



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**AFONSO SÁ VAZ DE
OLIVEIRA**

**MELHORIA DO FLUXO LOGÍSTICO DA RECEÇÃO
DE MATERIAL NUM ARMAZÉM**



**AFONSO SÁ VAZ DE
OLIVEIRA**

**MELHORIA DO FLUXO LOGÍSTICO DE RECEÇÃO
NUM ARMAZÉM**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica do Doutor João Carlos de Oliveira Matias, Professor Catedrático, e da Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha família.

o júri

Presidente

Prof. [Doutora](#) Ana Raquel Reis Couto Xambre
professora associada da Universidade de Aveiro

Prof. [Doutor](#) Geraldo Cardoso Oliveira Neto
professor associado da UNINOVE - Universidade Nove de Julho, Brasil

Prof. [Doutor](#) João Carlos de Oliveira Matias
Professor associado da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Deixo uma palavra de agradecimento a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização deste projeto.

Em primeiro lugar, aos meus pais pelo amor, dedicação, apoio e esforço que tiveram comigo ao longo destes 23 anos, nunca me deixando desistir dos meus sonhos, apoiando-os incondicionalmente. Assim como à minha irmã que me proporciona muito bons momentos todos os dias. Juntos fizeram com que me tornasse a pessoa que sou hoje, em constante evolução e cada vez mais feliz.

Ao meu orientador, o Professor Doutor João Matias e à minha coorientadora, Professora Doutora Carina Pimentel, pela orientação, motivação, confiança e boa disposição com as quais contribuíram ao longo do desenvolvimento deste projeto.

Aos meus orientadores da empresa, Cristina Brito e Jorge Costa, pelos desafios propostos e por toda a amizade, companheirismo, tutoria e partilha de conhecimento.

Aos meus amigos, em especial à Beatriz Soares, que foi um pilar para mim estando sempre ao meu lado nos bons e nos maus momentos, e à Rita Oliveira, que foi incansável com o seu apoio, ajudando-me a ultrapassar os momentos de maior pressão e bloqueio.

Agradeço a todos por me ajudarem numa luta que é minha e que me enche de orgulho por ter sido partilhada convosco.

palavras-chave

Logística, receção de armazém, mapeamento de processos, balanceamento, simulação industrial, software Arena®, layout de armazém

resumo

O presente trabalho é relativo ao projeto elaborado numa empresa do sector de sistemas de segurança e comunicação, alarmes de incêndio e displays eletrónicos, localizada no distrito de Aveiro. O projeto teve como objetivo melhorar o fluxo logístico de receção de material no armazém. Inicialmente foram encontradas demasiadas filas de espera na receção e *Throughput Times* elevados. A metodologia utilizada na resolução destes problemas, foi um estudo de caso, onde através do balanceamento dos postos de trabalho, com auxílio de um *software* de simulação industrial (Arena®) e alterando o *layout* existente, foi possível tornar as filas de espera residuais, diminuindo, por isso, os *Throughput Times*. Para além disso, as mudanças no *layout* permitiram também melhorias ao nível ergonómico e também uma maior organização (5 S's) nos postos de trabalho, provocando desta forma impacto positivos nas condições de trabalho dos colaboradores. Todo este projeto trouxe poupanças consideráveis para a empresa em termos de custos operacionais, assim como uma maior capacidade para rececionar mais material, sem que seja necessário um maior investimento.

keywords

Logistics, warehouse receiving, process mapping, balancing, industrial simulation, Arena[®] software, warehouse layout

abstract

The present work is related to the project developed in a company of security and communication systems, fire alarms and electronic displays sector, located in the district of Aveiro. The project aimed to improve the logistics flow of material reception in the warehouse. Initially there were too many queues at reception and high Throughput Times. The methodology used to solve these problems was a case study, where by balancing the workstations, with the help of an industrial simulation software (Arena[®]) and changing the existing layout, it was possible to make the queues residual, thus reducing Throughput Times. Furthermore, the changes in the layout also allowed improvements at the ergonomic level and greater organization (5 S's) at the workstations, thus having a positive impact on the employees' working conditions. This whole project brought considerable savings for the company in terms of operational costs, as well as a greater capacity to receive more material, without the need for further investment.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Contextualização e Motivação	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Métodos e Metodologia	2
1.4. Estrutura do documento.....	3
2. Caraterização do Desafio.....	5
2.1. Descrição da empresa alvo de estudo	5
2.1.1. O Grupo	5
2.1.2. A Empresa.....	5
2.1.3. Estrutura Organizacional	6
2.1.1. Departamento de Logística de Armazém (LOW)	7
2.2. Desafio	8
3. Revisão da literatura.....	11
3.1. Processo de negócio	11
3.2. Gemba Walks.....	12
3.3. Mapeamento de processos.....	13
3.3.1. Value Stream Mapping	13
3.3.2. Value Stream Design.....	14
3.4. Estudo de Métodos e Tempos.....	14
3.5. Simulação	15
3.5.1. Simulador Arena®	16
3.5.2. Utilização do Arena® para simular o processo de receção de material.....	17
3.6. AutoCAD®	18
3.7. Lean.....	18
3.7.1. Desperdícios Lean	19
3.7.2. Ferramenta 5 S's.....	20
3.8. Conexão entre conceitos	21
4. Caraterização do Estado Inicial.....	23
4.1. Gemba Walks.....	23
4.1.1. Material descarregado	23
4.1.2. Postos de trabalho	25
4.1.3. Material urgente.....	25
4.2. Mapeamento de processos.....	26
4.3. Estudos de Métodos e Tempos	27
4.4. Value Stream Mapping	33
4.4.1. Paletes Single Code.....	34
4.4.2. Paletes Multi Code	34

4.5. Simulação do estado inicial através do Arena®	36
5. Propostas de melhoria e resultados	41
5.1. Balanceamento dos postos de trabalho	41
5.1.1. Process Analyzer	41
5.2. Value Stream Design	43
5.3. Aplicação de Sistemas de transportes de paletes (AutoCAD®).....	44
5.4. Resultados	45
5.5. Avaliação dos KPIs (Inicial x Final)	47
6. Conclusões, limitações e propostas de trabalho futuro.....	49
Referências Bibliográficas.....	51

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Cronograma das ações Planeadas/Executadas.....	4
Tabela 3.1 - Desperdícios Lean	19
Tabela 4.1 - Estudo de Métodos e Tempos	28
Tabela 4.2 - Distribuição da recepção das paletes por tipo e por horas todos os dias do mês de novembro.....	30
Tabela 4.3 - Distribuição diária da chegada das paletes por tipo durante o mês de novembro.....	30
Tabela 4.4 - Detalhe dos Processos	38
Tabela 4.5 - Tempos das filas de espera	39
Tabela 4.6 - Taxa de Ocupação por tarefa	39
Tabela 4.7 - Throughput Times	40
Tabela 5.1 - Cenários no Process Analyzer	42
Tabela 5.2 - Redução dos tempos de cada processo	46
Tabela 5.3 - Poupança obtida com o projeto.....	47
Tabela 5.4 - KPIs (Inicial x Final)	48

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Produtos.....	6
Figura 2.2 - Estrutura organizacional	7
Figura 2.3 - Distribuição dos fornecedores pelo Mundo	8
Figura 4.1 - Palete Single Code.....	24
Figura 4.2 - Palete Multi Code	24
Figura 4.3 - Caracterização do estado inicial através de mapeamento de processos	26
Figura 4.4 - Número de paletes Single Code rececionadas por dia no mês de novembro	31
Figura 4.5 - Número de paletes Multi Code rececionadas por dia no mês de novembro.....	32
Figura 4.6 - Tempo (em minutos) despendido no processamento de cada tipo de palete no mês de novembro	33
Figura 4.7 - Percentagem de tempo despendido no tratamento de cada tipo de palete	33
Figura 4.8 - VSM – Paletes Single Code.....	34
Figura 4.9 - VSM paletes Multi Code	35
Figura 4.10 - Modelo do Estado Inicial em Arena®	37
Figura 4.11 - Taxa de ocupação por posto de trabalho	40
Figura 5.1 - Gráfico de comparação entre cenários.....	43
Figura 5.2 - VSD paletes Multi Code	44

