



# **Redefinição dos fluxos internos de informação e materiais**

*Gina Micaela da Silva Ferreira Gonçalves*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Mário Amorim Lopes



**Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial**

2018-07-02

*Aos meus pais.*

## Resumo

Na atualidade, o mercado é cada vez mais exigente, global e competitivo, obrigando as empresas a adaptarem-se e a reconsiderarem, frequentemente, os processos e métodos utilizados. Com o intuito de satisfazer as necessidades da produção, a presente dissertação procura otimizar o processo logístico interno de uma das fábricas da IKEA Industry Portugal, através da redefinição dos fluxos de informação e material.

Primeiramente, foi feita uma breve análise às necessidades da produção, com foco nos pedidos de material, abastecimento de consumíveis e recolha de excedentes. Desta forma, verificou-se que alguns procedimentos não se encontravam normalizados, que existiam algumas ruturas de consumíveis nas linhas, que a informação transmitida através dos pedidos de material era distorcida, entre outros problemas. De forma a alcançar o objetivo, recorreu-se a ferramentas *Lean*, como o *Mizusumashi* e o sistema *Kanban*, juntamente com o desenvolvimento e implementação de dois novos sistemas de pedido de material, bem como uma curta análise aos *stocks* de alguns consumíveis em estudo. Além disso, foi crucial a comunicação com os operadores do chão-de-fábrica, bem como com os colaboradores de outros departamentos e fornecedores.

A implementação do novo sistema de pedidos de material, ainda numa fase inicial, eliminou a dispersão e distorção da informação, bem como possibilitou um maior controlo nos consumos efetuados na área da pintura. Na *mezzanine* da área da embalagem, outro local de atuação do projeto, foi aplicado um novo sistema de pedido de componentes que são necessários na embalagem dos vários produtos semi-acabados, possibilitando a redução do número e tempo de chamadas realizadas, do nº de tarefas realizadas durante o processo de pedido, tornando o método de pedido mais prático e funcional. Embora a implementação do *Mizusumashi* em toda a fábrica não tenha sido possível, foram realizados vários testes com as carruagens adquiridas e, de momento, estão reunidas a maior parte das condições para que o comboio logístico comece a realizar a rota completa. Desta forma, o transporte e a recolha de material passará a ser realizado mais rapidamente e de modo mais flexível. O sistema *Kanban* no abastecimento das fitas de orla e cola possibilitou reduzir o excesso de *stock* nos bordos de linha, bem como nos outros locais onde foi introduzido pela primeira vez.

# **Redefinition of internal flows of information and materials**

## **Abstract**

Nowadays, the marketplace is increasingly more demanding, global, and competitive, challenging companies to frequently adapt and reconsider the processes and methods they use. With the aim of satisfying production needs, this dissertation seeks to optimize the internal logistic process at one of IKEA Industry Portugal's factories, through the redefinition of information and material flows.

Production needs were briefly analyzed with a focus on material orders, consumables supply and waste collection. In this way, it was verified that some of the procedures were not normalized, that there were some consumable stock ruptures and that the information recorded in the material orders was distorted, among other problems. In order to achieve the objective of this thesis, Lean tools such as the Mizusumashi and Kanban system were applied, together with a short analysis regarding the stock quantities of some of the consumables studied. The communication with shop floor personnel, as well as with other department employees and suppliers, was crucial.

The initial implementation of the new system for ordering material eliminated dispersion and distortion of information, which also enabled a greater degree of control over consumption in the painting area. In the mezzanine of the packaging area, a new ordering system for components needed in the packaging of various semi-finished products was applied, reducing the number and duration of calls made, and the number of tasks performed during the ordering process, which makes the ordering method more practical and functional. The implementation of Mizusumashi system throughout the factory was not possible. However, several tests were carried out with the acquired carriages and, currently, most of the conditions for the logistic train to perform the complete route are in place. In this way, material is chosen and transported more quickly and in a more flexible way. In the supply of edge tape and glue, the Kanban system reduced stock excess along the line's edges.

## Agradecimentos

À IKEA Industry Portugal por me ter possibilitado a realização deste projeto nas suas instalações e a todos os colaboradores que me receberam bem e que me apoiaram sempre. O trabalho de equipa e o espírito de entreajuda que se vive na IKEA foi crucial para a realização deste projeto.

À Eng.<sup>a</sup> Lara Oliveira pela disponibilidade, orientação, apoio e confiança durante a realização deste projeto e por me ter ajudado a encarar os obstáculos de forma mais objetiva e otimista.

Ao Eng.<sup>o</sup> Armando Morado, responsável da fábrica onde foi realizado o projeto, pela motivação, suporte, visão e por ter sido um exemplo.

Ao Professor Mário Amorim Lopes pela compreensão, tolerância, incentivo e disponibilidade.

Aos meus amigos mais próximos e familiares, que me sempre transmitiram força e motivação para terminar esta etapa da minha vida.

Um especial agradecimento à Ema Ferreira por me dizer as palavras certas na altura certa.

Ao meu namorado pela grande amizade, pela cumplicidade que nos une e por estar sempre ao meu lado, tanto nos bons como maus momentos.

E um eterno obrigada aos meus pais por todo o amor, carinho, motivação, paciência e por me apoiarem incondicionalmente todos os dias.

Estou grata.

# Índice de Conteúdos

1	Introdução .....	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação .....	1
1.2	Grupo IKEA e a IKEA Industry Portugal .....	1
1.2.1	IKEA Production System .....	2
1.3	Objetivos do projeto .....	3
1.4	Metodologia .....	3
1.5	Estrutura da dissertação .....	4
2	Revisão bibliográfica .....	5
2.1	Toyota Production System .....	5
2.1.1	3M .....	6
2.2	Lean Thinking .....	6
2.2.1	Filosofia Kaizen .....	7
2.2.2	Just In Time .....	7
2.3	Métodos e Ferramentas Lean .....	7
2.3.1	5S .....	7
2.3.2	Standard Work .....	8
2.3.3	Sistema Kanban .....	9
2.3.4	Mizusumashi .....	10
3	Caracterização do estado inicial .....	13
3.1	Pigment Furniture Factory .....	13
3.2	Pedido e abastecimento de consumíveis de produção .....	14
3.2.1	Consumos e <i>stocks</i> dos consumíveis solicitados através de <i>kanban</i> .....	15
3.3	Recolha de sucata na área da pintura .....	17
3.4	Recolha de resíduos sólidos e líquidos .....	17
3.5	Abastecimento e recolha de latas de tinta, aditivos e líquidos de limpeza .....	18
3.6	Tarefas do abastecedor da área da pintura .....	18
3.7	Abastecimento de fita de orla e cola .....	20
3.8	Mezzanine na área da embalagem .....	20
3.9	Síntese dos problemas detetados .....	23
4	Proposta de solução e análise dos resultados .....	25
4.1	Novo sistema de pedido de consumíveis de produção .....	25
4.1.1	Determinação da quantidade mínima e da quantidade máxima de <i>stock</i> na linha dos consumíveis solicitados através do registo de consumo .....	28
4.2	Otimização do Mizusumashi .....	28
4.2.1	Tarefas .....	29
4.2.2	Definição da rota .....	30
4.2.3	Tipos de Carruagem e outras estruturas .....	31
4.2.4	Fluxo de informação e material entre o <i>Mizusumashi</i> e a Produção .....	33
4.2.5	Kanban das fitas de orla e cola .....	34
4.3	Novo método de pedido de material à mezzanine .....	35
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro .....	38
5.1	Trabalho futuro .....	39
	Referências .....	41
	ANEXO A: <i>Layout</i> da PFF com respetiva identificação de todos os <i>workcenters</i> em análise à exceção da <i>mezzanine</i> .....	43
	ANEXO B: Folha de pedido de material .....	44
	ANEXO C: Exemplo de Cartão <i>Kanban</i> .....	45
	ANEXO D: <i>Timeline</i> do pedido e abastecimento de consumíveis de produção na área da pintura .....	46
	ANEXO E: Consumos registados dos artigos solicitados por <i>kanban</i> nas linhas 14, 15 e 16 .....	47

ANEXO F: Consumos teóricos dos artigos solicitados por <i>kanban</i> nas linhas 14,15,16 segundo os <i>standards</i> definidos .....	51
ANEXO G: Análise ao <i>Stock on-hand</i> dos vários consumíveis desde o início de 2018.....	52
ANEXO H: Lista de Latas de Tinta e Aditivos a serem transportados.....	56
ANEXO I: Listagem das Referências de Fita de Orla e Cola.....	57
ANEXO J: Especificações fornecidas ao departamento IT na fase inicial do desenvolvimento do projeto .....	58
ANEXO K: Menus associados ao novo sistema de pedidos de material na ótica do operador da produção .....	63
ANEXO L: Menus associados ao novo sistema de pedidos de material na ótica do operador do armazém .....	65
ANEXO M: Determinação da rota 1 recorrendo ao “ <i>Solver</i> ” do <i>Excel</i> .....	66
ANEXO N: Determinação da rota 2 recorrendo ao “ <i>Solver</i> ” do <i>Excel</i> .....	67
ANEXO O: Matriz de registo de viagens em vazio efetuadas pelo <i>Mizusumashi</i> .....	68
ANEXO P: NPCs das linhas 30 e 31 .....	69
ANEXO Q: Visualização de todos os pedidos realizados pelo novo sistema de pedidos à <i>mezzanine</i> .....	72



## Siglas

BOF – *Board on Frame*

FIFO – *First In, First Out*

IPS - *IKEA Production System*

JIT – *Just in Time*

MDF - *Medium-Density Fiberboard*

NPC – *Nameplate Capacity*

PFF – *Pigment Furniture Factory*

RP – *Reorder Point*

RSC – *Resíduos Sólidos Contaminados*

SS – *Safety Stock*

TPS – *Toyota Production System*

WIP – *Work in process*

## Índice de Figuras

Figura 1 - Instalações da IKEA Industry Portugal.....	2
Figura 2 - <i>Paper Pallet</i> com <i>flat-packs</i> como símbolo do <i>IKEA Production System</i> (IKEA Industry, s.d.).....	3
Figura 3 - <i>Toyota Production System House</i> (Shook e Marchwinski, 2014).....	5
Figura 4 - Os 3 MU identificados pelo sistema TPS (adaptado de Graham, 2014) .....	6
Figura 5 - Fluxo de dois <i>Kanbans</i> (adaptado de Jacobs e Chase, 2014).....	9
Figura 6 – Abastecimento realizado por um empilhador versus <i>mizusumashi</i> (Coimbra, 2009) .....	10
Figura 7 - <i>Layout</i> atual da fábrica PFF .....	13
Figura 8 - Fluxo de Produção na PFF .....	14
Figura 9 - Recolha dos consumíveis junto do armazém através de <i>stacker</i> .....	15
Figura 10 - Recolha da sucata na zona do <i>Rework</i> de <i>Stacker</i> .....	17
Figura 11 - Transporte de latas de tinta através de <i>stacker</i> .....	18
Figura 12 - Transporte de fitas de orla em palete através de <i>stacker</i> e <i>stock</i> nos bordos de linha .....	20
Figura 13 - Anotação dos pedidos numa folha de papel .....	21
Figura 14 - Diagrama representativo do processo de pedido de material à <i>mezzanine</i> .....	22
Figura 15 – <i>Timeline</i> do novo método de pedido de consumíveis .....	26
Figura 16 - Rota 1 a ser realizada pelo <i>Mizusumashi</i> .....	30
Figura 17 - Rota 2 a ser realizada pelo <i>Mizusumashi</i> .....	30
Figura 18 - Carruagens a serem utilizadas pelo <i>Mizusumashi</i> no transporte e recolha de materiais. (1) Estrutura que transporta vários tipos de material, desde caixas, embalagens de cola, entre outros. (2) Carruagem que transporta latas de tinta, aditivos e líquidos de limpeza. (3) Estrutura adaptada ao transporte de fitas de orla. (4) Atrelado que suporta e movimenta os contentores de RSC. (5) Estruturas que sustentam e transportam os contentores de resíduos de tinta e de solvente. (6) Estrutura adequada para o transporte de sucata e de consumíveis, possibilitando a divisão do material.....	32
Figura 19 - Sistema de gestão visual entre a produção e o <i>Mizusumashi</i> .....	33
Figura 20 – Exemplo de um pedido realizado através do novo sistema de pedido à <i>mezzanine</i> e respetiva etiqueta impressa com o pedido .....	35
Figura 21- Diagrama representativo do processo de pedido de material à <i>mezzanine</i> após o novo sistema .....	36

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Dados relativos aos consumíveis solicitados por <i>kanban</i> .....	16
Tabela 2 – Análise realizada ao tempo despendido na realização de cada tarefa efetuada pelo abastecedor durante 4 dias.....	19
Tabela 3 – Número, tempos total e médio das chamadas efetuadas na área da <i>mezzanine</i> .....	22
Tabela 4 - Número, tempos total e médio dos retornos de material na área da <i>mezzanine</i> .....	22
Tabela 5 - Problemas detetados e suas implicações .....	24
Tabela 6 - Propostas de solução e respetivos problemas que se pretendem resolver .....	25
Tabela 7 - Quantidade por embalagem, quantidade mínima e quantidade máxima de <i>stock</i> na linha para cada uma das referências solicitadas através do registo de consumo.....	28
Tabela 8 - Tarefas realizadas pelo <i>Mizusumashi</i> em cada <i>workcenter</i> .....	29
Tabela 9 – Tempo médio estimado para cada uma das tarefas a realizar pelo <i>Mizusumashi</i> ..	31
Tabela 10 - Quantidades mínimas e máximas de <i>stock</i> nos bordos de linha do <i>workcenter</i> .....	30 35
Tabela 11 - Quantidades mínimas e máximas de <i>stock</i> nos bordos de linha do <i>workcenter</i> .....	31 35
Tabela 12 - Número, tempos total e médio das chamadas efetuadas na área da <i>mezzanine</i> após sistema de pedido.....	36
Tabela 13 - Número, tempos total e médio dos retornos de material na área da <i>mezzanine</i> após sistema de pedido.....	37

## 1 Introdução

No presente capítulo será feito um enquadramento do projeto desta dissertação, seguindo-se de uma breve descrição da empresa, onde se fará referência ao Grupo IKEA e particularmente à IKEA Industry Portugal. Os objetivos a atingir com a realização do projeto e a metodologia utilizada no decurso do mesmo serão também explicitados. Por fim, será apresentada, de forma breve, a estrutura da dissertação.

### 1.1 Enquadramento do projeto e motivação

A IKEA Industry é uma das maiores produtoras de móveis de madeira a nível mundial, produzindo mobiliário exclusivamente para os clientes IKEA. A IKEA Industry Portugal, onde foi realizado o projeto, é uma das 40 unidades fabris do grupo. Ao longo dos anos, para fazer frente às exigências do mercado, que está em constante renovação, tem vindo a implementar metodologias baseadas na filosofia *Lean*. O *Lean Production*, baseado no *Toyota Production System*, tem o intuito de produzir mais e melhor com menos (Ohno 1988). Através da redução de desperdícios ao longo de toda a cadeia e da capacidade de se estar recetivo à mudança é possível produzir-se de modo eficiente com maior qualidade.

No âmbito da melhoria contínua, o projeto que trata a presente dissertação procura redefinir determinados fluxos de informação e materiais, de modo a otimizar o processo logístico interno. Sendo assim, o projeto passa por implementar o comboio logístico, ou *Mizusumashi*, em toda a fábrica de *Pigment Furniture*, criar um novo sistema de pedido de consumíveis na área da pintura, bem como na *mezzanine* da área da embalagem. Era possível observar vários desperdícios no modo de abastecimento de consumíveis às linhas de produção, bem como na recolha de excedentes das mesmas. Em termos de ambiente e segurança, era prioritário melhorar a recolha dos resíduos consequentes do processo da pintura. Além de que o comboio logístico apenas realizava rotas de cerca de 15 minutos, de 4 em 4 horas na área da embalagem, encontrando-se, assim, subutilizado.

Apesar de a IKEA já ser uma empresa com uma estrutura muito voltada para a melhoria contínua e com foco na eliminação dos desperdícios, há muitos aspetos que podem ser melhorados. No entanto, os recursos são limitados e, por isso, as situações são priorizadas. Citando Ingvar Kamprad, fundador da IKEA – “Ainda há muitas coisas por fazer. Um futuro magnífico!”.

### 1.2 Grupo IKEA e a IKEA Industry Portugal

Em 1943, Ingvar Kamprad fundou o grupo IKEA, nome que surgiu da conjugação das iniciais do nome do precursor e da quinta e local onde nasceu (Elmtaryd e Agunnaryd). Focada em produtos para o lar e sendo o mobiliário a sua principal área de negócio, a IKEA tem como visão “Criar um melhor dia a dia para a maioria das pessoas”, através da oferta de “uma vasta gama de produtos funcionais e com um bom *design* a preços tão baixos que a maioria das pessoas pode comprá-los”. Desde 1982, o grupo é detido por uma fundação na Holanda,

INGKA Foundation, tendo os lucros apenas três finalidades: reinvestimento, doações a projetos de solidariedade através da IKEA Foundation ou reserva financeira para investimentos futuros. No ano financeiro anterior (término a 31 de agosto de 2017), o grupo IKEA contava com 355 lojas em 29 países, 149000 colaboradores nos mais diversos setores e um leque de cerca de 9500 artigos. As receitas totais sofreram um crescimento de 1,7%, alcançando 3.6 biliões de euros (INGKA Holding B.V. , 2017).

Com o intuito de satisfazer o crescente número de pedidos dos clientes IKEA, em 1991, foi fundado o grupo Swedwood que produzia mobiliário exclusivamente para a mesma. Contudo, em 2013, o mesmo fundiu-se com o grupo Swedspan e com o IKEA Industry Investment & Development, nascendo o grupo IKEA Industry.

Em 2007, iniciou-se a construção da IKEA Industry Portugal, anteriormente Swedwood Portugal, sendo uma das unidades fabris do grupo. Localizada em Paços de Ferreira, faz parte da divisão *Flatline* da IKEA Industry e encontra-se dividida em duas fábricas: *Pigment Furniture Factory* (PFF) e *Board on Frame* (BOF). Na PFF produz-se mobiliário de cozinha e para quartos e na BOF é fabricado sobretudo mobiliário de escritório. Além das fábricas, existe um *Warehouse*, onde é armazenado o produto acabado.



Figura 1 - Instalações da IKEA Industry Portugal

### 1.2.1 IKEA Production System

O IPS – *IKEA Production System* é um sistema baseado nos valores IKEA que, aliado ao conceito do *Lean Production*, define a forma como se trabalha e se gere as operações na IKEA Industry. Este conjunto de princípios fomenta a excelência na segurança, qualidade, entrega e custo, visto que o objetivo é possibilitar sempre aos seus clientes os melhores produtos ao menor preço e aos colaboradores um ambiente de trabalho melhor e mais seguro. O IPS é suportado por um leque de métodos e ferramentas inspirados no *Lean*, *Six Sigma*, *SCOR-model*, entre outros. A paleta com *flat-packs* representada na Figura 2 foi o símbolo elegido para descrever o IPS, visto que a mesma está diretamente relacionada com a área de negócio da IKEA. Como já foi referido, os princípios do IPS têm uma base sólida nos valores da IKEA e o topo da paleta representa a visão da empresa. As caixas intermédias são os conceitos-chave que integrados uns nos outros permitem à empresa obter os resultados pretendidos e alcançar a sua visão. Tal como acontece na preparação de uma paleta, tudo se constrói a partir da base.



Figura 2 - Paper Pallet com flat-packs como símbolo do IKEA Production System (IKEA Industry, s.d.)

### 1.3 Objetivos do projeto

Como referido anteriormente, o objetivo principal da IKEA Industry Portugal com este projeto é redefinir fluxos de informação e materiais, procurando otimizar o sistema de abastecimento de consumíveis e outro tipo de materiais às linhas de produção e a recolha de excedentes das mesmas, através da implementação do comboio logístico em toda a fábrica e de um novo sistema de pedido de material. Foram definidos os seguintes objetivos secundários:

- Normalizar o abastecimento de consumíveis, latas de tinta e aditivos;
- Normalizar e melhorar ambientalmente a recolha de resíduos;
- Normalizar a recolha de sucata;
- Evitar paragens nas linhas;
- Eliminar movimentações de material desnecessárias;
- Reduzir o *stock* existente nas linhas de produção;
- Melhorar o fluxo de informação;
- Melhorar as condições de trabalho dos operadores envolvidos.

### 1.4 Metodologia

Inicialmente, visto que se trata de uma fábrica de grande dimensão e com muitas pessoas envolvidas, foi importante entender como estava organizada, bem como o processo produtivo e como é transmitida a informação entre os vários níveis hierárquicos. Além disso, visto que o projeto inclui também a implementação do comboio logístico em toda a fábrica, foi relevante conhecer o seu funcionamento, rotas existentes, capacidade de transporte, entre outras características. Na BOF, onde o comboio já é utilizado na totalidade da sua capacidade, foi possível observar o seu desempenho e questionar a operadora responsável, com o propósito de perceber pontos fortes e fracos do equipamento e da rotina.

Mediante as atividades que já se encontravam delineadas para o *Mizusumashi*, ou seja, o tipo de materiais que teriam que ser transportados por este e os respetivos locais, procedeu-se a um estudo baseado na metodologia especificada em Coimbra (2009), mas adaptado à realidade em análise. Primeiramente, foi recolhida informação relativa ao estado inicial, isto é, como era o processo de abastecimento das linhas em análise e a recolha dos resíduos de tinta, resíduos de solvente, resíduos sólidos contaminados e sucata. Esta análise implicou interagir diretamente com os operadores envolvidos, sobretudo com o abastecedor, compreendendo as suas dificuldades e necessidades. De seguida, dada a diversidade de materiais e o nível de perigo de alguns deles, foram efetuados contactos com vários fornecedores de modo a serem criadas novas soluções de transporte e armazenamento dos mesmos. Com o protótipo existente e com as estruturas em uso foram realizados testes ao comboio logístico, com o intuito de entender quais os locais críticos de passagem. Assim, foram definidos os pontos de paragem e as várias rotas de abastecimento e recolha, tendo em conta as necessidades da produção.

Além disso, verificou-se que o processo referente ao pedido dos consumíveis em estudo era confuso, ocorrendo distorção de dados ao longo do mesmo. Devido à ausência de dados fidedignos e do facto dos consumos serem muitas vezes atribuídos aos *workcenters* errados, constatou-se que este leque de consumíveis apresentavam grande variabilidade nos consumos. Deste modo, foi criado um novo sistema de pedido de material, desde a elaboração dos diversos fluxogramas, descrição de cada funcionalidade e a conceção da interface com o apoio do departamento informático.

Com o objetivo de diminuir movimentações desnecessárias de material e normalizar o método de pedidos de material na *mezzanine* da área da embalagem, foi criada uma aplicação e respetivo sistema de impressão de talões. Inicialmente, para entender melhor o processo em vigor e entender também as dificuldades sentidas pelos operadores em causa, foi feito um acompanhamento diário ao operador da *mezzanine* durante alguns dias. De seguida, o processo foi redefinido e implementada a aplicação.

Desta forma, tendo em conta que o período de implementação do *Mizusumashi* é moroso, foi definido um plano faseado, para que fosse possível introduzir o novo sistema de pedido de consumíveis e o comboio logístico gradualmente e, conseqüentemente, eliminar na totalidade o método de abastecimento antigo.

## 1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos.

No segundo capítulo apresenta-se a revisão bibliográfica, fazendo-se referência aos conteúdos que são mais pertinentes e relevantes para a realização do projeto.

No terceiro capítulo é feita uma descrição detalhada da situação inicial da fábrica em análise, desde o processo produtivo ao problema em estudo. Por sua vez, no quarto capítulo são apresentadas potenciais soluções de melhoria e uma breve análise dos resultados obtidos.

Por último, no quinto capítulo são expostas as conclusões, bem como sugestões para o futuro do projeto, que, por sua vez, têm reflexo na logística interna na *Pigment Furniture Factory*.

## 2 Revisão bibliográfica

### 2.1 Toyota Production System

O *Toyota Production System* (TPS) surgiu no Japão, imediatamente após a Segunda Guerra Mundial, período pelo qual a indústria japonesa se encontrava em declínio, muito devido à escassez de recursos e a uma baixa produtividade. Desta forma, era inacessível a *Toyota* fazer frente à indústria automóvel americana, protagonizada por Henry Ford e que seguia um modelo de produção em massa. Nasce assim este novo sistema liderado principalmente por Taiichi Ohno, que tinha o objetivo de melhorar a qualidade e a produtividade através da eliminação de desperdícios (Ohno 1988).

O TPS é frequentemente associado a uma casa, como se pode observar na Figura 3, em que os dois grandes pilares são o *Just In Time* (ver secção 2.2.2) e o *jidoka* (paragem do processo mediante um erro em alguma das etapas) assentes em fundamentos como a normalização dos processos (ver secção 2.3.2), a produção nivelada (*heijunka*) e a filosofia *Kaizen*. No topo da casa são representados os objetivos que se pretendem alcançar, que se resumem na melhoria da qualidade, em menores custos e no menor tempo de entrega (Shook e Marchwinski 2014).

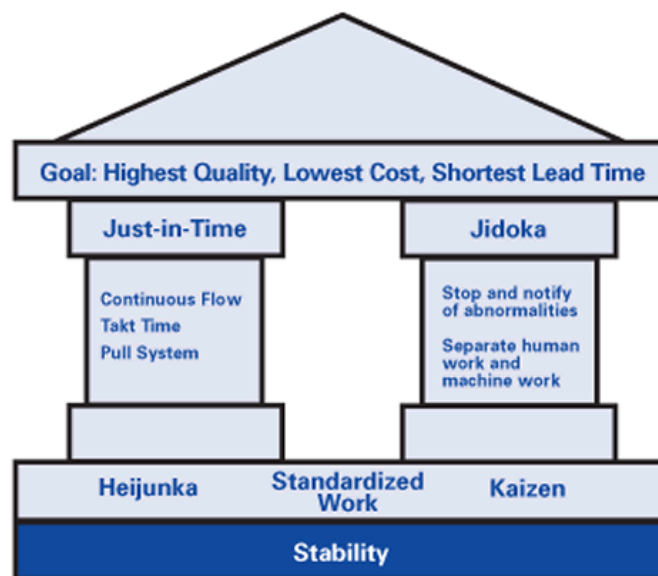


Figura 3 - *Toyota Production System House* (Shook e Marchwinski, 2014)

Assim, o desenvolvimento e a implementação do TPS fez com que, em 2007, a *Toyota Motors Corporation* se tornasse a maior fabricante da indústria automóvel, ultrapassando a *General Motors*, que se tinha estabelecido como líder há várias décadas (Pinto 2014). O sucesso desta empresa fez com que muitas mais replicassem este sistema, servindo de base ao aparecimento do conceito *Lean*, reconhecido aquando da publicação do livro "*The machine that changed the world*" (Womack, Jones e Roos 1990).



### 2.1.1 3M

A criação de valor no *Toyota Production System* foca-se na eliminação de todos os desperdícios, que nada acrescentam de valor ao cliente. Segundo Fujio Cho, antigo presidente da Toyota, entende-se como desperdício tudo aquilo para além da quantidade mínima de equipamento, materiais, peças e trabalhadores que são inegavelmente indispensáveis à produção (Chase *et al* 2006). Sendo assim, foram identificados três tipos de desperdícios, expressos em japonês, como *Muda*, *Muri* e *Mura* que estão representados na Figura 4. Tudo que é identificado como desperdício é representado por *Muda*. *Muri* alude aos excessos ou insuficiências, que podem ser reduzidos pela uniformização do trabalho ou *standard work*. *Mura* refere-se às variações e oscilações, que podem ser eliminadas pela aplicação do sistema JIT (Pinto 2014).



