



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Miguel Marques Pires da Rosa

**ANÁLISE E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE
ABASTECIMENTO DE UMA LINHA DE
MONTAGEM AUTOMÓVEL**

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial orientada pelo Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz e apresentada no Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Outubro de 2021



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Análise e Otimização do Processo de Abastecimento de uma Linha de Montagem Automóvel

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Analysis and Optimization of the Supply Process of an Automobile Assembly Line

Miguel Marques Pires da Rosa

Orientadores

Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz
Engenheiro Nuno Lourenço

Júri

Presidente **Professora Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes**
Professora Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais **Professor Doutor Miguel Jorge Vieira**
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Orientador **Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz**
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Mitsubishi Fuso Trucks Europe S.A.



Coimbra, Outubro, 2021

Agradecimentos

Ao longo destes cinco anos, foram muitas as pessoas que conheci e com quem convivi e certamente que levo algum tipo de aprendizagem com todas elas.

Em primeiro lugar, agradecer aos meus pais, por sempre me apoiarem nas decisões tomadas ao longo destes anos e por me manterem sempre motivado para a conclusão desta etapa. Sem eles, nada disto seria possível, por isso um grande obrigado.

Em segundo lugar, agradecer também à minha irmã, por sempre ter acreditado em mim e sempre que foi necessário tive aquela motivação extra para cumprir os objetivos.

Agradecer também a todos os meus familiares que me acompanharam ao longo deste percurso. Sem eles, o desafio seria maior.

Aos meus amigos, os que levei para Coimbra e os que trouxe de Coimbra. Todos eles tiveram um papel especial e preponderante para o meu desenvolvimento. Sei que todos serão amigos para a vida. As noitadas de estudo e de convívio nunca serão esquecidas. A amizade e companheirismo conquistados foram fundamentais para tornar os obstáculos mais fáceis de ultrapassar.

Ao meu orientador, Professor Samuel Moniz pela orientação e acompanhamento.

A todos os colaboradores da MFTE envolvidos neste projeto, com especial agradecimento ao Engenheiro Nuno Lourenço pelos conselhos dados, bem como pela sua completa disponibilidade para a elaboração deste projeto e contribuição para o meu desenvolvimento.

A todos, um grande obrigado!

Resumo

A presente dissertação foi elaborada no âmbito do estágio curricular realizado na *Mitsubishi Fuso Trucks Europe* entre as datas de 10 de Maio e 10 de Outubro de 2021, a fim de concluir o Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial pela Universidade de Coimbra.

O projeto desenvolvido durante o estágio tinha um objetivo inicial claro, que seria a análise e otimização do processo de abastecimento à linha de montagem que ocorre a partir do armazém 4 e 5 da MFTE. Contudo, para além deste objetivo inicial foi possível estudar mais pormenorizadamente o processo e otimiza-lo ainda mais.

Desta forma, o estágio iniciou-se com uma recolha de dados relativos às operações de *picking*. A partir desta recolha de dados, foi possível passar à sua análise e desta surgiram três projetos.

O primeiro, traçado como o objetivo inicial, passou por uma reorganização da distribuição dos *racks* utilizados no abastecimento à linha de montagem. Cada operador de *picking* tem a seu cargo uma série de *racks*. A otimização deste processo, teve como resultado a redução de um posto em que era realizado o *picking*, sendo uma redução de cerca de 16% do tempo utilizado para *picking*. É de referir, que o operador retirado da função de *picking* foi para outro tipo de função onde existia carência de mão de obra.

O segundo, surge como um acréscimo ao trabalho desenvolvido no primeiro. Foram analisados os *racks* que representavam maior desperdício e foram propostas alterações para melhoria do desempenho dos mesmos. Aqui não foi possível quantificar a otimização, pela limitação do tempo de estágio, mas as propostas de melhoria que puderam ser avaliadas superaram o objetivo traçado.

Por último, o terceiro projeto, vem apenas como um estudo onde foi quantificado o desperdício presente na etapa da documentação durante as operações de *picking* e uma sugestão para elimina-lo.

Palavras-chave: *Rack*, *Picking*, Otimização, Abastecimento à Linha de Montagem, Redução de Desperdício

Abstract

This dissertation was prepared as part of the curricular internship held at Mitsubishi Fuso Trucks Europe between the dates of May 10th and October 10th, 2021, in order to complete the Master's Degree in Industrial Engineering and Management at the University of Coimbra.

The project developed during the internship had a clear initial objective, which would be the analysis and optimization of the supply process to the assembly line that takes place from warehouses 4 and 5 of MFTE. However, beyond this initial objective, it was possible to study the process in more detail and optimize it even more.

In this way, the internship started with a collection of data related to the picking operations. From this data output, it was possible to proceed to its analysis and from this, three projects emerged.

The first, outlined as the initial objective, was a reorganization of the distribution of racks used to supply the assembly line. Each picking operator is in charge of a series of racks. The optimization of this process resulted in the reduction of one station where the picking was carried out, with a reduction of approximately 16% in the time used for picking. It should be noted that the operator removed from the picking function went to another type of function where there was a shortage of labor.

The second, appears as an addition to the work developed in the first. Racks that represent greater waste suffered changes made to improve their performance. Here, it was not possible to quantify the optimization, due to the limitation of the internship time, but the improvement proposals that could be evaluated, they surpassed the outlined objective.

At last, the third project comes only as a study where the waste present in the documentation stage, during the picking operations, was quantified and a suggestion to eliminate it was made.

Keywords: Rack, Picking, Optimization, Assembly Line Supply, Waste Reduction

Índice

Índice de Figuras	viii
Índice de Tabelas	x
Siglas	xii
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Apresentação da Empresa	2
1.2.1. História	3
1.2.2. Processo Produtivo	4
1.3. Metodologia	6
2. Estado da Arte	8
2.1. Logística e Cadeia de Abastecimento	8
2.2. Armazém	10
2.2.1. <i>Design</i> de armazém	12
2.2.2. Operações de Armazém	13
2.3. Balanceamento do <i>Workload</i>	15
2.4. PDA (<i>Personal Digital Assistant</i>)	17
2.5. Lean	18
2.5.1. Sete desperdícios <i>lean</i>	18
2.5.2. Metodologia 5S	19
2.5.3. FIFO (<i>First In First Out</i>)	21
3. Estudo de Caso	23
3.1. Situação Atual e Contextualização do Projeto	23
3.2. Reorganização de <i>Racks</i> pelos Postos	27
3.3. Propostas de Melhoria	34
3.4. Estudo do Desperdício na Documentação	50
4. Conclusão	53
4.1. Projeto de Estágio	53
4.2. Dificuldades Encontradas	54
4.3. Sugestões para Trabalhos Futuros	54
Referências Bibliográficas	57
Anexo A (Contagem de tempos de preparação dos <i>racks</i> - segundos)	59
Anexo B (<i>Part Numbers</i> envolvidos nos <i>Racks</i> das Propostas de Melhoria)	63
Anexo C (Otimização do <i>Layout</i> Para Proposta de Melhoria H)	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Modelos da Canter produzidos na MFTE	2
Figura 2 - Esquema cronológico da história da fábrica.....	3
Figura 3 - Fluxograma do Processo Produtivo	6
Figura 4 - Operações da Cadeia de Abastecimento. (Simchi-Levi et al.,2008).....	9
Figura 5 - Fluxo de materiais e informação nas organizações. (Christopher, 2011).....	10
Figura 6 - Áreas de estudo para <i>design</i> de armazém.....	12
Figura 7 - Fluxograma com o Fluxo de Operações de Armazém na MFTE	14
Figura 8 - Exemplo de balanceamento por zona de <i>picking</i> (Vanheusden et al., 2020)	17
Figura 9 - Ciclo da Metodologia 5S	20
Figura 10 - Fluxograma do Processo de Logística Interna.....	24
Figura 11 - Lista de abastecimento fornecida ao operador para realizar o picking.....	25
Figura 12 - Layout dos armazéns 4 e 5 com representação dos postos de picking	27
Figura 13 - Tempo total de preparação por posto para um tempo de ciclo de 48	31
Figura 14 - Taxa de ocupação diária por posto	32
Figura 15 - Novo tempo total de preparação em cada posto para tempo de ciclo de 48.....	33
Figura 16 - Novas taxas de ocupação dos postos	33
Figura 17 - Classificação das etapas consoante o valor para o processo	34
Figura 18 - Gráfico de Pareto para seleção de melhorias.....	37
Figura 19 - Rack 421	38
Figura 20 - Problema/Situação Atual	38
Figura 21 – Proposta de Solução	38
Figura 22 - Rack 427J	39
Figura 23 - Problema/Situação Atual	39
Figura 24 - Propostas de Solução	40
Figura 25- Rack 401J	40
Figura 26 - Problema/Situação Atual	41
Figura 27 - Proposta de Solução	41
Figura 28- Rack 151K.....	42
Figura 29 - Problema/Situação Atual	42

Figura 30 - Proposta de Solução.....	42
Figura 31- Rack 604K	43
Figura 32 - Problema/Situação Atual	43
Figura 33 - Proposta de Solução.....	44
Figura 34 - Rack 610J.....	44
Figura 35 - Problema/Situação Atual	44
Figura 36 - Proposta de Solução.....	45
Figura 37- Rack 503J.....	45
Figura 38 - Problema/Situação	46
Figura 39 - Proposta de Solução.....	46
Figura 40 - rack 503J.....	47
Figura 41 - Problema/Situação	47
Figura 42 - Proposta de Solução.....	47
Figura 43- Rack 400K	48
Figura 44 - Problema/Situação	48
Figura 45 - Proposta de Solução.....	49
Figura 46 - Listas de Abastecimento	50

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tempos de Preparação de cada Rack.....	29
Tabela 2 - Sugestões de melhoria ao layout ou aos racks segundo as análises efetuadas...	36
Tabela 3 - Informação sobre o rack 421J	38
Tabela 4 - Resultado.....	39
Tabela 5 - Informação sobre o rack 427J	39
Tabela 6 - Resultado.....	40
Tabela 7 - Informação sobre rack 401J	40
Tabela 8 - Resultado.....	41
Tabela 9 - Informação sobre Rack 151K e 405K.....	42
Tabela 10 - Resultado.....	43
Tabela 11 - Informação sobre Rack 604K.....	43
Tabela 12 - Resultado.....	44
Tabela 13 - Informação sobre Rack 610J	44
Tabela 14 - Resultado.....	45
Tabela 15 - Informação sobre Rack 503J.....	45
Tabela 16 - Resultado.....	46
Tabela 17 - Informação sobre Rack 503J.....	47
Tabela 18 - Resultado.....	48
Tabela 19 - Informação sobre Rack 400K.....	48
Tabela 20 - Resultado.....	49
Tabela 21 - Estado das Propostas	49

SIGLAS

FIFO – *First In First Out*

JIT – *Just In Time*

MFTBC – *Mitsubishi Fuso Trucks and Bus Corporation*

MFTE – *Mitsubishi Fuso Trucks Europe*

SuMa – *SuperMarket* (Supermercado)

WIL – *Warehouse & Internal Logistics*

MMC – *Mitsubishi Motors Company*

WIP – *Work In Progress*

ERP – *Entreprise Resource Planning*

1. INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo pretende fazer um enquadramento deste projeto, apresentando a empresa e a sua história, o processo produtivo e a metodologia utilizada durante a realização do estágio.

1.1. Enquadramento

O presente relatório foi realizado no âmbito da unidade curricular Estágio, que faz parte do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial realizado na Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra. Este estágio foi efetuado na *Mitsubishi Fuso Trucks Europe S.A.*, localizada no concelho de Abrantes.

O Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial é caracterizado pela Universidade de Coimbra como um 2º ciclo de estudos que permite capacitar os seus alunos de ações de planeamento e gestão de sistemas complexos “com fortes interações de entre as variáveis humanas, financeiras, organizacionais e tecnológicas, proporcionando aos alunos uma formação sólida para a sua integração no mercado de trabalho”.

Atualmente, os mercados estão cada vez mais competitivos e a sucessiva evolução tecnológica leva a que a esta questão seja cada vez mais acentuada, sendo assim é natural que as estratégias empresariais se direcionem para tornar as operações internas mais eficientes. Posto isto, as operações que envolvem a logística interna representam um papel crucial no bom desempenho fabril. Segundo Burganova, Grznar, Gregor, e Mozol (2021), a logística é considerada como a função do negócio responsável por obter os bens corretos, na quantidade certa, no tempo certo, no lugar certo, ao preço e nas devidas condições.

Desta forma, uma empresa como a *Mitsubishi Fuso Trucks Europe S.A.* que atua no mercado da indústria automóvel, é um local apropriado onde um estudante de Engenharia e Gestão Industrial tem competências para dar o seu contributo.

Dentro da unidade industrial, este estágio teve lugar nos armazéns 4 e 5, envolvidos no departamento de WIL (*Warehouse and Internal Logistics*) e baseou-se na otimização do processo de abastecimento à linha de montagem.

1.2. Apresentação da Empresa

A MFTE (*Mitsubishi Fuso Trucks Europe S.A.*) é uma empresa que pertence ao grupo *Daimler AG* e atua no setor automóvel dedicando a sua produção a viaturas ligeiras (categoria N1) e pesadas (categoria N2), exportando-as para o mercado europeu, EUA, Irão, Marrocos e Turquia.

Dentro do modelo *Fuso Canter*, a MFTE produz alguns tipos de viaturas, sendo estas, com peso bruto compreendido entre 3.5t e as 9t. Para além destas diferenças de características de viaturas produzidas também são fabricadas viaturas de cabine simples, cabine dupla e um modelo elétrico (*Ecanter*).



Figura 1 - Modelos da Canter produzidos na MFTE

A fábrica emprega cerca de 300 colaboradores (dezembro de 2020) e possui um tempo de ciclo de 10 minutos, representando uma produção diária de 48 veículos.

É de salientar que a unidade industrial tem uma capacidade instalada de 15.000 unidades/ano, operando em apenas um turno.

Relativamente à estrutura acionista, a MFTE pertence à MFTBC (*Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation*) que, da qual, cerca de 10% é da *Mitsubishi Group* e os 90% restantes dizem respeito à *Daimler AG*.

1.2.1. História

Metalúrgica Duarte Ferreira era o nome com que se iniciou esta unidade fabril em 1964 e com o passar do tempo esta foi mudando não só de nome, mas também de dono e tipos de modelos fabricados.

A unidade industrial, que é conhecida hoje como MFTE, tem evoluído com o passar dos anos e conseqüentemente aumentando os seus níveis de produção. Nos primeiros 10 anos de atividade, foram produzidas apenas 5000 viaturas, camiões militares.

Posteriormente, existiram sucessivas mudanças de marca e a fábrica passou a produzir outros tipos de viaturas, tais como a *Canter*, *Fuso*, *L200*, *L300* e *Pajero*, fabricando aproximadamente 67000 unidades de 1980 a 1996.

Em 1996, a denominada MMC (*Mitsubishi Motors Company*) compra a totalidade da fábrica passando o seu foco de produção exclusivamente para a *Canter* mantendo este modelo único de produção até aos dias de hoje.

Em 2003, da separação da MMC, nasce a MFTBC (*Mitsubishi Fuso Truck & Bus Corporation*), sendo que no ano seguinte, a fábrica do Tramagal passa a designar-se *Mitsubishi Fuso Truck Europe S.A.*

Por fim, em 2017, a MFTBC passa a pertencer à *Daimler AG* que é um grupo de fabricantes de automóveis no qual, entre outros, estão incluídos a *Mercedes-Benz*, *Mercedes-AMG* e *Smart*.

A figura apresentada de seguida é um esquema cronológico com as principais marcas históricas da empresa.

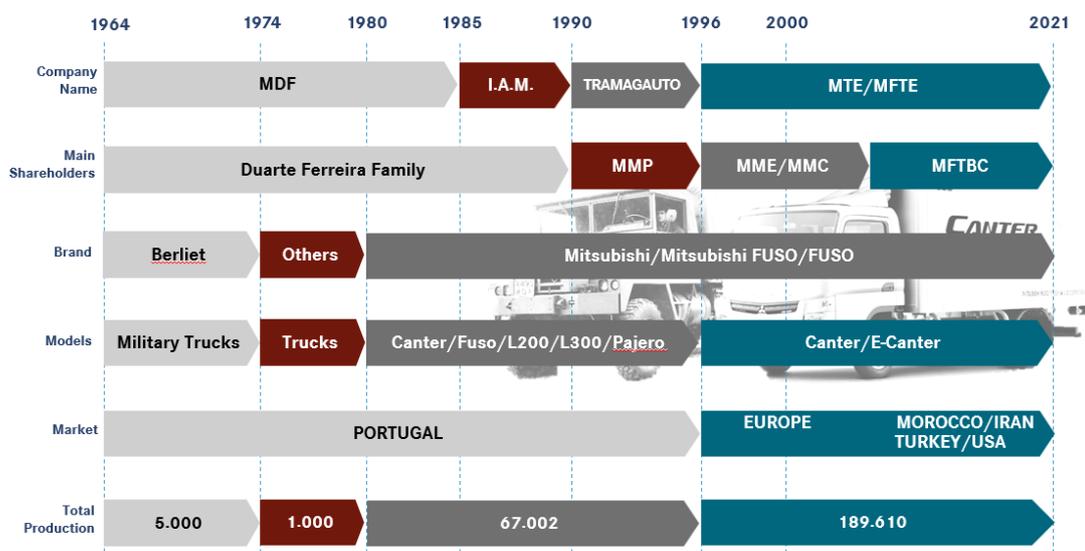


Figura 2 - Esquema cronológico da história da fábrica

É de referir que em 2017 foi iniciada a produção do modelo *Ecanter*, o primeiro camião completamente elétrico do mundo produzido em série.

1.2.2. Processo Produtivo

A MFTE engloba no seu processo produtivo alguns tipos diferentes do modelo *Canter* relativamente ao peso bruto das viaturas produzidas.

Para possibilitar a produção em série destas viaturas, é necessário a integração dos diversos departamentos e respetivas operações que assegurando assim o funcionamento do processo, sendo estas o trabalho combinado entre a logística externa e a logística interna, os processos de engenharia, planeamento operacional, manutenção e a produção contínua na linha de montagem.

O resultado combinado das interações entre todos os departamentos anteriores origina um fluxo de produção. O fluxo de produção envolve operações como a Soldadura, Rebitagem, Tratamento de Eixos, Pintura, Revestimento, Linha de Montagem e Linha de Inspeção Final.

