



**Universidade de  
Aveiro  
2020**

Departamento de Economia, Gestão,  
Engenharia Industrial e Turismo

**JOÃO ANDRÉ COSTA  
TAVARES**

**Análise e Otimização dos Processos de Logística  
Interna Relacionados Com o Fluxo de Materiais**



**JOÃO ANDRÉ COSTA  
TAVARES**

**Análise e Otimização dos Processos de Logística  
Interna Relacionados Com o Fluxo de Materiais**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Ana Maria Pinto de Moura, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãs.

## **o júri**

presidente

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre**

professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Telmo Miguel Pires Pinto**

professor auxiliar da Universidade de Coimbra

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Maria Pinto de Moura**

professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Toyota Caetano Portugal, S.A. pela oportunidade concedida para realizar este projeto. A todos os seus colaboradores e a todas as pessoas que se cruzaram comigo, um grande obrigado por toda a disponibilidade que sempre demonstraram.

Envio um agradecimento especial para toda a equipa de engenharia de processo, com a qual trabalhei diretamente, pelo apoio que me deram em todos os momentos, em especial ao Rui Mané, chefe de equipa e orientador por parte da empresa na realização deste projeto.

A nível académico, gostaria de agradecer à Doutora Ana Moura por toda a disponibilidade demonstrada desde o primeiro dia e por todo o apoio concedido na orientação do projeto.

Por fim, um enorme obrigado à minha família pelo apoio incondicional ao longo deste percurso e aos meus amigos por estarem sempre presentes.

## palavras-chave

Análise de Processos, Melhoria Contínua, *Lean*, *Standard Work*, Balanceamento, Otimização.

## resumo

Este relatório retrata a atividade desenvolvida ao longo de um estágio curricular realizado na Toyota Caetano Portugal, S.A, em Ovar.

Os objetivos fundamentais do projeto foram a análise e otimização dos processos de logística interna da empresa, relacionados com o fluxo de materiais. Para isso, foram analisados vários tipos de processos, desde a descarga do material, até ao abastecimento de linhas de produção. Posteriormente, para os processos cuja análise refletia resultados abaixo do esperado, foram pensadas e encontradas novas soluções.

Servindo-se sempre do conceito de melhoria contínua, o trabalho efetuado recorreu a ferramentas como *Standard Work* e balanceamentos, com o objetivo de fazer as análises da melhor forma possível e encontrar as soluções mais adequadas. No fim, estas soluções deram à empresa a possibilidade de aumentar a produtividade dos colaboradores, aumentar a segurança no trabalho, diminuir os custos e otimizar a utilização dos recursos.

Para além disso, a ferramenta 5S foi também fulcral, no sentido de encontrar soluções para dois problemas particulares, que se verificaram durante a análise. A primeira diz respeito à implementação da regra FIFO num conjunto específico de peças e a segunda, por sua vez, consistiu no reaproveitamento de uma área para a criação de um supermercado de outro tipo de peças.

Concluindo, o conceito de melhoria contínua, associado às ferramentas *lean* adequadas, permitiu perceber aquilo que não estava (e o que estava) a ser bem feito pela empresa, bem como encontrar soluções para os problemas identificados.

**keywords**

Process Analysis, Continuous Improvement, Lean, Standard Work, Balancing, Optimization.

**abstract**

This paper depicts the activity developed during a curricular internship at Toyota Caetano Portugal, S.A, in Ovar.

The main goals of the project were to analyze and optimize the company's internal logistics processes, related to the flow of materials. To achieve these goals, several processes were analyzed, from devanning operations to the supply of production lines. Subsequently, for processes whose analysis reflected results below expectations, new solutions were thought and found.

Using the concept of continuous improvement all the time, some useful tools were also used, such as Standard Work and Lines Balancing, aiming to analyze the processes in the best possible way and find the most appropriate solutions. In the end, these solutions gave the company the possibility to increase employee productivity, increase work safety, decrease costs and optimize the usage of resources.

In addition, the 5S tool was also important in finding solutions for two particular problems that occurred during the analysis. The first concerns the implementation of the FIFO rule in a specific set of parts and the second, in turn, consisted of reusing an area for the creation of a supermarket for another type of parts.

In conclusion, the concept of continuous improvement, linked with the appropriate lean tools, allowed to understand what was not (and what was) being done in a proper way by the company, as well as finding solutions to the identified problems.

## Índice de conteúdos

1.	Introdução.....	1
1.1.	Motivação e objetivos.....	1
1.2.	Metodologia .....	2
2.	Revisão de literatura .....	5
2.1.	<i>Toyota Production System</i> (TPS) .....	5
2.2.	<i>Lean</i> .....	6
2.2.1.	Ferramentas <i>Lean</i> .....	7
2.2.1.1.	<i>Kaizen</i> .....	8
2.2.1.2.	Metodologias de Trabalho <i>Standard</i> .....	10
2.2.1.3.	5S .....	14
2.3.	Logística interna .....	15
2.3.1.	<i>Lean Logistics</i> .....	15
2.4.	Balanceamento de linhas de montagem .....	16
3.	Descrição do problema .....	19
3.1.	A empresa .....	19
3.1.1.	Fábrica de Ovar .....	20
3.2.	Descrição do processo produtivo e logístico.....	20
3.2.1.	Logística .....	20
3.2.2.	Soldadura .....	21
3.2.3.	Pintura .....	21
3.2.4.	Montagem .....	22
3.2.5.	Inspeção .....	23
3.3.	Introdução aos processos de logística interna.....	23
3.3.1.	Grupo 1.....	24
3.3.2.	Grupos 2 e 3.....	29



4.	Identificação de problemas e propostas de melhoria.....	37
4.1.	Análise dos processos relativos ao Grupo 1 .....	37
4.1.1.	Balanceamento da linha para uniformização da distribuição de tarefas 41	
4.2.	Análise dos processos relativos ao Grupo 2.....	53
4.2.1.	Conclusões finais dos processos relativos ao Grupo 2.....	56
4.3.	Análise dos processos relativos ao Grupo 3.....	56
4.3.1.	Conclusões finais dos processos relativos ao Grupo 3.....	58
5.	Análise e avaliação das propostas de melhoria .....	61
6.	Outras propostas de melhoria.....	65
6.1.	Melhoria relacionada com FIFO .....	65
6.2.	Melhoria relacionada com os <i>gabarits</i> .....	71
7.	Conclusões e perspectivas futuras.....	75
	Referências Bibliográficas.....	77
	ANEXOS .....	83

## Índice de figuras

Figura 1- Land Cruiser 70 .....	20
Figura 2- Layout do processo produtivo .....	23
Figura 3- Layout simplificado do armazém e colaboradores envolvidos.....	25
Figura 4- Layout simplificado da seção de soldadura com os colaboradores envolvidos.....	30
Figura 5- Quadro de gestão do picking e abastecimento .....	35
Figura 6- Parte do supermercado da soldadura.....	35
Figura 7- Primeiro posto da linha do body.....	35
Figura 8- Layout do armazém com os colaboradores envolvidos na nova solução .....	48
Figura 9- Conjuntos de peças 1, 2 e 3 antes da melhoria .....	66
Figura 10- Conjunto de peças 4 antes da melhoria .....	66
Figura 11- Conjunto de peças 5 antes da melhoria .....	66
Figura 12- Conjunto de peças 6 antes da melhoria .....	67
Figura 13- Disposição dos conjuntos no supermercado após a melhoria.....	69
Figura 14- Situação inicial dos <i>gabarits</i> .....	72
Figura 15- Área libertada para a criação do supermercado .....	72
Figura 16- Supermercado criado para os <i>gabarits</i> .....	73

## Índice de tabelas

Tabela 1- Tempo de trabalho do operador A num dia sem descargas .....	38
Tabela 2- Tempo de trabalho do operador A num dia com descargas .....	39
Tabela 3- Tempo de trabalho do operador B .....	39
Tabela 4- Tempo de trabalho do operador C .....	39
Tabela 5- Tempo de trabalho do operador D .....	40
Tabela 6- Tempo de trabalho do operador E .....	40
Tabela 7- Resumo final grupo 1 .....	41
Tabela 8- Ordenação das tarefas por ordem decrescente de tempo de processamento .....	43
Tabela 9- Tarefas atribuídas ao operador 1 pelo balanceamento.....	43
Tabela 10- Tarefas atribuídas ao operador 2 pelo balanceamento.....	44
Tabela 11- Tarefas atribuídas ao operador 3 pelo balanceamento.....	44
Tabela 12- Tempo de trabalho do operador A, em dias com descarga, com a nova solução.....	49
Tabela 13- Tempo de trabalho dos operadores B e D, em dias com descarga, com a nova solução.....	50
Tabela 14- Tempo de trabalho do operador C, em dias com descarga, com a nova solução.....	50
Tabela 15- Tempo de trabalho do operador A, em dias sem descarga, com a nova solução.....	51
Tabela 16- Tempo de trabalho dos operadores B e D, em dias sem descarga, com a nova solução.....	51
Tabela 17- Tempo de trabalho do operador C, em dias sem descarga, com a nova solução.....	51
Tabela 18- Resumo geral do grupo 1 com a nova solução .....	52
Tabela 19- Tempo de abertura de um lote de cabine simples no body .....	53
Tabela 20- Tempo de abertura de um lote de cabine dupla no body.....	53
Tabela 21- Tempo de abertura de um lote de cabine simples no deck.....	53
Tabela 22- Tempo de abertura de um lote de cabine dupla no deck.....	54
Tabela 23- Tempo de abertura de um lote no frame .....	54
Tabela 24- Número de lotes abertos, por tipo, na pior situação.....	54

Tabela 25- Tempo de trabalho dos operadores F e G .....	55
Tabela 26- Resumo geral grupo 2 .....	55
Tabela 27- Tarefas do operador H e respectivos tempos.....	57
Tabela 28- Tarefas do operador I e respectivos tempos .....	57
Tabela 29- Tempo de trabalho dos operadores H e I .....	58
Tabela 30- Resumo geral grupo 3 .....	58

## **Glossário**

**CKD-** *Completely Knocked Down.*

**Genchi Genbutsu-** “ir, ver e entender”. Expressão japonesa que significa que a melhor prática para resolver problemas é ir e ver no local.

**Jidoka-** palavra japonesa que traduz o conceito de automação. Significa dotar as pessoas e equipamentos com meios e capacidades para resolver problemas no imediato.

**Just-in-time-** produzir e transportar aquilo que é necessário, no tempo necessário e na quantidade necessária.

**Muda-** Desperdício.

**Mura-** Desequilíbrio ou variabilidade numa operação.

**Muri-** Sobrecarga de trabalho.

**PDCA-** *Plan, Do, Check, Act.* Método iterativo de quatro passos para controlo e melhoria de processos.

**Seiketsu-** Normalização.

**Seiri-** Organização.

**Seiso-** Limpeza.

**Seiton-** Sistematização.

**Shitsuke-** Autodisciplina.

**SWC-** *Standard Work Chart.*

**SWCT-** *Standard Work Combination Table.*

**SWRS-** *Standard Work Recording Sheet.*

**TPS-** Sistema de produção Toyota, baseado na produção *lean*, na redução de desperdícios e na gestão e controlo de qualidade.

**WSS-** *Work Step Sheet.*

**Yamazumi-** Gráfico de barras empilhado que mostra o equilíbrio de cargas de trabalho entre os operadores, durante o tempo de um ciclo, tipicamente numa linha de produção.



## 1. Introdução

Cada vez mais as empresas focam muitos dos seus esforços em atividades de melhoria contínua, com o objetivo de usar o mínimo de recursos e obter o máximo de lucros. A filosofia *lean*, cada vez mais usada pelas organizações em todo o mundo, apareceu quando Taiichi Ohno, antigo gestor de produção da Toyota, criou o *Toyota Production System* e começou a ganhar cada vez mais importância desde então, debaixo do nome de *lean production* ou *lean thinking*. Com o objetivo principal de reduzir ao máximo os desperdícios, esta filosofia é indispensável para as organizações perseguirem constantemente a perfeição, através da otimização dos processos e o aumento de atividades que acrescentem valor ao longo de todo o fluxo, desde os fornecedores até ao cliente.

Neste contexto, as atividades de análise de processos são de grande importância para as empresas, uma vez que os seus resultados podem reduzir o desperdício e otimizar a utilização dos recursos existentes. Começando pela visualização e compreensão dos processos, para posterior identificação e implementação de oportunidades de melhoria através do auxílio de ferramentas *lean*, este tipo de análise tem um papel crucial para as organizações implementarem uma cultura de melhoria contínua.

### 1.1. Motivação e objetivos

Este projeto de estágio, realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, teve lugar na Toyota Caetano Portugal, S.A., em Ovar. O principal objetivo do projeto consistiu em encontrar e implementar oportunidades de melhoria no processo de logística interna da empresa, desde a receção do material (que chega em caixas CKD) até ao abastecimento das linhas de soldadura. Este processo engloba as descargas dos vários tipos de contentores que chegam à fábrica, o armazenamento das caixas no armazém, o abastecimento às zonas de abertura, onde as caixas são abertas e o material é colocado no supermercado, o *picking* e o abastecimento de material às linhas de soldadura.

Uma vez que a empresa não tinha a documentação destes trabalhos atualizada, foi necessária a implementação dos documentos de trabalho *standard* nestes processos para, posteriormente, analisá-los e identificar oportunidades de

melhoria, com vista à sua implementação e contabilização dos ganhos que estas trariam à empresa.

Para alcançar o objetivo principal foram determinados alguns objetivos intermédios que necessitavam de ser concretizados:

- Caracterização inicial do processo logístico da empresa;
- Implementação dos documentos *standard* da empresa no processo logístico;
- Identificação de oportunidades de melhoria;
- Otimização de rotas e recursos;
- Desenvolvimento de um documento para controlo de operações e produtividade nos vários processos analisados;
- Contabilização dos ganhos após a implementação das ações de melhoria;

## 1.2. Metodologia

Em primeiro lugar, foi preciso ficar a conhecer os processos de modo a entender na perfeição como todos funcionam e se relacionam uns com os outros. Para a total compreensão dos mesmos, o conceito japonês *Genchi Genbutsu*, que em português significa “ir ao chão de fábrica e ver por si mesmo”, foi essencial. Primeiramente, só é possível compreender os processos na sua totalidade quando se dedica tempo para a sua visualização e, para além disso, foi possível esclarecer todas as dúvidas que foram surgindo, com as pessoas que executam os processos. Para além de ter sido vital para a compreensão, começaram a surgir já nesta fase algumas ideias relativas a possíveis oportunidades de melhoria a implementar.

Em segundo lugar, foi feita a gravação em vídeo de todos os processos envolvidos, desde a receção do material até ao abastecimento da linha de soldadura.

Feitas as gravações de vídeo, o próximo passo foi proceder à sua visualização e fazer uma análise rigorosa através dos documentos de trabalho *standard-Standardized Work Recording Sheet* (SWRS), *Work Step Sheet* (WSS), *Standardized Work Combination Table* (SWCT) e *Standardized Work Chart* (SWC).



Nesta fase, começou a perceber-se que a elaboração de todos os documentos *standard*, em todos os processos, seria algo muito mais dispendioso em termos de tempo do que aquilo que foi pensado inicialmente. Isto aconteceu uma vez que a empresa utiliza estes documentos maioritariamente para as linhas de produção, onde os takt times estão definidos e o tempo de cada estação de trabalho é sempre o mesmo por unidade (38 minutos). Pelo contrário, os processos de logística não são sempre iguais e existem tarefas que apenas são executadas de x em x unidades. Isto fez com que muitas vezes os vídeos a analisar tivessem a duração de 2h ou mais. Perante esta constatação, chegou-se à conclusão que seria melhor elaborar, para cada processo, apenas os dois documentos que poderiam ser mais úteis em termos de análise de tempos: *Standardized Work Recording Sheet* (SWRS) e *Work Step Sheet* (WSS). A análise dos processos através destes documentos foi vital no sentido de definir metodologias *standard* para a execução dos processos, identificar deslocações excessivas por parte dos trabalhadores e medir a produtividade destes. Para além destes, foi também desenvolvido um documento para o controlo de operações e produtividade, denominado de *Yamazumi*, para cada um dos processos, com o objetivo de medir as cargas de trabalho atribuídas a cada colaborador e perceber onde é que as mesmas poderiam ser melhoradas. No total, entre vídeos, documentos *standard* e *yamazumis*, foram desenvolvidos cerca de 200 ficheiros.

Após a recolha de todos os dados necessários e a elaboração dos documentos, utilizou-se uma das técnicas mais usadas no balanceamento de linhas de montagem- *Largest Candidate Rule*. Tentou-se, para isso, adaptar a mesma à realidade logística do problema em estudo, de modo a perceber se as suas soluções poderiam ser úteis para os problemas logísticos em questão.

Por fim, e após identificadas todas as oportunidades a concretizar, o objetivo passaria por proceder à sua execução, fundamentalmente à luz de ciclos PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). Posteriormente, o foco seria interpretar e contabilizar os ganhos que a empresa teria com a sua implementação. Não foi possível implementar as melhorias identificadas durante o tempo do estágio, no entanto, foi feita uma previsão dos possíveis ganhos obtidos com estas.

O documento encontra-se dividido por capítulos, com a seguinte estrutura:

- **Capítulo 2-** Revisão de literatura: foca-se na revisão bibliográfica do estado de arte das principais ferramentas, metodologias e conceitos utilizados para a realização do projeto.
- **Capítulo 3-** Descrição do problema: começa por ser feita uma apresentação da empresa para explicar o contexto em que o trabalho foi desenvolvido. Seguidamente é apresentada a situação inicial dos processos analisados.
- **Capítulo 4-** Identificação de problemas e propostas de melhoria: são feitas as análises aos diversos processos e identificados os problemas.
- **Capítulo 5-** Análise e avaliação das propostas de melhoria: são analisadas as propostas de melhoria sugeridas e verificados os ganhos que estas trariam para a empresa.
- **Capítulo 6-** Outras propostas de melhoria: são descritas outras melhorias identificadas que, embora não estejam diretamente relacionadas com os processos em análise, foram implementadas e trouxeram vantagens para a empresa.
- **Capítulo 7-** Conclusões e perspetivas futuras: são referidas as principais conclusões obtidas com a realização deste projeto, bem como aquilo que se espera que seja feito para dar seguimento ao trabalho desenvolvido.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1. *Toyota Production System (TPS)*

A criação do *Toyota Production System* (TPS) foi liderada por Taiichi Ohno, chefe de produção da Toyota no período posterior à Segunda Guerra Mundial, ao longo das décadas de 1950 e 1960. Formado sobre os pilares de *just in time* e *jidoka* - o primeiro diz respeito a um sistema de produção baseado em prevenir desperdício, produzindo apenas a quantidade de bens necessários para um período específico (Cambridge University Press, 2020) e o segundo tem como objetivo dar ênfase a problemas de qualidade quando estes ocorrem e corrigir esses problemas no imediato (Vörös & Rappai, 2016) - este sistema foi desenvolvido para fornecer a melhor qualidade, com o menor custo, através do lead time mais curto, sempre com o foco na eliminação de desperdício.

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão encontrava-se numa situação que a Toyota descrevia em duas condições. A primeira dizia respeito à falta de recursos naturais, o que fazia com que fosse necessário importar grandes quantidades de materiais, uma vez que o país se encontrava numa situação desfavorável relativamente ao custo de matérias-primas, quando comparado com os países europeus e americanos. Para ultrapassar este obstáculo, as indústrias japonesas tinham de concentrar os seus esforços em produzir bens de melhor qualidade, com maior valor acrescentado, mas com um custo de produção menor comparativamente com outros países. A segunda condição focava-se no conceito de trabalho japonês, que diferia dos países dos restantes continentes em termos de consciência e atitude, aspetos que advêm da cultura do país. Valores como igualdade, consciência de grupo, desejo de melhorar e diligência caracterizam uma cultura que ao longo da história teve sempre uma raça homogênea, não havendo espaço para discriminações. Para além disso, devido a uma melhor educação baseada no constante desejo de serem melhores, os japoneses são, normalmente, pessoas melhores instruídas que focam muito a sua vida no trabalho.

Com base nestas duas condições reconhecidas pela Toyota, a empresa planeou e pôs em prática o seu sistema de produção, focando em duas regras básicas que iam de encontro às condições identificadas. A primeira regra dizia respeito à redução do custo, através da eliminação de desperdício, o que levou ao

desenvolvimento de um sistema contínuo, onde tudo o que não fosse a mínima quantidade de recursos (materiais e humanos) essenciais para a produção, era apenas mais uma forma de aumentar custos e teria, então, de ser eliminado. A segunda regra baseava-se no total aproveitamento das capacidades dos trabalhadores, que mereciam ser tratados com a maior consideração possível e ter condições para mostrar todas as suas capacidades por eles próprios (Sugimori et al., 1977). Nenhum trabalhador estaria motivado a eliminar desperdício se não fosse parte do sistema e da tomada de decisão que o acompanha. A cultura Toyota pode, então, ser descrita como uma compreensão mútua entre as pessoas e o trabalho que elas desempenham (Marksberry, 2011).

