	49
7.2	Limitações e Trabalho Futuro .....	50
7.3	Apreciação final .....	50
8	Referências .....	51
9	Anexos	

## Glossário

*Peças inteiras*: unidades comercializáveis, constituídas por um ou mais *componentes*.

*Componentes* (ou *peças*): partes integrantes de peças inteiras;

*Linha de produção*: associação de uma ou mais máquinas cujo produto final é um *componente*.

*Scrap*: componente não-conforme com defeito irre recuperável.

*Retrabalho* (*rework*): componente não-conforme cujos defeitos foram corrigidos.

## Lista de Siglas

PFF	<i>Pigment Furniture Factory</i>
NHC2/8	<i>New Hemnes Chest (2, 3, 6 e 8 gavetas)</i>
ST	<i>Standard</i>
MDF	<i>Medium Density Fibreboard</i>
UV	<i>Ultravioleta</i>
IV	<i>Infravermelho</i>
NOK	<i>Não OK</i>
FY	<i>Fiscal Year</i>
DR	<i>Deep Routing</i>
CNC	<i>Computer Numerical Control</i>

# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento e Apresentação do Projeto

Os trabalhos objeto desta dissertação decorreram em ambiente industrial, na *Pigment Furniture Factory* (PFF) da IKEA Industry, de fevereiro a junho de 2014.

Os dados referentes ao ano fiscal de 2013 mostram que 18% da produção total foi constituída por peças rejeitadas: 2,9% de *scrap* e 15,1% de peças para retrabalho (*rework*). A PFF estabeleceu como objetivo de peças rejeitadas para o ano fiscal de 2014 a percentagem de 2,33% para *scrap* e 8,9% para retrabalho. Estes objetivos foram calculados tendo em consideração os valores de peças rejeitadas referentes a 2013 e o volume de produção (excluindo defeitos) estimado para 2014.

No início de fevereiro de 2014 já era evidente que o objetivo estabelecido para o volume de *scrap* não iria ser atingido. Neste mês, a frequência relativa acumulada de *scrap* era de 2,8%. Impunha-se, por isso, desenvolver um conjunto de ações que, a médio prazo, pudessem contribuir para aumentar a eficiência e a qualidade dos processos produtivos. É neste contexto que se deve enquadrar o presente trabalho.

Os objetivos, estabelecidos pela responsável do Departamento da Qualidade da PFF, para esta dissertação foram:

- a) Análise de *scrap*, principais defeitos, principais linhas e principais referências;
- b) Análise de causas raiz de problemas usando as ferramentas da Qualidade;
- c) Criação de planos de ações e respetivo seguimento;
- d) Reduzir os níveis de *scrap* na fábrica;

Para atingir estes resultados foi estabelecido um plano em três fases encadeadas, a saber:

- I. Familiarização com a estrutura fabril e com o processo produtivo;
- II. Análise do *scrap* produzido, em termos de famílias de mobiliário e de linhas de produção;
- III. Proposta de ações corretivas.

---

A familiarização com o processo produtivo ocupou grande parte do tempo despendido com os trabalhos desta dissertação. Tratou-se de um período aparentemente não produtivo, mas essencial, já que permitiu que a autora desta dissertação se entrosasse com o dia-a-dia da unidade produtiva. Esta aprendizagem revelou-se fundamental nas restantes fases do plano.

A análise do *scrap* produzido permitiu detetar a família de mobiliário, e as linhas de produção, responsáveis pelas maiores percentagens de *scrap*. Desta forma se selecionaram os alvos das ações corretivas a definir na terceira e última fase do plano.

Em termos de famílias de mobiliário, as ações corretivas propostas dirigiram-se à Birkeland Doors. Estas ações resultaram da observação direta do processo de fabrico, atuando fundamental sobre o tipo de defeito “peças partidas”. Já para as linhas de produção a metodologia utilizada foi completamente diferente: foi empregue o RCPS - *Root Cause Problem Solving*. Para esta análise foram efetuadas sessões de *brainstorming*, nas quais participaram os operadores das linhas de produção, representantes do Departamento de Processos, representantes do Departamento de Manutenção e técnicos do Departamento de Qualidade.

Os resultados disponíveis à data da conclusão deste trabalho de dissertação são promissores. De um modo geral, as ações corretivas já implementadas permitiram diminuir as percentagens de *scrap*. Existe mesmo um resultado particularmente significativo, relacionado com a Birkeland Doors: esta gama deixou de ser a principal responsável pela produção de *scrap*.

## 1.2 Apresentação da Empresa (opcional)

O nome IKEA combina as iniciais do fundador da IKEA, Ingvar Kamrad (**IK**), com as primeiras letras dos nomes da quinta e da aldeia onde cresceu - Elmtaryd e Agunnaryd (**EA**). O Grupo IKEA é um grupo de empresas privadas, de origem sueca, gerido por uma fundação registada na Holanda (StichtingINGKA), especializado na venda de móveis domésticos de baixo custo. A sua visão é “criar um melhor dia a dia para a maioria das pessoas”, tornando isso possível através da oferta de uma vasta gama de produtos mobiliários para a casa, funcionais e de *design* atrativo, a preços tão baixos que estão ao alcance de todos. O seu conceito de negócio assenta no *design* democrático que oferece uma combinação entre forma, função, qualidade e sustentabilidade a um preço acessível à maioria das pessoas e não apenas a algumas. Foi

este conceito que revolucionou o setor de retalho de mobiliário no início da década de 50 do século XX. Atualmente, o sucesso da organização é sustentado pelos números. Em 2013, 684 milhões de pessoas visitaram as suas 316 lojas em 26 países, o que se traduziu num volume de vendas de 27,8 mil milhões de euros. O Grupo IKEA opera em toda a cadeia de valor, desde a estratégia da gama e desenvolvimento de produto à produção, distribuição e retalho, através de 28 escritórios de compras em 24 países; 32 centros de distribuição e 11 centros de distribuição ao cliente em 16 países; 44 unidades de produção, integradas na IKEA INDUSTRY, em 11 países (Suécia, Alemanha, Rússia, China, EUA, Polónia, Portugal, Letónia, Hungria, Eslováquia e Ucrânia) e 1 046 fornecedores de decoração para a casa em 52 países. Através desta cadeia de produção, distribuição e comercialização, que abarca 135 000 colaboradores, circulam cerca de 9500 produtos. Em cada ano, o Grupo IKEA lança aproximadamente 2 000 novos produtos no mercado. Cerca de 60% da sua produção tem origem na Europa, encontrando-se os restantes 40% espalhados pelo resto do globo. Vendas e compras são, igualmente, dominadas pela Europa, com 69% e 60%, respetivamente. Alemanha (14%), Estados Unidos (12%), França (9%), Rússia (7%) e Suécia (5%) são os campeões de vendas dos produtos IKEA. Por sua vez, a multinacional sueca regista maior volume de compras na China (23%), Polónia (18%), Itália (8%), Suécia (6%) e Lituânia (4%).

A principal finalidade da IKEA INDUSTRY é a produção de mobiliário para satisfazer as necessidades de procura do Grupo IKEA. Os dez valores pelos quais se rege são os seguintes: 1-Liderança pelo exemplo; 2-Simplicidade; 3-Esforço para conhecer a realidade; 4-Estar constantemente no “caminho”; 5-Consciência de custo; 6-Desejo constante de mudança; 7-Humildade e força de vontade; 8-Atrever a ser diferente; 9-Espírito de união e entusiasmo; 10-Aceitar e delegar responsabilidades. Apesar de o seu principal objetivo ser a produção de mobiliário para o Grupo IKEA, este último não possui qualquer contrato de exclusividade com a IKEA INDUSTRY, podendo, caso encontre uma proposta mais vantajosa que satisfaça as suas exigências, optar por outras unidades produtivas. Desta forma, o Grupo IKEA mantém num patamar elevado a competitividade e a constante procura de preços mais económicos, o que acaba por se refletir no custo final do produto apresentado aos clientes.

Atualmente, existem três fábricas no Complexo Industrial de Paços de Ferreira e três lojas situadas em Alfragide, Matosinhos e Loures. A IKEA INDUSTRY Portugal, antiga SWEDWOOD, foi fundada em 2007. Em 2013, todo o grupo sofreu uma reestruturação que teve como resultado a fusão da IKEA INDUSTRY com os grupos Swedwood, Swedspan e IKEA Industry, Investment & Development. O complexo industrial em território nacional situa-se na zona de Seroa, no concelho de Paços de Ferreira, e ocupa uma área de 210.000 m<sup>2</sup>, estando dividida em 2 pólos: BOF (*Board On Frame*) e PFF (*Pigment Furniture Factory*) e um armazém, denominado *warehouse*. A BOF é composta por duas fábricas, a *Lacquer & Print* e a *Foil*, estando mais

direcionada para a produção de mobiliário leve de arrumação (estantes e mesas). O pólo PFF encontra-se mais vocacionada para mobiliário de quarto e frentes de cozinhas (portas de armários, cómoda e portas de frentes de cozinha). As três unidades fabris representam 1 500 postos de trabalho. A matéria-prima adquirida no mercado nacional supera os 50%. A maior parte da produção da IKEA Industry Portugal, cerca de 92%, é exportada. Os países de destino são Austrália, Canadá, China, Estados Unidos, França, Japão, Malásia e Singapura.

### 1.3 Organização da Tese

Esta dissertação está organizada em oito capítulos, a saber:

- I. Introdução (aquele em que nos encontramos)
- II. Contextualização do processo produtivo (matérias primas utilizadas, descrição das gamas de mobiliário, dos componentes utilizados, etc.)
- III. Descrição técnica (descrição das ferramentas informáticas e das metodologias utilizadas)
- IV. Análise do *scrap* produzido (análise global, por famílias de mobiliário e por linhas de produção)
- V. Propostas de ações corretivas (por famílias de mobiliário e por linhas de produção)
- VI. Outros trabalhos (ações propostas que, embora não sejam ações corretivas, têm potencial para vir a diminuir a produção de *scrap*).
- VII. Conclusões (objetivos realizados, limitações e trabalho futuro, apreciação final)
- VIII. Referências

### 1.4 Nomenclatura da dissertação

A nomenclatura utilizada ao longo desta dissertação é a nomenclatura utilizada pela empresa, a qual poderá não corresponder sempre à usual no contexto da indústria do mobiliário de derivados de madeira.

## 2 Contextualização do processo produtivo

A *Pigment Furniture Factory* (PFF) fabrica mobiliário de quarto e de cozinha. Os diferentes componentes produzidos pertencem a três grandes famílias de mobiliário: Kitchen Fronts, Birkeland Doors e New Hemnes. A gama Utrusta são apenas gavetas interiores. As peças inteiras da Birkeland Doors (portas) e New Hemnes (cômodas) resultam da associação de diversos componentes distintos. Situação contrária ocorre com a gama Kitchen Fronts na qual apenas são produzidas peças inteiras (frentes de gavetas, portas de armários de cozinha, etc.).

Esta unidade industrial está dividida em três setores: maquinagem, pintura e embalagem. A matéria-prima quando chega à fábrica, em placas de grandes dimensões, inicia o seu processo produtivo na maquinagem. Neste setor são feitos essencialmente, os cortes longitudinais e transversais dessas placas, furações e o *design* ou perfil característico da peça. A peça segue então para o setor da pintura para o acabamento superficial e posteriormente para a embalagem. Nesta última fase do processo, os componentes são embalados e no caso da gama Birkeland Doors é efetuada a montagem dos diferentes componentes que a constituem. O *layout* da fábrica e a designação das linhas de produção encontram-se no Anexo 1. Nesta dissertação as linhas de produção serão identificadas com a notação Lxx, representando xx os dois últimos algarismos do código de linha de produção apresentado no Anexo 1.

Durante o processo produtivo podem ocorrer problemas que levam à rejeição do produto devido à magnitude e localização dos defeitos das peças. Estas peças rejeitadas podem ser caracterizadas como irrecuperáveis, *scrap*, ou passíveis de aproveitamento, sujeitas então a processos de retrabalho (*rework*). No ano fiscal de 2013 a quantidade de peças rejeitadas em função da quantidade de peças produzidas foi de 18%, dos quais 2.90% corresponde a peças de *scrap* e o restante a peças de *rework*. O objetivo de *scrap* estipulado para o ano fiscal de 2014 (FY14) foi de 2.33% e o de *rework* 8.90%, valores estabelecidos tendo em consideração os valores de desperdícios referentes a 2013 e o volume de produção (excluindo defeitos) estimado para 2014.

O material na PFF pode ser dividido em três categorias: matérias-primas, *semifinished* e *finished goods*. O *semifinished* inclui *work in process* (WIP), peças em processamento na maquinagem/pintura e *stock*, produtos acabados no *buffer* para posterior embalagem. Os *finished goods* são produtos embalados e paletizados que aguardam expedição no armazém para as lojas IKEA.

O enfoque deste caso de estudo será nos produtos *semifinished* uma vez que problemas de matérias-primas são reportados aos fornecedores e espera-se que os *finished goods* estejam

isentos de imperfeições. Assim, será feita uma breve descrição das matérias-primas e das secções de pintura e maquinagem.

## 2.1 Matérias-primas

A indústria da madeira desenvolveu derivados como alternativa ao uso da madeira maciça. Embora a madeira seja um produto natural e renovável não é inesgotável, sendo fundamental uma gestão adequada dos seus recursos e explorações florestais.

Os derivados resultam da desintegração da madeira e sua posterior agregação, maioritariamente sob pressão e adição de outras substâncias (resinas sintéticas, aglutinantes minerais e aditivos semelhantes). São utilizados como matéria-prima sobretudo na indústria da construção e do mobiliário.

As vantagens da utilização de placas de derivados de madeira são a facilidade de transformação (redução de desperdícios lenhosos, aproveitamento de espécies florestais secundárias e rápida adaptação às exigências do mercado), propriedades físico-mecânicas (produtos mais homogêneos, boa relação resistência/peso), flexibilidade dimensional (estabilidade dimensional e disponibilidade de maiores dimensões). Na indústria do mobiliário os aspetos estéticos e custos de maquinação são os principais critérios de avaliação de qualidade.

Na PFF as matérias-primas utilizadas são placas de derivados de madeira fornecidas pela Sonae Industria especificamente o aglomerado de partículas, aglomerado de partículas revestido de papel melamínico e o aglomerado de fibras de média densidade. No Anexo 2 estão fotografias das matérias-primas utilizadas.

O defeito na PFF mais comum nas matérias-primas é o empeno do MDF ou a existência de poros. Porém, estes problemas são reportados ao fornecedor que geralmente se responsabiliza pelo prejuízo.