Lista de Acrónimos e Siglas

- BT-SC - *Business Unit Security*
- BT-CO - *Business Unit Communication*
- BT-FR - *Business Unit Fire*
- FIFO - *First In First Out*
- KPI - *Key Performance Indicator*
- LOW - *Logistics of Warehouse*
- MOE1 - *Manufacturing Operations and Engineering 1*
- MOE2-SC - *Manufacturing Operations and Engineering 2 - Security*
- MOE2-CM - *Manufacturing Operations and Engineering 2 - Contract Manufacturing*
- MOE2-CSI - *Manufacturing Operations and Engineering 2 – Communication, Safety Intrusion*
- MC – *Multi Code*
- Min - *Minutos*
- Non-BT - *Non Building Technologies Division*
- Pal - *Palete*
- PAN - *Process Analyzer*
- SC – *Single Code*
- Vol - *Volumoso*
- VSD - *Value Stream Design*
- VSM - *Value Stream Mapping*

1. Introdução

O projeto aqui apresentado foi desenvolvido no departamento de logística de armazém numa empresa do sector de sistemas de segurança e comunicação, alarmes de incêndio e *displays* eletrónicos, localizada no distrito de Aveiro. Neste capítulo será exposta a motivação para a realização deste projeto, assim como os objetivos a atingir e a metodologia a utilizar para a concretização dos mesmos.

1.1. Contextualização e Motivação

Tradicionalmente, a cadeia de produção de uma empresa inicia-se com a receção da matéria-prima. Sendo assim, é de notar que um dos principais processos de negócio é efetivamente todo o processo de receção da mesma. Neste sector do armazém de uma indústria, tudo se inicia com a descarga do material necessário à produção.

Devido ao crescimento elevado e acelerado no volume de negócio dos vários setores empresariais, marcado por uma maior concorrência, assim como por uma maior exigência dos clientes, verificou-se igualmente um crescimento do volume de material a ser rececionado, para que pudessem ser cumpridas as necessidades de produção, dando assim resposta à crescente procura dos clientes, tanto em termos de quantidade como de exigência relativa à qualidade.

Desta forma, tornou-se notório que para um crescimento sustentável de uma empresa, é fulcral a otimização do processo de receção de matéria-prima, essencialmente de forma a tornar o fluxo mais ágil e diminuindo os *Throughput Times*, que consiste no somatório do tempo, de todos os processos associados, desde o início até ao final da receção do material, contribuindo assim para uma redução nos custos associados.

Para além das questões relacionadas com o fluxo de produção, a ergonomia foi um dos assuntos a tratar neste projeto, pois estando este inserido num armazém, um local bastante propício ao transporte de materiais e movimentação de pessoas, um estudo aprofundado deste tema pode trazer inúmeras vantagens no que diz respeito à redução de desperdícios e melhoria das condições de trabalho dos colaboradores.

1.2. Objetivos

O objetivo principal do projeto consistiu na otimização do fluxo da recepção de material, recorrendo ao desenho de um novo layout com sistemas de transporte de paletes, de modo que seja possível otimizar a produtividade desta área, conseguindo dar resposta ao crescimento da empresa e às necessidades da mesma identificadas anteriormente. De forma a cumprir com o objetivo geral do projeto já definido, verificou-se a necessidade de definir igualmente objetivos mais específicos, sendo estes os apresentados em seguida:

- Melhoria da produtividade da área;
- Diminuição dos *Throughput Times* dos processos;
- Melhoria da Ergonomia.

1.3. Métodos e Metodologia

A metodologia de investigação utilizada no presente projeto é baseada no estudo de caso, adequado a problemas organizacionais e criação de práticas de melhorias para os problemas detetados (Brown, George, & Mehaffey-Kultgen, 2018).

O projeto foi constituído por duas etapas distintas:

1. Análise e caracterização do estado inicial do processo de recepção de produtos na empresa, ou seja, o estado em que o processo se encontra a decorrer antes de qualquer alteração e investigação associada a este projeto;
2. Definição e desenho do estado futuro através de diversas ferramentas e métodos, implementação do projeto e acompanhamento e estabilização dos KPIs.

Para analisar e caracterizar o estado inicial recorreu-se ao método *Gemba Walks*, de modo a avaliar corretamente e detalhadamente a forma como é efetuado todo o trabalho associado ao processo em estudo no terreno (Aprell, S. C., & Rafael, Á., 2018) e, posteriormente, efetuou-se um mapeamento de processos seguido de um VSM (*Value Stream Mapping*) (Manos, T., 2006). O objetivo é obter uma representação visual com a transparência necessária para que seja possível entender de que forma se realizam e se relacionam todos os processos para além de identificar os vários tipos de desperdícios (“muda” em Japonês). A par do mapeamento de processos, foi realizado um estudo de

métodos e tempos que serviu de base para caracterizar este estado inicial através da simulação no *software* Arena®, identificando assim *bottlenecks* e com o objetivo de igualmente servir de comparação para o estado futuro.

Num segundo momento, na definição e desenho do estado futuro, foi efetuado um balanceamento dos processos, assim como um estudo para uma alteração e melhoria do *layout*. Neste estudo foi considerada a aplicação de sistemas de transportes de paletes, de forma a automatizar o processo, melhorar a ergonomia e a organização dos postos de trabalho (5 S's). Com este fim, foi utilizada a ferramenta *AutoCAD*®, a fim de garantir a viabilidade da implementação, para que as medidas do *layout* desenhado correspondam à realidade pretendida.

Por último, após medição dos *Key Performance Indicators (KPIs)*, com o objetivo de quantificar as melhorias obtidas e a poupança associada para a organização, foi possível retirar conclusões para posteriormente avaliar os resultados alcançados e, assim, identificar outras melhorias possíveis para o trabalho futuro.

O projeto foi iniciado no mês de outubro de 2020, com a duração de 8 meses, tendo terminado em maio de 2021. Na tabela 1.1 é apresentado o cronograma das ações planeadas, assim como o momento em que estas foram efetivamente realizadas. Mesmo tendo este projeto sido desenvolvido durante uma situação pandémica, como a área produtiva da empresa não parou durante este período, foi possível assegurar que as datas planeadas fossem cumpridas.

1.4. Estrutura do documento

O presente documento encontra-se estruturado em seis capítulos. Neste primeiro capítulo realiza-se uma breve contextualização do problema, definem-se os objetivos do projeto e os métodos e a metodologia a ser aplicada ao longo do projeto.

No segundo capítulo é feita uma caracterização do problema/desafio, onde é caracterizada a empresa onde se realizou o projeto, é explicado o processo produtivo da empresa em geral, bem como da secção onde se desenvolveu o mesmo.

No terceiro capítulo é apresentado o estado de arte, onde serão abordados todas as metodologias, técnicas e ferramentas científicas relacionados com o projeto apresentado.

No quarto capítulo é apresentada a situação inicial encontrada, na secção da empresa onde se desenvolveu o projeto, e são explicadas as técnicas utilizadas para realizar essa análise.

No quinto capítulo é feita uma descrição de como o projeto foi desenvolvido, juntamente com uma apresentação dos resultados obtidos. Além disso, são explicadas as melhorias obtidas, assim como os inconvenientes encontrados ao longo das suas aplicações.