Iniciando o fluxo produtivo pelo processo de Soldadura, pode-se caracterizar este como o conjunto de operações de montagem da cabina. A linha de Soldadura está dividida em duas sub-linhas, sendo que uma corresponde à montagem de cabine simples e a outra corresponde à montagem de cabine dupla. No final deste processo as cabines são encaminhadas para o processo de tratamento de chapa (ED) e posteriormente para a Pintura.

O tratamento de chapa (ED) consiste numa lavagem inicial das cabines (por aspersão), um desengorduramento, uma ativação, uma fosfatação (processo químico de revestimento de peças metálicas com fosfatos de zinco com o objetivo de recobrir e proteger a superfície metálica) e uma cataforese (processo de imersão da cabine numa mistura química com o objetivo de garantir maior durabilidade e facilidade de pintura).

Após o ED as cabines passam para o processo de Pintura no qual são pintadas com de acordo com as cores solicitadas pelos clientes.

Terminado o ED e a Pintura, as cabines seguem para a linha de Revestimento, onde são colocados todos os interiores da cabine. Neste processo são aplicados todos os

componentes da cabine, tais como, tapetes, tetos, painéis de instrumentos, bancos, volantes, entre muitos outros.... No final deste processo, sai como resultado a cabine totalmente pronta a ser instalada no chassis da viatura. Esta operação denominada de “casamento” representa a interceção entre a Linha de Montagem e a linha de Revestimento.

Paralelamente ao fabrico das cabines, existem mais dois conjuntos de processos igualmente importantes. Um que se inicia na Rebitagem onde é montado o chassis e outro que se inicia com a Lavagem de Eixos onde são montados todos os componentes associados aos eixos.

Relativamente ao processo de montagem do chassis, este começa na Rebitagem onde se dá a conjugação do chassis, unindo/ligando as longarinas. De seguida, o chassis já montado entra em determinadas operações de pintura para que no final das mesmas este possa estar em conformidade para entrar na Linha de Montagem.

Por outro lado, igualmente importante, existe também todo o processo que envolve o Tratamento dos Eixos. Neste processo, é necessário lavar/desengordurar os eixos, montar todos os componentes associados a estes e no final ainda passam por uma operação de pintura.

Concluídos os processos de montagem de chassis, Tratamento de Eixos e montagem de cabines, o fluxo produtivo entra na Linha de Montagem. Nesta etapa da produção dá-se a conjugação dos processos descritos anteriormente, isto é, os eixos são montados no chassis e posteriormente a cabine é montada no conjunto chassis-eixos. Para além desta conjugação, outros componentes são montados, sendo alguns exemplos de maior relevância o motor, a bateria, o escape, transmissão e depósitos de combustível.

O fim da Linha de Montagem coincide com o primeiro posto de controlo de qualidade, onde são feitas algumas afinações e inspeções visuais. Esta fase do processo produtivo designa-se 1ºOK.

Passando o 1ºOK, inicia-se o último processo, a Linha de Inspeção Final. Nesta etapa, são verificados itens de maior importância e são realizados testes de velocímetro, tacógrafo, travões e alinhamento da direção.

Superados todos os testes de controlo de qualidade, o veículo recebe um 2ºOK, sendo transportado para o parque para posteriormente ser feita a sua expedição.

O fluxograma abaixo apresentado representa o fluxo produtivo descrito anteriormente.

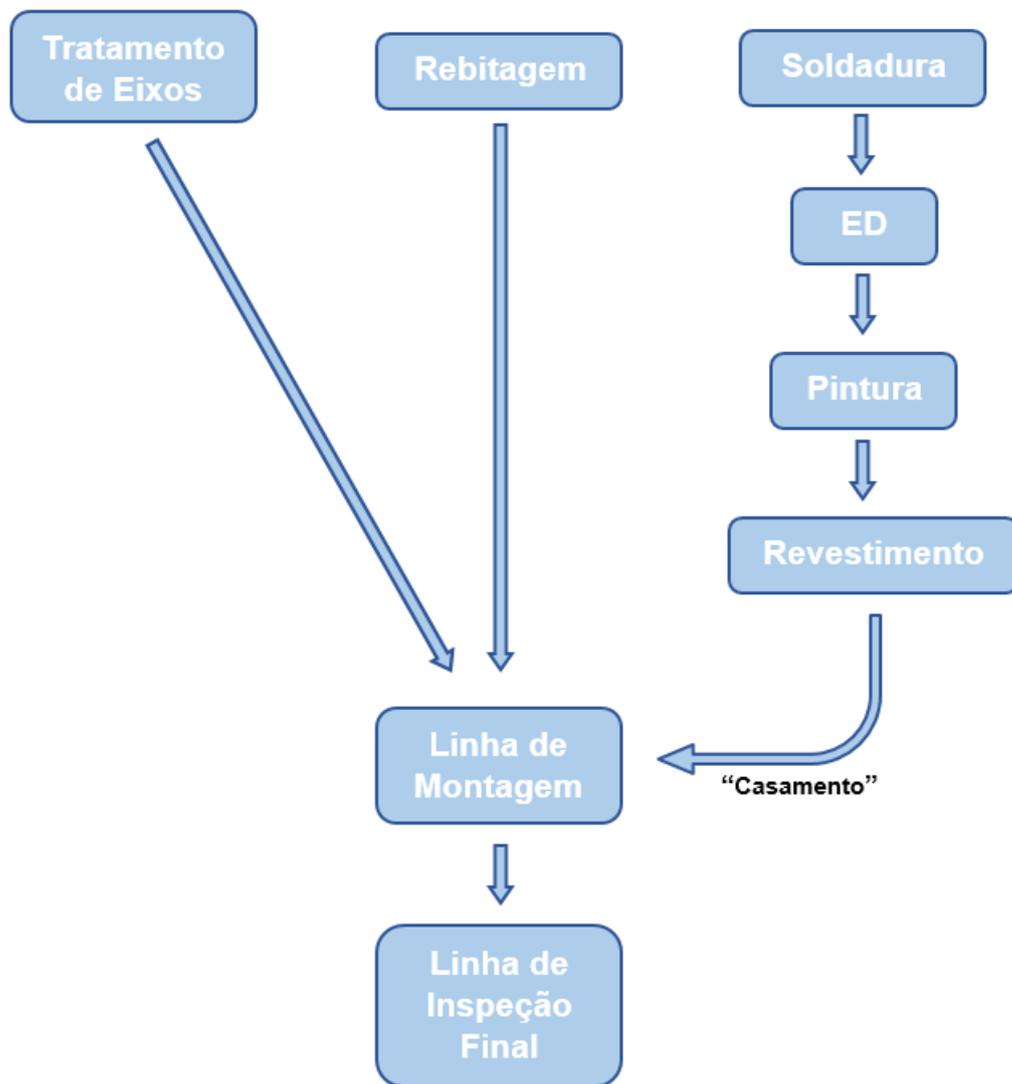


Figura 3 - Fluxograma do Processo Produtivo

1.3. Metodologia

Este projeto tem base na necessidade da MFTE em otimizar a utilização dos seus armazéns no processo de abastecimento à Linha de Montagem.

De forma a combater este problema, foi proposto fazer uma análise a todo o conjunto de operações que estão envolvidas durante o processo de *picking*. Esta análise teria o objetivo

de, futuramente (quando houver alterações de tempo de ciclo), controlar, monitorizar e distribuir com maior rapidez e facilidade os *racks* pelos diversos SuMa's, bem como otimizar o processo atual.

Dada a definição do objetivo do projeto, o primeiro passo foi o reconhecimento de todo o processo fabril dando ênfase às operações que dizem respeito aos armazéns 4 e 5, onde o estágio teve lugar.

Após feito um reconhecimento macro das operações da fábrica, deu-se início à recolha de dados para o projeto. É de referir que esta fase do projeto representou uma parte significativa da duração do estágio.

Uma vez que os tempos foram recolhidos, o tratamento dos dados foi iniciado, o que possibilitou a sua análise. Esta análise incluiu a construção de diagramas de barras, gráficos de *Pareto* e brainstorming em conjunto com os responsáveis pelo armazém em questão.

Sendo que, este tipo de projeto nunca tinha sido realizado no armazém, esta análise permitiu quantificar o desperdício que estava oculto no processo.

Posto isto, foram tomadas ações para combater este desperdício. Estas ações foram, em primeiro lugar discutidas e analisadas e, posteriormente, colocados em prática, ou seja, foram implementadas.

Por último, como o tempo de estágio era limitado, não foi possível quantificar o resultado da implementação de todas as ações propostas, sendo que para as que não foi possível, foi estimado um valor objetivo para cada ação proposta de melhoria (este valor, sendo uma estimativa, é apenas fundamentado pelo conhecido adquirido ao longo do estágio).

2. ESTADO DA ARTE

Considerando que este projeto envolve a logística, é primordial realizar um enquadramento teórico do tema em questão.

Como o fundamento do projeto teve inserido em operações relativas ao armazém será dado ênfase a esta temática, bem como ao estudo do balanceamento de carga de trabalho e aos *personal digital assistants*.

Por fim, são apresentados alguns conceitos de ferramentas *lean* utilizadas pela empresa.

2.1. Logística e Cadeia de Abastecimento

Apesar de estarem relacionados, os conceitos de logística e de cadeia de abastecimento não são totalmente iguais, sendo a área de estudo que envolve a cadeia de abastecimento é mais ampla que propriamente a da logística. Como tal, é importante realçar que dentro da literatura atual existe uma certa ambiguidade quando se pretende encontrar definições para estes conceitos.

De acordo com Christopher (2011) a logística é essencialmente a orientação e estruturação planeada do fluxo de produtos e informação dentro de um determinado negócio. A gestão da cadeia de abastecimento assenta nesta estruturação e com base nela, procura alcançar uma ligação e coordenação entre os processos associados a entidades externas (ex: fornecedores e clientes) e à própria organização.

Desta forma, a cadeia de abastecimento consiste em todas as partes envolvidas direta ou indiretamente no pedido do cliente. Dentro de qualquer organização, a cadeia de abastecimento inclui todas as funções envolvidas no pedido do cliente, tais como, o marketing, as operações, transporte, finanças, serviço de cliente e desenvolvimento de novos produtos (Chopra e Meindl, 2016).

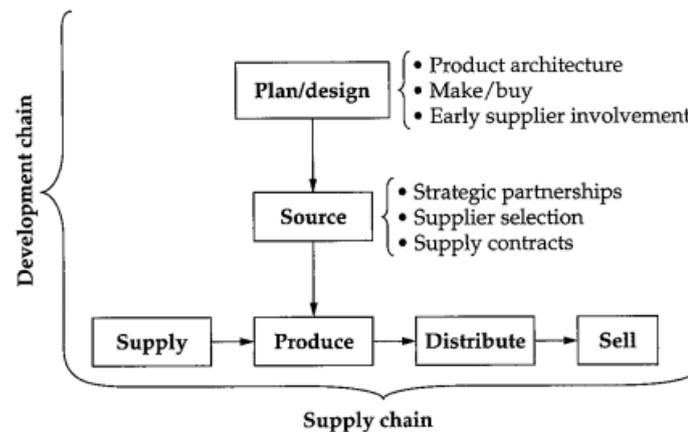


Figura 4 - Operações da Cadeia de Abastecimento. (Simchi-Levi et al.,2008)

Simchi-Levi et al. (2008) descrevem a gestão da cadeia de abastecimento como uma série de abordagens utilizadas para integrar fornecedores, produtores, armazéns e clientes, para que os produtos sejam produzidos e distribuídos segundo os 7 C's logísticos.

A logística pode ser apresentada como a área de estudo e gestão de todo o fluxo dos materiais ao longo do processo. Deste modo, pode-se dizer que representa a estratégia que envolve a movimentação de materiais, partes ou inventário acabado, estando incluído neste tipo de processos o transporte, manuseamento e controlo do fluxo de bens.

Posto isto, entende-se como objetivo de uma boa prática de operações logísticas, garantir os 7 C's logísticos:

- A quantidade Correta;
- Do produto Correto;
- No lugar Correto;
- Nas condições Corretas;
- No tempo Correto;
- Para o cliente Correto;
- Com o custo Correto.

Ainda que, o conceito genérico de logística possa ser descrito assim, existem vários autores que a descrevem de forma mais aprofundada.

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals*, a logística engloba o “planeamento, implementação e controlo de procedimentos para o transporte e armazenamento eficiente e eficaz de bens, incluindo serviços e informações relacionadas desde o seu ponto de origem até ao ponto de consumo com o objetivo de entregar ao cliente o produto em conformidade”.

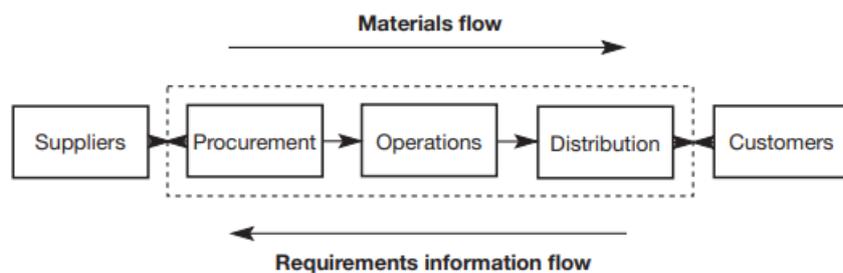


Figura 5 - Fluxo de materiais e informação nas organizações. (Christopher, 2011)

Através de uma perspetiva virada para as funções dos gestores logísticos (Richards, 2011), apresenta esta temática como sendo baseada essencialmente em *trade-offs*, acrescentando que os principais são: custo *vs* serviço; capacidade de armazenamento *vs* velocidade de *put-away* e *retrieval*; velocidade *vs* eficácia; baixo inventário *vs* disponibilidade de *stock*; eficiência *vs* capacidade de resposta; volume de compras *vs* custo e disponibilidade de armazenagem; e custos de transporte *vs* custo de armazenagem. O balanceamento acertado entre todas estas variáveis é o desafio constante dos gestores logísticos.

2.2. Armazém

A essência deste projeto incide sobre as operações de armazém, particularmente sobre as que dizem respeito ao processo de abastecimento à linha de montagem e de revestimento.

Para tal, torna-se fundamental abordar neste subcapítulo a temática da armazenagem, contextualizando o conceito e apresentando as suas duas áreas de estudo principais: o dimensionamento dos armazéns e as operações associadas aos mesmos, dando ênfase à segunda área de estudo.

Os armazéns desempenham um papel crucial dentro das cadeias de abastecimento sendo que, atualmente têm um papel mais amplo do que apenas servir como centros de armazenamento. Dentro dos armazéns podem existir outro tipo de atividades tais como, algumas operações de montagem de primeira instância, operações de reembalamento e até intervenções de reparação.

Como parte integral da logística, a armazenagem é definida como um sistema de alojamento dos produtos desde o seu ponto de origem até ao seu ponto de consumo, fornecendo aos seus gestores informação sobre o seu *status*, as suas condições e disposição (Palšaitis, 2010).

Deste modo, é objetivo de as operações de armazém satisfazer as necessidades dos seus clientes, garantindo a eficiência dos processos, da utilização do espaço e dos equipamentos, gerindo todo o fluxo de movimentação de materiais, mantendo sempre o controlo de *stocks* e promovendo a sua própria redução.

Palšaitis et al. (2017) admite que cada armazém deve ter as suas próprias soluções e acrescenta que apenas com estas soluções coordenadas com as limitações das suas infraestruturas e do seu próprio fluxo de produto é possível garantir a eficiência das operações. Apesar de poder existir semelhanças nas formas de trabalhar dos muitos armazéns existentes, existe sempre algumas particularidades que os diferenciam. Posto isto, é fundamental pensar nos desafios inerentes a cada armazém e procurar encontrar soluções que possam responder às suas limitações.

A evolução tecnológica tem permitindo a utilização de menos recursos, aumentando a produtividade, eficiência e eficácia gerando vantagem competitiva às organizações que melhor a aplicam. A área da armazenagem não é diferente e com o passar dos anos surgem sempre novas oportunidades de melhorar os processos. De acordo com Richards (2011), a introdução de automação sofisticada, que é uma realidade determinante, em certos casos permite uma redução de *staff* e possibilita um aumento significativo da eficiência. Contudo, ao nível mais recente de evolução tecnológica, os equipamentos tornam-se muito caros, não sendo uma opção viável para armazéns que não possuam uma dimensão suficiente que consiga comportar tal investimento.

Posto isto, torna-se relevante explicitar as duas principais problemáticas no que diz respeito à gestão de armazéns: o *design* e as operações.

2.2.1. *Design* de armazém

O *design* de um sistema de armazém bem estruturado engloba um grande número de decisões que estão interrelacionadas e que têm de ser tomadas segundo uma determinada hierarquia (Mourtzis et al. 2019). Algumas dessas decisões são o nível de automação, o método de *picking*, as dimensões dos departamentos, entre outras. O facto de a tomada de decisões ser feita segundo uma determinada hierarquia deve-se às limitações impostas pela capacidade de cada armazém, seja em espaço, equipamento ou até em recursos humanos. Tais limitações levam a que as decisões tenham que ser tomadas segundo uma hierarquia definida pelos próprios gestores de armazém.

Gu et al. (2010), apresentaram as cinco áreas de maior envolvimento que devem ser geridas em conjunto quando se pretende dimensionar o armazém. A figura abaixo representa as várias áreas de estudo a ter em conta e como estes devem estar interrelacionadas.



Figura 6 - Áreas de estudo para *design* de armazém

Segundo Gu et al. (2010), as cinco áreas envolvidas no *design* dos armazéns são explicadas da seguinte forma:

- a) Determinar a estrutura geral do armazém engloba identificar a quantidade de armazéns, que tipo de tecnologia é necessária e como as encomendas serão executadas;
- b) Dimensionar o armazém representa quantificar os custos de construção, manutenção de inventário, reposição e manuseamento;
- c) Determinar o tipo de *layout* a ser usado incluindo, tamanho e quantidade de *racks*, localização de produtos e tipos de meios de movimentação;
- d) Selecionar os equipamentos diz respeito ao nível de automação pretendido;
- e) Estratégia das operações indica a tomada de decisões entre armazenamento aleatório ou dedicado ou até o método de *picking*.

2.2.2. Operações de Armazém

Uma vez que toda a atividade presente nos armazéns não se resume apenas à armazenagem, é fundamental referir que existem outros processos associados às operações que decorrem dentro destas instalações.

