



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

ASSOCIAÇÃO DE POLITÉCNICOS DO NORTE (APNOR)
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA

**PRÉ-IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA KANBAN NUMA METALO-
MECÂNICA**

Joana Gomes Pereira

Projeto apresentada ao Instituto Politécnico de Bragança para obtenção do Grau
de Mestre em Gestão das Organizações, Ramo de Gestão de Empresas

Orientada por

António J. S. T. Duarte

Versão Provisória

Não inclui correções ou alterações sugeridas pelo Júri.

Bragança, outubro de 2021.



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

**ASSOCIAÇÃO DE POLITÉCNICOS DO NORTE (APNOR)
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA**

**PRÉ-IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA KANBAN NUMA METALO-
MECÂNICA**

Joana Gomes Pereira

Projeto apresentado ao Instituto Politécnico de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Gestão das Organizações, Ramo de Gestão de Empresas

Orientada por
António J. S. T. Duarte

Bragança, outubro de 2021.

Resumo

Num setor altamente competitivo como a indústria automóvel, é necessário melhorar continuamente e acrescentar cada vez maior valor para os clientes e demais partes interessadas. A Catraport, Lda. é uma metalo-mecânica vocacionada para a produção de peças moldadas a frio, por processos de estampagem industrial, para a indústria automóvel. Com vista a acrescentar mais à melhoria contínua, reduzir desperdícios, aumentar a eficiência operacional e aproximar as suas operações do *just-in-time*, este projeto pretendia preparar a implementação de um sistema de controlo de produção do tipo *kanban*, pertencente à metodologia *lean thinking*, nas áreas de produção e logística da empresa. Os objetivos deste projeto passaram assim por criar uma sintonia entre a gestão de *stocks* e a produção, assim como entre as cargas finalizadas e o carregamento das mesmas, por reduzir desperdícios e aumentar a produtividade, permitindo processos mais fluídos. Pretendia-se identificar e eliminar todas as ineficiências existentes em processos operacionais que pudessem de alguma forma condicionar o normal funcionamento na organização. O projeto desenrolar-se-á em duas fases. Numa primeira fase, foram recolhidos os dados necessários e analisados os potenciais obstáculos à implementação do sistema *kanban*. Numa segunda etapa pretendia-se realizar o planeamento do sistema *kanban* e da sua implementação e vantagens para a empresa, não se tendo conseguido aplicar o sistema devido às ineficiências encontradas, o foco passou a ser a resolução das mesmas.

Palavras-chave: *Kanban, Just-in-time, Lean Thinking.*

Abstract

In a highly competitive sector such as the automotive industry, it is necessary to continuously improve and add increasing value to customers and other stakeholders. Catraport, Lda. is a metal-mechanic dedicated to the production of cold molded parts, by industrial stamping processes, for the automotive industry. In order to add more to continuous improvement, reduce waste, increase operational efficiency and bring its operations closer to just-in-time, this project aimed to prepare the implementation of a kanban production control system, belonging to the lean thinking methodology, in the production and logistics areas of the company. The objectives of this project thus consisted of creating a harmony between stock management and production, as well as between the finished loads and the loading of the same, by reducing waste and increasing productivity, allowing more fluid processes. It was intended to identify and eliminate all existing inefficiencies in operational processes that could somehow condition the normal functioning in the organization. The project will take place in two phases. In a first phase, the necessary data were collected and the potential obstacles to the implementation of the kanban system were analysed. In a second step it was intended to carry out the planning of the kanban system and its implementation and advantages for the company, having not been able to apply the system due to the inefficiencies found, the focus became the resolution of them.

Keywords: Kanban, Just-in-time, Lean Thinking.

Agradecimentos

A realização deste trabalho não teria sido possível sem a ajuda de todos os colaboradores da Catraport, Lda. que trabalharam comigo ao longo do tempo de estudo, tendo tornado todo o processo de adaptação e de recolha de informação mais simples. Um agradecimento particular àqueles que diariamente me ajudaram a construir este projeto.

Ao meu orientador pelo apoio dado e pela partilha de conhecimentos ao longo deste trabalho.

Aos meus pais que durante os cinco anos de estudo se esforçaram todos os dias para me proporcionar as melhores condições e às minhas irmãs pelo apoio diário.

Por fim, mas não menos importante, às amigas que estiveram presentes. E um agradecimento especial àquela que perdeu tempo e paciência a ler todo este trabalho em todas as suas versões.

A todos o meu muitíssimo obrigado.

Lista de Acrónimos e Siglas

CLT – Comunidade Lean Thinking

IPB – Instituto Politécnico de Bragança

JIT – *Just In Time*

KIP – Key Performance Indicator (Indicadores de Desempenho)

KLT – Kleinladungsträger (Porta-cargas pequenos)

PDCA – *Plan-Do-Check-Act*

SMED – *Single-Minute Exchange of Die*

TPS – *Toyota Production System* (Sistema de Produção Toyota)

VSM – *Value Stream Map* (Mapeamento do fluxo de valor)

WIP – *Work In Process* (Trabalho em processo)

Índice Geral

Índice Geral	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Introdução.....	1
1. Revisão de Literatura	4
1.1 Sistema de Produção Toyota	5
1.2 Melhoria Contínua	6
1.3 <i>Lean Thinking</i>	7
1.4 Desperdícios.....	8
1.5 <i>Just in Time</i>	9
1.6 <i>Pull System</i>	10
1.7 <i>Value Stream Map</i>	10
1.8 <i>Work in Process</i>	11
1.9 <i>Single-Minute Exchange of Die</i>	11
1.10 5S	12
1.11 <i>Kanban</i>	13
1.11.1 Diferentes formas de <i>Kanban</i>	14
1.11.2 Condições para implementação.....	14
1.11.3 Regras de operação.....	15
1.11.4 Número de contentores.....	15
1.11.5 Vantagens e Desvantagens	15
2. Metodologia	17
2.1 Motivação do Estudo.....	17
2.2 Objetivo do Estudo	18
2.3 Método de Investigação	18
2.4 Recolha e Análise de Informação	18
2.5 Planeamento do Sistema	19
3. Contextualização do Problema	20
3.1 Catraport, Lda	20

3.2 Organigrama.....	23
3.3 Produção de Peças	24
3.4 Processo Produtivo	25
3.5 Processo de Embalamento	26
3.6 Equipamentos	27
3.6.1 Cattaneo.....	28
3.6.2 Zani.....	29
3.6.3 Tp22 e Tp25	30
3.6.4 Omera e Calibradora.....	32
3.6.5 Bulcom.....	34
3.6.6 Soldadura	35
3.6.7 Lavadora.....	36
3.7 Layout e Movimentações	37
4. Estudo para Implementação do Kanban.....	40
4.1 Tempos de <i>Setup</i>	40
4.2 Rotação do <i>Stock</i>	42
4.3 WIP.....	43
4.4 Ineficiências.....	44
4.5 Propostas de Melhoria	45
4.6 Resultados: Melhorias Implementadas	48
Conclusões, Limitações e Futuras Linhas de Investigação	50
Referências Bibliográficas	52
Anexos.....	54
Anexo A Receção de Matéria-Prima.....	54
Anexo B Corte de Discos	55
Anexo C Produção de peças.....	56
Anexo D Lavagem.....	57
Anexo E Produção Omera e Calibradora	58
Anexo F Embalamento	59
Anexo G Expedição	60

Índice de Figuras

Figura 1: Casa TPS.....	6
Figura 2: Instalações Catraport, Lda.....	21
Figura 3: Instalações Catraport, Lda. - área de produção.....	21
Figura 4: Instalações Catraport, Lda. - área de Logística.....	22
Figura 5: Vendas Gerais.....	22
Figura 6: Percentagem das vendas de 2020 por país.....	23
Figura 7: Organigrama.....	23
Figura 8: Gráfico de Pareto, peças produzidas em 2020.....	24
Figura 9: Esquema representativo do processo produtivo.....	25
Figura 10: Racks de peças do projeto Dvneo.....	26
Figura 11: KLT Faurecia Automotive Czech Republic.....	27
Figura 12: KLT Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda.....	27
Figura 13: Grippers.....	28
Figura 14: Cattaneo.....	28
Figura 15: Exemplos de peças da Cattaneo.....	29
Figura 16: Zani.....	30
Figura 17: Exemplos de peças da Zani.....	30
Figura 18: Tp25.....	31
Figura 19: Exemplos de peças da Tp22.....	31
Figura 20: Exemplos de peças da Tp25.....	32
Figura 21: Omera.....	32
Figura 22: Calibradora.....	33
Figura 23: Exemplo de peça da Omera e Calibradora.....	34
Figura 24: Bulcom.....	34
Figura 25: Exemplos de peças da Bulcom.....	35
Figura 26: Soldadura.....	35
Figura 27: Exemplo de peça da Soldadura.....	36
Figura 28: Lavadora.....	36
Figura 29: Etiqueta de peças por lavar.....	37

Figura 30: Etiquetas de racks de lavados das referências Dvneo.....	37
Figura 31: Layout.	38
Figura 32: Etiquetas de <i>racks</i> produzidos das quatro referências chave.	45
Figura 33: Movimentação de recepção de matéria-prima.	54
Figura 34: Movimentações de corte de discos.....	55
Figura 35: Movimentações de produção de peças.	56
Figura 36: Movimentações de Lavagem.	57
Figura 37: Movimentações de produção na Omera e Calibradora.	58
Figura 38: Movimentações de embalagem.	59
Figura 39: Movimentações de expedição.	60

Índice de Tabelas

Tabela 1: Número de peças por referência e cliente	26
Tabela 2: Dados Cattaneo	29
Tabela 3: Dados Zani	30
Tabela 4: Dados Tp22 e Tp25.....	31
Tabela 5: Dados da Omera	33
Tabela 6: Dados da Bulcom	34
Tabela 7: Tempos de <i>Setup</i>	41
Tabela 8: Número de trocas por máquina.....	41
Tabela 9: Média dos tempos de <i>setup</i> por cada troca, em minutos.	42
Tabela 10: Relação Tempo de troca - Tempo de produção.	42
Tabela 11: Rotação do <i>Stock</i>	43
Tabela 12: <i>Stocks</i> Atuais.....	43
Tabela 13: Lista de melhorias.	47

Introdução

Atualmente, os mercados são cada vez mais competitivos e como tal as organizações têm que se manter em constante mudança para poderem melhorar processos e preservarem uma presença forte no mercado em que estão inseridas. Desta forma, na indústria, como no caso desta metalomecânica, é tido como praticamente obrigatório recorrer a práticas de gestão eficazes que permitam melhorar a produtividade e diminuir custos e desperdícios. Assim, é essencial, que nos dias atuais, as organizações se familiarizem com o conceito *lean* e com a aplicação deste tipo de gestão como base dos processos.

O conceito de *Lean Thinking* surge em 1996 por James Womack e Daniel Jones, que procuram expor esta filosofia como a que irá permitir reduzir ou até mesmo eliminar desperdícios (Womack & Jones, 2003). Pinto (2014) refere que esta criação de valor deve ser tida como tudo o que justifique o despendimento de tempo, atenção e esforço, pois este valor será aquilo que justifica a existência da organização em si. Os princípios *lean* que visam o necessário para a redução ou eliminação de desperdícios até que se alcance o estado de perfeição organizacional surgem em 1910 com o Sistema de Produção Toyota, posteriormente surge o *Lean Manufacturing* e por fim, o *Lean Thinking* (Dekier, 2012). A inspiração e fundação do que foi criado por James Womack e Daniel Jones é

conhecido como o Sistema de Produção Toyota e é baseado nos princípios de melhoria contínua e redução dos desperdícios, tendo-se tornado o método de várias empresas desde o ano 1980 que se queriam estabelecer como competitivas (Liker & Morgan, 2006).

Assente nestes princípios e conceitos, e também em outros como o *Just-in-time*, o *Pull System*, a melhoria contínua, entre outros, surge o *Kanban*, em 1950 por Taiichi Ohno com o intuito de minimizar custos e reduzir *stocks* (Salgueiro, 2015). Pinto (2014) refere que esta ferramenta, designada por sistema *Kanban* é, portanto, focada no controlo do fluxo de materiais, pessoas e informação na área produtiva de uma organização e que esta se divide em dois tipos, podendo ser de transporte para autorização de movimentos e de produção para autorização de qualquer processo produtivo. Como todas as metodologias de qualquer área, esta também exige que existam certas condições para a sua implementação, de salientar, por exemplo, a necessidade de um *layout* otimizado, tempos reduzidos de *setup*, processos produtivos estáveis, entre muitas outras necessidades.

Este relatório tem como objetivo levar à implementação de um sistema *Kanban* na metalo-mecânica Catraport, Lda., permitindo que esta possa resolver ineficiências, reduzir desperdícios e custos, criando assim um melhor controlo operacional. Atualmente a empresa em causa considera estes pontos referidos como de essencial correção, necessitando de uma intervenção que permita a proposta de soluções. Todas as vantagens que esta metodologia oferece irão permitir que sejam aperfeiçoadas práticas de gestão e produção, melhorando a produtividade e ultrapassando barreiras e desafios, possibilitando que a organização beneficie de uma mudança positiva destacando-se dos concorrentes inseridos no mercado.

O presente relatório está estruturado em quatro secções, às quais se somam a introdução e as respetivas conclusões, limitações e futuras linhas de investigação. Na primeira secção é realizada uma revisão de literatura enquadrando o tema em causa e, também, temas relacionados com as metodologias *lean* que são essenciais para uma melhor compreensão do sistema *Kanban* em si. Na segunda secção, apresenta-se a metodologia utilizada, descrevendo o método de investigação, o objetivo do estudo e a motivação para a realização do mesmo, assim como, a recolha e tratamento de informação e por fim, o planeamento do sistema. É na terceira secção, que se contextualiza o problema, apresenta-se e descreve-se a empresa, focando em pontos como a sua história, as suas vendas gerais e a percentagem por cliente e na sua organização hierárquica. Ainda nesta secção, dá-se a conhecer o desenrolar do processo de produção e do processo de embalamento desta metalo-mecânica, assim como, os equipamentos existentes na organização, os valores percentuais que o diferente leque de referências assume na produção total e as movimentações operacionais realizadas na área produtiva, desde a receção de matéria-prima até à expedição de componentes. Por fim, na quarta e última secção, trata-se do estudo do caso, procedendo-se à análise de fatores como o tempo de *setup*, a relação entre tempo de troca e tempo de produção, a rotação do *stock* e ainda o *work-in-progress* da empresa. Analisam-se ainda, as ineficiências existentes que se opõem à implementação de um sistema *Kanban* que, simultaneamente, dificultam a estruturação organizada na empresa e tornam os processos menos eficientes. Ainda nesta secção, são

apresentadas possíveis resoluções para as ineficiências existentes, listando as melhorias a efetuar e as respectivas soluções e vantagens que estas podem oferecer à organização, assim como uma previsão do período de tempo necessário para as alcançar. Por fim, apresentam-se as melhorias já implementadas na organização após o estudo.

1. Revisão de Literatura

A presente revisão de literatura está dividida em onze partes que permitem abordar e compreender os conceitos principais associados à elaboração do presente trabalho. Esta começa com a revisão dos conceitos associados ao *lean thinking*, que forma a base para todos os outros conceitos que se lhe seguem e assenta na redução dos desperdícios. Segue-se a descrição da melhoria contínua caracterizada pela evolução gradual e constante, do sistema de produção Toyota tido como o conceito fundador do pensamento *lean*, do *Just in Time* que é essencial para as metodologias *lean*, do conceito de desperdício, do *pull system* que se integra em sistemas como o sistema de produção Toyota, o *value stream map* considerado uma ferramenta essencial permite ver o estado atual dos processos e projetar um estado futuro eliminando ou reduzindo atividades que não acrescentaram qualquer valor, o *work in progress* que permite controlar as existências, o *single-minute exchange of die* que é voltado para a redução dos tempos de *setup*, os 5S que são a base da organização no posto de trabalho e por fim, a descrição do sistema *Kanban*, assim como as condições para a sua implementação, as suas vantagens e desvantagens, entre outros.

1.1 Sistema de Produção Toyota

O Sistema de Produção Toyota (*Toyota Production System* ou como é conhecido TPS), foi concebido para fornecer ferramentas e soluções viáveis para melhorar de forma contínua o desempenho e, simultaneamente, otimizar processos e eliminar desperdícios. É um sistema que se baseia na filosofia da melhoria contínua, com intuito de uniformizar os processos e diminuir a variabilidade, uma vez que uma variabilidade maior está associada a um pior desempenho (Pinto, 2014).

Salgueiro (2015), refere que o TPS se baseia em métodos e operações padronizadas, produção nivelada e gestão visual que, em conjunto, permitem a redução das variações na produção, ter uma velocidade de produção constante, reduzir os desperdícios e alcançar uma eficiência superior. Para o mesmo autor, as operações padronizadas consistem nas sequências de trabalho mais eficientes, com um determinado tempo de ciclo das atividades, que permitem um controlo superior das operações. Estas podem ajudar a cumprir a produção estimada para um certo dia e aumentar a experiência dos operadores a elaborar um determinado trabalho. Já a produção nivelada é o método que otimiza recursos com poucos inventários e variabilidade reduzida. O controlo visual é constituído por sistemas simples e intuitivos, como por exemplo, marcas no pavimento, sinais luminosos ou sonoros, entre outros, que facilitam a gestão de pessoas.