Por último, no sexto capítulo são descritas as conclusões do projeto, algumas considerações finais, limitações e as perspetivas de trabalho futuro.

Tabela 1.1 - Cronograma das ações Planeadas/Executadas

Plano do Projecto / Acções											
Nr.	Acção	Resp.	Data	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai
1	Familiarização com empresa e processos de armazém (Gemba Walks)	Inv. A.	Plan. Exec.	■	■						
2	Identificação do desafio e definição dos objetivos do projeto	Inv. A.	Plan. Exec.	■	■						
3	Estudo científico e enquadramento teórico	Inv. A.	Plan. Exec.		■	■	■	■	■		
4	Mapeamento de processos	Inv. A.	Plan. Exec.		■	■	■				
5	Estudo de métodos e tempos	Inv. A.	Plan. Exec.		■	■	■				
6	Value Stream Mapping	Inv. A.	Plan. Exec.				■				
7	Simulação do estado inicial no Arena®	Inv. A.	Plan. Exec.					■			
8	Balanceamento dos postos de trabalho	Inv. A.	Plan. Exec.					■			
9	Value Stream Design	Inv. A.	Plan. Exec.					■	■		
10	Aplicação de Sistemas de transportes de paletes (AutoCAD®)	Inv. A.	Plan. Exec.						■	■	■
11	Medição dos resultados	Inv. A.	Plan. Exec.								■
12	Escrita do relatório do projeto	Inv. A.	Plan. Exec.		■	■	■	■	■	■	■

Legenda:
 Inv. A. - Investigador Afonso Plan. - Planeado Exec. - Executado

2. Caraterização do Desafio

O projeto aqui apresentado foi desenvolvido numa empresa do sector de sistemas de segurança e comunicação, alarmes de incêndio e displays eletrónicos, localizada no distrito de Aveiro, pertencente a um grupo alemão. Neste capítulo é apresentada a estrutura da empresa, assim como o seu processo produtivo e os problemas encontrados que motivaram o desenvolvimento deste estudo de caso.

2.1. Descrição da empresa alvo de estudo

2.1.1. O Grupo

Este grupo foi fundado e iniciou a sua atividade no ano de 1886, sendo atualmente líder no fornecimento de tecnologias e serviços, contando com uma faturação total de 71,6 mil milhões de euros no ano de 2020. As áreas de atuação do grupo são diversas: Soluções de Mobilidade, Tecnologia Industrial, Bens de Consumo e Tecnologia de Energia e Edifícios. A visão principal do grupo prende-se com o objetivo de mobilidade sustentável, segura e entusiasmante. Através dos elevados investimentos efetuados ao longo do tempo, o Grupo consegue fornecer soluções interessantes a todos os seus clientes.

A empresa iniciou a sua atividade em Portugal no ano de 1911 e atualmente conta com 4 subsidiárias em 3 distritos: Aveiro (2), Braga, Lisboa.

2.1.2. A Empresa

A empresa alvo de estudo, no que diz respeito à corrente investigação, centra-se essencialmente na produção de soluções inovadoras nas áreas de sistemas de segurança, comunicação, alarmes de incêndios e *displays* eletrónicos. A história desta empresa iniciou-se no ano de 2002 e, desde esse ano, tem vindo a crescer muito devido ao constante investimento em novos projetos e à forma como é capaz de aproveitar oportunidades de negócio que vão surgindo. Devido a todos estes fatores, a entidade consagrou-se a principal fábrica de videovigilância, sistemas de comunicação e deteção de incêndios do grupo em todo o mundo.

A entidade produz diferentes artigos, respeitando as áreas mencionadas no parágrafo anterior. Assim, são apresentados na figura 2.1 alguns exemplos de artigos produzidos na empresa. Esses produtos estão divididos em 4 áreas e as respectivas percentagens de produção estão também representadas na figura 2.1:

- Sistemas de videovigilância (BT-SC);
- Sistemas de Comunicação (BT-CO);
- Sistemas de detecção de incêndios (BT-FR);
- Outros (NON-BT).



Figura 2.1 - Produtos

2.1.3. Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional da fábrica é demonstrada na figura 2.2. O diretor geral (*Plant Manager*) é responsável pela organização juntamente com um conselho de administração, cada um com a sua área específica. Integrado nesta estrutura hierárquica existe uma abordagem por processo, onde as equipas são formadas com base no fluxo de valor para o qual estão a trabalhar, criando uma estrutura matricial. O fluxo de valor de produção (MOE1), sistemas de segurança (MOE2-SC), fabrico por contrato (MOE2-CM) e comunicação e incêndio (MOE2-CSI). Existem também os departamentos de logística,

qualidade, financeiro e recursos humanos, que servem como apoios indispensáveis ao funcionamento da fábrica.

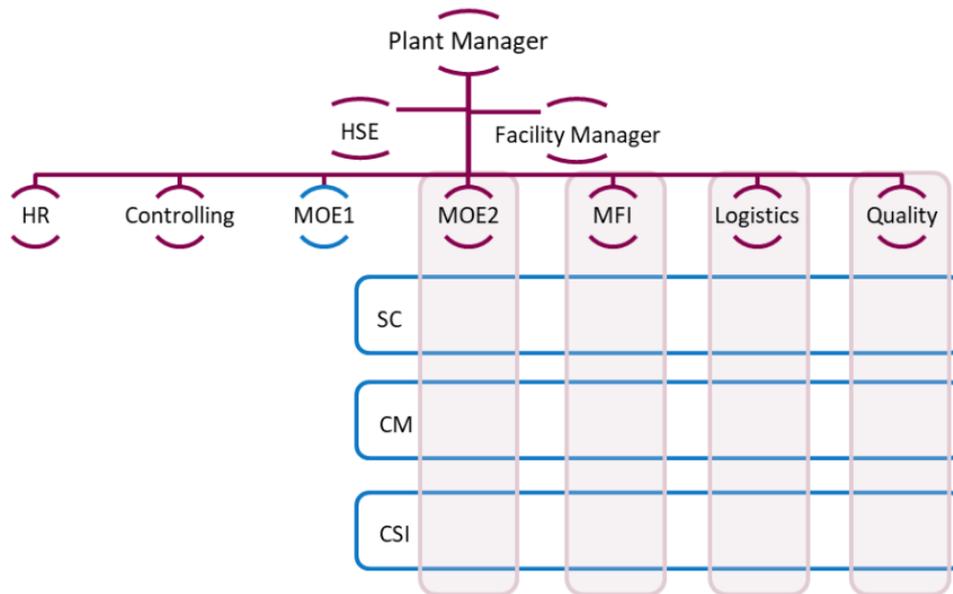


Figura 2.2 - Estrutura organizacional

2.1.1. Departamento de Logística de Armazém (LOW)

O projeto desenvolvido foi integrado no departamento de LOW, logística de armazém. O armazém da empresa pode ser considerado o “coração” da fábrica, visto que é aqui que é rececionado todo o material necessário à produção e é também neste local que o mesmo, depois de manufacturado, segue para o cliente. O armazém desta empresa divide-se em 5 diferentes áreas:

- Receção de material;
- Armazenamento e *Repacking* para abastecimento para a produção;
- Controlo da qualidade;
- Logística de transportes;
- Expedição.

O estudo de caso foi inserido na área de receção de material. As funções desta área iniciam-se com a descarga de todo o material rececionado à fábrica e terminam com a sua preparação e disponibilização para a armazenamento. Na figura 2.3 é possível observar a vasta diversidade da localização dos fornecedores que entregam o material a ser

descarregado neste armazém. Analisando a figura 2.3 é possível observar que os fornecedores ibéricos têm ganho uma quota crescente de fornecimento e, como consequência, uma redução da quota dos fornecedores não europeus.