## 2.2. Lean

O termo *lean* não foi inventado de uma vez só, sendo sim o resultado de uma aprendizagem dinâmica que adaptou práticas dos setores automóvel e têxtil japoneses (Holweg, 2007) e surgiu por em 1990 por James P. Womack, Daniel Roos e Daniel T. Jones através da publicação do *The Machine that Changed the World*, que resumia os resultados de uma pesquisa de 5 anos feita pelo *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, chamada *The International Motor Vehicle Program* (Stone, 2012). Esta publicação introduzia *lean*, na altura, como um novo paradigma que ia além da produção em massa e usou o TPS como principal referência. A partir daí, o conceito ganhou uma espécie de “vida própria” e começou a ser usado por inúmeras empresas, tanto na produção como nos serviços (Lander & Liker, 2007), tornando-se no termo mais aceite por todos. Resumindo, os valores e ideias do *Toyota Production System* começaram a ser implementados num grande número de organizações em todo o mundo, debaixo do termo *lean production* ou *lean thinking* (Chiarini, 2011).

Uma vez que tomou o *Toyota Production System* como principal referência, assenta em pilares muito idênticos ao do sistema produtivo criado por Taiichi Ohno, tendo a eliminação de desperdício como foco principal e baseando-se nos seguintes princípios, identificados por Womack et al., (2003) e citados por Mostafa et al., (2013):

- Definir valor da perspectiva do cliente;
- Mapear a cadeia de valor para alcançar o valor predefinido para o cliente;
- Criar um fluxo contínuo ao longo da cadeia de valor definida;
- Estabelecer sistemas de produção *pull* (produzir apenas a quantidade requerida pelos clientes em vez de produzir para stock);
- Perseguir a perfeição.

Rodrigues et al. (2013), citando Womack e Jones (1996), define desperdício como “toda a atividade humana que absorve recursos e não cria valor” e Chahala & Narwal (2017) dividem os desperdícios em sete tipos diferentes, de acordo com a categorização feita por Taiichi Ohno:

- Excesso de Produção;
- Tempos de espera;
- Operações de transporte;
- Processamento inadequado ou excesso de processamento;
- Inventário excessivo;
- Movimento desnecessário;
- Defeitos.

De forma muito sucinta, o objetivo principal da filosofia *lean* é proceder à eliminação destes desperdícios, de modo a alcançar o valor pretendido pelo cliente com o menor custo e maior qualidade possíveis, através do uso de técnicas e ferramentas que andam constantemente de “mãos dadas” com esta filosofia.

### **2.2.1. Ferramentas *Lean***

Um sistema *lean manufacturing* é um conjunto de técnicas e ferramentas que visam a identificação e a eliminação de desperdício (Anvari, 2010, citado por Mostafa et al., 2013). Existem diversas ferramentas associadas à filosofia *lean* que foram criadas com o objetivo de auxiliar e contribuir para a sua correta implementação dentro das organizações e, embora cada uma tenha um propósito específico, todas elas acabam por estar interrelacionadas e representam os

princípios *lean* numa forma implementada (Mostafa et al., 2013). No fundo, são estas ferramentas que permitem passar da teoria à prática e implementar realmente esta filosofia numa organização.

Algumas das técnicas e ferramentas mais usadas são: *Just-in-Time* (JIT), *Jidoka*, *Takt Time*, *PDCA cycles*, *Key Performance Indicators* (KPI), *5S*, *Kaizen*, *Kanban*, *Six Sigma*, *Total Productive Maintenance* (TPM), *Total Quality Management* (TQM), *Value Stream Mapping* (VSM), *Work Standardization*, *Single Minute Exchange to Die* (SMED), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Work in Progress* (WIP), *Visual Management*.

A implementação das ferramentas deve ser estudada e ponderada, de modo a serem escolhidas aquelas que realmente terão um impacto positivo para a organização e assegurar que são implementadas de forma correta. No entanto, quando bem escolhidas e utilizadas, elas são uma grande ajuda para as organizações alcançarem altos níveis de qualidade enquanto reduzem significativamente os desperdícios, podendo assim satisfazer as necessidades dos seus clientes ao mesmo tempo que cortam nos custos (Gonzalez et al., 2019).

Os próximos capítulos fazem uma pequena revisão sobre as ferramentas mais usadas na realização deste projeto.

#### 2.2.1.1. *Kaizen*

*Kaizen*, termo japonês que traduzido significa melhoria ou mudança para melhor, é uma ferramenta *lean* com foco na melhoria contínua de todo o tipo de processos dentro de uma organização, envolvendo tanto operários como diretores (Suárez-Barraza & Rodríguez-González, 2015). Kumar & Harms (2004) defendem que a melhoria contínua só pode ser alcançada através de técnicas que permitam identificar desperdício, para posteriormente eliminá-lo através de atividades *kaizen*. Do ponto de vista *kaizen*, entendem-se três tipos de desperdício, classificados da seguinte forma, de acordo com Oliveira (2011):

- **MUDA**- desperdício relacionado com as atividades do processo que não acrescentam valor e têm, portanto, de ser eliminadas.

- **MURA-** desperdício relacionado com a variabilidade do produto e consequente perda de qualidade.
- **MURI-** desperdício relacionado com a complexidade. As operações e as respetivas sequências devem ser o mais simples e diretas possível, pelo que a padronização de operações simples e a sua combinação sequencial são a melhor forma de combater este tipo de desperdício.

Suárez-Barraza et al. (2011) divide *kaizen* em três diferentes perspetivas:

- ***Kaizen* como uma filosofia de gestão:** envolve um conjunto de princípios e valores que sustentam a gestão da organização. Esta perspetiva baseia-se nos valores, culturas e ideias fundadas nas fábricas japonesas nos anos 60 e 70 e foca-se na gestão através da implementação e melhoria de padrões de trabalho. Do ponto de vista *kaizen* como filosofia de gestão, uma organização deve ser gerida através da padronização, uma vez que a acumulação e incrementação de melhorias só pode ser levada a cabo quando os *standards* são estabelecidos e confirmados através do trabalho diário. Através do uso de ferramentas como ciclos PDCA, SMED, *Kanban*, JIT, TPM ou 5S, esta perspetiva tem a implementação e melhoria de *standards*, a consistência, a disciplina e o foco no processo como valores base para a sua correta realização.
- ***Kaizen* como componente de TQM:** baseia-se no comprometimento da organização em examinar processos técnicos e administrativos com vista à descoberta de melhores formas de trabalhar e assegurar a qualidade dos produtos. Esta perspetiva utiliza ferramentas como *Quality Control Cycles*, *Benchmarking*, gráficos de controlo e de fluxos, KPI's e as 7 ferramentas da qualidade com o objetivo de basear as decisões em factos e alcançar uma dinâmica de melhoria contínua, de forma a assegurar que as necessidades do cliente são satisfeitas.

- ***Kaizen* como princípio teórico para técnicas e metodologias de melhoria:** esta perspectiva vê *kaizen* como um princípio para reduzir desperdícios, reduzir *lead times*, otimizar a entrega de bens *just-in-time* e melhorar *cash flows*. Os autores defendem que esta perspectiva vai muito ao encontro da primeira (filosofia de gestão), tendo, no entanto, um foco micro do ponto de vista organizacional, uma vez que se foca em operações e processos específicos de trabalho e na participação do trabalhador. Através do uso de ferramentas como VSM, 5S, padronização, DMAIC, mapeamento e redesenho de processos e balanceamento de fluxos, esta perspectiva tem como objetivo assegurar valores como a eliminação do *muda*, o trabalho em equipa, o uso da capacidade dos trabalhadores e a descoberta de oportunidades de melhoria.

#### 2.2.1.2. Metodologias de Trabalho *Standard*

Trabalho *standard* consiste num conjunto de procedimentos de trabalho que visam definir as melhores sequências e métodos para cada processo, desempenhado por cada trabalhador (Bragança & Costa, 2015). As sequências definidas devem ser seguidas exatamente como são estabelecidas, sem espaço para improvisações. Através da implementação de procedimentos de trabalho *standard*, torna-se mais fácil medir o tempo gasto pelos operadores em cada atividade e alcançar a duração pretendida para atividades repetitivas, uma vez que a sequência é sempre realizada da mesma maneira. Para além disso, e não menos importante, fica mais fácil identificar fontes de desperdício, oportunidades de melhoria e atividades que não acrescentam valor. Sucintamente, a implementação de *standards* de trabalho é a forma mais segura e mais eficaz de desempenhar qualquer processo de trabalho, no menor tempo e com a melhor utilização de recursos (Mor et al., 2018). No fundo, é a melhor maneira de compreender de que forma é que o trabalho é realizado e compará-lo com como se espera que seja realizado, percebendo assim o desfasamento entre expectativas e realidade e tirando ilações relativamente ao produto, ao processo e às pessoas (Spear, 2004).



Nakagawa (2005) defende que os procedimentos de trabalho *standard* devem satisfazer alguns requisitos, de forma a serem bem implementados e compreendidos pelos trabalhadores:

- Em primeiro lugar, devem ser fornecidos os passos e detalhes necessários para desempenhar a atividade com o mínimo de desperdício, incluindo os métodos, sequências, duração de cada atividade, prioridades relacionadas com segurança e qualidade, componentes necessários e inventário de material;
- Em segundo lugar, os procedimentos devem ser fáceis de interpretar e compreender pelos trabalhadores, com frases e termos simples;
- Por último, o conteúdo deve ser facilmente revisto, para os casos em que é necessário fazer qualquer tipo de alterações.

A implementação do trabalho *standard* deve ser realizada de uma maneira específica, de forma a assegurar que trará reais benefícios para os processos. Com isto em mente, Puvanasvaran et al. (2018) definiu alguns passos que devem ser seguidos:

1. Estudar o processo e documentar os passos específicos (permitirá encontrar problemas e desperdícios no processo);
2. Analisar os problemas, atuar por forma a resolvê-los e reduzir/eliminar o desperdício;
3. Implementar as soluções identificadas, estabelecer novos *standards* e medir os resultados;
4. Repetir o ciclo num esforço constante para alcançar a melhoria contínua.

Williams (2001) define três elementos chave para o trabalho *standard*: *takt time*, sequência de trabalho *standard* e trabalho *standard* em processo.

- ***Takt time***: é a taxa de consumo do cliente e define o ritmo de trabalho dos operadores. Trabalhar de acordo com um *takt time* melhora o ritmo das

operações, resultando num estável e suave fluxo de bens. Gerir a produção através de um *takt time* permite detetar condições anormais e responder imediatamente, em vez de esperar pelo fim de um turno para perceber o que não está a ser feito da maneira correta.

*Takt Time* = Tempo Disponível/ Output Desejado.

- **Sequência de trabalho *standard*:** séries repetitivas de passos necessários para realizar a tarefa desejada. O maior foco reside na consistência e não na eficiência, uma vez que tornando os passos mais estáveis e repetitivos de unidade para unidade, haverá também uma maior eficiência e oportunidades de melhoria serão reveladas.
- **Trabalho *standard* em processo:** é o mínimo inventário de trabalhos em processo necessários para as operações fluírem suavemente. Excesso de inventário abrandará o fluxo das unidades e falta dele abrandará os operadores. Ambas as situações resultam num défice de produtividade.

Existem diversos documentos relacionados com o trabalho *standard*, cada qual com estruturas e objetivos específicos. Quatro dos documentos mais usados são: *Standardized Work Recording Sheet*, *Work Step Sheet*, *Standardized Work Combination Table* e *Standardized Work Chart*.

### ***Standardized Work Recording Sheet***

A *Standardized Work Recording Sheet* é um recurso organizacional que permite a análise, a otimização, a padronização e a documentação de processos. Este documento consiste na descrição de todas as micro atividades desempenhadas pelo trabalhador, através da visualização videográfica dos processos, seguidas pelo respetivo tempo necessário para executá-las.

### ***Work Step Sheet***

A *Work Step Sheet* é um documento derivado da *Standardized Work Recording Sheet*, onde as micro atividades são agrupadas em macro atividades.

O principal objetivo é educar os trabalhadores, através da definição de padrões de trabalho e identificar oportunidades de melhoria. Através da definição de *standards*, a transparência pode ser aumentada, resultando em processos possíveis de analisar e otimizar no que toca a desperdício e espaço para melhorias (Pötters et al., 2018).

### ***Standardized Work Chart***

O *Standardized Work Chart* é usado para mostrar o layout da área, as pessoas e o fluxo das unidades, onde o trabalho em processo está localizado e em que quantidades. Muitas vezes denominado por *spaghetti chart* devido às inúmeras linhas em toda a página, tem como principal objetivo representar excessivas deslocações dos trabalhadores. O objetivo é tornar este documento cada vez mais limpo, através das várias melhorias que vão sendo efetuadas (Williams, 2001).

### ***Standardized Work Combination Table***

A *Standardized Work Combination Table* é usada para perceber a melhor combinação entre o trabalho do operador, as suas deslocações e o trabalho da máquina, caso exista. Deve refletir a sequência *standard* do operador e o tempo exetável para completar cada passo dentro do *takt time* definido. Este documento consiste numa representação gráfica de dados recolhidos pelos *Standardized Work Recording Sheet* e *Standardized Work Chart*, onde qualquer deslocação ou tempo de espera excessivo será claramente representado e indicado como oportunidade de melhoria (Williams, 2001).

### 2.2.1.3. 5S

Segundo Randhawa & Ahuja (2017), 5S é uma técnica de gestão desenvolvida por Takshi Osada em 1980, com o objetivo de providenciar melhor qualidade, produtividade e segurança no ambiente de trabalho. Kobayashi et al. (2008) defende que o conceito de 5S envolve atividades de melhoria em qualquer ambiente, incluindo casas, escolas, comunidades e locais de trabalho, independentemente do tamanho e do tipo. O mesmo autor reitera que a implementação desta metodologia pode descobrir problemas que de outra forma não seriam descobertos, tendo como principais benefícios limpeza, ordem e disciplina. Por sua vez, Gapp et al. (2008) refere que este conceito é utilizado como uma plataforma para desenvolver um sistema integrado de gestão para ser usado paralelamente ao TPM (*Total Productive Maintenance*).

Os 5S referem-se aos acrónimos japoneses *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*, que significam respetivamente triagem, organização, limpeza, normalização e disciplina:

- **Triagem:** o objetivo passa por focar-se apenas naquilo que é essencial, removendo tudo aquilo que é desnecessário;
- **Organização:** foca-se na organização do trabalho, dos trabalhadores, equipamentos, peças e instruções, para evitar ineficiências;
- **Limpeza:** remete para a limpeza do local de trabalho, de modo a que tudo esteja ao alcance dos colaboradores;
- **Normalização:** importância de assegurar que todos os procedimentos são transversais;
- **Disciplina:** ter a certeza de que todas as regras e procedimentos são cumpridos e respeitados.

A implementação destes conceitos deve ser vista a longo prazo, sendo que o principal desafio é a eficiência com que eles são implementados dia após dia (Randhawa & Ahuja, 2017).

### 2.3. Logística interna

Logística é um termo tradicionalmente usado para descrever a gestão do fluxo de materiais e informação numa organização (Gutierrez-Gutierrez et al., 2016), incluindo atividades como transporte, armazenamento, gestão de stocks, empacotamento e expedição de materiais, planeamentos de oferta e de procura, etc. Uma das subáreas da logística é a logística interna, responsável pelo fluxo de material dentro da fábrica, controlando e gerindo atividades como receção de materiais, armazenamento de matérias primas e produtos acabados e materiais para abastecer as linhas de produção, normalmente através do uso de supermercados (Antunes et al., 2013). Sucintamente, podemos ver logística como um todo que controla fluxos dentro e fora do espaço físico da empresa, e logística interna como uma pequena parte, responsável apenas pelos fluxos dentro da fábrica.

#### 2.3.1. Lean Logistics

*Lean logistics*, disciplina derivada do *lean manufacturing*, aplica o *lean thinking* para gerir as atividades logísticas de uma organização (Wang, 2015). Tem, portanto, o objetivo de enfatizar a eliminação de desperdícios, melhorar gradualmente as operações, fazer uma otimização geral dos processos logísticos e ir ao encontro dos desejos do cliente (Tong et al., 2015).

As atividades logísticas acarretam diversas fontes de desperdício, nomeadamente atividades de transporte, stock desnecessário, defeitos e principalmente tempos de espera (Bamber & Dale, 2000). Relativamente aos tempos de espera, os principais exemplos são tempos de preparação, tempos de inatividade e movimentos dos trabalhadores (Domingo et al., 2007). Gyulai et al. (2013) definiu algumas características fundamentais para o *lean logistics*:

- Fluxo de materiais sincronizado e controlado temporalmente;
- Padronização de fluxos;
- Princípio *pull*;
- Estabilidade;
- Integração;
- Perfeição.

De entre todos eles, o autor definiu o princípio *pull* como o mais importante, significando que o material apenas é transferido para o posto de trabalho quando está realmente em vias de ser necessário.

Ferramentas *lean* como *Kanban* e *Value Stream Mapping* estão diretamente relacionadas com a melhoria dos processos logísticos, muitas vezes auxiliadas por outras como trabalho de equipa, *six sigma*, 5S e *Total Productive Maintenance* (TPM) (Wichaisri & Sopadang, 2017).

#### **2.4. Balanceamento de linhas de montagem**

Linhas de montagem são sistemas de produção orientados a fluxos, que são tipicamente usados na produção industrial de produtos padronizados. Estas linhas consistem numa sequência de estações de trabalho, cada qual com tarefas atribuídas, para que o produto passe por todas elas, de modo a que todas as tarefas necessárias sejam efetuadas (Becker & Scholl, 2006). A otimização de linhas de montagem é efetuada com base em duas atividades principais: a primeira é determinar e aplicar o nível de automação mais adequado em cada linha, balanceando o investimento em automação com o output e, por sua vez, a segunda é o balanceamento da linha de montagem, distribuindo as tarefas pelas diferentes estações de trabalho, de modo a que o tempo necessário para cada estação completar o seu trabalho seja próximo do mesmo (Kharuddin et al., 2019). O mesmo autor refere que o objetivo do balanceamento de linhas de montagem é reduzir tempos de espera e, ao mesmo tempo, permitir aumentar a eficiência da linha, diminuindo o número de estações de trabalho, tempo de ciclo ou ambos.

Becker & Scholl (2006) defendem que todos os tipos de problemas relacionados com o balanceamento de linhas de montagem consistem em encontrar uma solução viável para atribuir cada tarefa a uma estação de trabalho de modo a que todas as condições de precedência e restrições sejam satisfeitas.

Existem diferentes métodos de balancear uma linha de montagem, uns mais complexos que outros, mas todos com o objetivo de aumentar a eficiência da linha e reduzir os tempos de espera. Três dos métodos mais conhecidos são

o *Ranked Positional Weight* (RPW), o método *J-Wagon* e o *Largest Candidate Rule* (LCR):

- ***Ranked Positional Weight (RPW)***- este método consiste em atribuir as tarefas às estações de trabalho, dando prioridade às operações com maior peso, que são atribuídas antes daquelas que têm um peso menor. O peso é calculado com base num diagrama de precedências, adicionando o tempo de processamento da própria tarefa com o tempo de todas as tarefas que a seguem diretamente no diagrama de precedências (Kharuddin et al., 2019).
- ***Método J-Wagon***- este método consiste em atribuir as tarefas às estações de trabalho, dando prioridade às tarefas que contêm mais operações elementares, que são atribuídas antes daquelas que têm menos operações. O número de operações chama-se número de *Wagon* (Alif & Aribowo, 2019).
- ***Largest Candidate Rule (LCR)***- este é o método mais simples e mais fácil de compreender. As tarefas são atribuídas consoante o seu tempo de processamento, sendo atribuídas por ordem decrescente. Ou seja, as tarefas que têm um maior tempo de processamento são atribuídas primeiro do que aquelas que têm um tempo menor (Kharuddin et al., 2019).

Todos estes métodos, apesar de aplicados de maneiras diferentes e, por isso, fornecerem diferentes soluções, têm um objetivo comum- distribuir as tarefas de forma equilibrada pelos postos de trabalho, de maneira a que cada posto respeite o tempo de ciclo (tempo máximo de desempenho permitido a cada posto de trabalho).





### 3. Descrição do problema

Neste capítulo é descrito o contexto do problema, e as condições sob as quais o mesmo foi estudado e analisado. Primeiramente, é feita uma apresentação da empresa e da fábrica de Ovar, seguindo-se uma descrição do processo produtivo e logístico da mesma. Posto isto, é introduzida a realidade de logística interna da empresa e é descrito o contexto em que o trabalho foi desenvolvido.

#### 3.1. A empresa

A Toyota Caetano Portugal, S.A foi fundada em 1946 por Salvador Fernandes Caetano, sob o nome de Martins & Caetano & Irmão, LDA (mais tarde passou a chamar-se Salvador Caetano IMVT-SA, até 2007, quando se passa a chamar Toyota Caetano Portugal, S.A) e dedicava-se inicialmente à produção de carroçarias de autocarros, atividade que ainda hoje está presente no grupo Salvador Caetano através da CaetanoBus.