Desta forma, os armazéns podem apresentar vários níveis de complexidade dependendo por exemplo da quantidade a armazenar, da forma como se pretende que o material seja manuseado, do grau de automação disponível e das próprias operações intrínsecas à sua atividade. Posto isto, existem fluxos de processos simples, médios e complexos. Para fluxos de processos mais simples apenas consideramos operações como a receção, armazenamento e expedição. Por outro lado, para processos mais complexos consideramos operações como a receção, conferência, arrumação, armazenamento, *picking*, controlo de qualidade, embalamento e expedição.

Sendo que este projeto teve lugar num armazém que já apresenta algum nível de complexidade, abaixo serão apresentadas e detalhadas as operações relativas ao mesmo.



Figura 7 - Fluxograma com o Fluxo de Operações de Armazém na MFTE

Receção

A receção é a primeira operação a ser realizada durante a atividade diária de armazém. Esta operação pode implicar o descarregamento de contentores com paletes e sendo assim, a utilização de empilhadores torna-se a mais eficiente.

Myerson (2015) admite que, o processo de receção inclui calendarizar a entrega e descarga de contentores, contar e verificar a encomenda.

Conferência

A segunda operação que ocorre no armazém é a conferência. É nesta etapa que o material após ter sido descarregado, situa-se numa zona de *stock* intermédio (antes de ser arrumado), é sujeito a uma inspeção.

Para que esta operação seja bem executada é necessário verificar se o produto rececionado é o pretendido, se está na quantidade certa, nas devidas condições e se chegou no tempo que estava programado.

Posteriormente, o material verificado é identificado e inserido no sistema informático da fábrica para que lhe possa ser atribuído a localização, um *part number* e que os níveis de *stock* possam ser ajustados.

Put-Away

Segundo o CSCMP, (2013) são as atividades envolvidas na movimentação de materiais desde a zona de conferência até às respetivas localizações nas zonas de *stock*.

Normalmente, esta arrumação pode ter dois métodos: arrumação aleatória, em que o próprio sistema informático diz ao operador um lugar vazio do armazém para arrumar o material; arrumação por zona, em que cada tipo de material tem um lugar específico de arrumação dentro do armazém.

Abastecimento

Nesta etapa do fluxo de operações de armazém, operadores com recurso a empilhadores retiram o material da zona de armazenagem e abastecem o supermercado. Neste caso, o supermercado é o local onde é realizado o *picking*.

Picking

O *picking* é realizado em supermercados (SuMa). Os supermercados são zonas de *stock* intermédio onde o material está disposto de forma ordenada e com localizações específicas para que o operador possa recolher o material necessário e abastecer o *rack*.

Esta é a operação de armazém em que o operador é responsável por fazer as encomendas/pedidos. Tem a função de procurar os itens, retirá-los do supermercado, preparar e colocá-los em embalagens ou em *racks*. Esta operação pode ter como finalidade a expedição ou o reabastecimento a uma linha de montagem (Klodawski et al, 2017).

Para que esta operação possa ser realizada, é fornecido ao operador listas de abastecimento nas quais estão descritos os materiais a colocar em cada encomenda.

Expedição

De acordo com Myerson (2015), o processo de expedição inclui a programação com a transportadora para a recolha do produto, a preparação do produto na área de embarque e por fim o carregamento do veículo transportador. A partir do momento que a transportadora chega, a encomenda (produtos e documentação) é preparada para o envio. Por fim, o despacho é acionado e o produto é expedido.

2.3. Balanceamento do *Workload*

Dado que a essência do projeto foi baseada no balanceamento da carga de trabalho entre os operadores que realizam o *picking*, é fundamental enquadrar este tema dentro da literatura existente.

Desta forma, Irastorza e Deane (1974) dizem que o conceito de balanceamento da carga de trabalho necessariamente implica a existência de variabilidade da carga de trabalho num dado horizonte temporal. Sendo assim, a definição de balanceamento da carga de trabalho prende-se com a gestão da variação da carga de trabalho associada a cada operador num dado horizonte temporal comum a todos eles.

De acordo com Rajan (2018), a carga de trabalho, que é a quantidade de trabalho atribuída ou esperada de um operador num dado período de tempo específico, é um dos principais fatores que determinam a produtividade e a rotatividade dos operadores. A carga de trabalho demasiado leve tem como consequência a preguiça e faz com que os colaboradores se envolvam em políticas de grupo. Contrariamente, carga de trabalho muito pesada conduz a problemas de saúde, insatisfação e em certos casos, abandono do emprego.

O balanceamento da carga de trabalho, pode ser estudado relativamente ao agendamento de projetos, rotas de veículos, balanceamento de linhas de montagem e balanceamento de instalações (Vanheusden et al, 2020). No estudo realizado por estes autores, em que foi incluído no balanceamento da carga de trabalho, nas operações de *picking*, é esclarecido que o nível flexibilidade de recursos, o planeamento e os constrangimentos às operações executadas num intervalo de tempo fixo são os principais desafios para atingir o equilíbrio das cargas de trabalho.

Vanheusden et al. (2020), admitem que a localização das zonas de *picking* e a própria distribuição da carga de trabalho entre os operadores, são dois tópicos relevantes quando estamos perante este tipo de problema:

- A definição de uma localização para cada tipo de produto numa determinada zona de *picking* leva a que cada operador fique restringido a uma área de trabalho, proporcionando-lhe percorrer menores distâncias durante as operações.
- Por outro lado, a distribuição da carga de trabalho pelos operadores é vista como igualmente importante, sendo que pode incidir sobre dois pontos de vista, a satisfação/insatisfação dos operadores, excesso/carência de operadores. É objetivo do balanceamento das cargas de trabalho, equilibrar ao máximo os tempos de laboração para determinar da melhor forma possível o número de operadores necessários para a totalidade de encomendas, garantindo a sua satisfação.

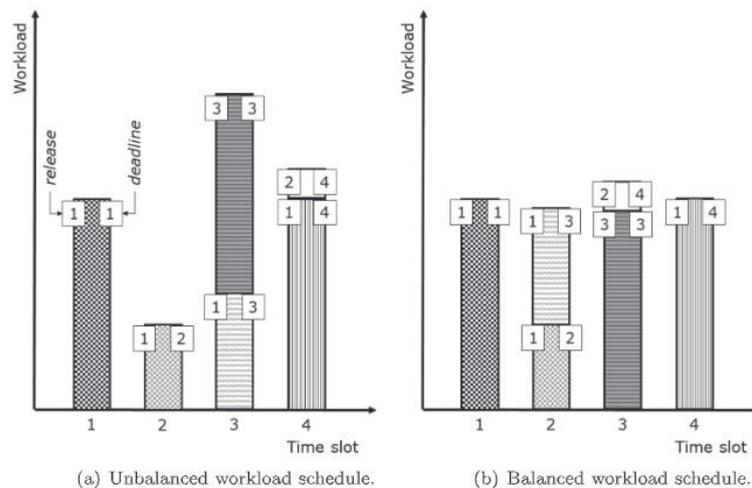


Figura 8 - Exemplo de balanceamento por zona de *picking*
(Vanheusden et al., 2020)

2.4. PDA (*Personal Digital Assistant*)

A globalização e a crescente preocupação com a sustentabilidade levam a que o setor industrial seja composto por cadeias de abastecimento cada vez mais complexas. A transformação digital tornou-se crucial para fazer face ao mundo competitivo que é vivido hoje em dia em qualquer tipo de indústria.

Em virtude dos melhores acessos a informação, os consumidores tornaram-se cada vez mais exigentes, procurando serviços melhores, menos dispendiosos. Esta alteração no comportamento de consumo levou ao aumento da complexidade das cadeias de abastecimento. De forma a lidar com esta complexidade uma das principais respostas da indústria foi a transformação digital, permitindo às empresas respostas mais rápidas, de melhor qualidade, mais seguras e menos dispendiosas às necessidades do mercado.

Na área da logística, o *picking* é a operação de armazém que representa os maiores custos. Sendo assim, a preferência pelo uso de automação/digitalização neste tipo de processos é perceptível.

De acordo com Winkelhaus et al. (2021), a digitalização pode ter um papel importante na execução de tarefas de *picking*. Durante o *picking*, que é uma tarefa física, o uso da digitalização não permite mover o material fisicamente, assim sendo pode ser usado no apoio ao operador na seleção de pedidos/material por encomenda.

Enquanto a substituição de tarefas (através do recurso à automação) permite tornar o processo mais rápido, com menos erros e repetitivo, o apoio da digitalização ao processo leva a um trabalho mais flexível e informado.

2.5. Lean

Lean pode ser compreendido como um conjunto de ferramentas aplicadas para identificar e reduzir constantemente o desperdício, aumentando a qualidade e produtividade, ao mesmo tempo que se reduz custo e tempo de produção (Pinto et al. 2019).

Segundo Cifone et al. (2021), a produção *lean* pode ser definida a vários níveis: como uma filosofia de guia, como princípios que levam à sua implementação e como práticas que resultam em melhorias de processo. Na sua essência, a filosofia *lean*, é a melhoria de processos e remoção de desperdício (*muda*), da sobrecarga (*muri*) e da desigualdade (*mura*).

2.5.1. Sete desperdícios *lean*

Dentro da literatura existente são identificados muitas vezes mais do que sete tipos diferentes de desperdício, contudo, o sistema desenvolvido pela Toyota faz referência a apenas sete. Liker (2004), relata que estes tipos de desperdício podem estar incluídos no desenvolvimento de produtos, na seleção de encomendas ou até em tarefas de escritório e não apenas em operações da linha de produção. Desta forma, o autor descreve os sete tipos de desperdício da seguinte forma:

Transporte

Movimentação do *work in process* (WIP) para longas distâncias, criando um transporte ineficiente seja de materiais, partes ou produtos acabados entre processos ou sob a forma de expedição.

Excesso de Inventário

Excesso de matéria-prima, *WIP* ou produtos acabados causa longos lead times, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e armazenamento e atrasos.

Demasiado inventário também tem o problema de esconder desequilíbrios na produção, entregas tardias de fornecedores e defeitos.

Tempo de Espera

Operadores apenas a olhar para uma máquina automática ou à espera de ferramentas ou material. Pode também existir tempo de ócio devido a atrasos nas operações, avarias dos equipamentos ou gargalos no sistema.

Sobreprodução

Produção de itens para os quais não existem encomendas gera desperdício no custo de mão-de-obra, de armazenagem e transporte resultando também em excesso de inventário

Sobre processamento

Etapas de processamento não necessárias. Operações ineficientes devido à utilização de ferramentas não adequadas ou ao próprio *design* do produto levam a movimentos desnecessários e a defeitos. Fabricar produtos com maior qualidade que o necessário também pode ser considerado uma forma de desperdício.

Movimentação

Qualquer movimento que os operadores tenham que fazer durante o processamento como observar, alcançar ou arrumar partes/ferramentas é visto como desperdício. Ações que não acrescentem valor ao produto são desperdício.

Defeitos

Produção de partes com defeitos ou fazer correções a partes com feitos. Reparar, recolocar em produção e inspecionar significam desperdício de tempo de manuseamento e de esforço.

2.5.2. Metodologia 5S

A produção em massa, sem a metodologia 5S, leva a que com o passar dos anos muitos desperdícios se acumulem. A utilização desta metodologia permite criar um processo contínuo de melhoria do ambiente de trabalho (Liker, 2004).

Os programas 5S são aplicados com sucesso quando periodicamente e regularmente são efetuadas auditorias, a fim de avaliar e analisar o processo bem como o ambiente de

trabalho. O controlo visual de um sistema *lean* bem planeado também possibilita tornar os problemas visíveis.

Abaixo são apresentados os 5S desta metodologia que é aplicada de forma cíclica:

Seiri (classificação)

Separar os materiais e ferramentas classificando-as consoante a sua necessidade. Itens classificados como não necessários devem ser retirados da área de trabalho.

Seiton (organização)

Organizar as ferramentas e materiais na área de trabalho utilizando lugares apropriados para permitir alcançá-las com facilidade e rapidez.

Seiso (limpeza)

Manter a área de trabalho limpa. O processo de limpeza é visto como uma forma de inspeção que expõe condições de pré-falha que pode afetar a qualidade do produto ou falha da máquina.

Seiketsu (padronização)

Desenvolver sistemas e procedimentos para manter, controlar e monitorizar os três primeiros S's.

Shitsuke (disciplina)

Manter a área de trabalho estabilizada com as regras associadas aos S's anteriores, promovendo um processo contínuo de melhoria.

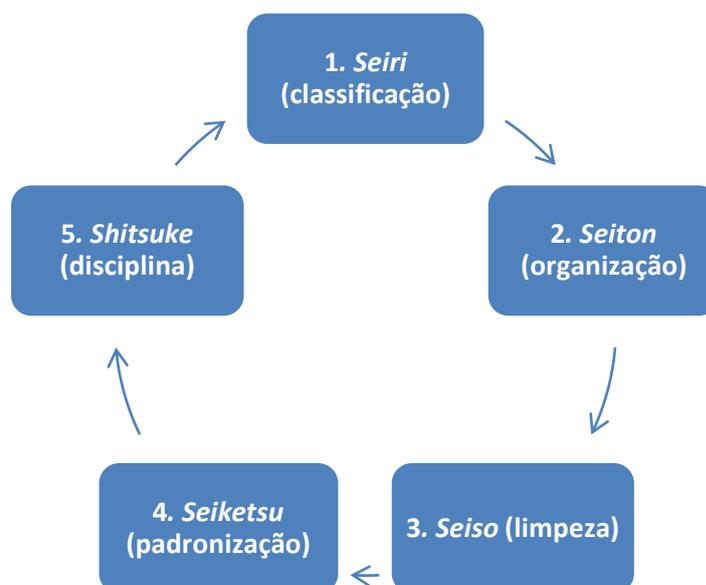


Figura 9 - Ciclo da Metodologia 5S

2.5.3. FIFO (*First In First Out*)

Em virtude de conseguir manter uma produção precisa a uma sequência conveniente, o FIFO assegura que a primeira parte/peça/material a entrar no processo ou no armazém é o primeiro também a sair do mesmo.

Quanto maior é a quantidade de inventário, maior é o custo de armazenamento e vice-versa, sendo assim Sembiring et al. (2018), admitem que o FIFO é interpretado como um método de valorização de inventário em que o primeiro item comprado será o primeiro a ser usado ou vendido independentemente do fluxo físico de itens atual.

Sendo que o principal objetivo do FIFO é otimizar as operações logísticas, este apresenta algumas vantagens tais como, aumento do lucro (reduzindo a quantidade de *stock*, reduz o custo), redução do desperdício (por exemplo na ocupação de espaço) e permite a uniformização de processos dentro da cadeia de abastecimento.

É de salientar, que este método é uma das formas utilizadas para regular um sistema *Pull*. Na prática, quando uma peça é removida do supermercado automaticamente é acionado um pedido para reabastecer o mesmo com uma nova peça do mesmo tipo.

3. ESTUDO DE CASO

Este capítulo diz respeito ao projeto de estágio. Para melhor entendimento, este capítulo foi dividido em quatro partes.

Em primeiro lugar é feito uma descrição da situação atual da fábrica, particularmente em relação a todos os processos envolvidos no abastecimento à linha.

Em segundo lugar, é dado início à descrição do projeto realizado começando pela essência do projeto, a reorganização de *racks* pelos postos de *picking*.

Em terceiro lugar, são apresentadas propostas de melhoria e o seu estado de implementação.

Por fim, foi feito um estudo para quantificar o desperdício associado ao fornecimento das listas de abastecimento em papel.

3.1. Situação Atual e Contextualização do Projeto

Para que seja possível perceber a necessidade do projeto realizado torna-se inevitável explicar todo o conjunto de operações de logística interna nas quais o estágio teve base, bem como descrever os problemas encontrados associados a estas operações.

O fluxograma seguinte mostra a sequência das várias etapas de logística interna desde o momento da receção até ao abastecimento à produção.

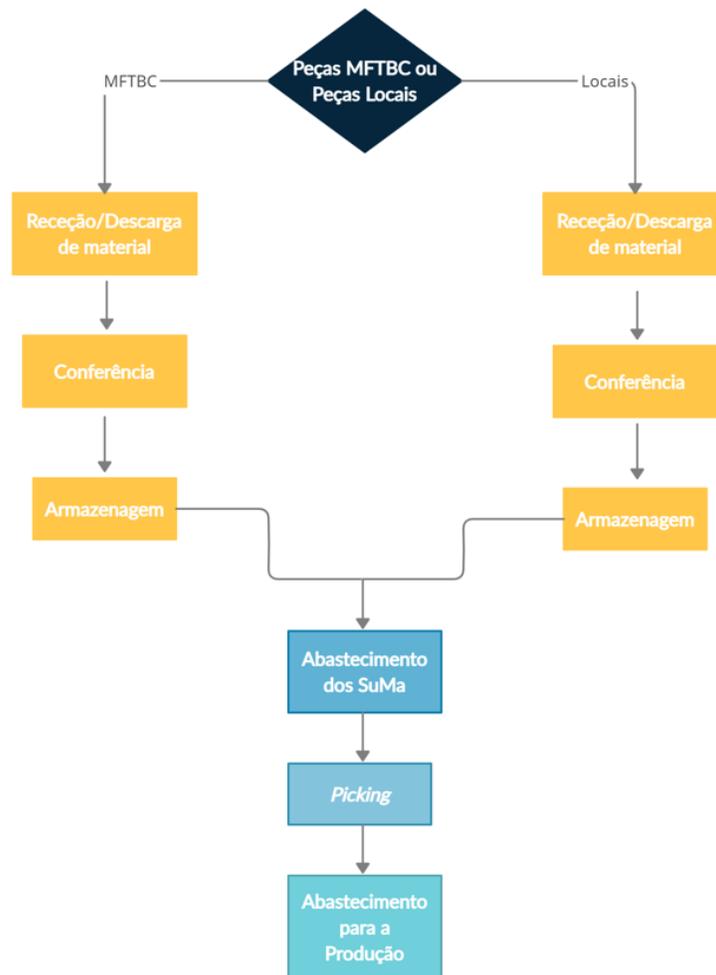


Figura 10 - Fluxograma do Processo de Logística Interna

De forma a possibilitar melhor entendimento, é importante referir que existem duas formas distintas de receção de componentes na fábrica. Por um lado, são feitas receções a materiais fornecidos pela MFTBC, do Japão e por outro, são feitas receções de materiais de fornecedores europeus (este tipo de peças é denominado de “peças locais”).