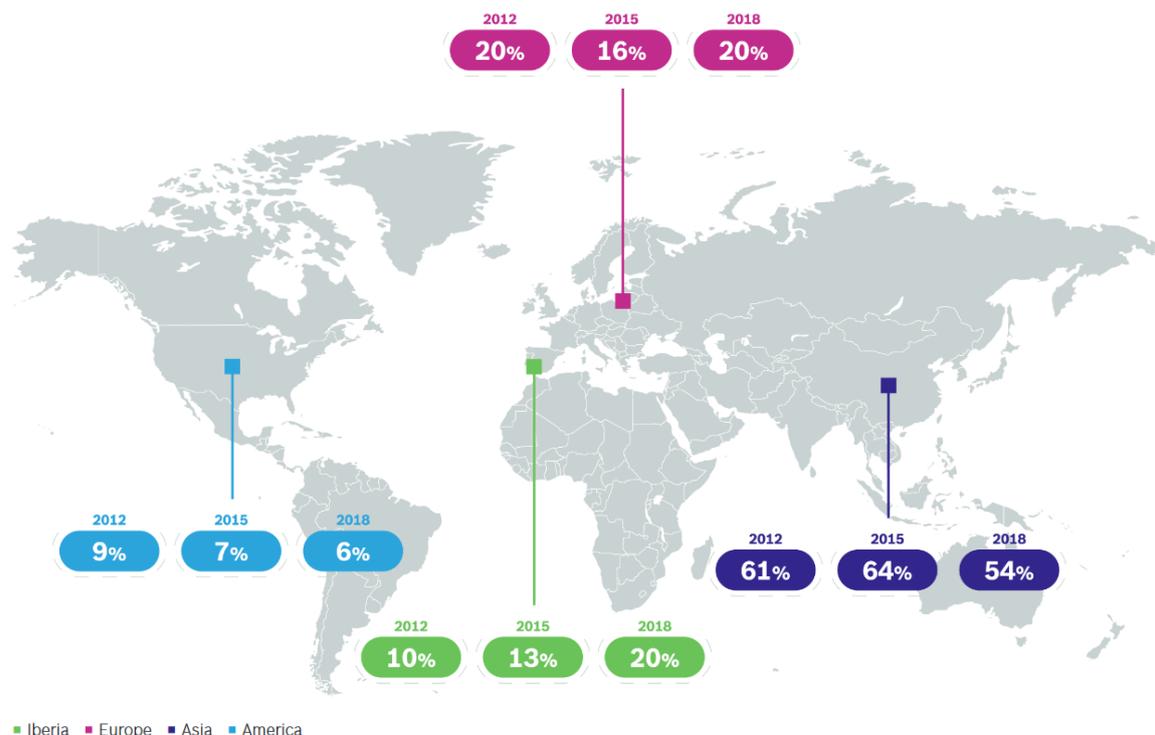


Figura 2.3 - Distribuição dos fornecedores pelo Mundo

2.2. Desafio

A empresa conta com uma diversidade elevada de fornecedores, sendo alguns destes nacionais, que efetuam entregas de mercadoria diárias. Esta é a condição mais confortável dada a parametrização já definida previamente, o que faz com que sejam de mais fácil receção no armazém. Já em fornecedores extracomunitários, em que as mercadorias são originárias maioritariamente da China, é dificultada a receção dos mesmos, devido à falta de parametrização das entregas.

Este modelo de negócio, em que o número de fornecedores é elevado, mas as quantidades entregues por cada um são reduzidas, dificulta a parametrização dos processos, devido à imprevisibilidade do tipo de material a rececionar.

Desta forma, o desafio apresentado pela empresa consistiu na melhoria do fluxo dos processos de receção de material, através de:

- Diminuição dos desperdícios, como por exemplo a constante movimentação dos colaboradores;
- Balanceamento dos processos e respetivos postos de trabalho;
- Melhorar a ergonomia dos processos inerentes a esta área.

Uma vez apresentada a empresa e a respetiva secção onde se realizou o projeto, bem como o desafio que está na origem do mesmo, o capítulo seguinte expõe a revisão de literatura, onde serão apresentadas as metodologias e ferramentas estudadas para uma eficaz resolução do problema existente.

3. Revisão da literatura

Neste capítulo é apresentado um enquadramento teórico da temática relacionada com este projeto realizado no âmbito do estágio, onde são apresentados os conceitos, os métodos e as ferramentas que contribuíram para o seu desenvolvimento. Esta pesquisa foi feita através de livros e artigos científicos, assim como documentos da empresa.

3.1. Processo de negócio

A crescente disponibilidade de nova tecnologia para ser utilizada como auxílio no aprimoramento e organização das empresas, faz com que se verifique uma tendência da existência de necessidade de descrever e detalhar novos conceitos como, por exemplo, processo de negócio. Isto porque, nas situações de empresas com atividades mais complexas, se os processos associados à atividade e ao negócio não forem corretamente definidos e detalhados, torna-se mais complicado que estes funcionem efetivamente e produzam o resultado esperado.

Assim, é possível, com base em Aguilar-Savén (2004), perceber que o processo de um negócio representa a combinação de um conjunto de atividades dentro de uma empresa com uma estrutura que visa descrever a lógica, a ordem e as dependências necessárias para que o objetivo deste processo possa ser alcançado. Dentro de uma empresa podem existir diversos processos de negócio a decorrer, se se estiver a considerar uma empresa industrial, que contempla produção, por exemplo, os processos de negócio mais comuns poderão ser a receção de mercadorias, a alocação das mercadorias para entrarem nas linhas de produção, as próprias linhas de produção, a expedição das mercadorias para os clientes, entre outras. Sendo assim, é importante ter em conta a importância de assegurar que os processos de negócio, principalmente os que definem toda a atividade da empresa se encontram na sua situação ótima ou, pelo menos, próxima desse ponto, para que não existam perdas de tempo ou custos adicionais desnecessários. Desta forma, é relevante considerar que, para que os processos de negócio sejam otimizados ou melhorias sejam implementadas, é necessário considerar uma série de ferramentas e métodos existentes que auxiliam nesse objetivo. Nos subcapítulos seguintes serão descritas com base na literatura existente essas mesmas ferramentas e métodos.

3.2. *Gemba Walks*

Com a evolução das técnicas e dos conceitos associados às empresas, surgiu um novo conceito destinado essencialmente aos lugares de gestão, o *Gemba Walks*, que, segundo Bremer (2015), significa ir onde a ação efetivamente acontece, ou seja, percorrer a fábrica e todos os postos associados à produção propriamente dita dentro de uma indústria, verificando com detalhe o trabalho realizado pelos operadores e todas as envolventes dos processos que acontecem na parte fabril de uma empresa. Segundo o mesmo autor, é possível verificar que esta é uma prática que pode auxiliar de uma forma bastante adequada a tomada de decisão por parte dos colaboradores que ocupam cargos de gestão ou chefia.

Assim, as caminhadas no chão de fábrica ou *Gemba Walks* podem servir como uma poderosa ferramenta para os líderes conseguirem definir de forma correta o alinhamento de todos os processos dentro de uma organização. A definição de métricas é algo muito importante no trabalho de organização de uma empresa mas apenas englobam questões mensuráveis, sendo que se encontram aspetos fundamentais para a tomada de decisão, que não são mensuráveis e que muitas das vezes não se conhecem sem recorrer a este método, vendo de perto a realidade de como um processo realmente acontece versus suposições condicionadas; dessa forma podem responder a perguntas que levam a novas ideias sobre maneiras de desenvolver pessoas e grandes melhorias de processos. Para além de Bremer (2015), também o autor Gesinger (2016) investigou sobre o tema e, de acordo com o mesmo, o termo *Gemba* provém de uma palavra japonesa que significa “o lugar real” e, neste caso, o conceito indica uma verificação física do processo produtivo de uma empresa, aprendendo e entendendo com detalhe o trabalho que os funcionários/operadores realizam, sendo que geralmente essa verificação física é efetuada por um membro da gestão da empresa que se dirige à fábrica onde o trabalho propriamente dito é efetuado e aprende como e a razão pela qual os operadores realizam o trabalho da forma que o fazem.