No dia 17 de Fevereiro de 1968, Salvador Caetano assinou um contrato de importação e distribuição da marca Toyota para Portugal, através de uma visita à *Toyota Motor Corporation*, no Japão. A empresa está atualmente localizada em três diferentes sítios. Em Vila Nova de Gaia dá-se a importação de automóveis ligeiros comerciais e de passageiros Toyota, a importação e comercialização de peças e assistência técnica, a importação, comercialização e assistência pós-venda de máquinas de movimentação de cargas e a distribuição, comercialização e assistência após-venda de miniautocarros Caetano em Portugal. Na fábrica de Ovar realiza-se a montagem de comerciais ligeiros Toyota (atualmente o *Land Cruiser 70*) e a incorporação de componentes em veículos comerciais. No carregado efetua-se a comercialização e assistência após-venda de máquinas de movimentação de cargas (Toyota Caetano Portugal, 2020a).

Atualmente, a empresa faz parte do Grupo Salvador Caetano que é composto por mais de 100 empresas na Europa, em África e na Ásia e atua em diversas áreas de negócio como a indústria, a distribuição, retalho, energia e serviços.

### 3.1.1. Fábrica de Ovar

A fábrica de Ovar foi inaugurada em 1971 e foi a primeira fábrica da Toyota na Europa. Desde a sua fundação que esta unidade fabril abasteceu mercados de diversos países, entre os quais Portugal, França, Reino Unido, Espanha, Holanda, Bélgica, Dinamarca, Irlanda, Alemanha e Noruega. Ao longo de vários anos a fábrica de Ovar produziu alguns dos modelos mais populares da marca como o *Corolla*, o *Corona*, o *Starlet*, a *Hilux*, a *Hiace* e a *Dyna*. Desde 2015 até aos dias de hoje, a fábrica conta com uma linha de montagem dedicada à produção do *Land Cruiser 70*, que é exportado para a África do Sul, sendo que em Fevereiro de 2020 registava-se uma produção acumulada de 300 175 unidades (Toyota Caetano Portugal, 2020b). A figura 1 mostra o modelo produzido pela fábrica, o *Land Cruiser 70*.



Figura 1- *Land Cruiser 70*

## 3.2. Descrição do processo produtivo e logístico

### 3.2.1. Logística

A Toyota Caetano Portugal, S.A dedica a sua produção à montagem do *Land Cruiser 70*, sendo que os componentes são importados do Japão e o produto final é exportado para a África do Sul. A fábrica produz 6 modelos diferentes do *Land Cruiser 70*, que diferem entre si consoante o tipo de cabine (simples ou dupla) e o tipo de motor.

O material chega à fábrica em lotes CKD (*Completely Knocked Down*), cada lote composto por 16 ou 19 caixas, consoante se é de cabine simples ou cabine dupla, respetivamente, e com material necessário à produção de 5 carros. Após a descarga do material, as caixas são colocadas no armazém, consoante o seu destino: as caixas com material para a linha de soldadura são armazenadas no armazém da soldadura e as caixas necessárias à linha da montagem são colocadas no armazém da montagem. À medida que as caixas vão sendo necessárias nas

linhas de produção, as mesmas vão sendo abastecidas às zonas de abertura da soldadura e da montagem. Chegadas às zonas de abertura, as caixas são abertas e os componentes são distribuídos pelos respetivos locais nos supermercados, de onde são depois retirados pelos colaboradores do *picking* para fazer o abastecimento às linhas de produção.

### **3.2.2. Soldadura**

O carro começa a ser montado na seção da soldadura. Esta seção está dividida por postos, que efetuam um de dois tipos diferentes de soldadura (soldadura por pontos ou semiautomática), e apresenta quatro linhas: *body*, *deck*, *frame* e *metal finish*. Na linha do *body* começa por montar-se o “esqueleto” da cabine do carro: as estruturas do capô, as laterais e o fundo. A linha do *deck* é paralela à do *body* e é responsável pela montagem da parte traseira do carro, uma espécie de caixa aberta. Após a saída das respetivas linhas, o *body* e o *deck* do carro seguem para a linha do *metal finish* separadamente, onde são feitas reparações ao metal e são colocadas as portas e o capô no *body*. A linha do *frame* é independente das outras todas e é responsável pela montagem do chassis. Nesta linha existe um robô de soldadura, responsável por soldar grande parte dos pontos. Após a saída das linhas do *frame* e do *metal finish*, as três partes já montadas (*body*, *deck* e *frame*) são colocadas num compartimento chamado de “*night storage*”, onde aguardam pela entrada na linha da pintura.

### **3.2.3. Pintura**

Na seção da pintura, as partes passam por um conjunto de diferentes tanques, onde são efetuadas diversas lavagens e aplicações de tinta. O processo inicia-se com a pré-lavagem das três partes (*body*, *deck* e *frame*), onde o objetivo é eliminar impurezas, sujidade e gorduras provenientes do processo de soldadura. O posto seguinte consiste no pré-tratamento da chapa, através da aplicação de um tratamento químico, que tem como objetivo preparar as superfícies metálicas para a aplicação posterior de revestimentos, para além de aumentar a proteção contra a corrosão. Após o pré-tratamento inicia-se o processo de pintura por eletrodeposição (ED), onde se aplica um revestimento primário orgânico sobre a

chapa através de uma descarga elétrica. Este tipo de pintura tem como principal objetivo fornecer uma alta proteção contra a corrosão aos materiais e, quando finalizada, as partes adquirem uma cor preta. Depois do ED, eliminam-se alguns defeitos que possam ter surgido através da lixagem das superfícies afetadas. No fim deste processo, o *frame* sai da linha da pintura e é transportado para junto da seção da montagem, onde espera para entrar em linha. No entanto, o *deck* e o *body* continuam na linha da pintura e no posto seguinte são aplicados vedantes nas juntas das chapas e PVC (ploricloreto de vinila) na zona inferior da carroçaria, de modo a proteger a viatura de gravilha quando esta se encontra em movimento. O próximo posto é a aplicação da tinta, de forma manual e através de uma pistola electroestática, que após passar por uma estufa seca e endurece. No final do processo é efetuada uma inspeção para garantir que tudo está dentro dos conformes e, se necessário, são feitas as devidas correções às superfícies pintadas.

#### **3.2.4. Montagem**

A seção seguinte é a da montagem, que é composta por três linhas diferentes: a linhas das cabines, a dos chassis e a da montagem final. Na linha das cabines, o *deck* é acoplado ao *body* e são instalados diversos componentes na viatura como por exemplo: pedais, cablagens, coluna de direção, tablier, instalações elétricas dos vidros, fecho das portas, etc. O último posto desta linha é uma porta da qualidade onde são inspecionados todos os componentes montados. Na linha dos chassis são montados os componentes que ficam acoplados ao chassis, como o motor, as cablagens, os pneus, os escapes, amortecedores, depósitos de combustível e caixa de direção. O último posto desta linha consiste também numa porta da qualidade que inspeciona todos os trabalhos efetuados. Por último, na linha da montagem final, a cabine e o chassis são acoplados e são colocados os componentes finais do carro, entre eles os bancos, os tapetes, as óticas e os para-choques. Nesta linha é também efetuado o enchimento e sangramento do circuito dos travões, direção e embraiagem, o enchimento do combustível e a afinação das portas. À semelhança das outras linhas, o último posto é uma porta de qualidade, onde todos os trabalhos são verificados.

### 3.2.5. Inspeção

Após a saída da montagem final, a viatura entra na inspeção final, onde são verificadas todas as questões de funcionamento, aparência e segurança. Depois de algumas verificações como a suspensão, o travão e a aferição do velocímetro, o carro segue para o exterior da fábrica, onde existe uma pista de testes que é usada para testar o comportamento do carro perante várias condições. Terminada a passagem pelo teste de pista, é aplicada uma cera anti corrosão e o carro é dado como apto, ficando no parque de produtos acabados à espera de ser rebocado, de modo a ser transportado para a África do Sul.

Resta acrescentar que todos os dias são escolhidas uma ou duas viaturas, das que estão no parque de produtos acabados, para efetuar uma auditoria e os defeitos encontrados são comunicados a todos os departamentos, de modo a que todos trabalhem em conjunto por forma a minimizá-los.

A figura 2 representa um layout do processo produtivo, mostrando todas as fases da transformação das peças (que chegam em caixas) no produto final- o *Land Cruiser 70*.

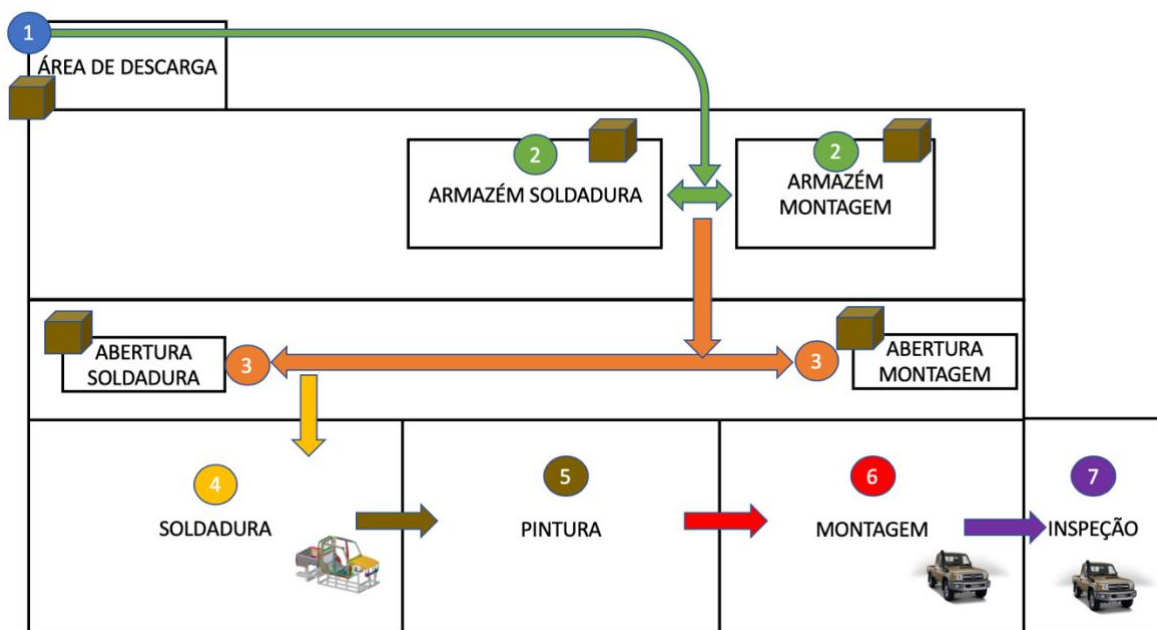


Figura 2- Layout do processo produtivo

### 3.3. Introdução aos processos de logística interna

Como referido anteriormente, este projeto teve como principal foco a descoberta de oportunidades de melhoria nos processos de logística interna da

empresa, desde a descarga de material até ao abastecimento das linhas de soldadura.

Apesar dos processos estarem todos interligados e serem dependentes uns dos outros, decidiu-se dividir os mesmos em três diferentes grupos de operações, de modo a facilitar a sua análise.

Com isto em mente, o primeiro grupo compreende todos os processos que requerem empilhadores para a sua execução (descarga, armazenamento e abastecimento das zonas de abertura) e ainda a montagem de *racks* retornáveis, que consiste na montagem das estruturas metálicas das caixas vazias para serem devolvidas ao Japão e irá ser explicada mais detalhadamente na próxima secção. Apesar de nos grupos seguintes apenas serem analisados os processos logísticos relacionados com a secção da soldadura, neste primeiro grupo foram analisados também os processos de abastecimento às zonas de abertura da montagem, bem como outras operações realizadas por empilhadores, de modo a que a análise compreendesse todas as operações executadas por este tipo de veículos e ajudasse a compreender se seria possível eliminar pelo menos um deles do processo.

Do segundo grupo fazem parte os processos de abertura das caixas na secção da soldadura e a consequente reposição dos supermercados.

Por fim, o terceiro grupo engloba os processos de *picking* e abastecimento das linhas da secção de soldadura.

### **3.3.1. Grupo 1**

Este grupo de processos engloba todos os processos que requerem empilhadores, para além da montagem de *racks* retornáveis, e a sua execução é levada a cabo por 5 colaboradores. A figura 3 representa um layout simplificado do armazém com os colaboradores envolvidos.



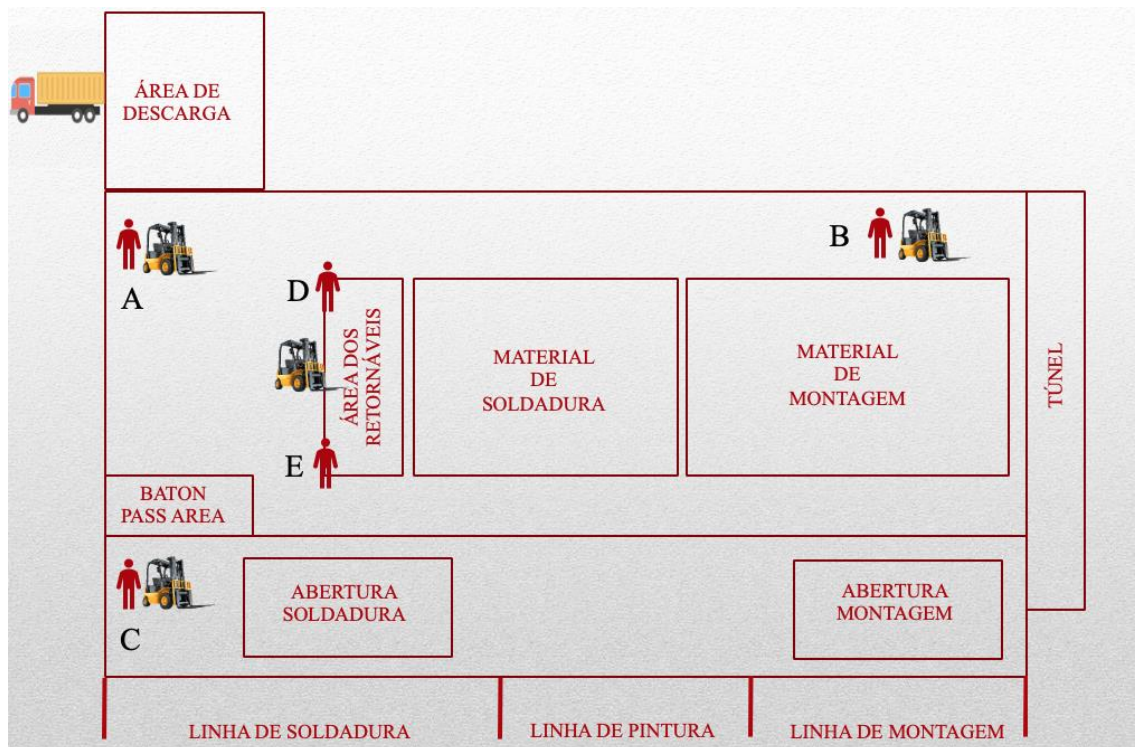


Figura 3- Layout simplificado do armazém e colaboradores envolvidos

Para uma melhor compreensão pode dividir-se este grupo em 3 diferentes processos/operações:

### 1. Descarga de material:

Esta é a primeira fase do fluxo de material dentro das instalações da fábrica. O material chega à fábrica em lotes CKD de 5 unidades, através de contentores provenientes do porto de Leixões (local onde o material, que chega do Japão por via marítima, é rececionado). Aquando da chegada dos contentores, o colaborador A é responsável por efetuar a sua descarga, com auxílio do empilhador, na área de descarga. Feita a descarga, o mesmo colaborador tem a responsabilidade de armazenar os lotes descarregados no armazém, de acordo com a finalidade do material: as caixas que contêm componentes para serem usados na seção de soldadura são armazenadas no armazém da soldadura, e as que têm material destinado à seção da montagem são colocadas no armazém da montagem. Das 16 caixas que compõem um lote de cabine simples, 5 são destinadas à seção da soldadura e 11 à da montagem. Relativamente aos lotes de cabine dupla, que são

compostos por 19 caixas, 7 são colocadas no armazém da soldadura e 12 no da montagem.

## **2. Abastecimento das zonas de abertura da soldadura e da montagem:**

À medida que o material vai sendo gasto nas linhas de produção, torna-se necessário abrir mais caixas, nas zonas de abertura, para repor os supermercados das mesmas. O abastecimento das caixas a estas zonas de abertura é feito de forma diferente na seção da soldadura e da montagem:

- Quando é requerido material na seção da soldadura, o processo é levado a cabo pelo mesmo operador que efetua as descargas, o operador A, em conjunto com o operador C, ambos auxiliados por empilhadores. Uma vez que existe um desnível entre as superfícies das zonas de abertura e do armazém, existe uma zona de passagem de material, denominada de *baton pass area*, onde os dois colaboradores efetuam a troca das caixas. Assim sendo, sempre que uma caixa é necessária nas zonas de abertura da soldadura, o operador A pega na respetiva caixa no armazém da soldadura e transporta-a até à zona de passagem. Chegado à zona de passagem, o mesmo colaborador pouisa a caixa e esta é recolhida pelo operador C, que a transporta até à respetiva zona de abertura. Após a abertura, quando as caixas se encontram vazias, acontece o processo inverso: o operador C recolhe as caixas vazias nas zonas de abertura e transporta-as até à zona de passagem, local onde as entrega ao operador A, que desta vez as transporta até à área dos retornáveis. Chegadas à área dos retornáveis, as estruturas de suporte metálicas das caixas já vazias são montadas de acordo com especificações provenientes do Japão, pelos operadores D e E, formando os tais *racks* retornáveis. Após a montagem, o operador D empilha os *racks* de acordo com o comprimento e altura dos contentores, com o auxílio de um empilhador. Quando está planeado haver carga de material, o operador A carrega estes “contentores” para dentro de um camião e as estruturas das caixas são devolvidas ao Japão.



- No lado da montagem, o processo de abastecimento é executado apenas pelo operador B. Sempre que as zonas de abertura precisam de uma caixa, este colaborador recolhe-a no armazém da montagem e transporta-a até à respetiva zona de abertura, através de um túnel que lhe permite subir com o empilhador até à superfície da mesma. Após a abertura, o mesmo operador recolhe as caixas vazias nas zonas de abertura e transporta-as até à área dos retornáveis, para que os operadores D e E efetuem a montagem dos *racks* retornáveis, que são depois devolvidos ao Japão.

### 3. Outras operações

Para além das operações de descarga e de abastecimento às zonas de abertura, existem outras tarefas, da responsabilidade dos colaboradores dos empilhadores, que foram analisadas para perceber a carga de trabalho que estes colaboradores tinham.

O operador B, para além do abastecimento às zonas de abertura da montagem, é responsável pelas seguintes operações:

- **Abastecimento de material PXP na seção da montagem-** Este tipo de material chega de forma separada dos lotes CKD e é abastecido por este colaborador. Esta operação de abastecimento é efetuada uma vez por dia, sempre na mesma quantidade, e pode ser feita a qualquer hora. Quando o operador B tem um tempo morto suficientemente grande para efetuar a operação, pega no material no armazém com o auxílio do empilhador e transporta-o até à seção da montagem. Chegado à seção da montagem, o mesmo colaborador efetua a reposição do material nos respetivos supermercados.
- **Controlo de contentores-** Na seção da montagem existem contentores para a separação de resíduos de plástico e cartão. À medida que os contentores vão enchendo, este colaborador tem a responsabilidade de

compactar os resíduos dentro dos mesmos (com o auxílio de uma ferramenta que, presa ao empilhador, amassa o lixo e permite que fique mais espaço disponível para resíduos) até que fiquem completamente cheios. Quando não há mais espaço para resíduos dentro de um contentor, este colaborador transporta-o até ao ecocentro (espaço no exterior da fábrica para a separação de resíduos), com o empilhador, e carrega um contentor vazio para o local do que foi retirado.

- **Abastecimento de espingardas-** Esta operação só acontece uma vez por semana e tem um impacto quase nulo na carga de trabalho do colaborador. Existe um componente, conhecido na gíria da fábrica por espingardas, que chega numa caixa que é aberta na seção da soldadura, mas apenas é montado na seção da montagem. Durante a semana, os colaboradores da abertura da soldadura, vão acumulando os componentes em transportadores próprios e, no final, o colaborador B é responsável por carregar estes transportadores até à seção da montagem.

O colaborador C, para além do abastecimento às zonas de abertura da soldadura, efetua as seguintes operações:

- **Operações de transporte-** Este colaborador tem a responsabilidade de transportar os chassis, que saem da linha da pintura antes do *body* e do *deck*, até à seção da montagem, onde ficam em espera para entrar em processo. Quando um chassis entra em processo, este colaborador é também responsável por carregar o transportador vazio (suportava o chassis que entrou na linha) até à seção da soldadura para voltar a ser utilizado.
- **Insonorizantes-** Os insonorizantes (tapetes que são colocados na viatura para reduzir o ruído) chegam em caixas abertas na seção da soldadura e, no entanto, só são aplicados na linha da pintura. O

colaborador C é responsável por, no final de cada dia, fazer o *picking* dos insonorizantes necessários para a produção da pintura no dia seguinte e, no início de cada dia, a sua primeira tarefa é efetuar o abastecimento, na linha da pintura, dos insonorizantes preparados no dia anterior.