Liker e Morgan (2006) referem o TPS como sendo a fundação para o que é conhecido nos dias atuais como pensamento *lean*, apresentam os princípios *lean* como o foco no cliente, a melhoria contínua e qualidade através da redução dos desperdícios e processos a montante e jusante integrados como parte da cadeia de valor *lean*. Referem ainda que desde 1980 que várias empresas, por todo o mundo, encaram a *Toyota* como um modelo para os seus processos de fabrico e que cada vez mais, a existência de metodologia *lean* é essencial para a competitividade organizacional.

O sistema TPS é apresentado em forma de uma casa, a casa TPS, tal como se pode ver na Figura 1 abaixo apresentada. As partes integrantes da casa TPS têm que estar em sintonia e necessitam de ser trabalhadas de uma forma conjunta para criar um todo (Liker & Morgan, 2006).

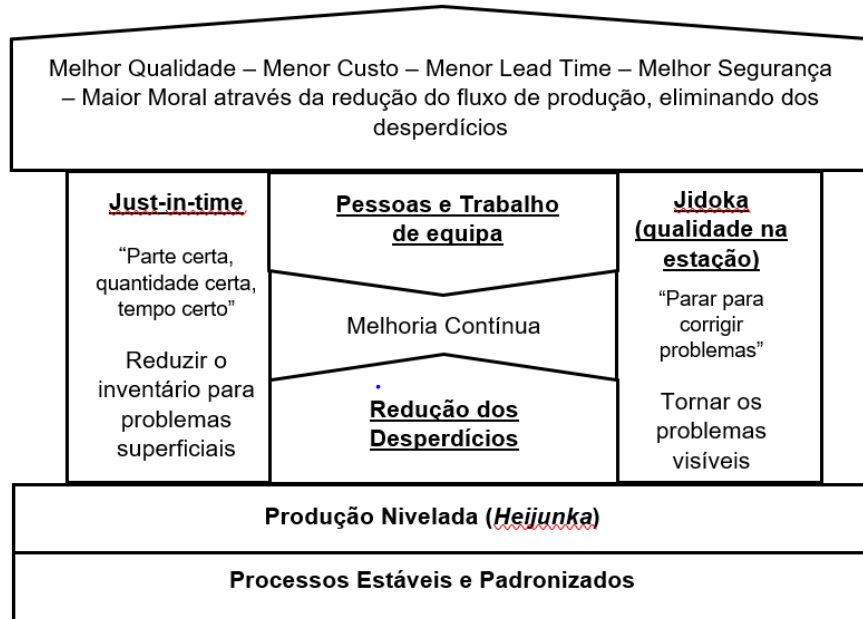


Figura 1: Casa TPS.

Fonte: Adaptado (Liker & Morgan, 2006, p.7).

De acordo com Liker e Morgan (2006), o conceito *Jidoka* representa uma máquina com inteligência humana capaz de realizar uma tarefa simples, detetar o desvio em relação ao padrão, parando automaticamente enquanto aguarda a solução da equipa de manutenção. Referem ainda que o *Jidoka* pode ser utilizado em processos manuais, em que os operários puxam uma espécie de corda parando instantaneamente a produção quando é detetado um problema. Esta ação de puxar a corda aciona um sinal sonoro e luminoso permitindo que seja requerida a ajuda do líder da equipa ou grupo, esta ação deve demorar apenas alguns segundos.

Relativamente ao *Heijunka*, significa nivelamento e tem por objetivo criar um fluxo nivelado de pedidos e, também, da carga de trabalho. Quando a carga de trabalho está nivelada, existem então oportunidades para que se padronizem os processos, esta ação é igualmente necessária para saber a quantidade de *stock* a assegurar (Liker & Morgan, 2006).

1.2 Melhoria Contínua

A melhoria contínua, ou *Kaizen* como também é conhecida, de acordo com Pinto (2014) assenta na evolução gradual, permitindo que as melhorias possam surgir lentamente e possibilitando que todos os colaboradores tenham o tempo suficiente para que exista adaptação às alterações. É a forma mais eficaz para que a organização consiga melhorar o seu desempenho e qualidade.

Segundo o mesmo autor, a melhoria contínua é apoiada pelo ciclo PDCA, que deve ser repetido de uma forma contínua até que se alcance a perfeição. Este ciclo é, portanto, um ciclo de melhoria contínua que segue uma sequência de quatro etapas. Lopes (2017), descreve cada uma delas da seguinte forma:

- *Plan* (Planear) – Estabelecer os objetivos e processos necessários para apresentar resultados de acordo com os requisitos;
- *Do* (Fazer) – Executar as tarefas previstas na etapa de planeamento;
- *Check* (Verificar) – Verificar se os objetivos foram atingidos com a aplicação do método definido anteriormente;
- *Act* (Atuar) – Nesta fase final ocorre a criação de padrões dos procedimentos implementados na segunda fase (*Do*) caso o resultado seja satisfatório e assim melhorar de uma forma contínua o desempenho de todos os processos.

Para Salgueiro (2015) a melhoria contínua, tal como todos os pressupostos existentes, deve assentar princípios que lhe estão diretamente associados, refere então dez princípios:

- Rejeitar o estado atual das coisas abandonando ideias fixas;
- Refletir sobre como fazer, em vez de explicar o que não pode ser realizado;
- As boas propostas de melhoria devem ser realizadas num tempo mais reduzido;
- Em vez de procurar a perfeição focar-se num ganho imediato de 60%;
- Os erros, caso existam, devem ser corrigidos no momento;
- Na dificuldade devem-se tirar ideias;
- Respeitar os “5 porquês” encontrando a causa real e procurar a solução;
- Ter em conta as ideias de um grupo de pessoas em vez de esperar pela ideia de uma só;
- Testar e só depois validar;
- Ter em conta que a melhoria é infinita.

A melhoria contínua não é opcional num sistema *lean*, necessitando sempre de um comprometimento dos operários, uma vez que quando os colaboradores são talentosos e estão motivados conseguem, normalmente, resolver problemas de uma forma mais rápida no caso de estes surgirem (Liker & Morgan, 2006).

1.3 Lean Thinking

Segundo Pinto (2014), o conceito de *lean thinking*, que como o próprio nome indica se traduz em pensamento *lean* ou pensamento “magro”, surge em 1996 por autoria de James Womack e Daniel Jones que referem esta filosofia como sendo a solução possível para reduzir ou eliminar os desperdícios que existem num processo produtivo. O autor refere ainda que este pensamento é tido como uma filosofia de liderança diretamente ligada à melhoria contínua, permitindo a resolução de problemas e a criação de valor.

Ainda de acordo com Pinto (2014) o valor tem-se como sendo a compensação que cada indivíduo recebe em troca de algo que adquire por um certo preço. É tudo o que justifica um investimento de tempo, atenção e esforço e é, essencialmente, o que justifica a existência de uma organização.

Karadova e Demecko (2015), referem que a implementação de uma gestão *lean* permite diversas melhorias, destacando a qualidade da performance, uma redução de quebras relativas a maquinaria e processos, a diminuição de inventários, a necessidade de menos espaço para armazém, aumento

da eficiência, maior satisfação de clientes, maior lucro e, por fim, maior envolvimento por parte dos colaboradores. Os mesmos autores afirmam ainda que para existir integração de uma metodologia *lean* é necessário que exista uma disciplina um pouco rigorosa e líderes com capacidade de liderança no seu mais puro significado.

Para Womack e Jones (2003) existem cinco princípios *lean* essenciais para a filosofia, são estes:

- Definir o valor – a definição precisa do valor de produtos específicos, com capacidades específicas, oferecidos a preços específicos, através do diálogo com clientes específicos;
- Identificar a cadeia de valor – o conjunto de todas as atividades específicas necessárias para que um produto passe as três tarefas críticas da gestão de qualquer negócio – tarefa de resolução de problemas, tarefa de gestão de informação e a tarefa de transformação física. A cadeia de valor permite encontrar os passos que criam valor, assim como, detetar os que não criam e que podem ser imediatamente eliminados;
- Fluxo – construir o fluxo dos passos para a criação de valor, este fluxo deve ser contínuo;
- *Pull System* – produzir apenas quando requerido pelo cliente, portanto, fazer o que o cliente quer para a data que este pretender;
- Perfeição – após todos os princípios, passa a existir uma poupança de tempo, recursos, dinheiro, espaço em armazém, entre outras melhorias, eliminando assim o desperdício e rumando à perfeição.

É nestes cinco princípios que uma organização se deve focar, seguindo os mesmos de forma rigorosa, podendo atingir a melhoria e, conseqüentemente, reduzir ou até mesmo eliminar os desperdícios existentes.

1.4 Desperdícios

De acordo com Pinto (2014), quando se fala no pensamento *lean* e qualquer conceito ou filosofia a si relacionado, verifica-se um ponto comum em todos: a eliminação ou redução de desperdícios. O mesmo autor caracteriza o termo desperdício como sendo todas as atividades que não acrescentam qualquer valor para a organização. Ainda segundo o autor, o desperdício, ou *muda* (na terminologia japonesa), são todas as atividades que consomem recursos e tempo tornando o produto final mais dispendioso, levando à prática de um preço injusto relativamente ao produto final que é apresentado. Quando a eliminação do desperdício não é tida em conta, obtém-se um aumento significativo no tempo da produção, assim como, um maior custo sem qualquer tipo de benefício (Pinto, 2014).

Kadarova e Demecko (2015), assim como, a CLT *Valuebased Services* (2018), referem que a aplicação do sistema *lean* elimina oito tipos de desperdícios:

1. Transporte;
2. Os *stocks*;
3. A movimentação;
4. As esperas;
5. O excesso de processamento;

6. O excesso de produção;
7. Os defeitos;
8. O desperdício do talento.

Segundo a CLT *Valuebased Services* (2018), os desperdícios podem ser classificados em dois tipos, visíveis, aqueles que são obviamente detetados como, *stocks*, avarias, entre outros e invisíveis, os que não são detetáveis a olho “nu”, mas são igualmente essenciais de detetar, como, cultura empresarial, falta de motivação, etc. A CLT destaca ainda outros dois tipos de classificação, são eles o puro desperdício que é todo aquele que pode ser evitado e é realizado em, por exemplo, deslocações e reuniões desnecessárias, e o desperdício necessário, que apesar de não acrescentar valor é necessário existir para o normal funcionamento organizacional, como é o caso de *setups*, ajustes, verificação qualitativa na receção de materiais, entre outros.

1.5 *Just in Time*

O *Just in time* (JIT), é um conceito que é sempre referido quando falamos da metodologia *lean*, ou seja, é crucial para aplicação desta filosofia.

Para Pinto (2014), o conceito de JIT, como o nome o sugere, assenta na ideia de produzir o necessário apenas no momento necessário e está diretamente associado aos processos de melhoria contínua e eliminação de desperdícios. O autor refere ainda que para que se possa trabalhar com este regime as empresas devem adotar o *pull system* (produção puxada), autorizando apenas a ativação de um processo quando o processo a jusante o permite e para o seu funcionamento envolve duas componentes, o sistema *Kanban* e o nivelamento da produção.

Segundo Lopes (2017), o JIT tem como por objetivo atingir os oito pontos essenciais a seguir apresentados:

1. Zero stocks;
2. Zero defeitos;
3. Zero movimentações;
4. Zero *lead time*;
5. Lote unitário;
6. Fluxo de materiais;
7. Fluxo *one-piece-flow*;
8. Polivalência dos operários.

O sucesso do JIT, de acordo com Salgueiro (2015), depende essencialmente de um sistema de operações estável e normalizado, de pessoas motivadas e, fundamentalmente, de processos flexíveis. E é a forma de fazer com que os materiais passem pelos diferentes processos de uma forma rápida, levando o produto certo ao sítio certo e sempre na altura certa (Liker & Morgan, 2006).

1.6 Pull System

De acordo com Pinto (2014), o *pull system*, traduzido em sistema puxado, é um sistema de produção associado diretamente à filosofia *lean*, que se baseia na ideia de que cada estação de trabalho só é ativada quando a que a seguir o permite. O autor refere que as estações puxam a matéria da estação anterior apenas quando existir um pedido na estação seguinte.

Segundo o autor acima referido, no sistema puxado, os processos só podem ser desencadeados após a existência obrigatória de um pedido por parte do cliente. Todas as operações neste sistema são realizadas em JIT, vincando a ideia de que a produção das peças pretendidas só pode ser realizada na quantidade e momento certos. Ainda de acordo com Pinto (2014), a utilização deste sistema resulta em *lead times* reduzidos - período de tempo que passa entre a chegada do pedido do cliente até a entrega do produto final ao mesmo -, na redução dos níveis de *stocks* em todas as etapas, na redução das fontes de variabilidade na distribuição e mesmo no fabrico e, por fim, na maior capacidade de resposta aos mercados que estão em constante mudança.

Pinto (2014) refere ainda que o *pull system* é um sistema eficaz quando utilizado corretamente, mas que se torna de difícil rentabilização quando utilizado em sistemas produtivos com elevado volume e pouca variedade, acrescentando que acaba por não ser possível de implementar em todos os casos.

O sistema puxado, de acordo com Salgueiro (2015), tem como objetivo combater as ineficiências do sistema de produção tradicionais (*push*) sendo então acionado pelo cliente, ou seja, pela saída do processo produtivo, com base em consumos reais dos consumidores e é integrado na filosofia TPS. O autor refere que este sistema consiste num fluxo de informação paralelo ao fluxo de materiais, atuando no sentido oposto, sob a forma de um símbolo visual, *Kanban*. No fim da cadeia é acionado o processo produtivo para se conseguir produzir à medida que o cliente deseje.

1.7 Value Stream Map

O *value stream map* (VSM), ou mapeamento do fluxo de valor, é um dos primeiros passos a dar quando se pretende implementar ferramentas *lean*, isto, porque este se trata de uma ferramenta essencial de organização.

Um *value stream* (Fluxo de valor) são todas as ações, com ou sem valor adicionado, que são exigidas para que um produto possa circular através dos fluxos principais no processo produtivo, são estes, o fluxo de produção, que abrange a produção desde o material bruto até chegar ao consumidor e o fluxo de design que começa pelo conceito do produto até ao seu lançamento (Rother & Shook, 1999).

Segundo Rother e Shook (1999), trabalhar da perspetiva do fluxo de valor é o como trabalhar para um grande plano, não focando apenas em planos individuais. Estes autores referem o mapeamento do fluxo de valor como uma ferramenta de papel e caneta que permite ver e perceber todo o fluxo de material e informação enquanto o produto circula pelo processo produtivo. Desenha-se então o

processo, desde a produção até ao cliente, representando de uma forma visual cada processo a que é submetido o produto.

Rother e Shook (1999) apresentam ainda oito razões pelas quais o VSM é tido como uma ferramenta essencial, são elas:

- Ajuda a visualização de mais do que um nível do processo produtivo, permite ver todo o fluxo;
- O mapeamento permite ver as fontes de desperdício na cadeia de valor;
- Permite a adoção de uma linguagem comum para abordar os processos produtivos;
- Faz com que as decisões sobre o fluxo sejam mais aparentes, facilitando as suas decisões e ao mesmo tempo, muitas das decisões ou detalhes na área produtiva acontecem simplesmente de forma padronizada;
- Liga técnicas e conceitos lean que ajudam a evitar uma seleção discriminatória;
- Forma a base do plano de implementação;
- Mostra as ligações entre o fluxo de materiais e o fluxo de informações e mais nenhuma ferramenta consegue fazê-lo;
- É uma ferramenta qualitativa com a qual se consegue descrever em detalhe como uma empresa deve operar de forma a criar um fluxo, sendo, portanto, mais vantajosa do que ferramentas quantitativas.

O VSM ajuda, portanto, a ver e a focar no fluxo com visão a atingir um estado ideal ou atingir a melhoria do estado atual, para que se beneficie desta ferramenta deve-se utilizar na área produtiva.

1.8 Work in Process

O WIP é sigla que representa *work in process*, ou seja, o trabalho em processo e este é referente às existências das peças em armazém e também das peças que estão na linha de produção no momento (Moran & Stevens, 2012).

Jiang e Rim (2017), referem que o WIP quando aplicado em sistemas *push-pull* permite que se reduza o *lead time*, mas pode também aumentar os custos com os inventários.

Num sistema *pull* é necessário que haja um limite para o WIP, que deve ser atualizado semanalmente ou diariamente, e este deve basear-se na capacidade de trabalho que a empresa possui (Modrich & Cousins, 2017).

Numa empresa com vários produtos ou referências o controlo do limite do WIP é visto como um método para a redução do tempo de processamento e a variação deste e para tal, deve-se então estabelecer um limite máximo de inventário e simultaneamente controlar os sistemas de forma a garantir que esse limite não é ultrapassado (Olaitan, Yu & Alfnes, 2017).

1.9 Single-Minute Exchange of Die

A metodologia *Single-Minute Exchange of Die*, ou SMED como é conhecido, foi criada por Taiichi Onho e aperfeiçoado por Shigeo Shingo que começou a trabalhar nesta metodologia em 1950 tendo

alcançado a sua conclusão dezanove anos mais tarde (Shingo, 1985). Para Shingo (1985) esta é a teoria e conjunto de técnicas que permite a realização de *setups* em tempo inferior a dez minutos, ou seja, é a técnica que permite a redução dos tempos de *setup*. Atualmente, o SMED tem-se não como uma troca inferior a dez minutos mas sim na troca rápida, que deve ser reduzida continuamente.