Assim, é possível entender que o *Gemba Walk* é uma forma muito adequada de iniciar a reformulação de qualquer processo dentro de uma empresa, para que se alcance a visão detalhada e geral de tudo o que realmente acontece num determinado processo

fabril para que assim a tomada de decisão associada à otimização desse mesmo processo seja feita com base em situações reais e não apenas cálculos ou suposições.

3.3. Mapeamento de processos

A necessidade crescente por parte das diferentes empresas em melhoria contínua e em aperfeiçoamento dos métodos utilizados para conseguirem obter cada vez melhores resultados nos seus processos de negócio levou a que surgissem métodos específicos de mapeamento de processos para que fosse possível uma melhor organização e planeamento desses mesmos processos. De acordo com Santos *et al* (2015), o mapeamento de processos vem auxiliar na identificação dos principais passos e decisões de uma forma visual nos processos rotineiros das empresas, por exemplo. Através deste método é também possível identificar e controlar facilmente todos os fluxos de informação, recursos, documentos associados. Segundo Barbrow *et al* (2015), os mapeamentos de processos são muito úteis para as organizações na medida em que permitem que os gestores tomem decisões com base em evidências concretas para além de que facilitam a compreensão e comunicação entre os diversos departamentos envolvidos num determinado processo, o que é uma relevante vantagem.

3.3.1. Value Stream Mapping

Para além do método de mapeamento de processos, existem outros métodos associados e específicos como por exemplo o método VSM (*Value Stream Mapping*). De acordo com o postulado por Tyagi *et al* (2015), este é um método utilizado para explorar os desperdícios, ineficiências, valores não avaliados e etapas adicionais ainda não consideradas num processo definido. Rahani *et al* (2012) postulou que o VSM é uma das principais ferramentas de otimização utilizadas para identificar as oportunidades num processo, tendo em conta a redução de tempo associado ao planeamento e organização do mesmo e menor trabalho no que diz respeito ao processamento de inventários, por exemplo. Sendo esta uma ferramenta bastante visual, é importante referir a facilidade de utilização associada e a qualidade das conclusões e análises que são possíveis de retirar através desta. O VSM envolve todas as etapas de um processo, tanto o valor agregado do mesmo como os aspetos não mensuráveis, é uma ótima forma de desenvolver mapas dos

estados atuais e futuros de um processo para verificar de forma clara o que se passa no chão de fábrica.

3.3.2. Value Stream Design

Após uma análise e caracterização do fluxo atual é necessário “desenhar” como será o fluxo otimizado. Para que isto seja conseguido, o VSD é uma ferramenta que nos permite idealizar, em espaço aberto, com recurso à representação gráfica, como esse fluxo poderá ser. Inicialmente este método, desenvolvido pela Toyota, era apenas para aplicação na indústria automóvel, tendo posteriormente sido utilizado noutras indústrias com grande sucesso.

O objetivo principal deste método é o de eliminar desperdícios nos processos, tendo o seu foco na otimização dos mesmos. O termo "desperdício", já especifica que os custos não podem ser reduzidos à custa do desempenho, mas que só podem ser eliminados os custos que não estejam relacionados com quaisquer benefícios imediatos para o cliente, pelos quais este pagou. Devemos, portanto, procurar eliminar do processo todas as tarefas que não acrescentam valor e concentrar-nos nas que acrescentam valor. Estes desperdícios serão mais aprofundados no subcapítulo 3.6.1.

Através da representação gráfica que o VSD fornece, não ficam somente definidas as falhas no processo, este apresenta também as respetivas soluções, sendo de fácil compreensão para qualquer membro da organização (Erlach, 2013).

3.4. Estudo de Métodos e Tempos

O estudo de métodos e tempos é uma ferramenta fundamental para complementar um bom mapeamento de processos. Desta forma, é possível quantificar o tempo de cada processo e assim ter uma visão realista de qualquer fluxo que se pretenda analisar. Esta ferramenta está dividida no estudo dos tempos, que corresponde à análise e registo dos tempos de processamento, e no estudo dos métodos, ligado à parte dos colaboradores, estabelecendo tempos-padrão e metodologias, estando também relacionado com a ergonomia dos postos de trabalho.

Segundo Gaspar (2016) o estudo dos tempos divide-se em 4 fases:

- Seleção – escolha de qual o assunto a tratar e registo da informação necessária;
- Medição – recolha de todos os dados possíveis, para posterior análise;
- Avaliação – tratamento das medições recolhidas
- Padronização – as medições dos tempos são atribuídas consoante os métodos escolhidos.

Esta metodologia consiste na observação, registo de dados e informação, análise crítica e a proposta de novos métodos ou oportunidades de melhoria.

Existem diversos métodos para a recolha dos tempos, entre eles, estimativa, dados históricos, amostragem, cronometragem, entre outros.

A utilização desta ferramenta permite às empresas a redução de variabilidade nos processos, eliminando desperdícios (Roberto, Araújo, Varela., Machado & João, P., 2017).

3.5. Simulação

Considerando a crescente competitividade das empresas hoje em dia e os crescentes desafios associados à globalização, é de notar cada vez mais a necessidade por parte das entidades em investir na melhoria do desempenho, principalmente através do auxílio da tecnologia nos processos. Portanto, para acompanhar o desenvolvimento do mercado e aumentar as expectativas dos clientes, foram surgindo diversos programas de simulação. Segundo Jilcha *et al.* (2015), uma das melhores ferramentas para indicar o desempenho de qualquer empresa é um software de simulação. Assim, o software de simulação permite construir um modelo do processo desejado usando construções de modelos.

O software de simulação é frequentemente utilizado por empresas para cumprir diferentes objetivos, seja otimização de processos ou redução de custos associados a qualquer um dos processos atuais da empresa.

Segundo Paiva (2005), a simulação é uma das mais poderosas ferramentas de análise disponíveis para a elaboração de projetos e operações dos diversos processos de uma empresa, e a simulação pode ser útil em qualquer fase de um processo numa empresa, desde a definição do problema até o momento final do processo, passando por todas as fases e detalhes do mesmo. Dada a dificuldade muitas vezes encontrada no uso de

ferramentas de simulação pelos usuários, tem-se percebido um constante crescimento e desenvolvimento de diferentes ferramentas para que se tornem mais acessíveis para a maioria dos usuários e, assim, sejam utilizadas com mais frequência a um nível global.

Uma das maiores vantagens associadas às ferramentas de simulação é o tempo despendido no processo de simulação de um projeto, que se reduz com a utilização destas, o que torna os processos mais eficientes e, ao mesmo tempo, os responsáveis pela tomada de decisões conseguem concentrar-se em outros temas e questões pois não precisam de perder tanto tempo a efetuar uma única simulação.

Assim, e ainda de acordo com o mesmo autor citado no parágrafo anterior, é possível entender a simulação como sendo o processo de elaboração de um modelo de um sistema real, realizando várias experiências com esse mesmo modelo para que o comportamento do sistema seja entendido detalhadamente.

3.5.1. Simulador Arena®

Um dos softwares mais utilizados pelas empresas é o simulador Arena® que visa cumprir exatamente os objetivos mencionados acima. É possível identificar na literatura vários autores e investigadores que utilizaram este software nas suas pesquisas, por exemplo, Bon *et al* (2016) que aplicaram a simulação Arena® para otimizar a linha de montagem de uma empresa, com o objetivo de aumentar a eficiência e reduzir custos operacionais de linha, equilibrando as atividades entre postos de trabalho.