Figura 4 - Os 3 MU identificados pelo sistema TPS (adaptado de Graham, 2014)

## 2.2 Lean Thinking

Com o objetivo de criar valor para os clientes e todos os interessados no sucesso das corporações, o *lean thinking* pretende eliminar todas as atividades que não contribuem de forma direta para uma vantagem competitiva, tendo sido reconhecido pela primeira vez pelos autores James Womack e Daniel Jones (1996). A filosofia subjacente tem origem nos fundamentos do TPS e é apoiada por uma série de ferramentas e métodos. Os mesmos autores identificaram os seguintes 5 princípios:

- **Criação de valor** – definição da cadeia de valor do cliente, ou seja, estudar quais são verdadeiramente as necessidades do mesmo;
- **Mapeamento da cadeia de valor** – criação de um *Value Stream Mapping* (VSM) que esquematize toda a cadeia de valor, distinguindo as atividades que criam realmente valor daquelas que não agregam e que, por isso, devem ser eliminadas;
- **Otimização do fluxo** – depois de identificadas todas as atividades que criam valor, o objetivo é criar uma sincronia entre elas que crie um fluxo contínuo e fluído, sem paragens;
- **Pull system** – implementação de um sistema *pull*, em que é o cliente que define o que vai ser produzido, isto é, o produto final vai de encontro às necessidades do cliente, e não o contrário. Ao contrário de um sistema *push*, em que se baseia em previsões de procura e que os produtos são empurrados para o cliente, criando excessos de inventário que podem nem ser consumidos;
- **Perfeição** – as expectativas e interesses de todos os *stakeholders* estão em constante transformação, obrigando as organizações a apostarem na melhoria contínua a todos os níveis, em busca da perfeição.

### 2.2.1 Filosofia Kaizen

Etimologicamente, *Kaizen* advém da junção de duas palavras japonesas: “*kai*”, que significa mudar, e “*zen*”, que significa melhor. Partindo deste pressuposto, esta filosofia visa a prática da melhoria contínua aplicada de modo frequente. Contudo, só funciona bem se todos os colaboradores e todas as áreas forem envolvidas diariamente, ou seja, se fizer parte da cultura de uma organização (Miller et al 2013). Um dos impulsionadores foi Masaaki Imai quando lançou o livro “*Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success*”, em 1986, e é uma abordagem que pode ser aplicada em todas as empresas, até na vida pessoal. O principal objetivo é a eliminação dos vários desperdícios e problemas dentro da organização através do trabalho em equipa e de pequenas mudanças que, podendo ser pequenas ou não, acumuladas têm grande impacto (Imai 1986). É fundamental mencionar que a prática da melhoria contínua parte das pessoas e não dos métodos e ferramentas utilizados - estes apenas facilitam a evolução em busca da excelência.

### 2.2.2 Just In Time

O JIT como um dos pilares do TPS defende que apenas deve ser produzido o necessário na quantidade estritamente necessária e no tempo certo, com o mínimo recurso a bens materiais, pessoas e equipamentos (Monden 2011). Segundo Hutchins (1999), o Just In Time não é apenas um conceito, é um objetivo a ser atingido que exige tempo e que só é alcançável se todos na organização contribuírem, desde a gestão de topo até aos operadores que estão no chão-de-fábrica. Através deste sistema pretende-se que o inventário se aproxime a zero, e que a empresa consiga adaptar-se mais facilmente às mudanças do mercado, nomeadamente da procura. Assim, ao reduzir determinados desperdícios, como a sobreprodução, excesso de recursos e de inventário, a empresa consegue adquirir uma maior produtividade (Monden 2011).

## 2.3 Métodos e Ferramentas Lean

No universo da melhoria contínua existem diversas ferramentas e filosofias capazes de auxiliar as empresas na redução dos desperdícios. Nesta subsecção são abordadas algumas delas, como 5S, *Kanban*, entre outras. Antes de se avançar para a descrição e análise de cada uma das filosofias de melhoria contínua, saliente-se que o *Lean* surgiu da necessidade de melhorar os processos de uma forma prática, ágil e simples.

### 2.3.1 5S

A ferramenta 5S consiste em cinco etapas de boas práticas que visam a melhoria do desempenho das pessoas e dos processos, através de um ambiente de trabalho organizado, arrumado e limpo. Segundo Hirano (1995), as empresas são como organismos vivos que têm que se adaptar às alterações do meio envolvente se querem sobreviver, isto é, corresponderem às necessidades e alterações do mercado, sendo crucial erradicarem com os conceitos ultrapassados e os maus hábitos. Assim, se pretendem melhorar e evoluir devem começar por eliminar tudo que já não é necessário e tudo que é indispensável deve estar acessível ao seu alcance. Deste modo, apesar de ser uma metodologia simples, a sua aplicação pode-se revelar uma tarefa árdua, pois exige alterações na cultura das organizações. De acordo com Osada (1991), é a simplicidade dos 5S que torna esta ferramenta tão difícil de aplicar.

A terminologia “5S” deriva das cinco iniciais das palavras japonesas que designam os cinco pilares que sustentam esta metodologia: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. Segue-se a descrição detalhada de cada um deles (Hirano, 1995):

1. **Seiri** (Organização) é o primeiro passo e consiste na eliminação de todos os componentes/equipamentos que não são necessários na realização das tarefas de um determinado posto de trabalho. Inicialmente, separam-se os materiais úteis daqueles que são inúteis e, de seguida, retira-se tudo aquilo que não é preciso, criando uma maior área de trabalho e com melhor controlo visual;
2. **Seiton** (Arrumação) consiste em arrumar os componentes/equipamentos no lugar certo, devidamente identificados e visíveis, de forma a facilitar a sua utilização, reduzindo o tempo e esforço despendidos na sua procura;
3. **Seiso** (Limpeza) foca-se na limpeza do posto de trabalho e no reconhecimento de fontes de sujidade, que podem revelar possíveis falhas ou outros danos. É essencial que todos os operadores colaborem e que assegurem sempre que o espaço se encontra limpo;
4. **Seiketsu** (Normalização) traduz-se na criação de normas que garantam o cumprimento dos 3S's mencionados anteriormente. Os *standards* possibilitam que os operadores adquiram rotinas diárias;
5. **Shitsuke** (Disciplina) corresponde ao último passo de todo o processo de implementação dos 5S's e talvez seja a mais difícil de executar, porque implica que os colaboradores sejam autodisciplinados. Sendo assim, é fundamental realizar auditorias periodicamente, no sentido de verificar e controlar que toda a equipa cumpra as rotinas estabelecidas.

### 2.3.2 Standard Work

O *standard work* consiste numa ferramenta *Lean* que é fundamental para a uniformização do processo produtivo, possibilitando a maximização do desempenho dos operadores e a redução do desperdício. A partir da normalização, os operadores passam a executar as atividades de modo equivalente, ou seja, passam a adotar a mesma sequência de tarefas, procedimentos e respetivos equipamentos. Por conseguinte, os benefícios são diversos, como a redução da variação dentro do processo e, por isso, uma maior consistência e capacidade de previsibilidade (Pinto 2014). Desta forma, o trabalho normalizado é fundamental na melhoria dos processos, pois, segundo Imai (2012), onde não existem *standards* definidos não é possível existirem melhorias. Os *standards* são um dos pilares da melhoria contínua.

A implementação do *standard work* apresenta algumas etapas, a começar pela análise de todo o processo produtivo, identificação das respetivas operações, seguindo-se a sua ordenação e, por último, a criação de um documento (Martin 2008). Além disso, é essencial formar os operadores para executarem as tarefas de acordo com os *standards* definidos, de forma a criarem rotinas e a adotarem melhores práticas. Sendo que são eles que lidam proximamente com os processos, podem contribuir muito na melhoria dos mesmos.

Em Pinto (2014) são mencionados os três pilares para a implementação de um trabalho normalizado:

- Tempo de ciclo – tempo necessário para produzir uma peça ou para completar uma determinada etapa de produção;
- Sequência das operações – ordem, selecionada como a mais adequada, pela qual as operações devem ser realizadas;
- WIP (*work in process*) – quantidade necessária de material na execução das operações.

### 2.3.3 Sistema Kanban

*Kanban* é uma palavra japonesa, que significa “sinal” ou “cartão de instruções”, e trata-se de um sistema de controlo da produção (Jacobs e Chase 2014) desenvolvido por Taiichi Ohno, entre o final de 1940 e início de 1950, aquando da implementação da produção JIT nas fábricas da Toyota localizadas no Japão. Inicialmente, o objetivo da utilização do Kanban era reduzir custos e gerir da melhor forma o fluxo produtivo, através da minimização do WIP. Porém, atualmente, também é usado para identificar dificuldades no fluxo e, conseqüentemente, oportunidades onde aplicar a melhoria contínua (Gross e McInnis 2003).

É um sistema que, através de sinais visuais, indica aos operadores quando e quanto têm que produzir determinado artigo, baseado no princípio *pull*, em que a produção é determinada pelo cliente (Pinto 2014). Além do *kanban* de produção, existe também o de transporte, em que as movimentações de material só são efetuadas quando existe um *kanban* deste tipo, permitindo, deste modo, eliminar *stocks* tanto de produtos acabados como de materiais utilizados na produção (Pinto 2014).

Na Figura 5 está representado um exemplo de um fluxo de dois *kanbans* (Jacobs e Chase 2014). A linha de montagem ao consumir as peças A retira o *kanban* de transporte e leva-o à zona da produção. Nesta zona, ao encontrar *stock* destas peças substitui o *kanban* de produção pelo *kanban* de transporte. Desta forma, é possibilitado que as peças A que estão na zona da produção sejam transportadas até à área de montagem e que seja produzido mais um lote destas peças.

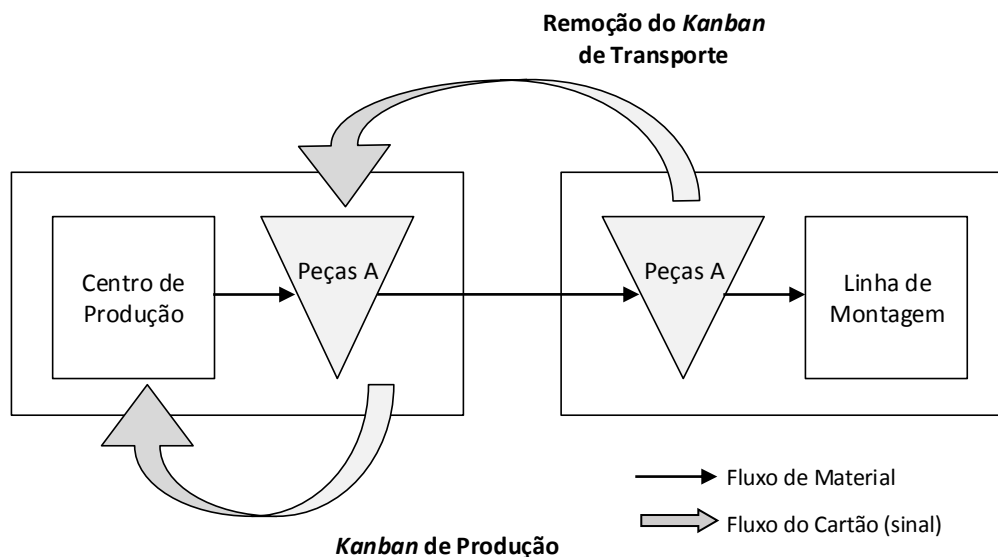


Figura 5 - Fluxo de dois *Kanbans* (adaptado de Jacobs e Chase, 2014)

A ferramenta *kanban* é sobretudo um sistema visual que permite a transferência de informação de um posto de trabalho para outro de um modo simples e, por esse motivo, pode ser apresentado em várias formas. A mais utilizada é através de cartões, mas pode ser em marcas no chão, sistema de duas caixas, *e-kanban*, entre outras (Pinto 2014). O sistema de duas caixas (*two-bin*) permite sobretudo armazenar e transportar artigos de pequena dimensão, em que a caixa vazia indica que é necessário repor material. Esta é recolhida e depois colocada novamente no seu local com o mesmo tipo de artigo e na quantidade indicada no cartão que está fixado na caixa. No *kanban* eletrónico ou *e-kanban* existe um sistema de informação que emite os pedidos, evitando assim o uso de cartões.

Ao implementar um sistema deste tipo é necessário determinar o número de cartões ou contentores necessários. Sendo assim, é necessário conhecer o *lead time* (tempo que decorre

entre um pedido e respetiva reposição), a procura média durante o *lead time*, *stock* de segurança e a capacidade do contentor. Desta forma, é possível determinar o número de cartões através da Equação (2.1) (Jacobs e Chase 2014).

$$N^{\circ} \text{ de cartões} = \frac{\text{Procura} \times \text{Lead Time} \times (1 + \text{Stock de segurança})}{\text{Capacidade do contentor}} \quad (2.1)$$

### 2.3.4 Mizusumashi

O comboio logístico, ou *mizusumashi*, também apelidado de *mizu*, é um veículo que consegue atrelar a si várias estruturas de transporte como de carruagens se tratassem, responsável por reabastecer as linhas de produção realizando rotas de transporte em intervalos predefinidos, que variam entre os 20 e 60 minutos (Pinto 2014). A sua semelhança às aranhas de água pelas movimentações entre os pontos de abastecimento ou supermercados fez com que a *Toyota* apelidasse de *mizusumashi* os operadores que conduzem este meio de transporte, termo japonês para este tipo de aranha (Baudin 2005).

Uma das vantagens da utilização do comboio logístico que Pinto (2014) refere é a flexibilidade inerente a um veículo guiado manualmente em relação a um sistema automatizado, uma vez que possibilita a mudança de rota de distribuição ou até mesmo uma alteração física da fábrica. Além disso, comparando-o com os sistemas tradicionais, como um *stacker*, consegue transportar diversos tipos de materiais e os reabastecimentos são realizados com maior frequência, garantindo que nos postos de trabalho só existe somente aquilo que é necessário. Na Figura 6 é possível observar que o transporte e abastecimento através do *mizusumashi* é mais eficiente relativamente ao do empilhador, visto que numa rota apenas consegue movimentar todo o material dos cinco pontos de paragem, enquanto o empilhador tem que realizar uma viagem por ponto. Aliás, Coimbra (2009) compara o empilhador a um táxi, porque não tem horários nem rotas definidas e realiza os vários percursos conforme lhe é pedido, e o comboio logístico a um metro, pelas razões opostas. Enquanto que o táxi é um meio de transporte com custo elevado e nem sempre se encontra disponível, o metro é mais acessível em termos de custos e está em funcionamento continuamente.

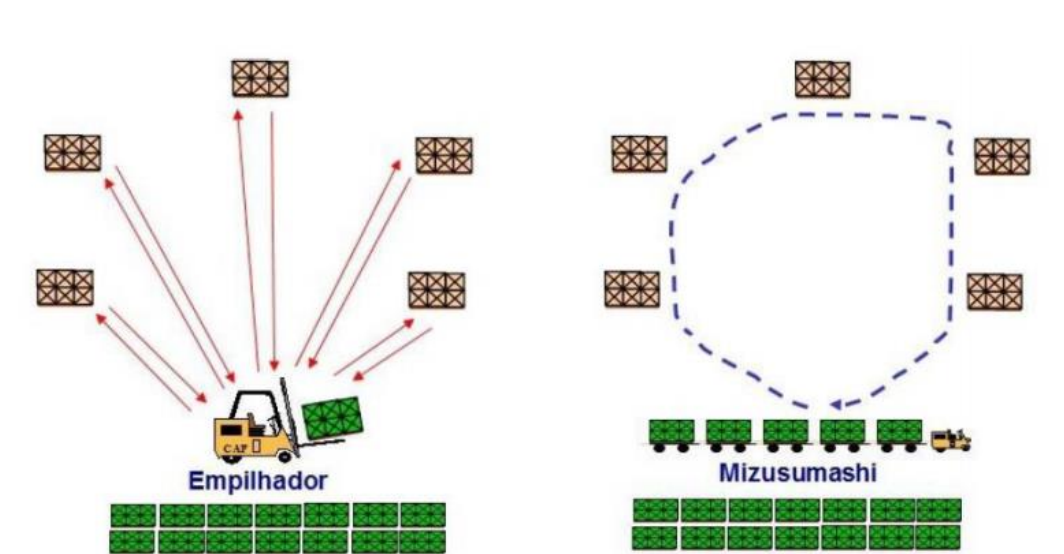


Figura 6 – Abastecimento realizado por um empilhador versus *mizusumashi* (Coimbra, 2009)

Coimbra (2009) definiu as seguintes etapas como necessárias à determinação da rota de transporte do *mizusumashi* e respetiva implementação:

1. Identificar e elaborar uma lista com todas as tarefas a serem efetuadas;
2. Estimar o tempo que é necessário para realizar cada uma das tarefas;
3. Desenhar uma rota circular no *layout* que inicia e termina no mesmo ponto;
4. Definir os pontos de paragem;
5. Assegurar que o comboio se adapta ao transporte dos materiais em causa;
6. Fazer uma viagem experimental com o comboio vazio, preferencialmente em linha reta e efetuando as curvas num ângulo de 90°;
7. Criar e/ou garantir que os supermercados podem ser abastecidos pelo comboio;
8. Selecionar o operador responsável pelo *mizusumashi* e providenciar formação;
9. Criar a instrução de trabalho.

Para que este sistema de transporte e abastecimento de materiais seja bem-sucedido, o sistema *kanban* deve estar bem implementado no *gamba*, garantindo que apenas são entregues as quantidades necessárias (Pinto 2014).

#### Problema do caixeiro-viajante

O problema do caixeiro-viajante ou *Travelling Salesman Problem* (TSP) é um problema de otimização combinatoria que tem por objetivo determinar a rota com a menor distância entre vários pontos, em que o caixeiro-viajante só pode passar uma única vez em cada um deles e o ponto inicial e final é o mesmo (Nilsson 1982).

Uma das possíveis formulações matemáticas para este tipo de problema é a de Dantzing-Fulkerson-Johnson e pode ser representada da seguinte forma (adaptado de Goldberg e Luna 2005):

$$\text{Minimizar } z = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n d_{ij} x_{ij}$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall j \in N \quad (2.2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i \in N \quad (2.3)$$

$$\sum_{ij \in S} x_{ij} \leq |S| - 1 \quad \forall S \subset N \quad (2.4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in N \quad (2.5)$$

Em que:

$d_{ij}$ : distância entre os pontos  $i$  e  $j$

$x_{ij} = 1$ , se o caminho entre  $i$  e  $j$  se for integrado na solução

$x_{ij} = 0$ , se o caminho entre  $i$  e  $j$  não fizer parte da solução

$S$ : é um subconjunto de pontos

$|S|$ : nº de pontos do subconjunto  $S$

A função objetivo pretende minimizar a distância total da rota, as restrições (2.2) e (2.3) garantem que cada ponto seja precedido e antecedido por outros pontos de modo otimizado e a restrição (2.4) evita que se formem sub-circuitos entre si. Por último, a equação (2.5) indica que as variáveis do problema são binárias.



### 3 Caracterização do estado inicial

No presente capítulo será apresentada a fábrica onde foi realizado o projeto, bem como o respetivo fluxo de produção. De seguida, como os problemas que suscitaram o projeto prendem-se com o modo de abastecimento e recolha de certos materiais em determinadas áreas da fábrica, estes serão descritos em detalhe no decorrer deste capítulo.

#### 3.1 Pigment Furniture Factory

A PFF é constituída por cerca de 500 colaboradores que laboram em três turnos de oito horas cada, com trinta minutos de pausa para refeição. Como referido anteriormente, esta fábrica produz mobiliário de cozinha e de quarto, sendo que, no ano anterior, o volume de produção rondou os 89.38% e 10.62% respetivamente.

A fábrica encontra-se dividida em três grandes áreas: maquinagem, pintura e embalagem, como é possível observar na Figura 7, onde está representado o *layout* mais recente, ainda em fase de desenvolvimento. No entanto, o projeto em si tem impacto direto em certas linhas de produção e zonas da fábrica. Na área da maquinagem teve-se em conta apenas as linhas de *Edge Band* - 30 e 31, responsáveis pela colocação de fita de orla nas laterais das peças. Por sua vez, a área com maior intervenção é a da pintura. Em alguns *workcenters* é utilizada tecnologia UV, isto é, a tinta é curada através de radiação UV. Em outros é usada a tecnologia Spray, em que a tinta é constituída à base de solvente e, por isso, a cura é realizada através de fornos com temperaturas elevadas, em que o solvente evapora e a tinta seca. Os fluxos de informação e material da *mezzanine* da área da embalagem foram também um dos elementos de estudo deste projeto. Na execução do projeto, a zona de *Rework* e o armazém de *spare parts* foram também envolvidos. No anexo A foram assinalados todos os *workcenters* abrangidos no projeto no *layout*, à exceção da *mezzanine*.

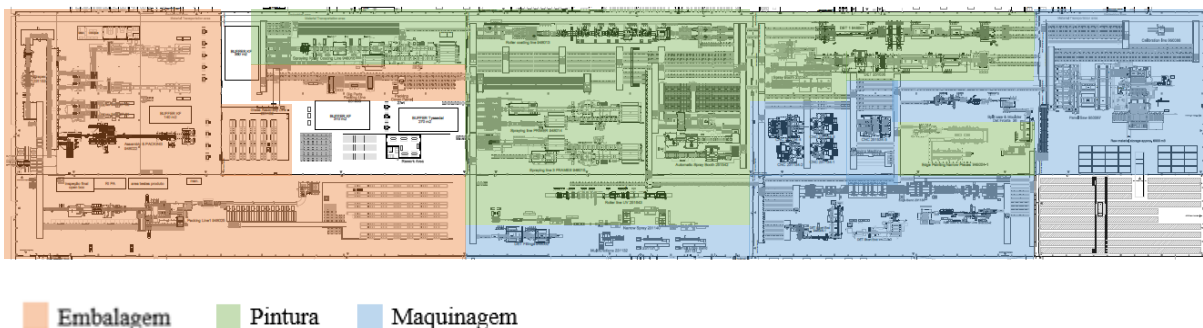


Figura 7 - *Layout* atual da fábrica PFF



Uma vez que o tema desta dissertação se prende com os fluxos de materiais e informação é importante descrever de forma sintetizada os diferentes processos de transformação existentes nos fluxos produtivos. As matérias-primas, como MDF, *particle board* e melamina, são rececionadas junto à área da maquinagem, sofrendo um processo de corte, tratamento e furação. Seguidamente, na área da pintura, as peças são lixadas, tornando a superfície mais uniforme, proporcionando uma maior aderência da tinta à mesma. Logo após, as peças são pintadas, levando pelo menos duas camadas, uma “base” e um “top” por cada superfície. Em alguns casos, a sequência é “base”/”base”/”top”. Dependendo do tipo de pintura em causa, as peças poderão ser sujeitas a um processo de cura diferente, como já foi referido anteriormente. Posteriormente, as peças passam pela zona de inspeção visual, onde são analisadas uma a uma, para verificar se estão conformes ou não. Se forem detetados defeitos que possam ser corrigidos, as peças seguem para a zona de *Rework*, onde são retrabalhadas, ou regressam à área da pintura, onde são lixadas e pintadas novamente. Aquelas peças que não podem ser reparadas são consideradas sucata, sendo retiradas de produção. A sucata, por sua vez, é triturada, acabando por alimentar as caldeiras. Para finalizar o fluxo, as peças conformes são embaladas e as embalagens de produto acabado são armazenadas no *warehouse*. Em cada área existem um ou mais abastecedores que garantem que as necessidades das linhas são satisfeitas. Na Figura 8 é possível observar, numa perspetiva simplificada, o fluxo de produção.

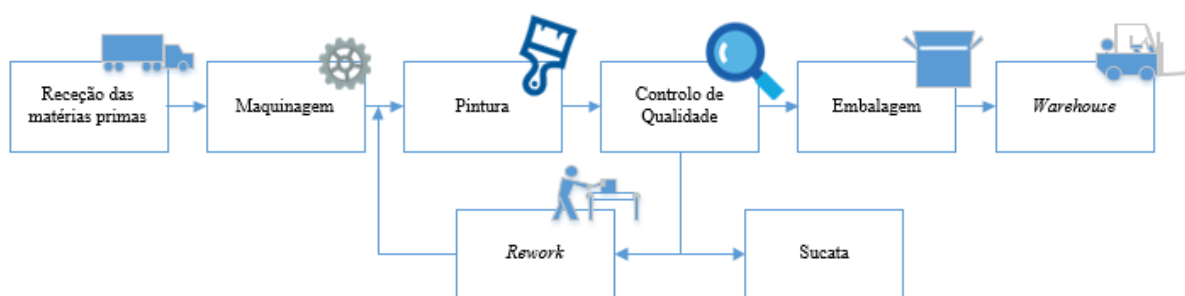


Figura 8 - Fluxo de Produção na PFF

### 3.2 Pedido e abastecimento de consumíveis de produção

Durante o seu funcionamento, a produção necessita de ser constantemente abastecida de certos consumíveis, sendo crucial garantir que o abastecimento é realizado de forma eficiente e seguindo a metodologia *Just in Time*. O pedido destes é realizado através de vários canais: lista de material em folha de papel (Anexo B), cartões *kanban* (Anexo C), de boca e telefone (em casos mais urgentes). Dependendo do abastecedor, verificou-se que um deles recolhe todos os pedidos feitos pelos vários canais, regista na folha de papel, transmite a informação ao *foreman*, e o mesmo envia um *e-mail* diretamente ao armazém. Em circunstâncias normais, o abastecimento é realizado uma vez por turno e realiza-se da forma representada no Anexo D.

Todavia, surgem pedidos urgentes, devido à falha de algum consumível, obrigando o abastecedor a deslocar-se ao armazém propositadamente para fazer a requisição do mesmo. Contudo, o abastecedor pode-se encontrar ocupado com outro tipo de tarefa, que no caso de ser prioritária implicará que a linha espere, podendo mesmo parar. Nesta situação é importante realçar que o armazém provavelmente se encontrará fora do horário de atendimento ao público e, por essa razão, o levantamento do consumível em falta vai também depender da disponibilidade deste. Como já foi referido, o transporte dos consumíveis de produção é efetuado através de um *stacker*, como demonstrado na Figura 9.



Figura 9 - Recolha dos consumíveis junto do armazém através de *stacker*

Os pedidos ao serem feitos por vários canais fazem com que a informação se disperse. Desde que é realizado o pedido até que este é rececionado no armazém, a informação é distorcida em vários momentos do processo. Seguem-se alguns exemplos:

- Na recolha dos pedidos nas linhas, o abastecedor pode não perceber a informação que lhe é dada, como pode enganar-se ao apontar o pedido na folha;
- Na passagem de informação para formato digital, o *foreman* pode errar ao transpor a informação para a lista que depois será enviada por mail para o armazém de *spare parts*, dando origem a informação errónea ou insuficiente;
- No armazém de *spare parts*, o operador responsável por preparar a carga pode dar baixa de consumíveis no *workcenter* errado ou mesmo equivocar-se na referência.

É importante também referir que, muitas das vezes, como as linhas estão próximas entre si, para que alguma destas não pare, o operador recorre à linha mais próxima para ir buscar o consumível que necessita. Assim, os consumos registados no armazém de *spare parts* acabam por ser atribuídos às linhas erradas, causando bastante variabilidade nos mesmos. Embora o abastecedor possa estar ocupado, também se nota alguma falta de disciplina por parte dos operadores neste tipo de situação. A partir dos dados dos consumos dos artigos que são solicitados por *kanban* foi possível elaborar os gráficos representados no Anexo E, onde se pode constatar a variabilidade referida. Relativamente ao funcionamento dos cartões *kanban*, ocasionalmente são extraviados e necessitam de ser atualizados com alguma frequência, dado que os *standards* definidos vão sendo alterados.

Com base nas dificuldades mencionadas, verificou-se que era prioritário criar um novo método no pedido de consumíveis das 3 linhas em estudo, que permita uma maior coerência na transmissão de informação, que facilite as rotinas dos operadores, do abastecedor e do próprio armazém, e que permita a monitorização dos consumos realizados em cada linha.