Segundo Shingo (1985), o SMED deve ter em conta três ideias básicas:

- As habilidades necessárias para a realização de *setups* podem ser adquiridas através de prática e experiência a longo prazo;
- Produções de grandes lotes tendem a diminuir os efeitos dos tempos de *setup* e provocam uma redução na quantidade de hora-homem necessária. A combinação de operações de *setup* permite poupar tempo de *setup* e conduz, simultaneamente, ao aumento da eficiência e capacidade produtiva;
- Produções de grandes lotes aumentam o inventário e, portanto, devem ser determinados lotes mais económicos, regularizando o inventário de acordo com os mesmos.

Existem dois tipos de *setup* a ter em conta (Shingo, 1985): O *setup* interno que é aquele que apenas pode ser realizado quando a máquina está desligada e trata, por exemplo, alteração de ferramentas. É o *setup* externo, que pode ser realizado com a máquina em funcionamento e é referente ao transporte das ferramentas removidas para o armazém ou das ferramentas a substituir para perto da máquina, por exemplo.

Para a realização de um *setup* segundo o SMED devem-se seguir quatro etapas (Shingo, 1985):

1. A preparação, ajustamento pós processo e verificação de matéria-prima bruta e ferramentas – É nesta etapa que se assegura se todas as ferramentas e materiais necessários estão colocadas no devido lugar e a funcionar corretamente. Inclui, também, tempos de limpeza necessários. Esta etapa deve demorar 30% do tempo total de *setup*;
2. Montagem e remoção – Etapa que inclui a remoção da ferramenta antiga e a colocação da nova para a seguinte produção. Esta etapa deve ocupar um total de 5% do tempo de *setup*;
3. Medidas e calibrações – Esta etapa aborda as medidas e calibrações necessárias para operar como, centrar, dimensionar, entre outras e não deve ocupar mais de 15% do tempo total;
4. Testes e ajustamentos – É a última etapa e inclui todos os testes necessários e os ajustamentos essenciais pós teste. É a etapa que deve ocupar mais em todo o tempo de *setup*, igualando uma percentagem de 50%.

1.10 5S

Os 5S são tidos como uma metodologia básica para o conceito *lean*, pois concedem a estabilidade operacional necessária para implementar e manter melhorias contínuas (Filip & Marascu-Klein, 2015).

De acordo com o Citeve (2012), os 5S de origem japonesa são os seguintes:

- Seiri (Organização) – É o ponto que destingue o útil do inútil e o desnecessário para o posto de trabalho;
- Seiton (Arrumação) – Define-se o local para cada objeto, verifica-se se está tudo no local correto e coloca-se na parte mais alcançável o que é de uso frequente. É neste ponto que se aconselha etiquetar os objetos permitindo a fácil identificação;
- Seiso (Limpeza) – Dividir o posto de trabalho e separar o mesmo por zonas atribuindo uma zona a cada membro envolvido. Proceder à limpeza do posto e da área envolvente;
- Seiketsu (Normalização) – Definir uma norma geral de arrumação e limpeza do posto de trabalho;
- Shitsuke (Autodisciplina) – Praticar os princípios de organização, sistematização e limpeza. Verificar a disposição das ferramentas, o estado de limpeza, a realização das ações e inspeções. Para tal deve-se desenvolver uma lista de verificação que inclua todos os indicadores.

Segundo, Filip e Marascu-Klein (2015), os 5S são a metodologia que permite manter organizado, limpo, eficaz e qualificado todo o espaço de trabalho, tornando os processos mais eficientes e melhorando a performance resultando, por fim, na organização completa do espaço de trabalho, na eliminação de perdas relacionadas com falhas e na melhoria da qualidade e segurança no trabalho.

1.11 *Kanban*

O sistema *Kanban* é o assunto principal neste trabalho e, como foi possível depreender dos conceitos anteriores, é uma das ferramentas que surge associada ao pensamento *lean*.

O *Kanban*, foi desenvolvido em 1950 por Taiichi Ohno, para minimizar os custos com o material em processamento e reduzir os *stocks* entre os processos (Salgueiro, 2015). Ainda Salgueiro (2015), refere que este sistema surge após Taiichi Ohno analisar os processos dos supermercados americanos, analisando que as prateleiras eram restabelecidas apenas quando estavam vazias e havia espaço e necessidade de reabastecimento.

Segundo Pinto (2014), o sistema *Kanban* é uma ferramenta de controlo de fluxo de materiais, pessoas e informação no *gamba* ou *shop floor* (área produtiva). É este sistema que permite e garante o funcionamento do sistema puxado, através da utilização de cartões *Kanban*. Pinto (2014) refere que é um sistema simples, visual, e que tem como princípio não permitir a produção em nenhum posto de trabalho sem que haja uma autorização prévia por parte do cliente. Este autor refere ainda que é um processo focado no *output* e é apresentado um fluxo de operações em sentido oposto, ou seja, do ponto final para o inicial. É um sistema que utiliza pequenos lotes e cada lote é armazenado num *container* (contentor) uniformizado, que contém certo número de peças que é previamente estabelecido e que tem que circular acompanhado pelo cartão *Kanban* e é desta forma que as peças passam entre as várias estações de trabalho do processo produtivo.

Ainda segundo Pinto (2014), existem dois tipos de *Kanban*, o *Kanban* de produção e o *Kanban* de transporte, sendo o primeiro aquele que autoriza a produção e não permite a realização de nenhuma operação sem que haja um cartão *Kanban* de produção a autorizar e o segundo, que trata a movimentação do material entre os diferentes postos de trabalho, também este necessita de um cartão *Kanban* para ser realizada qualquer movimentação.

Para Salgueiro (2015), o sistema *Kanban* é um método que permite a implementação de mudanças e que oferece uma série de princípios para otimizar o fluxo. Segundo este autor, as metas principais deste sistema são a redução de custos e eliminação de desperdícios, mas refere também metas secundárias, que acabam por ser também elas importantes, são estas o controlo da qualidade e a segurança.

1.11.1 Diferentes formas de *Kanban*

Esta secção aborda as diversas formas de utilização do sistema *Kanban* que existem e são apresentadas com base no estudo de Salgueiro (2015), são elas:

- Cartão – É o modelo mais utilizado e distinguem-se dois tipos de cartões: movimentação e produção;
- Marcas pintadas no chão – Espaços reservados para armazenagem do produto à saída das estações de trabalho, quando se retira o produto o operador tem permissão para produzir. Uma vez ocupados todos os espaços, a produção deve parar;
- Sistema de duas caixas – São colocados pelo menos dois contentores para cada material necessário nas áreas de trabalho, tendo associados o *Kanban* do tipo cartão. Quando o contentor se encontra vazio é recolhido e volta à posição inicial sendo novamente preenchido com o material necessário;
- Modelo gravitacional – Sempre que o *stock* de um artigo utilizado numa montagem chega ao final o respetivo operador coloca uma bola colorida, cor predefinida, numa calha, a bola irá rolar até à central de reabastecimento. Dependendo da calha e da cor da bola utilizadas, o operador que recebe a informação saberá qual o material que deve levar a cada posto.
- Indicação luminosa – No posto de trabalho o operador aciona um comando luminoso cada vez que consome o produto, este sinal é transmitido à estação de produção do respetivo artigo, onde irá acender uma luz por cada unidade que se deve produzir. Já o operador que fornece, apaga uma luz por cada unidade que produz;
- *E-Kanban* – O sinal é transmitido através do sistema de informação da empresa e este sistema é ideal para transmissão entre fábricas;

1.11.2 Condições para implementação

Para que o sistema *Kanban* funcione perfeitamente aquando da sua implementação é necessário existirem várias condições que garantem o sucesso do mesmo. Segundo Salgueiro (2015) as condições necessárias são a existência de um bom *layout* dos postos de trabalho, tempos reduzidos de *setup*, processos estáveis, desenvolvimento e extensão das relações com clientes e

fornecedores a todo o processo, polivalência dos trabalhadores através da formação e treino, processos uniformizados e produtos sujeitos a procura estável e previsível.

Pinto (2014) acrescenta às condições referidas anteriormente um tempo reduzido de transporte e número de estações de trabalho não pode ser extenso.

1.11.3 Regras de operação

Relativamente à operação do sistema é necessário que determinadas regras sejam cumpridas de forma rigorosa, impossibilitando falhas. Para Pinto (2014) entre as regras primordiais estão, cada contentor deve estar associado apenas a um cartão, as áreas de montagem puxam os componentes das áreas de produção enquanto a produção nunca poderá empurrar peças sem necessidade na montagem, os contentores nunca podem ser removidos da área de armazenamento sem que seja emitido um *Kanban*, os contentores devem sempre possuir o mesmo número de componentes e por fim, a produção total não deve exceder a quantidade total autorizada pelo sistema.

1.11.4 Número de contentores

O número de contentores autorizados no sistema irá determinar a quantidade total de inventário e compete à gestão definir o número de unidades a colocar em cada contentor e quantos devem circular (Pinto, 2014).

Para que seja possível determinar o número necessário de contentores deve-se calcular primeiramente o tamanho do lote. Já o cálculo dos contentores, também segundo Pinto (2014), deve seguir a seguinte fórmula:

$$K = \frac{PDLT + SS}{C}$$

Em que K simboliza o número de contentores, PDLT corresponde à procura média durante o *lead time*, o stock de segurança (SS) e por fim, a capacidade de um contentor (C).

1.11.5 Vantagens e Desvantagens

Como qualquer outra metodologia, sistema ou filosofia, também o sistema *Kanban* apresenta as suas vantagens e desvantagens, apresentando assim os melhores e piores aspetos a si associados.

Para Pinto (2014) as vantagens apresentadas por estes sistema são, a simplicidade no funcionamento e a independência de sistemas informáticos complexos, a rápida movimentação entre postos de trabalho e da informação relativa a problemas que possam surgir, a maior interação entre os vários postos sendo resultado da interdependência, melhor serviço aos clientes, descentralização do controlo de operações que se efetua diretamente na área fabril e, em último, a diminuição e simplificação das necessidades de ordens de fabrico.

Segundo Salgueiro (2015), a estas acrescentam-se a maior capacidade total de linhas produtivas devido aos setores bem aproveitados, o tempo de reação a uma variação da procura é menor, as entregas são mais frequentes e em quantidades menores, a redução da existência de produtos

finais em *stock* facilitando a contabilização do inventário, a criação de mais espaço físico em armazém e por fim, a melhoria da qualidade e redução de custos.

Já relativamente às desvantagens, Salgueiro (2015), refere que o sistema *Kanban* não pode ser utilizado com qualquer tipo de materiais, materiais que possuam valor agregado muito elevado requerem tratamento especial, materiais mais frágeis requerem cuidados com o manuseamento e atrasam os processos, quando o sistema é aplicado em linhas ou sequências extensas tende a contradizer o JIT e não existe uma técnica desenvolvida para grandes produções.

2. Metodologia

Nesta secção, apresentam-se todos os aspetos metodológicos referentes à elaboração do presente trabalho, referindo a razão que motiva a realização do mesmo, o objetivo do estudo, o método de investigação associado ao estudo, os processos de recolha de informação e a forma como esta deve ser tratada para eventualmente proceder ao planeamento do sistema e implementação do mesmo.

2.1 Motivação do Estudo

A realização deste trabalho surge após um estágio curricular, integrado no programa Verão com Ciência do IPB, seguido de um estágio profissional realizado na empresa Catraport, Lda. Durante o período inicial de atividade na Catraport foi possível verificar que, devido ao volume da sua produção e ao aumento das suas expedições existe a necessidade de melhorar certos aspetos relativos à parte operacional, pois esta possui algumas ineficiências que podem ser eliminadas, tal pode alcançar-se com a utilização de metodologias *lean*, mais em concreto com a implementação de um sistema *Kanban*. Em conjunto com o diretor de produção e logística, chega-se à conclusão de que a elaboração de um estudo sobre a implementação de um sistema *Kanban* seria pertinente para a

melhoria contínua na organização, analisando pontos importantes a melhorar que podem ser alcançados a curto e médio prazo.

2.2 Objetivo do Estudo

O presente trabalho pretende estudar a implementação de um sistema *Kanban* nas áreas de produção e logística da empresa Catraport, Lda., uma metalo-mecânica, com o intuito de facilitar e melhorar processos tornando a empresa mais competitiva no mercado em que opera, permitindo que esta se destaque face à sua concorrência. Os objetivos da implementação passam assim por criar uma sintonia entre a gestão de *stocks* e a produção, assim como entre as cargas finalizadas e o carregamento das mesmas, por reduzir desperdícios e aumentar a produtividade, permitindo processos mais fluídos. Têm-se como por objetivos, de forma resumida:

- Fazer uma avaliação do estado atual da empresa;
- Analisar e propor a correção de ineficiências;
- Elaborar um plano de ações e estudar a implementação de um sistema *Kanban*;
- Analisar os resultados.

2.3 Método de Investigação

Para este estudo, implementação de um sistema *Kanban* numa metalo-mecânica, o método de investigação utilizado será um estudo de caso (Yin, 2017) uma vez que se considera o mais adequado ao presente trabalho, dado que este remete a uma investigação qualitativa que responde a questões do estilo como e porquê.

2.4 Recolha e Análise de Informação

A recolha de informação inicia-se por uma revisão de literatura sobre as metodologias *lean*, e de forma mais aprofundada o sistema *Kanban*, entre outras. Esta revisão permite a compreensão da relevância destas metodologias numa empresa que pretende melhorar continuamente os seus processos de forma a que estes sejam mais eficientes e eficazes.

Relativamente à implementação prática, a recolha divide-se em duas partes, uma de recolha de dados e informação e outra de planeamento do sistema em si. Na primeira das duas fases, começa-se por recolher dados sobre a empresa, como a sua estrutura, o número de colaboradores, os valores de vendas dos últimos anos, assim como a maquinaria existente para processos produtivos. Ainda nesta fase, faz-se uma análise do estado atual das operações dentro dos departamentos de produção e logística, dos problemas e ineficiências encontrados ao longo da atividade diária e do estudo. Para esta recolha é necessário analisar diariamente a atividade e acompanhar os processos dos departamentos referidos, permitindo ter acesso a informação sobre todas as movimentações realizadas, tempos de *setup* e troca de ferramentas no período de atividade, assim como, todo o processo de embalagem, cargas e descargas. Através da utilização de todos os documentos utilizados para planeamento de produção, lavagem de peças, registo de embalagem e expedições

diárias é possível reunir toda a informação necessária para analisar processos, verificar falhas e apresentar soluções.

Relativamente à segunda fase, esta pretende estudar o planeamento do sistema *Kanban*, abordando a implementação do sistema e as melhorias que este pode oferecer, como por exemplo, o aumento de produtividade e redução dos desperdícios. Pretende assim abordar todas as etapas necessárias para o desenho do sistema.

Após reunidos todos os dados, utilizam-se ferramentas *Excel* para tratar as informações recolhidas, tal permitirá selecionar referências chave para o desenrolar do estudo, uma vez que devido à elevada diversidade de peças é necessário efetuar uma seleção reduzida do leque de peças existentes. Pretende-se também tratar a informação recolhida, considerada relevante, relativamente aos processos produtivos e de embalagem, de forma a estabelecer métricas que permitam avaliar as melhorias necessárias, as propostas de resolução e as respetivas vantagens que estas podem trazer.

2.5 Planeamento do Sistema

Para planeamento do sistema, pretende-se com toda a informação recolhida e tratada, efetuar melhorias que permitam abrir caminho para o desenho do sistema *Kanban* em si. Este planeamento dá-se a partir dos seguintes pontos:

- Criar um plano de ações para as áreas de intervenção;
- Definir as quantidades por caixa para cada referência em estudo;
- Criar um novo *stock* de segurança enquadrado com as necessidades;
- Definir movimentações a realizar;
- Criação dos cartões *Kanban*;
- Criação de um sistema de controlo visual.

Após a implementação das etapas referidas, é possível avançar com a implementação do sistema em si, atingindo os objetivos estipulados face a este estudo.

3. Contextualização do Problema

Nesta secção apresenta-se a empresa metalo-mecânica para a qual se desenvolveu o presente estudo, onde se aborda desde a sua história, estrutura hierárquica, com imagens representativas das instalações. Explica-se também como funciona o processo produtivo da Catraport, com as suas respetivas etapas desde o momento do planeamento até ao processo em si. Em seguida, aborda-se o processo de embalamento explicando o método para quatro referências. Posteriormente, apresentam-se os equipamentos utilizados para os processos produtivos e faz-se uma seleção de referências que através da elaboração de um gráfico de Pareto se estabelecem como principais. Por fim, nesta secção, analisam-se os movimentos realizados dentro do armazém, durante o processo produtivo e o processo de embalamento. Estes movimentos iniciam-se desde do momento da descarga de matéria-prima até que o produto seja considerado acabado e, finalmente, tendo a carga como expedida.