A história do simulador Arena® remonta a 1993, com base no postulado de Vieira *et al* (2016), nesse mesmo ano, as linguagens de simulação SIMAN e CINEMA foram combinadas numa única ferramenta, Arena®. Portanto, esta ferramenta é um ambiente de simulação que consiste em modelos de módulos, construídos com base na linguagem SIMAN e no pacote de animação CINEMA. Assim, quando um modelo é criado em Arena®, é implementado em código SIMAN que é compilado e executado sem a necessidade de escrever códigos de programação. Embora a sua criação tenha sido feita em 1993, a partir de 2000, este software foi bastante desenvolvido e foram criadas versões mais atualizadas.

Segundo Silva *et al* (2007), o software Arena® consiste num conjunto de módulos usados para descrever uma aplicação real. Assim, os elementos de modelagem desta

ferramenta representam as pessoas envolvidas nos processos, objetos, transações e postos de trabalho, demonstrando dessa forma todas as etapas do processo em questão e todos os detalhes associados. Segundo os mesmos autores, o Arena® tem sido utilizado para simular os mais diversos ambientes, desde linhas de produção, minas, trânsito nas ruas de uma cidade e diversos ambientes logísticos.

Associado ao software Arena®, existem diversas ferramentas específicas que têm como objetivo responder a certas necessidades dos utilizadores. Uma das mais relevantes ferramentas é o *Process Analyzer*.

O *Process Analyzer* é uma ferramenta integral do software Arena®. Segundo Altiok *et al* (2010), esta ferramenta apoia a análise de parâmetros dos modelos criados na Arena®, permitindo ao usuário criar, executar e comparar diferentes simulações de cenários e, desta forma, poder observar e analisar os efeitos dos parâmetros que estão a ser considerados ou as alterações feitas nestes em relação a um cenário base, por exemplo. Portanto, é uma ferramenta muito útil e que traz benefícios ao usuário principalmente porque facilita a comparação entre cenários.

3.5.2. Utilização do Arena® para simular o processo de recepção de material

Um dos principais objetivos das ferramentas de simulação e, em particular, do simulador Arena® é o auxílio aos responsáveis das áreas das empresas na modelação e simulação dos diferentes processos e projetos desenvolvidos pela entidade. Assim, é normal que, no caso de uma empresa industrial, um dos seus principais processos seja o processo de recepção de mercadorias, em particular de matérias-primas. Dada a complexidade e o número de fases associadas a este processo, é imprescindível que seja planeado e definido da melhor forma possível para que se torne mais eficiente, sem perdas de tempo associadas e sem erros por parte dos operadores envolvidos. Assim, e com base no postulado de Abidi *et al* (2016), é possível compreender que a ferramenta Arena® permite que engenheiros industriais criem um modelo de simulação que reflita com precisão a operação concreta de um processo industrial.

Através desta ferramenta de simulação, é possível discriminar todas as etapas e fases associadas ao processo de recepção da mercadoria, verificando todos os fluxos

necessários, bem como os pontos de possíveis constrangimentos para que sejam mais fáceis de resolver e substituir por etapas mais adequadas ao processo e torná-lo mais eficiente.

3.6.AutoCAD®

No seguimento do tema que diz respeito à simulação e, consecutivamente, à ferramenta de simulação, Arena®, considerou-se essencial abordar também outra ferramenta não envolvida no mundo das ferramentas de simulação, mas sim algo que pode ser um importante auxiliar e potenciador de resultados.

De acordo com Norboy (2020), o AutoCAD® é um excelente e popular software que permite a criação de esquemas e desenhos de elevada qualidade e é exatamente por esta razão que é uma ferramenta muito utilizada em diversos contextos, tanto profissionais como académicos.

O AutoCAD® possui diversas aplicações em engenharia segundo Souza (2015), sendo parte fundamental em projetos de diversas áreas como por exemplo arquitetura, construção civil e, claro, engenharia. Este software é considerado um dos melhores de desenho por possuir interfaces em duas e em três dimensões, fazendo com que seja possível adaptar adequadamente mediante a necessidade do utilizador. Para além disso, esta ferramenta inclui recursos de visualização em diversos formatos e ângulos, o que faz com que tenha vantagens associadas face a outros softwares que têm os mesmos objetivos porque permite uma redução no tempo da produção do desenho e uma superior clareza visual do mesmo.

3.7.Lean

Tal como mencionado em subcapítulos anteriores, de forma a acompanhar a mudança constante no mercado, crescente competitividade das organizações e desenvolvimento das condições da indústria, tornou-se necessário e imprescindível que fossem desenvolvidas ferramentas adicionais de apoio à gestão das organizações.

Segundo Herron & Hicks (2008), a filosofia *Lean Manufacturing* evoluiu e adquiriu muita importância, que nos dias de hoje pode ser utilizada em qualquer tipo de indústria e/ou serviço, passando assim a *Lean Thinking*.

3.7.1. Desperdícios Lean

O termo desperdício refere-se a qualquer atividade ou recurso que é desenvolvida/utilizado indevidamente e que, para além de aumentar os custos e o tempo de produção, não acrescentam valor. Segundo a filosofia Lean existem sete tipos de desperdício que podem ser vistos como uma oportunidade para melhorar o processo e a utilização dos recursos (Pinto, 2014), como pode ser observado na tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Desperdícios Lean

DESPERDÍCIO LEAN	DESCRIÇÃO
Transporte Excessivo	Qualquer movimentação de materiais, ferramentas ou produtos em excesso, desnecessária à execução das atividades e origina perdas de tempo e aumento dos custos.
Movimento desnecessário	Deslocações dos colaboradores desnecessárias que afetam negativamente os níveis de produtividade.
Tempo de Espera	Tempo perdido com esperas de material, ferramentas ou informação que interrompem o fluxo contínuo de produção.
Defeitos	A ocorrência de erros requer não só retrabalho, como também a utilização de recursos adicionais. Para além disto, o produto final perde qualidade quando entregue ao cliente.
Stock	Materiais retidos por um determinado tempo, dentro ou fora da fábrica. Podem ser tanto matéria-prima, como produto final e também materiais em processamento. O material permanece armazenado, ocupando espaço de armazenagem e aumentando os custos de depreciação do produto.
Processamento excessivo	Processos com falhas que levam à execução de tarefas desnecessárias do ponto de vista do cliente.
Produção Excessiva	Produzir mais do que é necessário o que acarreta custos adicionais associados aos restantes desperdícios.

3.7.2. Ferramenta 5 S's

Assim, e devido a esta crescente necessidade por parte do mercado, foi desenvolvido a ferramenta Lean 5S's. Este método é considerado, de acordo com Filip *et al* (2015), um conceito básico de otimização já que estabelece a estabilidade operacional necessária para efetuar melhorias sustentáveis e contínuas num projeto ou processo de negócio. Assim, este método tem como objetivo principal melhorar o desempenho da gestão de uma empresa, é uma metodologia de criação e manutenção, organizada, eficaz e de elevada qualidade, sendo que permite uma crescente eficácia dos projetos, através de eliminação de perdas associadas a falhas ou erros e melhoria da qualidade e segurança do trabalho. O indicador 5S's representa um conjunto de cinco palavras que conciliam o conceito de boa manutenção. Sendo assim, as palavras consideradas neste método são:

- **“Sort”**, ou seja, decidir e separar ou remover o que não é necessário para o processo
- **“Set in order”**, colocar numa ordem lógica os itens utilizados num local apropriado para os mesmos
- **“Shine”**, que indica a necessidade de uma boa manutenção dos locais onde se desenvolvem os processos de negócio, considerando que devem encontrar-se limpos e de acordo com as normas exigidas
- **“Standardize”**, estabelecer regras e zonas específicas para armazenamento dos materiais, mantendo uma uniformização das regras e normas para que não exista lugar a possíveis erros;
- **“Sustain”**, que acaba por ser um dos passos mais importantes, com o foco na manutenção e monitorização de tudo o que foi definido até esse momento final, tendo em consideração que as regras definidas anteriormente deverão ser cumpridas para que se consiga atingir o melhor resultado possível e, assim, uma otimização dos processos e procedimentos de uma empresa.