### 3.2.1 Consumos e *stocks* dos consumíveis solicitados através de *kanban*

Na Tabela 1 podem-se observar os dados recolhidos relativamente aos consumos dos principais itens em estudo, ou seja, aqueles que têm maior procura ou que a rutura de *stock* pode significar uma possível paragem da máquina. Para cada referência são apresentados os consumos médios reais e a informação relativa ao *lead time* do fornecedor e respetiva quantidade mínima de pedido, *safety stock* e *reorder point*. As colunas “*Safety Stock*” e

“*Reorder Point*” estão sombreadas segundo o valor que o departamento de compras tem em conta como ponto de pedido no planeamento dos *stocks* do artigo. Os consumos teóricos segundo os *standards* de trabalho estão definidos no Anexo F, embora não exista informação para todas as referências em análise. Contudo, confrontando os consumos teóricos semanais com os consumos médios reais semanais, verificou-se que, na maioria das referências, não estavam em concordância. Seguem-se algumas causas possíveis:

- *Standards* mal definidos;
- Os operadores não estão devidamente formados para o cumprimento das rotinas;
- *Standards* negligenciados.

No cálculo dos consumos médios reais apresentados na Tabela 1 não se considerou as semanas em que o consumo foi nulo nos 3 *workcenters*, devido a vários motivos possíveis: férias ou ruturas de *stock* no armazém de *spare parts*. Os dados analisados dizem respeito ao período de tempo sucedido entre a semana 35 ou 36 de 2016 até à atualidade, exceto nas referências C0201232 e I0202475.

Tabela 1 – Dados relativos aos consumíveis solicitados por *kanban*

Referência	Lead Time [dias]	Qtd. Mín. de pedido [uni]	Safety Stock [uni]	Reorder Point [uni]	Consumos Médios Reais (por semana)		
					L14	L15	L16
C0200885	6	12	9	12	1.13	1.15	1.49
C0201232*	7	300	121	197	15.01	17.58	13.55
C0206322	11	250	100	176	17.18	22.48	23.67
C0216976	43	240	300	300	8.70	8.97	8.24
C0216977	43	216	270	270	7.19	6.58	7.05
C0216978	27	350	400	350	4.86	1.95	4.39
I0200083	9	50	29	38	3.27	3.21	2.83
I0202393	6	252	121	153	12.81	14.18	12.69
I0202472	10	144	80	129	16.00	14.45	18.71
I0202473	7	100	53	141	13.98	13.89	13.63
I0202474	16	300	83	129	13.55	9.48	7.47
I0202484	8	22	20	49	7.17	5.54	5.69
I0202475*	20	50	120	150	X	X	X

\*A referência C0201232 foi substituída pelo item I0202475 no início de 2018, por isso na análise de *stocks* no anexo G teve-se em conta a nova referência.

Aparentemente, verifica-se que nem todos os itens têm o *stock* de segurança e o *reorder point* configurados ou corretamente definidos. Assim, embora o tema da dissertação não se prenda com a gestão de *stocks*, foi feita uma breve análise ao *stock* de cada uma destas referências desde o início de 2018, como é possível observar no Anexo G, com o objetivo de averiguar se existe alguma relação entre as falhas de consumíveis nas linhas e a gestão de *stocks* por parte do armazém de *spare parts*.

Nas referências C0200885, C0206322, C0202473, I0202475 e I0202484 verificam-se 1 ou 2 rupturas de material durante o presente ano. Nos artigos I0202475, C0216976, C0216977, I0202473, I0200083, I0202393 e I0202484 é possível detetar que o *safety stock* e/ou *reorder point* não estão em concordância com as subidas de stock causadas pela receção de material. Muitas das vezes constata-se que o *stock on-hand* está abaixo do *stock* de segurança. No caso da referência C0216978 comprova-se que o *stock* mínimo atingido durante este ano representa um valor bastante elevado, revelando excesso de *stock* no armazém. Este artigo em específico tem um custo associado de 17.69€ que, em 318 unidades, correspondem a 5625.42€.

Na maioria dos artigos verifica-se que o intervalo de tempo entre o momento que estes atingem o SS ou RP até ao momento em que são rececionados no armazém de *spare parts* é superior ao *lead time* do fornecedor. Esta irregularidade pode ser consequência do não cumprimento do ponto de encomenda por parte do armazém de *spares* ou do *lead time* por parte dos fornecedores, bem como a incorreta definição dos parâmetros de gestão de *stock*: SS, RP ou *lead time*.

### 3.3 Recolha de sucata na área da pintura

À medida que o abastecedor da área da pintura percorre as linhas e se apercebe que existe sucata, transporta-a em paletes desde a linha em que é produzida até à zona de *Rework*, onde esta é validada. É preciso ter em conta que a sucata deve ir separada por linha, de modo a facilitar o processo de validação. Depois de pronta, o abastecedor faz a recolha, transportando-a para outro local, no exterior da fábrica.



Figura 10 - Recolha da sucata na zona do *Rework* de *Stacker*

### 3.4 Recolha de resíduos sólidos e líquidos

A área da pintura produz bastantes resíduos, na sua maioria perigosos. Sendo assim, é obrigatório proceder a uma recolha e substituição contínua dos diversos contentores de resíduos.

Os contentores de resíduos sólidos contaminados (RSC), apesar de terem uma capacidade superior, o peso dos mesmos ronda os 400 kg, habitualmente, quando cheios. Normalmente, a cada turno (8 em 8 horas) enchem um contentor, embora dependa das necessidades de cada linha. Quando cheios têm que ser transportados para um local exterior à fábrica, onde são

recolhidos posteriormente por uma empresa externa. Por fim, o abastecedor regressa ao local onde o recolheu com um contentor vazio.

Já os contentores de resíduos de tinta e os contentores de resíduos de solvente têm uma capacidade de 200L e, tal como os contentores de RSC, precisam de ser substituídos. No caso das linhas 14, 15 e 16, existem sempre 2 tinas de retenção com este tipo de contentores: uma delas suporta 1 bidão de cada tipo de resíduos que se encontram a encher e a outra tina vai acomodando 4 bidões. Quando esta última contém 4 contentores cheios, é transportada até ao exterior da fábrica, onde é substituída por outra tina com 4 contentores vazios. Além da recolha e substituição, é fundamental referir que os operadores na linha manuseiam estes contentores através de uma estrutura móvel, trocando-os de uma tina para a outra. Apesar das linhas serem próximas umas das outras, a estrutura é comum às 3 linhas. Este procedimento não é prático, sendo a tarefa de difícil execução devido ao peso e dimensão da carga. Para ser possível distinguir os 2 tipos de contentores, aquele que armazena os resíduos de tinta é assinalado com a cor amarela e o dos resíduos de solvente com a cor vermelha.

### 3.5 Abastecimento e recolha de latas de tinta, aditivos e líquidos de limpeza

Apesar de algumas linhas de produção serem abastecidas totalmente ou parcialmente através de tubagens, ainda são várias aquelas que utilizam latas de tinta nos seus processos, bem como aditivos e líquidos de limpeza provindos das 3 casas das tintas existentes na PFF. Habitualmente, os pedidos são realizados através do telefone ou de boca, quando o abastecedor passa nas linhas. Na Figura 11 é possível observar uma das formas de transportar este tipo de material, embora se use também um carro de mão. O transporte por *stacker* não oferece segurança contra possíveis derrames, visto que as latas de tinta não são transportadas sobre uma tina de retenção e o transporte por carro de mão é pouco eficiente. Ao abastecer as linhas com recipientes cheios, o operador recolhe os vazios que são transportados para a casa das tintas respetiva. Verifica-se que as quantidades a abastecer não estão normalizadas, provocando excesso de *stock* nos bordos de linha.



Figura 11 - Transporte de latas de tinta através de *stacker*

Tendo em conta o processo e respetivas necessidades, no Anexo H são apresentadas todas as latas de tinta e aditivos que são utilizadas atualmente.

### 3.6 Tarefas do abastecedor da área da pintura

Além dos consumíveis de produção e das latas de tinta e aditivos que são indispensáveis ao funcionamento das linhas de pintura, são produzidos uma série de resíduos que, devido ao seu nível de contaminação, implicam que sejam retirados das linhas rapidamente. Para evitar que

as linhas parem e que os seus operadores se ausentem do seu posto, existe um operador dedicado a realizar o abastecimento das linhas em análise, recolhendo também os respetivos excedentes, já descritos nas subsecções anteriores. Como também já foi referido, o abastecedor recebe os vários pedidos através de diversos canais, podendo originar dispersão da informação. Ademais, o abastecedor é responsável por outras tarefas, recorrendo apenas a um *stacker* para se deslocar e para transportar e manipular os materiais. A casa das tintas exige certos procedimentos como a preparação das tintas em que é garantida que a tinta é agitada e abastecida nas tubagens, troca de bidões de 1000L, monitorização dos níveis de tinta nos tanques de distribuição, entre outras. No caso do 1º turno, o operador descarrega camiões de fornecedores de tinta, tarefa que envolve outro operador e que envolve muito tempo de espera.

Com o intuito de saber quanto tempo é que o abastecedor demorava a realizar cada uma das tarefas, o abastecedor do 1º turno foi acompanhado durante 4 dias. Na Tabela 2 estão representados, aproximadamente, os tempos recolhidos (em minutos) de cada uma das tarefas durante cada um destes dias e o respetivo tempo médio, % de tempo correspondente a um turno de trabalho, bem como a estimativa de tempo despendido durante uma semana. Foram tidas em conta as tarefas que se revelaram mais pertinentes para a análise, onde se optou por agrupar as tarefas relativas à casa das tintas por não serem o foco do presente projeto, à exceção do descarregamento do camião.

Tabela 2 – Análise realizada ao tempo despendido na realização de cada tarefa efetuada pelo abastecedor durante 4 dias

Tarefa	Dia				Média	% de tempo num turno	Média × 5 dias
	1	2	3	4			
Verificar consumíveis necessários	16.0	17.5	16.5	19.0	17.2	3.6	86.2
Recolher sucata	9.4	6.1	8.7	9.6	8.5	1.8	42.3
Transportar sucata ao exterior	6.6	5.9	5.1	5.0	5.6	1.2	28.2
Trocar contentores de RSC	6.2	4.9	5.7	6.5	5.8	1.2	29.1
Recolher contentores de resíduos	11.0	28.5	14.0	22.0	18.9	3.9	94.4
Entregar latas de tinta e aditivos	2.4	9.0	5.1	8.0	6.1	1.3	30.6
Recolher consumíveis no armazém	16.0	19.0	17.0	16.5	17.1	3.6	85.6
Entregar consumíveis	15.2	16.3	13.4	17.9	15.7	3.3	78.5
Descarregar camião	43.0	38.0	—	—	40.5	8.4	202.5
Pausas/Chamadas	18.0	17.5	26.0	21.0	20.6	4.3	103.1
Almoço e pausa para o lanche	38.0	37.0	40.0	35.0	37.5	7.8	187.5
Atividades inerentes à casa das tintas	298.3	280.4	328.5	319.5	306.7	63.9	1533.3

Além disso, durante estes 4 dias verificaram-se, na totalidade, 3 pedidos por telefone de consumíveis que são requisitados no armazém de *spare parts*. Contudo, foi possível confirmar que o operador realizou e recebeu várias chamadas durante todos os dias, com pedidos de material, a informar que os contentores estavam prontos para serem recolhidos, a questionar se o material no armazém estava pronto para recolha, entre outras situações. É de salientar que



o operador mencionou que a semana em que se realizou o acompanhamento e respetiva recolha de dados tinha sido calma em termos de ritmo de trabalho.

### 3.7 Abastecimento de fita de orla e cola

Na área da maquinagem, as linhas 30 – *Edge Band* e 31 – *Small Edge Band*, tal como as denominações indicam, consomem fita de orla sob a forma de bobine e, por sua vez, cola. Relativamente às características destas matérias-primas, existem fitas de orla de dimensões diferentes, consoante a peça que está a ser produzida. As espessuras das orlas variam entre 0,55mm, 0,6mm e 1,5mm e as larguras 18 mm, 19mm e 21mm. O comprimento das bobines é de 275m para espessuras de orla de 1.5mm, 600m para espessuras de 0,6mm e 700 m para espessuras de 0,55mm. A cola vem embalada em sacos de cartão de 25kg, sendo que cada palete EURO transporta cerca de 32 sacos de cola. No Anexo I estão expressas as referências de fita de orla e cola utilizadas nos *workcenters* 30 e 31, e respetivas características.

As fitas de orla são transportadas em paletes através de *stacker* como se observa na Figura 12, tal como as embalagens de cola. Quando o *stock* na linha está a escassear, um dos operadores da linha comunica com um empilhadorista da área e solicita a matéria-prima em questão ou, em último recurso, recorre a um porta-paletes para ir buscar o material. É de referir que existe um pequeno *buffer* perto da linha com este tipo de material. O abastecimento nos vários postos de ambas as linhas é feito em paletes completas, criando excesso de *stock* nos bordos de linha, como mostra a Figura 12. É importante salientar que, em média, há um desperdício de 10% de cola, 20 cm por bobine e, quando a orla é colocada, por cada peça é desaproveitado cerca de 1 cm de cada lado.



Figura 12 - Transporte de fitas de orla em palete através de *stacker* e *stock* nos bordos de linha

### 3.8 Mezzanine na área da embalagem

Após o controlo de qualidade, as peças são embaladas segundo as diretrizes estabelecidas pela IKEA Industry, consumindo artigos como cartão, *foam* (folha de espuma de proteção) e

cantoneiras. Este tipo de material é descarregado na zona de receção de material da PFF sob a forma de palete e depois armazenado na *mezzanine* da área da embalagem. Após receção, algumas paletes são aleatoriamente inspecionadas para controlo de qualidade.

Habitualmente, o operador da *mezzanine* do 3º turno transporta as paletes da zona de receção para a *mezzanine* e os operadores dos outros 2 turnos arrumam e localizam-nas no sistema. A gestão é realizada pelos próprios operadores que, pela sua experiência e bom senso, alocam as paletes da melhor forma possível tendo em conta os espaços já ocupados por determinada referência, os espaços livres no momento e o tamanho/peso da paletes em si. Os pedidos de material à *mezzanine* são na sua maioria realizados por telefone e, muitas das vezes, são efetuados com pouca ou nenhuma antecedência. Além disso, como a *mezzanine* se encontra num nível superior, surgem alguns pedidos de boca de colaboradores no piso inferior. É de referir que os pedidos são anotados em pedaços de cartão ou em folhas de papel já utilizadas, mediante aquilo que estiver ao alcance do operador, como se pode observar na Figura 13. Depois do material solicitado estar preparado é enviado em paletes através do elevador que, dadas as suas dimensões, obriga por vezes a várias descidas de material, tornando a tarefa de envio de material mais demorada.

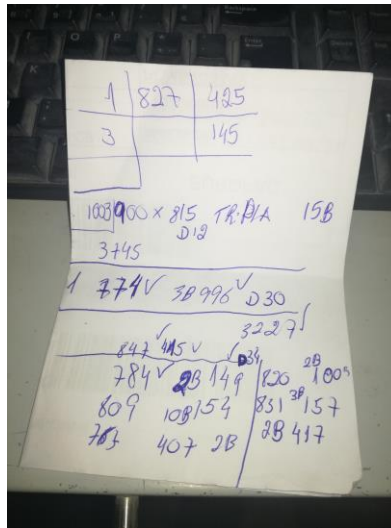


Figura 13 - Anotação dos pedidos numa folha de papel

O colaborador em causa tem assim várias tarefas: arrumar as paletes de material que foram rececionadas fazendo a própria gestão das localizações; preparar material a ser utilizado no chão-de-fábrica; arrumar material que vem devolvido da produção por não ter sido usado; e, muitas das vezes, mover material de sítio para que a área da *mezzanine* seja bem aproveitada. Além disso, quando é necessário o operador é solicitado para fazer outro tipo de trabalho nas linhas, interrompendo as tarefas inerentes à *mezzanine*. É de referir que o material que retorna a este *workcenter*, que é principalmente cartão, não tem qualquer indicação da respetiva referência ou dimensões. Esta informação apenas está mencionada na folha que vem juntamente com a paletes de cartão desde o fornecedor. Desta forma, sempre que retorna este tipo de material, o operador é obrigado a medir o cartão para saber qual a referência associada.

Tendo em conta os aspetos referidos, verificou-se que as várias tarefas a serem realizadas na *mezzanine* não têm *standards* definidos, permitindo que cada operador as efetue à sua maneira. Além disso, existem claramente várias movimentações desnecessárias de material e os pedidos têm que ser feitos com maior antecedência sempre que possível. Nem sempre quando se prepara material para ser utilizado na produção se respeita o FIFO, e a área por vezes encontra-se desorganizada, não facilitando as deslocações de material.



Na Figura 14 está representado o processo de pedido de material desde que ele é realizado pelo operador da produção até à sua preparação na *mezzanine*, um dos focos da análise realizada. O operador da produção, ao tomar conhecimento do plano de produção, consulta os *standards* definidos para cada uma das referências de semiproduto, apontando todos os itens necessários para depois solicitar à *mezzanine*. Com base na quantidade que vai ser produzida calcula a quantidade que é precisa para cada um dos itens. De seguida, liga ao operador da *mezzanine* para transmitir a informação, este por sua vez recebe o pedido que aponta numa folha. O facto de o operador receber várias chamadas com pedidos num ambiente ruidoso e os anotar no cartão ou papel mais próximo não é apropriado nem funcional. Seguidamente, o mesmo verifica em sistema as localizações e o *stock* para cada uma das referências. Logo após, recolhe todo o material necessário, debita-o no sistema e depois de preparado envia através do elevador. No diagrama da Figura 14 não está representado, mas algumas das vezes observou-se que as referências solicitadas estavam em rutura, obrigando o operador da *mezzanine* a realizar nova chamada para questionar qual a referência substituta.

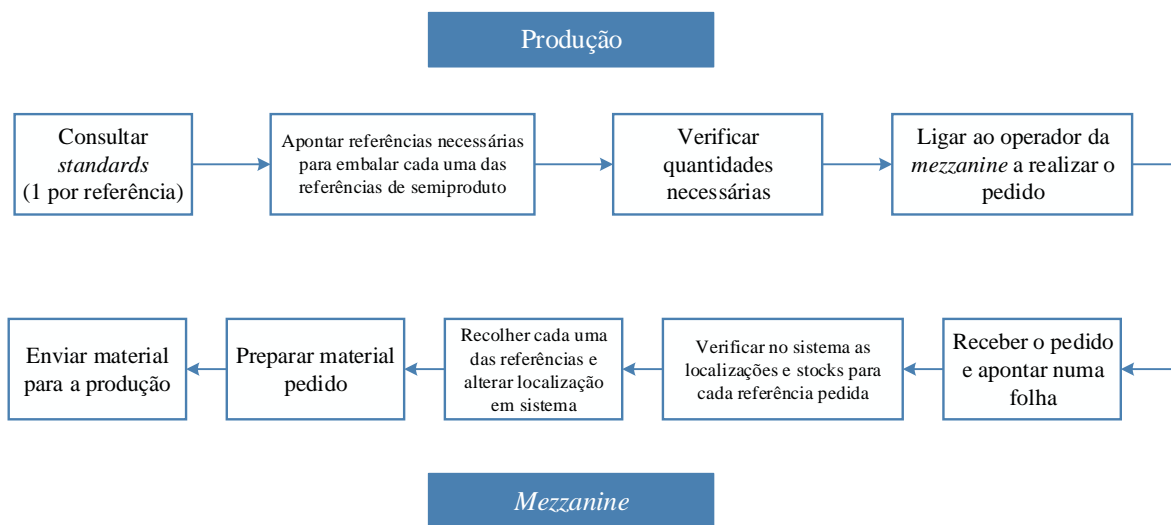


Figura 14 - Diagrama representativo do processo de pedido de material à *mezzanine*

Com o intuito de vir a reduzir o número de chamadas e o tempo despendido nas mesmas, recolheram-se os dados relativamente às chamadas efetuadas no 1º turno, entre o operador da *mezzanine* e os operadores da produção e vice-versa durante 5 dias, como representado na Tabela 3. Ademais, outro indicador que se pretende melhorar é o número de retornos de material que é devolvido pela produção e o tempo despendido no tratamento dos mesmos. Sendo assim, analisaram-se os retornos ocorridos no 1º turno, durante 3 dias, como apresentado na Tabela 4.

Tabela 3 – Número, tempos total e médio das chamadas efetuadas na área da *mezzanine*

<b>Dia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total da Semana</b>
<b>Nº de chamadas</b>	23	16	14	10	13	76
<b>Tempo total [min]</b>	12.30	10.60	6.82	6.20	8.75	44.67
<b>Tempo médio [s]</b>	32.09	39.75	29.21	37.20	40.38	

Tabela 4 - Número, tempos total e médio dos retornos de material na área da *mezzanine*

<b>Dia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Total</b>
<b>Nº de retornos</b>	7	4	5	16
<b>Tempo total [min]</b>	31	16	29	76
<b>Tempo médio [min]</b>	4.43	4.00	5.80	

Considerando os tempos recolhidos e estimando para um horizonte temporal de 1 ano (são consideradas, para efeitos de cálculo, 45 semanas úteis), cada um dos operadores gasta cerca de 33 horas e 30 minutos em chamadas, o que equivale a aproximadamente 4 dias e meio de trabalho, visto que cada turno tem 7 horas e meia de trabalho efetivo. Em relação ao número de retornos, durante 3 dias, foram gastos 76 horas a rececionar, alocar e arrumar material devolvido. Tendo em conta o tempo médio por dia de 4.74 horas, num intervalo de tempo de um ano (222 dias úteis) são aproximadamente 1052 horas utilizadas na devolução de material, o que num ano representa cerca de 140 dias de trabalho.

### **3.9 Síntese dos problemas detetados**

Com base na análise realizada no *gemba* e na interação com os vários operadores e outros colaboradores foi possível detetar vários problemas que originam uma série de desperdícios no pedido e abastecimento dos consumíveis e outros materiais às linhas de produção, bem como na recolha de excedentes das mesmas. De uma forma sintética, na Tabela 5 são apresentados os diversos problemas e as respetivas implicações que possam surgir.

Tabela 5 - Problemas detetados e suas implicações

Problema	Implicações
<b>Rotas de transporte não otimizadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Movimentações desnecessárias;</li> <li>▪ Deslocações mais demoradas;</li> <li>▪ Possível paragem da linha de produção por falta de material.</li> </ul>
<b>Ausência de rotinas do abastecedor e <i>standards</i> definidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deslocações desnecessárias;</li> <li>▪ Tarefas interrompidas;</li> <li>▪ Realização de tarefas que não fazem parte do seu posto de trabalho;</li> <li>▪ <i>Stress</i> emocional no abastecedor;</li> <li>▪ Desentendimentos entre o abastecedor e os outros operadores.</li> </ul>
<b>Meio de transporte não adequado (<i>stacker</i>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Insegurança no transporte;</li> <li>▪ Lesões nos operadores;</li> <li>▪ Danos nos materiais;</li> <li>▪ Carga a transportar não balanceada.</li> </ul>
<b>Substituição dos contentores de resíduos de tinta e de solvente pelo operador da linha</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rotinas interrompidas;</li> <li>▪ Possível paragem da linha de produção;</li> <li>▪ Tarefa de difícil execução dado o peso e dimensão da carga;</li> <li>▪ Insegurança nas movimentações.</li> </ul>
<b>Falta de consumíveis na linha</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Possível paragem da linha de produção;</li> <li>▪ Operadores recorrem ao <i>stock</i> das linhas mais próximas.</li> </ul>
<b>Realização de pedidos através de vários canais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perda de informação;</li> <li>▪ Falta de dados de consumo fiáveis;</li> <li>▪ Falhas no abastecimento de materiais;</li> <li>▪ Desentendimentos entre o abastecedor e os outros operadores.</li> </ul>
<b>Método de requisição de material à <i>mezzanine</i> obsoleto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Excesso de tarefas associadas à realização de pedidos por parte da produção;</li> <li>▪ Realização de um número elevado de chamadas telefónicas;</li> <li>▪ Elevado número de retornos e respetivo tempo despendido.</li> </ul>

## 4 Proposta de solução e análise dos resultados

Atendendo aos problemas identificados na secção precedente, foram propostas possíveis soluções para cada um deles, encontrando-se sintetizadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Propostas de solução e respetivos problemas que se pretendem resolver

Solução	Problemas a resolver
<b>Criação de um novo sistema de pedido de consumíveis de produção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização de pedidos através de vários canais;</li> <li>• Falta de consumíveis na linha;</li> <li>• Falta de dados de consumo fiáveis;</li> <li>• Perda de informação.</li> </ul>
<b>Implementação do <i>Mizusumashi</i> e definição das respetivas rotas em toda a fábrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotas de transporte não otimizadas;</li> <li>• Ausência de rotinas do abastecedor e <i>standards</i> definidos;</li> <li>• Falta de consumíveis na linha.</li> </ul>
<b>Carruagens do <i>Mizusumashi</i> adequadas ao transporte dos diferentes artigos e respetivas quantidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meio de transporte não adequado (<i>stacker</i>) e em determinadas situações inseguro.</li> </ul>
<b>Estrutura apropriada ao transporte e manuseamento dos contentores de resíduos de tinta e solvente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substituição dos contentores de resíduos de tinta e de solvente pelo operador da linha que revela ser uma tarefa de difícil execução, morosa e insegura.</li> </ul>
<b>Aplicação de um sistema de requisição de material à <i>mezzanine</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método obsoleto que se traduz num número elevado de chamadas e tempo associado e num excesso de tarefas associadas à realização de pedidos por parte dos operadores de linha.</li> </ul>

### 4.1 Novo sistema de pedido de consumíveis de produção

Tendo em conta os problemas detetados no método de pedido de consumíveis de produção referidos no ponto 3.2, foi proposto um sistema de *e-kanban* para diversas linhas. O *software* a ser desenvolvido em parceria com o departamento informático e o armazém visa sobretudo melhorar o fluxo de informação entre os intervenientes, bem como a monitorização dos consumos que, no momento da análise, se revelaram incoerentes. Sendo assim, foram definidas as seguintes etapas de trabalho:

- Realização de uma proposta inicial ao armazém e ao departamento informático, com uma breve descrição acerca do sistema e os objetivos inerentes, de modo a serem reunidas as condições necessárias à sua criação;
- Definição dos requisitos do sistema e desenvolvimento dos respetivos fluxogramas (ver Anexo J);
- Em colaboração com o departamento informático e o armazém, deliberar as funcionalidades e particularidades finais do sistema e estabelecer datas para a realização de testes, bem como para a implementação na linha pioneira;
- Realização de testes ao sistema;
- Facultar formação aos operadores da produção e do armazém de *spare parts*;
- Implementação do novo sistema de pedido de material na linha pioneira;
- Possíveis alterações no sistema tendo em conta o *feedback* consequente dos primeiros dias de utilização;
- Implementação do sistema nas restantes linhas da área da pintura;
- Desenvolvimento de outro tipo de funcionalidades a médio prazo;
- Implementação do sistema em todos os *workcenters* da fábrica.

Ao longo de todo este processo foram realizadas diversas reuniões com os vários intervenientes, de modo a que o novo método de pedido e respetiva interface correspondesse às necessidades e expectativas de todos os utilizadores.

Na Figura 15 é possível observar o encadeamento do novo procedimento, desde que os operadores registam os consumos e realizam pedidos até ao instante em que os consumíveis pedidos são entregues na linha, pelo *Mizusumashi*. O cronograma representa um período de 8 horas, de acordo com a duração de cada turno, e, por isso, os lançamentos de pedidos ocorrem às 3h, 7h, 11h, 15h, 19h e 23h. Depois de ser emitido o pedido, o operador do armazém de *spare parts* tem 2 horas para o preparar, podendo de seguida ser recolhido pelo *Mizusumashi*.