- **Controlo de carrinhos-** À semelhança dos chassis, o *deck* e o *body* também são suportados por carrinhos transportadores. No entanto, quando saem da linha das cabines, são transferidos para a linha da montagem final com o auxílio de gruas, deixando os carrinhos vazios. Estes carrinhos, após vazios, seguem numa espécie de carris até à linha da pintura para entrarem em processo novamente. O colaborador C é responsável por ir puxando os carrinhos transportadores para a frente nos carris, de modo a garantir que a entrada da pintura tem sempre carrinhos disponíveis para entrar em processo. Para além disso, existe uma porta de emergência ao longo dos carris, que o colaborador C tem de garantir que se encontra sempre desimpedida, ou seja, sem carrinhos à sua frente. Esta operação vai sendo feita várias vezes ao longo do dia: sempre que o colaborador passa por lá, verifica se existem carrinhos suficientes junto da pintura e se a porta de emergência se encontra desimpedida. Caso não haja carrinhos suficientes junto da porta da pintura, o colaborador arrasta os carrinhos para a frente ao longo dos carris e, caso a porta de emergência esteja impedida, ele arrasta o carrinho que se encontra a impedir a porta para a frente ou para trás.

### 3.3.2. Grupos 2 e 3

Os grupos 2 e 3 são constituídos por 2 colaboradores cada e as suas atividades são desenroladas perto das linhas de produção. O trabalho do grupo 2 consiste na abertura das caixas CKD que são abastecidas e a consequente reposição dos componentes nos supermercados. O grupo 3, por sua vez, efetua o *picking* e o abastecimento das linhas de produção. A imagem seguinte representa um layout da seção de soldadura, com os 4 colaboradores envolvidos representados. As partes amarelas representam as 3 zonas de abertura (*body*,

*deck* e *frame*), as partes cinzentas representam os vários supermercados de componentes ao longo da seção e as partes a laranja representam as 4 linhas da seção de soldadura (figura 4).

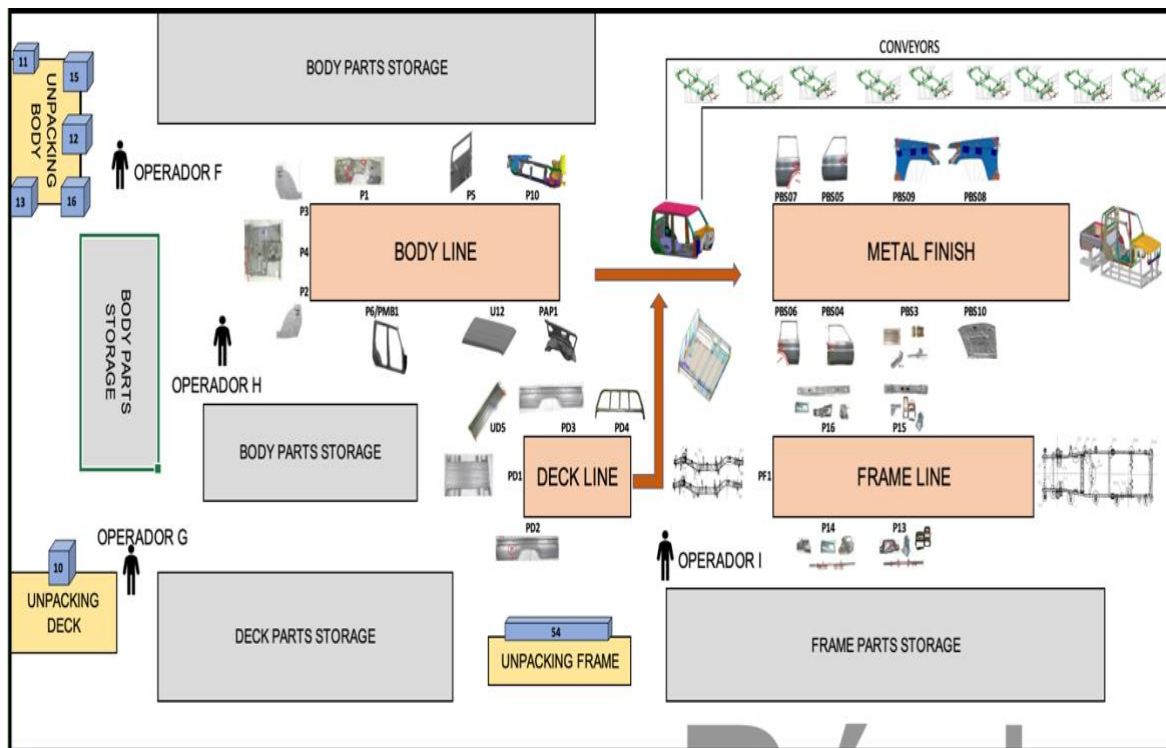


Figura 4- Layout simplificado da seção de soldadura com os colaboradores envolvidos

O grupo 2 é constituído pelos operadores F e G, sendo que o operador F é responsável pela zona de abertura do *body* e o operador G pelas zonas de abertura do *deck* e do *frame*. Nos lotes de cabine simples, o operador F é responsável pela abertura de três caixas (representadas pelos números 11, 12 e 15) e, nos lotes de cabine dupla, tem a seu cargo a abertura de mais duas caixas para além das três anteriores (11, 12, 15, 13 e 16). Relativamente ao operador G, tem a seu cargo a abertura de duas caixas por lote (representadas pelos números 10 e 54), seja ele de cabine dupla ou cabine simples. Importa referir que, apesar do operador G ter a seu cargo a abertura de apenas duas caixas por lote, enquanto o operador F tem três ou cinco, o tempo de trabalho dos dois colaboradores é semelhante, como irá ser demonstrado no capítulo a seguir, uma vez que as caixas abertas nas zonas de abertura do *deck* e do *frame* são maiores e levam mais tempo a ser abertas, quando comparadas com aquelas que são abertas na zona de abertura do *body*.

O grupo 3, constituído pelos operadores H e I, tem como trabalho principal o *picking* do material nos supermercados e o abastecimento do mesmo às linhas de produção. O operador H é responsável pelo abastecimento da linha do *body* e do *metal finish*, enquanto o operador I tem à sua responsabilidade o abastecimento das linhas do *deck* e do *frame*. Importa referir que, embora haja um conjunto de componentes que ambos os operadores abastecem carro a carro, ou seja, 12 vezes por dia (produção diária da fábrica), existem outros componentes que apenas são abastecidos de 5 em 5 carros, uma vez que os transportadores desses componentes têm capacidade para 5 carros. Posto isto, a lista de operações de cada operador é a seguinte:

**Operador H:**

- **Linha das cabines (12x por dia)** - Conjunto de abastecimentos que efetua na linha do *body* e é igual em todos os carros produzidos;
- **Capôs e guarda-lamas (3x dia)** - Os capôs e os guarda-lamas são abastecidos no mesmo transportador, na linha do *metal finish*, 5 a 5, pelo que, na pior das hipóteses, esse abastecimento é feito três vezes num dia;
- **Frentes (3x dia)** - As frentes são uma das exceções na linha do *body* e são abastecidas 5 a 5, o que faz com que, no limite, este abastecimento seja efetuado três vezes num dia;
- **Portas (3x dia)** - As portas são abastecidas 5 a 5 na linha do *metal finish*, portanto a pior situação também acontece quando são efetuados três abastecimentos no mesmo dia;
- **Tejadilhos (4x dia)** - Os tejadilhos são colocados junto à linha do *body*, em transportadores que levam 5 tejadilhos cada. No entanto, ao contrário dos outros componentes abastecidos 5 a 5 (que são colocados nos

transportadores consoante o tipo das próximas 5 unidades), existe um transportador com tejadilhos de cabine simples e outro de cabine dupla abastecidos. Sempre que um dos dois transportadores esvazia, o colaborador H tem a responsabilidade de fazer a sua reposição. Posto isto, a pior situação acontece quando são feitas quatro reposições, verificando-se apenas quando, no início de um dia, existe apenas 1 tejadilho de cabine simples e 1 de cabine dupla abastecidos e a produção desse dia é sempre de forma alternada (o primeiro carro é de cabine simples, o segundo de cabine dupla, o terceiro de cabine simples, o quarto de dupla, e por aí em diante);

- **Gabarits pintura (1x dia)** - Esta operação acontece apenas uma vez por dia e sempre após a produção desse dia estar finalizada. Os *gabarits* são suportes metálicos que são colocados no carro, no final da linha do *metal finish*, de modo a manter as portas e o capô abertos quando a viatura entra na linha da pintura. O operador H tem a responsabilidade de, no final de cada dia, fazer o *picking* dos *gabarits* necessários para os 12 carros que serão produzidos no dia seguinte e o abastecimento dos mesmos na linha do *metal finish*;
- **Troca dos carros *gabarits* (2x dia)** - Existe um conjunto de peças pequenas que, embora só sejam montadas na seção da montagem, são colocadas dentro do carro no fim da linha do *metal finish*, para que sejam também pintadas na linha da pintura. Essas peças são presas a umas estruturas metálicas também denominadas por *gabarits* para serem colocadas dentro do carro. Embora o tempo e a frequência do seu abastecimento esteja contabilizado no processo de abastecimento da linha das cabines (apesar de não ser um abastecimento à linha do *body*, também é feito em todas as unidades, pelo que se achou fazer sentido contabilizá-lo neste processo), existe um processo relacionado com estas estruturas que é feito apenas duas vezes por dia- a troca dos carros. Estas estruturas que suportam as peças estão armazenadas num

carrinho transportador, que se encontra junto ao supermercado das mesmas e tem capacidade para 6 estruturas. Sempre que o carro esvazia, o colaborador H tem a responsabilidade efetuar a sua reposição. Uma vez que o carro tem capacidade para 6 estruturas, este processo é sempre efetuado duas vezes por dia;

- **Preparação do quadro (1x dia)** - Esta é sempre a última operação do dia do colaborador H. Os processos de *picking* e abastecimento são geridos pelos colaboradores através do preenchimento de um quadro, que indica todas as viaturas que irão ser produzidas nesse dia e, portanto, necessitarão de ser abastecidas. Sempre que o colaborador efetua o *picking* de um transportador, assinala-o no quadro de modo a ser mais fácil gerir o seu trabalho. No final de cada dia, tem a responsabilidade de apagar o quadro e fazer a sua preparação para o dia seguinte, assinalando o tipo de viaturas que será necessário abastecer.

#### **Operador I:**

- **Linha do *deck* (12x dia)** - Conjunto de abastecimentos que efetua na linha do *deck* e é igual em todos os carros produzidos;
- **Linha do *frame* (12x dia)** - Conjunto de abastecimentos que efetua na linha do *frame* e é igual em todos os carros produzidos;
- **Longarinas (3x dia)** - As longarinas são o principal componente do chassis e são abastecidas em transportadores que têm capacidade para 4 carros. Sendo assim, o seu abastecimento acontece sempre três vezes por dia;
- **Fundos do *deck* (3x dia)** – Os fundos do *deck* são abastecidos em transportadores com capacidade para 5 fundos. Isto significa que, sendo a produção diária de 12 unidades, na pior das hipóteses, esse abastecimento é feito três vezes num dia;

- **Degraus (5x dia)** – Os degraus são um componente abastecido na linha do *deck* e são abastecidos 4 ou 6 de uma vez (cada carro leva 2 degraus). Supondo que o colaborador I efetua o abastecimento de 4 degraus, no abastecimento seguinte serão abastecidos 6, de modo a completar o lote (um lote é composto por 5 unidades, logo tem 10 degraus). Sendo assim, este abastecimento é feito 5 vezes por dia, para satisfazer a produção diária de 12 unidades;
- **UD5, parafusos e triângulos (3x dia)** – Estes 3 processos foram aglomerados num só, uma vez que são sempre efetuados com a mesma frequência e de forma sequencial. O UD5 é um transportador que carrega as tampas da mala do carro e tem capacidade para 5 tampas. Os parafusos e os triângulos, componentes abastecidos na linha do deck, são também abastecidos 5 a 5, pelo que na pior das hipóteses, esta operação acontece 3 vezes num dia;
- **Preparação do quadro (1x dia)** – À semelhança do operador H, o colaborador I orienta os seus abastecimentos através do preenchimento de um quadro. Sendo assim, a sua última tarefa do dia é também fazer a preparação do quadro para a produção do dia seguinte.

As figuras 5, 6 e 7 mostram um quadro de gestão de *picking* e abastecimento, uma parte do supermercado da seção de soldadura e o primeiro posto da linha do *body*, respetivamente.





Figura 5- Quadro de gestão do *picking* e abastecimento



Figura 6- Parte do supermercado da soldadura



Figura 7- Primeiro posto da linha do *body*



#### 4. Identificação de problemas e propostas de melhoria

Neste capítulo são analisados os processos relativos aos três grupos de trabalho descritos anteriormente. Após a análise, são propostas melhorias para os problemas identificados e comprovado o porquê de alguns dos processos estarem já otimizados.

##### 4.1. Análise dos processos relativos ao Grupo 1

Após o registo videográfico de todas as operações e a elaboração dos documentos de trabalho *standard* (SWRS e WSS), os tempos de trabalho de cada colaborador foram analisados, de modo a averiguar a produtividade do grupo de trabalho, relativamente ao tempo de trabalho disponível em cada dia.

O tempo de trabalho dos 5 colaboradores não é igual todos os dias, devido a 2 fatores:

- **Número de lotes abastecidos às zonas de abertura varia entre 2 e 3-**  
A fábrica tem uma produção diária de 12 unidades, o que faz com que o número de lotes abastecidos às zonas de abertura não seja sempre igual. Uma vez que um lote tem material necessário para a produção de 5 unidades, o número de lotes abertos nas zonas de abertura em cada dia pode ser 2 ou 3. Para além disso, uma vez que um lote de cabine dupla tem mais caixas para serem abastecidas do que um lote de cabine simples, o tempo de trabalho dos colaboradores também varia consoante o tipo de lotes abastecidos. Esta condicionante faz variar o tempo de trabalho dos 5 colaboradores.
- **Número de cargas e descargas-** O número de lotes descarregados e o número de *racks* retornáveis carregados para seguirem para o Japão também não é sempre igual. Há dias em que são descarregados 8 contentores, assim como existem outros em que não se efetuam nem cargas nem descargas. Esta condicionante faz variar imenso o tempo de trabalho do colaborador A, uma vez que para além de afetar o tempo necessário para efetuar as operações de descarga, também afeta o

tempo que o colaborador demora a armazenar as caixas todas no armazém.

Com estas condicionantes, a análise foi feita considerando sempre a pior situação em termos de lotes abastecidos, que é 1 lote de cabine simples e 2 lotes de cabine dupla (nunca são abastecidos 3 lotes de cabine dupla, uma vez que os supermercados das linhas de produção não têm capacidade suficiente). Relativamente ao número de cargas e descargas, foi considerada a melhor e a pior situação, uma vez que o tempo de trabalho do colaborador A é severamente afetado por este fator. Como visto anteriormente, a melhor situação acontece quando não existem cargas nem descargas a fazer e, pelo lado contrário, na pior situação são descarregados 4 lotes, distribuídos por 8 contentores.

Relativamente ao tempo de trabalho diário de cada colaborador, existem 455 minutos (7,6 horas disponíveis). A análise seguinte representa os tempos de trabalho de cada colaborador, considerando a pior situação em termos de abastecimento às zonas de abertura e a melhor e a pior situação em termos de descarga:

#### **Operador A:**

A tabela 1 representa o tempo de trabalho do operador A num dia sem descargas.

Minutos	Horas	%Carga Diária	Tempo Restante	
69,0	1,1	15,2	minutos	horas
			386,0	6,4

Operações	minutos	horas	%Carga Diária
Descarga	0,0	0,0	0,0
Armazenamento	0,0	0,0	0,0
Abastecimento	69,0	1,1	15,2

Tabela 1- Tempo de trabalho do operador A num dia sem descargas

A tabela 2 representa o tempo de trabalho do operador A na pior situação em termos de descarga.

Minutos	Horas	%Carga Diária	Tempo Restante	
410,4	6,8	90,2	minutos	horas
			<b>44,6</b>	<b>0,7</b>

Operações	minutos	horas	%Carga Diária
Descarga	173,7	2,9	38,2
Arrumo	167,8	2,8	36,9
Abastecimento	69,0	1,1	15,2

Tabela 2- Tempo de trabalho do operador A num dia com descargas

### Operador B:

A tabela 3 representa o tempo de trabalho do operador B num dia de trabalho.

Minutos	Horas	%Carga Diária	Tempo Restante	
242,0	4,0	53,2	minutos	horas
			<b>213,0</b>	<b>3,6</b>

Operações	minutos	horas	%Carga Diária
Abastecimento CKD	161,1	2,7	35,4
Abastecimento PXP	29,9	0,5	6,6
Troca contentores	24,4	0,4	5,4
Pisar cartão	21,6	0,4	4,8
Espingardas	5,0	0,1	1,1

Tabela 3- Tempo de trabalho do operador B

### Operador C:

A tabela 4 representa o tempo de trabalho do operador C num dia de trabalho.

Minutos	Horas	%Carga Diária	Tempo Restante	
271,4	4,5	59,7	minutos	horas
			<b>183,6</b>	<b>3,1</b>

Operações	minutos	horas	%Carga Diária
Transporte	123,3	2,1	27,1
Insonorizantes	23,7	0,4	5,2
Abastecimento	109,4	1,8	24,0
Controlo Carrinhos	15,0	0,3	3,3

Tabela 4- Tempo de trabalho do operador C

### Operador D:

A tabela 5 representa o tempo de trabalho do operador D num dia de trabalho.

Minutos	Horas	%Carga Diária	Tempo Restante	
264,9	4,4	58,2	minutos	horas
			190,1	3,2

Operações	minutos	horas	%Carga Diária
Montagem Retornáveis	183,3	3,1	40,3
Arrumo racks	81,6	1,4	17,9

Tabela 5- Tempo de trabalho do operador D

### Operador E:

A tabela 6 representa o tempo de trabalho do operador E num dia de trabalho.

Minutos	Horas	%Carga Diária	Tempo Restante	
173,6	2,9	38,1	minutos	horas
			281,4	4,7

Operações	minutos	horas	%Carga Diária
Montagem Retornáveis	173,6	2,9	38,1

Tabela 6- Tempo de trabalho do operador E

De acordo com a análise feita e apresentada nas tabelas 1 a 6, foi possível constatar que o tempo de trabalho do operador A sofre uma enorme variação consoante o número de cargas e descargas, podendo ser o colaborador que tem mais tempo de trabalho, como aquele que tem menos. A sua produtividade é de 15,2% nos dias em que não existem cargas nem descargas para fazer, podendo chegar aos 90,2% na pior situação em termos de descargas. Todos os outros colaboradores têm um tempo de trabalho constante na situação analisada (1 lote de cabine simples e 2 de cabine dupla abastecidos), sendo que todos eles têm tempos bastante abaixo do esperado: o operador B apresenta uma produtividade de 53,2%, o operador C uma produtividade de 59,7%, o operador D uma produtividade de 58,2% e o operador E fica-se pelos 38,1%.

Posto isto, o balanço final da análise a este grupo de trabalho foi o seguinte (tabela 7):

	Sem descargas	Com descargas
<b>Número de colaboradores atual</b>	5	5
<b>Tempo total de trabalho real</b>	1020,9 minutos	1362,3 minutos
<b>Tempo total de trabalho esperado</b>	2275 minutos	2275 minutos
<b>Produtividade</b>	44,9 %	59,9 %
<b>Número de colaboradores necessário</b>	2,25	3,00

Tabela 7- Resumo final grupo 1

- O tempo de total de trabalho real representa o somatório do tempo total de trabalho dos 5 colaboradores;
- O tempo total de trabalho esperado representa o somatório do tempo de trabalho disponível dos 5 colaboradores ( $455 \times 5$ );
- A produtividade é a divisão do tempo total de trabalho real pelo tempo total de trabalho esperado;
- O número de colaboradores necessário é alcançado através da multiplicação do número de colaboradores atual pela produtividade.

#### 4.1.1. Balanceamento da linha para uniformização da distribuição de tarefas

Perante a análise feita, foi possível constatar que este grupo apresenta uma produtividade média de 44,9% nos dias sem descarga e 59,9% quando existem descargas para fazer. Isto significa que, se todos os colaboradores apresentassem uma produtividade de 100% (o que é utópico), seriam necessários 2,25 colaboradores para levar a cabo todo o processo nos dias sem descargas e 3,00 naqueles em que o número de descargas é maior. Estes valores são, portanto, bastante inferiores ao número de colaboradores atual (5 colaboradores).

Perante este cenário, era necessário rebalancear as tarefas deste grupo de trabalho e, para isso, utilizou-se uma das técnicas mais simples e mais usadas no balanceamento de linhas de montagem: *Largest Candidate Rule* (LCR). Apesar da natureza das linhas de montagem ser diferente da realidade do problema logístico em questão, pensou-se que o resultado da aplicação desta heurística poderia ser um ponto de partida para alcançar uma solução. Esta técnica, como visto na revisão de literatura, foca-se no tempo de processamento das tarefas, dando prioridade às tarefas com maior tempo em relação aquelas que têm um tempo menor.

O primeiro passo foi listar as tarefas por ordem decrescente de tempo de processamento. Importa referir que o balanceamento foi feito para a pior situação possível, que é quando existem mais descargas e o tempo de ciclo considerado foi o de um dia de trabalho, 455 minutos. A tabela 8 representa a ordenação das tarefas por ordem decrescente de tempo de processamento.