3.1 Catraport, Lda

A empresa Catraport, Lda., fundada a 21 de julho de 2015, tendo iniciado atividade no ano de 2017, é uma metalo-mecânica vocacionada para a produção de peças moldadas a frio, por processos de

estampagem industrial, para a indústria automóvel. A empresa sediada em Bragança, Portugal, na zona industrial de Mós, conforme a Figura 2, pertence ao grupo P&C Automotive desde 2016 e tem como ambição ser uma empresa de referência deste grupo que atua a nível mundial, para tal utiliza os mais modernos equipamentos, tecnologias e procedimentos que lhe permite produzir componentes *state-of-the-art*, permitindo assim satisfazer as necessidades do grupo e, simultaneamente, dar autonomia à empresa.

O seu principal acionista, CATRA SPA, localiza-se no norte de Itália tendo sido fundada em 1979 e como principal atividade desenvolve a estampagem em chapa, a estampagem plástica, produção de ferramentas e moldes, soldadura, montagem e pintura de componentes. Da sua produção final, 70% destina-se ao sector automóvel e 30% para os restantes sectores que utilizam este tipo de *inputs*. A CATRA SPA, opera segundo a filosofia de *Just in Time* e com uma política de qualidade estrita e com certificações de qualidade, de gestão e ambientais.



Figura 2: Instalações Catraport, Lda.
Fonte: Catraport (2021).

Relativamente ao aspeto interior das instalações na região mais à esquerda, esta segue a apresentação da Figura 3 onde se encontra a área de produção.



Figura 3: Instalações Catraport, Lda. - área de produção.
Fonte: Catraport (2021).

Já na área mais à direita, área de logística, esta tem a organização apresentada na Figura 4.



Figura 4: Instalações Catraport, Lda. - área de Logística
Fonte: Catraport (2021).

Ao longo do seu tempo de atividade a Catraport, contando com 49 colaboradores (números de 2021), tem conquistado cada vez mais novos clientes, satisfazendo os mesmos e tentando assim atingir a sua ambição de se estabelecer como empresa de referência, o que se reflete nos seus resultados financeiros, como pode ser constatado através das vendas gerais que se seguem na Figura 5.

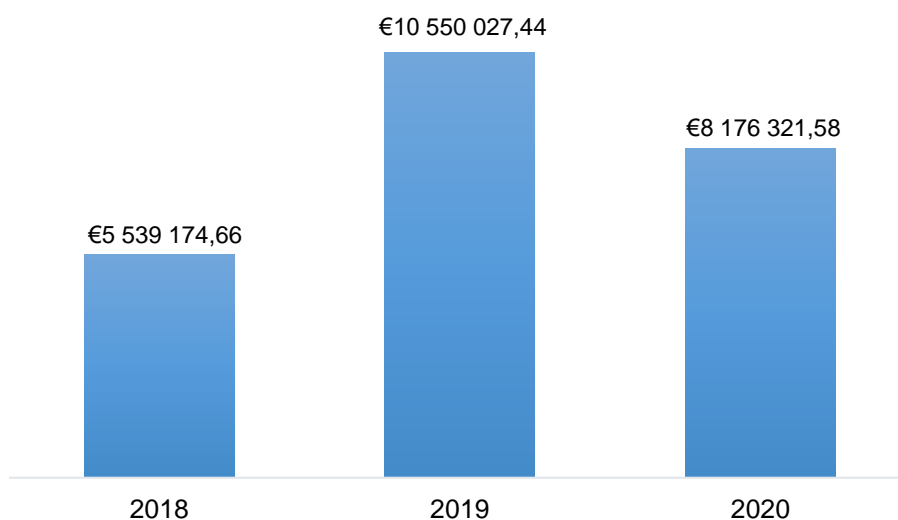


Figura 5: Vendas Gerais.
Fonte: Catraport (2021).

Nos dias atuais, a empresa portuguesa apresenta um leque variado de peças destinadas aos diversos clientes, tendo neste momento como principais clientes a Faurecia Automotive Czech Republic, Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda., Eberspacher Tondela e Saint Michel. Este facto reflete-se nas percentagens de vendas apresentadas na Figura 6, onde se verifica que as vendas de maior teor são realizadas para Portugal e República Checa.

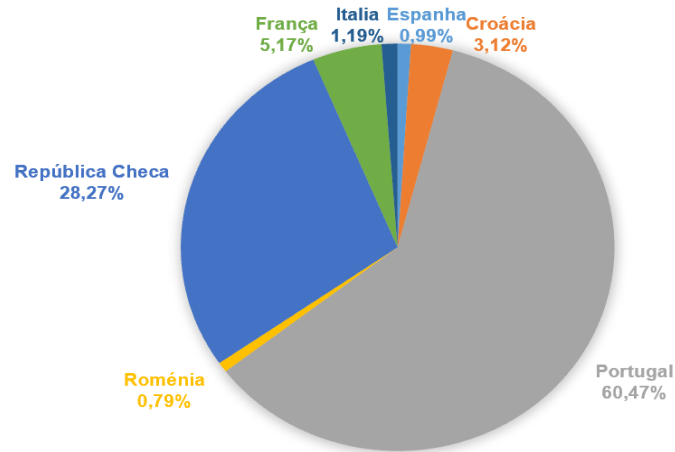


Figura 6: Percentagem das vendas de 2020 por país.
Fonte: Catraport (2021).

3.2 Organigrama

A Catraport obedece a uma estrutura hierárquica organizacional conforme o organigrama a seguir apresentado na Figura 7, sendo que pertence ao grupo P&C Automotive apresenta não só a hierarquia dentro da empresa, mas também a dependência funcional existente em relação às restantes unidades do grupo.

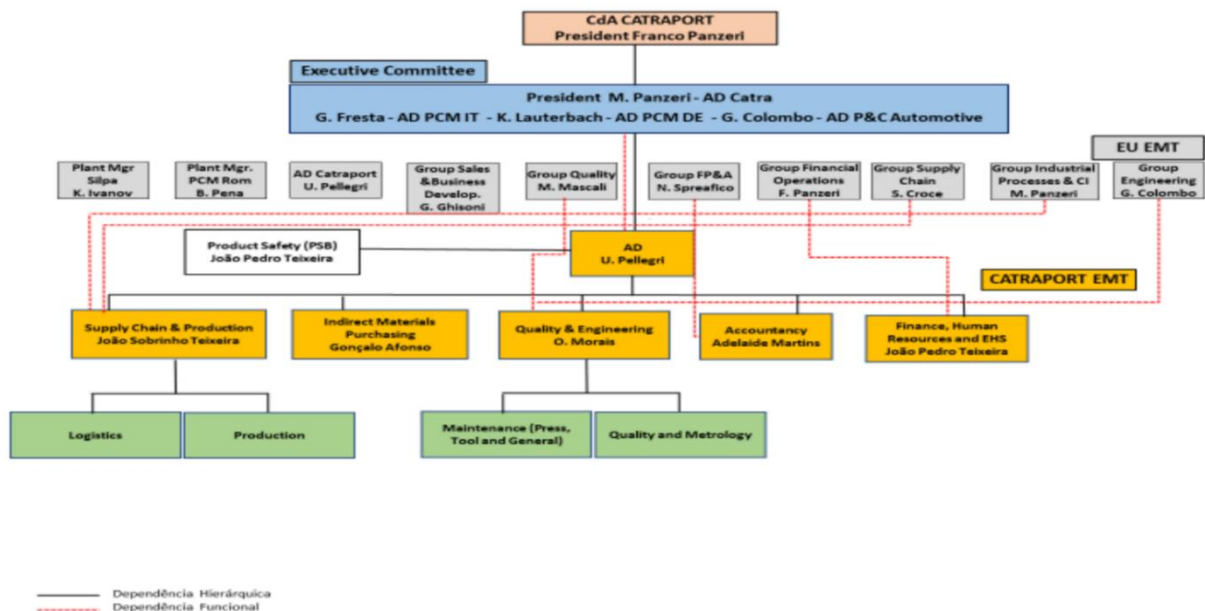


Figura 7: Organigrama.
Fonte: Catraport (2020).

3.3 Produção de Peças

No presente ano, de 2021, a Catraport apresenta um leque de 60 referências que resultam no total de 50 peças finais que se comercializam para os diferentes clientes. Esta diferença resulta do facto de haver referências distintas que são assembladas numa só peça final. Através das vendas de 2020, com mais de quatro milhões de peças comercializadas, é possível analisar quais as que são produzidas em maior quantidade, para tal análise foi elaborado um gráfico de Pareto apresentado na Figura 8.

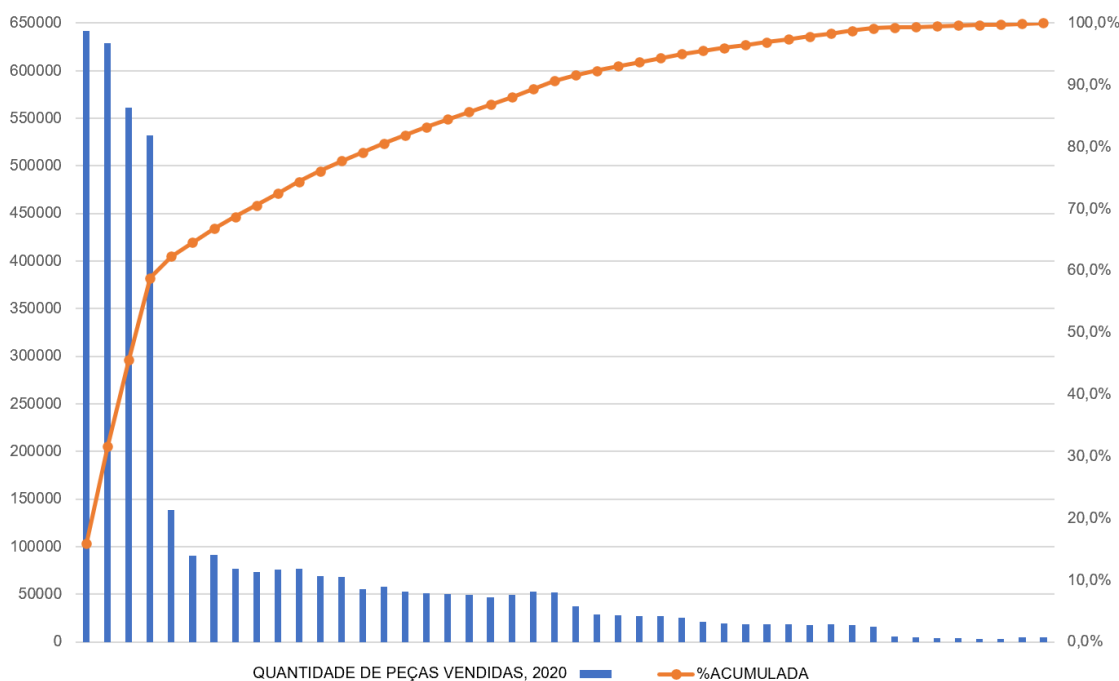


Figura 8: Gráfico de Pareto, peças produzidas em 2020.
Fonte: Catraport (2021).

Este gráfico permite verificar que existem quatro peças, representadas na parte mais à esquerda do gráfico, que são responsáveis por 60% da produção total da empresa, justificando que estas devem ter mais ênfase e, portanto, estas foram escolhidas como o foco principal do presente estudo. Estas quatro referências que são consideradas as principais, ou referências chave, remetem ao mesmo projeto, projeto Dvneo, comercializado para as empresas Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda. e para a Faurecia Automotive Czech Republic e totalizaram aproximadamente, no ano de 2020, dois milhões e quatrocentas mil peças vendidas do total de vendas desse ano.

O valor percentual elevado que as referências Dvneo assumem face ao total da produção, permitem concluir que estas se devem estabelecer como uma produção constante, isto é, que estas são aquelas que se poderão assumir como principais, estando em constante produção, tendo prensas dedicadas apenas à produção destas peças e as restantes prensas devem produzir de forma planeada as restantes referências. Caso não seja possível, deve-se estabelecer um plano que tenha em conta a alta necessidade das referências chave que não obrigue a acumular uma elevada quantidade de *stock* dessas referências.

3.4 Processo Produtivo

Atualmente o processo produtivo dentro da Catraport funciona por etapas, estando dividido em seis etapas principais, desde o planeamento até ao embalamento para expedição.

A primeira etapa consiste no planeamento da produção por parte da logística, que tem em conta os pedidos recebidos dos diversos clientes, os turnos disponíveis na altura e também o material bruto existente em *stock*.

A segunda etapa, ocorre quando é feita a receção do planeamento, realizado na etapa inicial, no departamento da produção, que poderá ou não proceder às alterações que considerar necessárias em relação ao plano que foi inicialmente apresentado.

Em seguida, na terceira etapa, são preparados todos os recursos necessários e são realizadas as configurações e alterações das ferramentas produtivas, realizando um relatório de manutenção descrevendo o processo e as intervenções realizadas.

A quarta etapa, corresponde ao *setup* que é realizado e verifica-se se há aprovação para produção, após a produção de dez peças de sucata até que haja a aprovação da primeira peça que esteja conforme, assim, dá-se início, efetivamente à produção.

Caso não se verifiquem novos problemas que solicitem a intervenção da equipa de manutenção e as peças estejam conformes, avança-se no processo produtivo seguindo para a quinta etapa que é relativa ao processo de lavagem. É nesta etapa que se obtém o produto acabado, sendo que já passou por todos os processos produtivos. A última etapa de todas, a sexta etapa, é a que corresponde ao embalamento, onde os produtos acabados são embalados conforme os pedidos e expedidos para os clientes. Este processo produtivo é resumido no fluxograma representado na Figura 9.

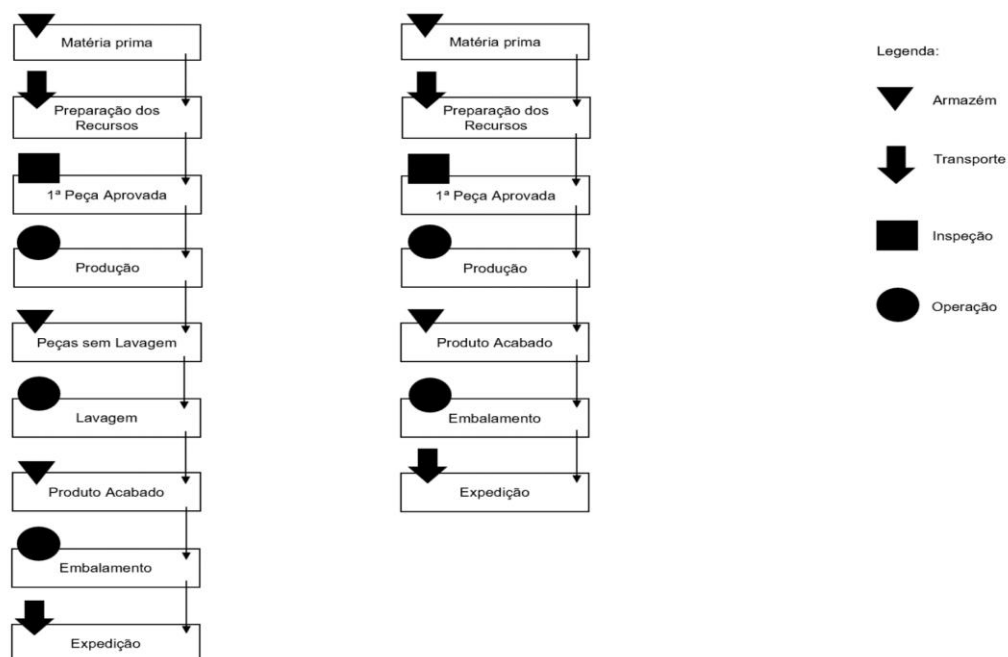


Figura 9: Esquema representativo do processo produtivo.
Fonte: Elaboração própria.

3.5 Processo de Embalamento

Conforme explicado anteriormente, o processo de embalamento é a última etapa relativa a processos na organização antes da expedição de uma carga. As peças são colocadas no posto de embalamento em *racks* completos, como no exemplo da Figura 10 em que se apresentam os *racks* de quatro referências associadas ao projeto Dvneo. Após colocadas no posto, estas são passadas para caixas do tipo KLT (Kleinladungsträger ou porta-cargas pequenos), fornecidas pelos clientes, em caso de haver falta de fornecimento destas caixas, os pedidos são embalados em caixas de cartão e têm um custo superior para o cliente.



Figura 10: Racks de peças do projeto Dvneo.
Fonte: Catraport (2021).

As caixas KLT, são caixas plásticas de alta resistência, de diferentes tamanhos e são fornecidas pelos clientes com antecedência para que se possa satisfazer o pedido do mesmo. Estas caixas são preenchidas com as devidas peças, nas quantidades estipuladas para cada caixa conforme cada cliente, como o exemplo da Tabela 1. As quantidades apresentadas são relativas às mesmas quatro referências anteriormente abordadas referentes ao projeto Dvneo, para embalamento de KLT para dois clientes, Faurecia Sistemas de Escape Portugal Lda. e para a Faurecia Automotive Czech Republic.

Tabela 1: Número de peças por referência e cliente

Referência	Quantidade de peças por KLT	
	Faurecia Automotive Czech Republic	Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda
1550677	65	65
1595697	26	24
1637617	28	18
1697143	12	12

Fonte: Catraport (2021).

Para que seja permitida uma melhor percepção das caixas KLT e do respetivo preenchimento por cliente, apresentam-se as figuras referentes ao preenchimento das caixas. A Figura 11 representa o embalamento das referências Dvneo, para a Faurecia Automotive Czech Republic.