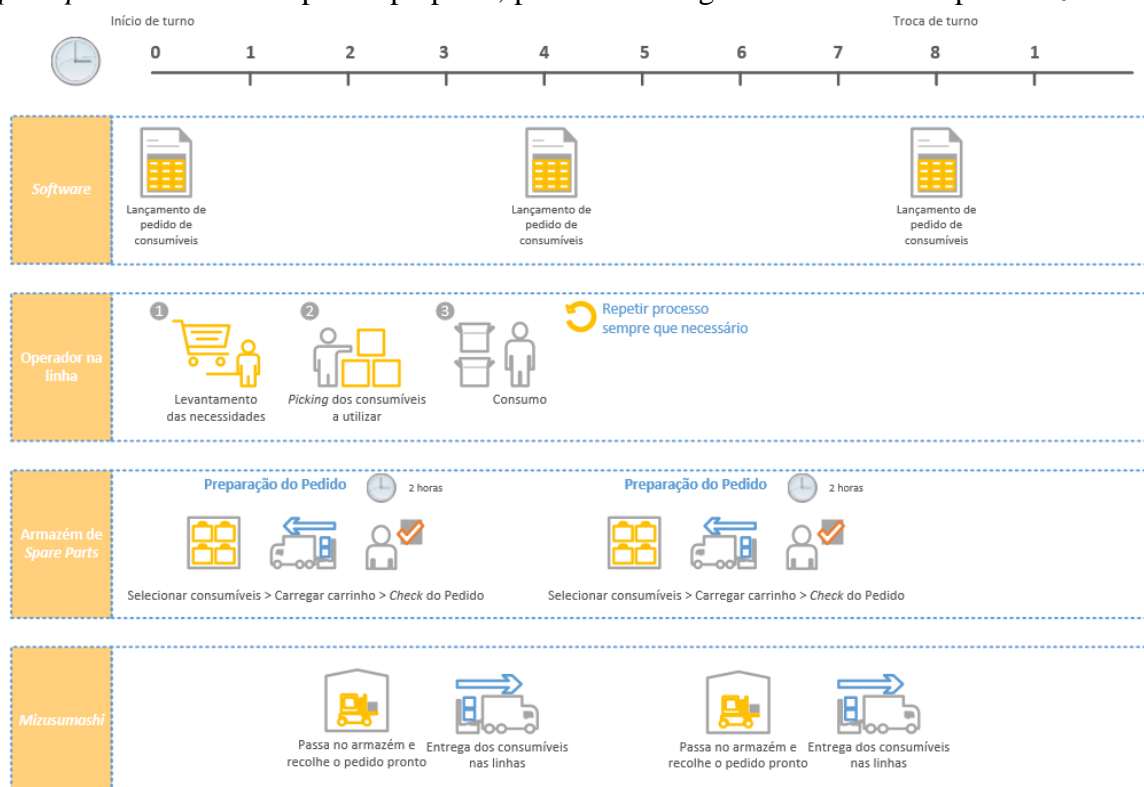


Figura 15 – *Timeline* do novo método de pedido de consumíveis

Este novo sistema de pedidos permite ao operador registar o consumo referente aos consumíveis que são utilizados com maior frequência e que, por esse motivo, têm *stock* na linha, e fazer pedido dos restantes artigos por intermédio de uma espécie de *e-store*. Além disso, pode visualizar os pedidos já realizados, bem como observar quanto tempo falta para ser emitido o próximo pedido. É de referir que a interface reconhece o *workcenter* e a equipa em causa. Quando se trata da opção “Registar Consumo”, o operador, através da leitura do código de barras com uma pistola, faz a picagem do consumível quando este vai ser utilizado. No momento de picagem, como o operador está a registar um consumo, no sistema é debitado uma unidade. Assim, como o programa conhece as quantidades mínimas e máximas de *stock* na linha, verifica automaticamente quando têm que ser solicitadas unidades ao armazém. Outro problema detetado prendeu-se com o facto de os consumos serem atribuídos às linhas erradas, porque os operadores recorriam às linhas mais próximas para utilizar os seus consumíveis. Nesse sentido, quando se regista o consumo, o colaborador tem a opção “Transferir consumo”, que lhe permite debitar o consumível pretendido na linha de produção onde este se encontra, mas transferir o consumo para o *workcenter* onde é realmente usado. Os outros artigos são solicitados quando se prevê que vão ser necessários, através de um menu intuitivo com as diversas fotos, referências e descrições dos itens. Na opção “Pedidos realizados” é possível visualizar os pedidos pendentes e os concluídos, ou seja, aqueles que o armazém já preparou. Um artigo permanece no estado “pendente” se o armazém não tiver *stock* disponível para o entregar à produção. Nos Anexos K e L podem se observar alguns menus associados ao novo sistema de pedidos de material.

Na ótica do armazém, o operador do mesmo receciona os pedidos por *mail* de 4 em 4 horas, prepara-os no espaço de 2 horas, abastecendo a carruagem com o material que foi solicitado e que será posteriormente recolhida pelo *Mizusumashi*. De seguida processa o pedido no novo sistema e, no caso de existirem ruturas de consumíveis, altera a quantidade processada, que será inferior à quantidade requerida ou igual a 0. A interface possibilita visualizar sempre os pedidos pendentes e manter a base de dados atualizada, dado que é comum ocorrerem alterações na referência, descrição e fotografia dos itens.

Com a introdução deste novo sistema de pedidos de material procura-se reduzir o nº de meios em que os consumíveis são pedidos, sendo unicamente utilizado o *software* criado para o efeito, e em situações extremas, que se esperam eliminar, o telefone. Visto que o operador do armazém colocará o material solicitado no interior da carruagem, o atendimento presencial também será diminuído significativamente, verificando-se apenas para levantamentos de artigos associados ao fardamento dos colaboradores. O programa permite também conhecer e controlar, de modo preciso, os consumíveis e respetivas quantidades que são usadas em cada *workcenter*. Desta forma, os dados dos consumos serão mais fidedignos e, por isso, prevê-se minimizar a variabilidade dos mesmos. Ao ser possível monitorizar os consumos com maior exatidão será possível determinar onde é fundamental atuar na redução dos desperdícios e, consequentemente, nos custos associados a estes artigos. Considerando a análise na secção 3.2.1 e os gráficos apresentados no Anexo E, outra causa para a falta de *stock* nas linhas é a rutura destes no armazém. Assim, espera-se que o mesmo utilize o histórico de pedidos registados pelo novo sistema para redefinir os parâmetros de gestão de *stocks*.

Apesar das limitações do departamento de IT, que se traduziram num atraso à primeira data prevista, foi implementada a versão inicial do novo sistema de pedidos de material no *workcenter* 16. A introdução do mesmo nas rotinas diárias do *shop floor* revelou, como era expectável, alguns erros e algumas situações imprevistas, que foram prontamente solucionadas. Devido ao reduzido intervalo de tempo da implementação até à presente data, e correspondendo este período à fase de teste e validação do sistema, os poucos dados obtidos não permitiram uma análise consistente. Relativamente à recetividade por parte dos operadores de linha e do armazém, foi bastante positiva.

#### 4.1.1 Determinação da quantidade mínima e da quantidade máxima de *stock* na linha dos consumíveis solicitados através do registo de consumo

Os consumíveis solicitados através do registo de consumo estão associados a rotinas que abrangem três linhas. Inicialmente, ponderou-se determinar a quantidade mínima e a quantidade máxima de *stock* na linha tendo em conta os *standards* definidos. Contudo, verificou-se que, por norma, estes não correspondiam aos consumos registados, como foi mencionado na secção 3.2.1, pelos vários motivos apresentados. Assim, optou-se por recalcular estes parâmetros, tendo em conta os consumos reais. Porém, estes revelaram ser bastante variáveis e na informação recolhida, apesar de constar o dia em que o consumo é registado, não é mencionado a hora. Deste modo, não é possível atribuir o consumo ao turno que realizou o pedido e, conseqüentemente, definir devidamente estes parâmetros de forma a não existirem desperdícios. Para que não acontecessem ruturas de *stock* nas linhas destes consumíveis, sobretudo numa fase de implementação de um novo sistema de pedidos, tiveram-se em conta os valores já definidos para as 8 horas (anterior tempo de reposição) conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Quantidade por embalagem, quantidade mínima e quantidade máxima de *stock* na linha para cada uma das referências solicitadas através do registo de consumo

Referência	Quantidade por embalagem	Quantidade mínima	Quantidade máxima
C0200885	1	1	2
C0206322	1	12	18
C0216976	1	8	16
C0216977	1	6	12
C0216978	1	2	3
I0200083	1	2	4
I0202393	1	4	7
I0202472	8	4	12
I0202473	1	4	8
I0202474	1	3	9
I0202475	1	3	9
I0202484	1	2	3

Visto que um dos grandes objetivos da implementação do novo sistema de pedidos é o registo detalhado dos consumos, espera-se redefinir, brevemente, os valores indicados na Tabela 7 com base no histórico de registos que, até à data, foram insuficientes para permitir uma análise consistente. Nesta situação, a quantidade mínima representa também o *reorder point*, dado que é com base neste valor que o sistema lança o pedido.

#### 4.2 Otimização do Mizusumashi

Com o intuito de otimizar as rotas de transporte de material e normalizar o modo como é realizado o abastecimento de consumíveis e outros componentes e a recolha de resíduos, recorreu-se ao comboio logístico. Aproveitando os recursos já existentes na fábrica, o objetivo é implementar o *Mizusumashi* em toda a fábrica, pois apenas realizava uma rota de cerca de 15 minutos por turno. Antes de iniciar a sua implementação, foram definidas todas as atividades que passariam a ser executadas pelo mesmo. Com base na distância entre os vários

*workcenters* identificados foi definida uma rota e estimado o tempo de ciclo associado. Além disso, como o que se pretende transportar são materiais bastante heterogêneos, exigiram o desenvolvimento de carruagens diferentes e, de certa forma, específicas. Sendo assim, juntamente com alguns fornecedores foram criadas novas soluções de transporte, que implicaram várias fases de testes, em alguns casos.

A utilização de um sistema deste tipo está associado à aplicação de um sistema *kanban*, bem como uma boa gestão visual e, por isso, neste capítulo será descrito o modo como é feita a transmissão de informação entre a produção, armazém e o operador do comboio logístico.

#### 4.2.1 Tarefas

Considerando os dados recolhidos na secção 3 e as necessidades da produção, foram definidas as seguintes tarefas a serem executadas pelo *Mizusumashi*:

- Abastecer as linhas com consumíveis de produção, incluindo os *workcenters* onde o *Mizusumashi* já realiza esse abastecimento (linhas 27.1, 27.2, 51, 52 e 55);
- Substituir os contentores de RSC cheios por vazios;
- Recolher a sucata e transportá-la até à zona de *Rework*, devidamente separada por *workcenter*, para permitir a correta validação da mesma;
- Transportar a sucata validada até ao exterior;
- Trocar os contentores de resíduos líquidos de tinta e solvente cheios por vazios;
- Abastecer as linhas com as latas de tinta e aditivos necessários;
- Abastecer as linhas 30 e 31 com fita de orla e cola.

Na Tabela 8 estão representadas as diversas tarefas associadas aos respetivos *workcenters*, numa fase inicial da implementação do comboio logístico.

Tabela 8 - Tarefas realizadas pelo *Mizusumashi* em cada *workcenter*

<i>Workcenter</i>	<i>Fittings</i>	<i>Fixings</i>	Consumíveis	Sucata	Contentores RSC	Resíduos Líquidos de Tinta e Solvente	Latas de tinta, aditivos e limpeza	Fita de Orla e Cola
4.1					X		X	
13			X	X		X	X	
14			X	X	X	X	X	
15			X	X	X	X	X	
16			X	X	X	X	X	
30								X
31								X
43							X	
27.1	X							
27.2	X							
51	X							
52		X						
55	X							
Gabinete da Embalagem			X					
<i>Rework</i>			X					





valores recolhidos aquando do acompanhamento ao abastecedor (Tabela 4). As tarefas restantes foram simuladas, em contexto real, de modo a conhecer qual o tempo médio de cada uma delas.

Tabela 9 – Tempo médio estimado para cada uma das tarefas a realizar pelo *Mizusumashi*

<b>Tarefa</b>	<b>Tempo Médio Estimado [min]</b>
Entrega dos consumíveis	6
Abastecimento dos 3 supermercados	4
Abastecimento do Gabinete da Embalagem	1
Abastecimento de fitas de orla e cola (no mesmo <i>workcenter</i> existe mais que um local onde deixar o material)	4
Deixar os contentores de resíduos no exterior	3
Deixar a sucata no exterior	3
Abastecimento de latas de tinta e aditivos	3
<b>Total</b>	<b>24 min</b>

Assim, determinou-se que o tempo de ciclo será de, aproximadamente, 60 min, visto que na prática podem surgir imprevistos que não estão a ser considerados. Além disso, em períodos de pausa, o operador do *Mizusumashi* pode fazer a troca de bateria do comboio logístico, resolver alguma situação inesperada ou efetuar tarefas de limpeza e de organização do posto de trabalho. Com base nas 2 rotas diferentes e o horário de recolha de consumíveis no armazém, a rota 1 realiza-se às 7h, 9h, 10h, 13h30, 15h, 17h, 18h, 21h30, 23h, 1h, 2h e às 5h30. A rota 2, por sua vez, efetua-se às 8h, 11h, 12h30, 16h, 19h, 20h30, 0h, 3h e às 4h30. O período de refeição que perfaz 30min acontece às 12h, 20h e às 4h.

Com o objetivo de monitorizar as viagens em vazio que podem vir a acontecer, criou-se um documento (Anexo O), onde o operador do *Mizusumashi* deverá registar com uma cruz sempre que passa num *workcenter* em que não ocorreu qualquer transferência de informação ou material. Este documento tem o propósito de servir de apoio numa fase posterior de otimização das rotas 1 e 2.

#### 4.2.3 Tipos de Carruagem e outras estruturas

O carro rebocador (*Jungheinrich* EZS 130) já existente na fábrica pode deslocar atrelados até 3000 kg, sendo um equipamento ideal, pela sua largura reduzida, para percorrer áreas que são realmente estreitas. Sendo assim, não é necessário adquirir outro tipo de reboque. Contudo, como referido anteriormente, a diversidade dos materiais a serem transportados exigiu o desenvolvimento de novas soluções de transporte específicas. Na Figura 18 estão representadas todas as carruagens a serem utilizadas pelo *Mizusumashi*. É de salientar a estrutura 5 que transporta os contentores de resíduos de tinta e solvente, pois o seu desenvolvimento envolveu vários testes, que resultaram em algumas alterações. Porém, conseguiu-se criar uma estrutura que facilitasse o manuseamento dos contentores, que oferecesse uma maior segurança, respeitando a ergonomia no trabalho. Desta forma, cada contentor passa a ser transportado individualmente, possibilitando a sua troca mal esteja

cheio, não sendo necessário aguardar que os 4 contentores estejam no limite da sua capacidade. Além disso, os operadores de linha deixam de realizar esta tarefa insegura e de difícil execução, apenas necessitam de efetuar a troca de carruagens, isto é, substituir o atrelado que tem o contentor cheio, pelo outro que tem o contentor vazio. Assim, a estrutura móvel que utilizavam deixa de ser necessária. O manuseamento dos bidões passa, assim, a ser realizado pela estação ambiental, que efetua o tratamento de resíduos.

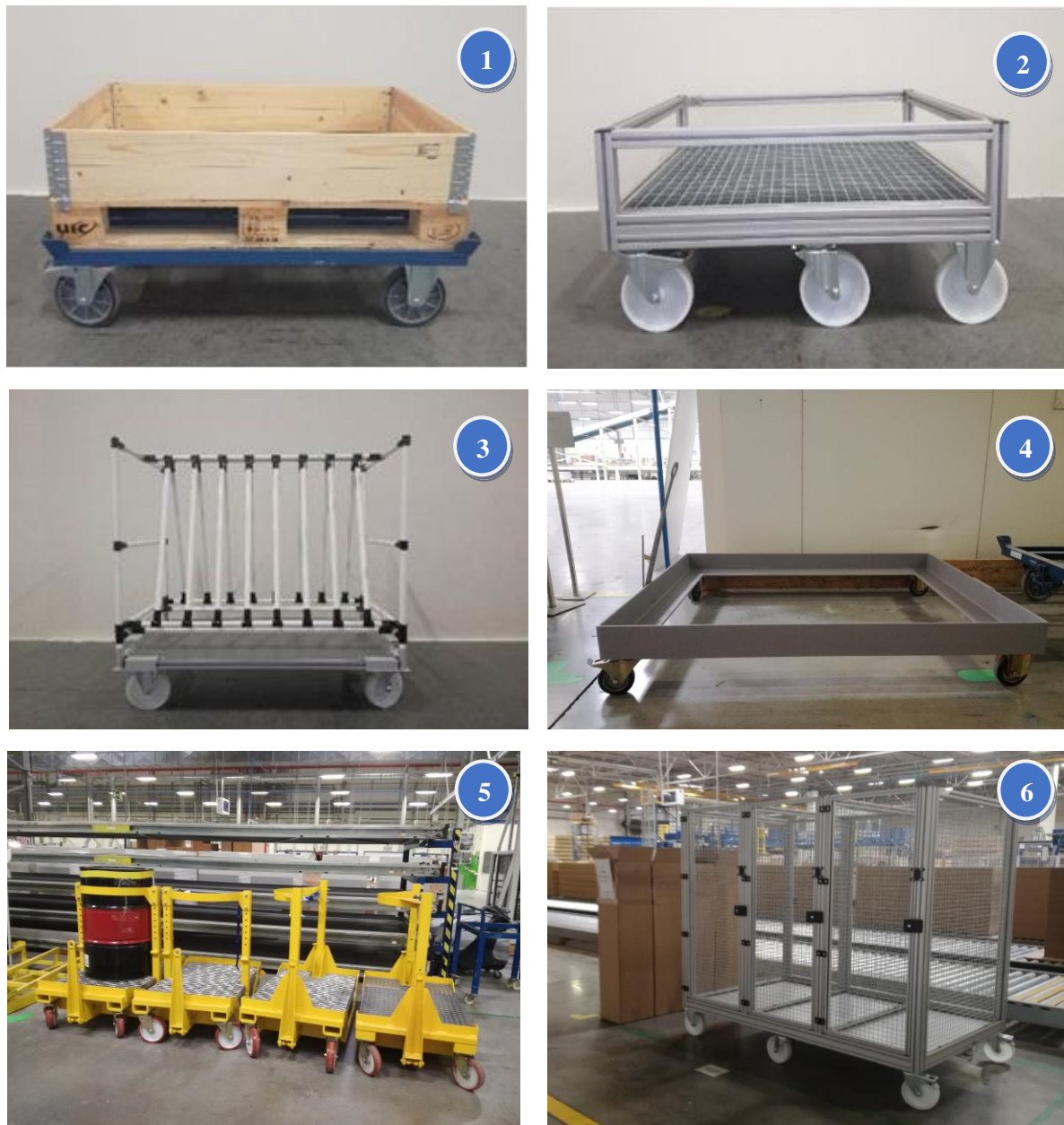


Figura 18 - Carruagens a serem utilizadas pelo *Mizusumashi* no transporte e recolha de materiais. (1) Estrutura que transporta vários tipos de material, desde caixas, embalagens de cola, entre outros. (2) Carruagem que transporta latas de tinta, aditivos e líquidos de limpeza. (3) Estrutura adaptada ao transporte de fitas de orla. (4) Atrelado que suporta e movimenta os contentores de RSC. (5) Estruturas que sustentam e transportam os contentores de resíduos de tinta e de solvente. (6) Estrutura adequada para o transporte de sucata e de consumíveis, possibilitando a divisão do material

#### 4.2.4 Fluxo de informação e material entre o *Mizusumashi* e a Produção

O objetivo principal da implementação do comboio logístico é eliminar as movimentações desnecessárias que se verificaram nas rotinas do abastecedor e, desta forma, tornar o fluxo mais fluído com o mínimo de interrupções. Assim, foi importante implementar um sistema de gestão visual que facilitasse a transmissão de informação entre a produção e o operador do *Mizusumashi*. Assim, em quase todos os *workcenters* foram colocados postes de identificação, como se pode observar na Figura 19.

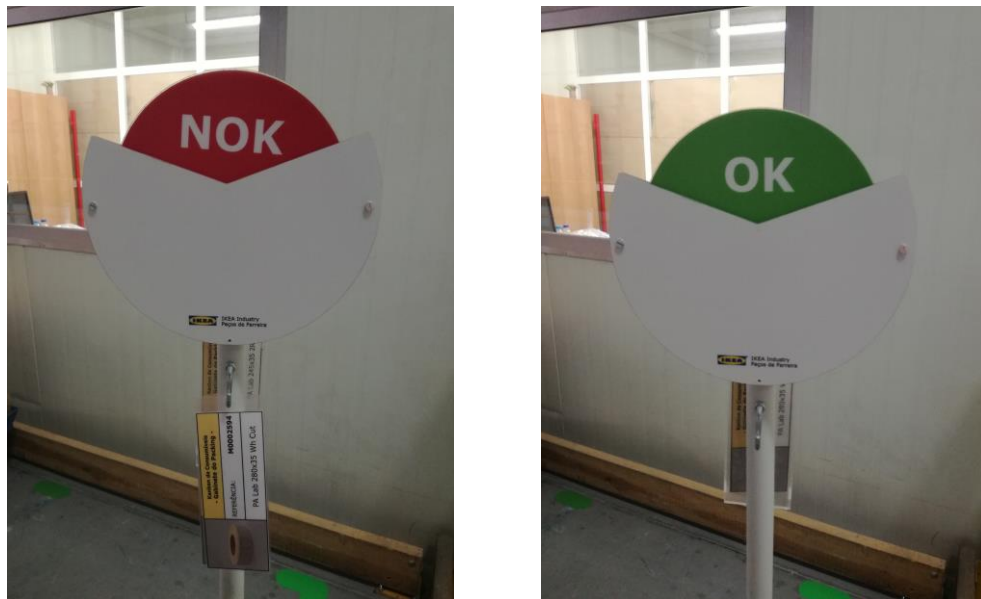


Figura 19 - Sistema de gestão visual entre a produção e o *Mizusumashi*

Quando é necessário algum tipo de material, o operador da linha deve-se dirigir ao poste de identificação e rodar o círculo de forma a ficar na posição “NOK”, colocando o cartão *kanban* do respetivo material que precisa. O operador do *Mizusumashi*, ao percorrer os vários *workcenters*, recolhe todos os cartões e, na próxima rota, satisfaz todos ou praticamente todos os pedidos, movendo o círculo para a posição “OK”. Assim, o comboio logístico só efetua paragem se o poste de identificação estiver com a cor vermelha. Como referido na secção 2.3.3, os cartões *kanban* tornam a gestão de informação muito mais eficiente e, por esse motivo, a aplicação dos comboios logísticos está normalmente associada à sua utilização. Desta forma, foi criado um sistema *kanban* adaptado à realidade em estudo. No caso dos cartões *kanban* utilizados nos *workcenters* 30 e 31, além da identificação do material, são mencionados os seguintes parâmetros: quantidade mínima, quantidade máxima, *reorder point* e quantidade a abastecer. Na secção 4.2.5 é explicado como foram calculados estes parâmetros para cada uma das referências e os valores finais correspondentes.

Noutros *workcenters*, onde já era realizada a rota do *Mizusumashi*, existem supermercados já dimensionados, por isso o operador deste só tem que recolher as caixas vazias e, na próxima rota, abastecer com caixas cheias. Na *mezzanine* é feito o abastecimento das caixas vazias, por isso as caixas sobem no elevador, que se localiza junto ao supermercado da linha 27. Seguindo a mesma lógica do sistema *kanban* de duas caixas é realizada a recolha e o abastecimento das latas de tinta e de aditivos em todas as linhas em causa. Visto que não são conhecidos os consumos específicos de cada linha, porque existem latas que são comuns a várias, e que o consumo de tinta não é de todo linear, adotou-se o sistema “lata cheia-lata vazia”. Aliás, todas as semanas é realizado inventário às latas de tinta e de aditivos para que as quantidades necessárias na casa das tintas sejam sempre asseguradas. Neste caso, decidiu-se colocar 2 latas de cada referência em cada tina existente na zona onde é consumida e, nos



locais de difícil acesso do comboio logístico, colocou-se uma pequena tina junto ao poste de identificação para serem deixadas as latas vazias, que posteriormente serão substituídas por latas cheias.

Relativamente ao pedido de consumíveis de produção, este é feito automaticamente através do sistema que foi detalhado na secção 4.1, não sendo necessário este sistema de gestão visual. Embora exista junto de cada consumível, para o caso de não vir com etiqueta, uma identificação com o código de barras correspondente.

#### 4.2.5 Kanban das fitas de orla e cola

Os principais problemas detetados no abastecimento de fitas de orla e embalagens de cola prendem-se com o excesso de *stock* nos bordos de linha e pelo facto do método de pedido e abastecimento não ser eficiente, como foi referido na secção 3.5. Assim, o novo processo de pedido passa a ser realizado por meio de um sistema *kanban* e o abastecimento pelo *Mizusumashi*. De forma a satisfazer as necessidades de ambos os *workcenters*, foram definidas as quantidades mínimas e máximas de *stock* nos bordos de linha e a quantidade a abastecer de acordo com o pior cenário possível e os tempos de ciclo teóricos do comboio logístico. Os valores calculados estão mencionados na Tabela 10 e na Tabela 11.

A quantidade mínima foi calculada através da Equação (4.1). Para o cálculo da quantidade necessária no pior caso foi analisado o NPC (*Nameplate Capacity*) (número máximo de peças por minuto), bem como a quantidade necessária dos itens em estudo para cada um dos produtos produzidos atualmente em cada *workcenter*. No Anexo P é possível observar os dados recolhidos, encontrando-se a sombreado o pior cenário, isto é, a quantidade máxima que pode vir a ser consumida por cada um dos itens em análise. Sendo assim, o cálculo realizado pretende assegurar *stock* suficiente naquelas situações em que o pedido surge exatamente depois do comboio logístico ter efetuado paragem, ou seja, a linha só será reabastecida duas rotas após.

$$\text{Quantidade mínima} = \text{Quantidade necessária no pior caso} \times (2 \times \text{Tempo de Ciclo Médio}) \quad (4.1)$$

Seguindo a mesma lógica da Equação (4.1), para o cálculo da quantidade máxima teve-se em conta o tempo de ciclo máximo.

$$\text{Quantidade máxima} = \text{Quantidade necessária no pior caso} \times \text{Tempo de Ciclo Máximo} \quad (4.2)$$

Consequentemente, a quantidade a abastecer foi calculada segundo a Equação (4.3).

$$\text{Quantidade a abastecer} = \text{Quantidade máxima} - \text{Quantidade mínima} \quad (4.3)$$

No caso do *workcenter* 30, o ciclo de entrega não é sempre de 60 min, pois depende da rota que está a ser efetuada. Sendo assim, verificou-se que o tempo de ciclo superior é de 150 min, acontecendo entre as 21h30 e as 23h00, visto que o comboio realiza a rota 1 às 21h30, depois existe uma paragem de 30 minutos entre as 22h30 e as 23h00 e, de seguida, é efetuada a rota 2, terminando por volta da 0h, neste mesmo *workcenter*. Com base neste raciocínio, determinou-se que o tempo de ciclo médio para esta linha é de, aproximadamente, 67 min.

Tabela 10 - Quantidades mínimas e máximas de *stock* nos bordos de linha do *workcenter* 30

Referência	Peso ou Comprimento [kg ou m]	Máximo NPC*Qtd	Máximo NPC*Qtd (ciclo médio)	Qtd mínima	Máximo NPC*Qtd (ciclo máximo)	Qtd máxima	Qtd a abastecer
M0001342	25	0.27	18.19	2	40.72	4	2
M0005759	600	12.69	850.23	3	1903.50	7	4
M9018647	275	44.59	2987.66	22	6688.80	49	27
M9018648	275	12.69	850.23	7	1903.50	14	7
M9018649	700	5.72	383.24	1	858.00	3	1
M9018650	275	42.83	2869.61	21	6424.50	47	26

Relativamente ao *workcenter* 31, o tempo de ciclo médio é de aproximadamente 69 min, sendo o tempo de ciclo máximo 90 min, que se verifica quando existem interrupções de 30 min na rota, devidas a pausas para refeição e mudança de turno.

Tabela 11 - Quantidades mínimas e máximas de *stock* nos bordos de linha do *workcenter* 31

Referência	Peso ou Comprimento [kg ou m]	Máximo NPC*Qtd (por min)	Máximo NPC*Qtd (ciclo médio)	Qtd mínima	Máximo NPC*Qtd (ciclo máximo)	Qtd máxima	Qtd a abastecer
M0001342	25	0.11	7.30	1	9.52	2	1
M9018647	275	29.65	2045.71	15	2668.32	20	5
M9018648	275	14.10	972.90	8	1269	10	2

### 4.3 Novo método de pedido de material à mezzanine

De forma a melhorar o método de pedido de material à *mezzanine*, foi criado um novo sistema de pedidos, simples e intuitivo, que possibilita requisitar o material necessário à produção de uma determinada referência. O operador da linha, em vez de recorrer ao telefone, coloca a referência do semiproduto no campo próprio e a quantidade a ser produzida, como se pode observar na Figura 20. O sistema, tendo em conta os valores definidos na “*Bill of Materials*”, automaticamente devolve as quantidades necessárias para uma cada um dos itens: base, cartão, top, cantoneira e *foam*. Ao enviar o pedido é emitida uma ordem de impressão para a impressora que se localiza na *mezzanine*, e que imprime uma etiqueta com o pedido.