### 2.1.1 Aglomerados de partículas de madeira

Apesar de ser um dos derivados de madeira mais comum e mais económico, é também um dos mecanicamente mais fracos. São placas compostas por partículas de madeira de dimensões heterogêneas, secas e unidas por uma resina sintética (ureia-formaldeído) sob o efeito de pressão e temperatura. As partículas finas ficam nas faces tornando as camadas externas mais densas, enquanto o centro possui as mais grossas, garantindo a estabilidade da placa. Esta característica torna a superfície menos porosa e capaz de receber diversos acabamentos, sejam tintas e vernizes ou folhas de madeira e papel.

Tem aplicações em carpintaria e mobiliário (portas, móveis, divisórias e rodapés) e na construção (base de coberturas, paredes interiores, divisórias e tetos falsos). Não é

aconselhado o uso deste material em cozinhas e casas de banho ou no exterior pois não apresenta grande resistência à humidade e exposições solares.

As suas características técnicas aumentam a possibilidade de esfarelamento do aglomerado de partículas com o uso de dobradiças e parafusos inadequados e não permitem fresagens na superfície.

Na PFF para além das placas cruas é utilizado o aglomerado de partículas revestido com papel melamínico. Este é um papel decorativo impregnado na face com resinas melamínicas conferindo uma superfície completamente vedada, dura e resistente ao desgaste superficial.

Para revestir as laterais a PFF usa uma orla (*edge band*) com base de polipropileno.

### 2.1.2 Aglomerado de fibras de madeira de média densidade

O aglomerado de fibras de madeira de média densidade, ou *Medium Density Fibreboard*, MDF, é um dos aglomerados de madeira que melhor substituí a madeira maciça. Em particular, na PFF é usado em todas as famílias de mobiliário fabricadas e em geral, na indústria tem aplicações tais como portas, revestimentos de paredes, expositores de lojas, rodapés e molduras.

Uma das maiores vantagens da utilização deste material face ao aglomerado de partículas é a sua homogeneidade, em toda a espessura da placa, aumentando a sua estabilidade dimensional quando ocorrem variações da humidade relativa do ar.

As placas de MDF são produzidas em máquinas pressurizadas onde a matéria-prima sofre processos de cozimento, desfibração e secagem e adquirem a sua elevada resistência através da adição de uma cola à base de resina sintética sob o efeito de pressão e temperatura. São caracterizadas por altas prestações mecânicas, alta maquinabilidade e homogeneidade concedida pela distribuição uniforme e compacta das fibras ao longo da espessura de MDF.

A sua disponibilidade de espessuras, de 1,8 mm a 60 mm, confere uma ampla gama de densidades que pode variar dos 600 aos 1000 kg/m<sup>3</sup> sendo que normalmente as placas de menor espessura (MDF fino) têm maior densidade que as placas de espessura mais elevada (MDF grosso)

A produção de MDF consiste na transformação de madeira sob diversas formas (rolaria, troncos pequenos, estilha, costaneiros e outros subprodutos de serração) em placas resistentes de fibras de madeira. As espécies de matéria-prima podem ser tanto folhosas como resinosa e assim a escolha é feita com base na que existe em mais abundância e ao mesmo tempo mais económica. O eucalipto (folhosa - *hardwood*) e o pinho (resinosa - *softwood*) são as opções mais frequentes nas indústrias da Península Ibérica.

---

## Tipos de MDF

O MDF pode ser caracterizado física, química e mecanicamente (densidade, teor em formaldeído, resistência à tração e inchamento) o que explica a variada gama de produtos. A diferenciação e desenvolvimento deste material para satisfazer as necessidades específicas de algumas aplicações, implica alterações do processo de produção como por exemplo utilização de diferentes tipos de resina, químicos, métodos de formação e prensagem.

O MDF *Standard* (ST) é o tipo de placa de maior utilização na PFF, designadamente em peças planas. Já o MDF *Deep Routing* (DR) é o tipo de placa consumido no fabrico da gama Kitchen Fronts (portas e gavetas de cozinha) cujo desenho incluía a fresagem do núcleo do MDF (feito na linha L33 e L34), por possuir uma maior densidade e elevada tração.

### 1. *Standard*

É o tipo de MDF mais requerido e o que tem a gama de espessuras mais alargada. O painel apresenta uma superfície lisa, compacta e homogénea ideal para o mobiliário em geral, urnas, molduras, aros e decoração. A resina utilizada é ureia-formaldeído.

### 2. *Deep Routing*

Foi desenvolvido para satisfazer as exigências de lacagens de grande qualidade, sobretudo em superfícies fresadas que expõem o núcleo de MDF. Este tipo de material para além de apresentar melhorias na qualidade das faces, tem um núcleo com fibra mais homogénea e compacta.

## 2.2 Produtos finais

A *Pigment Furniture Factory* produz mobiliário de quarto e cozinha de fundamentalmente três gamas: New Hemnes, Birkeland doors, e Kitchen Fronts.

Os principais componentes de mobiliários de cada família serão diferenciados de acordo com o tipo de material que os constitui e o diferente fluxo de máquinas pelas quais são maquinados, pintados e embalados na fábrica.

### 2.2.1 Birkeland Door

As portas de roupeiros, Birkeland Doors, são produzidas desde o arranque da fábrica em 2008. Na Tabela 1 estão discriminados os modelos desta gama que apenas se podem diferenciar a nível de dimensão (comprimento) e constituição (MDF ou MDF e vidro - Figura A.2.1). O MDF utilizado é do tipo *Standard*.

Tabela 1 - Modelos da gama Birkeland Door.

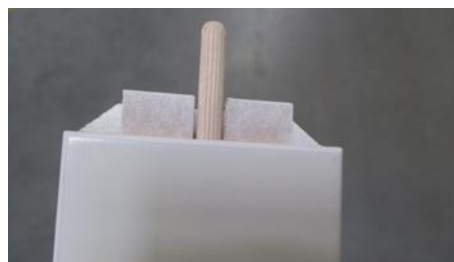
White 5		
Birkeland Door	50 cm x 195 cm	50 cm x 229 cm
Birkeland Glass Door	50 cm x 195 cm	50 cm x 229 cm

A Birkeland Door é constituída por três componentes distintos: *stiles*, *rails* e *fillings*. Na Figura A4.2 estão representados componentes da porta Birkeland.

Os *stiles*, considerados na indústria do mobiliário portuguesa como montantes, são peças de grandes dimensões que delimitam a porta ao comprimento (195 ou 229 cm). No Anexo 4, subcapítulo *stiles* está uma descrição do fluxo produtivo.

Figura 1 - *Stile* de uma Birkeland Door.

Os *rails*, travessas, são *stiles* com comprimentos menores pelo que o seu processamento é igual. A função destes componentes de mobiliário é fazer a ligação entre os *stiles* da porta sendo então necessário a colocação de *dowels*, cavilhas na linha L22.

Figura 2 - *Rail* após a colocação de cavilha.

Os *fillings*, almofadas, são os componentes que preenchem a porta. Estabelecem a união com os restantes elementos por encaixe e fixam-se com cola.

As Birkeland glass doors têm apenas um *filling* pois os outros dois são substituídos pelo vidro que é colocado na linha L22.

O processo de fabrico está discriminado no Anexo 4, subcapítulo 4.2 *Fillings*.

### 2.2.2 New Hemnes

Desde Outubro de 2013 que se produzem quatro variantes de cómodas de quarto: New Hemnes Chest 2/3/6/8, NHC2/3/6/8, de duas, três, seis e oito gavetas, respetivamente. Quanto maior o número de gavetas mais complexa é a sua estrutura. As principais diferenças entre os modelos estão evidenciadas na Tabela 2.

A antiga gama Hemnes apenas fabricava modelos de três, seis e oito gavetas que sofreram alterações no *design* com o objetivo de reduzir os custos de produção. Os móveis eram pré-montados na fábrica antes de ser entregues ao cliente, uma vez que os *side panel fillings* tinham de ser colados ao *top panel* através dos *rail side fillings* que foram excluídos na nova gama.

A espessura dos *side panel fillings* aumentou, permitindo a furação dos mesmos e consequentemente tornou possível a montagem dos móveis pelo cliente através do uso de parafusos. Por outro lado, a espessura das *drawer fronts*, *legs* e *rail bottom back* diminuiu, reduzindo assim o custo de matérias-primas.

O *rail top back* para além de unir os dois *side panel fillings* fazia também a ligação com o *top panel*. Como o NHC6/8 têm gavetas pequenas lado a lado e por isso precisam do componente *partition* para as dividir, a alternativa proposta para os *top panels* destes modelos foi fazer um rasgo onde o *partition rail* encaixaria. No NHC3 a ligação do *top panel* é feita diretamente com os dois *side panel fillings* pois não há gavetas lado a lado. Após testes de resistência foi considerado dispensável o fabrico de peças *rail top back* usadas no Hemnes, exceto no NHC2 no qual os *side panel fillings* não têm furação devido à sua espessura. Contudo, atendendo às dimensões do móvel, a colagem ao *top panel* não é crítica.

O *partition wall* do Hemnes C8 que dividia as gavetas de maiores dimensões foi substituído por três peças *partition rail* diminuindo o peso do móvel. No Anexo 5 encontram-se imagens das duas gamas do modelo NHC8, respetivos componentes e modificações.

Tabela 2 - Principais diferenças entre os móveis do New Hemnes.

	NHC2	NHC3	NHC6	NHC8
<b><i>Drawer fronts</i></b>	2	3	6	8
<b><i>Rail top back</i></b>	Tem	Não tem	Não tem	Não tem
<b><i>Partition</i></b>	Não tem	Não tem	Tem	Tem
<b><i>Partition rail</i></b>	Não tem	Não tem	Tem	Tem

Os componentes da gama New Hemnes podem ser divididos em três grandes grupos:

- a) *Top Panels/Drawers Fronts/Side Panel Fillings*;
- b) *Legs*;
- c) *Rails*

Na categoria a) os componentes são constituídos por aglomerados de partículas de madeira revestidos por papel melamínico.

Os *top panels*, tampos das cómodas, são as peças com as maiores dimensões da família. São fabricadas cinco tipos de *drawers fronts*, frentes de gavetas, que apenas se diferenciam a nível dimensional. Os *side panels fillings*, ilhargas laterais, também apenas variam a nível dimensional consoante o modelo das cómodas New Hemnes.

As *legs*, pernas, são compostas por MDF do tipo *Standard* por se tratarem de superfícies que estão sempre visíveis ao cliente, e por isso têm de ser pintadas e pela sua função de suportar o móvel. Uma breve descrição do seu processo produtivo é apresentada no Anexo 5.

A Figura 3 é um exemplo de uma perna com a furação final e o chanfro nos bordos.

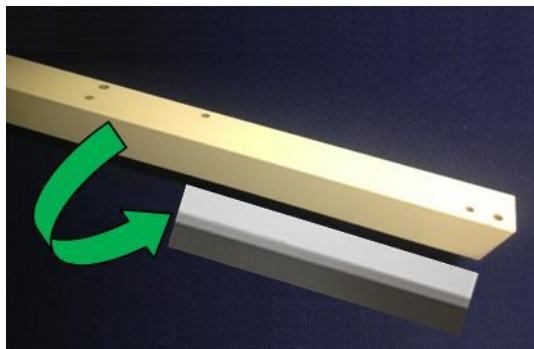


Figura 3 - Perna da gama Hemnes e pormenor do chanfro.

No Anexo 5 encontra-se uma breve descrição do fluxo produtivo deste componente.

Os *rails* são as peças com dimensões mais pequenas da família New Hemnes. Existem diversos tipos de *rails* que podem ser subdivididos de acordo com o seu material constituinte:

#### ***Front (upper and bottom) rail e Rail bottom back***

Os quatro modelos da gama expõem estas peças que fazem a “ligação da estrutura base”, isto é, unem os *side panel fillings*. Trata-se de uma superfície sempre visível ao cliente cuja matéria-prima é o MDF, pois é o único material usado na PFF que pode ser pintado.

#### ***Middle rail e Partition***

O *middle rail* separa as gavetas do móvel na transversal e une os *side panel fillings* enquanto o *partition* divide as gavetas mais pequenas (lado a lado do NHC6 e NHC8 na vertical). Este

último não é perceptível após a montagem do móvel e nele são colocadas as corredeiras para o deslizamento das gavetas. Por serem pouco visíveis para o cliente são aglomerados de partículas revestidos com papel melamínico.

### *Partition rail e Rail top back*

São compostos por aglomerados de partículas de madeira sem revestimento pois uma vez montado o móvel, nunca mais se vê. O *partition rail* faz a ligação do *top pannel* ao *partition*. O *rail top back* é exclusivo do NHC2 e une o *top panel* ao resto do móvel pois a espessura dos *side panel fillings* não é suficiente para se fazer uma furação que garanta estabilidade.

### 2.2.3 Kitchen Fronts

A produção da família Kitchen Fronts iniciou-se em Setembro de 2011 com dois tipos de componentes de mobiliário: *fronts*, frentes de cozinha nomeadamente portas e gavetas, e *cover panels*, painéis laterais para tornar o aspeto visual da cozinha uniforme.

São fabricadas quatro gamas, com diversos subprodutos, que estão discriminadas nas tabelas 3, 4 e 5. O que distingue cada subproduto é o seu perfil (*design*) e espessura de MDF.

O Anexo 6 contém um exemplo de cozinhas Bodbyn e Applåd e também figuras dos produtos das tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3 - Descrição dos produtos da gama Akurum de acordo com a sua cor e tipo de componente de mobiliário.

		<i>Front</i>	<i>Cover Panel</i>
<b>Akurum</b>	<i>White 5</i>	Lidingö	Perfekt
		Ståt	Perfekt
	<i>White 2.5</i>	Applåd	Perfekt

Tabela 4 - Descrição dos produtos da gama Metod e Sektion de acordo com a sua cor e tipo de componente de mobiliário.

		<i>Cor</i>	<i>Front</i>	<i>Cover Panel</i>
<b>Metod<sup>1</sup>/Sektion<sup>2</sup></b>	<i>White</i>		Bodbyn	Forbättra
	<i>5</i>		Hittarp	Hittarp
	<i>White</i>		Veddinge	Veddinge <sup>1</sup>
	<i>2.5</i>			Forbättra <sup>2</sup>
	<i>Grey</i>		Bodbyn	Bodbyn

As únicas diferenças entre as gamas Metod e Sektion são a nível dimensional (comprimentos, larguras e alturas) e exportação (o primeiro para a Europa e o segundo para a América do Norte).

A Utrusta são frentes de gavetas, destinadas a ser colocadas no interior das gavetas maiores que são produzidas pelas outras gamas do Grupo IKEA. Estes componentes são todos iguais variando apenas em altura e comprimento. No Anexo 4, Figura A.4.2 encontra-se um exemplo deste produto, assinalado com uma seta.