Figura 11: KLT Faurecia Automotive Czech Republic.
Fonte: Catraport (2021).

A Figura 12, retrata as mesmas referências embaladas para o cliente Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda.



Figura 12: KLT Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda.
Fonte: Catraport (2021).

3.6 Equipamentos

A Catraport, Lda., para processos produtivos conta, atualmente, com quatro prensas mecânicas principais - Cattaneo, Zani, Tp25 e Tp22 - das quais três possuem capacidade de seiscentas toneladas e uma de mil toneladas. A estas quatro prensas adicionam-se, as prensas consideradas de processo manual, são elas Omera, Calibradora, Bulcom, a Soldadura. Por fim, possuem a Lavadora, responsável pela lavagem de todas as peças produzidas na organização.

As máquinas automáticas existentes na Catraport possuem duas tipologias, Transfer e Passo. As prensas da tipologia Transfer são compostas por várias ferramentas que executam individualmente uma determinada operação e a alimentação da chapa pode ser feita automaticamente a partir de bobines ou a partir da movimentação das peças de uma estação para outra através de sistemas automáticos ou com sistemas de garras mecânicas. Quando se fala em tipologia Transfer é necessário referir os *grippers*, como apresentados na Figura 13, estes são parte da estrutura transfer e são responsáveis pela passagem das peças entre as estações, podem ainda ser móveis, sendo acionados por sistemas pneumáticos, ou podem ser estáticos.



Figura 13: Grippers.
Fonte: Catraport (2021).

Já nas prensas de tipologia Passo, a chapa entra através de alimentação automática a partir de bobines ou manualmente a partir de tiras e vai sendo cortada até à obtenção da peça terminada. Por cada golpe da prensa sai uma peça e o material irá avançar para a estação seguinte, o alimentador define o avanço da alimentação da chapa para que não existam erros de posicionamento.

3.6.1 Cattaneo

A Cattaneo, apresentada na Figura 14, é a prensa com maior capacidade na Catraport, tendo uma capacidade de mil toneladas e alcançando o máximo de vinte e dois golpes por minuto, entre outras características que se podem analisar na Tabela 2.



Figura 14: Cattaneo.
Fonte: Catraport (2021).

Tabela 2: Dados Cattaneo

Tipo de prensa	Mecânica
Tipologia	Transfer
Capacidade	1 000 Ton
Golpes/minuto	8 / 22
Largura máxima da bobine	1 750 mm
Espessura máxima da bobine	0,5 / 4 mm
Peso máximo da bobine	10 000 kg

Fonte: Catraport (2021).

Entre várias das peças que esta máquina produz, na Figura 15 abaixo apresentada, estão representadas apenas quatro delas.

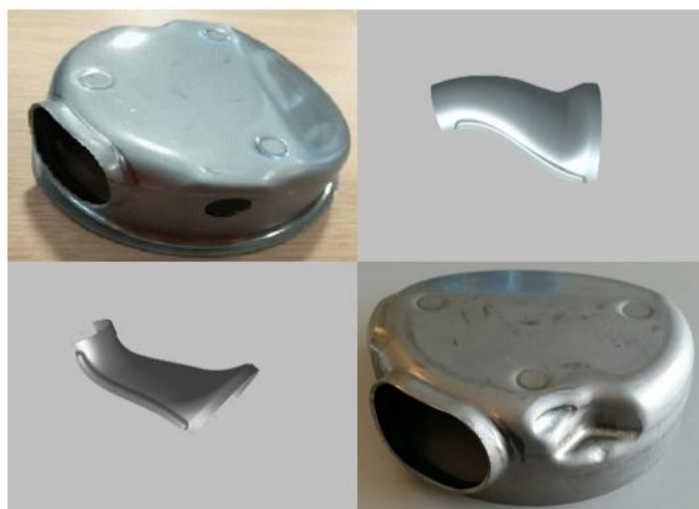


Figura 15: Exemplos de peças da Cattaneo.
Fonte: Catraport (2021).

3.6.2 Zani

A Zani ou Blk1, representada na Figura 16, apresenta uma capacidade de seiscentas toneladas e alcançando o máximo de quarenta golpes por minuto, entre outras características que se podem analisar na Tabela 3.



Figura 16: Zani.
Fonte: Catraport (2021).

Tabela 3: Dados Zani.

Tipo de prensa	Mecânica
Tipologia	Passo
Capacidade	600 Ton
Golpes/minuto	13 / 40
Largura máxima da bobine	1 000 mm
Espessura máxima da bobine	0,5 / 8 mm
Peso máximo da bobine	6 500 kg

Fonte: Catraport (2021).

Dois exemplos de peças produzidas por esta prensa apresentam-se na Figura 17 abaixo apresentada.



Figura 17: Exemplos de peças da Zani.
Fonte: Catraport (2021).

3.6.3 Tp22 e Tp25

As prensas Tp22 e Tp25 ou Rovettas, são duas prensas iguais, conforme a Figura 18, apresentam uma capacidade de seiscentas toneladas e alcançam o máximo de vinte e quatro golpes por minuto, como se verifica através dos dados apresentados na Tabela 4.



Figura 18: Tp25.
Fonte: Catraport (2021).

Tabela 4: Dados Tp22 e Tp25.

Tipo de prensa	Mecânica
Tipologia	Transfer
Capacidade	600 Ton
Golpes/minuto	12 / 24

Fonte: Catraport, 2021.

A Figura 19 apresenta duas das peças que são, habitualmente, produzidas na prensa Tp22.



Figura 19: Exemplos de peças da Tp22.
Fonte: Catraport (2021).

Já a Figura 20, apresenta quatro peças, normalmente produzidas na prensa Tp25.



Figura 20: Exemplos de peças da Tp25.
Fonte: Catraport (2021).

3.6.4 Omera e Calibradora

A Omera ou CM1, Figura 21, é uma prensa manual com capacidade de fazer o máximo de quatro golpes por minuto, entre outras características que se podem analisar na Tabela 5.



Figura 21: Omera.
Fonte: Catraport (2021).

Tabela 5: Dados da Omera

Tipo de prensa	Mecânica
Tipologia	Manual
Força nominal máxima	29,1 kN
Golpes/minuto	4
Espessura máxima processável (S275JR)	4 mm
Espessura máxima processável (aço inox)	2,5 mm

Fonte: Catraport (2021).

A Calibradora ou MP3, na Figura 22, é uma máquina de apoio à Omera, uma vez que, serve apenas para o alargamento da peça, com a capacidade de alargar a quatro peças por minuto, igualando assim a produção da Omera.



Figura 22: Calibradora.
Fonte: Catraport (2021).

A peça que é apresentada na Figura 23, é o resultado final após a produção na Omera e do alargamento na Calibradora.



Figura 23: Exemplo de peça da Omera e Calibradora.

Fonte: Catraport (2021).

3.6.5 Bulcom

A Bulcom apresentada na Figura 24, é uma prensa excêntrica, com capacidade de cem toneladas alcançando o máximo de vinte golpes por minuto, tal como é possível observar, entre outros dados, através da Tabela 6.

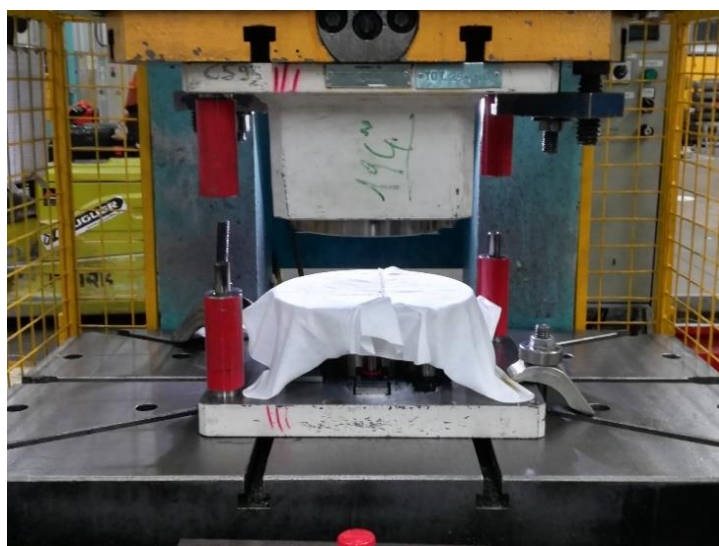


Figura 24: Bulcom.
Fonte: Catraport (2021).

Tabela 6: Dados da Bulcom

Tipo de prensa	Excêntrica
Tipologia	Manual
Capacidade	100 Ton
Força nominal máxima	1 000 kN
Golpes/minuto	20
Golpes/minuto em ciclo contínua	60

Fonte: Catraport (2021).

A Figura 25 apresenta duas das peças que são, habitualmente, produzidas na prensa Bulcom.



Figura 25: Exemplos de peças da Bulcom.
Fonte: Catraport (2021).

3.6.6 Soldadura

A soldadura, apresentada na Figura 26, é uma estação de trabalho que tem capacidade para soldar cerca de três peças por minuto. Após este processo, as peças resultantes já são consideradas produto acabado, uma vez que, devido ao processo de solda, não podem ser submetidas a lavagem.



Figura 26: Soldadura.
Fonte: Catraport (2021).

Atualmente, apenas uma referência passa por esta estação, essa peça é a apresentada na Figura 27.



Figura 27: Exemplo de peça da Soldadura.
Fonte: Catraport (2021).

3.6.7 Lavadora

A lavadora, Figura 28, é a estação onde são lavadas todas as peças produzidas na Catraport. O seu processo é efetuado através da lavagem dos *racks* completos, como é a seguir apresentado, com as quantidades que competem a cada referência. O *rack* dá entrada na máquina onde, após a libertação do produto de lavagem, é agitado lavando todas as peças de um *rack*. As diferentes referências têm diferentes tempos de lavagem e essa informação é contabilizada pelo técnico de lavagem e posteriormente analisada.



Figura 28: Lavadora.
Fonte: Catraport (2021).

Para a realização deste processo, é colocado o *rack* na zona de lavagem e é removida a sua etiqueta de produção. A etiqueta da produção, com designação XSL como na Figura 29, relativo à referência sem lavagem, é picada no sistema e posteriormente sai uma nova etiqueta com a designação XL, significando que este *rack* já se encontra lavado, esta nova etiqueta é colocada no *rack* logo que a sua lavagem seja concluída. Após este processo, o *rack* é colocado juntamente com os restantes, também já lavados, no armazém, na zona de produto acabado, onde as peças podem ser deslocadas para o processo de embalagem e, seguidamente, expedição.

grippers e ainda o *stock* de caixas de cartão, utilizado no embalamento alternativo quando o cliente não fornece caixas suficientes, ou então para as peças de grandes dimensões.

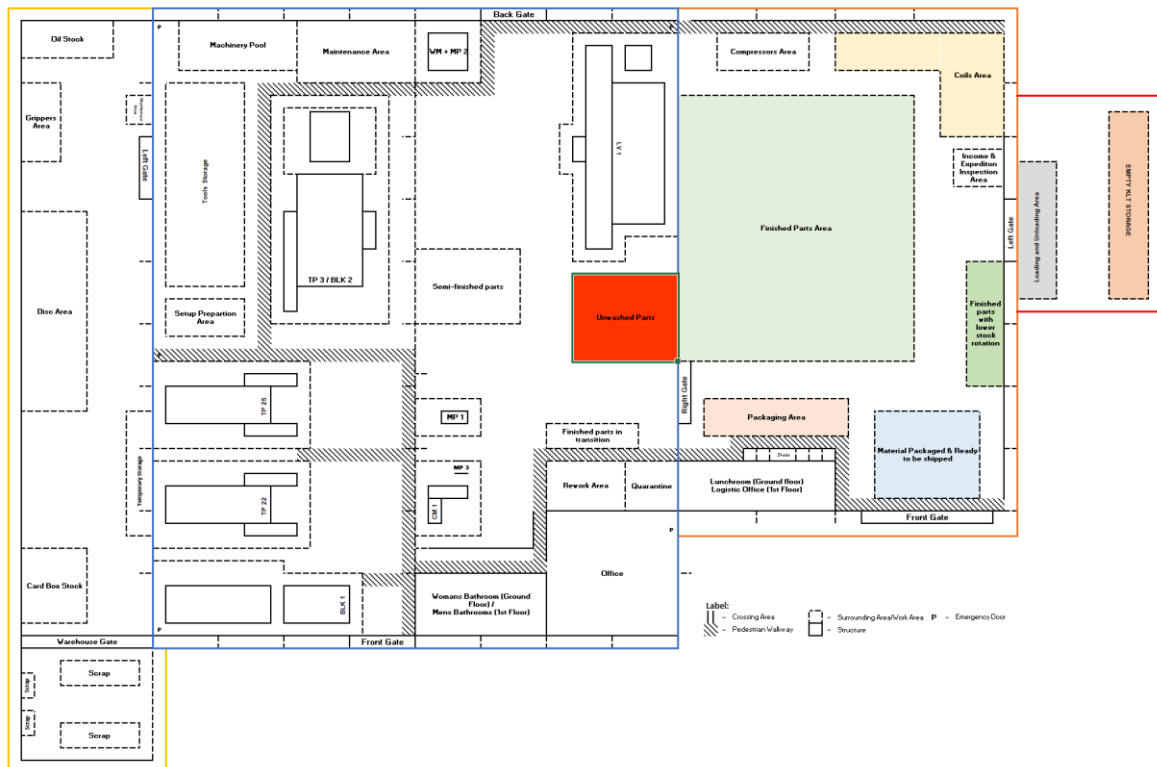


Figura 31: Layout.
Fonte: Catraport (2021).

Abordando as movimentações dentro da organização, a matéria-prima é descarregada e acumulada na zona das bobines, zona amarela, aguardando utilização (Anexo A), em seguida a matéria-prima circula até às prensas onde entra em produção, nesta etapa podem haver duas trajetórias, ou são cortados discos que são posteriormente colocados em armazém onde aguardam produção e estes designam-se como não progressivos, ou inicia-se a produção de peças progressivas, que são provenientes do corte da bobine até à peça final, que seguem para lavagem (Anexo B). Peças progressivas são peças que só podem ser produzidas em certas prensas uma vez que o processo desde o corte da bobine até à peça final acontece na mesma máquina, já o processo de não progressivas resultam de discos cortados em outras prensas que posteriormente são colocados numa nova prensa para iniciar a produção de uma peça. Os discos são posteriormente levados às prensas, dando-se a produção das peças, uma vez completado o *rack* este é colocado na zona de produto por lavar aguardando processo de lavagem (Anexo C), sendo posteriormente sujeito a lavagem e colocado na zona de produto acabado (Anexo D). Acrescenta-se a estes movimentos de produção, a produção da CM1 e MP3, que sai do armazenamento temporário seguindo para as prensas referidas, posteriormente, quando acaba a produção de cada *rack*, as peças são também colocadas na área de peças por lavar (Anexo E). Após serem feitos os pedidos dos cliente e tendo sido inseridos no sistema os respetivos documentos, inicia-se o processo da logística, relativo ao embalamento das peças. Este processo dá-se após as peças serem retiradas da zona de produto

acabado e sendo colocadas no posto de embalagem, colocando as peças em caixas KLT ou caixas de cartão, nas quantidades correspondentes a cada referência e a cada cliente. Findado o embalagem, a carga é colocada na zona das cargas prontas a expedir (Anexo F). Por fim, realiza-se a expedição, onde as cargas embaladas são movidas do interior do armazém sendo colocadas no camião que se encontra na zona de cargas e descargas (Anexo G). Todas as movimentações realizadas são feitas por meio de um empilhador que pode circular no interior do armazém sem pôr em causa a segurança dos colaboradores. A empresa possui dois tipos de empilhadores de características diferentes, sendo que o de maiores dimensões não circula na zona interior por questões de segurança e de espaço, realizando apenas pequenos movimentos na zona de entrada mais afastada dos colaboradores, como por exemplo na zona de armazenamento de bobines e na zona de cargas prontas para expedição. A maioria dos movimentos feito pelo empilhador de maiores dimensões é realizada entre a zona de cargas e descargas (zona exterior) e as zonas de cargas prontas para expedição e de matéria-prima, pode também abastecer as prensas, ou seja, transportar as bobines para as prensas, mas este movimento dá-se pelo exterior do armazém.

As movimentações acima referidas são apresentadas de forma mais detalhada, com a representação de todos os movimentos realizados no interior ou exterior do armazém, desde a receção da matéria-prima até à expedição das cargas para os respetivos clientes, através de esquemas de setas aplicados no *layout* organizacional nos anexos A a G já referidos.

4. Estudo para Implementação do Kanban

Nesta quarta secção começa-se a estudar a possibilidade da implementação de um sistema *Kanban* na Catraport, Lda. Para tal, procedeu-se à análise de ineficiências que necessitam de ser corrigidas para que se possa desenhar a implementação do sistema. Foram recolhidos dados sobre o tempo de *setup* para preparação das prensas que produzem as quatro principais referências da empresa, responsáveis por 60% da produção. Recolheram-se, também, os WIP que permitem estabelecer uma relação entre o tempo de produção e o tempo que as peças aguardam em armazém até serem lavadas e por fim, analisou-se a rotatividade dos *stocks*. Os dados foram recolhidos entre os meses de janeiro e abril do presente ano, 2021.