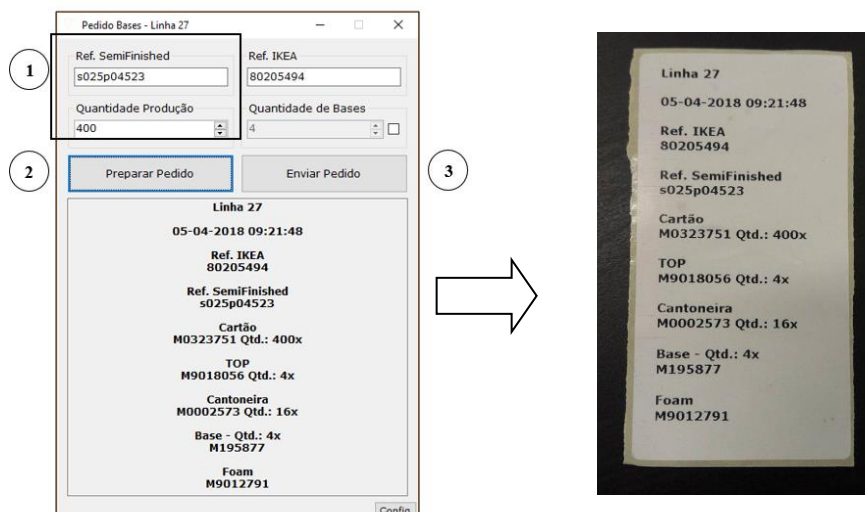


Figura 20 – Exemplo de um pedido realizado através do novo sistema de pedido à *mezzanine* e respetiva etiqueta impressa com o pedido

Deste modo, foi possível substituir todas as tarefas efetuadas pelo operador da produção representadas na Figura 14 por apenas uma, de tempo reduzido, e uma das tarefas do operador da *mezzanine* por outra mais simplificada, como se pode observar na Figura 21. Futuramente, espera-se eliminar a 2ª tarefa a executar pelo operador da *mezzanine*, que é uma tarefa bastante morosa, porque por cada referência que for pedida tem que verificar no sistema as respetivas localizações. O sistema deverá estar preparado para conhecer as localizações disponíveis e possibilitar essa informação no talão impresso com o pedido, bem como as quantidades que existem em cada uma delas. Além disso, no sentido de agilizar o processo de substituição de referências causado por ruturas, o sistema deverá possibilitar ao operador da produção referências alternativas, selecionando imediatamente aquela que pretende pedir.

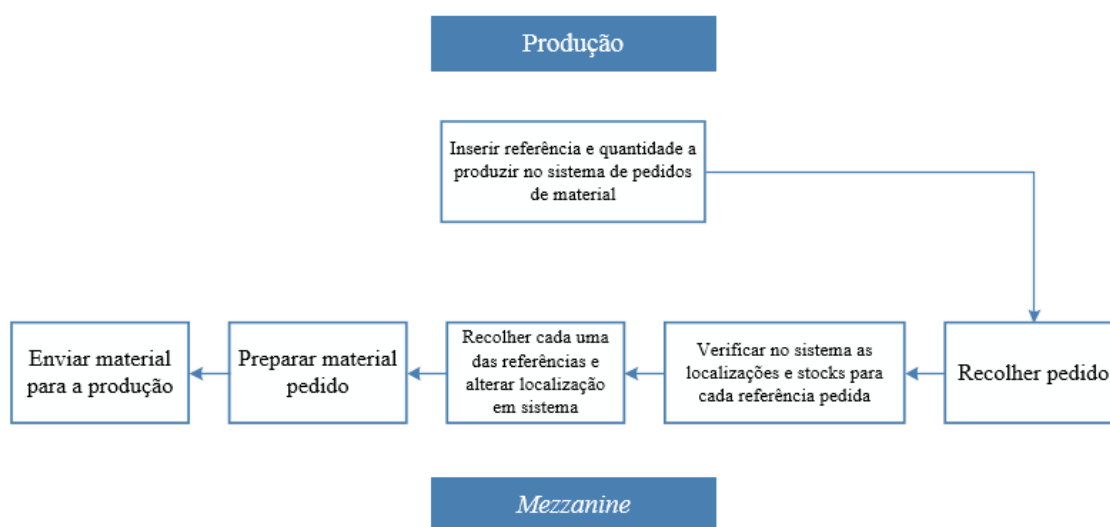


Figura 21- Diagrama representativo do processo de pedido de material à *mezzanine* após o novo sistema

Apesar dos operadores envolvidos se mostrarem reticentes à mudança e ao novo sistema de pedido, após alguns dias a realizar os pedidos desta nova forma, foram os mesmos a reconhecer que facilitava o processo e a solicitarem para que fosse extensível a outros *workcenters*. Contudo, por motivos alheios, ainda não foi possível estender a todas as linhas da área da embalagem. Além disso, para facilitar o controlo aos pedidos realizados, foi criado um menu com o histórico de todos os pedidos realizados, como se pode observar no anexo Q.

Como se pode observar na Tabela 12, após a introdução do novo sistema, o nº de chamadas reduziu cerca de 76% e o tempo total em aproximadamente 77.1%.

Tabela 12 - Número, tempos total e médio das chamadas efetuadas na área da *mezzanine* após sistema de pedido

<b>Dia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total da Semana</b>
<b>Nº de chamadas</b>	6.00	3.00	5.00	2.00	4.00	18.00
<b>Tempo total [min]</b>	3.62	1.57	3.25	0.65	1.15	10.23
<b>Tempo médio [s]</b>	54.25	31.33	39.00	19.50	17.25	

Embora se tenha reduzido o número e tempo total de chamadas, não é possível eliminar totalmente porque alguns *workcenters* ainda realizam os pedidos por telefone, o sistema não contempla a substituição de referências em rutura por outras alternativas e, quando se verificam problemas de qualidade em alguma referência existente na *mezzanine*, recorrem ao telefone. Aliás, o tempo médio por chamada, em alguns dias, incrementou relativamente aos mencionados na Tabela 3, pois algumas das chamadas foram devido a problemas de controlo de qualidade e, por isso, o tempo de chamada é superior.

Tabela 13 - Número, tempos total e médio dos retornos de material na área da *mezzanine* após sistema de pedido

<b>Dia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Total da Semana</b>
<b>Nº de retornos</b>	4	3	5	12
<b>Tempo total [min]</b>	20	15	36	71
<b>Tempo médio [min]</b>	4.25	3.33	3.80	

Em relação ao número de retornos não foi possível reduzir, de forma significativa, o tempo despendido no armazenamento e deslocação do material que é devolvido. Esperava-se que a utilização do novo sistema de pedidos associado a um maior controlo sob as quantidades enviadas para a produção melhorasse o nº de retornos. Contudo, conclui-se que não era possível, porque materiais como o cartão são pedidos em grande quantidade, por isso o operador da *mezzanine* não consegue enviar exatamente a quantidade que é pedida, como acontece com o restante tipo de material. Porém, foi possível eliminar uma tarefa associada à devolução de material. Como foi explicado na secção 3.8, o cartão que é devolvido pela produção não possui qualquer identificação, obrigando o operador da *mezzanine* a medi-lo, para saber a que referência se refere. Visto que cada etiqueta impressa corresponde a um pedido, esta passou a ser enviada juntamente com o material. Assim, solicitou-se aos operadores para terem o cuidado de, ao devolverem, colocarem também a etiqueta correspondente. Desta forma, o operador da *mezzanine* já não necessita de fazer a medição, reconhecendo, de imediato, a referência que está a ser devolvida.



## 5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

O tema deste projeto prende-se com a redefinição dos fluxos de informação e de materiais necessários à produção, com o objetivo de reduzir ou eliminar desperdícios através da utilização de metodologias e ferramentas *Lean*. A análise aos respetivos fluxos possibilitou identificar estes mesmos desperdícios e, desta forma, apresentar uma série de pequenas melhorias a serem efetuadas na produção.

Através da otimização das rotas de transporte do *Mizusumashi*, juntamente com o desenvolvimento de novos sistemas de pedidos de material e da utilização do sistema *Kanban*, foram alcançados ou prevêem-se atingir os resultados seguintes:

- Redução do número de tarefas a serem executadas pelos operadores de linha, especialmente na realização de pedidos de material, na verificação dos mesmos por parte do abastecedor da área da pintura, bem como no manuseamento dos contentores de resíduos de tinta e solvente;
- Histórico de consumos fidedigno relativo aos consumíveis da produção, possibilitando um melhor controlo nos gastos associados, bem como na gestão de *stocks* deste tipo de materiais;
- Normalização do processo de abastecimento das linhas de produção, pois a aplicação do comboio logístico permite eliminar as movimentações desnecessárias realizadas pelo empilhador e, muitas das vezes, não balanceadas;
- Redução de 76% no número de chamadas rececionadas ou efetuadas pelo operador de *mezzanine* com pedidos de material, representando uma diminuição de 77% no tempo despendido nas mesmas;
- Diminuição dos *stocks* de material nas linhas de produção, sobretudo de fitas de orla, embalagens de cola e latas de tinta e de aditivos;
- Normalização da recolha de resíduos, tornando-a mais segura e adequada em termos ambientais e ergonómicos;
- Fluxos de informação mais simples e intuitivos e uniformização dos pedidos de material em toda a fábrica, por intermédio de um sistema de gestão visual também acessível.

O *Mizusumashi*, bem como os diferentes sistemas de pedidos de material, encontram-se ainda numa fase de implementação, por isso prevêem-se já algumas alterações e melhorias a serem efetuadas a médio prazo. Sendo assim, as perspetivas de trabalho futuro são diversas e algumas das melhorias a implementar já estão em fase de desenvolvimento, no que diz respeito aos dois sistemas de pedidos desenvolvidos.

Em suma, os objetivos, de uma forma geral, foram cumpridos, indo ao encontro das necessidades da produção e das expectativas iniciais aquando da realização do projeto. Porém, é fundamental continuar a investir na melhoria contínua dos processos da empresa, a fim de reduzir ainda mais os desperdícios inerentes a uma fábrica de produção de mobiliário.

## 5.1 Trabalho futuro

O comboio logístico ainda não se encontra no limite da sua capacidade de transporte, visto que, até ao momento, não foi possível implementar as rotas definidas em todos os *workcenters*. A necessidade da colaboração de elementos exteriores à fábrica, que neste caso são os fornecedores das estruturas a atrelar ao comboio, foi uma das maiores limitações ao arranque do mesmo. Inicialmente, foi simples entrar em contacto com os vários fornecedores e agendar reuniões, porém, foi difícil que respeitassem os prazos de envio dos orçamentos e, obviamente, das entregas do material. Ademais, decorre sempre um período de tempo entre o envio das várias propostas e respetiva tomada de decisão que tem que ser aceite por vários elementos da empresa e a emissão da ordem de compra ao fornecedor. Para que a recolha dos contentores de resíduos de tintas e de solvente seja efetuada em todas as linhas onde é necessária são precisos pelo menos 14 carrinhos que transportem este tipo de material (estrutura 5 da Figura 18). Sendo assim, ainda faltam rececionar 9, apesar de 4 deles já se encontrarem praticamente concluídos. O transporte dos contentores de RSC exige também a elaboração de 3 carrinhos adicionais, que nesta fase do projeto também se encontram quase finalizados, aguarda-se que o fornecedor entregue as rodas e o sistema de engate para consequente montagem. Desta forma, os operadores alocados ao *Mizusumashi* ainda vão mantendo outras funções associadas à casa das tintas e ainda realizam a verificação das necessidades de consumíveis e respetiva entrega através de *stacker* na maioria dos *workcenters*, à exceção da linha 16, onde foi implementado o novo sistema de pedido de material. A médio prazo, espera-se incluir todos os *workcenters* nas rotas estabelecidas para o comboio logístico. Numa fase posterior, mediante as necessidades da produção e as dificuldades que irão surgir, pretende-se otimizar estas mesmas rotas.

Relativamente ao sistema de pedidos de material ao armazém de *spare parts*, o objetivo é introduzi-lo em todos os *workcenters* da fábrica, estabelecendo, assim, apenas um método de pedido, reduzindo significativamente a afluência de operadores ao armazém. Contudo, nesta fase de implementação foram detetadas algumas anomalias e a necessidade da criação de outro tipo de funcionalidades, que só é possível com a colaboração do departamento informático e, por este motivo, ainda não foi viável implementá-lo nos restantes *workcenters*. Apesar de alguns erros terem sido prontamente solucionados, existem algumas situações que têm que ser resolvidas, mas que exigem algum tempo de desenvolvimento aos colaboradores deste departamento que também estão envolvidos em outros projetos. Pretende-se que a aplicação permita aos operadores visualizarem de uma forma acessível os consumos que têm realizado com o intuito de se autocontrolarem, ou seja, com os dados recolhidos através do novo sistema, espera-se que seja possível a consulta de um relatório com os vários consumos feitos pelas 3 equipas. Além de que, no sentido de agilizar as tarefas executadas pelo armazém, foi sugerida a ligação deste novo sistema àquele em que os operadores de armazém debitam o material que sai para a produção. Porém, esta melhoria já está a ser desenvolvida, embora também exija a cooperação de elementos da sede da IKEA Industry. Ao estabelecerem a correspondência com ambos os sistemas, será também possível que a interface apresente aos operadores a previsão de chegada à fábrica, quando algum item se encontrar esgotado no armazém.

No que concerne ao sistema de pedidos de material da *mezzanine*, pretende-se criar também um sistema de gestão. Depois do material ser rececionado na fábrica, deve ser arrumado na *mezzanine* segundo a localização que é facultada pelo sistema e no talão com o pedido de material deverá constar a localização de cada artigo, segundo o FIFO. Para tornar este sistema factível e o atual ainda mais eficiente, pretende-se a curto prazo que a base de dados que alimenta o sistema seja atualizada automaticamente em simultâneo com as atualizações que

são realizadas na “*Bill of Materials*” (BOM) da IKEA Industry. Além disso, a intenção é alargar o sistema a todos os *workcenters* abastecidos pela *mezzanine*. Como já foi referido na secção 4.3, a próxima versão da interface de pedidos deve possibilitar ao operador de linha seleccionar opções alternativas aos artigos pedidos quando estes se encontram em rutura. Contudo, a atualização automática da base de dados e o acesso às restantes informações, como as localizações e o *stock* existente, exigem novamente a colaboração do departamento informático. Ademais, já foram realizadas algumas reuniões entre os vários intervenientes, no sentido de melhorar o sistema de pedidos, porém, a relação entre os vários *softwares* utilizados dentro da fábrica é uma das maiores limitações, pois exige algum tempo.

## Referências

- Baudin, Michel. 2005. *Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods*. CRC Press.
- Bell, Steve. 2005. *Lean Enterprise Systems: Using IT for Continuous Improvement*. Wiley.
- Chase, Richard B., F. Robert Jacobs, e Nicholas J. Aquilano. 2006. *Operations Management for Competitive Advantage*. 11ª. McGraw Hill.
- Coimbra, Euclides. 2009. *Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute.
- Goldberg, Marco César, e Henrique Pacca L Luna. 2005. *Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos*. Elsevier.
- Graham, DeeJay. 2014. Acedido em 11 de junho de 2018. <https://deejaygraham.github.io/2014/11/24/muda-muri-mura-so-what/>.
- Gross, John M., e Kenneth R. McInnis. 2003. *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. AMACOM.
- Hirano, Hiroyuki . 1995. *5 Pillars of the Visual Workplace*. CRC Press.
- Hutchins, David . 1999. *Just in Time*. 2ª. Gower Publishing.
- IKEA Industry. s.d. “IKEA Production System.”
- Imai, Masaaki . 1986. *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill Education.
- Imai, Masaaki. 2012. *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. 2ª. McGraw Hill Professional.
- INGKA Holding B.V. . 2017. “Yearly Summary FY17.” [http://www.ikea.com/ms/pt\\_PT/pdf/yearly\\_summary/YS2017-final.pdf](http://www.ikea.com/ms/pt_PT/pdf/yearly_summary/YS2017-final.pdf).
- Jacobs, F. Robert, e Richard B. Chase. 2014. *Operations and Supply Chain Management*. 14ª. McGraw-Hill Education.
- Liker, Jeffrey K., e David Meier. 2006. *Toyota Way Fieldbook : A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill.
- Martin, James. 2008. *Lean Six Sigma for the Office*. CRC Press.
- Miller, Jon, Mike Wroblewski, e Jaime Villafuerte. 2013. *Creating a Kaizen Culture: Align the Organization, Achieve Breakthrough Results, and Sustain the Gains*. McGraw Hill Professional.
- Monden, Yasuhiro. 2011. *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. 4ª. CRC Press.
- Nilsson, Nils J. 1982. *Principles of Artificial Intelligence*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. CRC Press.
- Osada, Takashi. 1991. *The 5S's: five keys to a total quality environment*. Asian Productivity Organization.
- Pinto, João Paulo. 2014. *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. 6ª. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas.
- Shook, John , e Chet Marchwinski. 2014. *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*. 5ª. Lean Enterprise Institute, Inc.

Womack, James P., Daniel T. Jones, e Daniel Roos. 1990. *The Machine That Changed the World*. Simon & Schuster.

Womack, James P., e Daniel T. Jones. 1996. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon and Schuster.

**ANEXO A: *Layout* da PFF com respetiva identificação de todos os *workcenters* em análise à exceção da *mezzanine***

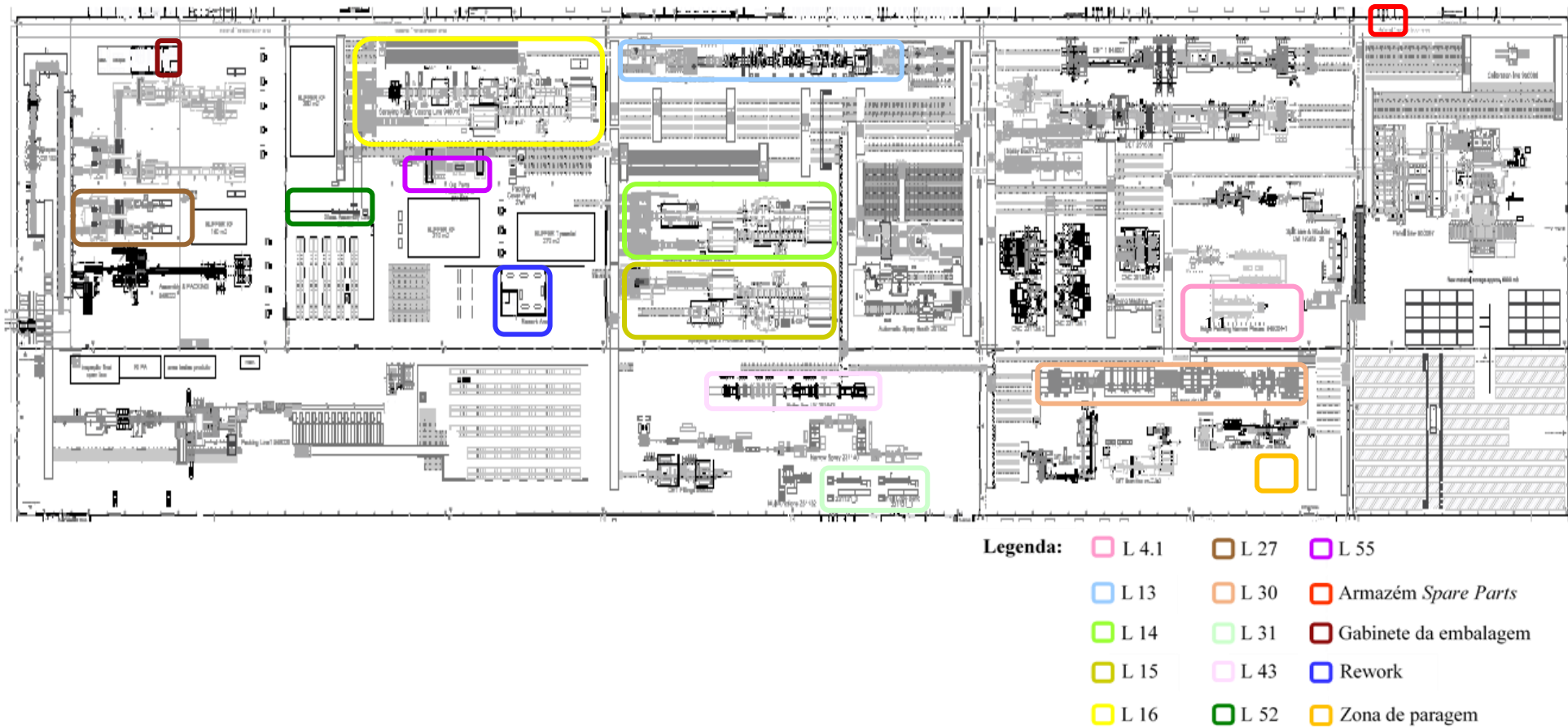



Figura 1 – *Layout* da fábrica PFF

## ANEXO B: Folha de pedido de material

 IKEA Industry Paços de Ferreira		<h1>Lista de Material</h1> <h2>(Pag 1)</h2>				Data Aprovação		
						Tempo Total	ELABORADO POR:	APROVADO POR:
FÁBRICA:	PPF	ÁREA:	Lacquering	LINHA/ POSTO TRABALHO:	16	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	NA	INFORMAÇÃO ADICIONAL:
<b>LEAN</b>				<b>Folha de Parâmetros</b>				<b>EXECUÇÃO</b>
Código	Descrição	Qtd Min/Max	Qtd. Armazém	Linha 16 Quantidade a pedir	Notas			
C0213234	FILTRO G4 1MT 22 CM	6/6 uni	1 uni					
C0200882	FILTRO BOLSA TP4T600A6-1	6/6 uni	1 cx (2 uni)					
C0200906	SUCTION FILTER	1/2 uni	1 uni					
C0200907	PLENUN CHAMBER FILTER	1/2 uni	1 uni					
I0200214	VASSOURA MACIA	1/2 uni	1 uni					
C0201277	TEEJET DISCSTRAINER	12/40 uni	1 uni					
C0201429	LUVAS SOVFEX TAM 8 37-185	-	1 par					
C0201430	LUVAS SOVFEX TAM 9	-	1 par					
C0201433	BATERIA RECARREGAVEL	-	1 uni					
C0201434	CARREGADOR DE BATERIA	-	1 uni					
C0201435	PROTECTOR DE MICROFONE	-	1 uni					
I0200002	LUVA HYFLEX TAM 9	-	1 par					
I0202236	OCULO	-	1 uni					
C0201447	FILTRO 3M PARA PARTICULAS	-	1 cx (2 uni)					
C0201449	RETENTOR P/501	-	1 cx (2 uni)					
C0202202	FARRAPOS ALGODAO "JERSE"BRANCO	Ama./Verde	1 saco (10 kg)					
I0202458	ROLO FITA FILME 50m	1 uni	1 uni					
I0202527	APANHADOR DE LIXO	1/2 uni	1 uni					
I0202528	ESCOVA ESFREGAR COM PEGA	1/2 uni	1 uni					
C0203079	ESCOVILHÃO 5 mm	1 uni	1 uni					
C0203080	ESCOVILHÃO 10 mm	1 uni	1 uni					
I0202523	CANECO PLASTICO GRADUADO	1/1 uni	1 uni					
I0202529	TOALHA DE MÃO	1/2 uni	1 uni					
I0202530	WORKSAFE MITZI (CREME DE MÃOS)	1/2 uni	1 uni					
I0202531	DEB. SOAP LOÇÃO	1/2 uni	1 uni					
I0200219	PILHA ALCALINA MAGN LR06	-	4 uni					
C0203896	SACO TRANSP 300x400	Ama./Verde	1 saco (5 kg)					
C0204303	PRATO DYN	-	1 uni					
C0204718	PORCA PARA PISTOLA AIRLESS	12/40 uni	1 uni					
C0204971	RASPADOR WHITE 7900 50x5x1760	4/4 uni	1 uni					
V0200109	ESPATULA 40MM	-	1 uni					
C0205555	ESCOVA ARAME INOX C/ CABO	2/- uni	1 uni					
C0206323	NOZZLE FINE FINISH 812	12/40 uni	1 uni					
C0206929	LUVA PROTECCÃO MECANICA/CORTE	-	1 par					
V0200111	ESPATULA 100MM	-	1 uni					
C0208088	NOZZLE FINE FINISH 814	12/40 uni	1 uni					
I0202479	Placa Cartao 3000x300	4/8 uni	1 uni					
C0209837	Cartao Lateral Placa Spray	2/4 uni	1 uni					
I0200072	BALDE C/ ESPREMEDOR	1/- uni	1 uni					
I0202502	FITA COLA DUPLA FACE	1 uni						
C0211529	MAÇO DE BORRACHA (pequeno)	-	1 uni					
C0212381	TANICES N6 INOX	1 uni	1 uni					
C0212393	LOT DE CREPINES D'ASPIRATION	1 uni	1 uni					
C0212400	ENDURECEDOR - CARTUCHO SÍLICA GEL P/	1 uni	1 uni					
C0212862	MEDIDOR DE ESPESSURA	1 uni	1 uni					
C0212921	RASPADOR DE VIDROS	-	1 uni					
C0212955	TACA DIN4 C/ ASA EM ALUMINIO	1/- uni	1 uni					
C0212987	TAMIS 50 MESH (BOLSA 10)	4 uni	1 uni					
C0213108	MAÇO DE BORRACHA (grande)	-	1 uni					
I0202491	PAINEL FILTRANTE 1900X900 F5	1 cx	1 cx					
V0200136	FLASHLIGHT X2 LED TORCH	-	1 uni					
I0202516	RECIPIENTE COM ABERTURA LARGA	2 uni	1 uni					
I0202471	WISEIRA	-	1 uni					
C0213399	Luvax Protecção 660°C	-	1 uni					
C0213483	CREME DISPENSADOR SANSI	1 uni	1 uni (1 L)					
I0202543	CREME DISPENSADOR PHISIODERME	1 uni	1 uni (1 L)					
ASSINATURA / Nº _____ / _____ DATA: _____						APROVADO POR: ASSINATURA / Nº _____ / _____ DATA: _____		
<b>AJUDAS EHS / CHAVE:</b>						<b>LAYOUT:</b>  <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Não Aplicável</div>		

Figura 1 – Folha onde registam os pedidos de material que é comum às linhas 13, 14, 15, 16 e *Rework*

### ANEXO C: Exemplo de Cartão *Kanban*

	<b>Kanban de Consumíveis Linha 16</b>	Quantidade <b>Mínima:</b> 4 Filtros
	REF INTERNA: <b>C0200872</b>	Quantidade <b>Máxima:</b> 12 Filtros
	<b>Painel Filtro Paint-Stop 3" (pequeno)</b>	Quantidade a encomendar: <b>8 Filtros</b>

Uma cor associada  
a cada linha



Imagem do Produto	<b>Kanban de Consumíveis Linha XX</b>	Quantidade <b>Mínima:</b> X Unidades
	REF INTERNA: <b>XXXXXXXX</b>	Quantidade <b>Máxima:</b> X Unidades
	<b>Nome do Produto</b>	Quantidade a encomendar: <b>X Unidades</b>

Figura 1 – Exemplo de Cartão *Kanban* com legenda associada



## ANEXO D: *Timeline* do pedido e abastecimento de consumíveis de produção na área da pintura

Turno	Hora	Armazém	Produção
1	7:00		<b>Abastecedor:</b> recolha das necessidades relativas aos consumíveis na área da pintura <b>Foreman:</b> envio do pedido de material por <i>mail</i> para o armazém
2	15:00		
3	23:00		
1	8:00		
2	16:00		
3	00:00		
1	9:00	Horário de atendimento ao público	Recolha do material e abastecimento das linhas conforme a disponibilidade do abastecedor e também do operador do armazém, que pode estar a atender outros operadores.  Nota: Normalmente o abastecedor contacta o armazém para saber se a carga está pronta para ser levantada.
2	17:00		
3	01:00		
1	10:00		
2	18:00		
3	02:00		
1	11:00		
2	19:00		
3	03:00		
1	12:00		Possibilidade de surgirem pedidos urgentes
2	20:00		
3	04:00		
1	13:00		
2	21:00		
3	05:00		
1	14:00		
2	22:00		
3	06:00		