Tabela 5 - Descrição dos produtos da gama UTRUSTA de que variam consoante a altura e comprimento da gaveta.

		Altura	Comprimento (cm)
<b>Utrusta</b>	<i>White</i> 2.5	Baixa	40; 60; 80
		Média	40; 60; 80
		Alta	40; 60; 80

A Utrusta é uma gama independente. Porém, as peças inteiras produzidas são um único componente. Idêntica situação ocorre com as Kitchen Fronts, razão pela qual para efeitos de tratamento de dados de *scrap*, os dados de ambas as gamas foram associados sobre a designação comum: Kitchen Fronts.

Os componentes das Kitchen Fronts são as *front doors*, *big/small drawers fronts* e *cover panels* e são todos constituídos por MDF do tipo *Deep Routing*.

Escolheu-se a *front door* do modelo Lidingö para uma sucinta descrição do processo produtivo de um componente das Kitchen Fronts - Anexo 6, subcapítulo 6.1

## 2.3 Maquinagem

As máquinas desta área fazem os cortes das placas de derivados de madeira, o perfil, queima das laterais, colocações de orla e furações. Os recursos utilizados são as serras, fresas, queimadores, cola e brocas, respetivamente.

Na Tabela 6 apresenta-se uma breve descrição do que ocorre em cada linha de produção e dos defeitos de *scrap* característicos desta primeira fase do processo produtivo. A designação Lxx identifica o código da linha de produção.

Tabela 6 - Descrição sucinta dos processos por linha de produção.

Linhas de produção	Listagem dos processos na linha
L87	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada automática (robô);</li> <li>2. Corte na longitudinal e transversal;</li> <li>3. Saída automática (robô);</li> </ol>
L88	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada automática (robô);</li> <li>2. Lixagem da face superior;</li> <li>3. Saída automática (robô);</li> </ol>
L1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada automática (robô);</li> <li>2. Fresagem;</li> <li>3. Lixagem;</li> <li>4. Queima das laterais;</li> <li>5. Furação;</li> <li>6. Colocação de cola para divisão das peças;</li> <li>7. Saída automática (robô);</li> </ol>
L2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada manual;</li> <li>2. Fresagem;</li> <li>3. Queima das superfícies fresadas;</li> <li>4. Saída manual;</li> </ol>
L3.1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada automática (robô);</li> <li>2. Corte longitudinal por multiserra;</li> <li>3. Fresagem;</li> <li>4. Lixagem;</li> <li>5. Corte transversal;</li> <li>6. Saída automática (robô);</li> </ol>
L3.2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada automática (robô);</li> <li>2. Corte longitudinal por multiserra;</li> <li>3. Fresagem;</li> <li>4. Lixagem;</li> <li>5. Corte transversal;</li> <li>6. Saída manual;</li> </ol>
L5.1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada manual;</li> <li>2. Furação lateral;</li> <li>3. Fresagem;</li> <li>4. Furação na face posterior;</li> <li>5. Saída automática (robô);</li> </ol>

L5.3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada manual;</li> <li>2. Furação topos;</li> <li>3. Fresagem;</li> <li>4. Furação lateral;</li> <li>5. Saída manual;</li> </ol>
L5.4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada manual;</li> <li>2. Furação dos topos;</li> <li>3. Fresagem;</li> <li>4. Furação lateral;</li> <li>5. Saída manual;</li> </ol>
L6	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada manual;</li> <li>2. Fresagem;</li> <li>3. Lixagem;</li> <li>4. Queima das laterais;</li> <li>5. Furação da face anterior;</li> <li>6. Saída manual;</li> </ol>
L30	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada automática (robô);</li> <li>2. Fresagem;</li> <li>3. Colagem da orla;</li> <li>4. Corte do excesso de orla;</li> <li>5. Fresagem da orla;</li> <li>6. Furação da face posterior e laterais;</li> <li>7. Saída automática (robô);</li> </ol>
L31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada manual;</li> <li>2. Fresagem;</li> <li>3. Colagem da orla;</li> <li>4. Corte do excesso de orla;</li> <li>5. Fresagem da orla;</li> <li>6. Furação da superfície B e laterais;</li> <li>7. Saída manual;</li> </ol>
L32	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada manual;</li> <li>2. Corte milimétrico;</li> <li>3. Furação da face posterior e topos;</li> <li>4. Saída manual;</li> </ol>
L33	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada manual;</li> <li>2. Fresagem sulcos na face anterior;</li> <li>3. Saída manual</li> </ol>
L34	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada automática (robô);</li> <li>2. Robô de alinhamento de peças;</li> <li>3. Fresagem CNC (<i>Computer Numerical Control</i>);</li> <li>4. Saída automática (robô);</li> </ol>

Na Tabela 7 encontram-se os tipos de defeitos de *scrap* que podem surgir durante o processo produtivo nesta secção da fábrica (maquinagem) por categorias (danos máquina, dimensões e *edge band*). Esta é a listagem de defeitos consultada pelos operadores. Contudo, não está, como no presente trabalho, dividida por secções.

As designações OK e NOK (Não OK) referem se há, ou não, conformidade com as especificações.

Tabela 7 - Defeitos de *scrap* da maquinagem, descrição do defeito e identificação da figura exemplificativa.

Categoria de defeito	Tipo de defeito	Figura do Anexo 3
<b>Danos máquina</b>	Desgaste de componentes	Figura A3.1
	Lateral mal queimada	Figura A3.2
<b>Dimensões</b>	Esquadria	-----
	Dimensões NOK	-----
	Furação/rasgo NOK	Figura A3.3
<b>Edge band</b>	Falta de cola	-----
	Sujidade	-----
	<i>Edge band</i> descolada	-----
	Falta de <i>edge band</i>	-----
	<i>Edge band</i> ondulada	Figura A3.4
	<i>Edge band</i> alta	-----
	<i>Edge band</i> baixa	-----
	<i>Edge band</i> lascada	Figura A3.5
	Melamina lascada	-----
	Melamina lascada nas furações	Figura A3.6

Os defeitos do tipo “melamina lascada” apesar de incluídos na categoria da *edge band* são defeitos na superfície da peça.

## 2.4 Pintura

Após o processamento na secção da maquinagem as peças seguem para a linha de pintura para o acabamento final. Consoante o substrato a pintar e a sua finalidade utilizam-se diversas tecnologias de acordo com o método de aplicação e o tipo de tinta. A Figura 4 apresenta os métodos de aplicação e tipos de pintura na PFF.

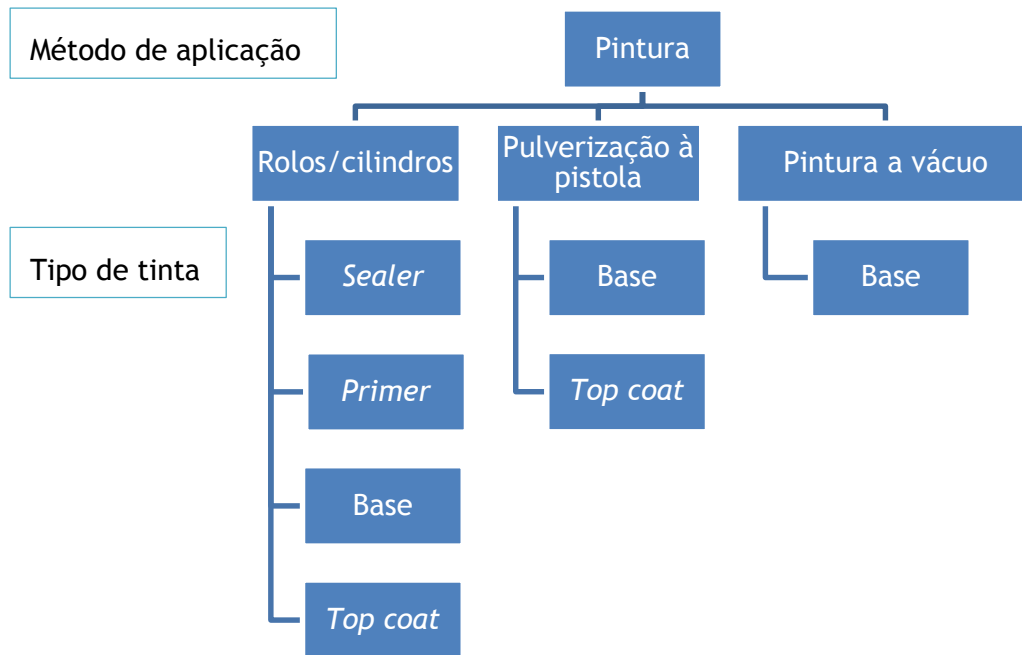


Figura 4 - Métodos de aplicação e tipos de pintura na PFF.

A aplicação da tinta é por via automática em quase todas as linhas, tanto para rolos como para a pulverização à pistola (pintura do tipo *spray*), exceto na linha L41 onde a pintura de laterais é por *spray* manual.

A máquina de rolos só consegue pintar painéis lisos, isto é, sem perfil enquanto a pintura do tipo *spray* abrange os diferentes tipos de superfícies na totalidade através de pistolas fixas ou de um sistema rotativo. A pintura a vácuo só é usada na linha L4.1 para selagem dos bordos longitudinais. Este método de aplicação consiste na projeção de tinta e simultânea aspiração do excesso, aumentando a densidade dos bordos e diminuindo a absorção da tinta usada na pintura do tipo *spray* aplicada posteriormente. Assim, evita-se que a peça necessite de várias passagens na máquina.

A Kitchen Fronts é a única família de mobiliário que experimenta a pintura por rolos UV uma vez que é o produto que está mais sujeito a variações do meio ambiente (como temperatura e humidade) e conseqüentemente exige uma maior qualidade de acabamento. Assim, é necessário utilizar tintas que funcionam como ponte entre o substrato e a tinta de acabamento: o *sealer* e o *primer*. O primeiro serve para selar os poros do MDF tornando a superfície impenetrável enquanto o segundo facilita a cura após a aplicação da tinta de

---

acabamento. O *primer*, ao contrário do *sealer* possui pigmentos, influenciando assim a cor final.

A base é a primeira camada de tinta de acabamento que reduz e uniformiza a absorção da superfície e também dá alguma cor ao substrato. O top é a última camada de tinta que por possuir mais aditivos proporciona a cor, resistência e brilho desejados no produto final. Para cada top corresponde uma base específica.

A cor branca do top varia consoante a tonalidade, *White 2*, *White 2.5*, *White 5*, cujo número 2 corresponde ao branco mais próximo do puro e por ordem crescente é cada vez mais amarelado. O top cinzento, *Grey*, e o *White 5K* são exclusivos da gama Kitchen Fronts.

As categorias principais de componentes das tintas são:

- **Ligante:** material aglutinador responsável pelas características físicas e químicas da tinta, nomeadamente o brilho, resistência física e química e aderência do filme.
- **Solvente:** líquido volátil utilizado para dissolver a resina. A seleção do solvente ou mistura de solventes influencia a lacagem da película e velocidade de secagem.
- **Aditivos:** componentes adicionados em pequenas quantidades que afetam e melhoram as propriedades das tintas. Alguns exemplos de aditivos são os catalisadores, endurecedores, estabilizadores, inibidores de corrosão, etc.
- **Matérias pulverulentas:**
  - **Pigmentos:** materiais sólidos e insolúveis no revestimento que destacam a tonalidade e intensidade da cor e conferem opacidade à tinta influenciando a sua durabilidade, resistência ao fogo e à corrosão;
  - **Cargas:** tipos especiais de pigmentos constituídas por materiais inertes baratos. Controlam o brilho, a reologia da tinta, a dureza, resistência à riscagem, permeabilidade e aderência.

Os componentes das tintas na PFF são fornecidos pela Akzo Nobel e na pintura do tipo *spray* a mistura só pode ser preparada imediatamente antes de ser aplicada pois a adição do endurecedor acelera o processo de secagem. Nos restantes métodos a tinta já vem preparada.

O processo de secagem que permite a formação de uma camada rígida de tinta sobre a superfície pode ocorrer em forno de ar quente, forno de cura com lâmpadas ultravioleta (UV) e forno de cura com lâmpadas IV, por ação de temperaturas elevadas, reticulação por radiação UV e radiação IV, respetivamente. Nas linhas de pintura do tipo *spray*, só no caso de aplicação de *top coat* nas Kitchen Fronts, é necessário ligar o conjunto de lâmpadas UV para a cura em profundidade.

Para um melhor entendimento do fluxo das diferentes linhas de pintura será feito um breve resumo por máquina. A designação Lxx identifica o código da linha de produção.

Tabela 8- Descrição sucinta dos processos por linha de produção.

Linhas de produção	Listagem dos processos na linha
L4.1 Pintura a vácuo	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Entrada manual;</li> <li>5. Lixagem;</li> <li>6. Pintura a vácuo;</li> <li>7. Corte transversal;</li> <li>8. Saída automática (robô);</li> </ol>
L13 Pintura por rolos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada automática (robô); Duas linhas de abastecimento.</li> <li>2. Lixagem;</li> <li>3. Aplicação de <i>sealer</i>;</li> <li>4. Cura UV;</li> <li>5. Lixagem</li> <li>6. Aplicação da base;</li> <li>7. Cura UV;</li> <li>8. Lixagem</li> <li>9. Aplicação de <i>primer</i></li> <li>10. Cura UV</li> <li>11. Lixagem</li> <li>12. Aplicação de <i>top coat</i>;</li> <li>13. Cura UV;</li> <li>14. Saída automática (robô); Duas linhas de saída</li> <li>15. Robô coloca as bases no topo</li> <li>16. Virador de paletes;</li> </ol>
L14 Pintura <i>spray</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada automática (robô);</li> <li>2. Lixagem;</li> <li>3. Aplicação de base/<i>top coat</i>;</li> <li>4. Forno de ar quente;</li> <li>5. Cura IV;</li> <li>6. Cura UV;</li> <li>7. Câmara de arrefecimento;</li> <li>8. Saída automática (robô);</li> </ol>
L15 Pintura <i>spray</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada automática (robô);</li> <li>2. Lixagem;</li> <li>3. Aplicação de base/<i>top coat</i>;</li> <li>4. Forno de ar quente;</li> <li>5. Cura IV;</li> <li>6. Cura UV;</li> <li>7. Câmara de arrefecimento;</li> <li>8. Saída manual;</li> </ol>
L16 Combinação de pintura por rolos e <i>spray</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada automática (robô);</li> <li>2. Lixagem;</li> <li>3. Aplicação de <i>sealer</i> (rolos);</li> <li>4. Cura UV;</li> <li>5. Lixagem</li> <li>6. Aplicação de base (rolos);</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Cura UV</li> <li>8. Aplicação de <i>primer</i> (rolos);</li> <li>9. Lixagem</li> <li>10. Aplicação de <i>top coat</i> (<i>spray</i>);</li> <li>11. Forno de ar quente;</li> <li>12. Cura UV;</li> <li>13. Cura UV;</li> <li>14. Forno de arrefecimento;</li> <li>15. Saída automática (robô);</li> </ol>
L40 Pintura <i>spray</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada manual;</li> <li>2. Lixagem;</li> <li>3. Aplicação de base;</li> <li>4. Forno de ar quente;</li> <li>5. Virador de peças;</li> <li>6. Lixagem;</li> <li>7. Aplicação de base;</li> <li>8. Forno de ar quente;</li> <li>9. Virador de peças;</li> <li>10. Lixagem;</li> <li>11. Aplicação de <i>top coat</i>;</li> <li>12. Cura UV;</li> <li>13. Virador de peças;</li> <li>14. Lixagem;</li> <li>15. Aplicação de <i>top coat</i>;</li> <li>16. Cura UV;</li> <li>17. Saída manual;</li> </ol>
L41 Pintura <i>spray</i> manual	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada por rolos de transporte (<i>conveyers</i>);</li> <li>2. Alinhador de peças;</li> <li>3. Cabine de pintura manual de base;</li> <li>4. Forno de ar quente;</li> <li>5. Box de lixagem manual;</li> <li>6. Cabine de pintura manual de base/<i>top coat</i>;</li> <li>7. Forno de ar quente;</li> <li>8. Saída por rolos de transporte;</li> </ol>

As linhas L14 e L41 pintam base ou *top coat* consoante a última camada de tinta é dada na linha L16 ou na própria máquina, respetivamente.