4.1 Tempos de *Setup*

São apresentados na Tabela 7 que se segue, os tempos de *setup*, em horas, para os meses em estudo nas diferentes prensas. É possível observar que de momento a empresa não tem um estado ideal para a implementação do *Kanban*, uma vez que este processo necessita de tempos de *setup* reduzidos para que seja possível aplicar o JIT.

Tabela 7: Tempos de *Setup*.

Mês	Cattaneo (h)	Zani (h)	Tp22 (h)	Tp25 (h)
Janeiro	4,20	2,60	4,20	3,70
Fevereiro	9,40	2,40	4,10	5,90
Março	5,80	2,30	8,60	7,40
Abril	3,00	2,30	2,80	2,70
Média	5,60	2,40	4,90	4,90

Fonte: Catraport (2021).

Analisando a média total, é possível observar que os valores estão distantes do ideal para que seja possível aplicar a metodologia *Kanban*. Sendo o *setup* um desperdício tido como necessário uma vez que é inevitável não acontecer e é, portanto, obrigatório despende tempo para tal, deve-se tentar que este seja o menor possível.

Verifica-se que de todas as máquinas a que tem menores tempos de *setup* é a Zani enquanto a que apresenta maiores tempos é a Cattaneo. Também é possível verificar que dos meses anteriores para o mês de abril houve uma redução significativa nos tempos de *setup*, o que foi conseguido através da utilização do conjunto de técnicas dos 5S e de estudos com base na metodologia SMED, prevendo-se que esta utilização contínua permitirá a redução gradual destes tempos. Estas estratégias tiveram início durante o estudo.

É importante salientar os valores mais elevados que são em fevereiro na Cattaneo um tempo de *setup* de 9,4 horas, tal ocorreu devido a uma alteração feita no sistema de produção da máquina tendo tido um impacto negativo em termos de tempo em estudo. Salientam-se ainda os valores de 8,6 horas no mês de março na prensa Tp22 e o de 7,4 horas no mesmo mês na prensa Tp25, valores altos justificados com o facto de se ter procedido à criação de novos *grippers* que pretendem acelerar *setups* futuros.

Na Tabela 8, apresentam-se os números de troca por máquina, estes têm como intuito permitir que se analisem os tempos de *setup* apresentados na tabela anterior (Tabela 7), tendo em conta os números de trocas realizadas em cada máquina.

Tabela 8: Número de trocas por máquina.

Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Cattaneo	6	4	9	9
Zani	19	15	18	18
Tp22	4	5	4	4
TP25	5	6	5	4

Fonte: Catraport (2021).

Em seguida, na Tabela 9, verificam-se as médias dos tempos de *setup* em cada máquina, para cada um dos meses em estudo, que permite constatar que, como já verificado, a que apresenta valores, em média, mais reduzidos é a Zani enquanto em todas as restantes, se verificam valores por troca muito elevados, evidenciando a necessidade de se reduzirem continuamente os tempos.

Tabela 9: Média dos tempos de *setup* por cada troca, em minutos.

Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Cattaneo	42,00	141,00	38,66	20,00
Zani	8,21	9,60	7,66	7,66
Tp22	63,00	49,20	129,00	40,50
TP25	44,40	59,00	88,8	40,50

Fonte: Catraport (2021).

Em seguida são apresentados, na Tabela 10, os tempos de troca e de produção por mês, assim como a percentagem resultante entre a divisão do primeiro pelo segundo.

Tabela 10: Relação Tempo de troca - Tempo de produção.

Mês	Tempo de troca (h)	Tempo de produção (h)	%
Janeiro	110,77	1156,36	9,58%
Fevereiro	122,10	852,78	14,32%
Março	156,44	889,32	17,59%
Abril	96,56	758,91	12,72%
Média	121,47	914,34	13,55%

Fonte: Catraport (2021).

De acordo com os Key Performance Indicator (Indicador de Desempenho), ou KPI, da empresa, o valor percentual ideal seria igual ou inferior a 10%, algo que só foi atingido no mês de janeiro. Em relação à média calculada, verifica-se que o tempo de troca é 121,57 horas e o de produção 914,34 horas, o que resulta numa percentagem de 13,55. Ou seja, o tempo de troca, em média, corresponde a 13,55% do tempo de produção. É possível constatar que atualmente o tempo de troca ocupa uma elevada percentagem face ao tempo de produção o que além de não ser uma situação ideal, prejudica uma potencial implementação de metodologias JIT como o caso do *Kanban*. É de salientar que se verifica um aumento da percentagem de tempo de troca apesar de haver uma diminuição dos *setups*, tal acontece devido a terem ocorrido mais trocas no período de tempo em análise.

4.2 Rotação do Stock

A rotação do *stock*, apresentada na Tabela 11 é outro ponto essencial para uma implementação de metodologias *lean*, uma vez que se deve analisar se a matéria-prima está em rotação ou se está estagnada em armazém aguardando utilização.

Tabela 11: Rotação do *Stock*.

Mês	Dias	Faturação Mensal (€)	Valor Inventário (€)	KPI (dias)
Janeiro	20	963 010,62	1 460 116,53	30
Fevereiro	19	941 063,55	1 596 606,53	32
Março	23	967 325,66	1 641 189,57	39
Abril	21	770 101,78	2 168 663,51	59
Média	21	910 375,40	1 716 644,04	40

Fonte: Catraport (2021).

O KPI ideal para a rotação do *stock*, segundo os dados recolhidos na empresa, deveria ser menor ou igual a 22 dias, patamar que não foi atingido em nenhum dos meses em estudo. Verifica-se que a empresa possui uma má rotação do *stock* uma vez que os materiais ficam em espera, em média, 40 dias no armazém até serem utilizados. Uma vez que o *Kanban* é um sistema enquadrado no JIT, a reposição de material deve ser feita quando o material do mesmo tipo começa a ser utilizado.

Um dos motivos que agravou esta acumulação foi a escassez do aço face à procura após a reabertura da indústria depois do encerramento em tempo de pandemia. Isso justificou a necessidade de compra de material com muita antecedência em relação às necessidades do momento, considerando então necessidades a longo prazo. Para que seja possível otimizar este indicador, é necessário proceder à redução dos *stocks* e cumprir uma reposição do tipo supermercado, isto é, repor após utilização, focando assim na reposição por necessidade e evitando a acumulação de matéria-prima.

4.3 WIP

Para o WIP, que corresponde à quantidade de peças, analisou-se as existências em armazém para as diferentes fases de *stock*, considerando-se, neste caso, quatro fases – Matéria-prima, discos, semi produzido e produto acabado. Após a análise dos *stocks* atuais para cada fase apresentam-se os seguintes resultados expostos na Tabela 12.

Tabela 12: *Stocks* Atuais.

Matéria Prima	PRODUÇÃO		Produto Acabado
	Discos	Semi Produzido	
229 137 Kg	406 092 Pçs	99 567 Pçs	729 467 Pçs

Fonte: Elaboração própria.

O WIP permite que se observe de forma mais simplificada a quantidade de material que já se iniciou a produzir, sendo no caso desta empresa, conservado em armazém e não na produção, quando se observa elevada acumulação em certas ou todas as fases, conclui-se que existe sobrecarga no armazém.

Neste caso, devido à elevada quantidade existente em armazém e também devido à variedade de referências o WIP apresenta-se em quantidades de peças e não em valor. Relativamente à matéria-prima, esta apresenta-se em quilos uma vez que corresponde a bobines de aço com pesos e

medidas diferentes. Apresenta-se ainda as etapas que antecedem e sucedem a produção propriamente dita, ou seja, a quantidade de matéria-prima bruta em armazém e o produto acabado que existe pronto para expedição.

Relativamente à fase de discos, estes são aqueles que equivalem a bobines cortadas em forma de discos que devem voltar às prensas e resultar em peças, estes podem ser produzidos internamente ou comprados nesta forma. Já o semi produzido, refere-se a peças finalizadas que ainda não passaram pelo processo de lavagem e, portanto, não podem ser, por isso, consideradas produto acabado. Dentro do produto acabado estão contabilizadas não só as peças que estão finalizadas, mas também as peças que se encontram já embaladas para expedição, sendo que atualmente a Catraport embala as suas encomendas com uma média de uma semana de antecedência.

Conclui-se que, segundo os valores apresentados na tabela anterior que, atualmente, a empresa possui uma elevada quantidade de existências em armazém, o que cria uma sobrecarga nas instalações e contraria a metodologia JIT. Esta gestão é feita sem o estabelecimento de qualquer limite de inventário, portanto deve-se proceder ao estabelecimento do mesmo e analisar futuramente as melhorias.

4.4 Ineficiências

Reunindo todas as ineficiências encontradas que necessitam de ser corrigidas para que se possa proceder a uma nova análise para uma futura implementação do *Kanban*, apresentam-se as seguintes:

- Elevados tempos de *setup*;
- Tempo de troca ocupa demasiado do tempo de produção;
- Baixa rotação do *stock*;
- Acumulação de matéria-prima;
- Sobrecarga do armazém;
- Elevadas existências;
- Movimentações desnecessárias.

Para além destas ineficiências seria necessário proceder à melhoria e alteração de outros critérios como:

- Melhorar o *layout* de forma que fosse possível a libertação de espaço e otimização da circulação e do armazenamento;
- Melhorar os processos de embalagem que são realizados com média de uma semana de antecedência;
- Proceder à alteração das quantidades de peças por *rack*.

Atualmente o *layout* que já foi anteriormente apresentado na Figura 30 precisa de melhorias uma vez que o espaço apresenta uma elevada sobrecarga e existe a necessidade de libertar espaço para melhor organização e circulação no interior do armazém.

As expedições são preparadas com cerca de uma semana de antecedência, o que resulta em que exista acumulação das cargas preparadas para os diversos clientes no interior do armazém. Este método de embalagem também acarreta outro tipo de problemas, como por exemplo, se existir reclamação por parte de um cliente em relação a uma determinada referência, será necessário proceder ao desembalamento de todas as peças daquela referência. Isto reflete-se em desperdícios desnecessários, não só de tempo como também de recursos utilizados no procedimento de embalagem.

Uma vez que o *Kanban* é focado na produção de vários lotes de pequenas quantidades, o ideal seria que as peças por lote correspondessem à quantidade de peças, por referência, que são expedidas em cada caixa KLT. Os *racks* das referências principais, que já foram abordadas anteriormente como sendo responsáveis por 60% da produção, são *racks* com quantidades de 400, 800, 1000 ou 2000 peças, como o exemplo apresentado na Figura 32, é possível verificar que estes *racks* contêm quantidades elevadas, não sendo ideal para o *Kanban* uma vez que o facto de serem muitas peças dificulta a rápida movimentação. No entanto, tendo em conta que as encomendas relativas a estas referências são de valores muito elevados diariamente justifica que seja necessário manter estas quantidades nos *racks* para que se possa facilitar o processo.



Figura 32: Etiquetas de *racks* produzidos das quatro referências chave.
Fonte: Catraport (2021).

4.5 Propostas de Melhoria

Para que futuramente se possam aplicar, nesta metalo-mecânica, metodologias JIT, nomeadamente o *Kanban*, é necessário que se resolvam todas as ineficiências que surgem que afetariam a sua implementação. Todas as ineficiências que foram anteriormente apresentadas podem ser resolvidas, algumas podem ser conseguidas a curto prazo, mas outras só se conseguirão eliminar ou reduzir gradualmente.

A eliminação dos elevados tempos de *setup* necessita da constante aplicação das metodologias 5S e SMED, que já estão atualmente em curso, aplicadas pela organização, visando também este estudo contribuir para a sua melhoria. Esta será assim uma resolução gradual uma vez que os tempos de *setup* vão sendo reduzidos com o tempo e com as diversas aplicações e tentativas. Ou seja, tentando diminuir os valores aos poucos até se alcançar um tempo reduzido. Com esta redução, será possível não só diminuir os tempos de troca de ferramenta como, conseqüentemente, aumentar o tempo de produção, o que irá permitir o alcance de melhores resultados percentuais.

Relativamente à baixa rotação do stock e acumulação de matéria-prima, é necessário que se comece a obedecer a uma reposição do tipo supermercado, repondo apenas quando necessário, isto é, repor a matéria-prima quando uma do mesmo tipo entrar em utilização. Este tipo de reposição vai permitir que se elimine a parte da sobrecarga existente em armazém relativa à matéria-prima, facilitando a circulação no interior das instalações, criando uma otimização da disposição e do espaço. Quanto às elevadas existências, começando a seguir as regras de um *pull system*, produzindo conforme as encomendas e criando um *stock* de segurança que não permita ruturas em caso de falhas, a quantidade de existências, produto acabado, produto semi produzido e discos, irá reduzir, criando espaço livre e eliminando a restante sobrecarga que existe em armazém.

No que toca às movimentações, através da análise de todos os movimentos realizados, foi possível concluir que alguns são considerados desnecessários e que se podiam reduzir ou até mesmo eliminar. Sendo as movimentações do sistema *Kanban* sujeitas a autorização, seria mais fácil de controlar todas as movimentações realizadas e autorizar apenas as justificáveis e necessárias. Atualmente, o facto de se produzir mais do que a capacidade de lavar e expedir, obriga a que as peças sejam retiradas do posto final das prensas e levadas, com recurso a empilhador, para uma zona onde aguardam a lavagem, o que obriga a que mais tarde se recorra novamente ao empilhador para colocar as peças na lavadora e seguidamente deslocá-las para a zona de produto acabado. Com a utilização de um *pull system*, onde se produz satisfazendo as encomendas, o movimento intermédio de remover as peças da zona onde aguardam não iria existir, ou seja, a remoção das peças do final de linha para a lavagem e por fim para a zona de produto acabado ocuparia só um movimento. Simultaneamente a zona de peças por lavar onde se acumulam diversos *racks* seria eliminada uma vez que não seria necessário que as peças aguardassem lavagem, o que seria também vantajoso para a libertação de espaço.

As melhorias ainda sugeridas necessitam de ser realizadas para que se atinja uma situação ideal para a futura implementação do *Kanban*. O *layout* deverá ser reavaliado para as novas necessidades existentes para o seguimento aplicação de metodologias *lean*, sendo recriado um *layout* completamente otimizado para facilidade de circulação e melhor armazenamento.

Abordando o embalamento, deve-se evitar a acumulação de cargas a serem expedidas fixando uma nova meta de embalamento, como por exemplo, estipular no máximo dois dias de antecedência no embalamento da carga, isto permite que se crie espaço, reduza a acumulação e que em caso de reclamação não seja necessário desembalar grandes quantidades de peças.

Por fim, a alteração das quantidades por *rack* terá que ser analisada, uma vez que optando por contentores mais pequenos para a movimentação de peças poderia dificultar o processo de lavagem. Aqui surge uma potencial limitação uma vez que a lavadora possui uma quantidade mínima de peso aceitável para lavagem bastante alta, o que pode impossibilitar a diminuição dos lotes como seria necessário para a metodologia *Kanban*. Ainda assim, o ideal seria que as quantidades por *rack* fossem, então, reduzidas para a quantidade de peças que são expedidas em cada KLT, isto iria permitir que os processos de circulação, armazenamento e ainda embalamento, se tornassem mais simples. Isto porque, movimentar e armazenar lotes mais pequenos é mais simples e cria uma otimização no espaço e no processo de embalamento, as peças chegariam à área de logística com as quantidades ideais.

Na Tabela 13, segue o resumo das melhorias a implementar, das soluções a utilizar, do tempo estimado de intervenção e as respetivas vantagens que cada melhoria trará à empresa.

Tabela 13: Lista de melhorias.

Lista de Melhorias	Soluções	Período de Tempo	Vantagens
Tempo de <i>Setup</i>	Metodologia Smed e 5S	Gradual	Aumento do tempo de produção e maior rendimento.
Rotação de <i>stock</i>	Reposição do tipo supermercado	Médio Prazo	Redução da sobrecarga do armazém e criação de espaço.
Acumulação de matéria prima	Reposição do tipo supermercado	Curto Prazo	Redução da sobrecarga do armazém e criação de espaço.
Elevadas existências	<i>Pull System</i>	Médio Prazo	Redução da sobrecarga do armazém e criação de espaço.
Movimentações desnecessárias	Autorização de Movimentos	Médio Prazo	Redução de desperdícios e utilização de menos recursos (empilhador).
Layout	Reavaliar e otimizar	Curto Prazo	Enquadrar o espaço face às necessidades.
Meta de embalamento	Reduzir antecedência de embalamento	Curto Prazo	Libertação de espaço e eliminação de desperdício.
Quantidades por <i>rack</i>	Reduzir quantidades	Médio Prazo	Movimentação rápida sem recurso a empilhador.

Fonte: Elaboração própria.

Após se resolverem todas as ineficiências apresentadas anteriormente, a metodologia *lean*, está praticamente aplicada na organização, os ideais de um *pull system* também irão estar aplicados, assim como a metodologia JIT. Isto permite que se prossiga para uma nova análise à possibilidade de implementação do *Kanban*, tendo esta organização um leque variado de peças com diferentes linhas produtivas, deve-se optar, então, por escolher inicialmente uma das linha de produção para teste, analisando a eficiência da metodologia *Kanban* no processo produtivo.