Figura 1 - *Timeline* do pedido e abastecimento de consumíveis de produção na área da pintura , mais especificamente as linhas 13, 14, 15, 16 e *Rework*

## ANEXO E: Consumos registados dos artigos solicitados por *kanban* nas linhas 14, 15 e 16

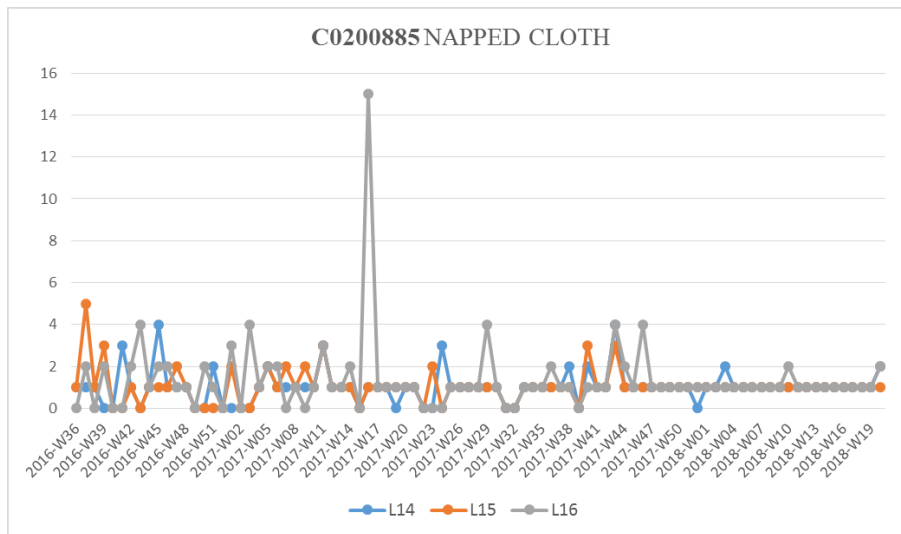


Figura 1 – Consumos da referência C0200885

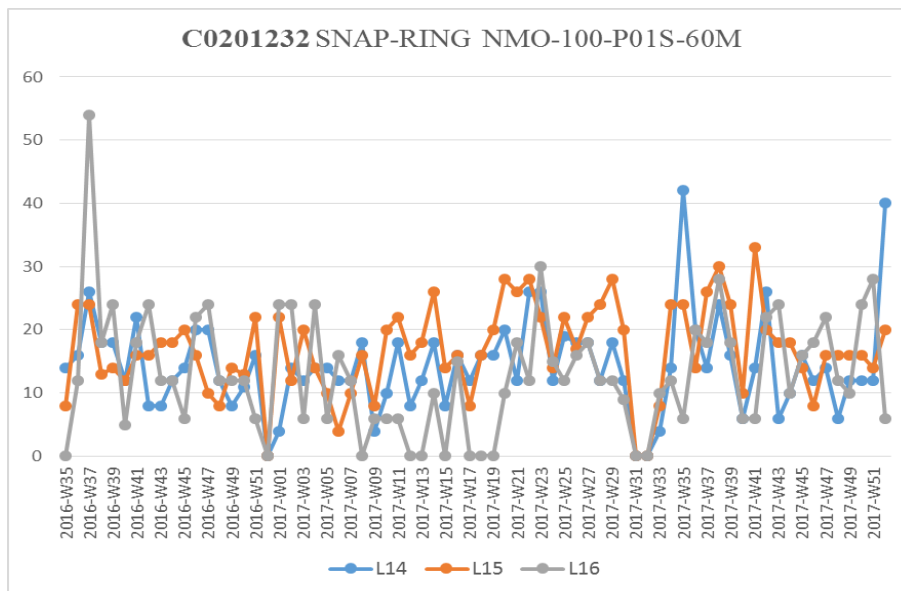


Figura 2 – Consumos da referência C0201232

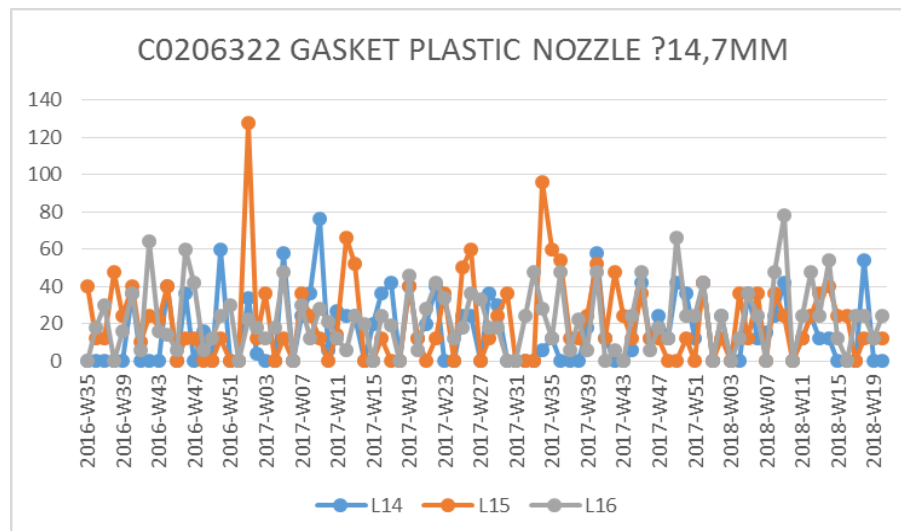


Figura 3 – Consumos da referência C0206322

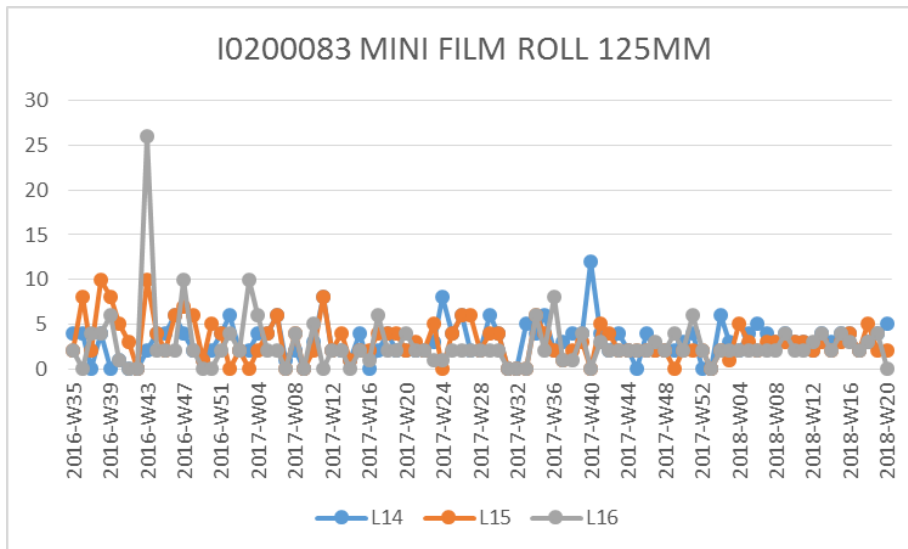


Figura 4 – Consumos da referência I0200083

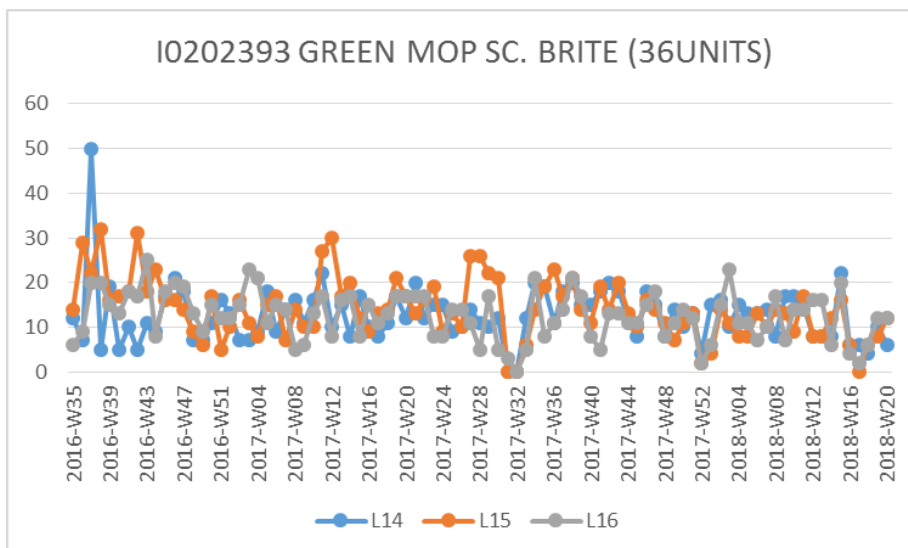


Figura 5 – Consumos da referência I0202393

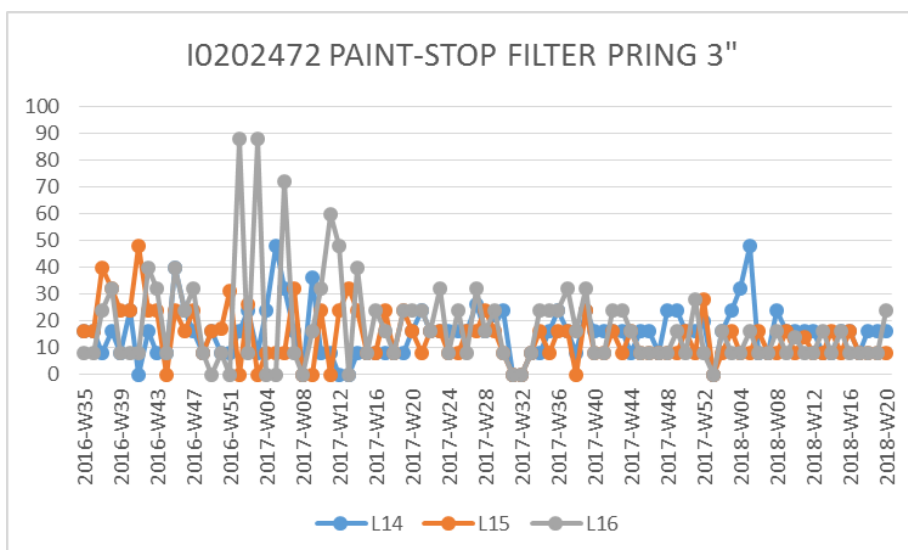


Figura 6 – Consumos da referência I0202472

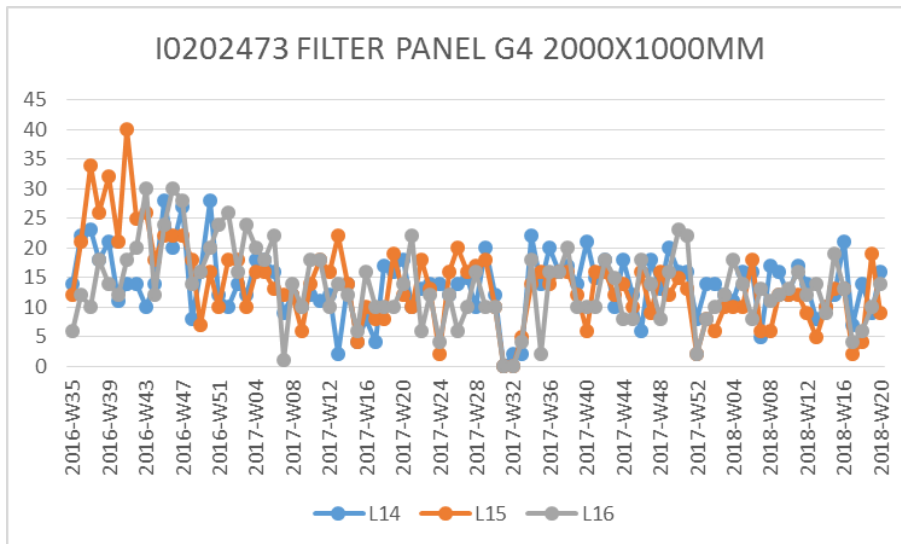


Figura 7 – Consumos da referência I0202473

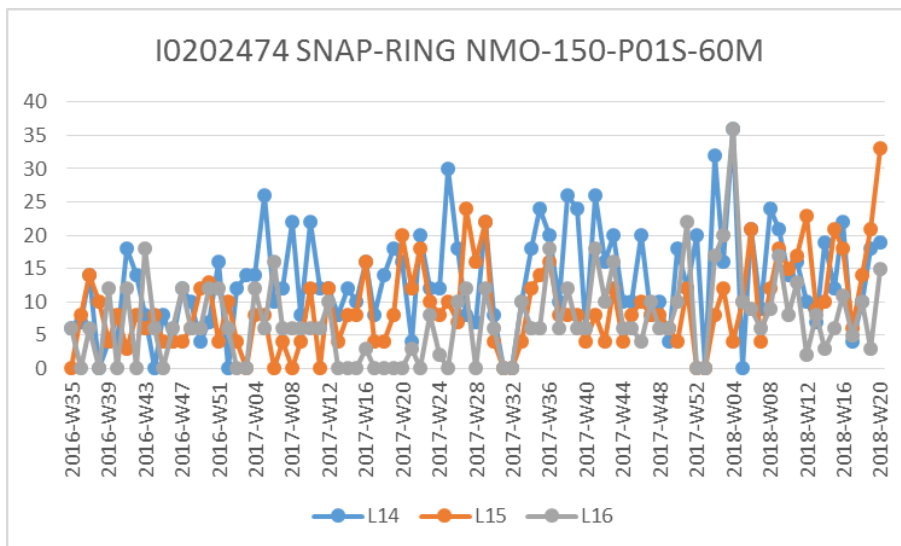


Figura 8 – Consumos da referência I0202474

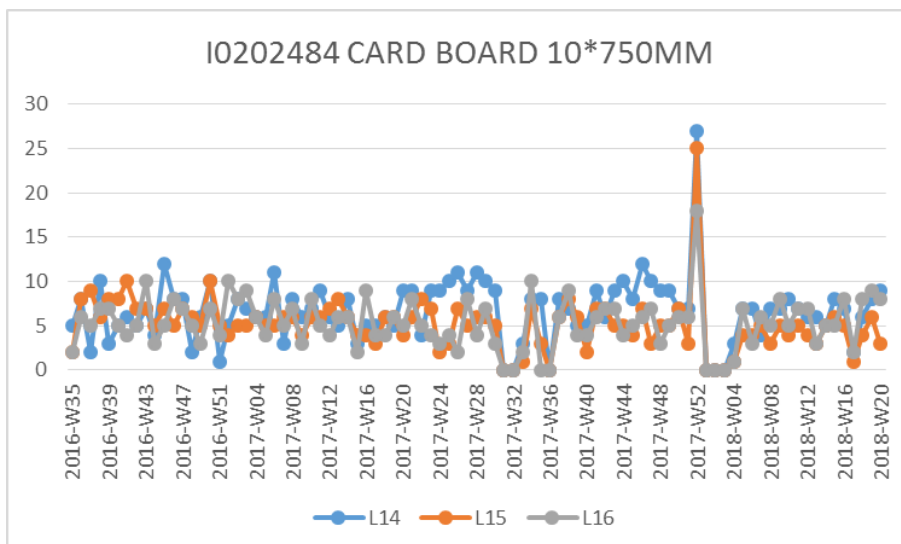


Figura 9 – Consumos da referência I0202484

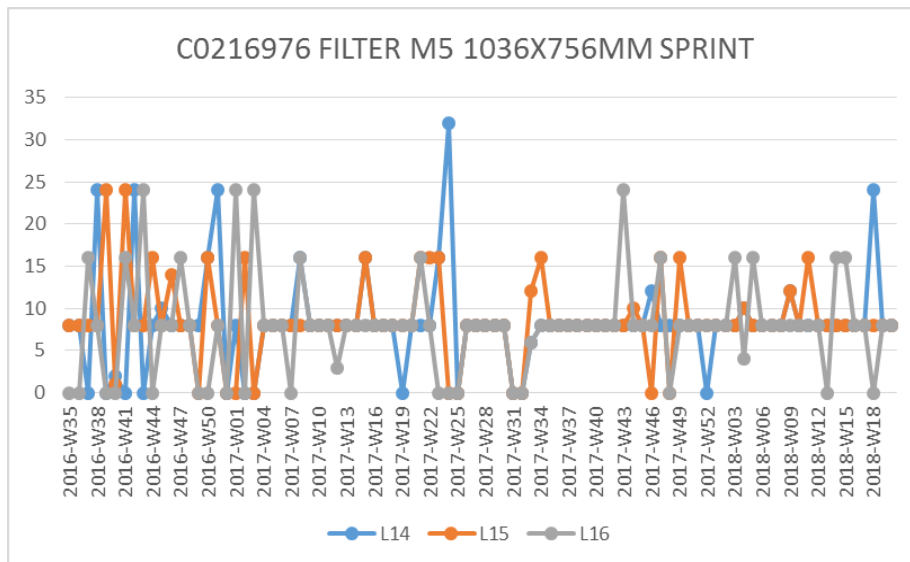


Figura 10 – Consumos da referência C0216976

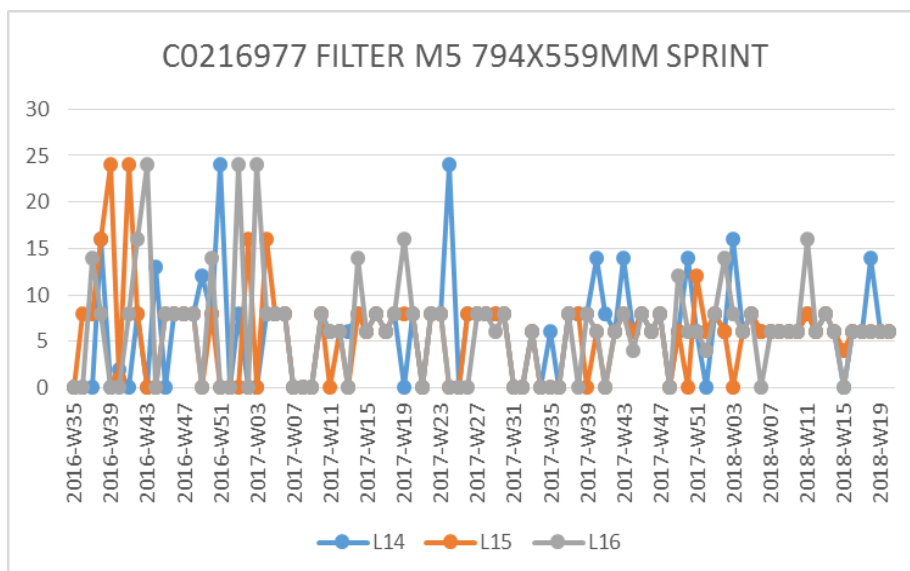


Figura 11 – Consumos da referência C0216977

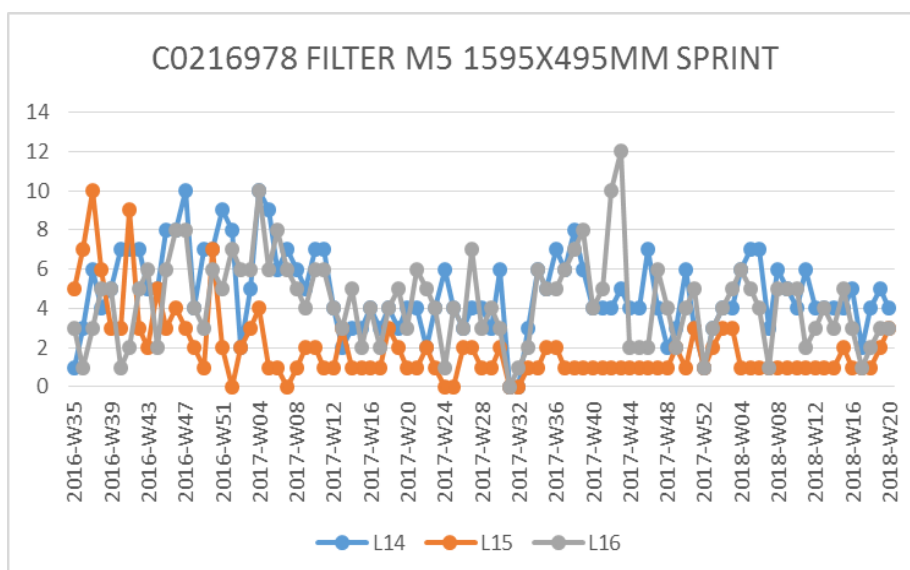


Figura 12 – Consumos da referência C0216978

## ANEXO F: Consumos teóricos dos artigos solicitados por *kanban* nas linhas 14,15,16 segundo os *standards* definidos

Tabela 1 – Consumos teóricos com base nos *standards* definidos

<b>Item Nr</b>	<b>Consumos segundo os <i>standards</i></b>	<b>Por semana</b>	<b>Por dia</b>
C0200885	x	x	x
I0202475	2 por turno	30	6.00
C0206322	Mensal-3 jogos de 12 bicos + 4 spares por mês	10	2.00
C0216976	8 por box por semana + 2 por box por dia	18	4.00
C0216977	6 por box por semana + 2 por box por dia	16	4.00
C0216978	1 por box por semana + 1 por box por dia	6	2.00
I0200083	x	x	x
I0202393	x	x	x
I0202472	2 por box por turno	30	6.00
I0202473	2 por turno	30	6.00
I0202474	2 por turno	30	6.00
I0202484	1/2 caixa por turno	8	2.00
I0202504	x	x	x

Nota: Nos campos identificados por um “x” não existem *standards* definidos

## ANEXO G: Análise ao *Stock on-hand* dos vários consumíveis desde o início de 2018

Nos gráficos que se seguem estão assinalados os pontos de rutura de material bem como o valor do parâmetro de gestão de *stocks* tido em conta na emissão dos pedidos ao fornecedor (*reorder point* ou *safety stock*).