Uma vez que os defeitos nesta secção da PFF pertencem unicamente à categoria “pintura”, optou-se por fazer uma breve descrição dos defeitos.

Na Tabela 9 encontram-se os defeitos de *scrap* de pintura, a sua descrição e a identificação da figura da peça que se encontra no Anexo 3.

Tabela 9 - Descrição sucinta do tipo de defeito e identificação da figura no anexo.

Tipo de defeito	Descrição	Figura do Anexo 3
Excesso de tinta	Deposição de grandes quantidades de tinta sobre o substrato;	Figura A3.7
Falha de tinta	Substrato com insuficiência de tinta na superfície;	Figura A3.8
Impurezas	Poeiras, tinta seca ou qualquer outra partícula que seja depositada na superfície durante o processo de pintura (má limpeza/aspiração da box;);	Figura A3.9
Cura	Secagem deficiente da camada de tinta aplicada;	Figura A3.10
Tinta descascada	Falta de aderência da tinta;	Figura A3.11
Crateras	Dispersão de tinta numa zona do substrato;	Figura A3.12
Riscos	Superfície da peça com riscos	Figura A3.13

O tipo de defeitos de peças de *scrap* comuns a todas as secções, maquinagem, pintura e embalagem estão diferenciados por categorias na Tabela 10.

Tabela 10 - Defeitos de peças de *scrap* comuns a todas as secções, descrição do defeito e identificação da figura exemplificativa.

Categoria de defeito	Tipo de defeito	Figura do Anexo 3
Danos máquina	Partido/fissuras	Figura A3.14
	Marcas superficiais	Figura A3.15
Manuseamento	Peças partidas	-----
	Marcas superficiais	-----
Erro Humano	Autocontrolo	-----
	Afinação da máquina	-----
Testes	Peças de teste	-----
Setup	Peças de <i>setup</i>	-----

Não são apenas os defeitos que determinam se a peça é *scrap* ou não, é necessário considerar-se também o tipo de superfície. Podem ser classificadas como:

Superfície A - parte do móvel sempre visível;

Superfície B - parte do móvel visível durante a sua utilização;

Superfície C - parte do móvel que nunca é visível durante utilização normal;

Independentemente do tipo de não-conformidade, caso não seja visível a mais de 50 cm não é considerada peça de *scrap*. Na Figura A3.16 do Anexo 3 encontra-se um exemplo da gama New Hemnes com a classificação das superfícies.

## 3 Descrição Técnica

### 3.1 Análise de dados

A análise de defeitos e o estudo da sua evolução foi conseguido através de três documentos preenchidos pelos operadores de todas as linhas. Em todos eles é registado o produto não-conforme.

- Folha de Registo de Scrap (FRS)

Documento de folhas onde os operadores registam a referência da peça, quantidade e respetivo defeito. O Departamento da Produção é responsável pela validação do *scrap* fisicamente, evitando desvios no inventário;

- Base de Dados da Qualidade (BDQ) ou Registo de Autocontrolo

Documento digital em Microsoft Access partilhado em rede. Os operadores inserem as mesmas informações que na FRS. Também introduzem a máquina que pensam ter provocado a não-conformidade de acordo com o tipo de defeito e o fluxo produtivo. Para além da data e hora de introdução destes dados, é possível saber a ordem de produção da referência em causa e a data de quando essa ordem de produção passou na linha que declarou as rejeições. O tratamento de dados desta base cabe ao Departamento da Qualidade.

- *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Documento digital em Microsoft Excel partilhado em rede, específico para cada linha e cada turno. A cada folha corresponde um dia do mês e o intervalo de tempo para registos é de 5 em 5 minutos. Este modelo permite saber a eficiência da linha de produção e classifica-la quanto à *availability*, *performance* e *quality*. São introduzidos no sistema dados como tempos de paragens de produção diários (tempo para manutenção preventiva, manutenção corretiva, *setup*, falta de planificação e falta de material), quantidade de peças produzida e de material não-conforme.

No tratamento de dados foi utilizada uma ferramenta da qualidade, o Diagrama de Pareto. Consiste num gráfico de barras que ordena a frequência das ocorrências permitindo uma fácil identificação dos principais problemas. O Princípio de Pareto, proposto por Joseph M. Juran, afirma que um pequeno número de causas (20%) é responsável pela maioria dos problemas (80%).

## 3.2 Implementação de ações

As ações específicas para cada máquina foram o resultado de um *brainstorming* com os operadores das linhas de produção, representantes do Departamento de Processos e do Departamento de Manutenção e um técnico do Departamento da Qualidade. A ferramenta utilizada para a determinação da causa-raiz do problema foi o RCPS (*Root Cause Problem Solving*). Este método de resolução de problemas foi desenvolvido pela IKEA Indutry e conjuga várias ferramentas da qualidade. O RCPS permite a resolução estruturada de problemas, descobrindo as causas profundas (raízes) para encontrar as medidas corretas e soluções a longo prazo.

O procedimento para encontrar a causa raiz dos problemas e conseqüentemente as ações necessárias para a sua resolução encontra-se na Figura 5.

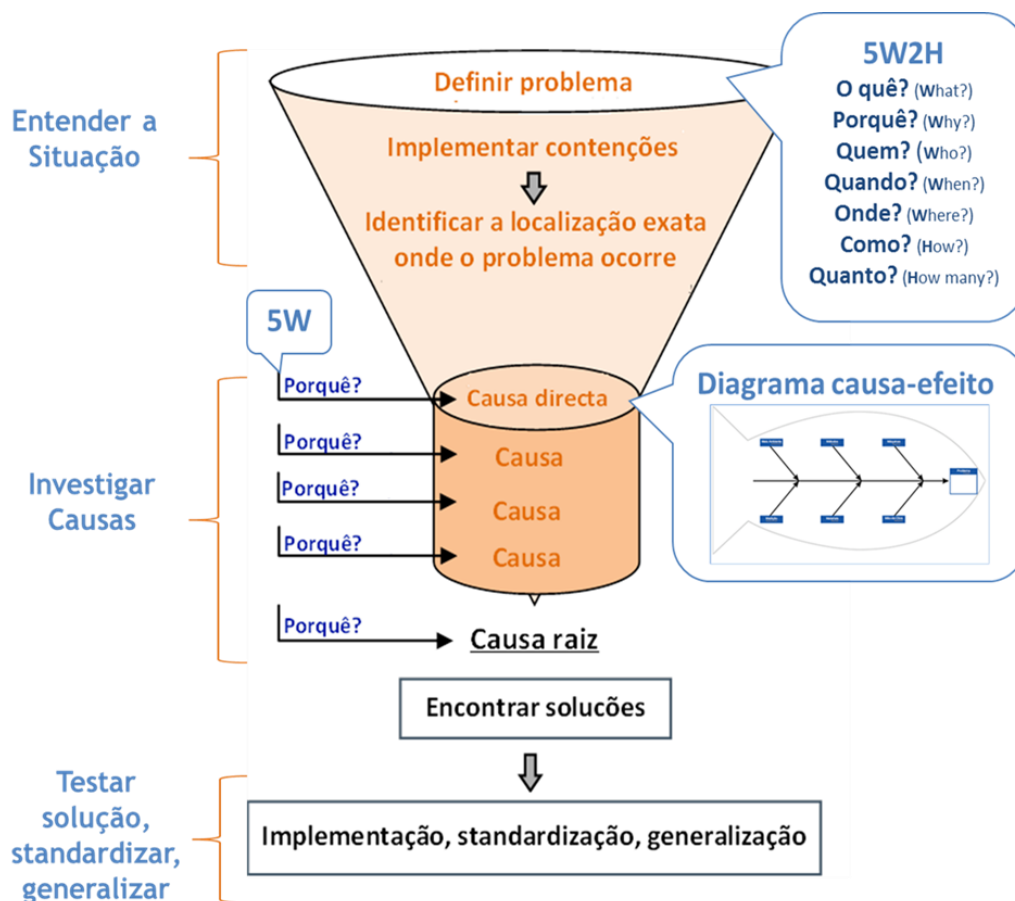


Figura 5 - Método de resolução de problemas utilizando ferramentas da qualidade.

A ferramenta da qualidade 5W2H foi criada para auxiliar a parte do planeamento no ciclo de melhoria contínua PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). No quadro de RCPS é usado para a descrição do problema de forma clara e organizada.

---

O diagrama de causa-efeito e os 5W são métodos para descobrir a causa raiz do problema. A ferramenta gráfica da qualidade, também conhecida como diagrama de espinha de peixe ou de Ishikawa, é um *brainstorming* de causas organizadas por categorias (matérias-primas, métodos, meio ambiente, materiais, máquinas, mão-de-obra). Escolhem-se as três causas diretas mais relevantes e a cada uma delas se pergunta o porquê da sua ocorrência o número de vezes necessário até chegar à causa raiz, 5W. O *brainstorming*, nesta última fase, é de ações para evitar a reincidência das causas raiz encontradas.

Foi também utilizado um documento digital em Microsoft Excel partilhado em rede para o registo e controlo do estado das ações. Encontram-se nesse documento discriminados os problemas ou ações corretivas, os responsáveis, a data de abertura, data prevista de conclusão e data de revisão (para verificar a eficácia da ação).

### **3.3 Instrução de tratamento de scrap**

O procedimento de gestão de *scrap* foi esquematizado num fluxograma. Esta ferramenta da qualidade faz o registo da sequência de operações e pontos de decisão de um processo.

## 4 Análise do scrap produzido

Nesta secção serão apresentadas três tipos de análises referentes à produção de *scrap* nesta unidade industrial. A análise global tem como domínio temporal os meses de setembro de 2013 a junho de 2014. A análise por família de mobiliário abrange os meses de setembro 2013 a janeiro de 2014. A terceira análise (análise por linha de produção) utiliza dados originais recolhidos no âmbito do trabalho em ambiente empresarial objeto desta dissertação, que decorreu entre fevereiro e junho de 2014. A unidade estatística utilizada é o componente das peças inteiras (*stiles, rails, legs, etc.*). Esta é a única unidade estatística que permite as análises mais detalhadas.

### 4.1 Análise global

O gráfico da Figura 6 apresenta, para toda a PFF, a evolução da produção de *scrap* de peças inteiras no período com início em setembro de 2013 e término em junho de 2014. A frequência relativa relaciona a quantidade de componentes de *scrap* com o número total de componentes fabricados. O objetivo, estabelecido pela Direção de Qualidade da PFF, para o ano fiscal de 2014 (FY 14) é de 2.33%.

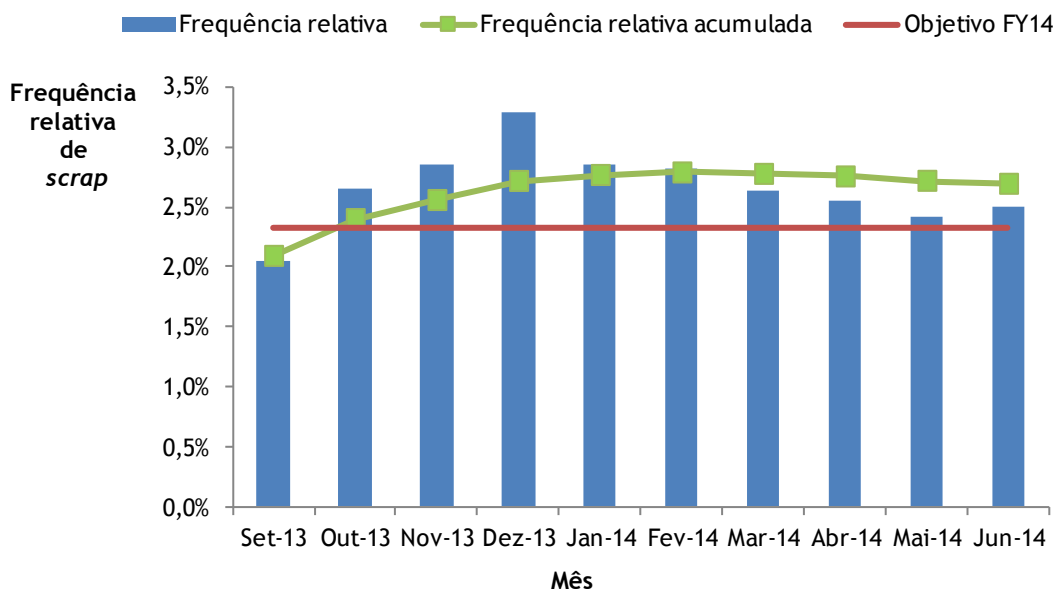


Figura 6 - Produção de *scrap*: frequências relativas mensais e frequências relativas acumuladas

Verifica-se que o mês de setembro foi o único em que não foi ultrapassado o objetivo previamente fixado pela direção do Departamento da Qualidade.

O pico de dezembro poderá estar relacionado com a habitual quebra de produção que se verifica na época natalícia: o material em *stock* tende a permanecer mais tempo em

armazém, submetido a condições de temperatura e humidade que nesta época do ano foram particularmente desfavoráveis.

A curva das frequências relativas acumuladas apresenta, a partir do mês de fevereiro, uma muito ténue diminuição, claramente insuficiente para que o objectivo de 2.33% venha a ser atingido no final do corrente ano fiscal (em junho, a frequência acumulada ainda foi de 2.69%).