Posto isto, as primeiras operações a serem executadas são a receção e conferência. Durante a receção os materiais são descarregados dos contentores e colocados numa zona de conferência. Nesta zona, cada caixa que foi retirada anteriormente do contentor é identificada, dando assim entrada no sistema de gestão de armazém.

De seguida, o material é armazenado em estantes onde aguarda até ocorrer um pedido de abastecimento ao processo.

Após o material dar entrada no ERP da fábrica, é possível abastecer os supermercados onde são efetuadas as operações de *picking* (foi nestas operações que incidiu o projeto de estágio). Nas operações de *picking* são utilizadas listas de abastecimento. As listas de abastecimento são listas de material que são fornecidas aos operadores de *picking* para que estes consigam saber o tipo de peça que deve ser retirado do supermercado e colocado nos *racks* para posteriormente ser transportado e abastecido à linha. Estas listas, atualmente, são fornecidas em papel e apresentam o material necessário em função do VIN (número de chassis), do tipo da peça (*part number*) e do *rack* que a transporta.



Figura 11 - Lista de abastecimento fornecida ao operador para realizar o picking

Dado o término das operações de *picking*, os *racks* (carrinhos transportadores de peças) onde foram colocadas as peças, são transportadas para a linha através de *trolleys* para que se possa concluir o processo de abastecimento à linha de montagem de revestimento.

Contextualização do projeto de estágio

Tal como referido anteriormente, o projeto de estágio incidiu sobre as operações de *picking* e é proposto pela necessidade de quantificar as operações de armazém e por definir um *Standard Work Instructions* para o *picking*, algo que até à data nunca tinha sido feito.

Posto isto, o projeto começou com a recolha de dados que passou pela contagem do tempo de preparação dos *racks* que abastecem a Linha de Montagem (*racks* que são preparados apenas nos armazéns 4 e 5). Como na MFTE são produzidos diferentes modelos da *Canter*, o plano de produção apresenta diferentes modelos para produção diária. Não sendo todas as viaturas iguais, as peças que os compõem também não, o que leva à existência de alguma variabilidade nas operações de *picking*. Para que os tempos de preparação dos *racks* fossem o mais aproximados possível à realidade, foi calculada a média de três tempos contados para cada *rack* (o tempo limitado de 5 meses de estágio levou a que fosse possível apenas a contagem de três vezes).

Terminada a recolha dos tempos, deu-se início à sua análise utilizando diagramas de barras, gráficos de *Pareto* e *brainstorming*. No final desta fase foi possível determinar as ações de melhoria a desenvolver tendo em conta o objetivo proposto.

Deste modo, após estarem totalmente clarificadas as ações a tomar, foi dado início à sua implementação. Estas ações passaram pela reorganização da distribuição dos *racks* pelos SuMa's, melhorias físicas nos *racks* e apresentação de uma solução digital com vista à redução de utilização de papel e redução de tempo despendido em operações de organização de listas de abastecimento (listas de *picking* – com as peças a incluir em cada *rack*).

3.2. Reorganização de *Racks* pelos Postos

O âmbito do projeto do estágio foi a Reorganização de *Racks* pelos Postos.

A figura seguinte (figura 12) representa o layout dos armazéns 4 e 5, nos quais incidiu este projeto, onde estão identificados os postos (1,2,3,4,5,6) em que é realizado o *picking*. É de notar que, cada posto é responsável por realizar o *picking* para um determinado número de *racks*.

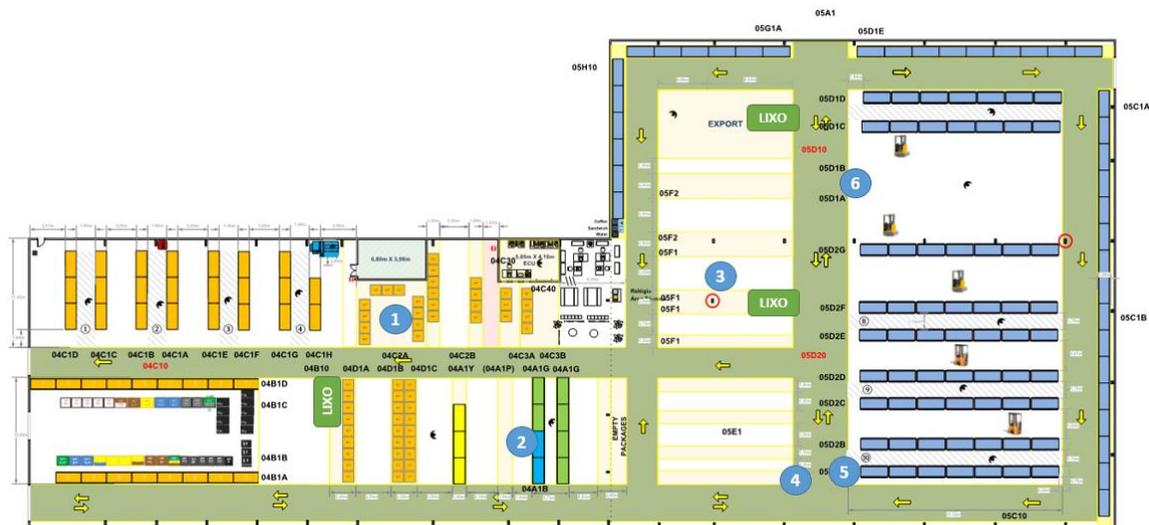


Figura 12 - Layout dos armazéns 4 e 5 com representação dos postos de picking

Sendo que, parte do projeto também foi definir um *Standard Work Instructions* para o *picking*, esta operação foi dividida em seis etapas. Após observação da forma como o *picking* é realizado, foram definidas as seguintes etapas:

- Documentação: etapa da operação de *picking* em que o operador prepara a lista de abastecimento (numeração das peças a colocar no *rack* por posição que ocupa no *rack*);
- *Picking*: etapa em que o operador retira as peças do SuMa e coloca-as no *rack*;

- Confirmação: etapa em que operador confirma se as peças que colocou no *rack* estão em conformidade com a lista de abastecimento;
- Deslocação: etapa em que o operador transporta o *rack* até ao seu ponto de recolha;
- Limpeza: etapa em que o operador coloca nos contentores de cartão, presentes no armazém, os resíduos (cartão e plásticos) provenientes do *picking*;
- Verificação: etapa em que o operador verifica se fica com material suficiente no SuMa para um novo abastecimento; caso não fique com material suficiente é feito um pedido de reabastecimento de material para o SuMa a outro operador.

Dadas as definições de cada etapa que foi contabilizada no processo de *picking*, apresenta-se de seguida a Tabela 1 com os tempos de preparação relativos a cada *rack*. Esta tabela vem como resultado da média que foi feita através da contagem dos três tempos por cada *rack* (tabela dos tempos que foram contabilizados está no Anexo A).

Estudo de Caso

Posto	Rack	SuMa	Documentação	Doc 48	Picking	Rick 48	Confirmação	Conf 48	Deslocação	Des 48	Limpeza	Limp 48	Picar/verificação	Pc/Ver 48	Capacidade	Para Tc 48	Quantidade Total de Referências	Tempo (min)	Tempo total por rack TC48 (min)	
Posto 1	502J	04C1	1.9	3.9	3.3	6.7	0.9	1.7	0.6	1.2	1.6	3.2	0.0	0.0	24	2	6	8.3	16.6	
	607J	04C1	3.2	6.4	3.4	6.8	0.4	0.8	0.4	0.7	0.6	1.1	0.4	0.9	36	2	7	8.4	16.7	
	501J	04C1	1.9	3.8	4.1	8.1	0.6	1.1	0.2	0.5	0.5	1.1	0.0	0.0	24	2	9	7.3	14.6	
	404K	04C1	2.1	10.4	11.4	57.1	0.3	1.3	0.2	1.2	3.3	16.7	0.0	0.0	10	5	10	17.4	85.8	
	302K	04C2	1.7	6.8	10.0	40.1	0.5	1.8	0.3	1.3	2.8	11.3	0.5	2.2	12	4	15	15.9	63.5	
	307K	04C2	1.7	3.4	10.0	19.9	0.4	0.7	0.3	0.6	0.5	1.0	0.3	0.5	24	2	20	13.1	26.2	
	413J	04C2	2.1	8.6	8.4	33.7	0.5	2.0	0.2	0.9	0.7	3.0	0.2	0.8	12	4	11	12.3	49.0	
	500J	04C3	3.3	6.6	4.6	9.1	0.2	0.4	0.2	0.4	3.3	6.6	0.0	0.0	36	2	2	11.6	23.2	
	422J	04C3	1.5	7.4	1.4	6.9	0.1	0.4	0.5	2.4	0.2	0.8	0.0	0.0	10	5	3	3.6	17.9	
	406J	04C2	1.7	6.9	3.6	16.0	0.4	1.5	0.4	1.2	0.6	2.5	0.3	1.4	12	4	10	7.5	30.0	
	300J	0401	2.3	6.8	3.9	11.6	0.6	1.7	0.4	1.3	1.5	4.6	0.4	1.2	20	3	7	9.0	27.0	
	366J	0401	3.0	8.9	6.5	19.5	0.3	1.0	0.4	1.2	1.8	5.3	0.6	1.8	20	3	8	12.5	37.6	
Posto 2	425J	0401	2.9	8.6	2.9	8.6	0.2	0.7	0.7	2.0	0.5	1.4	0.3	0.9	18	3	3	7.4	22.2	
	498J	0401	1.8	7.4	2.9	11.7	0.2	0.7	0.3	1.3	0.9	3.5	0.5	1.8	12	4	7	6.6	26.4	
	415J	0401	2.6	10.1	3.3	13.2	0.3	1.1	0.3	1.3	0.3	1.9	0.7	2.8	12	4	10	7.4	29.6	
	427J	0401	2.5	10.1	10.4	41.7	0.5	1.8	0.2	1.0	3.0	11.8	0.8	3.1	12	4	14	17.4	69.6	
	610J	0401	1.3	5.1	1.2	4.7	0.1	0.4	0.2	0.6	0.5	1.9	0.4	1.5	12	4	7	3.5	14.2	
	410J	0401	1.8	7.2	5.2	21.0	0.2	0.7	0.2	0.9	0.8	3.3	0.3	1.1	12	4	11	8.5	34.0	
	310J	0401	1.2	9.7	3.6	28.6	0.2	1.9	0.2	2.0	1.0	8.1	0.8	6.1	6	8	9	7.0	56.2	
	421J	0401	3.0	6.9	10.0	19.9	0.5	0.9	0.1	0.2	1.4	2.8	0.2	0.4	36	2	3	8.0	30.2	
	306K	0401	1.5	11.9	1.8	14.3	0.5	1.5	0.4	2.9	0.7	5.4	0.6	3.7	6	8	6	5.0	39.7	
	406J	05F1	1.4	11.5	2.0	15.9	0.5	4.0	0.2	1.5	0.0	0.0	0.2	1.6	6	8	8	4.3	34.6	
	609J	0502	1.9	7.6	7.6	30.4	2.3	9.2	0.4	1.7	0.5	1.9	0.0	0.0	12	4	67	12.7	50.8	
	605J	05F1	1.1	4.2	2.3	9.2	1.0	4.1	0.3	1.1	0.3	1.0	0.0	0.0	12	4	5	4.9	19.7	
Posto 3	612J	05F1	1.2	4.8	5.4	21.6	0.8	1.9	0.4	1.7	0.7	2.9	0.0	0.0	12	4	10	8.2	31.9	
	613J	05F1	1.0	4.2	4.3	17.2	0.5	2.0	0.3	1.2	1.1	4.3	0.0	0.0	12	4	11	7.2	28.9	
	414J	0401	1.6	6.5	1.2	4.8	0.3	1.2	0.3	1.2	0.7	2.8	0.4	1.5	12	4	7	4.5	18.0	
	417J	0401	1.9	7.6	1.8	7.1	0.6	2.3	0.4	1.5	0.6	2.5	0.5	2.1	12	4	7	5.8	23.0	
	600J	0502	1.4	2.9	8.7	17.4	0.9	1.8	0.3	0.7	1.8	3.2	0.2	0.4	24	2	3	13.2	26.3	
	401J	05F1	2.0	4.0	10.1	20.1	4.1	8.1	0.3	0.6	0.7	1.5	0.0	0.1	0.0	24	2	20	14.7	24.3
	314J	05F1	1.8	1.8	8.0	8.0	0.4	0.4	0.1	0.1	0.5	0.5	0.0	0.0	48	1	2	10.7	10.7	
	151K	05E1	2.1	6.2	18.7	56.0	1.5	4.4	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	20	3	67	22.3	66.8	
	606J	05E1	1.6	6.2	3.6	14.2	0.5	1.9	0.1	0.2	0.3	1.0	0.0	0.0	12	4	10	5.9	23.6	
	304J	05E1	2.5	9.8	7.0	27.9	0.6	2.3	0.3	1.0	2.1	8.5	1.0	6.5	12	4	11	14.5	58.0	
	322J	05E1	2.8	11.1	7.0	28.1	0.1	0.8	0.8	2.5	0.4	1.0	1.4	5.4	12	4	18	12.2	48.7	
	Posto 4	431J	05E1	2.8	2.8	7.0	7.0	0.2	0.2	0.5	0.5	0.2	0.2	0.6	0.6	48	1	12	11.2	11.2
430J		05E1	4.2	4.2	13.6	13.6	0.4	0.4	0.2	0.2	0.5	0.5	0.6	0.6	48	1	20	19.4	19.6	
401K		05E1	2.5	7.6	7.7	23.1	1.2	3.5	0.2	0.5	0.1	0.2	0.0	0.0	16	3	71	11.6	34.8	
405K		05E1	2.8	8.5	13.8	41.4	1.5	4.6	0.2	0.6	0.0	0.0	0.8	2.3	20	3	18	16.0	57.4	
406K		05E1	2.7	8.0	8.3	24.8	0.8	1.7	0.2	0.6	0.1	0.2	0.0	0.0	20	3	15	11.8	35.3	
301K		05E1	2.3	4.7	10.1	20.1	1.3	2.7	0.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	30	2	11	14.4	28.7	
418J		05E1	4.1	8.2	12.0	23.9	0.4	0.9	0.5	1.0	1.4	2.8	0.7	1.3	24	2	15	19.1	38.2	
360K		10G2	2.4	9.7	18.7	74.9	2.5	9.8	0.2	0.8	4.3	17.0	1.4	5.5	12	4	28	29.4	117.7	
614J		0502	2.8	5.3	8.2	16.5	0.3	0.7	0.4	0.8	3.1	4.1	0.8	1.5	24	2	9	9.0	30.9	
615J		0502	2.2	4.4	11.2	22.4	0.3	0.8	0.1	0.3	2.2	4.4	0.7	1.3	24	2	11	16.7	33.3	
151J		0502	1.6	3.1	5.9	11.9	2.1	4.2	0.2	0.4	1.4	2.8	0.4	0.7	24	2	37	11.6	23.1	
Posto 5		405J	0502	1.6	3.3	3.4	6.7	1.8	3.6	0.3	0.5	0.7	1.4	0.3	0.5	24	2	6	8.0	16.0
	419J	0502	2.0	4.0	6.2	12.4	2.6	5.3	0.3	0.5	1.0	1.9	0.4	0.7	24	2	38	12.4	24.8	
	420J	0502	2.4	4.8	3.6	7.2	2.4	4.8	0.5	0.9	0.3	0.6	0.0	0.0	24	2	7	9.1	18.3	
	604K	0502	2.5	7.6	8.2	24.6	0.4	1.1	0.3	0.8	5.2	15.6	0.7	2.1	16	3	7	16.0	51.8	
	601J	0502	0.5	1.9	3.0	12.2	0.1	0.4	0.3	1.2	1.2	4.9	0.4	1.6	12	4	2	5.6	22.2	
	602J	0502	0.5	1.9	3.0	12.0	0.0	0.0	0.3	1.3	1.4	5.7	0.4	1.7	12	4	2	5.6	22.5	
	621J	0502	1.2	4.8	8.0	32.0	1.2	4.6	0.2	0.9	0.5	2.1	0.0	0.0	12	4	20	11.1	44.4	
	406K	0502	1.6	8.1	5.2	26.0	0.2	1.1	0.2	1.1	5.1	25.3	0.3	1.3	10	5	9	12.6	63.0	
	503J	0501	1.5	11.7	5.8	46.4	0.1	1.0	0.5	2.7	2.5	20.0	0.0	0.0	6	8	12	10.2	81.9	
	502K	0502	1.4	11.3	7.6	61.1	0.4	3.0	0.4	3.4	3.3	26.3	0.8	6.7	6	8	0	14.0	111.7	
	423J	0502	2.2	8.9	7.1	28.5	1.1	4.4	0.8	3.2	0.8	3.1	0.0	0.0	12	4	48	12.0	48.1	
	603J	0501	2.0	7.9	5.3	21.2	0.4	1.7	0.2	0.9	1.0	4.1	0.2	0.9	12	4	9	9.2	36.7	
Posto 6	611J	0501	1.9	3.8	7.5	14.9	0.8	1.2	0.7	1.5	0.4	0.8	0.1	0.3	24	2	11	11.2	22.5	
	604J	0501	2.0	4.0	4.5	8.9	0.8	1.6	0.4	0.7	0.0	0.0	0.3	0.6	24	2	7	8.0	15.9	
	424J	0502	2.9	2.9	12.0	12.0	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	48	1	44	16.1	16.1	
	400J	0501	3.2	3.2	9.9	9.9	0.6	0.6	0.5	0.5	1.5	1.5	1.2	1.2	48	1	8	15.9	15.9	
	Caixas	04C3													24	2		36.0	60.0	
	S/Posto	420J	04C1	2.0	8.0	3.6	14.4	0.8	3.2	0.3	1.3	1.7	6.6	0.5	2.0	12	4	7	8.9	35.5
Média			2.1	6.5	6.7	20.7	0.8	2.1	0.3	1.1	1.2	4.5	0.4	1.3	19.3	3.4		11.7	36.7	
Total			130.8	408.7	420.0	1307.1	45.4	135.4	20.6	69.6	75.7	281.7	23.4	83.2	1236.0	218.0		746.0	2345.7	
Peso			18%	17%	56%	56%	6%	6%	3%	3%	10%	12%	3%	4%				100%	100%	

Tabela 1 - Tempos de Preparação de cada Rack

Para melhor entendimento da tabela, torna-se necessário descrever o conteúdo de cada coluna da tabela: (valores da tabela estão em minutos)

- Posto: posto de *picking* (1,2,3,4,5,6), identificados na figura 12
- Rack: identificação dos racks que são preparados em cada posto
- SuMa: supermercado onde cada rack é abastecido
- Documentação: tempo de documentação para um determinado rack
- Doc.48: tempo de documentação para um determinado rack para um tempo de ciclo de 48 veículos, isto é, tempo despendido em documentação para um determinado rack por dia
- Picking: tempo de *picking* para um determinado rack
- Pick.48: tempo de *picking* para um determinado rack para um tempo de ciclo de 48 veículos, isto é, tempo despendido em *picking* para um determinado rack por dia
- Confirmação: tempo de confirmação para um determinado rack
- Conf.48: tempo de confirmação para um determinado rack para um tempo de ciclo de 48 veículos, isto é, tempo despendido em confirmação para um determinado rack por dia
- Deslocação: tempo de deslocação para um determinado rack
- Desl.48: tempo de deslocação para um determinado rack para um tempo de ciclo de 48 veículos, isto é, tempo despendido em deslocação para um determinado rack por dia
- Limpeza: tempo de limpeza para um determinado rack
- Limp.48: tempo de limpeza para um determinado rack para um tempo de ciclo de 48 veículos, isto é, tempo despendido em limpeza para um determinado rack por dia
- Verificação: tempo de verificação para um determinado rack
- Ver.48: tempo de verificação para um determinado rack para um tempo de ciclo de 48 veículos, isto é, tempo despendido em verificação para um determinado rack por dia
- Capacidade: o número de veículos que o rack consegue abastecer para uma determinada peça

- Para Tc 48: número de vezes que o *rack* tem que ser abastecido/feito por dia tendo em conta a sua capacidade
- Quantidade de referências: número de *part numbers* associados a cada *rack*
- Tempo: tempo total de preparação de cada *rack* (soma de dos tempos de todas as etapas)
- Tempo total por *rack* TC48: representação do tempo de preparação total por dia (TC48).