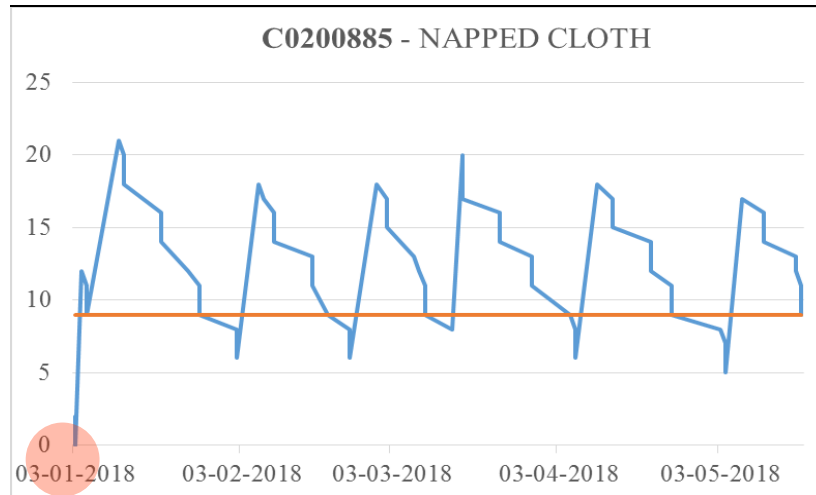


Figura 1 – *Stock on-hand* da referência C0200885

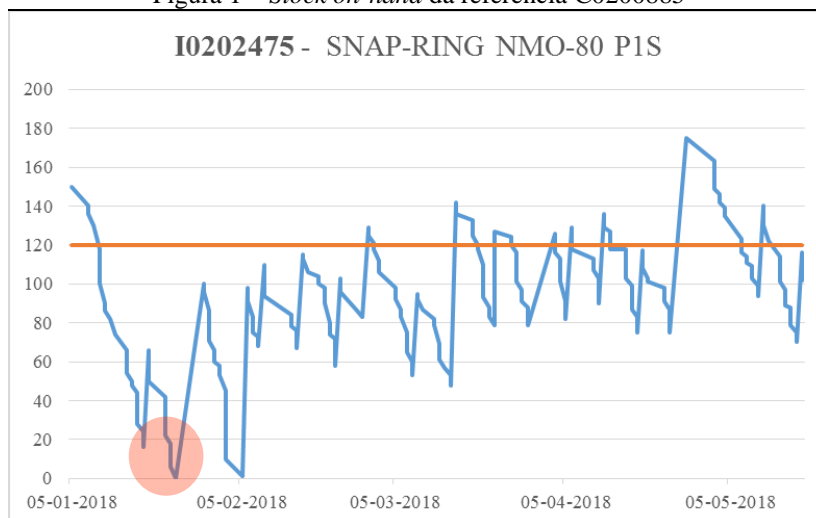


Figura 2 – *Stock on-hand* da referência I0202475

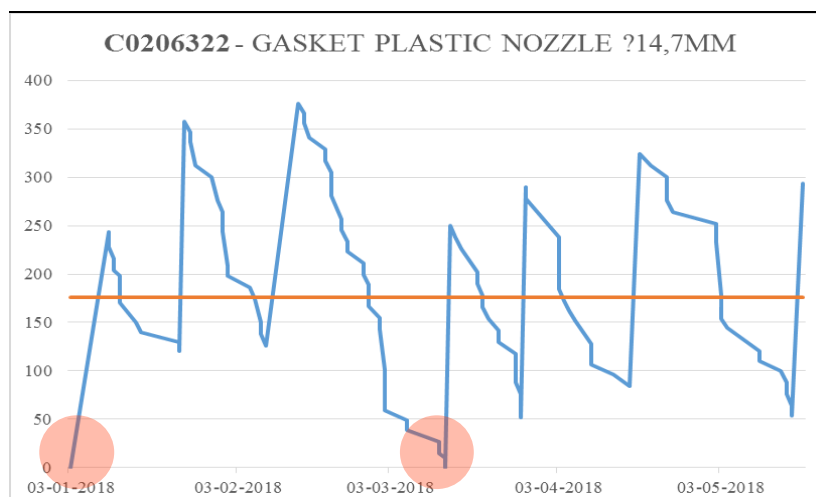


Figura 3 – *Stock on-hand* da referência C0206322

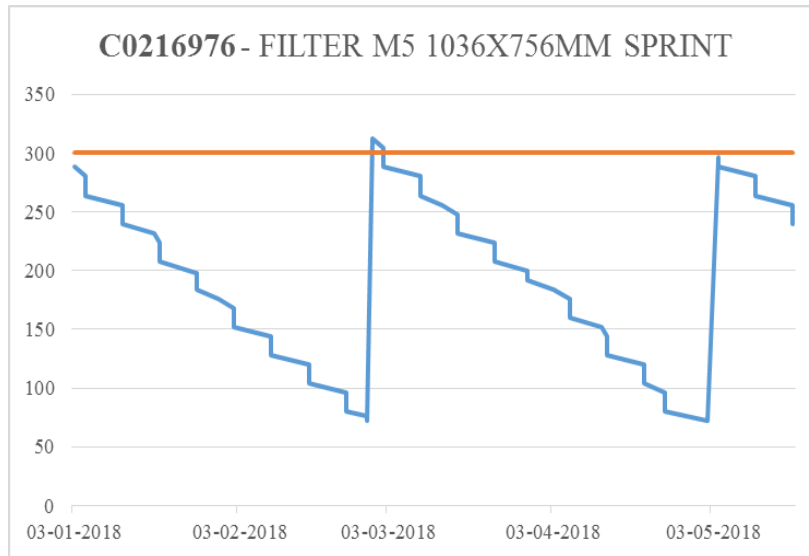


Figura 4 – Stock on-hand da referência C0216976

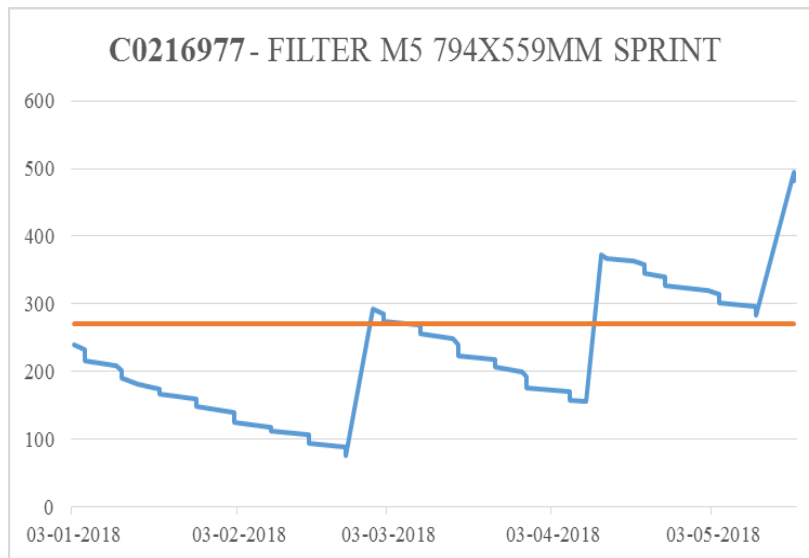


Figura 5 – Stock on-hand da referência C0216977

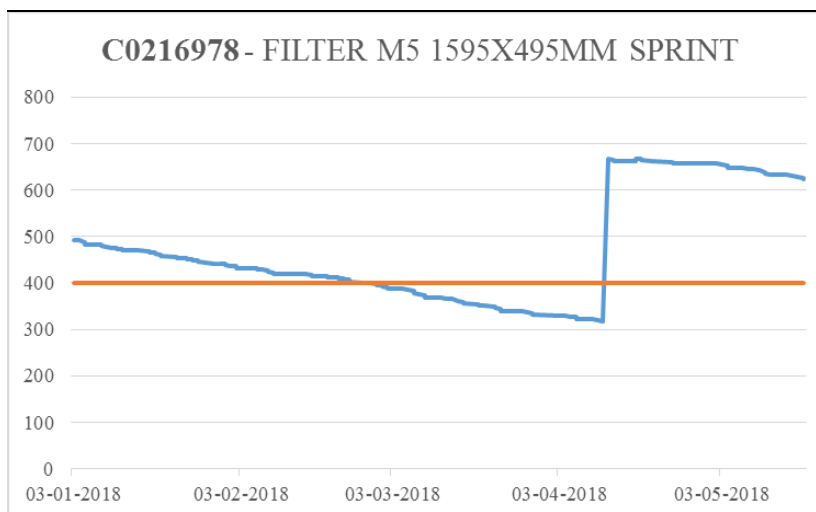


Figura 6 – Stock on-hand da referência C0216978



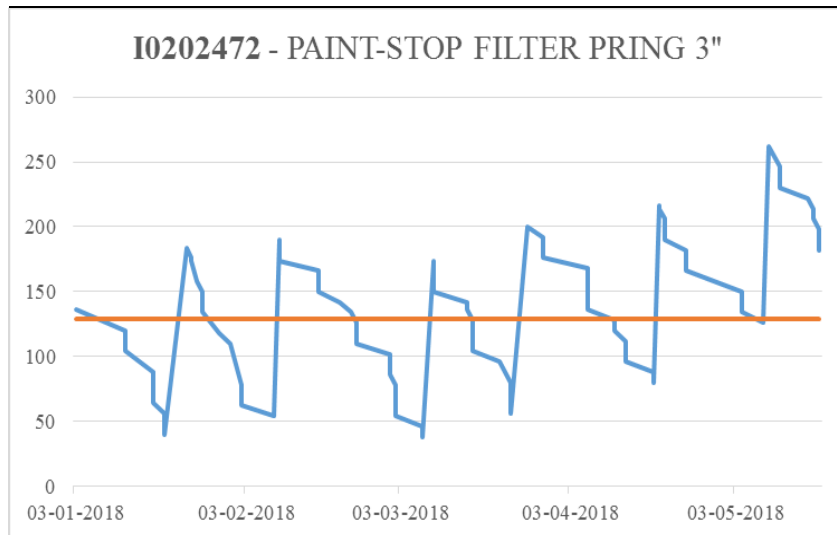


Figura 7 – Stock on-hand da referência I0202472

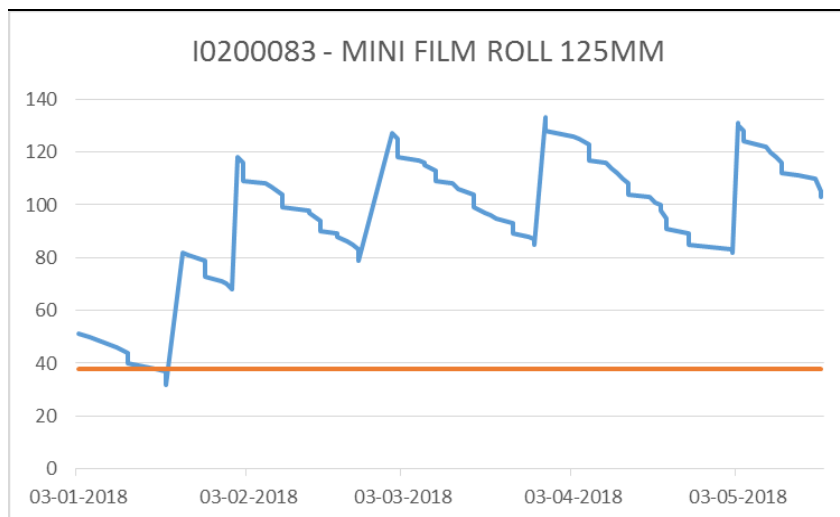


Figura 8 – Stock on-hand da referência I0200083

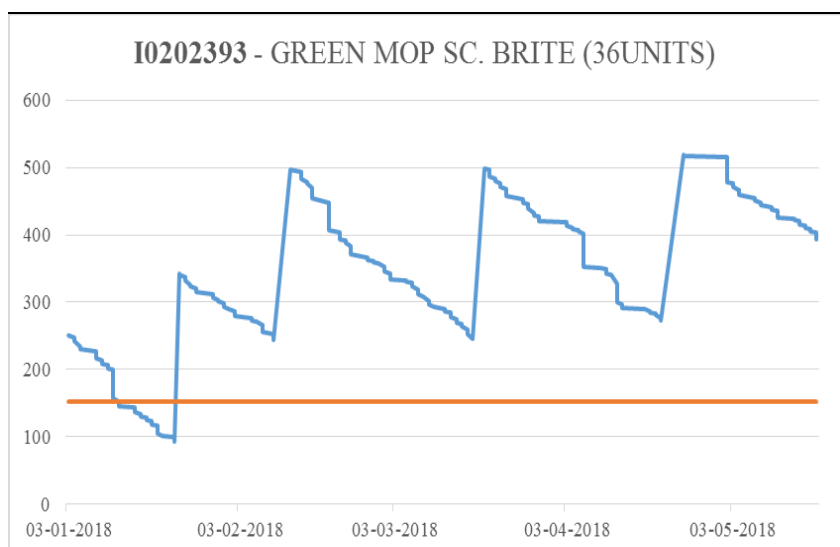


Figura 9 – Stock on-hand da referência I0202393

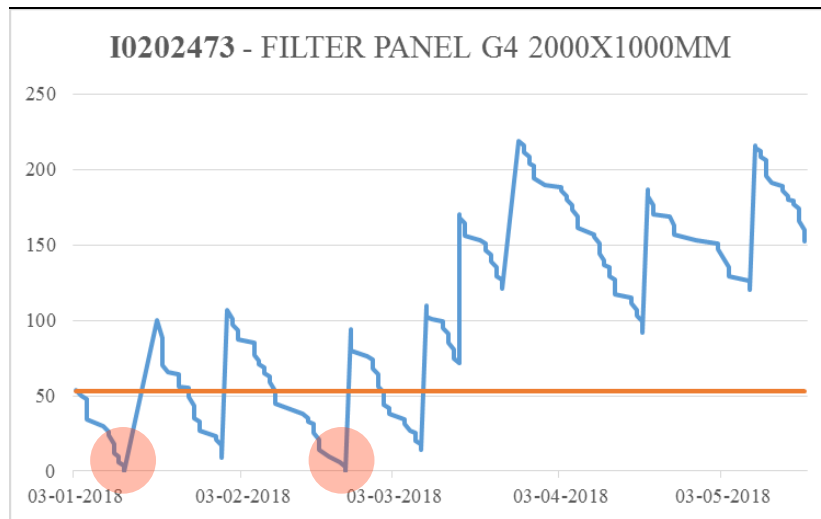


Figura 10 – Stock on-hand da referência I0202473

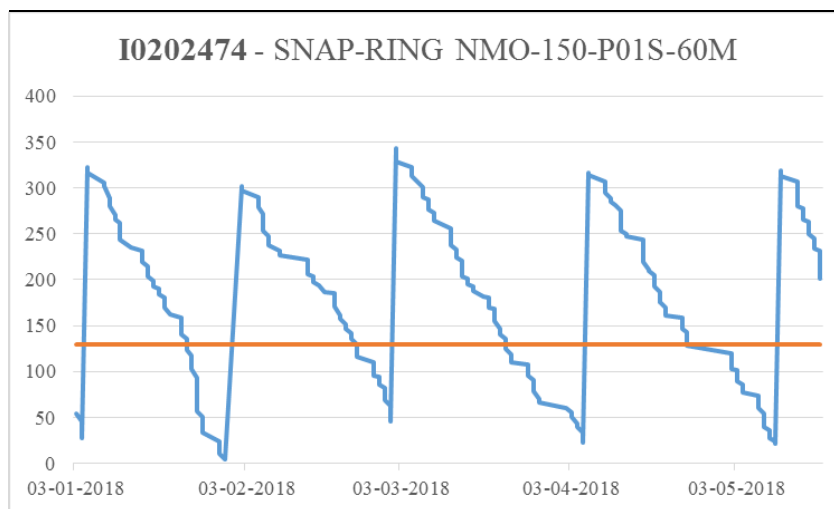


Figura 11 – Stock on-hand da referência I0202474

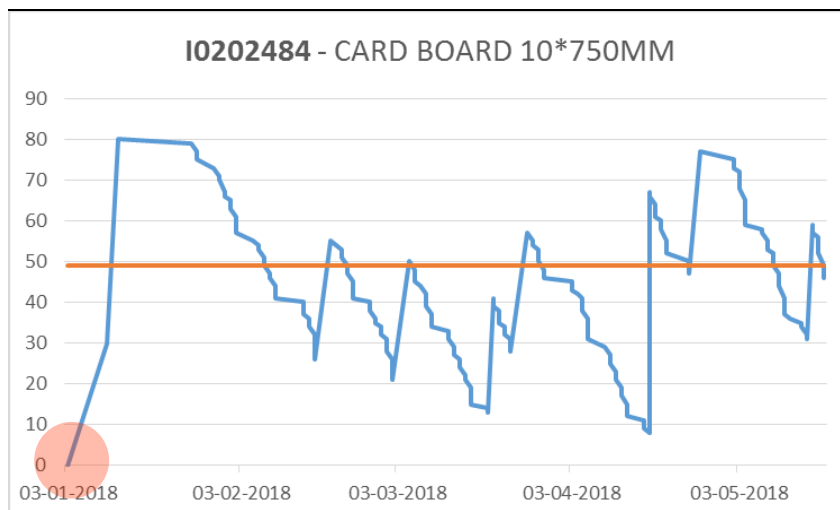


Figura 12 – Stock on-hand da referência I0202484

**ANEXO H: Lista de Latas de Tinta e Aditivos a serem transportados**Tabela 1 – Lista de latas de tinta e aditivos associados a cada *workcenter*

<b>Workcenter</b>	<b>Referência IKEA</b>	<b>Nome</b>	<b>Casa das Tintas</b>
4.1	M9027122	UV Primer S Grey 5000	Sala UV
4.1	M9027123	UV Primer S 102	Sala UV
4.1	M0323570	LA UV Primer SE White LED	Sala UV
4.1	M9008281	TW 300 Thinner 119	Sala Spray
13	M9022929	UV TOP 25 Lgrey	Sala UV
13	M9022924	UV Base Coat IKEA White 5 4259	Sala Sector H
13	M9022938	UV Base Coat White 4002	Sala UV
13	M9008281	TW 300 Thinner 119	Sala Spray
14	M0007907	Matting Agent AW390	Sala Spray
15	M0007907	Matting Agent AW390	Sala Spray
15	M0007908	Gloss Enhancer AW390	Sala Spray
15	M9008281	TW 300 Thinner 119	Sala Spray
16	M9022938	UV Base Coat White 4002	Sala UV
16	M9022927	UV Primer White Opti	Sala UV
16	M9027591	UV Sealer LED 541	Sala UV
16	M0007907	Matting Agent AW390	Sala Spray
43	M9004044	UV Adhesion Sealer	Sala Setor H
43	M9022939	LA UV Sealer 514	Sala Setor H
43	M9022924	UV Base Coat IKEA White 5 4259	Sala Setor H
43	M9022940	UV Base IW Basic	Sala Setor H
43	M9022938	UV Base Coat White 4002	Sala UV
43	M9022931	UV Top 45 IW Basic P	Sala Setor H
43	M9013164	LA UV Top 25 IW Basic P	Sala Setor H
43	M9022929	UV TOP 25 Lgrey	Sala UV

## ANEXO I: Listagem das Referências de Fita de Orla e Cola

Tabela 1 – Listagem de referências de fita de orla e cola e respectivas dimensões e *workcenter*

Referência	Nome	Comprimento ou Peso [m ou kg]	Workcenter	
			30	31
M0001342	AD EVA HM Rakoll TE 5723	25.00	X	X
M0005759	EP ABS 21/0.6 bWh (10)	600.00	X	
M9018647	EP ABS 18/1.5 bWh (45)	275.00	X	X
M9018648	EP ABS 21/1.5 bWh (45)	275.00	X	X
M9018649	EP ABS 19/0.55 bWh (45)	700.00	X	
M9018650	EP ABS 25/1.5 bWh (45)	275.00	X	

## ANEXO J: Especificações fornecidas ao departamento IT na fase inicial do desenvolvimento do projeto

### Menu principal

#### Especificações:

Depois do operador de linha iniciar sessão na aplicação, é-lhe apresentado o **menu principal** (imagem exemplificativa). Neste menu é possível registar consumos dos materiais existentes na linha, fazer pedidos de material que não têm stock na linha, visualizar os pedidos realizados, visualizar os consumos e aceder ao carrinho de compras.

**Registar consumo:** o operador quando consome um certo consumível com stock na linha deverá registar o consumo do mesmo. São consumíveis utilizados com bastante frequência e atualmente são pedidos através de cartões kanban.

**Fazer pedido:** quando necessitar de algum material sem stock em linha, o operador deverá realizar o pedido através desta opção.

**Pedidos realizados:** visualizar pedidos já satisfeitos (o Mizusumashi já realizou a entrega) e pedidos em curso.

**Consumos:** dados estatísticos que permitem ao operador ter uma noção de quanto já gastou em consumíveis, entre outros (informação a disponibilizar posteriormente).

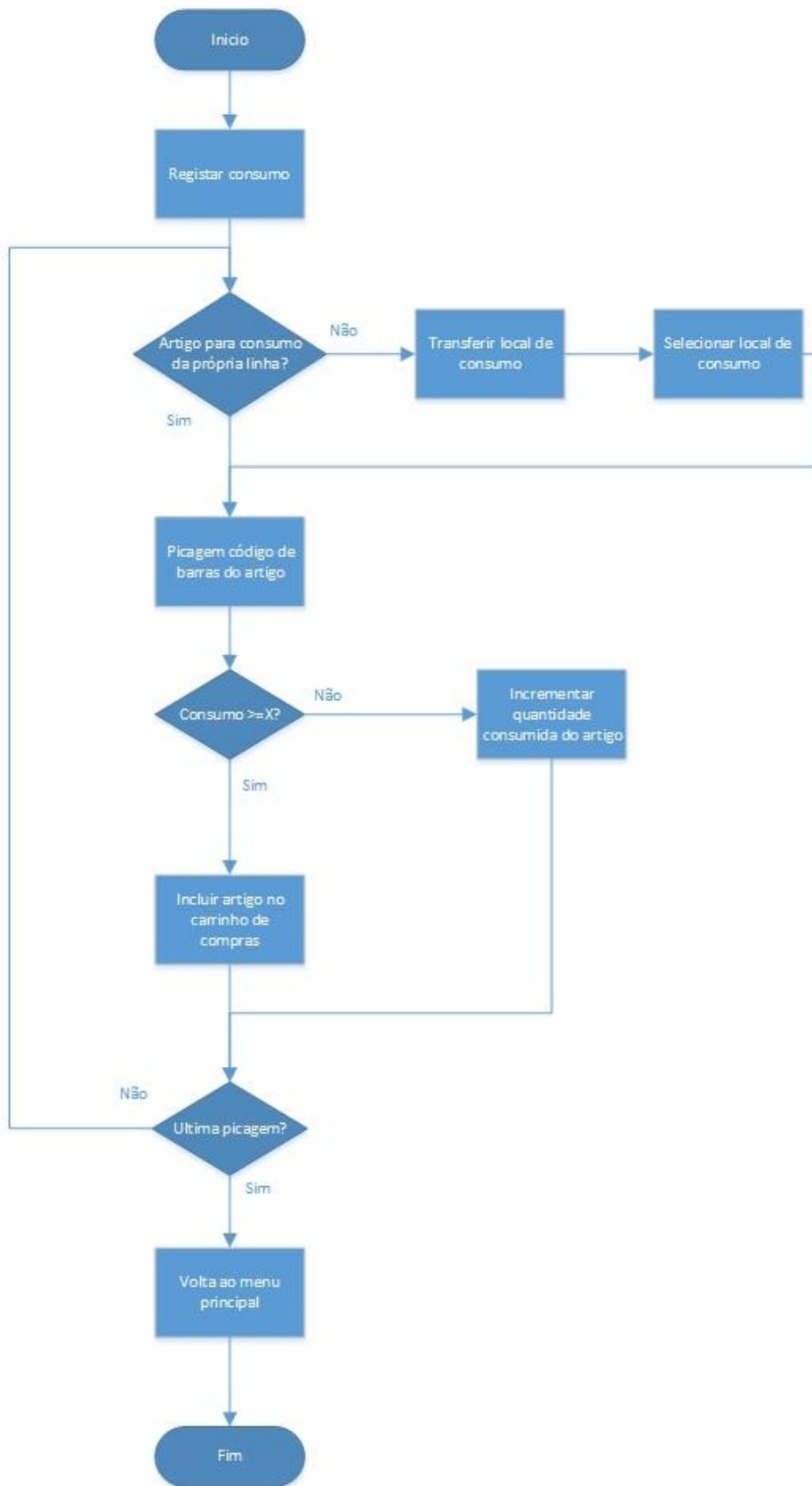
**Carrinho de compras:** permite visualizar o que já foi pedido até ao momento em que é lançado o pedido para o armazém, bem como alterar o pedido de material que não tem stock em linha. Visto que 4 em 4 horas é gerado um pedido, é útil o operador ver quanto tempo resta até ocorrer o próximo pedido.

Numa 1ª fase, pretende-se implementar este sistema na área da pintura (linhas 14, 15 e 16), em que os consumíveis são equivalentes.

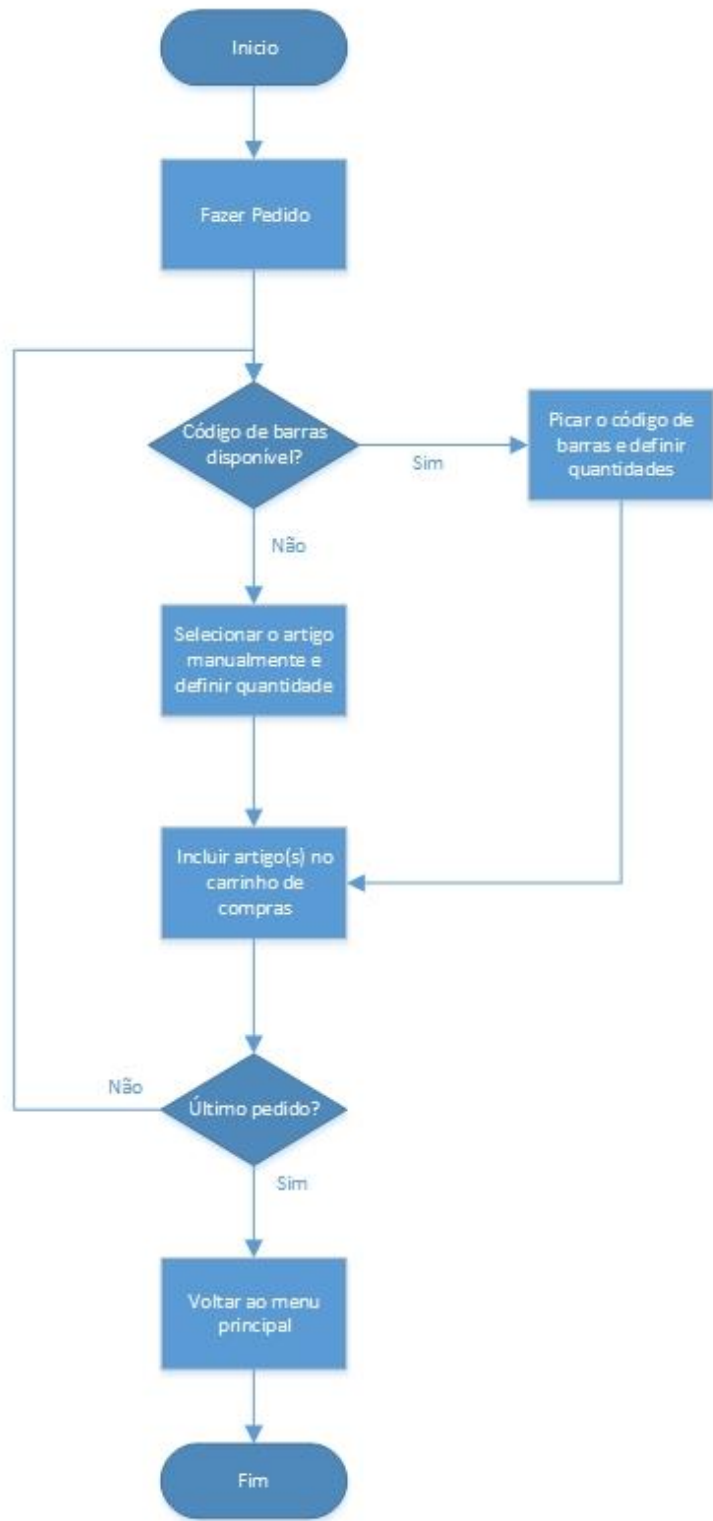
**Nota:** é relevante ter a informação do *workcenter* e do turno que está a utilizar a aplicação, para posterior análise de dados.