No gráfico não é feita qualquer análise aos custos associados à produção de *scrap*. No entanto, sabe-se que estes custos são diretamente proporcionais às quantidades de *scrap* produzidas.

## 4.2 Análise por famílias de mobiliário

A análise por famílias de mobiliário tem como objetivo determinar qual delas foi a maior portadora de defeitos e conseqüentemente a que trouxe mais prejuízo. Na Figura 7 representa-se a contribuição de cada família de mobiliário para o volume total de *scrap* produzido.

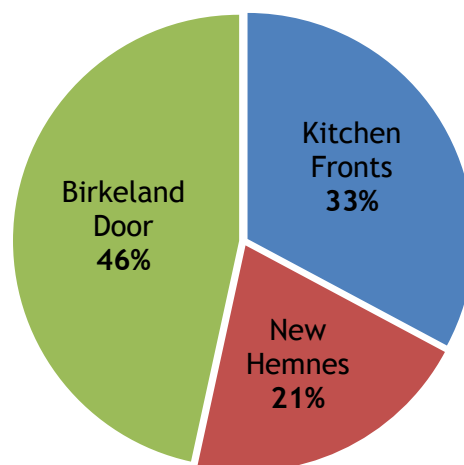


Figura 7 - Contribuição de cada gama de mobiliário na produção de *scrap*.

A Birkeland Door é responsável por 46% do *scrap* produzido. É esta a razão pela qual foi escolhida como objeto do estudo detalhado que se apresenta de seguida.

Na Figura 8 é apresentado o diagrama de Pareto dos defeitos que ocorreram no fabrico de componentes Birkeland Doors.

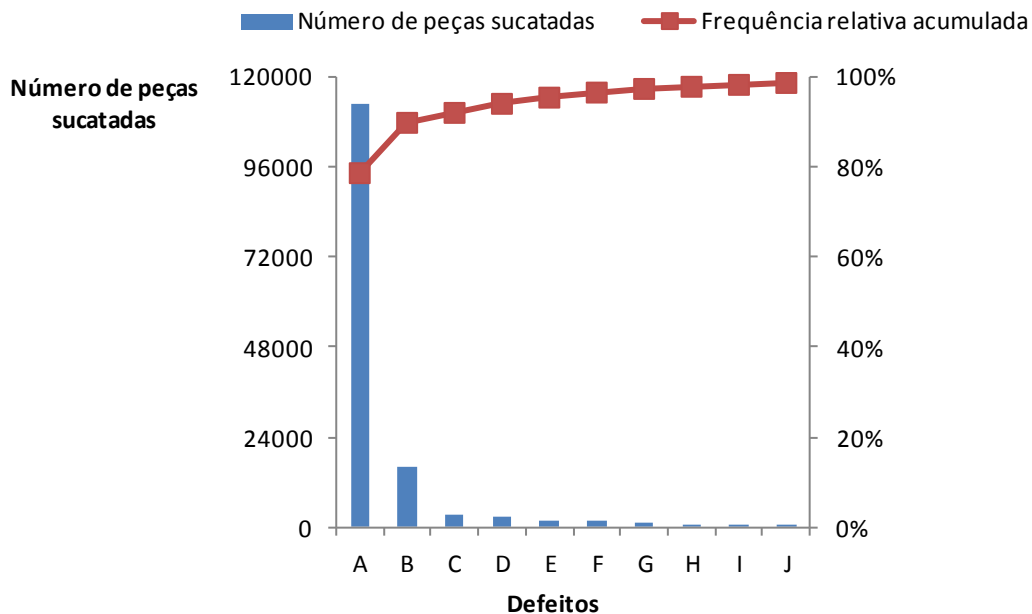


Figura 8 - Diagrama de Pareto dos defeitos na produção de Birkeland Doors. A - Manuseamento-peças partidas, B - Danos máquina-partido/fissuras, C - Erro Humano-afinação da máquina, D - Erro Humano - autocontrole, E - Dimensões-furação/rasgo NOK, F - Danos máquina-desgaste de componentes, G - Danos máquina-marcas superficiais, H - Pintura-impurezas, I - Pintura-marcas profundas, J - Pintura-cura.

Os principais defeitos das portas Birkeland são “manuseamento-peças partidas” e “danos máquina-partido/fissuras”, com frequências relativas de *scrap* de 78% e 11%, respectivamente. A experiência mostra que os defeitos englobados na categoria “manuseamento-peças partidas” são fundamentalmente devidos a acidentes no processo de transporte entre linhas de produção.

Os componentes constituintes da porta mais afetados por estes dois tipos de defeitos são os *rails*, com 65% de peças de *scrap*, e os *stiles*, com 23%. É para o processo de fabrico destes dois componentes que, no âmbito da presente dissertação, será proposto um plano de ações corretivas na secção 5.1.1.

### 4.3 Análise por linhas de produção

Nesta unidade industrial está definido, para cada linha de produção, um objetivo de *scrap*. Cada um destes indicadores relaciona o número de componentes rejeitados com o número total de componentes produzidos na linha. A quantificação destes indicadores, que variam de linha para linha, é responsabilidade da Direção de Qualidade. No âmbito desta dissertação foram, no início de cada mês, identificadas as linhas que ultrapassavam o respetivo objetivo de *scrap*.

De entre todas as linhas identificadas foram, nos meses de março e abril, definidos os subconjuntos constituídos pelas linhas sobre as quais não pendiam, nem estavam em curso,

ações corretivas. A evolução da produção de *scrap* nas cinco linhas que integram estes dois subconjuntos - as *linhas selecionadas* - está representada nos gráficos do Anexo 7.

Para cada uma das linhas de produção selecionadas foi efetuada uma análise de defeitos (Figuras 9 a 13) e elaborado o respetivo quadro de resolução de problemas, RCPS. Um destes quadros é apresentado, a título de exemplo, no Anexo 9.

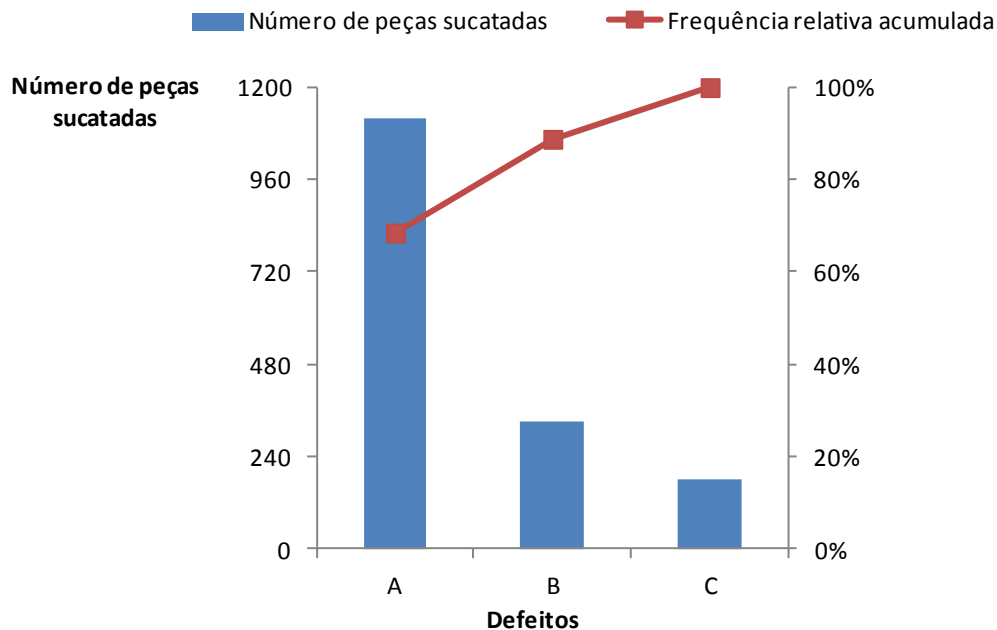


Figura 9 - Diagrama de Pareto dos defeitos da linha 5.3 no mês de março. A - Dimensões-furação/rasgo NOK, B - Setup, C - Danos Máquina-partido/fissuras.

O maior defeito da L5.3 no mês de março foi do tipo “dimensões -furação/rasgo NOK”. A furação das pernas de um dos modelos da gama New Hemnes obriga a duas passagens na máquina. Estas furações são excêntricas relativamente ao eixo da peça. Para que os furos fiquem alinhados, é pois necessário que na segunda passagem todas as peças mantenham a orientação que tinham aquando da primeira passagem. Caso a alimentação para a segunda passagem seja efetuada de modo incorreto (posição da peça invertida), as furações ficam fora de cota e originam *scrap* (“dimensões - furação/rasgo NOK”).

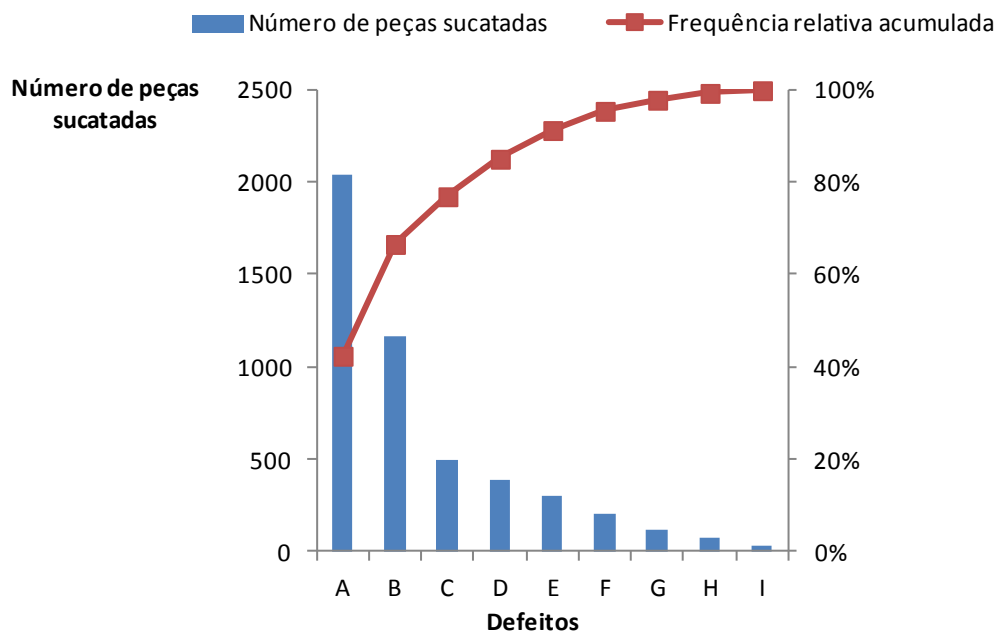


Figura 10 - Diagrama de Pareto dos defeitos da linha 30 no mês de março. A - *Edge band*-melamina lascada nas furações, B- Danos máquina - partido/fissuras, C- Dimensões-furação/rasgo NOK, D- *Edge band*- falta de *edge band*, E- Danos máquina-marcas superficiais, F - Danos máquina-desgaste de componentes, G - *Setup*, H- *Edge band-edge band* descolada, I- *Edge band-edge band* lascada.

A “*edge band* - melamina lascada nas furações” é responsável por aproximadamente 40% da produção de *scrap* de março na L30. Este tipo de defeito afeta apenas os componentes *drawers* e *side panel fillings* do modelo New Hemnes. Aquando da furação pode ocorrer esfarelamento da placa de aglomerado de partículas revestida com papel melamínico. A superfície onde se efetua a furação é do tipo C pelo que existe uma tolerância para o lascado. Quando este limite é ultrapassado a peça é classificada como *scrap*.

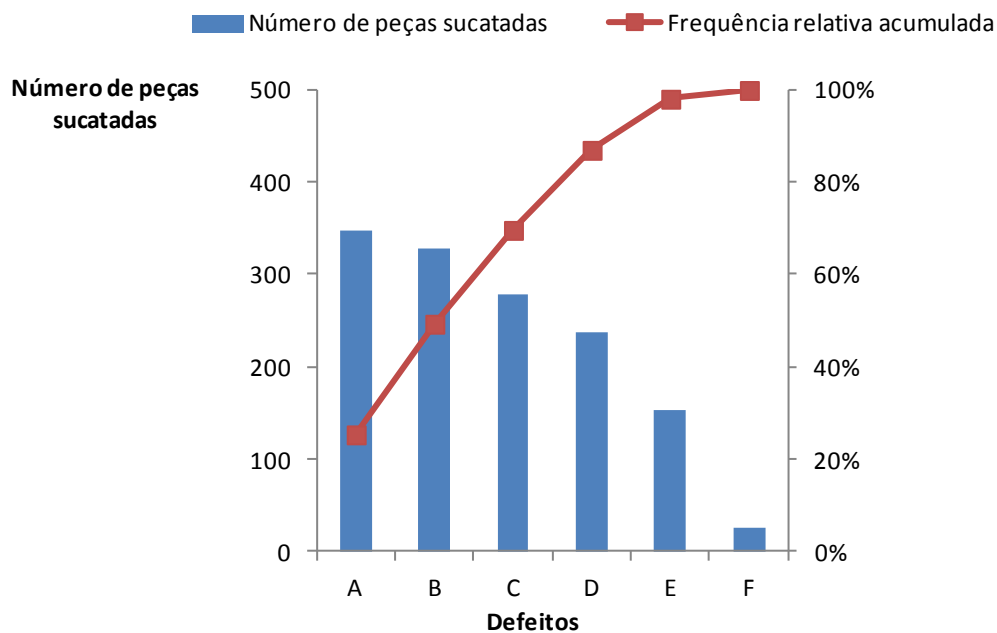


Figura 11 - Diagrama de Pareto dos defeitos da linha 3.1 no mês de abril. A- *Edge band*-melamina lascada, B- Danos Máquina-partido/fissuras, C- Danos máquina-marcas superficiais, D- Danos máquina - desgaste de componentes, E- Dimensões-dimensões NOK, F- Dimensões-Esquadria.

Na L3.1 a “*edge band*-melamina lascada” é um defeito exclusivo dos *middle rails*. Estes componentes são obtidos por corte de painéis de grandes dimensões. Os painéis são constituídos por aglomerados de partículas de madeira revestidos de papel melamínico, pelo que podem lascar no processo de corte.