Nº	Tarefas	Tempo (min)
1	Montagem de racks retornáveis	356,9
2	Carga/ Descarga de material	173,7
3	Arrumo do material descarregado	167,8
4	Abastecimento de lotes CKD às zonas de abertura da montagem	161,1
5	Transporte de chassis, transportadores e bases de transportadores	123,3
6	Abastecimento de lotes CKD às zonas de abertura da soldadura	109,4
7	Arrumo de racks retornáveis finalizados	81,6
8	Abastecimento de lotes CKD à zona de passagem da soldadura	69,0
9	Abastecimento PXP	29,9
10	Reposição de contentores de cartão e plástico	24,4
11	Compactar contentores de cartão	21,6



12	Controlo de carrinhos transportadores	15,0
13	Abastecimento de insonorizantes na pintura	13,4
14	Preparação de insonorizantes	10,3
15	Abastecimento de espingardas	5,0

Tabela 8- Ordenação das tarefas por ordem decrescente de tempo de processamento

Tendo a listagem de tarefas por ordem decrescente de tempo de processamento, o passo seguinte foi distribuí-las pelos três operadores (calculados como necessários com uma produtividade de 100%), seguindo a ordem da lista. No entanto, sempre que a adição da tarefa seguinte fizesse com que os 455 minutos diários por trabalhador fossem excedidos, avançar-se-ia para a próxima tarefa que pudesse ser alocada respeitando o tempo de trabalho diário de cada colaborador. Posto isto, os resultados foram os seguintes:

#### Operador 1

A tabela 9 representa as tarefas atribuídas ao operador 1 pelo balanceamento.

Nº	Tarefas	Tempo (min)	Tempo Total (min)
1	Montagem de racks retornáveis	356,9	356,9
7	Arrumo de racks retornáveis finalizados	81,6	438,5
12	Controlo de carrinhos transportadores	15,0	453,5

Tabela 9- Tarefas atribuídas ao operador 1 pelo balanceamento

#### Operador 2

A tabela 10 representa as tarefas atribuídas ao operador 2 pelo balanceamento.

Nº	Tarefas	Tempo (min)	Tempo Total (min)
2	Carga/ Descarga de material	173,7	173,7

3	Arrumo do material descarregado	167,8	341,5
8	Abastecimento de lotes CKD à zona de passagem da soldadura	69,0	410,5
9	Abastecimento PXP	29,9	440,4
13	Abastecimento de insonorizantes na pintura	13,5	453,9

Tabela 10- Tarefas atribuídas ao operador 2 pelo balanceamento

### Operador 3

A tabela 11 representa as tarefas atribuídas ao operador 3 pelo balanceamento.

Nº	Tarefas	Tempo (min)	Tempo Total (min)
4	Abastecimento de lotes CKD às zonas de abertura da montagem	161,1	161,1
5	Transporte de chassis, transportadores e bases de transportadores	123,3	284,4
6	Abastecimento de lotes CKD às zonas de abertura da soldadura	109,4	393,8
10	Reposição de contentores de cartão e plástico	24,4	418,2
11	Compactar contentores de cartão	21,6	439,8
14	Preparação de insonorizantes	10,2	450,0
15	Abastecimento de espingardas	5,0	455,0

Tabela 11- Tarefas atribuídas ao operador 3 pelo balanceamento

#### **4.1.2. Estudo da solução**

Após efetuado o balanceamento, o passo seguinte consistiu em analisar a solução obtida, com o objetivo verificar a sua viabilidade e aplicabilidade.

Em primeiro lugar, foi concluído que, embora a solução teórica fosse utilizar apenas 3 colaboradores para levar a cabo este conjunto de processos, a mesma não seria possível no imediato pelo seguinte conjunto de fatores:

- Os 3 colaboradores teriam todos uma produtividade muito próxima dos 100%, o que faria com que, caso algum imprevisto surgisse, não houvesse tempo para remediá-lo.
- Os 5 colaboradores que compõe o grupo 1 estão habituados, desde há muito tempo, a trabalhar ao seu ritmo e de forma sempre igual. Se lhes fosse exigido, repentinamente, que o mesmo grupo de processos passasse a ser executado com menos dois colaboradores, teriam muitas dificuldades para aceitar que essa solução fosse possível.
- A solução obtida com 3 colaboradores prevê que o operador 1 efetue sozinho a montagem de *racks* retornáveis. Embora na maior parte das caixas fosse possível, existem alguns *racks* que, devido à sua grande dimensão, exigem que sejam necessárias duas pessoas para os manobram e montarem da maneira certa.

Perante estes fatores foi decidido que, pelo menos numa fase inicial, seriam necessários 4 colaboradores para executar todos os processos deste grupo de trabalho. Posto isto, adicionou-se um colaborador à solução, sendo necessário fazer-lhe a afetação de tarefas.

Primeiramente, o quarto colaborador teria de auxiliar o operador 1 na montagem de *racks* retornáveis, pelo que se achou que o melhor seria que estes dois colaboradores formassem uma equipa e fossem ambos responsáveis por um conjunto de tarefas. Isto faria com que o seu trabalho fosse repartido de forma igual e tornaria a sua análise mais fácil.

Em segundo lugar, verificou-se que as tarefas atribuídas ao operador 2 seriam idênticas aquelas que atualmente são levadas a cabo pelo operador A: carga e descarga de material, arrumo de material descarregado e abastecimento de caixas à zona de passagem da soldadura (para além disso seria responsável pelo abastecimento do PXP e dos insonorizantes na pintura). Esta atribuição de tarefas faria com que este operador tivesse o mesmo problema que o operador A tem atualmente: as cargas, descargas e arrumo de material ocupam maior parte do seu

tempo de trabalho e, em dias sem cargas e descargas, tem bastante tempo morto e uma produtividade bastante baixa. Foi então necessário pensar em soluções que fizessem com que o operador 2 tivesse outras operações sob a sua responsabilidade nos dias em que não existem cargas nem descargas, tendo alguém disponível para o auxiliar e executar essas operações nos dias com descargas. Perante esta situação, pensou-se que a nova equipa, formada pelo operador 1 e 4 (colaborador adicionado), poderia ter um papel importante para que isto fosse possível e a solução encontrada foi a seguinte:

- Na seção da montagem existe uma zona de passagem de material, à semelhança daquela que existe na soldadura, que não é utilizada. A ideia passaria por começar a utilizar-se esta zona de passagem, e o abastecimento às zonas de abertura da montagem seria feito de igual forma ao abastecimento da soldadura: o operador 2 recolhia as caixas no armazém e colocava-as na zona de passagem da montagem, onde o operador 3 as recolhia e transportava para as zonas de abertura.
- Isto faria com que o operador 2 tivesse mais tempo de trabalho nos dias sem descargas, ao mesmo tempo que libertava tempo ao operador 3, que, segundo a solução obtida com o balanceamento, teria uma taxa produtiva de 100 % (455 minutos por dia). O tempo de abastecimento às zonas de abertura da montagem seria então repartido pelos operadores 2 e 3.
- Nos dias com descarga, o operador 2 não teria tempo para efetuar todas as operações, mas teria o auxílio dos operadores 1 e 4, que fariam o abastecimento à zona de passagem da montagem sempre que fosse necessário.
- Mesmo com a responsabilidade de auxiliar o operador 2 quando necessário, os operadores 1 e 4 continuariam com bastante tempo livre. Posto isto, decidiu-se retirar algumas operações aos operadores 2 e 3 e

atribuí-las a estes dois colaboradores. Sendo assim, para além da montagem e arrumo de *racks* retornáveis, estes dois colaboradores seriam também responsáveis pelo abastecimento do material PXP e dos insonorizantes (atribuídos ao operador 2 pelo balanceamento), e pela substituição dos contentores de cartão e plástico e preparação dos insonorizantes (atribuídos ao operador 3 pelo balanceamento). Em sentido contrário, o operador 3 ficaria responsável pelo controlo dos carrinhos transportadores que seguiam da seção da montagem para a pintura (atribuído ao operador 1 pelo balanceamento), uma vez que estaria sempre próximo das linhas de produção e seria mais fácil para ele fazer esse controlo.

Depois de encontrada a melhor solução, o passo seguinte foi identificar que colaborador seria eliminado do processo (que passaria a ser executado apenas por 4) e atribuir as funções dos operadores 1, 2, 3 e 4 aos colaboradores existentes.

Em primeiro lugar, pensou-se que o ideal seria todos os colaboradores terem licença de condução de empilhador. Os operadores 2 e 3 fariam todo o seu trabalho com um empilhador e os operadores 1 e 4, uma vez que que teriam de auxiliar o operador 1 muitas vezes e efetuar também outras tarefas que necessitam de empilhador, teriam também de ter a licença. Perante este cenário, o colaborador eliminado seria o único dos 5 que não tem licença- o operador E.

Relativamente à atribuição das funções dos operadores 1, 2, 3 e 4 aos colaboradores A, B, C e D, a solução encontrada foi a seguinte:

- O colaborador A ficaria com as funções do operador 2, uma vez que o trabalho é muito semelhante ao que faz atualmente: cargas, descargas, armazenamento de material e abastecimento às zonas de passagem.
- O colaborador C ficaria com as funções do operador 3, pelas mesmas razões. O trabalho envolve principalmente abastecimento às zonas de abertura e operações de transporte de chassis e transportadores, algo que ele executa atualmente.

- Os colaboradores B e D teriam as funções dos operadores 1 e 4 e formariam a equipa responsável, essencialmente, pelos *racks* retornáveis e pelo auxílio ao colaborador A em caso de necessidade.

A figura seguinte (figura 8) representa um layout simplificado do armazém, com a nova zona de passagem de material na seção da montagem e os quatro colaboradores envolvidos.

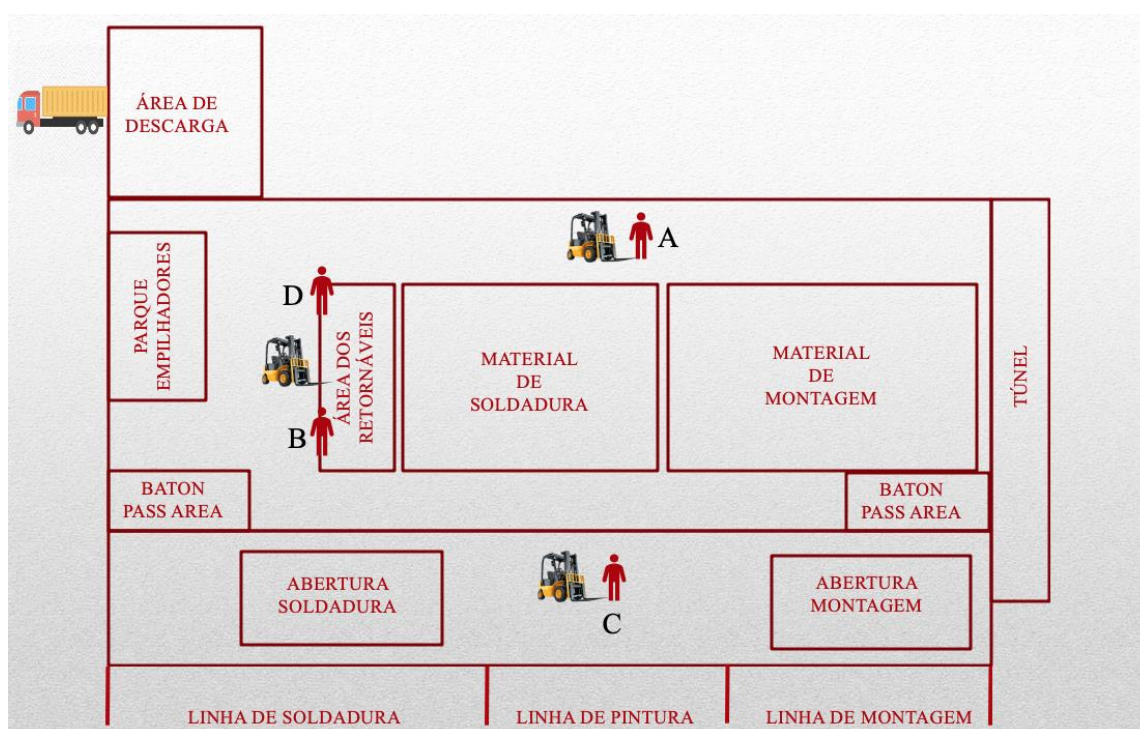


Figura 8- Layout do armazém com os colaboradores envolvidos na nova solução

#### 4.1.3. Avaliação da solução

De modo a ter uma melhor noção dos ganhos que esta solução traria em termos de produtividade, os tempos de trabalho dos quatro colaboradores foram projetados. Importa referir que os tempos são estimados, uma vez que não houve tempo para implementar e testar a solução. No entanto, os únicos tempos que podem estar desfasados da realidade são o tempo de abastecimento de material à zona de passagem da montagem e o tempo de abastecimento às zonas de abertura

da mesma seção, uma vez que esta foi a única alteração na maneira de execução dos processos. Sendo assim, o tempo anteriormente atribuído ao abastecimento das zonas de abertura da montagem (161,1 minutos) foi dividido entre o abastecimento da zona de passagem e o abastecimento das zonas de abertura desta seção, assumindo-se que estas tarefas demorariam 80,6 minutos, por dia, cada.

Importa também acrescentar que, nos dias com descargas, o tempo de abastecimento da zona de passagem da montagem foi atribuído ao colaborador A até a sua produtividade ficar a 100%, distribuindo o resto do tempo da operação pelos operadores B e D. No entanto, os colaboradores A, B e D controlariam a operação consoante as circunstâncias, de dia para dia, e distribuiriam melhor este tempo, de acordo com as diferentes situações, pelo que a divisão pode não ser tão linear assim. Nos dias sem descarga, o operador A ficaria responsável pela totalidade da operação.

Por fim, os tempos das operações atribuídas aos colaboradores B e D foram somados de forma conjunta e o seu total foi distribuído de igual forma pelos dois. Esta divisão de tarefas também teria de ser gerida pelos dois, de acordo com as diferentes circunstâncias diárias, o que faz com que esta divisão de tempos possa, também, variar um pouco na realidade.

Com isto dito, os resultados da nova solução em termos de tempos de trabalho seriam os seguintes:

#### **Dias com descarga**

##### Colaborador A

A tabela 12 representa o tempo de trabalho do operador A, em dias com descarga, com a nova solução.

Minutos	Horas	%Carga Diária	Tempo Restante	
455,0	7,6	100,0	minutos	horas
			<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

Operações	minutos	horas	%Carga Diária
Descarga	173,7	2,9	38,2
Arrumo	167,8	2,8	36,9
Abastecimento	69,0	1,1	15,2
Abastecimento	44,5	0,7	9,8

Tabela 12- Tempo de trabalho do operador A, em dias com descarga, com a nova solução

### Colaboradores B e D

A tabela 13 representa o tempo de trabalho dos operadores B e D, em dias com descarga, com a nova solução.

	minutos	horas	
Total	552,6	9,2	%Carga Diária
Colaborador B	276,3	4,6	60,7
Colaborador D	276,3	4,6	60,7

Operações	minutos	horas
Retornáveis	438,5	7,3
Insonorizantes	23,7	0,4
Troca Contentores	24,4	0,4
Abastecimento PXP	29,9	0,5
Abastecimento Montagem	36,1	0,6

Tabela 13- Tempo de trabalho dos operadores B e D, em dias com descarga, com a nova solução

### Colaborador C

A tabela 14 representa o tempo de trabalho do operador C, em dias com descarga, com a nova solução.

Minutos	Horas	%Carga Diária	Tempo Restante	
354,9	5,9	78,0	minutos	horas
			100,1	1,7

Operações	minutos	horas	%Carga Diária
Abastecimento (Sold)	109,4	1,8	24,0
Abastecimento (Mont)	80,6	1,3	17,7
Transporte	123,3	2,1	27,1
Pisar Cartão	21,6	0,4	4,7
Controlo Carrinhos	15,0	0,3	3,3
Espingardas	5,0	0,1	1,1

Tabela 14- Tempo de trabalho do operador C, em dias com descarga, com a nova solução

### **Dias sem descarga**

### Colaborador A

A tabela 15 representa o tempo de trabalho do operador A, em dias sem descarga, com a nova solução.



Minutos	Horas	%Carga Diária	Tempo Restante	
149,6	2,5	32,9	minutos	horas
			305,4	5,1

Operações	minutos	horas	%Carga Diária
Descarga	0,0	0,0	0,0
Arrumo	0,0	0,0	0,0
Abastecimento	69,0	1,1	15,2
Abastecimento	80,6	1,3	17,7

Tabela 15- Tempo de trabalho do operador A, em dias sem descarga, com a nova solução

#### Colaboradores B e D

A tabela 16 representa o tempo de trabalho dos operadores B e D, em dias sem descarga, com a nova solução.

	minutos	horas	
<b>Total</b>	516,5	8,6	<b>%Carga Diária</b>
Colaborador 3	258,3	4,3	56,8
Colaborador 4	258,3	4,3	56,8

Operações	minutos	horas
Retornáveis	438,5	7,3
Insonorizantes	23,7	0,4
Troca Contentores	24,4	0,4
Abastecimento PXP	29,9	0,5

Tabela 16- Tempo de trabalho dos operadores B e D, em dias sem descarga, com a nova solução

#### Colaborador C

A tabela 17 representa o tempo de trabalho do operador C, em dias sem descarga, com a nova solução.

Minutos	Horas	%Carga Diária	Tempo Restante	
354,9	5,9	78,0	minutos	horas
			100,1	1,7

Operações	minutos	horas	%Carga Diária
Abastecimento (Sold)	109,4	1,8	24,0
Abastecimento (Mont)	80,6	1,3	17,7
Transporte	123,3	2,1	27,1
Pisar Cartão	21,6	0,4	4,7
Controlo Carrinhos	15,0	0,3	3,3
Espingardas	5,0	0,1	1,1

Tabela 17- Tempo de trabalho do operador C, em dias sem descarga, com a nova solução

Através das tabelas anteriores é possível confirmar que esta solução aumentaria a produtividade destes quatro trabalhadores. O colaborador A, que atualmente tem uma produtividade de 15,2% em dias sem descarga e 90,2% em dias com descarga, passaria a ter produtividades de 32,9% e cerca de 100%, respetivamente. O colaborador B apresenta, atualmente, uma produtividade de 53,2% e passaria ser produtivo 56,8% do tempo nos dias sem descargas e 60,7% nos dias com. O colaborador C aumentaria a sua produtividade de 59,7% para 78%. Por fim, o colaborador D, que atualmente apresenta uma produtividade de 58,2%, passaria a ter produtividades de 56,8% e 60,7%, nos dias sem e com descargas, respetivamente.

O resumo geral do grupo 1, após a implementação da solução, passaria a ser o seguinte (tabela 18):

	Sem descargas	Com descargas
<b>Tempo total de trabalho real</b>	1020,9 minutos	1362,3 minutos
<b>Tempo total de trabalho esperado</b>	1820 minutos	1820 minutos
<b>Produtividade</b>	56,0 %	74,9 %

Tabela 18- Resumo geral do grupo 1 com a nova solução

Resumindo, esta solução faria com que a produtividade geral do grupo 1 aumentasse de 44,9% para 56% nos dias sem descargas e de 59,9% para 74,9% nos dias com descargas.

Como foi visto no capítulo anterior, a solução teórica seria ter apenas três colaboradores, algo que não seria possível numa fase inicial devido a fatores já mencionados. No entanto, após implementada e medidos os tempos reais da nova solução, o próximo passo passaria por tentar encontrar novas oportunidades de melhoria, de modo a conseguir, finalmente, reduzir o número de colaboradores para três, e atuando, assim, sob o conceito de melhoria contínua.

Para além das vantagens a nível da produtividade dos operadores, esta solução traria outras vantagens para a empresa, que serão vistas no capítulo seguinte.

#### 4.2. Análise dos processos relativos ao Grupo 2

Como visto anteriormente, o grupo 2 é constituído pelos operadores F e G, sendo que o primeiro é responsável pela abertura das caixas do *body* e o segundo pelas caixas do *deck* e do *frame*.

##### Abertura *Body*

As tabelas 19 e 20 representam os tempos de abertura de um lote no *body*, de cabine simples e cabine dupla, respetivamente.

CABINE SIMPLES		
Caixa	minutos	horas
11	22,6	0,4
15	23,5	0,4
12	66,3	1,1
TOTAL	112,4	1,9

Tabela 19- Tempo de abertura de um lote de cabine simples no *body*

CABINE DUPLA		
Caixa	minutos	horas
11	24,6	0,4
15	23,8	0,4
13	19,3	0,3
16	19,3	0,3
12	64,8	1,1
TOTAL	151,8	2,5

Tabela 20- Tempo de abertura de um lote de cabine dupla no *body*

##### Abertura *Deck*

As tabelas 21 e 22 representam os tempos de abertura de um lote no *deck*, de cabine simples e cabine dupla, respetivamente.

CABINE SIMPLES		
Caixa	minutos	horas
10	62,9	1,0

Tabela 21- Tempo de abertura de um lote de cabine simples no *deck*

CABINE DUPLA		
Caixa	minutos	horas
10	65,8	1,1

Tabela 22- Tempo de abertura de um lote de cabine dupla no *deck*

### Abertura *Frame*

A tabela 23 representa o tempo de abertura de um lote no *frame*.