É de salientar, que os *racks* não têm todos a mesma capacidade, pelo que há certos *racks* que têm que ser abastecidos mais vezes por dia em comparação com outros, ou seja, há *racks* mais rotativos que outros.

Posto isto, com os tempos de preparação de cada *rack* quantificados, foi possível perceber o tempo total necessário por dia para preparar os *racks* associados a cada posto.

Desta forma, os gráficos seguintes ilustram o tempo de operação por dia de cada posto, bem como a taxa de ocupação. A taxa de ocupação é calculada em função do tempo diário disponível para laboração, que é considerado pela fábrica como 467 minutos.

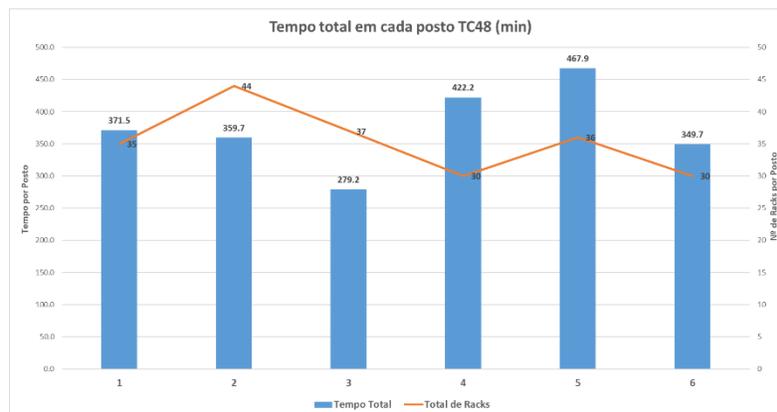


Figura 13 - Tempo total de preparação por posto para um tempo de ciclo de 48

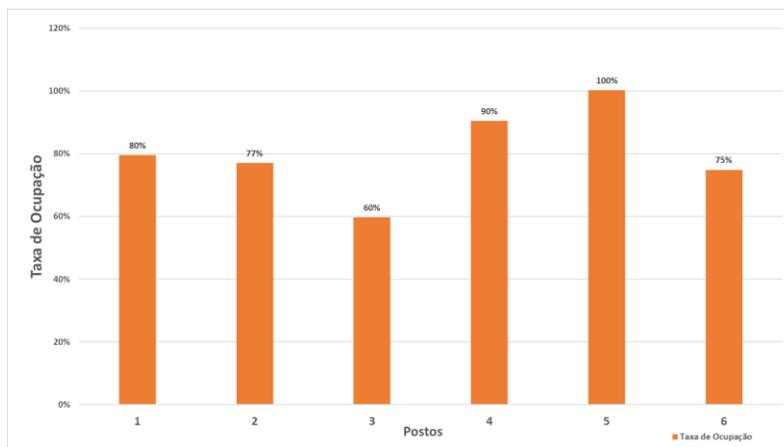


Figura 14 - Taxa de ocupação diária por posto

Dada a informação dos gráficos anteriores, foi possível perceber que na maior parte dos postos a taxa de ocupação era muito baixa e, por outro lado, existia alguma discrepância entre as taxas de ocupação entre os vários postos.

Para combater estes flagelos, foram analisados os tempos totais de preparação para todos os postos. Esta análise, permitiu entender que com uma nova reorganização/distribuição dos diversos *racks* pelos postos em função da localização do abastecimento de cada *rack*, seria possível libertar um posto, ou seja, libertar um colaborador para outras funções e dessa forma retirar o desperdício de tempo nas operações de *picking* que estava oculto.

É de referir, que a empresa está a passar por uma fase de transição para SAP e quando esta se fizer sentir nos armazéns 4 e 5 (onde o estágio teve lugar) seria necessário colocar mais um colaborador nos abastecimentos de supermercado e *put-away* (empilhador). A Reorganização de *Racks* pelos Postos, permite assim libertar um colaborador para essas funções sem que a empresa tenha que contratar um novo.

Sendo assim, a nova reorganização/distribuição dos *racks* pelos postos foi efetuada, reduzindo o número de postos a realizar *picking* para 5 e ao mesmo tempo equilibrando as taxas de ocupação de cada posto.

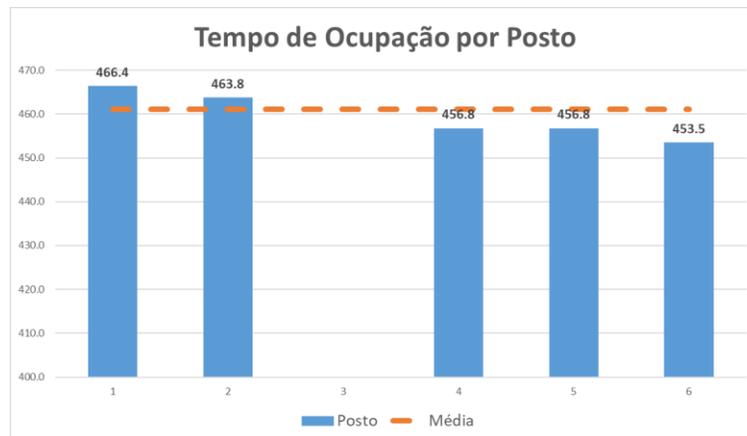


Figura 15 - Novo tempo total de preparação em cada posto para tempo de ciclo de 48

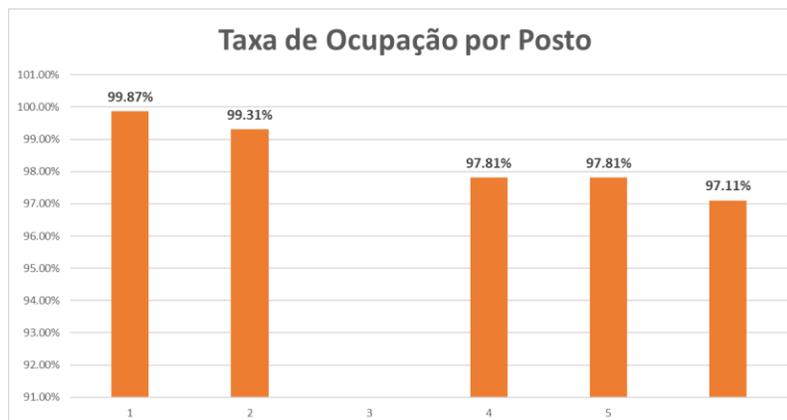


Figura 16 - Novas taxas de ocupação dos postos

3.3. Propostas de Melhoria

Dadas as definições das etapas no subcapítulo anterior, foi possível classificar as mesmas consoante o seu valor para o processo, isto é, se acrescentam valor ao processo, se não acrescentam valor ou se representam apenas desperdício. A partir da tabela 1, foi possível quantificar a representação de cada parâmetro destes para o processo:

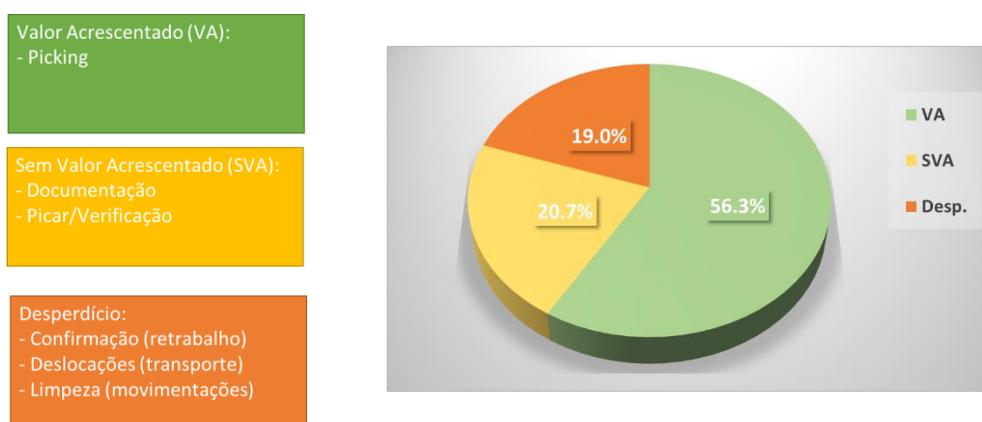


Figura 17 - Classificação das etapas consoante o valor para o processo

Na figura 17 podemos observar que, maioritariamente, o tempo de preparação é ocupado pelo *picking*, contudo os parâmetros SVA e Desperdício também representam uma proporção significativa. De forma a reduzir estas percentagens significativas, foram propostas ações de melhoria ao processo. Sendo o objetivo de reduzir ao máximo os parâmetros de SVA e Desperdício, o parâmetro do *picking* que representa VA também foi alvo de ações de melhoria.

Assim sendo, a partir dos dados recolhidos na tabela 1, foi possível identificar e escolher os *racks* alvo de melhoria. Esta escolha foi efetuada com recurso a dois tipos de análise.

Uma análise em que se considerou, após conversa com os responsáveis pelos armazéns em estudo, que tempos superiores a 15min seriam alvo de estudo para redução do tempo de preparação. Por outro lado, foi considerada também uma análise de cores, em que se utilizou a

formatação do Excel para mostrar uma escala de cores onde tempos maiores teriam uma cor mais vermelha e tempos menores teriam uma cor mais verde (a escala de cores foi feita em função de cada etapa de preparação do *rack* e em função da média de tempo associado a cada etapa). A análise para os *racks* com mais de 15min e a análise de cores podem ser visíveis na tabela 1.

Após efetuadas estas duas análises, resultaram uma série de *racks* que seriam alvo de melhoria.

Análise e Otimização do Processo de Abastecimento de uma Linha de Montagem Automóvel

Rack	Posto	SuMa	Tipo de análise	Sugestão de melhoria (alteração de rack; layout; embalagem)	Estimativa de Melhoria	Etapa Envolvida	Tempo de Redução
404K	1	04C1	>15min	umentar a capacidade para 12	100%	todas	17.4
503J	5	05D1	Cores	alteração de embalagem, tablier por caixa leva ao aumento do picking e da limpeza	30%	picking	13.9
427J	2	04D1	Cores	muito lixo; sugestão: pedir o fornecedor para não vir apenas um cover por caixa (tem que se estar a abrir caixa a caixa)	30%	picking	12.5
503J	5	05D1	Cores	alteração de embalagem, tablier por caixa leva ao aumento do tempo de limpeza; caixas de lixo mais próximas e otimização do layout	60%	limpeza	12.0
400K	5	05D1	Cores	caixas de lixo mais próximas	40%	limpeza	10.1
360K	5	05D2	>15min	muito tempo envolvido na limpeza e na confirmação; utilização de um rack especial (rack pick by light) ou então leitura de código de barras durante o picking	100%	confirmação	9.8
502K	6	05D1	Cores	muitas referências, muito lixo, caixa de lixo no fundo do 05D2 pode justificar uma melhoria	30%	limpeza	7.9
418J	4	05E1	>15min	muito tempo de documentação (digitalização teria um impacto significativo); melhor identificação das referências no SuMa	80%	documentação	6.6
401J	3	05F1	>15min	SuMa poderia estar melhor organizado (caixas com referências diferentes na mesma fila)	30%	picking	6.0
421J	2	04D1	>15min	demora muito tempo por serem muitas peças (72), faz lixo; sugestão: pedir ao fornecedor para não enviar os tampões dentro dos sacos de plástico	30%	picking	6.0
427J	2	04D1	>15min	muito lixo; sugestão: pedir o fornecedor para não vir apenas um cover por caixa (tem que se estar a abrir caixa a caixa); meter contentor mais próximo	50%	limpeza	5.9
151K	4	05E1	>15min	adaptar uma nova peça ao rack para segurar os tubos ou fazer um rack novo, eliminando o tempo necessário para meter fita para segurar as peças (redução de +- 130s)	10%	picking	5.6
604K	5	05D2	>15min	muito tempo de limpeza, rack é abastecido na zona mais longe da caixa onde se mete o lixo, talvez com uma caixa mais próxima este tempo pudesse ser reduzido	50%	limpeza	5.2
609J	3	05D2	Cores	sistema de barcode (digitalização) ou ajuda de outro operador no processo de confirmação	50%	confirmação	4.6
405K	4	05E1	>15min	adaptar uma nova peça ao rack para segurar os tubos ou fazer um rack novo, eliminando o tempo necessário para meter fita para segurar as peças (redução de +- 130s)	10%	picking	4.1
401J	3	05F1	Cores	sistema de barcode (digitalização) ou ajuda de outro operador no processo de confirmação	50%	confirmação	4.1
610J	2	04D1	>15min	pode levar mais uma fila com seis depositos aumentando a capacidade para 18	100%	todas	3.5
430J	4	05E1	>15min	muito tempo de documentação (digitalização teria um impacto significativo)	80%	documentação	3.4
400J	6	05D1	>15min	muito tempo de documentação (digitalização teria um impacto significativo)	80%	documentação	2.6
424J	6	05D2	>15min	cabos são difíceis de tirar das caixas (falar com o fornecedor poderia ajudar; possível mudança no tipo de caixa)	20%	picking	2.4
306K	2	04D1	Cores	alteração do lugar da bancada para um sítio mais próximo deste rack	20%	documentação	2.4
424J	6	05D2	>15min	muito tempo de documentação (digitalização teria um impacto significativo)	80%	documentação	2.3
615J	5	05D2	>15min	rack tem que levar pega para meter a folha e poderia ser alterado para evitar ter que meter a fita para segurança	10%	picking	2.2
303K	1	04C2	>15min	ME559369 (band - "roda") vem embrulhada em plástico e consome muito tempo de picking	5%	picking	2.0
400J	6	05D1	>15min	cabos são difíceis de tirar das caixas (falar com o fornecedor poderia ajudar; possível mudança no tipo de caixa)	20%	picking	2.0
614J	5	05D1	>15min	poderia ser alterado para evitar ter que meter a fita para segurança	10%	picking	1.6
306K	2	04D1	Cores	organização de layout por peças mais consumidas e alteração do lugar da bancada para um sítio mais próximo deste rack	50%	deslocação	1.5
503J	6	05D1	Cores	otimização do layout, peças mais consumidas mais próximas dos pontos de recolha	40%	deslocação	1.1

Tabela 2 - Sugestões de melhoria ao layout ou aos racks segundo as análises efetuadas

Na tabela anterior foi representado cada *rack* que resultou das análises anteriores e foi sugerido uma melhoria, com o objetivo de reduzir o seu tempo de preparação. Para além disso, também foi estimado quanto poderia ser o impacto desta melhoria no tempo total de preparação do *rack*. Esta estimativa serviu também como alvo a atingir.

É de referir também, que está representada a etapa onde a melhoria incidiu.

Dado que a etapa da Documentação e Confirmação, são etapas onde seria difícil implementar algum tipo de mudança pelo seu elevado investimento, algo que será abordado no subcapítulo seguinte, as sugestões/propostas de melhoria apresentadas para estas etapas não foram realizadas.

Ainda assim, das sugestões/propostas de melhoria apresentadas, existiam algumas que, pelo seu reduzido impacto, não faziam sentido implementar. Desta forma, através de um gráfico de *Pareto*, com uma seleção dos *racks* que representavam 90% dos tempos de redução estimados, conseguiu-se identificar os *racks* em que seriam efetuadas as alterações para melhorar a sua preparação (estes *racks* também estão identificados na tabela 2 com o sombreado laranja).