Seguidamente a selecionar a linha de produção mais viável, deverá proceder-se a um novo estudo analisando todos os parâmetros essenciais, passando à implementação do *Kanban* em si. Para esta implementação, deve-se então definir um plano de ações que permita estipular quando se irá analisar cada fase necessária. Este plano não será longo uma vez que várias áreas de intervenção foram analisadas na lista de melhorias anteriormente apresentada. Em seguida deve-se proceder à conceção do cartão *Kanban* com a informação que a empresa achar pertinente, como por exemplo,

referência da peça, quantidade, número de KLT por palete, número de peças por KLT e local em que se encontra em armazém, entre outras. Passa-se em seguida para a fase de controlo visual, com controlo das necessidades com, por exemplo, um sistema de cores, simbolizando quando o *stock* está abastecido, a necessitar de ser repostado e por fim, em risco. Para este controlo sugeria-se a utilização de três cores, verde para *stock* abastecido, amarelo para *stock* a necessitar de ser repostado e por fim, o vermelho para quando os níveis do *stock* estiverem em risco. Atingir o nível vermelho deve ser evitado e se por algum motivo suceder deve-se proceder à utilização do *stock* de segurança.

Estando isto aplicado, será necessário garantir que todas as regras são cumpridas de forma rigorosa para que se evitem falhas que possam condicionar o sistema e causar ruturas, para tal deve-se garantir que todos os intervenientes têm a formação necessária para garantir um funcionamento pleno do sistema. Esta formação deve ser contínua permitindo que todos os colaboradores estejam o mais preparados possível para intervenção e operação do sistema.

4.6 Resultados: Melhorias Implementadas

Com a análise das ineficiências existentes e a identificação das melhorias a aplicar, pretendia-se, após a resolução das mesmas, tornar a Catraport numa empresa mais organizada e voltada para as ferramentas *lean*. Após a listagem das melhorias a implementar, vista como um plano de ações, começou a ser realizada a intervenção de forma a garantir a aplicação das mesmas.

Iniciou-se o processo de melhoria através de uma intervenção na área da logística, mais concretamente na redução da meta de embalagem, que como foi referido anteriormente era realizado com elevada antecedência, aproximadamente uma semana, tendo-se verificado que isto trazia uma elevada ocupação de espaço no armazém e causava desperdício de tempo em caso de reclamação por parte do cliente de uma peça, estando já outras da mesma ordem embaladas era obrigatório desembalar para nova verificação de peças conformes e não conformes.

Assim sendo, a intervenção fez-se com o objetivo de eliminar estes problemas e assim reduziu-se a meta de embalagem para uma média de dois dias de antecedência, tendo-se verificado que era o suficiente de forma a ter as cargas prontas para expedição para os clientes, não atrasando processos, resultando na libertação de espaço em armazém e evitando ter uma quantidade elevada de peças embaladas. Estabeleceu-se a meta de dois dias uma vez, que um dia não foi uma meta aceite, sendo considerado que não garantia a preparação da carga para o dia de expedição em caso de contratempos, ou de flexibilização para o cliente, como seria um caso de antecipação.

Relativamente aos tempos de *setup*, pretende-se continuar a utilizar os, já implementados pela organização, 5S e ferramentas com base na metodologia SMED de forma a reduzir os tempos de *setup* e simultaneamente permitir que a troca de ferramenta ocupe menos percentagem do tempo de produção aumentando assim a produtividade. Os valores atualmente obtidos já são bastante inferiores aos que antecediam a implementação dos processos acima referidos, em cada troca efetuada verificam-se processos e tentam-se otimizar os mesmos para que se consiga obter melhores resultados, pretende verificar-se de forma contínua os processos já aplicados,

identificando potenciais melhorias nos mesmos, entendendo assim onde se pode criar otimizações que na prática permitam a redução dos tempos. Verifica-se então, que apesar da proposta de implementação ter partido antes do relatório, o estudo feito neste conseguiu demonstrar a necessidade de otimizar esses processos.

Conclusões, Limitações e Futuras Linhas de Investigação

O presente estudo, realizado em contexto empresarial, teve como propósito implementar um sistema *Kanban* numa metalo-mecânica, Catraport, Lda., a fim de melhorar continuamente os seus processos, aumentar a produtividade e reduzir os desperdícios. Ao longo do estudo abordaram-se os conceitos *lean* dando relevância ao quão fundamentais estes são para as organizações.

Para a realização deste estudo, após um período de análise e atividade na empresa, em que se estudou o estado atual do sistema dentro da organização, reuniu-se informação que pretendia corrigir certas ineficiências, de modo a que fosse possível implementar o sistema *Kanban*. Analisando métricas como os tempos de *setup*, a relação entre troca de ferramentas e tempo de produção, a rotação de *stocks*, entre outros, pretendia-se focar nos pontos ineficientes, corrigir os mesmos e seguidamente implementar o sistema, de forma a permitir que a Catraport alcançasse melhores resultados e, conseqüentemente, se destacasse da concorrência. Esta implementação passaria inicialmente pelo desenho do sistema em si, assim como os respetivos cartões *Kanban*, a

criação de um *stock* de segurança adaptado à nova realidade, um sistema de controlo visual e por fim, partir para a fase da dita implementação.

Após a análise de toda a informação recolhida e tratamento da mesma, percebeu-se que a implementação do sistema *Kanban* não poderia acontecer no prazo necessário para a realização do presente estudo, uma vez que algumas das ineficiências a tratar requeriam intervenções a médio prazo e alguns resultados necessitavam de ser melhorados de forma gradual até se atingirem valores mais reduzidos, nomeadamente o tempo de *setup*, para que o sistema de metodologia *lean* pudesse funcionar. Desta forma, o estudo voltou-se totalmente para a resolução das ineficiências para que fosse possível abrir caminho para uma futura implementação do sistema *Kanban*. Assim sendo, estudaram-se os pontos a melhorar destacando o problema dos mesmos, as possíveis resoluções para cada problema apresentado, o tempo de possível atuação face às resoluções, entre curto e médio prazo ou de forma gradual. Para essas resoluções apresentaram-se também as vantagens que podem oferecer à organização de forma a melhorar os seus processos e permitir que esta se aproxime daquilo que é uma gestão eficiente e baseada em metodologias *lean*. Uma vez implementadas todas as propostas de melhoria, é possível que a organização volte a realizar um estudo para a implementação do sistema *Kanban*, sem encontrar obstáculos que impossibilitem a implementação, uma vez que com a resolução das ineficiências a base necessária para as metodologias *lean* já se encontrará instalada na Catraport.

Relativamente a limitações, além da principal, já referida, que relata o facto de não ter sido possível estudar a implementação do sistema *Kanban* em si, surgiram certas condicionantes devido à situação pandémica vivida no presente ano, uma vez que criou uma quebra nos resultados da empresa e levou a que a realidade praticada se afastasse do ideal. Como foi referido numa secção anterior do estudo, o encerramento temporário devido à pandemia Covid-19, obrigou a que, aquando da reabertura do setor, as metalo-mecânicas e outras organizações que utilizam matéria de aço e inox, passassem por escassez de matéria-prima fazendo com que os preços aumentassem drasticamente. Esta situação obrigou a que a Catraport comprasse antecipadamente muita matéria-prima, o que dificultou o estudo real dos processos relativos à gestão de *stocks* no período em estudo. Desta forma, conclui-se que a situação pandémica que se vive atualmente não permitiu que os dados fossem idênticos aos anos anteriores, mas sim que fossem mais atípicos e distantes da normalidade.

Apesar das ineficiências se terem agravado no decorrer dos anos 2020 e 2021, estas já existiam de uma forma mais atenuada nos anos anteriores o que justifica a intervenção nos mesmos pontos referidos. Na eventualidade de a organização conseguir estudar novamente a implementação do *Kanban*, esta deve analisar novamente os indicadores estudados no presente trabalho com resultados e informações mais próximas da realidade pré-pandemia. Utilizando por base as sugestões realizadas para resolução de ineficiências atingindo assim um plano ideal para recomeçar a implementação do sistema. Sugere-se, então, para futuras linhas de investigação a criação de um plano de ações aplicado às áreas em estudo, produção e logística, para potenciais problemas que estejam por solucionar e sem proposta de resolução.

Referências Bibliográficas

- Citeve (2012). Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no STV, Competitividade Responsável: https://www.citeve.pt/filedownload.aspx?schema=4c65f7f1-2e56-4968-a1af-585420fa64e0&channel=6D1D54F8-1B71-4D41-9EAF-58F23E675B15&content_id=5883960E-7CC8-4CEF-B760-34D8E121F343&field=storage_image&lang=pt&ver=1&filetype=pdf&dtestate=2012-08-07145035, acessado em 3 de fevereiro de 2021.
- CLT Valuebased Services. (2018). Os oito desperdícios: <https://www.cltservices.net/img/formacoes/lean-management/free-booklet-dos-8-desperdicios.pdf>, acessado em 20 de fevereiro de 2021.
- Dekier, L. (2012). The Origins and Evolution of Lean Management System". *Journal of International Studies*, Vol. 5, No 1, 2012, pp. 46-51.
- Filip, F., & Marascu-Klein, V. (2015). The 5S lean method as a tool of industrial management performances. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering* 95(1). doi: 10.1088/1757-899X/95/1/012127.
- Jiang, J., & Rim, S. (2017). Strategic WIP Inventory Positioning for Make-to-Order Production with Stochastic Processing Times. *Department of Industrial Engineering, Ajou University, Suwon 16499, Republic of Korea*, 1-7. doi: 10.1155/2017/8635979.
- Kadarova, J., & Demecko, M. (2016). New approaches in Lean Management. *Procedia Economics and Finance*, 39, 11-16. doi: 10.1016/S2212-5671(16)30234-9.
- Liker, J., & Morgan, J. (2006). The toyota way in services: the case of lean product development. *Academy of Management perspectives*, 20(2), 5-20. doi: 10.5465/AMP.2006.20591002.
- Lopes, D. (2017). *Análise e implementação de um sistema Kanban numa empresa metalomecânica* (Dissertação de mestrado, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal). Acessado em: https://eg.uc.pt/bitstream/10316/82872/1/Relat%C3%B3rio%20Final_Diogo.pdf.
- Modrich, R., & Cousins, B. (2017). Digital Kanban board used in design and 3D coordination. *25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, 9(12), 663-670. doi: 10.24928/2017/0345.
- Moran, T., & Stevens, J. (2012). A simulation study of economic production quantity lot size to Kanban for a single line production system under various setup times with average work in process (WIP) inventory cost as performance metric. *Journal of Business & Economics Research*, 10(4), 217-224. doi: 10.19030/jber.v10i4.6897.

- Olaitan, O., Yu, Q., & Alfnes, E. (2017). Work in Process Control for a High Product Mix Manufacturing System. *Procedia CIRP*, 63, 277-282. doi:10.1016/j.procir.2017.03.352.
- Pinto, J. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras* (6ª Ed.). Lisboa: Lidel.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda* (1.2ª Ed). Brookline: The Lean Enterprise Institute.
- Salgueiro, G. (2015). *Aplicação de ferramentas para melhorar o processo produtivo numa empresa do sector automóvel* (Dissertação de mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal). Acedido em: [https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/5502/1/Disserta%
c3%a7%c3%a3o.pdf](https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/5502/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf).
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED system*. New York: Productivity Press.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Productivity Press.
- Yin, R. (2017). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Anexos

Anexo A Recepção de Matéria-Prima

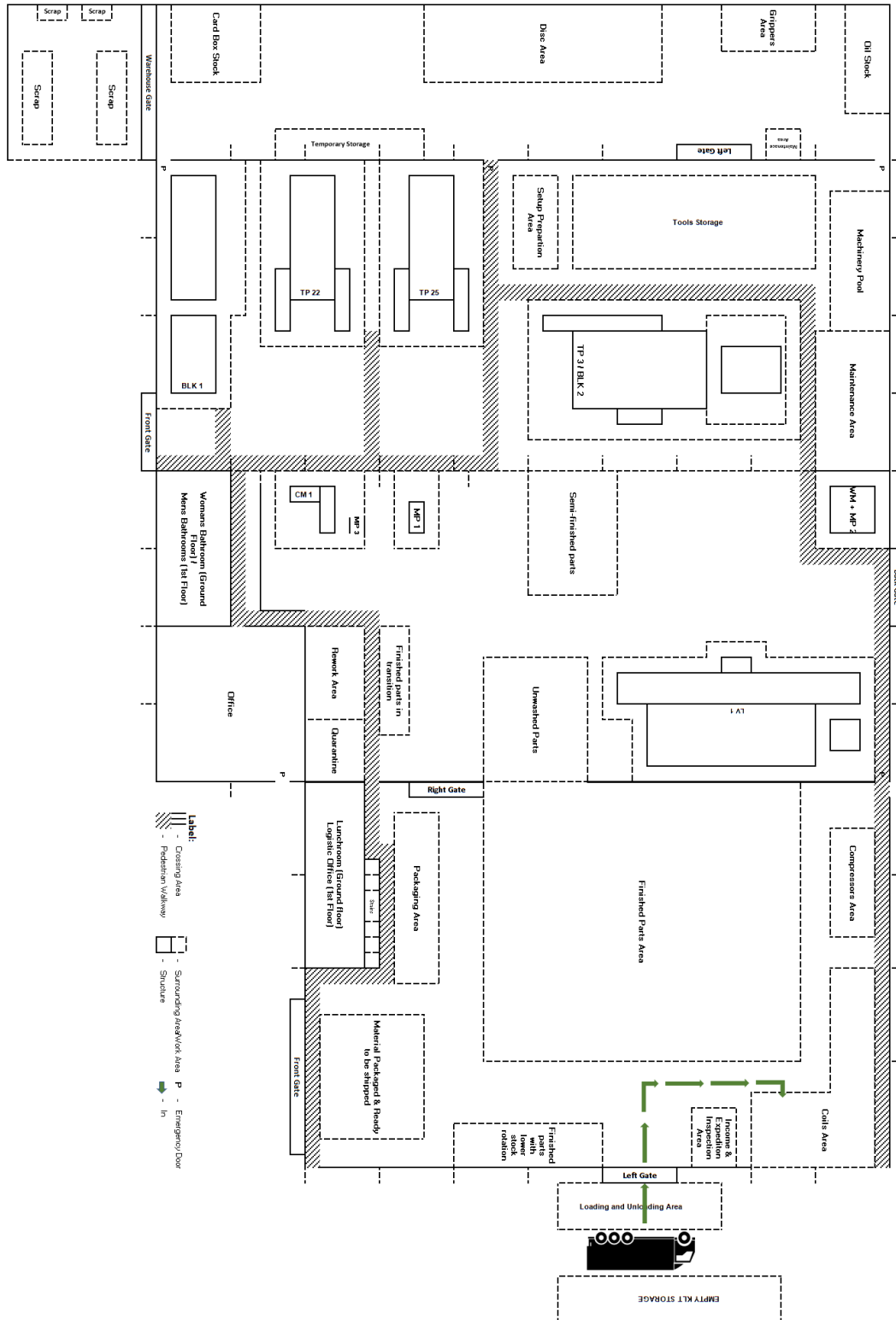


Figura 33: Movimentação de recepção de matéria-prima.
Fonte: Catraport (2021).

Anexo B Corte de Discos

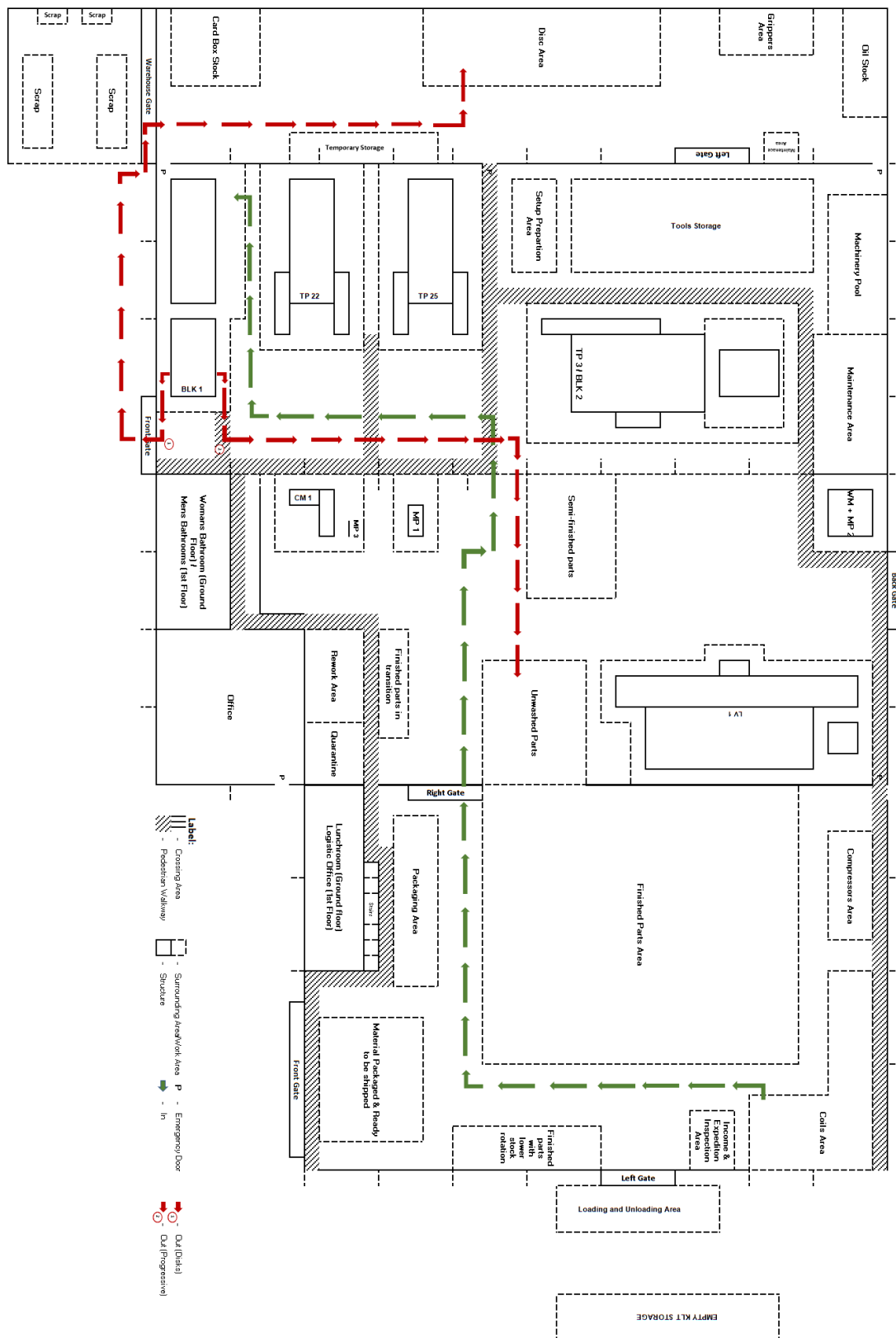


Figura 34: Movimentações de corte de discos.
Fonte: Catraport (2021).