CABINE S/D		
Caixa	minutos	horas
54	70,3	1,2

Tabela 23- Tempo de abertura de um lote no *frame*

Como é possível verificar pelas tabelas acima, os tempos de abertura por lote variam consoante a tipologia do mesmo. Relativamente à abertura do *body*, abrir um lote de cabine simples leva 112,4 minutos, enquanto um lote de cabine dupla demora 151,8 minutos. No *deck*, apesar da caixa ser a mesma, ela não é completamente igual nas cabines simples e nas duplas, pelo que uma caixa 10 de cabine simples demora 62,9 minutos a ser aberta e uma de cabine dupla demora 65,9 minutos. Por fim, o tempo de abertura da caixa 54 no *frame* é igual seja cabine simples ou cabine dupla: 70,3 minutos.

Como visto na análise do grupo 1, a pior situação em termos de abastecimentos às zonas de abertura acontece quando são abastecidos 2 lotes de cabine dupla e 1 de cabine simples, o que significa que esta é também a pior situação em termos de abertura. Sendo assim, o tempo de trabalho dos colaboradores F e G é o seguinte:

A tabela 24 representa o número de lotes abertos em cada zona de abertura, na pior situação.

	Lotes Abertos	
	CS	CD
Body	1	2
Deck	1	2
Frame	1	2

Tabela 24- Número de lotes abertos, por tipo, na pior situação

A tabela 25 representa o tempo de trabalho dos operadores F e G num dia de trabalho.

<b>Carga de Trabalho Operadores</b>			
<b>Operador</b>	<b>minutos</b>	<b>horas</b>	<b>Produtividade (%)</b>
<b>F</b>	416,0	6,9	91,2%
<b>G</b>	405,4	6,8	88,9%

Tabela 25- Tempo de trabalho dos operadores F e G

Através da tabela anterior, é possível constatar que ambos os colaboradores apresentam produtividades bastante aceitáveis nos dias de trabalho com maior número de caixas para abrir. O colaborador F tem um tempo útil de trabalho de 416 minutos e o colaborador G de 405,4 minutos, o que faz com que apresentem produtividades de 91,2% e 88,9%, quando comparados com o tempo de trabalho disponível (455 minutos).

Posto isto, o balanço final da análise a este grupo de trabalho foi o seguinte (tabela 26):

<b>Tempo total de trabalho real (minutos)</b>	821,4
<b>Tempo total de trabalho esperado (minutos)</b>	910
<b>Produtividade</b>	<b>90,3%</b>
<b>Número de colaboradores atual</b>	2
<b>Número de colaboradores necessário</b>	1,8

Tabela 26- Resumo geral grupo 2

- O tempo de total de trabalho real representa o somatório do tempo útil de trabalho dos 2 colaboradores;
- O tempo total de trabalho esperado representa o somatório do tempo de trabalho disponível dos 2 colaboradores ( $455 \times 2$ );
- A produtividade é a divisão do tempo total de trabalho real pelo tempo total de trabalho esperado;

- O número de colaboradores necessário é alcançado através da multiplicação do número de colaboradores atual pela produtividade.

#### **4.2.1. Conclusões finais dos processos relativos ao Grupo 2**

O grupo 2, responsável pela abertura das caixas, é composto por 2 colaboradores que apresentam produtividades idênticas. O colaborador F, que efetua a abertura das caixas do *body*, tem uma produtividade de 91,2%, enquanto que o operador G, responsável pela abertura do *deck* e do *frame*, se encontra nos 88,9 %. Isto significa que o grupo 2 apresenta uma produtividade média de 90,3 %, o que é ideal, uma vez que, para além de terem um tempo de útil de trabalho ao longo de quase todo o dia, também têm uma margem de 10% do tempo de trabalho disponível para lidar com eventuais situações inesperadas que possam surgir. Para além disso, é sabido que uma produtividade de 100% só acontece com máquinas e nunca com o homem. Isto acontece devido a todas as características que advêm da natureza humana, a começar pelas necessidades fisiológicas próprias do ser humano, passando por outros fatores físicos e mentais, que fazem com que as pessoas tenham dias melhores, em que o ritmo de trabalho é superior, e piores dias, nos quais demoram mais tempo para executar as operações.

#### **4.3. Análise dos processos relativos ao Grupo 3**

O grupo 3, constituído pelos operadores H e I, é responsável pelo *picking* e abastecimento de material às linhas da seção de soldadura. O colaborador H tem sob a sua responsabilidade o abastecimento das linhas do *body* e do *metal finish*, enquanto que o colaborador I abastece as linhas do *deck* e do *frame*. As tabelas 27 e 28 representam os tempos de trabalho dos operadores H e I durante um dia, respetivamente.

<b>OPERADOR H</b>			
<b>Processo</b>	<b>Frequência/ dia</b>	<b>minutos (por repetição)</b>	<b>Total (minutos)</b>
<b>Linha das Cabines</b>	12	19,8	237,6
<b>Capôs e Guarda Lamas</b>	3	21,5	64,5
<b>Frentes</b>	3	4,3	12,9
<b>Portas</b>	3	14,7	44,1
<b>Tejadilhos</b>	4	0,9	3,8
<b>Gabarits Pintura</b>	1	9,0	9,0
<b>Troca Carro Gabarits</b>	2	2,2	4,4
<b>Preparação Quadro</b>	1	2,2	2,2
			<b>378,5</b>

Tabela 27- Tarefas do operador H e respectivos tempos

<b>OPERADOR I</b>			
<b>Processo</b>	<b>Frequência/ dia</b>	<b>minutos (por repetição)</b>	<b>Total</b>
<b>Linha do Deck</b>	12	7,9	94,8
<b>Linha do Frame</b>	12	10,1	121,2
<b>Longarinas</b>	3	6,8	20,4
<b>Troca Dolly Fundos</b>	3	2,4	7,2
<b>Degraus</b>	5	1,0	5,0
<b>UD5, Parafusos e Triângulos</b>	3	5,6	16,8
<b>Preparação Quadros</b>	1	3,7	3,7
			<b>269,1</b>

Tabela 28- Tarefas do operador I e respectivos tempos

A tabela 29 representa o tempo de trabalho dos operadores H e I num dia de trabalho.

Carga de Trabalho Operadores			
Operador	minutos	horas	Produtividade (%)
H	378,5	6,3	83,2%
I	269,1	4,5	59,1%

Tabela 29- Tempo de trabalho dos operadores H e I

Como se pode constatar através das tabelas anteriores, o operador H apresenta um tempo útil de trabalho de 378,5 minutos e o operador I de 269,1 minutos. Tendo um tempo disponível de 455 minutos cada, o balanço final da análise ao grupo 3 é o seguinte (tabela 30):

<b>Tempo total de trabalho real (minutos)</b>	647,6
<b>Tempo total de trabalho esperado (minutos)</b>	910
<b>Produtividade</b>	<b>71,2%</b>
<b>Número de colaboradores atual</b>	2
<b>Número de colaboradores necessário</b>	1,4

Tabela 30- Resumo geral grupo 3

#### 4.3.1. Conclusões finais dos processos relativos ao Grupo 3

Relativamente ao grupo 3, embora respeite o número de colaboradores necessários para executar as operações (1,4), a produtividade dos operadores fica um pouco afastada dos desejados 90%. O colaborador H, responsável pelo abastecimento da linha do *body* e do *metal finish*, apresenta uma produtividade de 83,2%, enquanto que o I se fica pelos 59,1%. Isto significa que este grupo de trabalho tem uma produtividade média 71,2%. Para além disso, os tempos de trabalho diferem consideravelmente entre os dois colaboradores. No entanto, após ser feita uma reflexão sobre estes 2 fatores chegou-se às seguintes conclusões:



- 1) Apesar da produtividade média estar longe dos ideais 90% apresentados pelo grupo 2, as operações levadas a cabo por este grupo de trabalho envolvem todas elas grandes deslocações. Estes dois colaboradores fazem entre 10 a 12 km cada, por dia, em deslocações entre os supermercados e as linhas de produção, o que os sujeita a um esforço físico bastante elevado. Apesar do ideal ser a produtividade dos colaboradores rondar os 90%, existem outros fatores a ter em conta como a natureza do trabalho. Foi então concluído que o esforço físico a que os colaboradores H e I estão sujeitos em 71,2% do tempo de trabalho que têm disponível é bastante superior ao que os colaboradores F e G efetuam em 90,3% do tempo e, portanto, até é bastante conveniente que tenham mais tempos mortos. Caso contrário, teriam de fazer um esforço físico ainda superior, o que seria incomportável em termos físicos e ergonómicos.
- 2) Relativamente ao desfasamento do tempo de trabalho entre os dois colaboradores (o colaborador H tem uma produtividade de 83,2 %, enquanto que o I é produtivo 59,1% do tempo), existem também alguns fatores a ter em conta, que justificam que a divisão de tarefas se mantenha. Em primeiro lugar, o colaborador H tem apenas 22 anos, enquanto que o I já se encontra próximo da casa dos 60. Isto faz com que, naturalmente, apresentem aptidões físicas completamente diferentes, que devem ser tidas em conta na hora da distribuição das tarefas. Para além disso, a divisão de tarefas atual faz com que o primeiro seja responsável pelas linhas do *body* e do *metal finish*, que estão localizadas no mesmo lado da seção da soldadura, e o segundo pelas linhas do *deck* e do *frame*, que se encontram do lado oposto. Faz sentido que assim seja, uma vez que, caso contrário, as deslocações de ambos seriam maiores, pois teriam de estar constantemente a deslocar-se a ambos os lados da seção. Por estes fatores, concluiu-se que a divisão atual seria a ideal perante as condições existentes.



## 5. Análise e avaliação das propostas de melhoria

A nova solução encontrada para o grupo 1 faria com que, possivelmente, fosse eliminado um empilhador do processo, para além de um colaborador. O colaborador B, que atualmente efetua o abastecimento do material na montagem, passaria a formar uma equipa com o colaborador D e o seu empilhador ficaria livre. No entanto, existem algumas condicionantes relativamente aos empilhadores:

- Existem, atualmente, 5 empilhadores na empresa. O primeiro é um empilhador a diesel que apenas é utilizado pelo operador A para efetuar descargas. Este é o empilhador que aguenta com mais carga, aguentando até 5000 kg. É o único que permite efetuar descargas, uma vez que as caixas chegam dentro dos contentores umas em cima das outras e muitas vezes é preciso descarregar duas ou três caixas de uma só vez. Depois destes, existem três empilhadores elétricos que aguentam até 2500 kg de carga e são usados pelos operadores A, B e C, para o armazenamento do material e para o abastecimento às zonas de abertura. Por fim, o quinto empilhador é também elétrico e é utilizado pelo operador D, para arrumar os *racks* retornáveis. Este empilhador é o mais pequeno e que menos peso aguenta, aguentando apenas com 1500 kg.
- O primeiro empilhador apenas pode ser utilizado para descargas, uma vez que, devido ao tamanho das suas pás, feitas para carregar grandes pesos, não permite aos manuseadores ter sensibilidade suficiente para manobrar caixas individualmente. Para além disso, este empilhador apenas pode ser utilizado dentro da zona de descarga, não podendo entrar no armazém, devido às normas de segurança e ambiente da empresa, que apenas permite veículos elétricos a circular no armazém.
- Os três empilhadores elétricos, utilizados pelos operadores A, B e C, permitem manusear as caixas individualmente, no entanto, não têm capacidade suficiente para pegar em três caixas de uma só vez, pelo que não podem ser utilizados para efetuar decargas. São, por isso, ideais

para o abastecimento às zonas de abertura e para ao armazenamento do material no armazém, após uma descarga ser efetuada.

- O quinto empilhador, apenas é utilizado para os *racks* retornáveis, uma vez que não tem capacidade para pegar em caixas cheias com material. Este empilhador também não tem capacidade para pegar nas caixas de material PXP e fazer a reposição dos contentores de cartão e plástico.

Perante estas condições, verificou-se que não seria possível eliminar o empilhador libertado pelo colaborador B, uma vez que os operadores B e D necessitariam dele para executar tarefas como o abastecimento do material PXP e a reposição dos contentores e, mais importante de tudo, para fazer o abastecimento às zonas de passagem de material, sempre que o colaborador A estivesse ocupado e a utilizar um dos outros empilhadores para arrumar o material no armazém após uma descarga.

Apesar de não ser possível eliminar este empilhador, esta solução faria com que a empresa pudesse poupar nos custos com este tipo de veículos. Acontece que, recentemente, foi montada na Toyota Caetano Portugal, S.A uma pequena linha de produção de chassis para autocarros elétricos. Esta linha de produção, anteriormente detida por outra empresa do Grupo Salvador Caetano, a Caetano Bus, foi passada à Toyota Caetano Portugal e os seus custos passaram a estar encarregues por esta. Com esta nova linha de produção, a empresa viu-se na necessidade de alugar um empilhador igual aos três utilizados pelos operadores A, B e C, uma vez que não tinha nenhum empilhador disponível e era necessário efetuar descargas de material para esta linha de produção todas as semanas. No entanto, este empilhador tem uma taxa de utilização bastante reduzida, uma vez que é usado exclusivamente para a descarga de material, e tem um custo de aluguer de cerca de 900 euros por mês.

Perante este cenário, pensou-se que o empilhador anteriormente utilizado pelo colaborador B, poderia ser compartilhado entre os operadores B e D, e os colaboradores responsáveis por efetuar a descarga de material para a nova linha

de produção, poupando a empresa os 900 euros mensais de aluguer do novo empilhador. Os operadores B e D necessitariam do empilhador para:

- **Abastecimento de material PXP-** Este abastecimento é efetuado apenas uma vez por dia e, portanto, poderia ser feito no intervalo de almoço dos colaboradores da nova linha de produção, que é numa hora diferente do deles.
- **Reposição de contentores de cartão e plástico-** Num dia são trocados, no máximo, três contentores, demorando cerca de 8 minutos cada troca. Os colaboradores B e D teriam de estar informados sobre o horário de descargas da nova linha de produção, efetuando as trocas de contentores quando soubessem que o empilhador não seria necessário pelos outros operadores.
- **Substituição do operador A no abastecimento de material à zona de passagem da montagem-** Esta operação é a única que poderia vir a interferir com a descarga da nova linha de produção. No entanto, em caso de indisponibilidade do operador A, e supondo que o empilhador estaria a ser utilizado para efetuar descargas para a nova linha de produção, o operador C poderia descer pelo túnel e carregar as caixas desde o armazém, à semelhança do que acontece atualmente. É, no fundo, para combater este tipo de situações que lhe foram retiradas tarefas de modo a ter algum tempo livre.

Para além da poupança dos custos do novo empilhador, esta nova solução permitiria a empresa otimizar os recursos humanos, alocando o colaborador E, eliminado do processo, num posto de trabalho com necessidade de pessoal. Adicionalmente, aumentaria os índices de segurança junto às linhas de produção. Atualmente existem dois empilhadores que andam constantemente junto às linhas de produção e zonas de abertura: o empilhador do operador B na montagem e o

do operador C na soldadura. Com a implementação da nova solução, apenas o operador C manobraria o empilhador junto às zonas de abertura com frequência. Como é sabido, os empilhadores são veículos perigosos, ainda mais quando transportam cargas pesadas, e esta solução diminuiria a probabilidade de acidentes relacionados com este tipo de veículos.

Concluindo, a solução encontrada traria vantagens para a empresa nos seguintes níveis:

- **Produtividade-** aumentaria a produtividade dos colaboradores envolvidos no processo;
- **Redução de custos-** pouparia 900 euros mensais do aluguer do novo empilhador;
- **Segurança-** teria menos empilhadores a circular frequentemente;
- **Otimização de recursos-** o colaborador retirado do processo seria alocado num posto de trabalho com necessidade de pessoal.

## 6. Outras propostas de melhoria

Durante o registo e observação dos processos analisados nos capítulos anteriores, foram detetadas duas situações particulares que requeriam melhorias. A primeira dizia respeito às únicas peças onde o FIFO não era cumprido, nos supermercados da soldadura, devido ao tipo de caixas onde estas se encontravam armazenadas. A segunda, por sua vez, estava relacionada com a inexistência de um supermercado para os *gabarits*, o que fazia com estes estivessem todos abastecidos de forma desorganizada junto à linha do *metal finish* e, para além de dificultar o trabalho aos colaboradores que tinham de seleccioná-los e colocar nas viaturas, muitas vezes dificultava a circulação de pessoas junto daquela linha de produção.

Perante estas duas situações, foram idealizadas e implementadas soluções, apresentadas nos dois capítulos seguintes.

### 6.1. Melhoria relacionada com FIFO

Uma das melhorias identificadas e implementadas diz respeito ao não seguimento do FIFO (*First In, First Out*), num conjunto de peças específicas na seção de soldadura. Estas eram as únicas peças na seção que fugiam à regra, que nos diz que o primeiro a entrar é o primeiro a sair, ou seja, as primeiras peças a entrar no supermercado têm de ser as primeiras a sair para a linha de produção. O não seguimento desta regra em material deste tipo (maioritariamente metais) resultava em enferrujamento e corrosão das peças, que depois necessitavam de ser tratadas antes de seguirem para a linha de produção. Após ter sido constatado que este conjunto de componentes era a única exceção na seção, foi pensada uma solução para que, de forma simples, o FIFO passasse a ser seguido.

As imagens seguintes mostram como estavam dispostas as peças no supermercado antes da implementação da melhoria (figuras 9, 10, 11 e 12).



Figura 9- Conjuntos de peças 1, 2 e 3 antes da melhoria



Figura 10- Conjunto de peças 4 antes da melhoria



Figura 11- Conjunto de peças 5 antes da melhoria





Figura 12- Conjunto de peças 6 antes da melhoria

Como podemos ver nas imagens anteriores, existiam 6 conjuntos de peças diferentes (alguns conjuntos incluíam mais do que um tipo de peças) que não seguiam o FIFO.

Relativamente ao conjunto número 1, constituído apenas por um tipo de peça, tinha 2 caixas para a sua reposição no supermercado. Acontecia que não havia qualquer definição sobre em que caixa os colaboradores da abertura deviam repor as peças, o que fazia com que elas fossem colocadas aleatoriamente, em qualquer das caixas, umas em cima das outras. Isto fazia com que as peças que se encontravam no fundo das caixas ficassem lá imenso tempo, uma vez que os colaboradores do *picking*, quando iam retirar as peças para abastecer as linhas de produção, retiravam as que estavam por cima.

Passando ao conjunto número 2, também constituído apenas por peças de um tipo, a realidade era idêntica à do primeiro, sendo que só existia uma caixa. As peças novas eram, então, colocadas sempre em cima das antigas, o que fazia com que estas ficassem demasiado tempo no supermercado e acabassem por sofrer corrosão e enferrujamento.

Olhando agora para o conjunto número 3, não existia nenhuma caixa para colocar as peças, que eram apenas pousadas umas em cima das outras na prateleira. À semelhança dos outros grupos, as peças mais recentes eram

colocadas em cima das antigas, o que fazia com que fossem as primeiras a ser retiradas pelos colaboradores do *picking*.

Em relação ao conjunto número 4, existiam duas caixas para a reposição das peças. Este conjunto é constituído por três tipos de peças, razão pela qual cada caixa tem três divisões. A ideia seria conseguir controlar o FIFO através da utilização das duas caixas, no entanto, não havia nenhuma regra definida e os colaboradores acabavam por repor e retirar as peças das duas caixas de forma aleatória.

Continuando, o conjunto número 5 é constituído por dois tipos de peças. Apesar de muito semelhantes, as peças são diferentes, uma vez que uma é para o lado esquerdo do carro e outra para o lado direito. Existia uma caixa para as peças do lado esquerdo e outra para as do lado direito, mas, à semelhança dos conjuntos anteriores, não havia qualquer critério relativamente à reposição e retirada das peças, que acabavam por ser feitas aleatoriamente.

Por fim, o conjunto número 6 tinha duas caixas para as suas peças. Este conjunto é constituído por 4 quatro tipos de peças, daí as caixas terem quatro divisões. À semelhança do conjunto número 4, existiam duas caixas com a ideia de seguir o FIFO, mas, não havendo qualquer regra definida, as peças eram também colocadas e retiradas de forma aleatória.

Após analisado o tipo de peças e o espaço existente, chegou-se à conclusão que seria muito complicado seguir a regra FIFO peça a peça, uma vez que são peças pequenas e não existiam recursos para fazer essa seleção. No entanto, existiam soluções para fazer um controlo parcial do FIFO, garantindo sempre que os lotes mais antigos eram abastecidos primeiro às linhas de produção. Foi, então, identificada a melhor solução, perante a realidade do problema, e a mesma foi implementada.

A imagem a seguir mostra a disposição das peças no supermercado após a implementação da melhoria (figura 13).