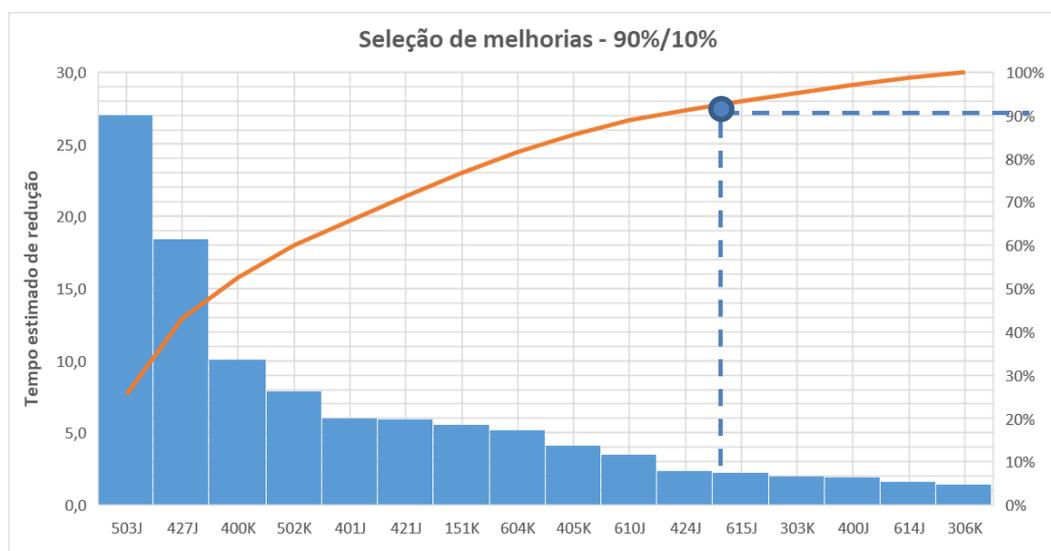


Figura 18 - Gráfico de Pareto para seleção de melhorias

Posto isto, as seguintes propostas de melhoria foram realizadas:

A. Alteração Embalamento COVER, WHEEL

<i>Rack</i>	<i>SuMa</i>	<i>Etapa Envolvida</i>
421J	04D1	<i>Picking</i>

Tabela 3 - Informação sobre o rack 421J



Figura 19 - Rack 421

Problema: Plásticos que envolvem os tampões de roda dificultam o *picking* e levam a um acréscimo de tempo neste processo.



Figura 20 - Problema/Situação Atual

Proposta de Solução: Possibilidade de os tampões de roda serem embalados pelo fornecedor sem o plástico; poderia existir divisórias em cartão e uma esponja por cima da superfície de cartão para evitar o contacto entre as peças (divisórias ajustadas ao tamanho da peça para otimizar o espaço ocupado), mantendo capacidade do contentor.

As imagens seguintes servem apenas como exemplo do que poderia ser feito.



Figura 21 – Proposta de Solução

Impacto	Situação Atual	Estimativa Após Implementação	Melhoria Estimada
<i>Picking</i>	19.9 min	13.92 min	30% ↓

Tabela 4 - Resultado

B. Alteração Embalamento COVER, ENGINE

<i>Rack</i>	SuMa	Etapa Envolvida
427J	04D1	<i>Picking</i> e Limpeza

Tabela 5 - Informação sobre o rack 427J



Figura 22 - Rack 427J

Problema: Apenas um cover por caixa leva a uma maior ocupação de espaço e o processo de *picking* é mais demorado porque o operador tem que retirar e abrir caixa a caixa; esta grande quantidade de caixas também leva a que muito tempo seja perdido na Limpeza.



Figura 23 - Problema/Situação Atual

Proposta de Solução: Possibilidade de os *covers* serem embalados pelo fornecedor sem a caixa ou com mais quantidade de *covers* por caixa - proposta de solução 1; poderia existir divisórias em cartão para evitar o contacto entre as peças (divisórias ajustadas ao tamanho da peça para otimizar o espaço ocupado) – proposta de solução 2.

As imagens seguintes servem apenas como exemplo do que poderia ser feito.

Proposta de solução 1:



Proposta de solução 2:



Figura 24 - Propostas de Solução

Impacto	Situação Atual	Estimativa Após Implementação	Melhoria Estimada
Picking	41.7 min	29.19 min	30% ↓
Limpeza	11.8 min	5.88 in	50% ↓

Tabela 6 - Resultado

C. Organização do SuMa: TUBE ASSY,UREA

Rack	SuMa	Etapa Envolvida
401J	05F1	Picking

Tabela 7 - Informação sobre rack 401J



Figura 25- Rack 401J

Problema: SuMa não está bem organizado, referências misturadas na mesma fila. Isto leva a que o operador perca muito tempo a procurar pela referência que necessita e que o FIFO muitas vezes não seja respeitado; A capacidade/tamanho das caixas não está em conformidade com o consumo real da cada referência de tubos de ureia.



Figura 26 - Problema/Situação Atual

Proposta de Solução: Propor ao fornecedor adaptar o tamanho das caixas ao seu consumo real. Referências com menor consumo em caixas de menor tamanho e referências de maior consumo entregues em caixas iguais às atuais.

Utilização de estantes dinâmicas identificadas com as referências para cada caixa em lugares específicos. Caixas com maior rotação devem apresentar mais *stock*.

As imagens seguintes servem apenas como exemplo do que poderia ser feito.



Figura 27 - Proposta de Solução

Impacto	Situação Atual	Estimativa Após Implementação	Melhoria Estimada
Picking	20.1 min	14.06 min	30% ↓

Tabela 8 - Resultado

D. Alteração do Rack PIPE, BRAKE FL H/U-HOSE

<i>Rack</i>	<i>SuMa</i>	<i>Etapa Envolvida</i>
151K e 405K (iguais)	05E1	<i>Picking</i>

Tabela 9 - Informação sobre Rack 151K e 405K

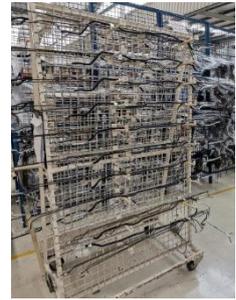


Figura 28- Rack 151K

Problema: É necessária fita para agrupar os tubos em cada posição, pois durante a deslocação até à linha de montagem estes escorregam pelos apoios e caem.

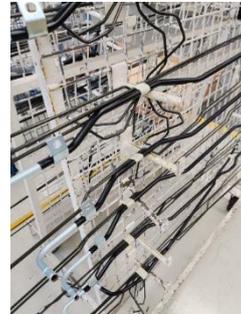


Figura 29 - Problema/Situação Atual

Proposta de Solução: Fazer um novo rack mais leve e com uma mola ligada aos apoios dos tubos para que estes possam ser apertados, retirando a necessidade de colocar a fita.



Figura 30 - Proposta de Solução

Impacto	Situação Atual	Estimativa Após Implementação	Melhoria Estimada
Picking 151K	56 min	50.4 min	10% ↓
Picking 406K	41.4 min	37.26 min	10% ↓
Picking 405K	24.8 min	22.32 min	10% ↓

Tabela 10 - Resultado

E. Colocação de contendor de resíduos de cartão perto da zona de Picking

Rack	SuMa	Etapa Envolvida
604K	05D2	Limpeza

Tabela 11 - Informação sobre Rack 604K



Figura 31- Rack 604K

Problema: No processo de limpeza, a deslocação até a caixa de recolha do cartão (lixo) é muito grande, representando uma parte muito grande do tempo de preparação do rack.

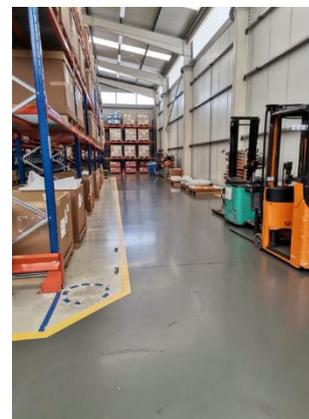
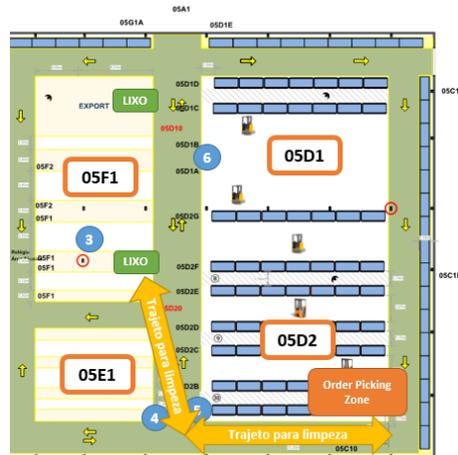


Figura 32 - Problema/Situação Atual

Proposta de Solução: Colocar uma nova caixa de recolha de cartão junto à zona de picking para evitar grandes deslocações.

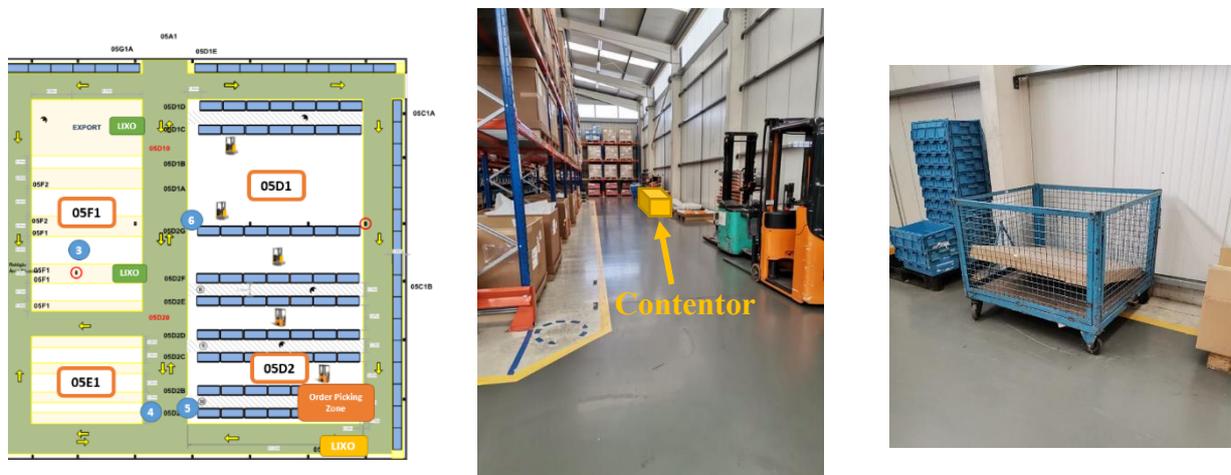


Figura 33 - Proposta de Solução

Impacto	Situação Atual	Estimativa Após Implementação	Melhoria Estimada	Melhoria Real
Limpeza	15.6 min	7.8 min	50% ↓	61% ↓

Tabela 12 - Resultado

F. Alteração do Rack TANK ASSY,VACUUM

Rack	SuMa	Etapa Envolvida
610J	04D1	Todas

Tabela 13 - Informação sobre Rack 610J

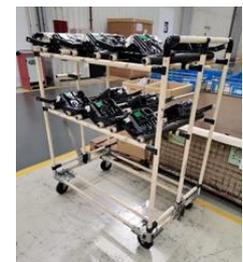


Figura 34 - Rack 610J

Problema: O rack não está a ser aproveitado da melhor forma em termos de espaço de ocupação usado pelas peças.



Figura 35 - Problema/Situação Atual

Proposta de Solução: Colocar mais uma fila de depósitos por baixo das duas que já existem. Esta alteração permitiria aumentar a capacidade do *rack* de 12 para 18, o que resultaria numa redução do número de *racks* a fazer para o tempo de ciclo atual (TC=48).



Figura 36 - Proposta de Solução

Impacto	Situação Atual	Estimativa Após Implementação	Melhoria Estimada
Todas as etapas	14.2 min	10.66 min	25% (faz-se menos um Rack para TC48) ↓

Tabela 14 - Resultado

G. Alteração Embalamento PANEL ASSY,INSTRUMENT

Rack	SuMa	Etapa Envolvida
503J	05D1	Picking, Limpeza

Tabela 15 - Informação sobre Rack 503J



Figura 37- Rack 503J

Problema: Cada painel de instrumentos (tablier) vem dentro de uma caixa de cartão. Durante o *picking* é necessário estar a retirar e abrir caixa a caixa, ocupando muito tempo de *picking*. O facto de os painéis de instrumentos também serem embalados com uma unidade por caixa leva a que deste processo resulte uma grande quantidade de lixo (cartão) e consequentemente muito de tempo de limpeza.



Figura 38 - Problema/Situação

Proposta de Solução: Alteração do embalamento, isto é, em vez de ser embalada uma unidade por caixa, usar divisórias em cartão, evitando o contacto e dano entre as peças e ao mesmo tempo reduzindo as sub-etapas associadas ao processo de *picking* (ex: retirar e abrir as caixas).

As imagens seguintes servem apenas como exemplo do que poderia ser feito.



Figura 39 - Proposta de Solução

Impacto	Situação Atual	Estimativa Após Implementação	Melhoria Estimada
<i>Picking</i>	46.4 min	32.48 min	30% ↓
Limpeza	20 min	7.7 min	60% ↓

Tabela 16 - Resultado

H. Otimização de layout do SuMa de PANEL ASSY,INSTRUMENT

<i>Rack</i>	<i>SuMa</i>	<i>Etapa Envolvida</i>
503J	05D1	Deslocação

Tabela 17 - Informação sobre Rack 503J



Figura 40 - rack 503J

Problema: Este *rack* é dos que tem que ser preparado mais vezes por dia devido à sua baixa capacidade (apenas seis painéis de instrumentos – “tablier”). Sendo um *rack* muito rotativo, representa muito tempo de deslocação durante o dia comparativamente a outros *racks*.

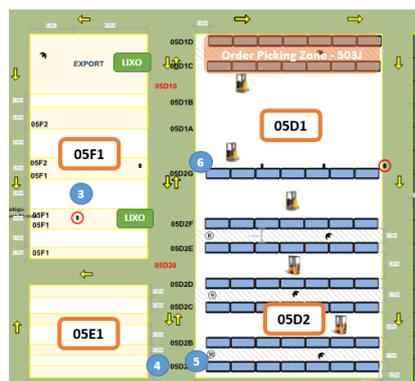


Figura 41 - Problema/Situação

Proposta de Solução: Otimizar o layout do SuMa de forma a que as peças que constituem este *rack*, fiquem organizadas no SuMa. As peças mais rotativas (mais consumidas) estejam mais próximas do ponto de recolha do *rack*. Isto serve para evitar deslocações desnecessárias.

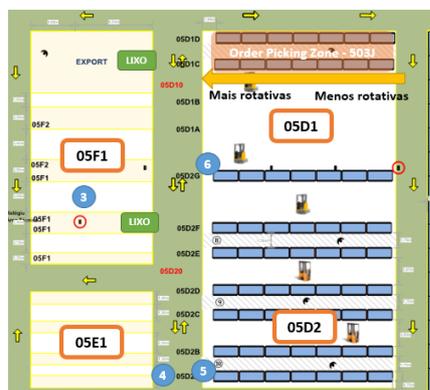


Figura 42 - Proposta de Solução

Impacto	Situação Atual	Estimativa Após Implementação	Melhoria Estimada	Melhoria Real
Deslocação	2.7 min	1.62 min	40% ↓	49% ↓

Tabela 18 - Resultado

I. Colocação de contentor de resíduos de cartão perto da zona de Picking

Rack	SuMa	Etapa Envolvida
400K	05D2	Limpeza

Tabela 19 - Informação sobre Rack 400K



Figura 43- Rack 400K

Problema: Ambos os racks (400K e 502K) apresentam muito tempo de limpeza. A caixa de recolha de cartão está localizada numa zona que fica longe das zonas de picking destes racks.

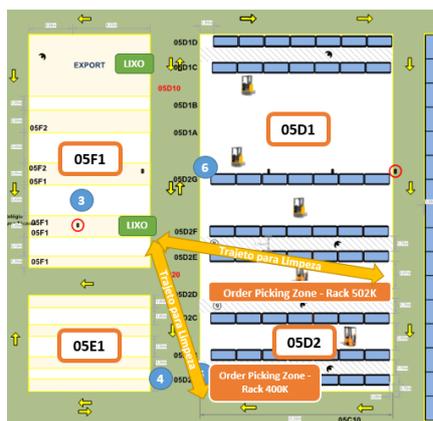


Figura 44 - Problema/Situação

3.4. Estudo do Desperdício na Documentação

A etapa da documentação, incluída no tempo total de preparação dos *racks*, foi considerada como uma das que não acrescentava valor para o processo.

Na verdade, um operador de *picking* devia apenas manter o foco para esta operação, contudo, para que seja possível tal atividade, necessita de uma lista com os materiais em que, no caso da empresa, é preciso numerar as peças com as posições (cada posição é referente a uma viatura na linha de produção) que ocupam no *rack*.

Para além desta numeração necessária, muitas vezes também há um acréscimo de trabalho com as listas por causa de alterações no planeamento da produção ou por existirem que *racks* transportam mais que uma peça/referência para a viatura correspondente na linha.

É de salientar, que para cada *rack* é fornecida ao operador uma lista de abastecimento e que estas listas também servem como ajuda na etapa da confirmação (etapa onde se confere as peças e as posições que ocupam no *rack*, antes deste abastecer a linha)

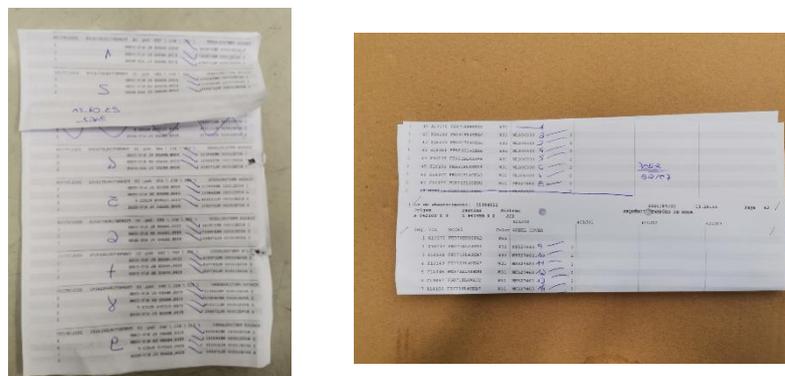


Figura 46 - Listas de Abastecimento

A figura 46 apresenta dois tipos diferentes de listas de abastecimento usadas para o *picking*. Na lista do lado esquerdo, são apresentadas várias peças para uma só viatura na linha, ou seja, uma viatura-uma posição no *rack*-várias referências nessa mesma posição. Na lista do lado direito, o *rack* só transporta uma peça em cada posição, para cada viatura na linha.

Ainda assim, é possível perceber pelas imagens da figura 46 que, para além da numeração das listas, muitas vezes também é necessário recortar e agrafar as folhas para que o *rack* possa sempre ser abastecido com a capacidade máxima.

É importante referir, também, que como cada operador tem associado a si um certo número de *racks*, tem que ter, conseqüentemente as listas de abastecimento de cada um. Desta forma, cada operador possui uma capa e uma bancada onde processa esta etapa, a documentação. A bancada de cada operador está identificada na figura 12 como posto (1,2,3,4,5 e 6).

Posto isto, analisando os procedimentos que constituem a etapa da documentação, pode-se concluir que existe uma grande parte do tempo desta etapa que pode ser considerado como desperdício, bem como o impacto ambiental associado ao gasto de papel.