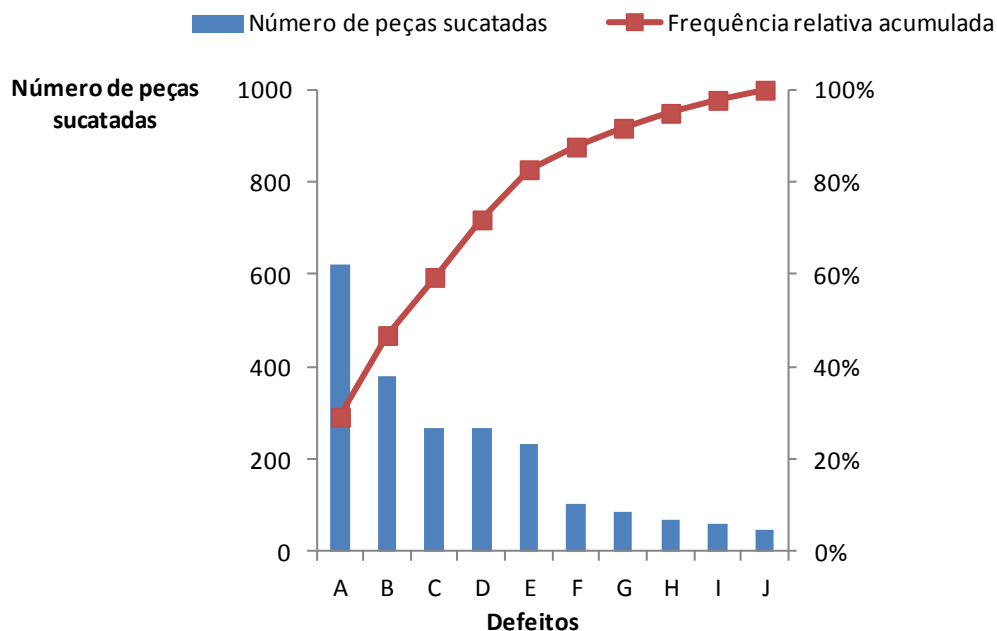


Figura 12 - Diagrama de Pareto dos defeitos da linha 32 no mês de abril. A - *Edge band*-melamina lascada nas furações, B- Danos máquina-marcas superficiais, C- Dimensões-esquadria, D- *Egde band* - *edge band* lascada, E- Danos Máquina-partido/fissuras, F- Manuseamento-peças partidas, G- Dimensões-dimensões NOK, H- Dimensões-furação/rasgo NOK, I- *Setup*, J- *Edge band*-falta de *edge band*.

Tal como ocorria na L5.3, o principal defeito da L32 é “*edge band*-melamina lascada nas furações”. As *partitions* são os componentes que apresentam mais número de peças de *scrap* com este defeito embora os *middle rails* também sejam afetados.

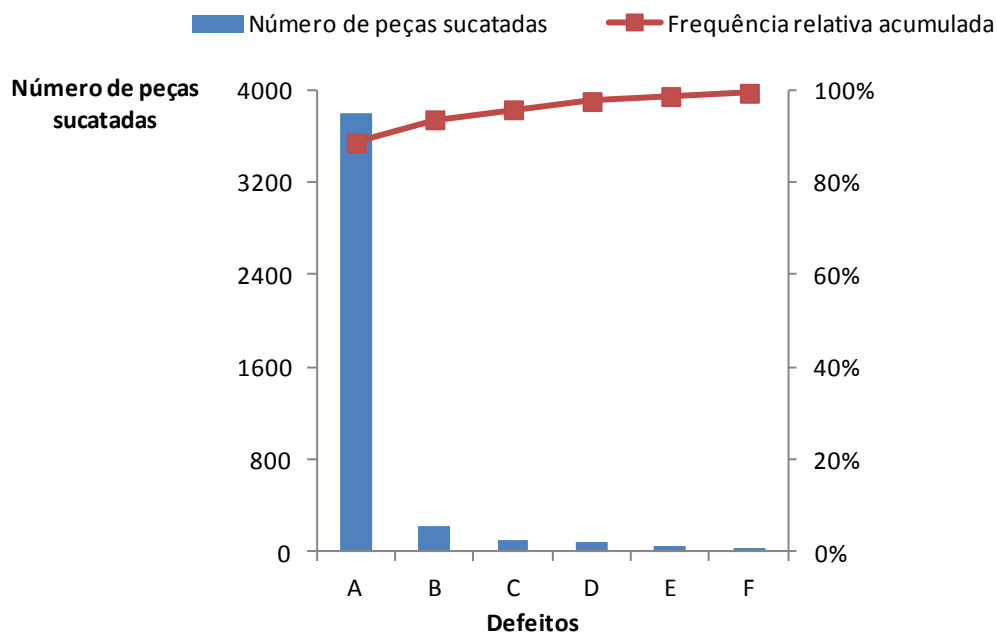


Figura 13 - Diagrama de Pareto dos defeitos da linha 40 no mês de abril. A- Manuseamento-peças partidas, B- Pintura-excesso tinta, C-Danos Máquina-partido/fissuras, D- Danos Máquina-marcas superficiais, E- Danos Máquina-desgaste de componentes, F- Manuseamento-marcas superficiais.

Após a análise de defeitos de produção de *scrap* à L40 verificou-se que, embora se trate de uma linha de pintura, o defeito mais frequente é “manuseamento-peças partidas”. Porém, não é crível que o transporte entre linhas de produção seja responsável por tão elevada percentagem de defeitos. Os esclarecimentos prestados pelos operadores permitiram concluir que grande número de defeitos da categoria “danos máquina: partido/fissuras” estariam a ser contabilizados como se defeitos da categoria “manuseamento - peças partidas” se tratassem. Assim, o RCPS da L40 irá promover ações tanto para o “manuseamento - peças partidas” como para “danos máquina - partido/fissuras”.

Pela análise dos diagramas de Pareto os defeitos que irão ser abordados nos RCPS’s serão: “dimensões-furação/rasgo NOK”, “*edge band*-melamina lascada”, “*edge band*-melamina lascada nas furações” e peças partidas (manuseamento e danos de máquina). As ações implementadas ou em processo de implementação resultantes destes RCPS’s encontram-se na secção 5.2.

## 5 Propostas de ações corretivas

### 5.1 Ações corretivas por famílias

#### 5.1.1 Birkeland Doors

A justificação da escolha da Birkeland Door, bem como a listagem dos seus defeitos, foi já apresentada na secção 2 do capítulo 4.

Para o tipo de defeito “manuseamento-peças partidas” (provavelmente devido ao transporte entre linhas de produção) foi desenvolvido um plano de ações tendo em vista a padronização das paletes de *rails* e *stiles*. As ações recaíram sobre os cartões de separação e a cintagem das paletes.

As propostas para reduzir o número de peças com defeito do tipo “danos máquina-partido/ fissuras” foram pequenas alterações em duas linhas de produção no setor da embalagem.

##### 5.1.1.1 Cartões

O transporte de paletes é efetuado sobre estrados de madeira. O estado de conservação destes estrados nem sempre é o melhor (foram mesmo detetados estrados com pregos salientes). De modo a evitar que os defeitos dos estrados danifiquem as peças paletizadas, são colocadas placas de cartão sobre os estrados.

Como é possível observar nas figuras 14 e 15, todos os cartões encontrados já tinham sido utilizados, sem qualquer tipo de seleção prévia.



Figura 14 - Cartões de diferentes tipos e de diferentes dimensões.



Figura 15 - Cartões mais curtos e mais longos que a dimensão da paleta.

À medida que era feito o empilhamento de peças na paleta iam sendo colocados separadores de cartão. Estes separadores têm como função evitar a ocorrência de marcas superficiais provocadas pelo peso das peças sobrejacentes; desta forma também se evita o deslizamento

das peças umas sobre as outras. Porém, constatou-se que não existiam critérios claros quanto ao número máximo de peças empilhadas entre cada par de cartões consecutivos. A observação atenta do processo de paletização levou a que fosse decidido colocar um separador entre cada grupo de seis peças. Cada palete é constituída por sete camadas completas e uma oitava com apenas três peças em altura e 12 peças na horizontal.

Durante o estudo do processo de paletização constatou-se que os cartões utilizados como separadores ocorriam apenas em dois comprimentos. Decidiu-se então utilizar os cartões mais compridos nas paletes de *stiles* (as peças mais longas), sendo os cartões mais curtos reservados para a paletização dos *rails*. A largura dos cartões não se revelou merecedora de atenção.

Esta ação, para além de ter diminuído o risco de acidentes durante o transporte, teve também efeito positivo no processo de retrabalho de pintura: o corte dos excessos de cartão nos topos das paletes, até aí obrigatório antes da lixagem (Figura 16), deixou de ser necessário.



Figura 16 - Processo de lixagem de retrabalho.

O circuito das peças é um fator que influencia o estado do cartão. O cartão utilizado na paletização manual à saída da linha L15 (uma linha de pintura) poderá conter resíduos de tinta. Estes resíduos constituem elementos rijos capazes de marcar, ou riscar, os componentes destinados à maquinagem. Assim, é necessário haver uma diferenciação entre o cartão utilizável nas paletes destinadas à área da maquinagem e aquele que é utilizado nas paletes para a pintura. A solução encontrada foi a marcação do cartão com duas cores durante o fluxo produtivo:

- percurso L5.1→L19→L12→L15 -Azul;
- percurso L15→L20→L22 - Amarelo;

Os cartões azuis quando chegam ao ponto de entrada da L15 retornam ao ponto de entrada da L5.1. Os cartões amarelos quando atingem a saída da L22 retornam ao ponto de saída da L15.

### 5.1.1.2 Cintagem de paletes

Sabe-se que a cintagem de paletes diminui o deslizamento de peças durante o transporte. No entanto, a colocação de cintas exige a utilização de cantoneiras. Esta exigência radica no facto de que as cintas, ao serem apertadas, desenvolvem pressões significativas na superfície das peças podendo, por isso, provocar marcas.

Não existia qualquer procedimento padronizado para o transporte de *stiles* e *rails* em paletes. Nos *stiles*, a cintagem já era efetuada apresentando, contudo, algumas falhas. Foram encontradas paletes *stiles* que, embora tivessem cintas, não apresentavam cantoneiras (Figura 17). O transporte dos *rails* era efetuado em meras pilhas.

Face ao exposto foi proposto que a paletização dos *rails* e dos *stiles* passasse a ser executada sempre com cintas e cantoneiras. Adicionalmente, como a paleta destes componentes é constituída por três colunas adjacentes, sugeriu-se a colocação de cartões na vertical para reduzir as peças partidas provenientes de choques frontais (Figura 18).



Figura 17 - Cintagem de *stiles* sem cantoneiras.



Figura 18 - Paleta de *rails* com excesso de cartão na longitudinal e choque frontal dos componentes.

O resultado do processo de padronização da paletização apresenta-se nas figuras 19 e 20. A ação de marcação dos cartões com cores diferentes (ver secção 5.1.1.1) ainda está em processo de implementação e por isso não é visível nas figuras seguintes.



Figura 19 - Paleta de *stiles* com separadores de cartão longitudinais, cintas e cantoneiras.

Separadores de  
cartão transversais



Figura 20 - Palete de *rails* com separadores de cartão longitudinais e transversais, cintas e cantoneiras.

#### 5.1.1.3 Melhorias na linha L20

A linha L20 faz a colocação de cavilhas nos *rails*. Quando o operador não remove, a tempo, as peças da máquina, estas caem ao chão, partindo-se ou ficando fissuradas. A Figura 21 mostra a máquina em questão.

Para evitar a queda das peças sugeriu-se a colocação de batentes no fim das guias de saída da máquina, tal como se pode ver na Figura 22. Chama-se a atenção que esta figura foi obtida aquando de um ensaio de colocação de batentes. Esta ação ainda não foi implementada no processo de fabrico.



Figura 21 - Máquina de colocação de cavilhas.



Figura 22 - Exemplo de batentes no final das guias.

#### 5.1.1.4 Melhorias na linha L22

A linha L22 faz a montagem de portas Birkeland, isto é, procede à assemblagem dos *rails*, *stiles* e *fillings*.

Os *rails* são introduzidos automaticamente no processo por um robô à entrada da linha. Quando ocorre uma falha nos sensores, o robô deixa passar um dos componentes que, ao atingir o final das correias de transporte, acaba por cair ao chão (Figura 23). Para evitar este tipo de acidente foi proposta a execução de uma caixa almofadada capaz de recolher as peças que caíam das correias.

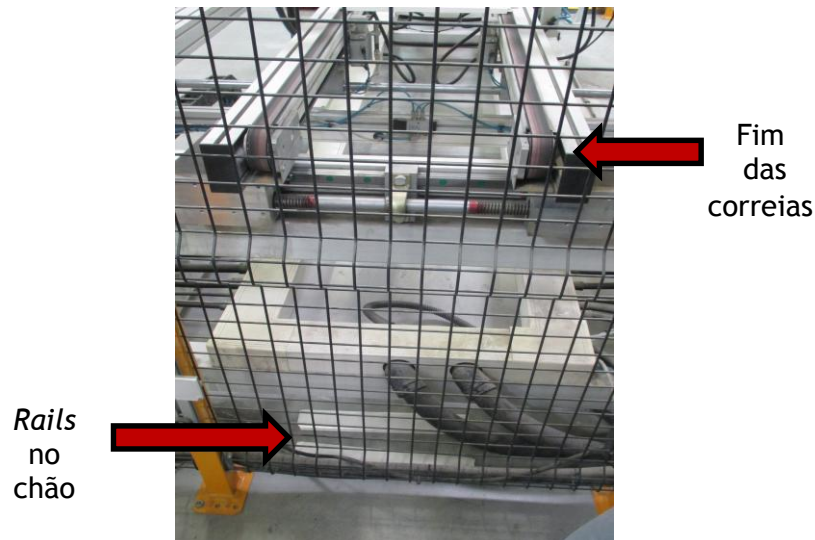


Figura 23 - Linha 22.

Numa zona da linha mais perto da saída detetou-se que, por vezes, as portas já montadas sofriam danos por baterem na estrutura da máquina (zona assinalada pela seta vermelha na Figura 24). Verificou-se que este problema ocorre apenas por ocasião do autocontrolo de qualidade. Para proceder ao autocontrolo o operador da linha tem de retirar uma porta das correias de transporte. Se considerada conforme, a porta é recolocada na linha. Esta recolocação, se efetuada em lugar incorreto, origina danos na peça. Esta ocorrência reveste-se de particular gravidade já que a peça danificada será embalada e enviada para o cliente.

De modo a tornar evidente o limite até onde se pode recolocar a porta inspecionada foram introduzidas guias almofadadas (Figura 25).



Figura 24 - Batimento da porta na estrutura.



Figura 25 - Guias para estabelecer limite de colocação de portas.

#### 5.1.1.5 Análise de resultados

A comparação entre frequências relativas de *scrap* por famílias de mobiliário nos meses de fevereiro e junho está representada na Figura 26. Os meses escolhidos para análise correspondem aos meses de início e fim do trabalho de dissertação.