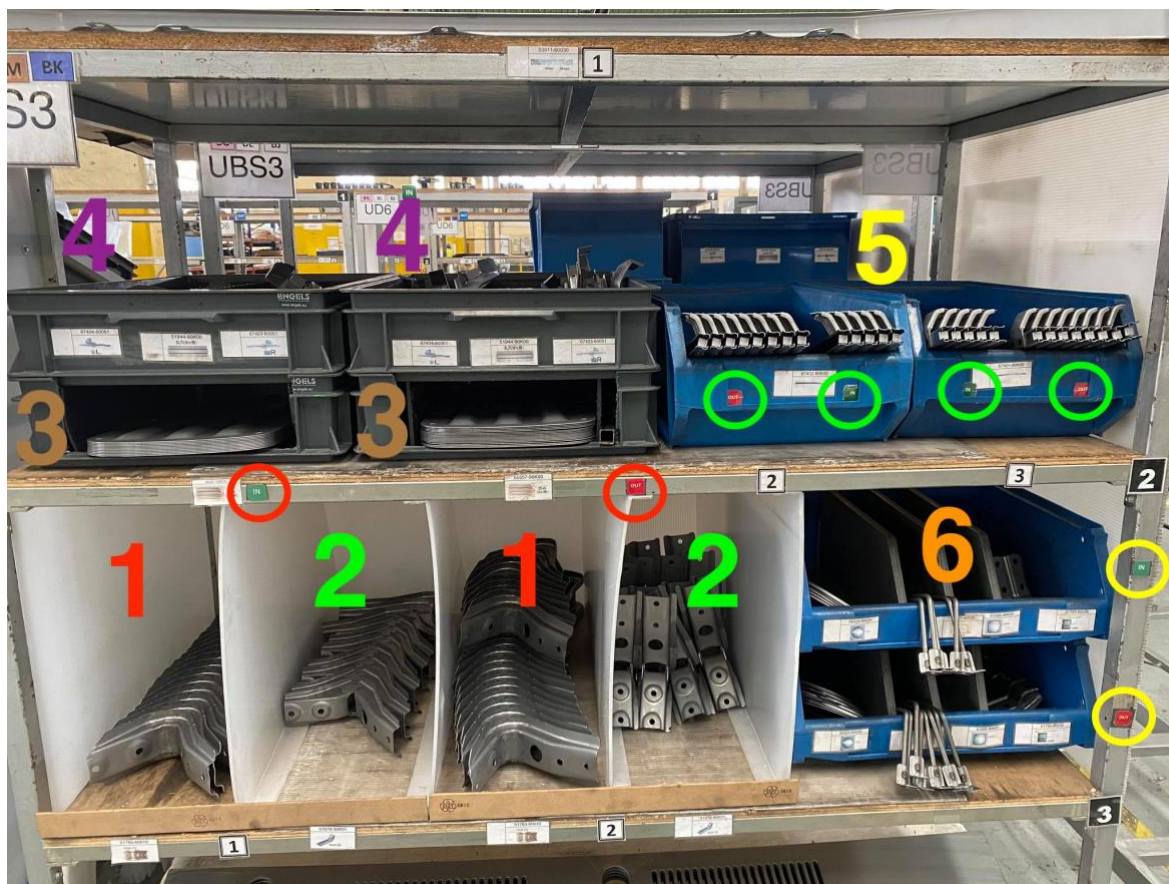


Figura 13- Disposição dos conjuntos no supermercado após a melhoria

Relativamente aos conjuntos 1 e 2, as caixas foram substituídas por divisórias, feitas através do reaproveitamento de um plástico bastante resistente que chega nas caixas CKD. Para colocar o conjunto 3, foram cortadas caixas que estavam inutilizadas, com as medidas destas peças. O conjunto 4 manteve a lógica anterior (duas caixas com duas três divisórias), mas as caixas foram substituídas para serem colocadas por cima do conjunto 3. Por fim, os conjuntos 5 e 6 mantiveram as caixas iniciais.

A ideia baseou-se em identificar os locais onde os operadores da abertura deveriam repor as peças, bem como aqueles de onde os colaboradores do *picking* deveriam retirar o material para abastecer as linhas de produção. Para isso, foram criados ímanes com as palavras “in” (a verde) e “out” (a vermelho). Os colaboradores da abertura deveriam colocar as peças novas nos locais onde

estivesse o íman “in” e os operadores do *picking* deveriam retirar o material dos locais que tivessem o íman “out”.

Posto isto, na figura podemos observar 3 conjuntos de ímanes: rodeados a vermelho, verde e amarelo. Os ímanes rodeados a vermelho controlam os conjuntos 1, 2, 3 e 4. Como pode ser visto na imagem, existe uma simetria nestes conjuntos: do lado esquerdo temos uma caixa para o conjunto 4 e outra para o conjunto 3, em cima, com uma divisória para o conjunto 1 e outra para o conjunto 2, em baixo, tendo exatamente a mesma disposição do lado direito. Sendo assim, os colaboradores da abertura devem repor o material no lado em que esteja o íman “in” (na imagem é o lado esquerdo) e os do *picking* devem retirar do lado do íman “out” (lado direito na imagem). Sempre que os colaboradores do *picking* esvaziarem o lado de onde estão a retirar material, devem trocar os ímanes e passar a retirar do lado contrário (que estava a ser repostado pela abertura), sendo que, em sentido contrário, a abertura começa a repor as peças no lado que ficou vazio.

Os ímanes rodeados a verde controlam o conjunto 5 de forma bastante simples: as peças vão sendo colocadas onde diz “in” e retiradas de onde diz “out”. Sempre que os colaboradores da abertura colocam novas peças, arrastam as anteriores para a frente e colocam as novas na extremidade do lado “in”, garantindo assim que as mais antigas são retiradas primeiro pelos colaboradores do *picking*, uma vez que estarão mais próximas do lado “out”.

Por fim, os ímanes rodeados a amarelo controlam o conjunto 6. Os colaboradores da abertura colocam as peças na caixa com o íman “in” (caixa de cima na imagem) e os do *picking* retiram da caixa com o íman “out” (na imagem é a caixa de baixo). Quando a caixa de onde os colaboradores do *picking* estavam a retirar material esvaziar, à semelhança dos primeiros 4 conjuntos, devem trocar os ímanes e passar a retirar material da caixa que estava a ser repostada pela abertura, passando estes a repor material na caixa vazia.

Concluindo, de forma simples e rápida conseguiu-se implementar uma solução que garante que todas estas peças passam a seguir o FIFO, diminuindo-se assim o risco de as mesmas enferrujarem e corroerem.

## 6.2. Melhoria relacionada com os *gabarits*

A outra melhoria que não está relacionada diretamente com o processo, mas foi identificada e implementada, está relacionada com o reaproveitamento de uma área inutilizada, no supermercado da seção de soldadura, para colocar os *gabarits*.

Os *gabarits*, como visto anteriormente, são peças metálicas que são colocadas nas portas e nos capôs dos carros para que, quando estes saem da linha de soldadura em direção à linha da pintura, as portas e os capôs se mantenham abertos e os carros sejam pintados por dentro e por fora quando mergulham nos tanques. Uma vez que estes são colocados apenas na linha do *metal finish* (última linha da soldadura), existiam dollies com *gabarits* junto à linha, para que os colaboradores desse posto tivessem fácil acesso aos mesmos. Os *gabarits* eram, então, abastecidos nesses dollies por um colaborador da pintura, que ia juntando os que saíam na linha da pintura, e, ao fim de um certo número de *gabarits* acumulados, abastecia-os na linha de soldadura.

O que acontecia era que estes eram colocados uns em cima dos outros e de forma desorganizada nos dollies, o que em vez de facilitar o trabalho dos operadores de linha, ainda dificultava, visto que muitas das vezes era complicado retirar os *gabarits*, devido ao facto de estarem presos uns nos outros. Para além disso, a quantidade acumulada era tanta que chegava a dificultar a passagem das pessoas naquela zona, tendo acontecido algumas vezes ficarem com as roupas agarradas aos *gabarits*.

A imagem seguinte mostra a disposição dos *gabarits* na linha inicialmente, onde a desorganização e tudo o que foi descrito em cima pode ser perfeitamente visualizado (figura 14).





Figura 14- Situação inicial dos *gabarits*

De modo a combater estes problemas, pensou-se em criar uma área para os *gabarits* no supermercado da soldadura, tendo-se identificado uma área que estava inutilizada, apenas contendo um robô de soldadura que não estava em funcionamento. Procedeu-se, então, à limpeza dessa área e criou-se um supermercado para os *gabarits*. As imagens a seguir mostram a área identificada antes da limpeza e após a criação supermercado (figuras 15 e 16).



Figura 15- Área libertada para a criação do supermercado



Figura 16- Supermercado criado para os *gabarits*

Após a implementação do novo supermercado de *gabarits*, definiu-se que a pessoa da pintura responsável por abastecer os *gabarits* na soldadura, deveria começar a colocá-los no novo supermercado, separados por tipo. Desta forma, acrescentou-se uma tarefa a um dos colaboradores do *picking* de soldadura, que passou a ser responsável por, no final do dia, fazer o *picking* dos *gabarits* necessários para a produção do dia seguinte e deixá-los abastecidos na linha do *metal finish*. Este colaborador é o H, pertencente ao grupo 3, e este novo processo já foi contabilizado na análise feita nos capítulos anteriores.

Concluindo, com a criação desta área, apenas ficariam junto à linha os *gabarits* necessários para a produção diária, acabando a desorganização e a quantidade desnecessária.





## 7. Conclusões e perspectivas futuras

As ferramentas associadas à filosofia *Lean* são cada vez mais importantes para as organizações, no sentido de se reinventarem e alcançarem soluções que potenciem o melhor desempenho possível, com o mínimo de recursos. Este projeto demonstrou o quão importantes podem ser as metodologias de trabalho *standard*, não só por definirem padrões de trabalho para os operadores, mas também pelo seu potencial na análise e definição de processos.

Em primeiro lugar, foi vital investir tempo para o conhecimento total dos processos, de modo a saber exatamente a realidade em que os mesmos eram executados e ser capaz de agir em conformidade com esta. Em segundo lugar, o registo videográfico das operações foi essencial para saber, pormenorizadamente, a forma como as atividades eram executadas, com o objetivo de, posteriormente, definir ou redefinir *standards*. Em terceiro lugar, o desenvolvimento dos documentos de trabalho *standard* permitiu identificar os tempos das operações, bem como todos os dados essenciais para a análise e redefinição de processos. Em quarto lugar, importa frisar a ajuda que o balanceamento de linhas de montagem pode representar para a redefinição de processos. Embora aplicado a uma realidade logística, com características diferentes das linhas de montagem, esta ferramenta (mais concretamente a heurística *Largest Candidate Rule*) foi essencial, uma vez que serviu como ponto de partida para alcançar a melhor solução perante a realidade apresentada. Por fim, o acompanhamento dos processos permitiu também identificar e implementar outras melhorias, como foram os casos da implementação do FIFO num grupo específico de peças e do supermercado para os *gabarits*.

Resumindo, a combinação de todas estas ferramentas e atividades permitiu perceber quais os processos que não estavam a funcionar dentro do pretendido, para os quais foram idealizadas ou implementadas melhorias. Para além disso, foi também possível identificar os processos que estavam bem implementados e a funcionar dentro do esperado.

Para concluir, importa frisar que não houve tempo para implementar e analisar ao pormenor a melhoria idealizada para o primeiro grupo de trabalho analisado, devido à falta de tempo, uma vez que o final do estágio foi antecipado como

resposta à pandemia mundial provocada pelo SARS-CoV-2. No entanto, para além da poupança de 900 euros mensais que a mesma traria para a empresa, esperam-se também benefícios a nível de produtividade, segurança e otimização de recursos. Apesar de não ter sido ainda implementada, a proposta foi entregue e espera-se que seja posta em prática pela empresa. Após implementada, todo este ciclo de análise deve ser repetido, não só neste, mas em todos os outros processos, no sentido de tentar definir novos *standards* e encontrar novas oportunidades de melhoria. Só desta forma, fazendo um esforço constante para descobrir problemas e encontrar a sua solução, se pode alcançar a melhoria contínua e elevar a organização para patamares de excelência.

## Referências Bibliográficas

- Alif, S., & Aribowo, B. (2019). Line balancing application analysis of generator manufacturing process in DPG Inc. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 528(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/528/1/012057>
- Antunes, D. L., Sousa, S. D., & Nunes, E. (2013). Using project six sigma and lean concepts in internal logistics. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 1 LNECS, 414–419.
- Bamber, L., & Dale, B. G. (2000). Lean production: A study of application in a traditional manufacturing environment. *Production Planning and Control*, 11(3), 291–298. <https://doi.org/10.1080/095372800232252>
- Becker, C., & Scholl, A. (2006). A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing. *European Journal of Operational Research*, 168(3), 694–715. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.07.023>
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the lean production tool standard work. *Jurnal Teknologi*, 76(1), 47–53. <https://doi.org/10.11113/jt.v76.3659>
- Cambridge University Press. (2020). JUST-IN-TIME | Significado, definição em Dicionário Inglês. Retrieved January 18, 2020, from Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus website: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/just-in-time>
- Chahala, V., & Narwal, M. S. (2017). An empirical review of lean manufacturing and their strategies. *Management Science Letters*, 7(7), 321–336. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2017.4.004>
- Chiarini, A. (2011). Integrating lean thinking into ISO 9001: A first guideline. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2(2), 96–117. <https://doi.org/10.1108/204014611111135000>
- Domingo, R., Alvarez, R., Peña, M. M., & Calvo, R. (2007). Materials flow improvement in a lean assembly line: A case study. *Assembly Automation*, 27(2), 141–147. <https://doi.org/10.1108/01445150710733379>
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system. *Management Decision*, 46(4),

- 565–579. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>
- Gonzalez, M. E., Quesada, G., Mora-Monge, C. A., & Barton, M. E. (2019). An empirical study of the application of lean tools in U.S. industry. *Quality Management Journal*, 26(4), 174–190.  
<https://doi.org/10.1080/10686967.2019.1647769>
- Gutierrez-Gutierrez, L., de Leeuw, S., & Dubbers, R. (2016). Logistics services and Lean Six Sigma implementation: a case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(3), 324–342. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-05-2015-0019>
- Gyulai, D., Pfeiffer, A., Sobottka, T., & Váncza, J. (2013). Milkrun vehicle routing approach for shop-floor logistics. *Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 127–132. <https://doi.org/doi:10.1016/j.procir.2013.05.022>
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Kharuddin, M. H., Ramli, M. F., & Masran, M. H. (2019). Line balancing using heuristic procedure and simulation of assembly line. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 17(2), 774–782.  
<https://doi.org/10.11591/ijeecs.v17.i2.pp774-782>
- Kobayashi, K., Fisher, R., & Gapp, R. (2008). Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. *Total Quality Management and Business Excellence*, 19(3), 245–262. <https://doi.org/10.1080/14783360701600704>
- Kumar, S., & Harms, R. (2004). Improving business processes for increased operational efficiency: A case study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 15(7), 662–674. <https://doi.org/10.1108/17410380410555907>
- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: Making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3681–3698.  
<https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Marksberry, P. (2011). The Toyota Way - a quantitative approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2(2), 132–150.  
<https://doi.org/10.1108/20401461111135028>

- Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2018). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>
- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2013). A framework for lean manufacturing implementation. *Production and Manufacturing Research*, 1(1), 44–64. <https://doi.org/10.1080/21693277.2013.862159>
- Nakagawa, Y. (2005). Importance of standard operating procedure documents and visualization to implement lean construction. *13th International Group for Lean Construction Conference: Proceedings*, 207–215.
- Oliveira, J. C. (2011). Plant and equipment: Continuous process improvement and optimization. *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*, 263–272. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00509-4>
- Pötters, P., Schmitt, R., & Leyendecker, B. (2018). Effectivity of quality methods used on the shop floor of a serial production—how important is Poka Yoke? *Total Quality Management and Business Excellence*, 29(9–10), 1200–1212. <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1488559>
- Puvasasvaran, A. P., Ab. Hamid, M. N. H., & Yoong, S. S. (2018). Cycle time reduction for coil setup process through standard work: Case study in ceramic industry. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(1), 210–220.
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S implementation methodologies: Literature review and directions. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 20(1), 48–74. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2017.080692>
- Rodrigues, E. J., Alexandrino, P. A., & Carvalho, M. S. (2013). Implementation of a logistics process improvement system - A case study. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 1 LNECS, 470–474.
- Spear, S. J. (2004). Learning to Lead at Toyota. *Harvard Business Review*, 82(5), 78-86+151.
- Stone, K. B. (2012). Four decades of lean: A systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(2), 112–132.

- <https://doi.org/10.1108/20401461211243702>
- Suárez-Barraza, M. F., Ramis-Pujol, J., & Kerbache, L. (2011). Thoughts on kaizen and its evolution: Three different perspectives and guiding principles. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2(4), 288–308.  
<https://doi.org/10.1108/20401461111189407>
- Suárez-Barraza, M. F., & Rodríguez-González, F. G. (2015). Bringing Kaizen to the classroom: lessons learned in an Operations Management course. *Total Quality Management and Business Excellence*, 26(9–10), 1002–1016.  
<https://doi.org/10.1080/14783363.2015.1068594>
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564.  
<https://doi.org/10.1080/00207547708943149>
- Tong, L., Xiao, R., & Li, H. (2015). The evaluation of lean logistics performance based on balanced score card and unascertained sets. *2015 International Conference on Logistics, Informatics and Service Science, LISS 2015*.  
<https://doi.org/10.1109/LISS.2015.7369729>
- Toyota Caetano Portugal. (2020a). Apresentação. Retrieved April 29, 2020, from <https://toyotacaetano.pt/empresa/apresentacao/>
- Toyota Caetano Portugal. (2020b). Fábrica de Ovar. Retrieved April 29, 2020, from <https://toyotacaetano.pt/sector-industrial/fabrica-de-ovar/>
- Vörös, J., & Rappai, G. (2016). Process quality adjusted lot sizing and marketing interface in JIT environment. *Applied Mathematical Modelling*, 40(13–14), 6708–6724. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2016.02.011>
- Wang, X. (2015). Optimization study based on lean logistics in manufacturing enterprises. In *Proceedings of china modern logistics engineering* (Vol. 286, pp. 463–471). [https://doi.org/10.1007/978-3-662-44674-4\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-662-44674-4_43)
- Wichaisri, S., & Sopadang, A. (2017). Integrating sustainable development, lean, and logistics concepts into a lean sustainable logistics model. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 26(1), 85–104.  
<https://doi.org/10.1504/IJLSM.2017.080631>
- Williams, B. A. (2001). Standard work - Lean tools and techniques. *SAE Technical*


*Papers*, (724). <https://doi.org/10.4271/2001-01-2598>





# **ANEXOS**

## Anexo 1- Standard Work Recording Sheet (exemplo)

Toyota Caetano Portugal, S.A. Ovar Plant		 <div>Registo Posição Video</div>		Modelo: LC70 Linha: Logística Armazém		Posto: Arrumo Stock Lote CD Produção: 12								
Standardised Work Recording Sheet		Tempo Operação		Data: 09/10/19		Página: 1								
Nº.	Job Element	Tempo por job element										Min	Max	Flutuação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Pegar alicate	6,1										6,1	6,1	0,0
2	Cortar arames das caixas	158,7										158,7	158,7	0,0
3	Deslocar-se até ao caixote do lixo	7,9										7,9	7,9	0,0
4	Colocar arames no lixo	3,4										3,4	3,4	0,0
5	Deslocar-se até empilhador	5,0										5,0	5,0	0,0
6	Entrar no empilhador	2,5										2,5	2,5	0,0
7	Ligar empilhador	2,0										2,0	2,0	0,0
8	Levantar pás	9,4										9,4	9,4	0,0
9	Deslocar-se com empilhador até caixa 15	20,0										20,0	20,0	0,0
10	Inserir pás na caixa 15	6,6										6,6	6,6	0,0
11	Levantar caixa 15	1,2										1,2	1,2	0,0
12	Recuar com empilhador	3,3										3,3	3,3	0,0
13	Baixar pás	3,8										3,8	3,8	0,0
14	Pousar caixa 15	9,2										9,2	9,2	0,0
15	Recuar com empilhador	3,1										3,1	3,1	0,0
16	Levantar pás	5,8										5,8	5,8	0,0
17	Deslocar-se com empilhador até caixa 11	6,0										6,0	6,0	0,0
18	Inserir pás na caixa 11	4,8										4,8	4,8	0,0
19	Levantar caixa 11	0,9										0,9	0,9	0,0
20	Recuar com empilhador	4,9										4,9	4,9	0,0
21	Deslocar-se com empilhador até caixa 15	10,0										10,0	10,0	0,0
22	Pousar caixa 11 em cima da caixa 15	34,8										34,8	34,8	0,0
23	Recuar com empilhador	6,0										6,0	6,0	0,0
24	Baixar pás	2,7										2,7	2,7	0,0
25	Inserir pás no conjunto de caixas 11 e 15	3,6										3,6	3,6	0,0
26	Levantar conjunto de caixas 11 e 15	1,6										1,6	1,6	0,0
27	Transportar caixas 11 e 15 um pouco mais para a frente	2,8										2,8	2,8	0,0
28	Pousar caixas 11 e 15	3,1										3,1	3,1	0,0
29	Recuar com empilhador	1,6										1,6	1,6	0,0
30	Levantar pás	2,1										2,1	2,1	0,0
31	Deslocar-se com empilhador até conjunto de caixas 16 e 13	14,2										14,2	14,2	0,0
32	Inserir pás no conjunto de caixas 16 e 13	5,2										5,2	5,2	0,0
33	Levantar conjunto de caixas 16 e 13	2,2										2,2	2,2	0,0
34	Deslocar-se com empilhador até área de stock do lote na soldadura	97,5										97,5	97,5	0,0
35	Pousar conjunto de caixas 16 e 13	14,7										14,7	14,7	0,0
36	Recuar com empilhador	3,1										3,1	3,1	0,0
37	Levantar pás	1,2										1,2	1,2	0,0
38	Deslocar-se com empilhador até conjunto de caixas 11 e 15	50,5										50,5	50,5	0,0
39	Baixar pás	1,6										1,6	1,6	0,0
40	Inserir pás no conjunto de caixas 11 e 15	2,2										2,2	2,2	0,0
41	Levantar conjunto de caixas 11 e 15	1,5										1,5	1,5	0,0
42	Deslocar-se com empilhador até área de stock do lote na soldadura	51,9										51,9	51,9	0,0
43	Pousar conjunto de caixas 11 e 15 em cima do conjunto de caixas 16 e 13	18,3										18,3	18,3	0,0
44	Recuar com empilhador	5,9										5,9	5,9	0,0
45	Baixar pás	6,4										6,4	6,4	0,0
46	Deslocar-se com empilhador até caixa 42	37,9										37,9	37,9	0,0
47	Levantar pás	2,9										2,9	2,9	0,0
48	Inserir pás na caixa 42	6,6										6,6	6,6	0,0
49	Levantar caixa 42	1,4										1,4	1,4	0,0
50	Recuar com empilhador	4,4										4,4	4,4	0,0
51	Deslocar-se com empilhador até área de stock do lote na montagem	81,5										81,5	81,5	0,0
52	Pousar caixa 42	13,9										13,9	13,9	0,0
53	Recuar com empilhador	7,5										7,5	7,5	0,0
54	Levantar pás	3,8										3,8	3,8	0,0
55	Deslocar-se com empilhador até conjunto de caixas 43 e 56	60,8										60,8	60,8	0,0
56	Pegar no conjunto de caixas 43 e 56	3,0										3,0	3,0	0,0
		833,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	833,0	833,0