Se se quantificar o tempo total associado a esta etapa, é seguro afirmar que 408,7 min é o tempo total necessário por dia (tempo de ciclo de 48) para a documentação de todos os *racks* envolvidos neste projeto.

Comparando este valor com tempo útil de laboração considerado pela fábrica de 467 min, é possível perceber a dimensão do desperdício associado a esta etapa.

Dada a limitação de tempo do estágio, não foi possível dar continuidade a este estudo, contudo é fácil entender que com recurso à digitalização das listas de abastecimento grande parte do tempo relacionado com esta etapa seria eliminado.

A digitalização permitiria fazer deslocções menores, eliminaria qualquer trabalho de numeração de listas e facilitaria a resolução de problemas, conseqüentes de alterações de planeamento, em listas de abastecimento já entregues aos operadores. Um exemplo seria o recurso a PDA's (*Personal Digital Assistants*) onde seriam mostradas as listas.

4. CONCLUSÃO

Este é o último capítulo e é onde se reflete sobre o trabalho desenvolvido, seja pelas melhorias propostas e o seu estado atual ou pelas dificuldades sentidas ao longo do projeto.

Também, neste capítulo, faz-se referência a trabalhos futuros, dando continuidade ao projeto atual ou iniciando outros que tenham por base este.

4.1. Projeto de Estágio

O estágio que deu lugar a este projeto foi, em primeira instância, pensado com apenas um objetivo. Esse mesmo objetivo, que foi cumprido, seria o de desenvolver um *Standard Work Instruction* para as operações de *picking* (identificação das etapas de preparação dos *racks*) e a partir deste quantificar o desperdício associado estas etapas e reduzi-lo.

Durante esta fase do projeto, foi possível entender que para além da simples, embora trabalhosa, Reorganização dos *Racks* pelos Postos, seria possível reduzir ainda mais o desperdício incluído no processo se cada preparação de cada *rack* fosse analisada individualmente. Assim sendo, os *racks* foram analisados de forma individual e criteriosa e, como resultado, o desperdício foi reduzido ainda mais. É de referir, que nesta fase do projeto de estágio, as Propostas de Melhoria, nem todas as sugestões apresentadas puderam ser implementadas, pelo que, se tal acontecesse a redução seria maior e o benefício melhor. Nesta fase, para além da redução de tempo de preparação, também se procurou reduzir a quantidade de cartão utilizada no processo, reduzindo assim o impacto ambiental do mesmo.

Na parte final do projeto de estágio, optou-se por dar ênfase à etapa da documentação. Após quantificados e analisados os procedimentos associados a esta etapa, entendeu-se que esta apresentava um elevado grau de desperdício. Desta forma, e por limitação do tempo de estágio, optou-se apenas por quantificar o desperdício fazendo uma comparação entre o tempo total gasto diariamente com esta etapa (nos armazéns em estudo) e o tempo útil diário de laboração de um colaborador.

Dado que, o bem-estar dos colaboradores é fundamental, todas as ideias propostas e implementadas durante este projeto de estágio tiveram sempre em consideração a ergonomia dos mesmos.

4.2. Dificuldades Encontradas

É importante salientar, que a logística interna é uma área em que se verifica um certo grau de complexidade dos processos, pelo que seria de esperar enfrentar algumas dificuldades.

Assim sendo, é possível afirmar que existiram dificuldades durante as três fases do projeto de estágio.

Na fase da Reorganização de *Racks* pelos Postos, surgiram dificuldades na definição das etapas a escolher para o *Standard Work Instructions* e, com maior relevância, durante a contagem dos tempos de preparação porque existia a percepção de alguns colaboradores de estarem perante algum tipo de avaliação.

Na fase das Propostas de Melhoria, as dificuldades fizeram-se sentir pela demora da resposta dos fornecedores nas propostas em que era necessário o contacto e, por outro lado, nas propostas em que existiu a alteração de *racks*, em alguns casos foi necessário efetuar mais dias de teste do que seria esperado.

Na última fase, do Estudo do Desperdício na Documentação, não existiram grandes dificuldades pois a etapa da documentação já estava definida e quantificada.

4.3. Sugestões para Trabalhos Futuros

Dada a quantidade de desperdício que foi possível reduzir com este projeto seria muito interessante dar continuidade ao mesmo.

Em primeiro lugar, seria fundamental concluir as Propostas de Melhoria que estão atualmente em curso. As propostas que puderam ser concluídas dentro do espaço temporal do estágio mostraram-se muito positivas, superando os valores de melhoria que foram inicialmente estimados.

Em segundo lugar, devido ao desperdício relacionado com a etapa documentação, uma aposta da digitalização das listas de abastecimento teria um impacto muito significativo na performance da preparação dos *racks*.

Em último lugar, aplicar este tipo de projeto aos restantes armazéns da MFTE, adaptando-o conforme as características de cada um, levaria a uma enorme redução de desperdício que se encontra, atualmente, oculto em todo o processo fabril.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burganova N., Grznar P., Gregor M., e Mozol S. (2021). *Optimalisation of Internal Logistics Transport Time Through Warehouse Management: Case Study*. Transportation Research Procedia 55 (2021) 553–560

Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management*. 4ª Edição, Pearson Education Limited. Londres

CSCMP (2013). *Council of Supply Chain Management, Definitions and Glossary*. https://cscmp.org/imis0/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms (Data de acesso: 03 de Setembro de 2021).

Simchi-Levi, D., Kamisky P. e Simchi-Levi, E. (2008). *Designing and Managing the Supply Chain*. 3ª Edição, McGraw-Hill. Nova Iorque

Richards, G. (2018). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*. 3ª Edição, Kogan Page Limited. Harlow

Chopra, S. e Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. 6ª Edição, Pearson Education Limited. Londres

Palšaitis, R. (2010). *Šiuolaikinė logistika*, Vilnius.

Palšaitis, R., Čižiūnienė, K. e Vaičiūtė K. (2017). *Improvement of Warehouse Operations Management by Considering Competencies of Human Resources*. Procedia Engineering 187 (2017) 604 – 613

Mourtzis, D., Samothrakisa, V., Zogopoulos, V. e Vlachou, E. (2019). *Warehouse Design and Operation using Augmented Reality technology: A Papermaking Industry Case Study*. Procedia CIRP Volume 79, 2019, Pages 574-579

Gu J., Goetschalckx, M. e McGinnis, L. (2010). *Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review*. European Journal of Operational Research 203 (2010) 539–549

Klodawski, M., Jacyna, M., Lewczuk, K. e Wasiak, M. (2017). *The Issues of Selection Warehouse Process Strategies*. Procedia Engineering 187 (2017) 451 – 457

Myerson, P. (2015). *Supply Chain and Logistics Management Made Easy: Methods and Applications for Planning, Operations, Integration, Control and Improvement, and Network Design*. Pearson Education. New Jersey

Irastorza, J.C. e Deane, R.H. (1974). *A loading and balancing methodology for job shop control*. AIIE Transactions, Volume 6 (4) 302–307

Vanheusden, S., van Gils, T., Caris, A., Ramaekers, K. e Braekers, K. (2020). *Operational workload balancing in manual order picking*. Computers & Industrial Engineering. Volume 141, 106269

Rajan D. (2018). *Negative impacts of heavy workload: a comparative study among sanitary workers*. Sociology International Journal. Volume 2 (6)

Winkelhaus, S., Grosse, E. e Morana, S. (2021). *Towards a conceptualisation of Order Picking 4.0*. Computers & Industrial Engineering Volume 159, 107511

Pinto, G., Silva, F., Campilho, R., Casais, R., Fernandes, A. e Baptista, A. (2019). *Continuous improvement in maintenance: a case study in the automotive industry involving Lean tools*. Procedia Manufacturing Volume 38, Pages 1582-1591

Cifone, F. D., Hoberg, K., Holweg, M. e Staudacher, A. P. (2021). *Lean 4.0': How can digital technologies support lean practices?* International Journal of Production Economics Volume 241, 108258

Liker, J.K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill. Madison

Sembiring, A., Tampubolon, J., Sitanggang, D., Turnip, M. e Subash (2018). *Improvement of Inventory System Using First In First Out (FIFO) Method*. Journal of Physics: Conference Series, Volume 1361, 1st International Conference of SNIKOM, Medan, Indonesia

ANEXO A (CONTAGEM DE TEMPOS DE PREPARAÇÃO DOS RACKS - SEGUNDOS)

Nº DO RACK	Data	SuM	Documentação	Picking	Confirmação	Deslocação	Limpeza	Verificação/Rep. Stock (picar)	quantidade total de referencias	total segundos	total minutos
151J	17/06/2021	05D2	70	356	143	8	48	22	37	647	10,78
151J	17/06/2021	05D2	120	369	124	8	46	0	37	667	11,12
151J	24/06/2021	05D2	89	343	113	21	157	0	37	723	12,05
151K	08/06/2021	05E1	133	1198	121	0	0	0	67	1452	24,20
151K	09/06/2021	05E1	145	1080	81	0	0	0	67	1306	21,77
151K	09/06/2021	05E1	96	1083	63	10	0	0	67	1252	20,87
300J	02/06/2021	04D1	137	217	12	18	43	0	7	427	7,12
300J	04/06/2021	04D1	125	209	23	25	134	0	7	516	8,60
300J	08/06/2021	04D1	137	214	15	41	132	24	7	563	9,38
300J	24/06/2021	04D1	111	207	19	28	104	50	7	519	8,65
300J	24/06/2021	04D1	95	195	33	29	91	12	7	455	7,58
300J	25/06/2021	04D1	216	309	80	28	102	15	7	750	12,50
300J	29/06/2021	04D1	170	254	101	21	71	19	7	636	10,60
300J	30/06/2021	04D1	113	228	12	22	102	57	7	534	8,90
300J	07/07/2021	04D1	111	271	18	21	48	49	7	518	8,63
300J	02/07/2021	04D1	139	207	21	18	83	14	7	482	8,03
301K	08/06/2021	05E1	43	697	59	27	0	0	11	826	13,77
301K	11/06/2021	05E1	140	529	91	39	0	0	11	799	13,32
301K	16/06/2021	05E1	238	585	92	43	0	0	11	958	15,97
303K	02/06/2021	04C2	116	584	25	27	156	37	15	945	15,75
303K	04/06/2021	04C2	98	571	17	15	253	35	15	980	16,33
303K	04/06/2021	04C2	93	649	41	18	98	26	15	934	15,57
304J	09/06/2021	05E1	165	482	41	11	171	0	11	870	14,50
304J	15/06/2021	05E1	197	341	30	14	70	0	11	652	10,87
304J	16/06/2021	05E1	79	432	33	21	140	128	11	833	13,88
306K	01/06/2021	04D1	73	181	13	18	37	0	6	322	5,37
306K	01/06/2021	04D1	106	240	10	16	69	0	6	441	7,35
306K	17/06/2021	04D1	122	72	13	32	0	30	6	269	4,48
306K	17/06/2021	04D1	130	109	0	20	26	41	6	326	5,43
306K	18/06/2021	04D1	81	46	7	22	113	51	6	320	5,33
306K	21/06/2021	04D1	76	107	9	17	60	21	6	290	4,83
306K	21/06/2021	04D1	80	38	11	19	0	18	6	166	2,77
306K	21/06/2021	04D1	90	65	16	31	12	22	6	236	3,93
306K	21/06/2021	04D1	61	56	22	31	0	26	6	196	3,27
306K	22/06/2021	04D1	62	64	12	19	92	10	6	259	4,32
307K	01/06/2021	04C2	100	635	36	12	49	0	20	832	13,87
307K	04/06/2021	04C2	83	590	15	20	22	16	20	746	12,43
307K	09/06/2021	04C2	121	570	16	21	23	0	20	751	12,52
310J	01/06/2021	04D1	72	179	15	20	38	0	9	324	5,40
310J	01/06/2021	04D1	106	192	10	16	69	0	9	393	6,55
310J	17/06/2021	04D1	78	171	16	13	91	60	9	429	7,15
310J	17/06/2021	04D1	87	182	13	13	60	0	9	355	5,92
310J	18/06/2021	04D1	40	222	18	15	34	51	9	380	6,33
310J	21/06/2021	04D1	60	315	12	9	70	30	9	496	8,27
310J	21/06/2021	04D1	56	253	15	14	95	62	9	495	8,25
310J	21/06/2021	04D1	57	244	18	21	117	58	9	515	8,58
310J	21/06/2021	04D1	77	194	13	12	0	27	9	323	5,38
310J	22/06/2021	04D1	63	209	8	15	64	34	9	393	6,55
314J	04/06/2021	05F1	108	749	0	0	27	0	2	884	14,73
314J	17/06/2021	05F1	98	350	25	7	0	0	2	480	8,00
314J	22/06/2021	05F1	114	334	39	8	65	0	2	560	9,33
322J	09/06/2021	05E1	160	340	25	34	0	0	18	559	9,32
322J	15/06/2021	05E1	126	475	0	35	21	0	18	657	10,95

Análise e Otimização do Processo de Abastecimento de uma Linha de Montagem Automóvel

Nº DO RACK	Data	SuMe	Documentação	Picking	Confirmação	Deslocação	Limpeza	Verificação/Rep. Stock (picar)	quantidade total de referencias	total segundos	total minutos
405J	25/06/2021	05D2	101	215	85	12	60	16	6	489	8,15
405J	17/06/2021	05D2	120	195	115	17	55	0	6	507	8,45
405J	29/06/2021	05D2	70	195	120	20	8	14	6	427	7,12
405K	28/06/2021	05E1	195	662	89	13	0	44	18	1003	16,72
405K	09/06/2021	05E1	170	920	84	22	0	0	18	1196	19,93
405K	16/06/2021	05E1	147	903	103	0	0	46	18	1199	19,98
406J	04/06/2021	05F1	67	112	16	11	0	0	8	206	3,43
406J	07/06/2021	05F1	87	206	25	15	0	0	8	333	5,55
406J	28/06/2021	05F1	115	59	26	8	0	12	8	220	3,67
406K	09/06/2021	05E1	91	385	42	16	14	0	15	548	9,13
406K	09/06/2021	05E1	229	694	30	0	0	0	15	953	15,88
406K	11/06/2021	05E1	159	410	31	17	0	0	15	617	10,28
408J	02/06/2021	04D1	117	169	0	21	110	0	7	417	6,95
408J	01/06/2021	04D1	66	200	10	11	20	0	7	307	5,12
408J	01/06/2021	04D1	112	215	13	24	75	0	7	439	7,32
408J	18/06/2021	04D1	103	136	0	33	0	17	7	289	4,82
408J	21/06/2021	04D1	98	135	14	15	26	41	7	329	5,48
408J	21/06/2021	04D1	159	201	14	19	0	26	7	419	6,98
408J	21/06/2021	04D1	107	230	10	16	190	28	7	581	9,68
408J	22/06/2021	04D1	114	137	16	13	9	23	7	312	5,2
408J	22/06/2021	04D1	103	207	14	16	99	38	7	477	7,95
408J	23/06/2021	04D1	128	130	10	23	0	20	7	311	5,18
410J	01/06/2021	04D1	145	447	5	29	17	0	11	643	10,72
410J	01/06/2021	04D1	113	332	19	13	63	0	11	540	9,00
410J	17/06/2021	04D1	112	365	0	22	65	0	11	564	9,40
410J	18/06/2021	04D1	107	309	0	11	56	0	11	483	8,05
410J	21/06/2021	04D1	13	304	13	9	73	16	11	447	7,45
410J	21/06/2021	04D1	104	298	12	8	124	13	11	559	9,32
410J	22/06/2021	04D1	88	248	14	11	27	20	11	408	6,8
410J	22/06/2021	04D1	98	292	13	10	33	18	11	464	7,73
410J	22/06/2021	04D1	102	256	10	10	36	7	11	421	7,02
410J	23/06/2021	04D1	121	272	10	13	27	10	11	465	7,75
413J	02/06/2021	04C2	126	493	16	15	28	0	11	678	11,30
413J	04/06/2021	04C2	103	481	25	15	42	0	11	666	11,10
413J	25/06/2021	04C2	181	505	51	11	51	12	11	811	13,52
414J	07/06/2021	04D1	170	441	0	17	0	72	0	432	7,2
414J	07/06/2021	04D1	93	118	0	19	0	0	7	251	4,18
414J	23/06/2021	04D1	77	42	11	17	0	18	7	165	2,75
414J	23/06/2021	04D1	87	38	0	17	0	10	7	160	2,67
414J	23/06/2021	04D1	86	43	7	18	0	11	7	179	2,98
414J	24/06/2021	04D1	187	38	0	28	51	42	7	451	7,51
414J	30/06/2021	04D1	65	58	21	12	0	18	7	174	2,90
414J	02/07/2021	04D1	119	103	20	10	178	31	7	467	7,78
414J	05/07/2021	04D1	52	60	41	22	0	16	7	191	3,18
414J	05/07/2021	04D1	55	94	30	24	189	33	7	425	7,083333333
415J	01/06/2021	04D1	183	224	18	18	51	22	10	498	8,30
415J	02/06/2021	04D1	207	196	17	18	59	0	10	497	8,28
415J	08/06/2021	04D1	108	292	5	20	0	0	10	425	7,08
415J	09/06/2021	04D1	139	264	17	15	0	0	10	435	7,25
415J	18/06/2021	04D1	153	304	21	39	0	54	10	571	9,52
415J	01/06/2021	04D1	164	214	25	24	0	0	10	427	7,12
415J	22/06/2021	04D1	163	110	14	13	0	0	14	314	5,23
415J	23/06/2021	04D1	129	132	14	15	0	0	10	309	5,15
415J	23/06/2021	04D1	178	192	21	17	35	71	10	514	8,57
415J	24/06/2021	04D1	140	127	9	16	24	53	10	369	6,15
417J	07/06/2021	04D1	172	132	70	37	153	50	7	614	10,23
417J	07/06/2021	04D1	102	101	69	21	0	0	7	293	4,88
417J	08/06/2021	04D1	137	159	60	20	46	40	7	462	7,70
417J	11/06/2021	04D1	153	139	33	20	0	0	7	345	5,75
417J	23/06/2021	04D1	125	103	21	23	0	12	7	284	4,73
417J	23/06/2021	04D1	83	85	14	17	0	0	7	226	3,77
417J	23/06/2021	04D1	89	72	24	22	125	45	7	377	6,28
417J	24/06/2021	04D1	109	142	43	49	85	37	7	465	7,75
417J	28/06/2021	04D1	100	43	19	19	0	16	7	197	3,28
417J	29/06/2021	04D1	128	107	18	18	0	0	7	297	4,95
418J	09/06/2021	05E1	190	624	10	37	170	0	15	1071	17,85
418J	15/06/2021	05E1	294	758	31	27	32	0	15	1142	19,03
418J	16/06/2021	05E1	258	771	39	27	46	0	15	1141	19,02
418J	17/06/2021	05D2	86	347	100	13	31	0	38	577	9,62
419J	08/06/2021	05D2	162	209	16	14	62	0	38	482	8,02
419J	29/06/2021	05D2	111	442	167	18	51	21	38	810	13,50
420J	01/07/2021	04C1	247	247	42	24	31	17	7	488	8,13
420J	02/07/2021	04C1	107	206	64	15	148	49	7	589	9,82
420J	02/07/2021	04C1	124	196	37	18	119	37	7	516	8,65
421J	02/06/2021	04D1	148	574	23	0	47	0	3	792	13,20
421J	07/06/2021	04D1	157	741	27	5	77	0	3	977	16,28
421J	21/06/2021	04D1	184	651	37	4	61	0	3	937	15,62
421J	22/06/2021	04D1	170	659	18	0	234	21	3	1102	18,37
421J	23/06/2021	04D1	124	611	32	9	60	0	3	611	10,18
421J	24/06/2021	04D1	107	531	33	8	0	0	3	679	11,32
421J	25/06/2021	04D1	243	717	12	12	33	12	3	1040	17,33
421J	28/06/2021	04D1	156	483	52	0	35	14	3	740	12,33
421J	29/06/2021	04D1	176	589	25	7	294	11	3	1102	18,37
421J	02/07/2021	04D1	217	522	19	29	0	11	3	812	13,53
422J	11/06/2021	04C3	77	62	0	28	0	0	3	167	2,78
422J	02/06/2021	04C3	124	138	13	24	28	0	3	327	5,45
422J	15/06/2021	04C3	66	50	0	34	0	0	3	150	2,50
423J	08/06/2021	05D2	106	412	71	50	23	0	48	662	11,03