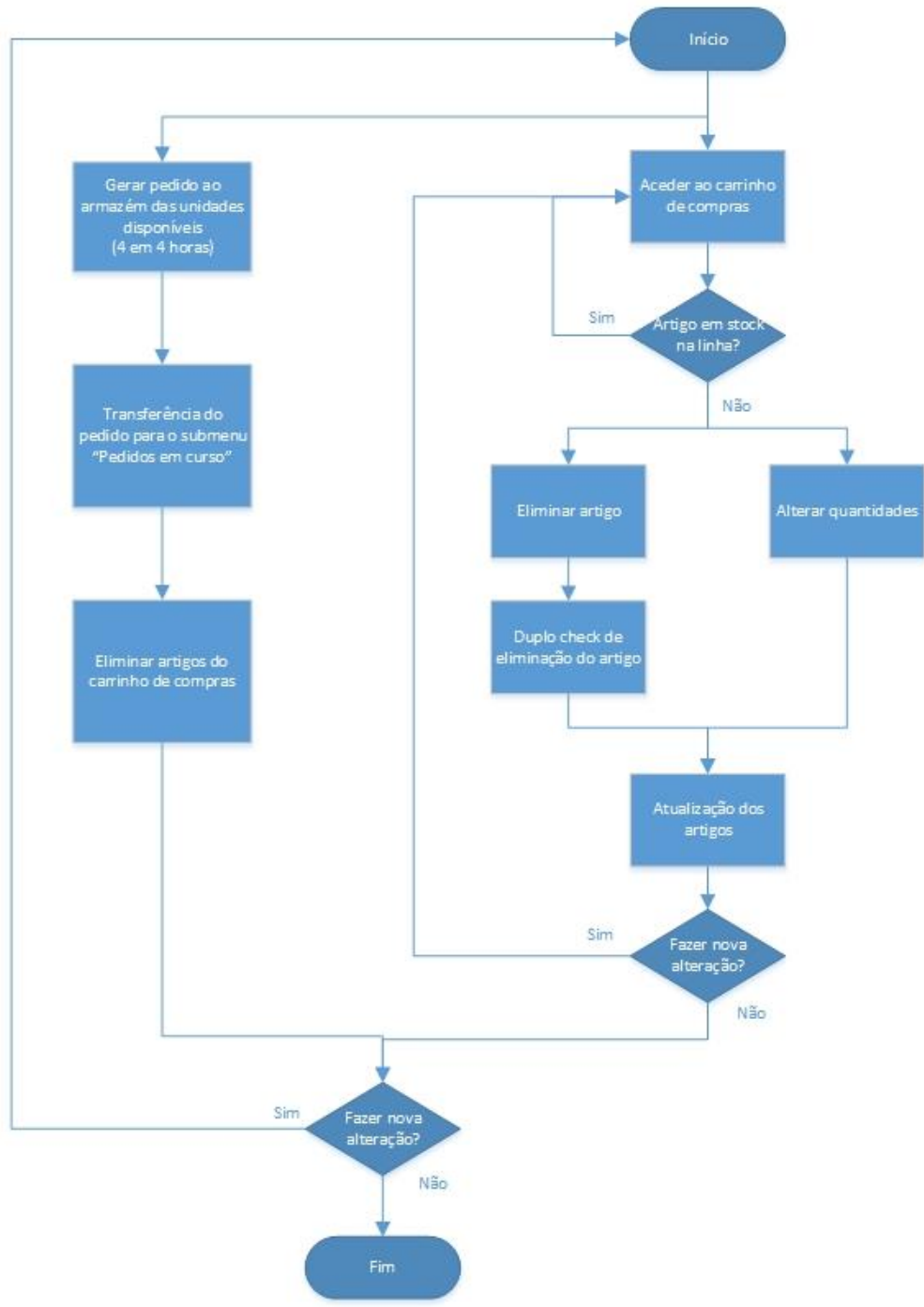
Registrar consumo



# Fazer pedido

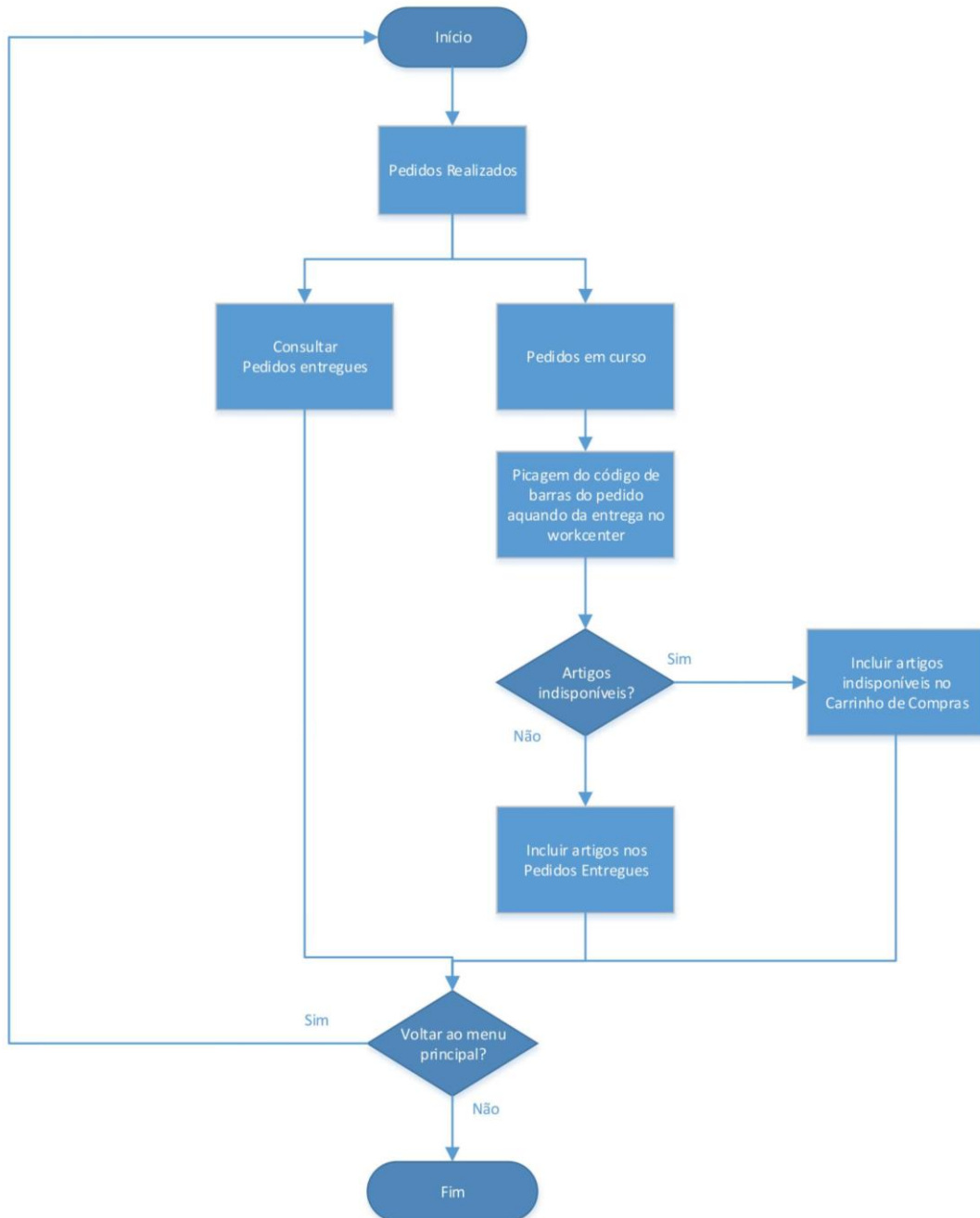


## Carrinho de compras





## Pedidos Realizados



## ANEXO K: Menus associados ao novo sistema de pedidos de material na ótica do operador da produção

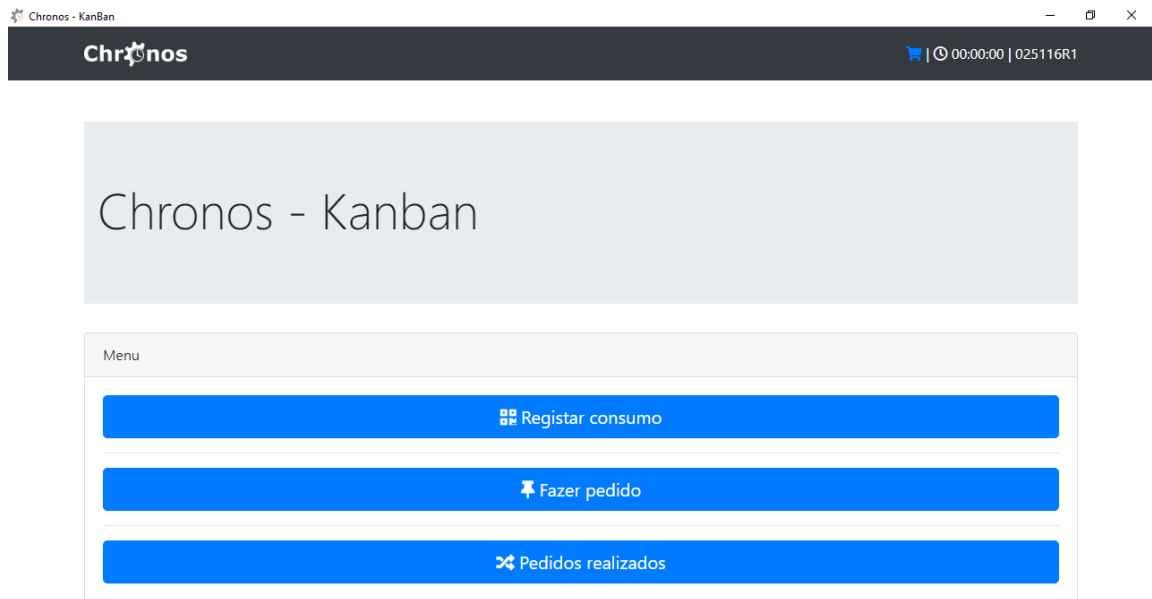


Figura 1 - Menu principal do utilizador “produção”

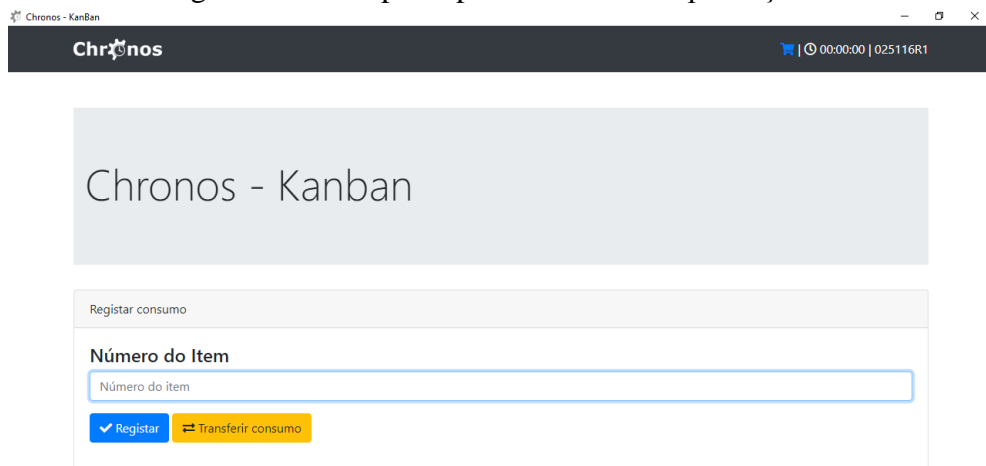


Figura 2 – Menu “Registrar Consumo” onde o operador da produção regista os consumos do material que vai usando através da picagem

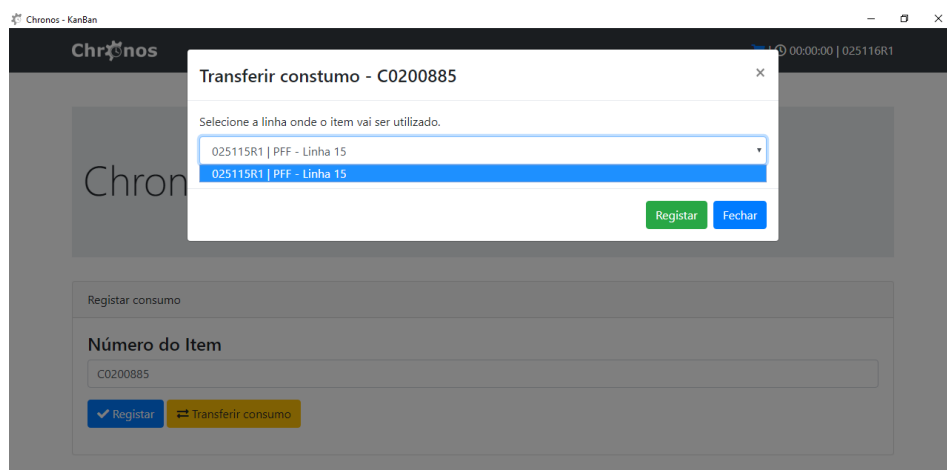


Figura 3 – Opção de “Transferir Consumo”

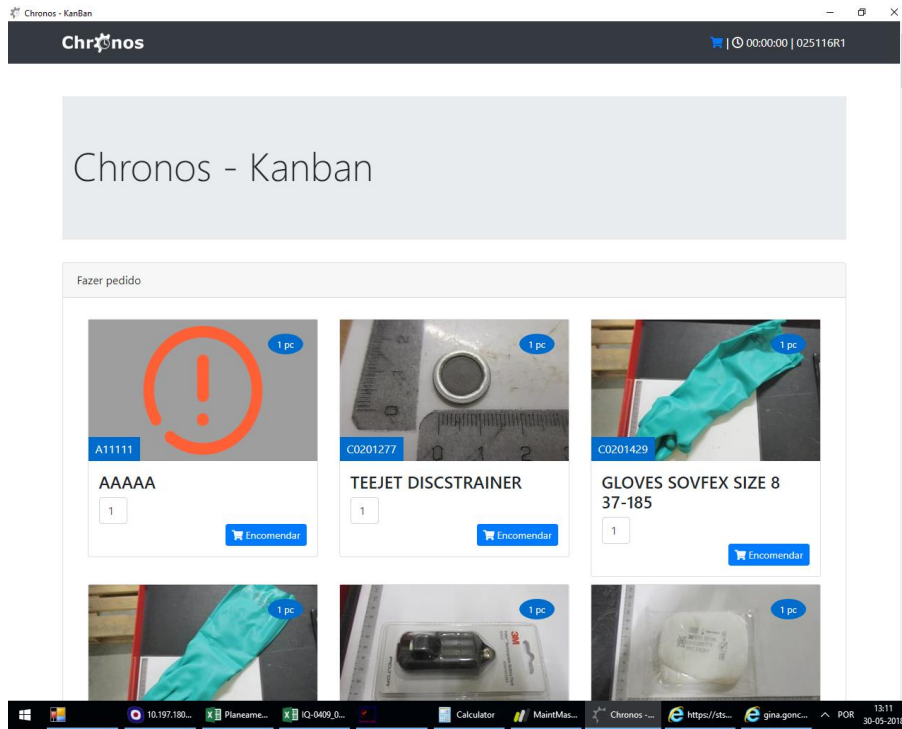


Figura 4 – Menu “Fazer pedido” idêntico a uma *e-store*

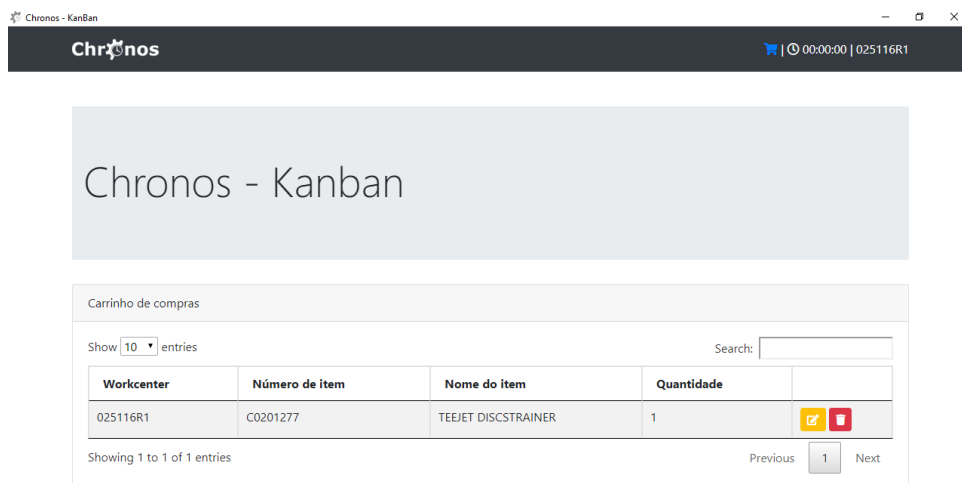


Figura 5 – Carrinho de compras onde é possível visualizar todos os pedidos que foram realizados através do menu da Figura 4

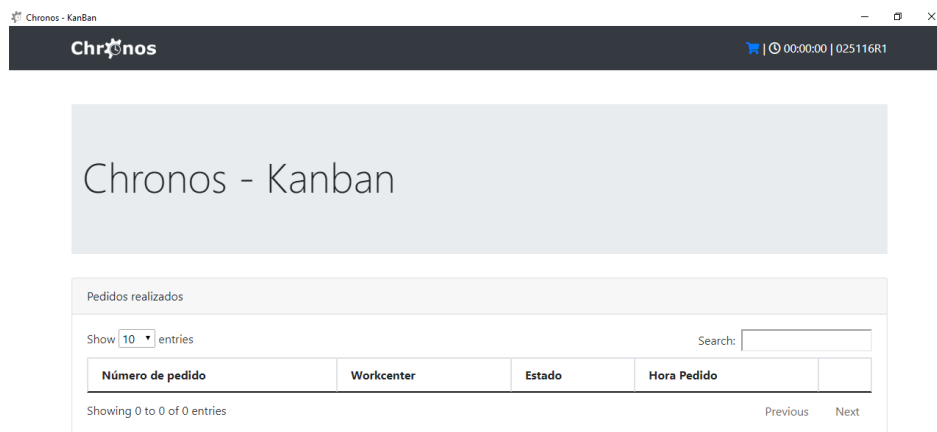


Figura 6 – Visualização dos pedidos realizados, isto é, que foram emitidos

## ANEXO L: Menus associados ao novo sistema de pedidos de material na ótica do operador do armazém

Número pedido	Número artigo	Nome artigo	Quantidade	Quantidade processada	Estado
KB000061	C0216978	FILTER M5 1595X495MM SPRINT	1	1	PENDING
KB000061	I0200163	WASHBASIN - MAINTENANCE	1	1	PENDING
KB000061	I0202473	FILTER PANEL G4 2000X1000MM	4	4	PENDING

Processar pedido

Figura 1 – Menu “Processar pedido” para um pedido em específico antes do operador confirmar o pedido

Número pedido	Número artigo	Nome artigo	Quantidade	Quantidade processada	Estado
KB000056	I0202474	SNAP-RING NMO-150-P01S-60M	7	0	PENDING

Processar pedido

Figura 2 – Menu “Processar pedido” num pedido pendente em específico – a quantidade pedida surge a 0 porque o armazém não tem *stock* deste artigo

### ANEXO M: Determinação da rota 1 recorrendo ao “Solver” do Excel

Ponto	Paragem	30	31	43	Rework	55	52	27	GP	16	13	15	14	4.1	Armazém	Ponto	Distância	Workcenter	
1	Paragem	0.0	7.0	24.5	31.5	49.0	60.0	66.5	69.5	73.5	94.5	100.5	38.0	31.0	34.5	74.5	7	12	52
2	30	7.0	0.0	25.5	32.5	50.0	61.0	67.5	70.5	74.5	95.5	101.5	39.0	32.0	35.5	75.5	6	6.5	55
3	31	24.5	25.5	0.0	15.0	24.0	35.0	41.5	44.5	48.5	69.5	75.5	22.0	29.0	25.0	75.0	13	17.5	14
4	43	31.5	32.5	15.0	0.0	16.5	26.0	32.5	40.5	45.0	60.5	66.5	22.5	29.5	31.5	71.5	12	7	15
5	Rework	49.0	50.0	24.0	16.5	0.0	17.5	16.0	24.0	28.5	44.0	50.0	16.5	22.5	37.0	77.0	5	16.5	Rework
6	55	60.0	61.0	35.0	26.0	17.5	0.0	6.5	18.5	19.5	34.5	40.5	24.5	17.5	45.0	76.0	4	16.5	43
7	52	66.5	67.5	41.5	32.5	16.0	6.5	0.0	12.0	13.0	28.0	34.0	31.0	24.0	51.5	69.5	3	15	31
8	27	69.5	70.5	44.5	40.5	24.0	18.5	12.0	0.0	16.5	30.5	36.5	40.5	36.0	61.0	72.0	2	25.5	30
9	GP	73.5	74.5	48.5	45.0	28.5	19.5	13.0	16.5	0.0	25.0	31.0	44.0	37.0	64.5	66.5	1	7	Paragem
10	16	94.5	95.5	69.5	60.5	44.0	34.5	28.0	30.5	25.0	0.0	6.0	36.0	43.0	40.0	43.5	14	34.5	4.1
11	13	100.5	101.5	75.5	66.5	50.0	40.5	34.0	36.5	31.0	6.0	0.0	30.0	37.0	34.0	49.5	15	40	Armazém
12	15	38.0	39.0	22.0	22.5	16.5	24.5	31.0	40.5	44.0	36.0	30.0	0.0	7.0	20.5	60.5	11	49.5	13
13	14	31.0	32.0	29.0	29.5	22.5	17.5	24.0	36.0	37.0	43.0	37.0	7.0	0.0	27.5	67.5	10	6	16
14	4.1	34.5	35.5	25.0	31.5	37.0	45.0	51.5	61.0	64.5	34.0	34.0	20.5	27.5	0.0	40.0	9	25	GP
15	Armazém	74.5	75.5	75.0	71.5	77.0	76.0	69.5	72.0	66.5	43.5	49.5	60.5	67.5	40.0	0.0	8	16.5	27

295 Minimizar

1770X 6m

1.77 km

Assumindo 4km/hora

0.44 horas

26.55 minutos

### ANEXO N: Determinação da rota 2 recorrendo ao “Solver” do Excel

Ponto	Paragem	30	31	43	Rework	55	52	27	GP	16	13	15	14	4.1	
1	Paragem	0.0	7.0	24.5	31.5	49.0	60.0	66.5	69.5	73.5	94.5	100.5	38.0	31.0	34.5
2	30	7.0	0.0	25.5	32.5	50.0	61.0	67.5	70.5	74.5	95.5	101.5	39.0	32.0	35.5
3	31	24.5	25.5	0.0	15.0	24.0	35.0	41.5	44.5	48.5	69.5	75.5	22.0	29.0	25.0
4	43	31.5	32.5	15.0	0.0	16.5	26.0	32.5	40.5	45.0	60.5	66.5	22.5	29.5	31.5
5	Rework	49.0	50.0	24.0	16.5	0.0	17.5	16.0	24.0	28.5	44.0	50.0	16.5	22.5	37.0
6	55	60.0	61.0	35.0	26.0	17.5	0.0	6.5	18.5	19.5	34.5	40.5	24.5	17.5	45.0
7	52	66.5	67.5	41.5	32.5	16.0	6.5	0.0	12.0	13.0	28.0	34.0	31.0	24.0	51.5
8	27	69.5	70.5	44.5	40.5	24.0	18.5	12.0	0.0	16.5	30.5	36.5	40.5	36.0	61.0
9	GP	73.5	74.5	48.5	45.0	28.5	19.5	13.0	16.5	0.0	25.0	31.0	44.0	37.0	64.5
10	16	94.5	95.5	69.5	60.5	44.0	34.5	28.0	30.5	25.0	0.0	6.0	36.0	43.0	40.0
11	13	100.5	101.5	75.5	66.5	50.0	40.5	34.0	36.5	31.0	6.0	0.0	30.0	37.0	34.0
12	15	38.0	39.0	22.0	22.5	16.5	24.5	31.0	40.5	44.0	36.0	30.0	0.0	7.0	20.5
13	14	31.0	32.0	29.0	29.5	22.5	17.5	24.0	36.0	37.0	43.0	37.0	7.0	0.0	27.5
14	4.1	34.5	35.5	25.0	31.5	37.0	45.0	51.5	61.0	64.5	34.0	34.0	20.5	27.5	0.0

Ponto	Distância	Workcenter
11	34	13
10	6	16
9	25	GP
8	16.5	27
7	12	52
6	6.5	55
13	17.5	14
12	7	15
5	16.5	Rework
4	16.5	43
3	15	31
1	24.5	Paragem
2	7	30
14	35.5	4.1

239.5 **Minimizar**

1437X 6m


1.44 km

Assumindo 4km/hora

0.36 horas

21.56 minutos

**ANEXO O: Matriz de registo de viagens em vazio efetuadas pelo *Mizusumashi***

 IKEA Industry Paços de Ferreira		<b>Matriz de Registo de Viagens em Vazio - Mizusumashi -</b> Data: _____																				
		7h	8h	9h	10h	11h	12h30	13h30	15h	16h	17h	18h	19h	20h30	21h30	23h	0h	1h	2h	3h	3h30	5h30
<b>ROTA</b>																						
<b>Paragem</b>																						
30																						
31																						
43																						
<b>Rework</b>																						
15																						
14																						
55																						
52																						
27																						
<b>Gabinete de Embalagem</b>																						
16																						
13																						
<b>Armazém</b>																						
4.1																						
<b>Viagens em vazio por rota</b>																						
<b>Viagens em vazio por turno</b>																						

## ANEXO P: NPCs das linhas 30 e 31

Tabela 1 – Listagem de todos os artigos produzidos nas linhas 30, 31 e respetivos componentes, quantidades, *workcenters* e NPCs

<i>Product nr.</i>	<i>Component nr.</i>	<i>Basic U/M</i>	<i>Quantity</i>	<i>Quantity with waste</i>	<i>Workcenter</i>	<i>NPC</i>	<i>NPC*Qty</i>
S025S03796	M9018647	m	0.440000	0.440000	025130	13	5.72
S025S03796	M0001342	kg	0.001550	0.001550	025130	13	0.02
S025S03796	M9018649	m	0.440000	0.440000	025130	13	5.72
S025S03796	M0001342	kg	0.001550	0.001550	025130	13	0.02
S025S03797	M9018648	m	0.217000	0.217000	025130	34	7.38
S025S03797	M0001342	kg	0.001235	0.001235	025130	34	0.04
S025S03800	M9018647	m	1.193500	1.193500	025130	32	38.19
S025S03800	M0001342	kg	0.005209	0.005209	025130	32	0.17
S025S03800	M9018647	m	0.726500	0.726500	025131	32	23.25
S025S03800	M0001342	kg	0.003144	0.003144	025131	32	0.10
S025S03801	M9018647	m	0.834500	0.834500	025130	32	26.70
S025S03801	M0001342	kg	0.003671	0.003671	025130	32	0.12
S025S03801	M9018647	m	0.367500	0.367500	025131	32	11.76
S025S03801	M0001342	kg	0.001607	0.001607	025131	32	0.05
S025S03802	M9018647	m	2.028000	2.028000	025130	16	32.45
S025S03802	M0001342	kg	0.008945	0.008945	025130	16	0.14
S025S03805	M9018650	m	4.283000	4.283000	025130	10	42.83
S025S03805	M0001342	kg	0.027148	0.027148	025130	10	0.27
S025S03806	M9018648	m	0.740000	0.740000	025131	17	12.58
S025S03806	M0001342	kg	0.003699	0.003699	025131	17	0.06



S025S03808	M9018650	m	3.247000	3.247000	025130	13	42.21
S025S03808	M0001342	kg	0.020424	0.020424	025130	13	0.27
S025S03809	M9018647	m	1.393500	1.393500	025130	32	44.59
S025S03809	M0001342	kg	0.008400	0.008400	025130	32	0.27
S025S03809	M9018647	m	0.926500	0.926500	025131	32	29.65
S025S03810	M9018647	m	2.428000	2.428000	025130	16	38.85
S025S03810	M0001342	kg	0.010659	0.010659	025130	16	0.17
S025S03813	M9018648	m	0.940000	0.940000	025131	15	14.10
S025S03813	M0001342	kg	0.004000	0.004000	025131	15	0.06
S025S03814	M9018650	m	1.933000	1.933000	025130	16	30.93
S025S03814	M0001342	kg	0.011896	0.011896	025130	16	0.19
S025S03818	M9018648	m	0.430000	0.430000	025131	24	10.32
S025S03818	M0001342	kg	0.002149	0.002149	025131	24	0.05
S025S03822	M9018647	m	0.321000	0.321000	025130	16	5.14
S025S03822	M0001342	kg	0.001375	0.001375	025130	16	0.02
S025S03822	M9018649	m	0.321000	0.321000	025130	16	5.14
S025S03822	M0001342	kg	0.001375	0.001375	025130	16	0.02
S025S03823	M9018647	m	0.883500	0.883500	025130	32	28.27
S025S03823	M0001342	kg	0.003880	0.003880	025130	32	0.12
S025S03823	M9018647	m	0.416500	0.416500	025131	32	13.33
S025S03823	M0001342	kg	0.001816	0.001816	025131	32	0.06
S025S03824	M9018647	m	0.440000	0.440000	025130	10	4.40
S025S03824	M0001342	kg	0.001885	0.001885	025130	10	0.02

S025S03824	M9018649	m	0.440000	0.440000	025130	10	4.40
S025S03824	M0001342	kg	0.001885	0.001885	025130	10	0.02
S025S03829	M9018648	m	0.117000	0.117000	025130	68	7.96
S025S03829	M0001342	kg	0.000735	0.000735	025130	68	0.05
S025S03830	M9018647	m	0.935000	0.935000	025131	26	24.31
S025S03830	M0001342	kg	0.004070	0.004070	025131	26	0.11
S025S03830	M9018647	m	0.267000	0.267000	025130	26	6.94
S025S03830	M0001342	kg	0.001208	0.001208	025130	26	0.03
S025S03831	M9018648	m	0.940000	0.940000	025130	13.5	12.69
S025S03831	M0005759	m	0.940000	0.940000	025130	13.5	12.69
S025S03831	M0001342	kg	0.008000	0.008000	025130	13.5	0.11

## ANEXO Q: Visualização de todos os pedidos realizados pelo novo sistema de pedidos à *mezzanine*

Data	Linha	Qtd. Prod.	Ref. IKEA	Ref. SF	Ref. TOP	Qtd	Ref. Cantoneira	Qtd	Ref. Base	Qtd	Ref. Cartão	Ref. Foam
12-06-2018 07:13:08	Linha 27	1000	70205499	S025P04519	M0323392	6	M0002332	24	Consultar Processo	6	M0323749	N/A
12-06-2018 07:37:42	Linha 27	700	70205499	S025P04519	M0323392	5	M0002332	20	Consultar Processo	5	M0323749	N/A
12-06-2018 08:17:23	Linha 27	1	80221012	S025P05517	M0006013	1	M0002332	4	M196213	7	M0323843	M9012792
12-06-2018 08:19:21	Linha 27	700	80221012	S025P05517	M0006013	2	M0002332	8	M196213	2	M0323843	M9012792
12-06-2018 08:19:56	Linha 27	1400	30205496	S025P04518	M0001001	5	M0002332	20	M195880	5	M0323750	N/A
12-06-2018 08:34:42	Linha 27	250	40266328	S025P02611	M0324141	3	M0002332	12	Consultar Processo	3	M0323753	N/A
12-06-2018 08:35:12	Linha 27	200	205493	S025P04525	M0001003	3	M0002332	12	Consultar Processo	3	M0323745	N/A
12-06-2018 08:35:56	Linha 27	168	10266320	S025P02603	M0324149	2	M0002332	8	Consultar Processo	2	M0323784	N/A
12-06-2018 08:36:35	Linha 27	700	40205486	S025P04515	M0324147	12	M0002399	48	Consultar Processo	12	M0323773	M9012795
12-06-2018 08:34:42	Linha 27	86	50266380	S025P02519	M0324156	1	M0002332	4	Consultar Processo	1	M0323846	N/A
12-06-2018 09:01:41	Linha 27	96	40205434	S025P04313	M0323427	1	M0002332	4	Consultar Processo	1	M0323832	N/A
12-06-2018 09:02:33	Linha 27	700	40205486	S025P04515	M0324147	12	M0002399	48	Consultar Processo	12	M0323773	M9012795
12-06-2018 09:20:33	Linha 27	700	40266026	S025P03202	M0323425	7	M0002332	28	Consultar Processo	7	M0323827	N/A
12-06-2018 12:46:03	Linha 27	800	80291552	S025P04533	M0323407	10	M0002332	40	Consultar Processo	10	M0323767	N/A
12-06-2018 14:33:37	Linha 27	700	30205496	S025P04518	M0001001	3	M0002332	12	M195880	3	M0323750	N/A
12-06-2018 15:50:12	Linha 27	700	40205434	S025P04313	M0323427	8	M0002332	32	Consultar Processo	8	M0323832	N/A
12-06-2018 16:55:48	Linha 27	0	30266808	S025P02434	M0323417	0	M0002332	0	Consultar Processo	10	M0323830	N/A

Figura 1 – Ecrã onde é possível visualizar todos os pedidos realizados pelo novo sistema de pedidos à *mezzanine*