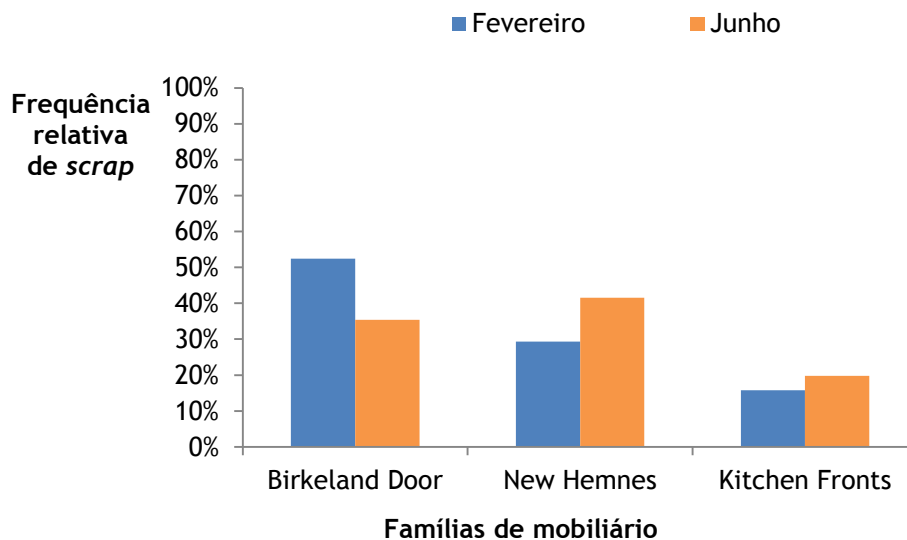


Figura 26 - Frequências relativas de *scrap* de componentes por família de mobiliário nos meses de fevereiro e junho.

Em fevereiro, o *scrap* de componentes da Birkeland Door representou 52% de todo o *scrap* produzido na fábrica. Os resultados percentuais de junho foram claramente melhores: a percentagem de *scrap* produzido por esta gama baixou para 32% do total. No que à produção de *scrap* diz respeito, a gama Birkeland Door deixou de ser a pior, passando esse lugar a ser ocupado pela gama New Hemnes. Esta evolução indicia que todos os trabalhos desenvolvidos no âmbito desta dissertação (não apenas as ações corretivas implementadas para a gama Birkeland) poderão ter tido impacto claramente positivo no processo de fabrico.

Recorda-se que as ações implementadas incidiram sobre o acondicionamento do material nas paletes de transporte (ver secções 5.1.1.1 e 5.1.1.2) e sobre a estrutura da linha de produção L22 (ver secção 5.1.1.4).

A análise da eficácia das ações apenas pode ser efetuada pela comparação da frequência relativa de defeitos do tipo “manuseamento-peças partidas” e “danos máquina-partido/fissuras”, nos meses de fevereiro e junho (Figura 27).

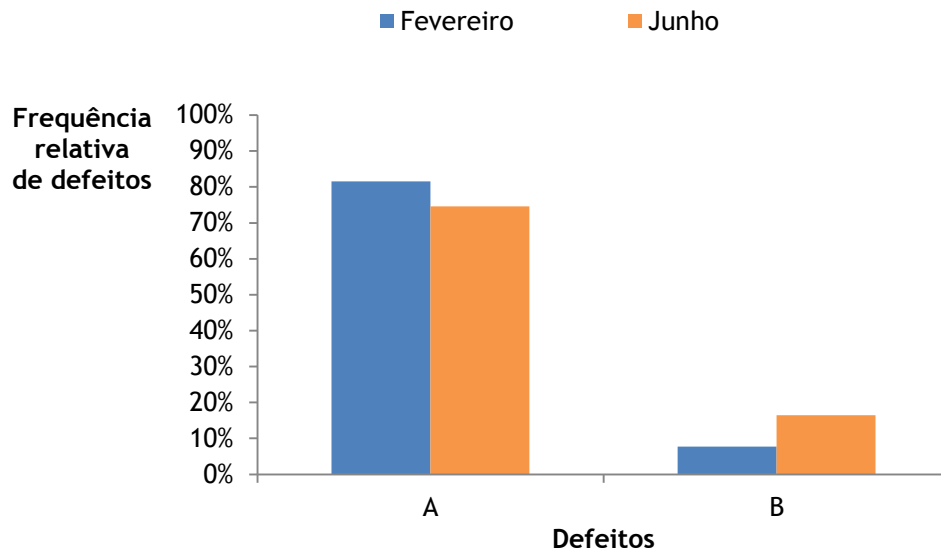


Figura 27 - Frequência relativa de defeitos de *scrap* da Birkeland Door nos meses de fevereiro e junho. A- Manuseamento-peças partidas e B- Danos máquina-partido/fissuras.

É evidente a melhoria na categoria “manuseamento-peças partidas”: a frequência relativa associada a este tipo de defeitos diminuiu de 82% para 75%. Esta diminuição representa menos de 1000 peças de *scrap* por dia com este defeito. O acréscimo verificado na frequência relativa de defeitos do tipo “danos máquina-partido/fissuras”, que sobem de 8% para 16%, não invalida forçosamente a eficácia da ação implementada para combater este defeito. Deve notar-se que o defeito “danos máquina-partido/fissuras”, embora seja o segundo mais frequente defeito na Birkeland Door, representava em fevereiro apenas 8% do total de peças de *scrap* desta gama. Esta percentagem é muito inferior aos 82% que, no mesmo mês, estão associados ao defeito “manuseamento-peças partidas”. A diminuição de 82% para 75% obriga a um significativo acréscimo nas percentagens associadas aos restantes tipos de defeitos.

### 5.1.2 Kitchen Fronts

Uma das maiores preocupações do Departamento da Qualidade é garantir a declaração correta dos defeitos das peças de *scrap*.

Nas linhas em que a paletização é automática, apesar de ser feito pelo operador um controlo visual, não é possível retirar a peça de *scrap* da paleta. Espera-se, porém, que o operador registre na base de dados o número de peças defeituosas que detetou. As peças com defeito seguem até à linha seguinte, a menos que os defeitos sejam de tal magnitude que obriguem à paragem da produção. O operador da linha seguinte irá, muito provavelmente, detetar as peças com defeito provenientes da linha anterior, registando-as novamente na base de dados. Por cada peça registada por um operador, a base de dados adiciona uma unidade ao contador de peças de *scrap*. Este procedimento permite que a mesma peça defeituosa seja

contabilizada várias vezes, o que aumenta artificialmente o número de peças de *scrap*. Mais, também se torna muito difícil atribuir os defeitos às máquinas que efetivamente os causaram.

Todas as linhas de produção pertencentes ao fluxo de Kitchen Fronts são de paletização automática. A inspeção final do produto, que é feita peça a peça, é efetuada imediatamente antes da entrada da linha L27 (linha de embalagem). Os defeitos encontrados neste momento são frequentemente associados à linha imediatamente anterior, a linha L16 (linha de pintura). Verifica-se que mesmo defeitos provenientes da área de maquinagem (constituída por linhas anteriores à L16) são atribuídos à L16.

No sentido de tornar possível a declaração de defeitos “*on time*”, associando-os devidamente à linha de produção que os originou e impedindo a sua múltipla contabilização, foi desenvolvido, no âmbito deste trabalho de dissertação, um **instrumento para marcação de peças de scrap** (Figura 28). Este instrumento, que atua nas laterais das peças em palete, permite a marcação das peças defeituosas na própria linha de produção que originou o defeito. Os princípios de utilização deste instrumento são apenas dois:

- a) um operador apenas deverá marcar uma peça defeituosa caso ela se lhe depare sem qualquer marcação prévia;
- b) cada peça marcada deverá ser registada pelo operador que procedeu à respetiva marcação;



Figura 28 - Instrumento para marcação de peças de *scrap*.

O instrumento desenvolvido foi posto em teste na linha L41 (linha de pintura manual de laterais) no final do mês de abril.

O transporte de paletes de Kitchen Fronts, entre linhas de produção, é feito em “tapetes de rolos” (*conveyers*). Como a configuração do robô de saída da linha L1 (linha de produção imediatamente anterior à L41) não permite a colocação de qualquer tipo de base na paleta, a peça que ocupa o fundo da paleta fica quase sempre muito danificada. Foi esta a razão da escolha da linha L41 para testar o instrumento. Pretendia-se que o operador pudesse registrar “*on time*” o defeito da peça do fundo da paleta, garantindo também que ele não era declarado novamente aquando da inspeção na embalagem.

Foram elaborados procedimentos, e realizadas ações de formação, para a utilização deste instrumento nas linhas de produção. Estas instruções encontram-se no Anexo 8.

Apesar de não ter sido ainda possível quantificar as vantagens resultantes da utilização deste dispositivo, é evidente que a sua utilização contribuirá de forma decisiva para a correta declaração de defeitos. O conhecimento da origem exata de ocorrência de rejeitados de *scrap* torna possível atuar sobre a linha que efetivamente está a provocar os defeitos, tornando as ações corretivas mais céleres e mais eficientes. É esta a razão pela qual o Departamento da Qualidade da PFF decidiu generalizar a utilização deste instrumento de marcação de peças a todo o fluxo produtivo de Kitchen Fronts.

## 5.2 Ações corretivas por linhas de produção

As ações corretivas propostas para cada linha de produção resultaram da aplicação da metodologia RCPS. A elaboração dos quadros de resolução de problemas contou com os contributos do pessoal mais diretamente envolvido no processo de fabrico: operadores das linhas de produção, técnicos do Departamento da Qualidade e representantes do Departamento de Processos e do Departamento de Manutenção.

Nas tabelas 11, 12, 13, 14 e 15 encontram-se discriminados os resultados dos RCPS elaborados no âmbito desta dissertação. Estes resultados são, para o defeito principal de cada linha de produção, as causas diretas, as causas raiz e as ações corretivas propostas. As ações assinaladas com (\*) encontram-se ainda em processo de implementação; todas as restantes ações estão já implementadas.

Tabela 11 - Causas diretas, causas raiz e ações corretivas para o defeito do tipo “dimensões-furação/rasgo NOK” da linha L5.3.

Causa direta	Causa raiz	Ações corretivas propostas
A segunda passagem na máquina	Número máximo de furos/passagem insuficiente	Alteração da máquina: colocação de outro motor evitando as duas passagens na máquina
A segunda passagem na máquina	Número máximo de furos/passagem insuficiente	Análise da eficácia da ação de colocação do motor
Gabari <sup>1</sup> não disponível	Gabari possuía desvios	(*) Comprar gabari e implementar medição intercalada

A colocação de um novo motor veio a revelar-se a solução para o defeito principal da L5.3.

Tabela 12 - Causas diretas, causas raiz e ações corretivas para o defeito do tipo “*edge band* - melamina lascada nas furações” da linha L30.

Causa direta	Causa raiz	Ações corretivas propostas
Defeito detetado à saída da máquina	Inexistência de posto de controlo de visual após furação;	(*) Criação de um posto intermédio para controlo de visual
Desgaste das ferramentas/sujidade no sensor	Manutenção de 1º nível insuficiente	Aumento da frequência de manutenção de primeiro nível
Desgaste das ferramentas	<i>Stops</i> muito desgastados	Comprar <i>stops</i> para substituir os existentes

A manutenção de 1º nível faz a troca e limpeza de ferramentas e retificações necessárias.

<sup>1</sup>Este gabari é um instrumento que permite verificar o espaçamento entre furações.

Tabela 13 - Causas diretas, causas raiz e ações corretivas para o defeito do tipo “edge band - melamina lascada” da linha L3.1.

Causa direta	Causa raiz	Ações corretivas propostas
Desgaste de fresas/serras	Falta de controle da vida útil das fresas/serras	(*) Estudo da resistência das fresas/serras em função do número de peças processadas
Alteração das características da matéria-prima	Placa de aglomerado de partículas revestida com papel melamínico menos densas;	(*) Proteger carregador de peças com borracha
Falha na troca do tipo de serras/fresas quando muda a referência da peça	Não estão definidos os veios para as diferentes larguras das peças processadas na linha	(*) Criar folhas de parâmetros (por referência de peça) para os veios da multiserra para as máquinas de corte.

Tabela 14 - Causas diretas, causas raiz e ações corretivas para o defeito do tipo “edge band - melamina lascada nas furações” da linha L32.

Causa direta	Causa raiz	Ações corretivas propostas
Segregação de peças mal efetuada	Desaparecimento dos calibres	(*) Criação de calibres para medir lascado nas furações e laterais
Desgaste dos apoios	Comprimentos das brocas nos furos vazantes	(*) Estudo da resistência dos apoios em função do número de peças processadas
Tolerância apertada para o lascado nas superfícies C	Não se considerou que se trata de uma superfície C	(*) Verificar a possibilidade de aumentar a tolerância na superfície C;

Tabela 15 - Causas diretas, causas raiz e ações corretivas para o defeito do tipo “manuseamento - peças partidas” da linha L40.

Causa direta	Causa raiz	Ações corretivas propostas
Peças encravam no virador	Sensor desgastado ou mal posicionado	Criar listagem de parâmetros para o virador Modificar sensores
Falha na afinação de <i>setup</i> nas guias laterais	Falta de formação dos operadores	(*) Formação de <i>setup</i> aos operadores
Queda de peças no transporte da paleta	Instabilidade no transporte	Colocação de cintas nas paletes
Peças caem na lixadora	Tapete sem tração	Troca do tapete das lixadoras para um com maior tração.

A Figura 29 apresenta as frequências relativas do principal defeito, antes e depois da elaboração dos RCPS nas 5 linhas intervencionadas.

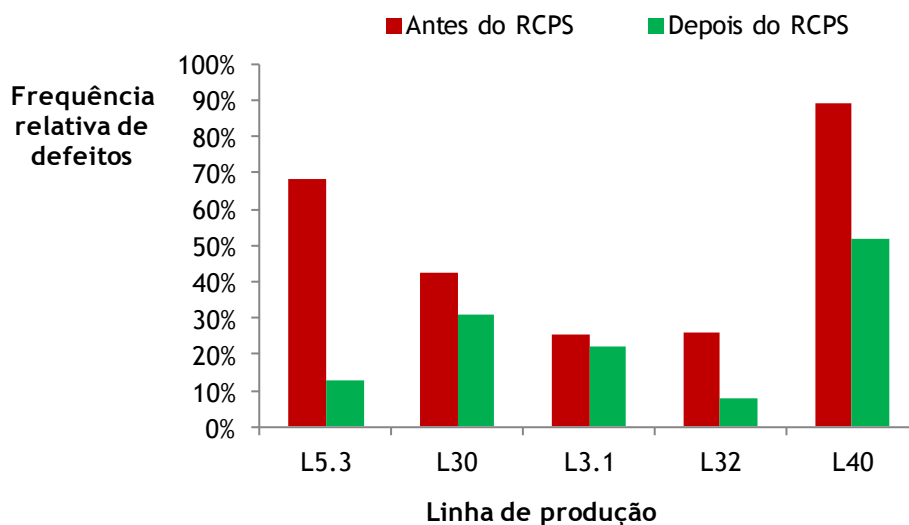


Figura 29 - Frequência relativa de defeitos por linha de produção, antes e depois da elaboração dos RCPS.