A aplicação dos 5S melhora o bem-estar dos trabalhadores o que influencia a forma como estes executam o seu trabalho, trazendo diversas melhorias à empresa, também nas condições de trabalho, tendo por exemplo impacto na ergonomia do posto de trabalho.

Isto influencia o desempenho da organização, aumentando o seu desempenho (Falkowski & Kitowski, 2013).

3.8. Conexão entre conceitos

Nas seções anteriores foi abordada a verificação da literatura existente que suporta de forma adequada os diversos temas e ferramentas que foram abordados na parte empírica desta investigação. É de notar que foram assim detalhadas diversas ferramentas e métodos que auxiliam, na sua generalidade, a tomada de decisão e a otimização de processos de negócio. Apesar dos conceitos terem sido definidos em particular, todos apresentam elos de ligação, principalmente porque todos acabam por ter objetivos comuns como os enunciados anteriormente e funcionam como complemento uns dos outros. Para se conseguir efetuar uma análise de forma adequada com o maior detalhe possível, considerou-se fulcral recorrer a todas as ferramentas e métodos enunciados, pois todos são partes de um todo. Apesar de *softwares* como o Arena® e métodos como o *Gemba Walks* funcionarem perfeitamente sozinhos, no que diz respeito ao objetivo desta investigação, considerou-se fundamental associá-los a outras ferramentas e métodos de forma a potenciá-los.

4. Caracterização do Estado Inicial

O estudo de caso escolhido para ser explorado diz respeito ao processo de receção de material no armazém. Aqui optou-se pela divisão do capítulo pelo método/técnica utilizado(a), explicando a importância de cada um(a) para uma eficaz compreensão do estado inicial e dos problemas associados a serem corrigidos.

4.1. *Gemba Walks*

Inicialmente, para compreender de uma forma mais real e detalhada o funcionamento do processo de receção, recorreu-se ao método *Gemba Walks* que, tal como indicado no capítulo de revisão de literatura, trata-se de um método caracterizado pela ida ao local onde efetivamente se executa o trabalho, neste caso, o armazém. Ao observar os vários procedimentos associados ao processo foi identificado que todo o material rececionado era dividido em vários tipos.

4.1.1. *Material descarregado*

Ao ser questionado aos operadores sobre quais eram os fatores que os faziam dividir o material após a descarga, a resposta foi que o faziam consoante o fornecedor. Isto obrigava os operadores a terem conhecimento de todos os fornecedores da empresa, o que gerava constantes dúvidas, para além de não ser um processo padronizado. Isto foi analisado detalhadamente e, para facilitação do processo de análise, no início do projeto foi dado um passo importante de atribuição dos termos *Single Code* (SC) (Figura 4.1) e *Multi Code* (MC) (Figura 4.2) explicados de seguida (aqui ter em atenção que o processo já acontecia da forma descrita, os termos novos surgiram como forma de torna-lo mais fácil e intuitivo para os operadores):

- *Single Code* é o termo atribuído quando uma palete é preenchida apenas com um determinado código, pois a quantidade do mesmo é suficiente para preencher a palete (Figura 4.1).



Figura 4.1 - Paleta *Single Code*

- *Multi Code* quando a quantidade de um determinado código não é suficiente para preencher uma paleta, são colocados códigos diferentes (materiais/produtos diferentes) podendo ser ou não de fornecedores diferentes (Figura 4.2).



Figura 4.2 - Paleta *Multi Code*

4.1.2. *Postos de trabalho*

Considerando ainda o método *Gemba Walks* efetuado, foi possível, para além de verificar fisicamente e em tempo real todo o funcionamento do processo, identificar vários pontos de possível constrangimento e questões de ineficiência através de conversas com os operadores.

Desta forma, uma das questões identificadas foi a elevada desarrumação dos postos de trabalho, devido à necessidade de movimentação dos operadores no próprio posto onde se situam, para que possam recolher paletes para o seu trabalho. Isto gerava perdas de tempo, dado que os operadores tinham que arrumar em primeiro lugar a sua área de trabalho antes de iniciar os procedimentos a que foram alocados.

A estas movimentações estavam também associadas possíveis perdas de concentração por parte dos operadores, devido à limitação do foco.

Para além disso, este transporte de paletes dentro do posto era efetuado através de um porta-paletes, o que podia reduzir a qualidade da ergonomia do posto, dado que o trabalho acaba por ser algo físico e repetitivo.

4.1.3. *Material urgente*

Quando a produção necessita de um material que já foi descarregado, mas ainda não foi rececionado (encontrando-se em fila de espera), este material é denominado material urgente. Durante o *Gemba Walks* foi observado que as paletes iam sendo descarregadas e o material era colocado em filas de espera enquanto aguardava ser rececionado. O objetivo da fábrica era que este material não ficasse mais de 2 dias a aguardar neste processo, entre a descarga e o fim do seu processo de receção. Contudo, o que acontecia é que o material acabava por ficar nestas filas de espera entre 5 a 20 dias. À medida que aumentava a fila de espera, aumentava a quantidade de material urgente necessário na linha de produção. Isto criava um problema. Tomando o exemplo de na produção ser necessário o cabo X (nome fictício) e este cabo encontrar-se em fila de espera. Quanto maior for o número de paletes com estes cabos, para além de se demorar mais tempo à procura dos cabos (pois enquanto o material não for rececionado não há indicação

da palete onde este está contido), é também sinal de que já haverá muito material em fila de espera que, mais tarde ou mais cedo, será urgente para produção.

Para este processo estão alocados 2 operadores, cuja função é apenas consultar a lista de material urgente, ir à procura do mesmo e rececioná-lo à frente do restante material em fila de espera.

Ainda durante o Gemba Walks, foi identificado que a principal causa, para a existência destas filas de espera, era um fraco balanceamento dos postos de trabalho.

4.2. Mapeamento de processos

Após ter sido observado, a um nível macro, como a receção de material estava organizada, foi realizado um mapeamento de processos de forma a entender todas as tarefas que são efetuadas. No que diz respeito a este segundo passo foi elaborado, em primeiro lugar, um esquema visual que engloba o detalhe do processo e todos os procedimentos associados (Figura 4.3).



Figura 4.3 - Caracterização do estado inicial através de mapeamento de processos

Mais detalhadamente, o fluxo das paletes *Single Code* consistia em:

- Descarga – As paletes eram descarregadas do transportador e colocadas na área de Volumosos.
- Gravação – Os códigos eram gravados em SAP, de forma a dar entrada dos mesmos no sistema e assim tornar visível para toda a fábrica que estes códigos já se encontravam disponíveis para produção.

- Conferência – Confirmação de que os códigos e respetivas quantidades das faturas que estavam gravadas correspondiam ao material existente. Após esta confirmação, eram impressas e coladas as etiquetas internas no material. Já com as etiquetas coladas, as paletes permaneciam no mesmo lugar a aguardar que o alocador, que é externo a este processo de receção, as viesse retirar desse lugar e as alocasse em armazém.