Nº DO RACK	Data	SuM	Documentação	Picking	Confirmação	Deslocação	Limpeza	Verificação/Rep. Stock (picar)	quantidade total de referencias	total segundos	total minutos
423J	04/06/2021	05D2	116	402	88	47	80	0	48	733	12,22
423J	11/06/2021	05D2	179	467	38	46	38	0	48	768	12,80
424J	11/06/2021	05D2	210	508	0	31	0	0	44	749	12,48
424J	16/06/2021	05D2	89	938	18	13	24	0	44	1082	18,03
424J	30/06/2021	05D2	218	721	26	32	33	13	44	1043	17,38
425J	01/06/2021	04D1	231	139	15	41	0	0	3	426	7,10
425J	02/06/2021	04D1	169	135	0	31	50	0	3	385	6,42
425J	17/06/2021	04D1	158	12	12	30	27	0	3	396	6,60
425J	18/06/2021	04D1	183	233	0	40	18	29	3	503	8,38
425J	21/06/2021	04D1	216	194	12	49	77	26	3	574	9,57
425J	21/06/2021	04D1	105	135	21	38	0	17	3	316	5,27
425J	21/06/2021	04D1	150	160	21	60	0	22	3	413	6,88
425J	22/06/2021	04D1	178	168	21	25	43	16	3	451	7,52
425J	23/06/2021	04D1	128	132	22	45	24	10	3	361	6,02
425J	23/06/2021	04D1	169	0	21	36	0	8	3	408	6,8
427J	01/06/2021	04D1	146	516	19	12	90	0	14	783	13,05
427J	17/06/2021	04D1	139	567	0	9	361	47	14	1123	18,72
427J	21/06/2021	04D1	125	643	16	13	139	45	14	981	16,35
427J	23/06/2021	04D1	194	723	27	20	147	47	14	1158	19,30
427J	24/06/2021	04D1	245	637	18	14	190	42	14	1146	19,10
427J	25/06/2021	04D1	161	585	37	20	53	26	14	882	14,70
427J	28/06/2021	04D1	171	308	30	24	308	59	14	1349	22,48
427J	28/06/2021	04D1	102	598	14	18	247	56	14	1035	17,25
427J	29/06/2021	04D1	109	389	37	16	154	60	14	765	12,75
427J	30/06/2021	04D1	146	452	32	17	86	38	14	771	12,85
429J	11/06/2021	05D2	134	206	132	31	0	0	7	503	8,38
429J	17/06/2021	05E1	223	191	23	0	159	0	7	907	15,12
429J	23/06/2021	05D2	165	217	0	31	49	3	7	596	9,93
430J	29/06/2021	05E1	219	586	25	12	30	35	20	907	15,12
430J	15/06/2021	05E1	221	844	20	7	0	0	20	1092	18,20
430J	01/07/2021	05E1	322	1015	31	18	63	40	20	1489	24,82
431J	29/06/2021	05E1	9	465	21	9	31	36	12	677	11,28
431J	17/06/2021	05E1	223	395	12	41	0	0	12	671	11,18
431J	15/06/2021	05E1	159	391	0	37	0	0	12	587	9,78
500J	11/06/2021	04C3	181	255	14	10	174	0	2	634	10,57
500J	04/06/2021	04C3	0	115	0	0	175	0	2	287	4,78
500J	15/06/2021	04C3	298	280	21	20	245	0	2	864	14,40
501J	11/06/2021	04C1	95	284	0	16	34	0	9	429	7,15
501J	02/06/2021	04C1	118	194	61	15	28	0	9	416	6,93
501J	15/06/2021	04C1	127	252	40	47	35	0	9	465	7,75
502J	04/06/2021	04C1	83	194	33	36	104	0	6	468	7,82
502J	01/06/2021	04C1	90	224	75	40	101	0	6	530	8,83
502J	11/06/2021	04C1	174	177	0	22	79	0	6	499	8,32
502K	11/06/2021	05D1	69	540	21	18	61	0	0	709	11,82
502K	16/06/2021	05D1	84	425	25	39	205	43	0	821	13,68
502K	21/06/2021	05D1	102	409	10	326	326	57	3	934	15,57
503J	11/06/2021	05D1	80	420	0	21	224	0	12	745	12,42
503J	08/06/2021	05D1	123	269	12	18	175	0	12	597	9,95
503J	15/06/2021	05D1	61	355	11	22	52	0	12	501	8,35
600J	28/06/2021	05D2	75	422	16	18	129	14	3	674	11,23
600J	29/06/2021	05D2	77	802	47	20	37	9	3	992	16,53
600J	05/07/2021	05D2	122	472	117	24	67	9	3	811	13,52
601J	08/06/2021	05D2	34	178	0	17	111	0	2	340	5,67
601J	11/06/2021	05D2	33	178	0	18	0	0	2	229	3,82
601J	16/06/2021	05D2	25	194	25	25	135	30	2	434	7,23
601J	17/06/2021	05D2	23	179	0	14	46	19	2	281	4,68
602J	16/06/2021	05D2	25	163	0	31	135	0	2	354	5,90
602J	11/06/2021	05D2	33	129	0	21	159	0	2	342	5,70
602J	08/06/2021	05D2	31	168	0	15	0	33	2	247	4,12
602J	17/06/2021	05D2	22	259	0	12	46	17	2	356	5,93
603J	25/06/2021	05D1	115	246	17	20	12	16	9	426	7,10
603J	21/06/2021	05D1	101	231	7	9	0	0	9	348	5,80
603J	28/06/2021	05D1	139	476	54	13	171	10	9	863	14,38
604J	02/07/2021	05D1	102	212	15	30	20	0	7	378	6,32
604J	11/06/2021	05D1	102	225	0	38	12	0	7	377	6,28
604J	28/06/2021	05D1	158	364	94	24	0	17	7	657	10,95
604K	17/06/2021	05D2	140	456	26	11	344	49	7	1026	17,10
604K	17/06/2021	05D2	154	480	16	12	0	0	7	662	11,03
604K	24/06/2021	05D2	152	539	23	25	281	26	7	1065	17,77
605J	02/06/2021	05F1	58	159	35	11	0	0	5	263	4,38
605J	07/06/2021	05F1	62	193	82	24	37	5	5	398	6,63
605J	08/06/2021	05F1	78	85	63	13	25	0	5	264	4,40
606J	09/06/2021	05E1	97	181	0	0	23	0	10	349	5,85
606J	08/06/2021	05E1	62	192	11	62	9	0	10	310	5,17
606J	09/06/2021	05E1	121	268	11	0	14	0	10	414	6,90
607J	15/06/2021	04C1	144	32	22	17	0	0	7	455	7,58
607J	22/06/2021	04C1	164	295	20	28	0	13	7	520	8,67
607J	24/06/2021	04C1	174	17	17	85	17	38	7	503	8,38
609J	04/06/2021	05D2	112	396	80	14	27	0	67	629	10,48
609J	07/06/2021	05D2	130	706	159	45	25	0	67	1065	17,75
609J	08/06/2021	05D2	106	332	189	16	53	0	67	696	11,60
609J	11/06/2021	05D2	115	549	188	21	34	0	67	907	15,12
610J	01/06/2021	04D1	84	10	0	10	0	0	7	136	2,27
610J	02/06/2021	04D1	57	6	0	11	29	0	7	173	2,88
610J	07/06/2021	04D1	72	66	9	7	21	0	7	175	2,92
610J	08/06/2021	04D1	101	57	0	9	0	0	7	167	2,78
610J	17/06/2021	04D1	70	83	0	18	0	58	7	229	3,82
610J	18/06/2021	04D1	82	86	7	10	39	0	7	224	3,73

Análise e Otimização do Processo de Abastecimento de uma Linha de Montagem Automóvel

NE DO RACK	Data	SuME	Documentação	Picking	Confirmação	Deslocação	Limpeza	Verificação/Rep. Stock (picar)	quantidade total de referencias	total segundos	total minutos
610J	21/06/2021	04D1	111	54	7	4	18	11	7	205	3,42
610J	21/06/2021	04D1	65	63	12	7	0	15	7	162	2,7
610J	22/06/2021	04D1	65	75	8	9	52	12	7	221	3,68
610J	23/06/2021	04D1	59	54	6	9	0	13	7	141	2,35
611J	22/06/2021	05D1	91	306	26	53	0	8	17	484	8,07
611J	07/06/2021	05D1	135	576	31	43	72	0	17	857	14,28
611J	11/06/2021	05D1	120	460	48	38	0	0	17	666	11,10
612J	04/06/2021	05F1	87	396	33	29	42	0	10	587	9,78
612J	07/06/2021	05F1	71	283	44	36	57	0	10	491	8,18
612J	09/06/2021	05F1	59	342	27	35	20	0	10	483	8,05
613J	01/06/2021	05F1	62	329	17	15	70	0	11	493	8,22
613J	04/06/2021	05F1	82	323	43	17	70	0	11	535	8,92
613J	04/06/2021	05F1	35	237	25	25	105	0	11	427	7,12
614J	29/06/2021	05D2	188	606	27	25	94	41	9	981	16,35
614J	21/06/2021	05D2	119	387	12	17	106	0	9	641	10,68
614J	05/07/2021	05D2	168	490	20	34	352	49	9	1113	18,55
615J	16/06/2021	05D2	167	729	20	0	197	39	11	1152	19,20
615J	17/06/2021	05D2	108	530	8	10	77	0	11	733	12,22
615J	21/06/2021	05D2	123	754	22	16	121	40	11	1076	17,93
621J	07/06/2021	05D2	73	492	81	11	0	0	20	657	10,95
621J	08/06/2021	05D2	61	470	68	14	96	0	20	709	11,82
621J	17/06/2021	05D2	82	477	58	14	0	0	20	631	10,52
402K	09/08/2021	04C3	52	1530	82	15	60	20	4	1759	29,32

ANEXO B (PART NUMBERS ENVOLVIDOS NOS RACKS DAS PROPOSTAS DE MELHORIA)

Rack	Part Number	Part Name	Supplier
421J	MK527463	COVER ASSY, WHEEL	Aspock
	ML106499	WHEEL COVER ASSY,FRONT	
	ML106500	WHEEL COVER ASSY,FRONT	
427J	ML212131	COVER ASSY,T/M LWR	MFTBC
	ML213155		
	ML316006		
	ML317607		
	ML212134	COVER ASSY,T/M LWR RH	
	ML212128	COVER ASSY,T/M SIDE RH	
	ME309670	COVER,ENGINE	
	ME309690		
	MK627954	COVER,RAD1ATOR LOWER	
	MK456356	COVER,RAD1ATOR LOWER	
	MK456355	COVER,RAD1ATOR LOWER LH	
	MK627963	COVER,RADIATOR LOWER S1DE LH	
	MK456163	COVER,T/M S1DE LH	
MK627957			
401J	ML329734	HARNESS,RIGHT	MFTBC
	ML297745	TUBE ASSY,ADBLUE	Voss
	ML315017		
	ML315018		
	MK621973	TUBE ASSY,UREA	
	MK621974		
	ML212351		
	ML212425		
	ML212427		
	ML212428		
	ML212512		
	ML212515		
	ML212517		
	ML212518		
	ML212519		
	ML212520		
	ML213262		
	ML281082		
	ML334792		
	ML334793		

Rack	Part Number	Part Name	Supplier
	MK574900	PIPE,BRAKE RL AUS-HOSE	
	MK574910		
	MK574932		
	MK574894	PIPE,BRAKE RL CONN-AUS	
	MK574898		
	MK574902		
	MK574906		
	MK574908		
	MK574914		
	MK574930		
MK574940			
ML252868			
151K	ML252870		MFTBC
	ML293106		
	MK378862	PIPE,BRAKE RL CONN-CONN	
	MK589312		
	MK629939		
	MK647056		
	ML287752		
	ML328484	PIPE,BRAKE RL CONN-HOSE	
	MK378864		
	MK450941		
	MK450947		
	MK453360		
	MK584236		
	MK589314		
	MK629733		
	MK647052		
	MK647054		
	MK647099	PIPE,BRAKE RR AUS-HOSE	
	MK679988		
	MK574901		
	MK574911		
	MK574933		
	MK574895	PIPE,BRAKE RR CONN-AUS	
	MK574899		
	MK574903		
	MK574907		
	MK574909		
	MK574915		
	MK574931		
	MK574941		
	ML252867		
	ML252869		
	ML293107	PIPE,BRAKE RR CONN-CONN	
	MK378863		
	MK589313		
	MK629940		
	MK647057		
	ML287753	PIPE,BRAKE RR CONN-HOSE	
	ML328483		
	MK378865		
MK450948			
MK453361			
MK530994			
MK584237			
MK589278			
MK589315			
MK647053			
MK647055			
MK647100	PIPE,VACCUM F1		
MK679999			
ML276550			
ML277222			
MK450895			
MK450901	PIPE,VACUUM F1		
	MK623867		

Rack	Part Number	Part Name	Supplier
405K	ML209093	PIPE,BRAKE FL AUS-HOSE	MFTBC
	ML209095		
	ML275814		
	MK377170	PIPE,BRAKE FL H/U-HOSE	
	MK589007		
	ML275798		
	ML275800		
	ML275802		
	MK378546	PIPE,BRAKE RL H/U-CONN	
	MK450783		
	MK589010		
	ML287749	PIPE,BRAKE RR H/U-CONN	
	MK378547		
	MK450784		
	MK589011		
	ML287750	PIPE,CLUTCH FLUID F	
ML210235			
ML210236	HANDLE ASSY,TILT	MFTBC	
ML273937			
ML273939			
ML110004			LINK ASSY LH
ML110005			LINK ASSY RH
MK403093			L-LEVER ASSY,TILT
MB395141			ROD ASSY,CENTER
MK403114			
610J	MK530187	TANK ASSY,VACUUM	MCG Auto
	MK530189		MFTBC
	ML226250		
	ML226251	TANK SUB ASSY,VACUUM	MCG Auto
	ML252005		
	ML252006		
ML252007	PANEL ASSY,INSTRUMENT	MFTBC	
ML231454			
ML231697			
ML231698			
ML231700			
ML231701			
ML231702			
ML231704			
ML231705			
ML231706			
ML231707			
ML231708			
ML231709			

Rack	Part Number	Part Name	Supplier
	ML231385		
400K	ML231387	PANEL,I/PNL CENTER LOWER	MFTBC
	ML231726		
	ML231728		
	ML297281		
	ML297282		
	ML231478	PANEL,I/PNL PASSENGER,A	
	ML231723		
	ML231724		

ANEXO C (OTIMIZAÇÃO DO LAYOUT PARA PROPOSTA DE MELHORIA H)

Otimização layout de Painéis de Instrumentos

Fila C	Posição	Consumo (und/dia)	Melhoria	Posição melhorada	Consumo (und/dia)	Localização atual PFEP	Localização melhorada e corrigida	Fornecedor	Rack
ML231454	1	0,32	ML231708	5	2,90	04C1D5	05D1C1	MFTBC	503J
ML231704	2	1,50	ML231700	3	2,12	04C1D5	05D1C2	MFTBC	503J
ML231700	3	2,12	ML231704	2	1,50	05D1C3	05D1C3	MFTBC	503J
ML231707	4	0,65	ML231707	4	0,65	05D1C1	05D1C4	MFTBC	503J
ML231708	5	2,90	ML231454	1	0,32	05D1C1	05D1C5	MFTBC	503J

Fila D	Posição	Consumo (und/dia)	Melhoria	Posição melhorada	Consumo (und/dia)	Localização atual PFEP	Localização melhorada e corrigida	Fornecedor	Rack
ML231705	1	2,40	ML231697	6	9,89	04C1D5	05D1D1	MFTBC	503J
ML231701	2	4,44	ML231698	7	8,22	04C1D5	05D1D2	MFTBC	503J
ML231709	3	1,20	ML231702	5	7,36	05D1D3	05D1D3	MFTBC	503J
ML231706	4	5,72	ML231706	4	5,72	05D1D4	05D1D4	MFTBC	503J
ML231702	5	7,36	ML231701	2	4,44	05D1D5	05D1D5	MFTBC	503J
ML231697	6	9,89	ML231705	1	2,40	05D1D6	05D1D6	MFTBC	503J
ML231698	7	8,22	ML231709	3	1,20	05D1D7	05D1D7	MFTBC	503J