Constata-se que a redução de frequência relativa de defeitos foi claramente mais significativa nas duas linhas nas quais mais ações corretivas foram implementadas (as linhas L5.3 e L40). A diminuição registada na L32 não se pode atribuir a qualquer ação corretiva, tal como pode ser verificado na Tabela 14. Esta melhoria significativa poderá ser devida a uma menor produção da peça mais afetada pelo principal defeito da linha.

## 6 Outras ações

No âmbito deste trabalho dissertação foram desenvolvidos outros trabalhos que, embora não sejam ações corretivas, têm potencial para vir a diminuir a produção de *scrap*.

### 6.1 Análises, diárias e semanais, da produção de *scrap*

Durante os meses de fevereiro, março e abril foram efetuadas análises diárias por linha de produção. Nestas análises eram identificadas as linhas que, no dia anterior, tinham ultrapassado o respetivo objetivo de *scrap*. Foi desenvolvido uma folha-tipo, de cor vermelha, para passagem de informação (Anexo 10), destinada a fornecer aos operadores das linhas o número de peças de *scrap* e custo a elas associado, a descrição e frequência relativa de defeitos e a referência da peça mais afetada pelo principal defeito. Sempre que uma linha de produção excedia o objetivo para ela definido, a folha-tipo (devidamente preenchida) era afixada no quadro de linha.

Estas tarefas tinham duas finalidades: a) aumentar a consciencialização dos operadores para a qualidade do produto; b) obter informação adicional relativa às causas dos defeitos, quando um número elevado de peças de *scrap* era registado na Base de Dados da Qualidade (BDQ).

Verificou-se que a principal dificuldade a ultrapassar neste processo residia na baixa fiabilidade dos registos de defeitos: eram inúmeros os erros de registo de dados e a sua correção obrigava a entrevistar os operadores e à análise conjunta da BDQ e do *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Esta análise diária revelou ser demasiadamente demorada, impondo ao autor deste texto um esforço, e dispêndio de tempo, incompatíveis com as restantes atividades que lhe eram exigidas. Por esta razão, a análise diária foi substituída por uma análise semanal.

### 6.2 Implementação de auditorias ao *scrap*

Presentemente toda a informação relativa à produção de *scrap* é introduzida manualmente em cada uma de três aplicações informáticas distintas, a saber: BDQ, OEE e Operator. Portanto, os mesmos dados são introduzidos, manualmente, três vezes.

Todo o *scrap* produzido numa determinada linha de produção vai sendo recolhido numa mesma palete. No final de cada turno é, para cada palete, preenchida a respetiva Folha de Registo de *Scrap* (FRS). Só depois de validada a FRS pelo Departamento da Qualidade é que esta palete é recolhida para posterior valorização energética.

Como seria de esperar, nem sempre são concordantes os quatro registos que se acabou de descrever.

Face a este estado de coisas (previamente reportado pela autora desta dissertação) o Departamento da Qualidade decidiu atuar no sentido de garantir o correto registo do número de peças de *scrap* e dos tipos de defeitos reportados. Para este efeito, o Departamento implementou ações de auditoria ao *scrap*. Estas auditorias incidem sobre aquela que é, em termos de análise de *scrap*, a mais fundamental unidade produtiva, pelo que têm como objeto as linhas de produção, e não os sectores de produção (cada sector engloba várias linhas).

No âmbito desta dissertação foi criado um modelo de *checklist* onde são registados, por observação direta da paleta de *scrap*, as referências das peças, as respetivas quantidades e os defeitos que lhes estão associados. Após a auditoria, verifica-se se as informações registadas na *checklist* coincidem com os registos feitos pelo operador na BDQ, no Operator e na FRS (o OEE destina-se a ser usado pelo Departamento da Produção, pelo que não é ferramenta que, normalmente, seja utilizada pelo Departamento da Qualidade).

A calendarização das auditorias foi efetuada impondo-se que todas as linhas de cada um dos três setores (maquinagem, pintura e embalagem) fossem auditadas pelo menos uma vez por mês. Esta calendarização não é, obviamente, conhecida pelos operadores das linhas. A realização das auditorias compete aos técnicos de qualidade de cada setor e tem de ser feita em todos os turnos.

A *checklist* e um exemplo de calendarização da maquinagem encontram-se no Anexo 10.

### **6.3 Instrução de tratamento de produto não-conforme (*scrap*)**

Foi efetuada uma reformulação profunda da folha de instruções para o tratamento de *scrap*. Esta folha é fornecida aos operadores de linha e visa instruí-los no que diz respeito aos procedimentos a aplicar no processamento do *scrap* e ao encadeamento destes procedimentos (fluxograma) - ver Anexo 10.

Esta reformulação foi efetuada tendo em vista a simplificação, clarificação e atualização das instruções.

## 7 Conclusões

Em fevereiro de 2014 - data de início do trabalho de dissertação - já se tornava evidente que o objetivo de produção de *scrap*, estabelecido pela Direção de qualidade da PFF para o corrente ano fiscal, não iria ser atingido (ver Figura 6, secção 4.1). Impunha-se, por isso, desenvolver um conjunto de ações que, a médio prazo, pudessem contribuir para aumentar a eficiência e a qualidade dos processos produtivos. É neste contexto que se deve enquadrar o presente trabalho.

No âmbito desta dissertação foram efetuados várias análises do *scrap* produzido (ver capítulo 4). Estas análises tiveram como objeto as famílias de mobiliário e algumas linhas de produção.

A análise de *scrap* por famílias de mobiliário produzido revelou ser a gama Birkeland Doors a responsável, em termos médios no período entre setembro de 2013 e janeiro de 2014, por quase 50% do *scrap* produzido na unidade industrial. Para esta gama foi efetuada a análise dos defeitos reportados na Base de Dados da Qualidade. Identificaram-se desta forma os principais defeitos (“manuseamento-peças partidas” e “danos máquina-partido/fissuras”) e os componentes mais afetados por estes defeitos (*rails* e *stiles*) - ver secção 4.2.

Depois de detetados os defeitos mais importantes foram, para eles, propostas ações corretivas. Relativamente ao defeito “manuseamento-peças partidas” nas portas Birkeland foram propostas, e em grande medida já aplicadas, alterações ao acondicionamento de *rails* e de *stiles* nas paletes de transporte entre linhas de produção. Para diminuir a frequência de danos tipo “danos máquina-partido/fissuras” foram sugeridas três pequenas adaptações (apenas uma das quais foi aplicada até ao momento) à estrutura das linhas de embalagem L20 e L22 - ver secção 5.1.1. Estas ações propostas foram implementadas em finais de março de 2014.

Foi evidente a diminuição da importância dos defeitos da categoria “manuseamento-peças partidas” no total de defeito da Birkeland Doors: a frequência relativa associada a esta categoria diminuiu de 82% para 75% (menos 1000 peças por dia com este defeito). O acréscimo verificado na frequência relativa de defeitos do tipo “danos máquina-partido/fissuras”, que sobem de 8% para 16%, não invalida forçosamente a eficácia da ação implementada para combater este defeito.

É interessante referir que, à data do início do presente trabalho (fevereiro de 2014), o *scrap* de Birkeland Door era o mais abundante, sendo responsável pela esmagadora maioria (52%) de todo o *scrap* produzido na fábrica. Os resultados percentuais de junho foram claramente melhores do que os de fevereiro: a percentagem de *scrap* produzida por esta gama baixou para 32% do total, tendo deixado de ser a família com o *scrap* mais abundante e passando esse lugar a ser ocupado pela gama New Hemnes. Esta evolução indicia que todos os trabalhos desenvolvidos no âmbito desta dissertação (não apenas as ações corretivas implementadas para a gama Birkeland) poderão ter tido impacto claramente positivo no processo de fabrico (ver secção 5.1.1.5).

A análise de *scrap* por linhas de produção incidiu sobre as linhas que, não estando a cumprir os objetivos para elas estabelecidos pela Direção da Qualidade, ainda não tinham sido submetidas a qualquer ação corretiva (L5.3, L30, L3.1, L32 e L40). Para cada uma das linhas de produção selecionadas foi efetuada uma análise de defeitos. Para o principal defeito de cada linha foi elaborado o respetivo RCPS (*Root Cause Problem Solving*) - ver secção 4.3.

As ações propostas para as linhas L5.3, L30, L3.1, L32 e L40 são apresentadas nas tabelas 11, 12, 13, 14 e 15. Estas ações procuram responder a problemas específicos de cada linha. Em termos muito genéricos poderá dizer-se que quase todas as ações propostas visam um de dois objetivos: a) diminuir o risco de defeitos provocados pelas máquinas; b) melhorar o autocontrolo de qualidade. De entre estas ações propostas, as que já foram implementadas foram-no em abril/maio de 2014.

Os dados de junho de 2014, relativos às duas linhas nas quais mais ações corretivas foram implementadas (as linhas L5.3 e L40), permitem nelas constatar muito significativas reduções na frequência relativa do principal defeito. Na linha L5.3, a frequência relativa do principal defeito baixou de 68% para 12%. A redução na linha L40 foi de 87% para 50%.

No âmbito desta dissertação foi desenvolvida uma metodologia para efetuar a calendarização mensal de auditorias que visam contribuir para que todas as aplicações informáticas utilizadas na PFF contenham a mesma informação relativa à produção de *scrap*. Também foi criado um modelo de *checklist* destinada a ser utilizadas nestas auditorias. Na *checklist* são registados, por observação direta da paleta do *scrap* produzida por cada linha, as referências das peças, as respetivas quantidades, os defeitos que lhes estão associados e se toda esta informação coincide com a que está disponível nas bases de dados utilizadas na PFF. Desta forma se contribui para evitar a existência de informação díspar nas várias bases de dados, problema recorrente na PFF (ver 6.2).

O trabalho de que resultou esta dissertação decorreu nas instalações fabris da PFF, sem interrupções, ao longo de vários meses. Durante este período conseguiu-se um conhecimento detalhado do processo produtivo, ganhou-se experiência na utilização das ferramentas informáticas utilizadas para o controlo de qualidade e manteve-se um contacto permanente com os operadores das linhas de produção. Foram, desta forma, detetados problemas pontuais para os quais se afigurava ser possível desenvolver soluções eficientes e pouco complexas. Trata-se de ações que visam melhorar a fiabilidade da informação introduzida nas bases de dados da PFF, mas que não foram objeto de aprofundadas análises prévias. Estas ações, que foram apresentadas em dois capítulos distintos, são: a) instrumento de marcação de peças de *scrap* (ver 5.1.2); b) reformulação da folha de instruções para o tratamento de produto não-conforme (ver 6.3). De entre estas duas ações, será agora realçado o instrumento de marcação, já que tem um carácter inovador (embora o princípio de funcionamento seja extremamente simples, já que de um mero “carimbo” se trata) e apresenta elevado potencial para melhorar a qualidade do processo produtivo.

O instrumento de marcação de peças de *scrap* é aplicado nas laterais das peças defeituosas, assinalando-as de forma bem visível, de modo a impedir que uma mesma peça de *scrap* seja contabilizada em todas as linhas de produção por onde passa. Para além de evitar múltiplas contabilizações de uma mesma peça, este instrumento de marcação vai permitir conhecer a origem exata da ocorrência de rejeitados de *scrap*. Torna-se assim possível atuar sobre a linha que efetivamente está a provocar os defeitos, desta forma contribuindo fortemente para que as ações corretivas sejam mais céleres e mais eficientes. Estas propriedades levaram a que o Departamento da Qualidade da PFF tenha já decidido generalizar a utilização deste instrumento de marcação de peças a todo o fluxo produtivo de Kitchen Fronts.

## 7.1 Objetivos realizados

Os objetivos estabelecidos para esta dissertação eram:

- e) Análise de *scrap*, principais defeitos, principais linhas e principais referências;
- f) Análise de causas raiz de problemas usando as ferramentas da Qualidade;
- g) Criação de planos de ações e respetivo seguimento;
- h) Reduzir os níveis de *scrap* na fábrica;

O início desta secção demonstra, claramente, que todos estes objetivos foram atingidos.

---

## 7.2 Limitações e Trabalho Futuro

As principais dificuldades encontradas na realização desta dissertação foram a dimensão do problema abordado (a produção de *scrap* na PFF) e o prazo concedido para o fazer. Por dimensão do problema entenda-se a sua complexidade e a dimensão física da estrutura produtiva analisada. Estas dificuldades impuseram a necessidade de limitar o âmbito das análises “finas” efetuadas (foram analisadas, em detalhe, apenas algumas linhas de produção) e, por conseguinte, o âmbito (mas não, espera-se, a qualidade) das ações propostas. Serão estas as limitações mais evidentes da presente dissertação.

Existirão, sem sombra de dúvida, muitas possibilidades de trabalhos futuros. Porém, como o contacto com a PFF foi curto, muitas destas possibilidades não serão, de momento, evidentes para a autora desta dissertação. No entanto, algumas aparentam, desde já, serem merecedoras de menção:

- a) Implementação de uma base de dados de defeitos única para toda a unidade industrial;
- b) Redução do número de defeitos constantes da lista utilizada pelos operadores para reporte do *scrap*;
- c) Redução da intervenção humana no registo dos defeitos (nomeadamente incorporando um sensor de pressão no instrumento para marcação de peças defeituosas)
- d) Focar os operadores não apenas na quantidade produzida, mas também na qualidade da produção;
- e) Procurar que a atividade fiscalizadora seja percebida pelos operadores como uma ajuda e não como um mero policiamento.

## 7.3 Apreciação final

O trabalho em ambiente empresarial do qual resulta esta dissertação proporcionou à autora uma experiência profissional muito enriquecedora. Os trabalhos realizados indiciam bons resultados e, para além disso, facultam à empresa o estabelecimento de metodologias para a abordagem do problema da produção de *scrap*. Estas metodologias, permitirão uma análise mais aprofundada das questões presentes nesta dissertação e desenvolver um conjunto mais alargado de ações corretivas.

## 8 Referências

[http://www.ikea.com/ms/pt\\_PT/about-the-ikea-group/](http://www.ikea.com/ms/pt_PT/about-the-ikea-group/), acessado em Março de 2014

<http://www.somafil.com>, acessado em Março de 2014

<http://www.aptintas.pt>, acessado em Abril de 2014

<http://www.pqi.com.br/dq/dql.html>, acessado em Abril 2014

*Quality Specification - Handbook*, Swedwood, versão 3.