Standardised Work Recording Sheet



Registo Posição  
Video  
Tempo Operação

Modelo: LC70  
Linha: Logística Armazém  
Colaborador: XXXXXX  
Data: 09/10/19

Posto: Arrumo Stock Lote CD  
Produção: 12  
Takt-Time:  
Página: 2

Nº.	Job Element	Tempo por job element										Min	Max	Flutuação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
57	Recuar com empilhador	8,6										8,6	8,6	0,0
58	Pousar conjunto de caixas 43 e 56	1,4										1,4	1,4	0,0
59	Recuar com empilhador	2,9										2,9	2,9	0,0
60	Levantar pás	3,7										3,7	3,7	0,0
61	Inserir pás na caixa 43	4,2										4,2	4,2	0,0
62	Levantar caixa 43	0,8										0,8	0,8	0,0
63	Recuar com empilhador	4,3										4,3	4,3	0,0
64	Pousar caixa 43	5,0										5,0	5,0	0,0
65	Recuar com empilhador	2,1										2,1	2,1	0,0
66	Inserir pás na caixa 56	12,7										12,7	12,7	0,0
67	Levantar caixa 56	0,5										0,5	0,5	0,0
68	Deslocar-se com empilhador até área de stock do lote na montagem	56,2										56,2	56,2	0,0
69	Pousar caixa 56	20,1										20,1	20,1	0,0
70	Recuar com empilhador	5,3										5,3	5,3	0,0
71	Levantar pás	5,8										5,8	5,8	0,0
72	Deslocar-se com empilhador até conjunto de caixas 22 e 25	55,9										55,9	55,9	0,0
73	Pegar no conjunto de caixas 22 e 25	3,1										3,1	3,1	0,0
74	Recuar com empilhador	7,4										7,4	7,4	0,0
75	Pousar conjunto de caixas 22 e 25	3,4										3,4	3,4	0,0
76	Recuar com empilhador	1,4										1,4	1,4	0,0
77	Levantar pás	1,5										1,5	1,5	0,0
78	Deslocar-se com empilhador até conjunto de caixas 33 e 53	7,8										7,8	7,8	0,0
79	Pegar no conjunto de caixas 33 e 53	1,3										1,3	1,3	0,0
80	Deslocar-se com empilhador até área de stock do lote na montagem	70,6										70,6	70,6	0,0
81	Pousar conjunto de caixas 33 e 53 em cima da caixa 56	15,5										15,5	15,5	0,0
82	Recuar com empilhador	3,3										3,3	3,3	0,0
83	Baixar pás	6,5										6,5	6,5	0,0
84	Deslocar-se com empilhador até caixa 36	61,7										61,7	61,7	0,0
85	Inserir pás na caixa 36	6,8										6,8	6,8	0,0
86	Levantar caixa 36	1,4										1,4	1,4	0,0
87	Recuar com empilhador	8,3										8,3	8,3	0,0
88	Pousar caixa 36	9,9										9,9	9,9	0,0
89	Recuar com empilhador	2,6										2,6	2,6	0,0
90	Levantar pás	0,8										0,8	0,8	0,0
91	Deslocar-se com empilhador até caixa 43	7,3										7,3	7,3	0,0
92	Inserir pás na caixa 43	3,0										3,0	3,0	0,0
93	Levantar caixa 43	1,0										1,0	1,0	0,0
94	Deslocar-se com empilhador até caixa 36	7,8										7,8	7,8	0,0
95	Pousar caixa 43 em cima da caixa 36	13,8										13,8	13,8	0,0
96	Recuar com empilhador	5,0										5,0	5,0	0,0
97	Baixar pás	3,4										3,4	3,4	0,0
98	Inserir pás no conjunto de caixas 43 e 36	4,2										4,2	4,2	0,0
99	Levantar conjunto de caixas 43 e 36	1,9										1,9	1,9	0,0
100	Deslocar-se com empilhador até área de stock do lote na montagem	77,4										77,4	77,4	0,0
101	Pousar conjunto de caixas 43 e 36 em cima da caixa 42	34,0										34,0	34,0	0,0
102	Recuar com empilhador	7,0										7,0	7,0	0,0
103	Baixar pás	5,4										5,4	5,4	0,0
104	MUDA	37,4										37,4	37,4	0,0
105	Deslocar-se com empilhador até caixa 52	60,0										60,0	60,0	0,0
106	Inserir pás na caixa 52	5,8										5,8	5,8	0,0
107	Levantar caixa 52	0,9										0,9	0,9	0,0
108	Recuar com empilhador	3,7										3,7	3,7	0,0
109	Deslocar-se com empilhador até caixa 23	22,0										22,0	22,0	0,0
110	Pousar caixa 52 em cima da caixa 23	11,5										11,5	11,5	0,0
111	Recuar com empilhador	4,9										4,9	4,9	0,0
112	Deslocar-se com empilhador até conjunto de caixas 22 e 25	18,7										18,7	18,7	0,0
		738,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	738,9	738,9

Standardised Work Recording Sheet



Modelo: LC70	Posto: Arumo Stock Lote CD
Linha: Logística Armazém	Produção: 12
Colaborador: xxxxxx	Takt-Time
Data: 09/10/19	Página: 3

Nº.	Job Element	Tempo por job element										Min	Max	Flutuação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
113	Baixar pás	1,2										1,2	1,2	0,0
114	Inserir pás no conjunto de caixas 22 e 25	4,0										4,0	4,0	0,0
115	Levantar conjunto de caixas 22 e 25	3,1										3,1	3,1	0,0
116	Deslocar-se com empilhadoaté área de stock do lote na montagem	87,8										87,8	87,8	0,0
117	Pousar conjunto de caixas 22 e 25	39,3										39,3	39,3	0,0
118	Recurar com empilhador	3,0										3,0	3,0	0,0
119	Levantar pás	1,8										1,8	1,8	0,0
120	MUDA	66,7										66,7	66,7	0,0
121	Deslocar-se com empilhadoaté conjunto de caixas 52 e 23	54,2										54,2	54,2	0,0
122	Pegar conjunto de caixas 52 e 23	6,7										6,7	6,7	0,0
123	Deslocar-se com empilhadoaté área de stock do lote na montagem	91,0										91,0	91,0	0,0
124	Pousar conjunto de caixas 52 e 23 em cima do conjunto de caixas 22 e 25	21,7										21,7	21,7	0,0
125	Recurar com empilhador	6,3										6,3	6,3	0,0
126	Baixar pás	4,6										4,6	4,6	0,0
127	MUDA	18,2										18,2	18,2	0,0
128	Deslocar-se com empilhadoaté caixa 21	59,0										59,0	59,0	0,0
129	Inserir pás na caixa 21	4,3										4,3	4,3	0,0
130	Levantar caixa 21	2,7										2,7	2,7	0,0
131	Deslocar-se com empilhadoaté área de stock do lote na montagem	81,6										81,6	81,6	0,0
132	Pousar caixa 21	26,5										26,5	26,5	0,0
133	Recurar com empilhador	3,1										3,1	3,1	0,0
134	Levantar pás	1,7										1,7	1,7	0,0
135	Deslocar-se com empilhadoaté caixa 55	66,1										66,1	66,1	0,0
136	Inserir pás na caixa 55	3,1										3,1	3,1	0,0
137	Levantar caixa 55	1,7										1,7	1,7	0,0
138	Deslocar-se com empilhadoaté área de stock do lote na montagem	61,1										61,1	61,1	0,0
139	Pousar caixa 55 em cima da caixa 21	16,7										16,7	16,7	0,0
140	Recurar com empilhador	3,3										3,3	3,3	0,0
141	Baixar pás	2,9										2,9	2,9	0,0
142	Deslocar-se com empilhadoaté caixa 12	55,4										55,4	55,4	0,0
143	Pegar na caixa 12	6,1										6,1	6,1	0,0
144	MUDA	25,7										25,7	25,7	0,0
145	Deslocar-se com empilhadoaté área de stock do lote na soldadura	58,8										58,8	58,8	0,0
146	Pousar caixa 12	20,0										20,0	20,0	0,0
147	Recurar com empilhador	1,9										1,9	1,9	0,0
148	Levantar pás	2,2										2,2	2,2	0,0
149	Deslocar-se com empilhadoaté caixa 10	31,7										31,7	31,7	0,0
150	Inserir pás na caixa 10	3,8										3,8	3,8	0,0
151	Levantar caixa 10	1,4										1,4	1,4	0,0
152	Deslocar-se com empilhadoaté área de stock do lote na soldadura	54,6										54,6	54,6	0,0
153	Pousar caixa 10 em cima da caixa 12	18,4										18,4	18,4	0,0
154	Recurar com empilhador	2,2										2,2	2,2	0,0
155	Baixar pás	5,4										5,4	5,4	0,0
156	Deslocar-se com empilhadoaté zona de estacionamento	4,4										4,4	4,4	0,0
157	Estacionar empilhador	5,2										5,2	5,2	0,0
158	Desligar empilhador	1,8										1,8	1,8	0,0
159		0,0										0,0	0,0	0,0
160		0,0										0,0	0,0	0,0
161		0,0										0,0	0,0	0,0
162		0,0										0,0	0,0	0,0
163		0,0										0,0	0,0	0,0
164		0,0										0,0	0,0	0,0
165		0,0										0,0	0,0	0,0
166		0,0										0,0	0,0	0,0
167		0,0										0,0	0,0	0,0
168		0,0										0,0	0,0	0,0
		1042,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1042,4	1042,4

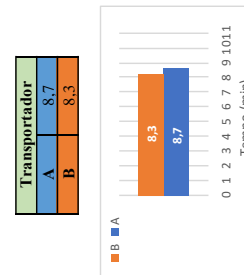
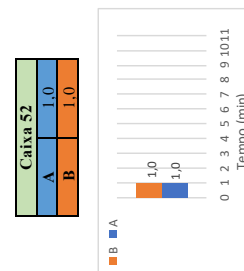
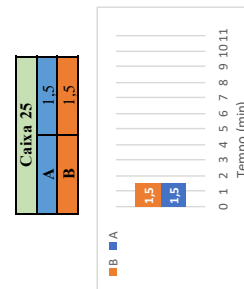
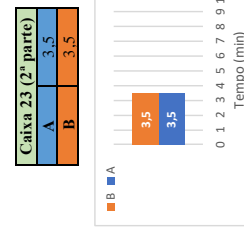
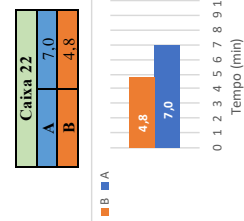
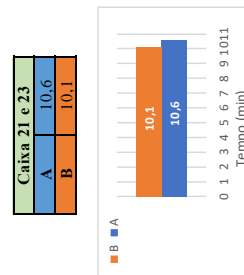
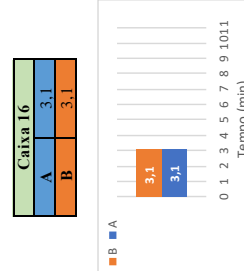
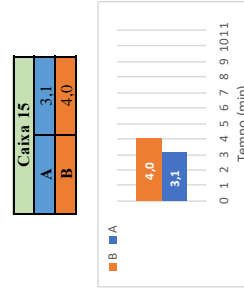
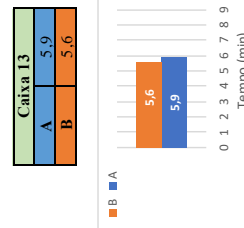
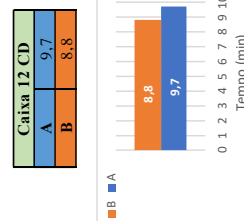
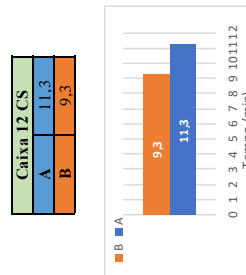
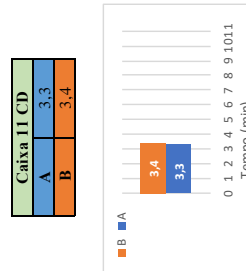
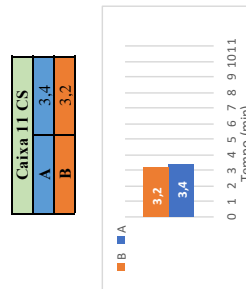
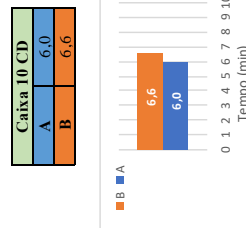
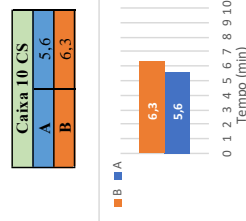
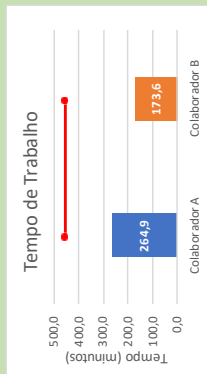
## Anexo 2- Tempos Retornáveis

## **RACKS RETORNÁVEIS- ANÁLISE (Tempos por Caixa)**

Calixa	Colaborador A		Colaborador B	
	segundos	minutos	segundos	minutos
10 CS	337.7	5.6	380.0	6.3
10 CD	360.4	6.0	393.8	6.6
11 CS	202.2	3.4	191.1	3.2
11 CD	200.1	3.3	202.3	3.4
12 CS	675.4	11.3	558.7	9.3
12 CD	579.7	9.7	529.0	8.8
13	356.5	5.9	338.8	5.6
15	188.4	3.1	239.7	4.0
16	187.7	3.1	184.9	3.1
21 e 23	638.6	10.6	606.2	10.1
22	422.5	7.0	288.0	4.8
23 (2ª parte)	211.1	3.5	212.0	3.5
25	92.1	1.5	91.6	1.5
52	61.0	1.0	60.3	1.0
Transportador	524.6	8.7	497.6	8.3

TOTAL		Colaborador A	Colaborador B
Cabine Simplex		55,9	52,1
Cabine Dupla		63,7	60,7
Produtividade diária por colaborador			
Nº lotes abertos		Colaborador A	Colaborador B
2	CS		
CD	1	minutos	minutos
		horas	horas
Tempo de trabalho		264,9	173,6
Tempo restante		190,1	281,4
Produtividade (%)		58,2	38,1

O colaborador A efetua operações com o empilhador que não são iguais todos os dias, tornando complicado medir o tempo destas operações. Considerou-se que demorava 6,8 minutos a formar um conjunto de 3 racks e a posicioná-los no local de conteúdo. Para além disso, considerou-se que a formação, no pior dos casos, 2 contentores por dia, cada um com 6 conjuntos de 3 racks. Ou seja,  $6,8 \times 2 = 13,6$  minutos diários.



Anexo 3- Utilização de empilhadores

Colaborador	Tempo de utilização Empilhadores (minutos)					A25 Elétrico (Cima)
	Processo	A50 Diesel (Descargas)	A35 Elétrico (Soldadura)	A25 Elétrico (Montagem)		
Descarga+Baton Pass	Abastecimento Soldadura	Cabine Dupla	24.4		Lotes Abastecidos Soldadura	
		Cabine Simples	20.1		Cabine Dupla	
		Lote			Cabine Simples	
		Caixas 54	3.0		2	
	Descarga	Caixas 56	10.3		1	
		PXP	5.3			
		Carga Retornáveis		10.3		Lotes Abastecidos Montagem
	Lote		36.3		Cabine Dupla	
	Caixas 54		32.0		Cabine Simples	
	PXP		10.4		2	
Montagem	Abastecimento Montagem		12.1	51.6	Lote	
		Cabine Dupla		48.6	Caixas 54	
		Cabine Simples		29.9	Caixas 56	
		PXP		32.5	PXP	
	Lixo	Troca Contêiner		21.6	Retornáveis	
		Risar Cartão				
		Abastecimento Espingardas			5.0	Arrumo
	Cabine Dupla				Lote Cabine Dupla	
	Cabine Simples				Lote Cabine Simples	
	Cima	Abastecimento Soldadura			39.0	Caixas 54
				31.4	PXP	
Operações de Transporte				123.3	1	
		Insonorizantes			13.4	1
TOTAL/DIA						
		Minutos	38.8	285.5	246.1	
		Horas	0.6	4.4	4.1	

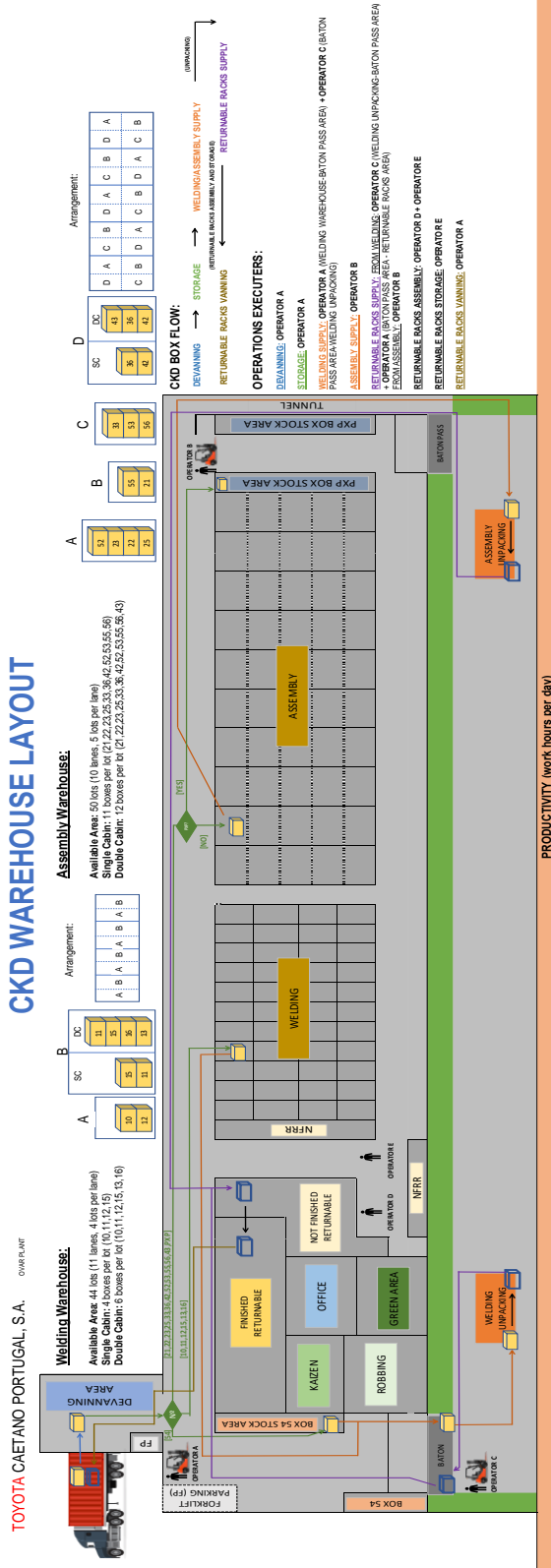
Lotes Abastecidos Soldadura
Cabine Dupla
Cabine Simples
2
1

Lotes Abastecidos Montagem
Cabine Dupla
Cabine Simples
2
1

Descargas
Lote
Caixas 54
Caixas 56
PXP
Retomáveis
4
1
2
1
0

Arrumo
Lote Cabine Dupla
Lote Cabine Simples
Caixas 54
PXP
4
0
1
1

# Anexo 4- Yamazumi Grupo 1



Assumption: 3 double cabin lots supplied (worst case)