Anexo C Produção de peças

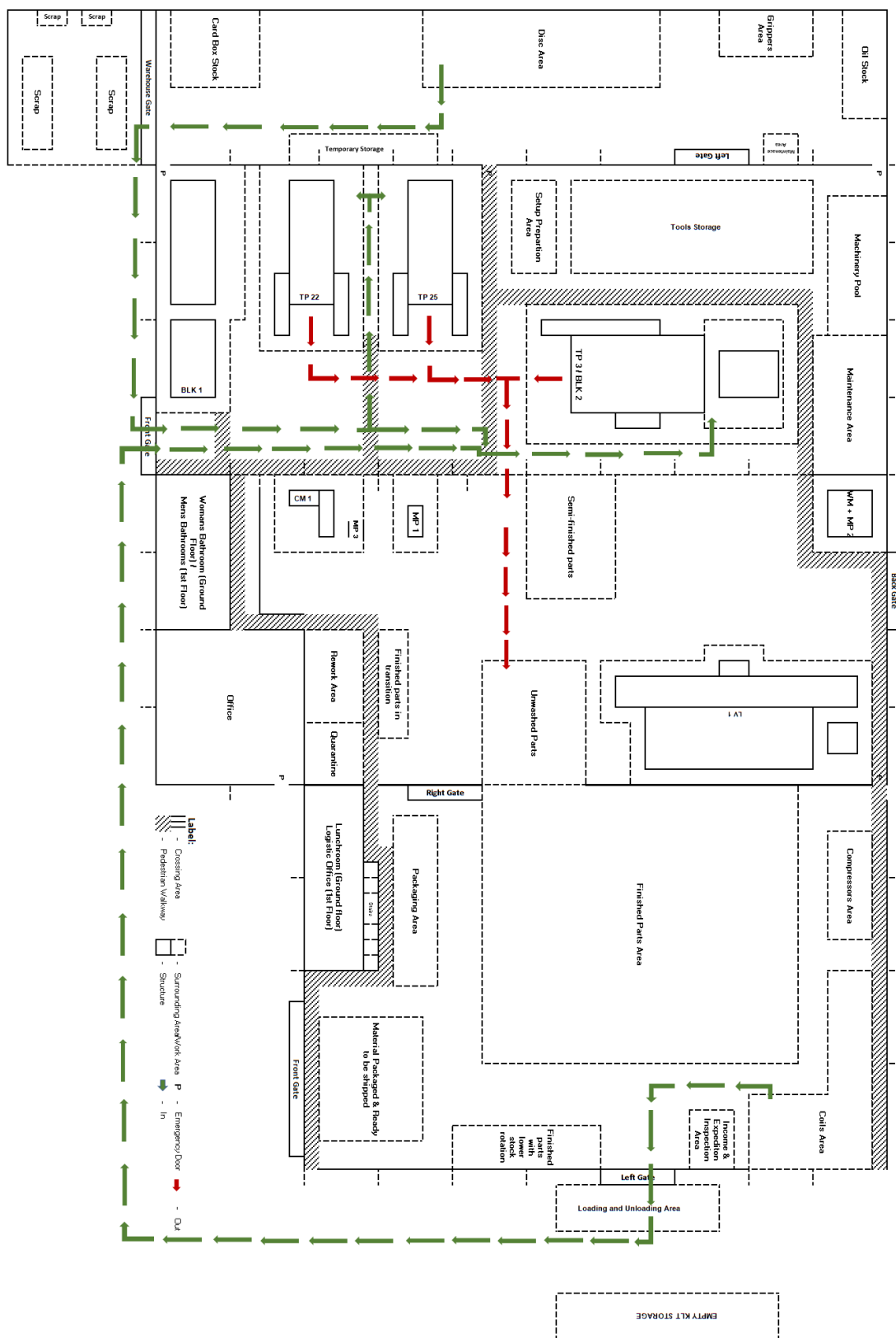


Figura 35: Movimentações de produção de peças.
Fonte: Catraport (2021).

Anexo E Produção Omera e Calibradora

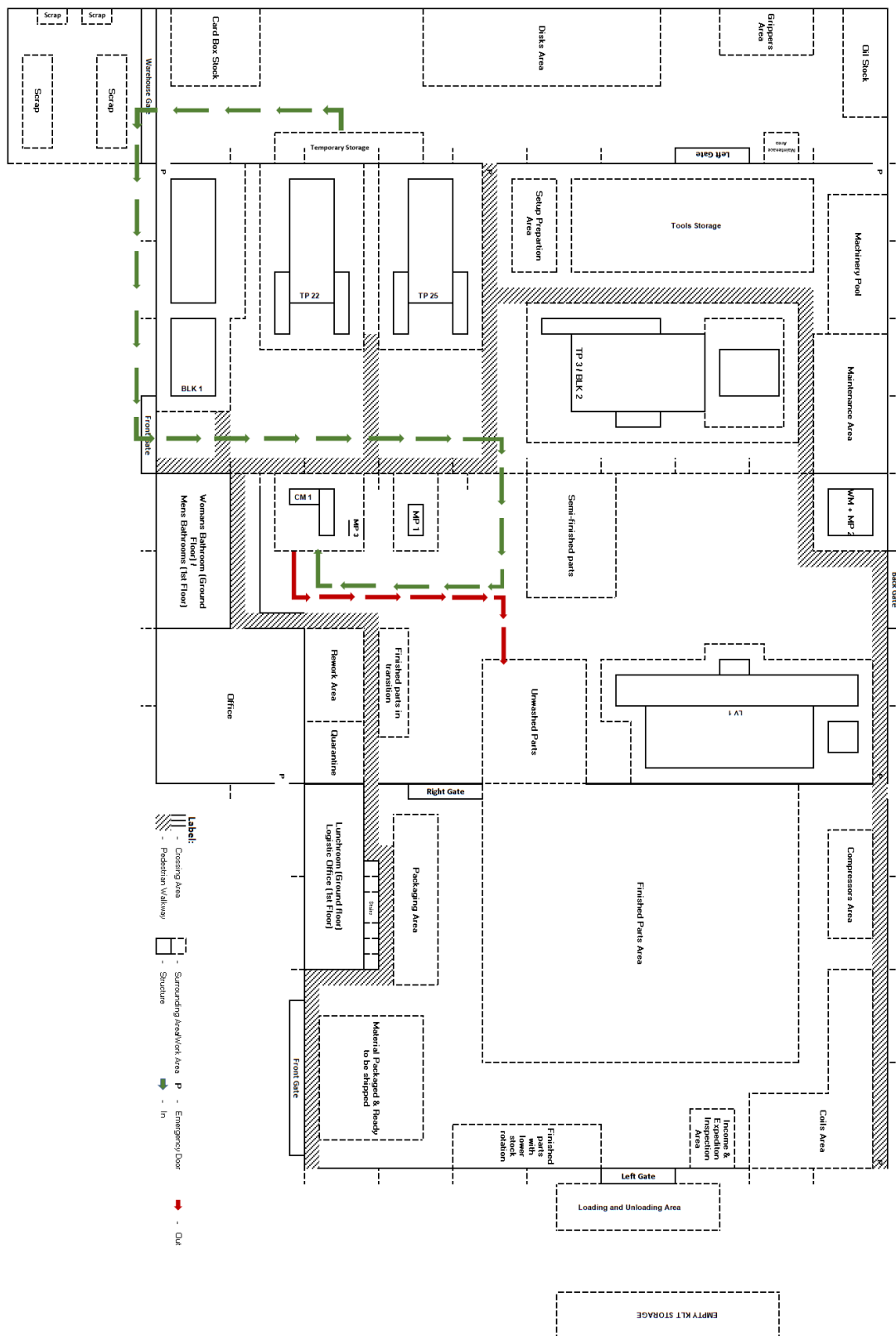


Figura 37: Movimentações de produção na Omera e Calibradora.
Fonte: Catraport (2021).

Anexo F Embalamento

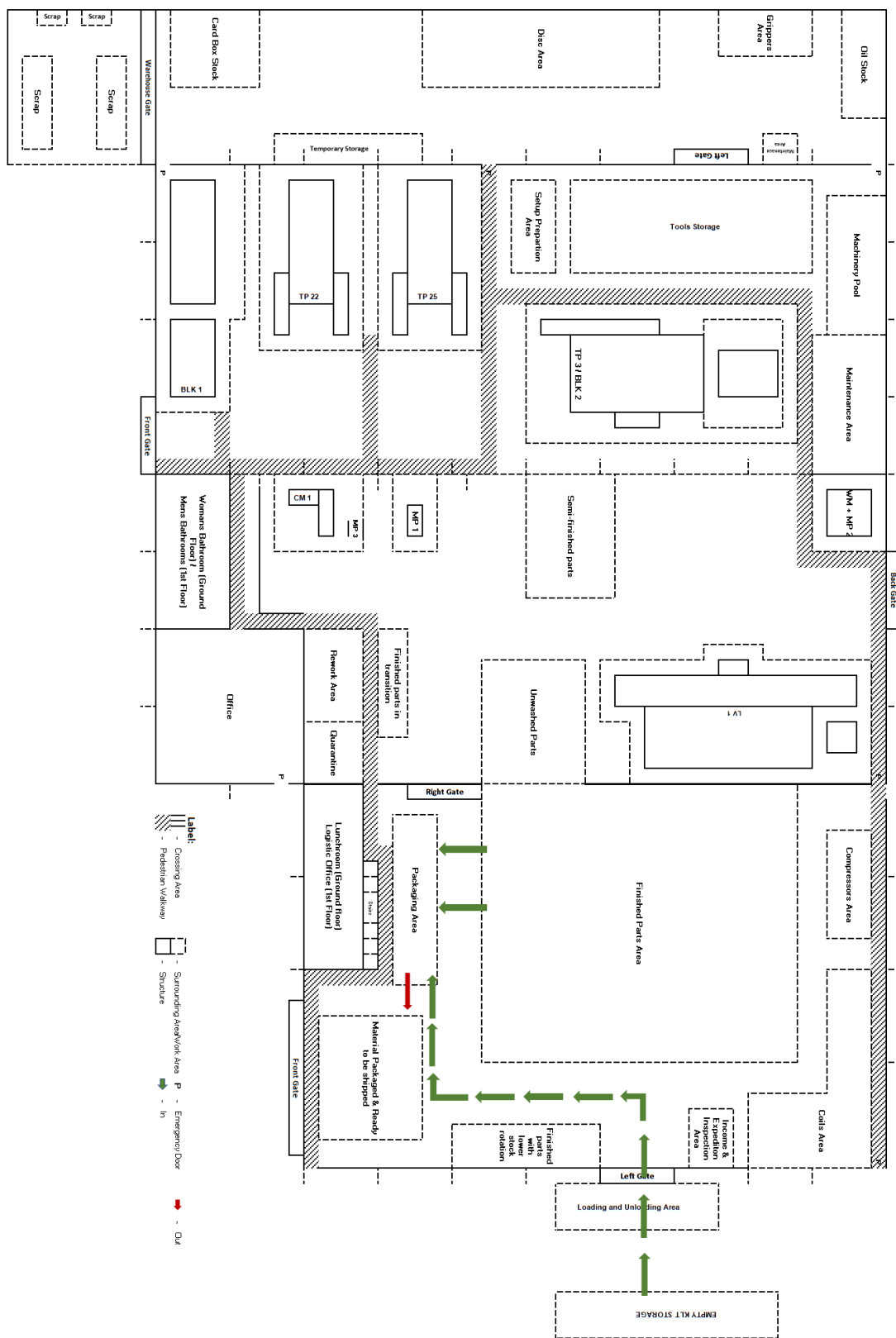


Figura 38: Movimentações de embalagem.
Fonte: Catraport (2021).

Anexo G Expedição

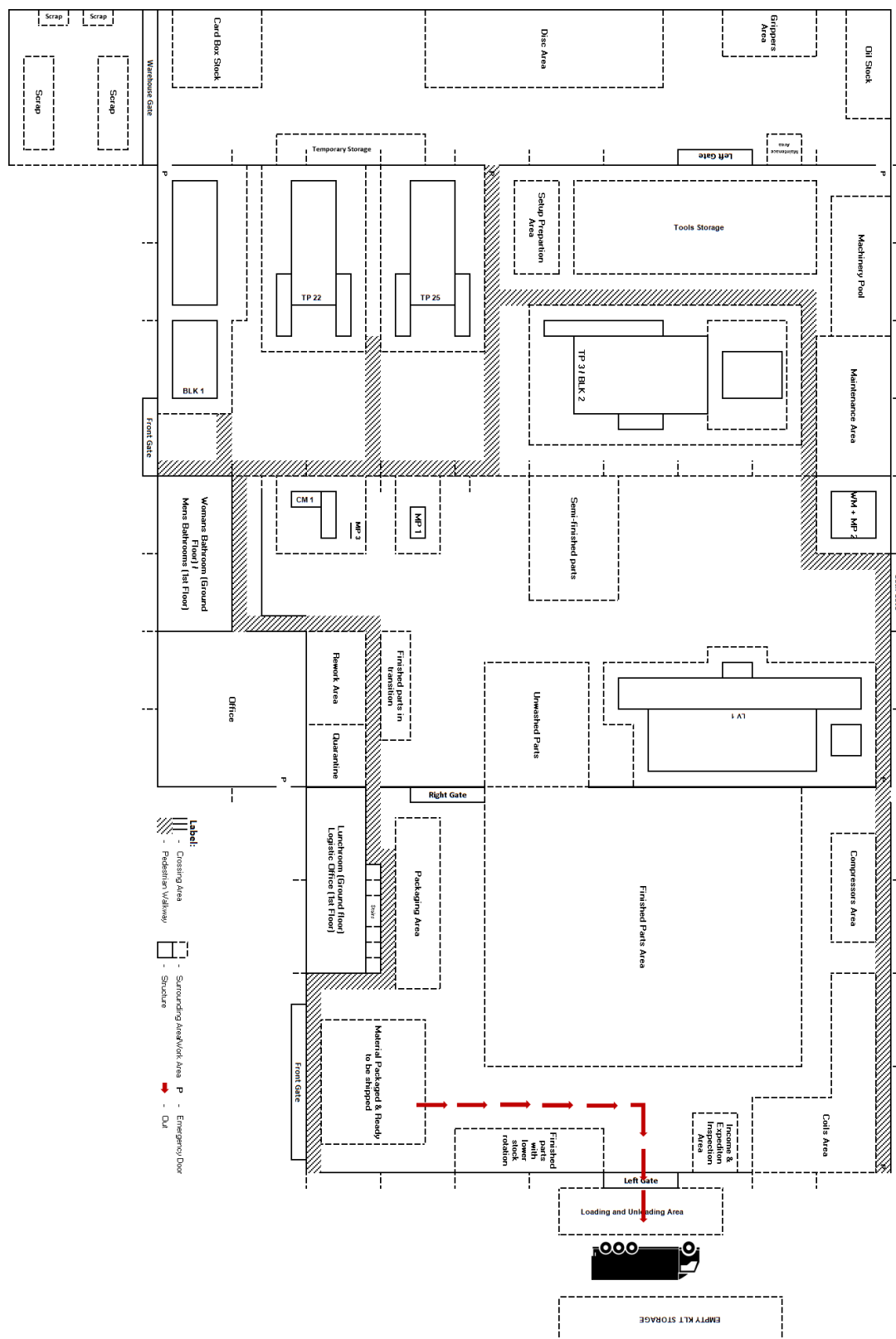


Figura 39: Movimentações de expedição.
Fonte: Catraport (2021).