Em relação às paletes *Multi Code*, o fluxo consiste em:

- Descarga – As paletes eram descarregadas na zona do cais.
- Transporte para as *Lanes* - Após a descarga no cais, o material era separado pelo seu tipo (Volumoso ou FIFO) e transportado do cais para a sua respetiva área.
- Volumoso (Vol.) – As paletes que tinham sido transportadas para a área dos Volumosos eram agora repaletizadas, de forma a formar paletes *Single Code*, e cintadas com fita, para que ficassem alocadas em estante com segurança. Depois seguia-se o processo com os passos gravação e conferência anteriormente explicados.
- FIFO – Nesta área designada de FIFO, as paletes são *Multi Code*. Por isso, após o material ser gravado em SAP, estas paletes sofriam um processo mais minucioso e demorado de conferência, visto que os códigos tinham de ser separados por elétricos ou mecânicos e etiquetados/conferidos um a um.

4.3. Estudos de Métodos e Tempos¹

Após o processo se encontrar corretamente mapeado e todas as tarefas bem definidas, foi efetuada um estudo de métodos e tempos a todas as tarefas de forma a quantificar o impacto de cada uma no processo (Tabela 4.1). Este estudo consistiu na medição e acompanhando dos operadores no seu dia-a-dia, cronometrando todas as tarefas por eles realizadas, e, assim, foi recolhida toda a informação disponível para que posteriormente fosse possível identificar desperdícios e possíveis melhorias.

¹ Todos os valores mencionados nesta secção representam uma média.

Tabela 4.1 - Estudo de Métodos e Tempos

			<i>Inical</i>	<i>Throughput Time Inicial</i>			
P r o c e s s o s	Single Code		Descarga SC	1,7	3,2		
			Gravação SC	0,7			
			Conferência SC	0,8			
	Multi Code		Volumoso		30,4		
			Conferência Vol	3,5			
			Gravação Vol	2,7			
			Repaletizar	13,4			
			FIFO & Vol			Descarga MC	7,0
						Transporte/Lanes	3,8
	FIFO		Gravação Fife	26,0	286,8		
Conferência Fife			250,0				

Todos os valores estão em minutos por palete.

A unidade de medida escolhida foi a paleta. Ou seja, foi medido o tempo que, em média, uma paleta demora em cada tarefa. Com essa informação, foi possível agrupar as tarefas por tipo de processo, e assim calcular o *Throughput Time* médio de cada processo.

No caso das paletes *Single Code*, pode observar-se que uma paleta demorava 1,7 minutos na descarga, 0,7 minutos na gravação e 0,8 minutos a ser conferida, o que perfaz um total de 3,2 minutos, que é o *Throughput Time*, ou seja, o tempo que uma paleta demorava a ser processada desde que era descarregada até que estava pronta para ser armazenada.

No caso das paletes *Multi Code*, o tempo de descarga correspondia a 7,0 minutos, e, depois demoravam 3,8 minutos a serem transportadas para a sua respetiva área/Lane. Estes valores eram comuns quer a paleta seguisse para a área de Volumosos ou de FIFO. Daqui para a frente, as paletes seguiam destinos diferentes e, por isso, tinham valores diferentes nas restantes tarefas.

- Uma paleta considerada volumosa, após chegar à sua área designada, era repaletizada durante 13,4 minutos, depois era gravada e conferida durante 2,7 minutos e 3,5 minutos respetivamente. Somando o tempo médio de

todas estas tarefas, conclui-se que o *Throughput Time* de uma paleta *Multi Code* que seguia para a área dos volumosos era de 30,4 minutos.

- Se a paleta *Multi Code* seguisse para a área de FIFO, esta era apenas gravada e conferida. Estas tarefas demoravam 26,0 e 250,0 minutos, respetivamente. Assim, conclui-se que o *Throughput Time* de uma paleta *Multi Code* que seguia para a área de FIFO era de 286,8 minutos.

Uma vez o processo logístico bem descrito e quantificado, foi necessário entender qual o impacto de cada tarefa no dia-a-dia da empresa. Este mapeamento, por si só, não permite que sejam retiradas nenhuma conclusão, visto que se, por exemplo, uma tarefa que demore 1 minuto for repetida 300 vezes num turno de trabalho tem mais impacto que uma tarefa que demore 30 minutos, mas apenas seja executada 5 vezes durante o mesmo período de tempo.

Deste modo, foram registados todos os materiais descarregados durante o mês de novembro. Assim, com este registo foram retirados os inputs necessários para entender qual a distribuição e frequência destes 2 tipos de paletes, *Single Code* e *Multi Code*. Para além de serem registadas as quantidades por tipo de paleta, foram também registadas as horas a que eram descarregadas, com o objetivo de observar se existia algum padrão. Foram então obtidas as seguintes tabelas 4.2 e 4.3.

Através da informação da tabela 4.2 foi possível verificar que as paletes *Single Code* eram entregues na receção da entidade 3 vezes por dia, com um intervalo de aproximadamente 4 horas entre essas entregas, enquanto que as paletes *Multi Code* eram rececionadas apenas duas vezes por dia, às 10 horas e às 13 horas.

A tabela 4.3 indica o número total de cada tipo de paletes rececionadas no posto da receção no armazém durante o mês de novembro e também a média diária, sendo que assim é possível verificar que são rececionadas consideravelmente mais paletes *Single Code* (Tabela 4.3) do que *Multi Code*.

Tabela 4.2 - Distribuição da recepção das paletes por tipo e por horas todos os dias do mês de novembro

	8 H		10 H		13 H		16 H	
	Single Code	Multi Code						
1								
2	26	0	0	14	34	18	89	0
3	39	0	0	4	4	14	63	0
4	22	0	0	12	32	18	77	0
5	23	0	0	8	50	8	30	0
6	0	0	0	14	0	3	179	0
7								
8								
9	22	0	0	10	23	8	42	0
10	25	0	0	19	14	8	53	0
11	32	0	0	14	13	8	128	0
12	27	0	0	8	20	10	34	0
13	36	0	0	14	0	11	121	0
14								
15								
16	33	0	0	14	25	16	59	0
17	20	0	0	9	22	16	95	0
18	38	0	0	8	19	7	91	0
19	23	0	0	8	22	9	35	0
20	21	0	0	6	0	17	98	0
21								
22								
23	27	0	0	25	40	14	32	0
24	21	0	0	7	50	15	48	2
25	43	0	0	17	61	31	98	0
26	29	0	0	8	11	19	27	0
27	30	0	0	15	38	19	79	0
28								
29								
30	46	0	0	32	0	8	104	0
Média NOVEMBRO	28	0	0	13	23	13	75	0

Tabela 4.3 - Distribuição diária da chegada das paletes por tipo durante o mês de novembro

	Multi Code	Single Code
1		
2	32	149
3	18	106
4	30	131
5	16	103
6	17	179
7		
8		
9	18	87
10	27	92
11	22	173
12	18	81
13	25	157
14		
15		
16	30	117
17	25	137
18	15	148
19	17	80
20	23	119
21		
22		
23	39	99
24	24	119
25	48	202
26	27	67
27	34	147
28		
29		
30	40	150
TOTAL	545	2 643
Média NOVEMBRO	26	126

Por último, foram elaborados igualmente dois gráficos (Figuras 4.4 e 4.5) que demonstram a tendência diária do número de paletes recebidas ao longo do mês de cada tipo, *Single Code* e *Multi Code*. Foi possível verificar que, apesar da tendência ligeiramente decrescente do mês nas paletes *Single Code* não ser significativa, o que pode ter sido causado pelo facto de no dia 26 terem sido rececionadas apenas 67 paletes, no caso das paletes *Multi Code* é de notar que se verificou um constante crescimento ao longo do mês no número de paletes rececionadas, o que comprova o crescimento contínuo da atividade da empresa, daí a necessidade de efetuar mais compras e, conseqüentemente serem recebidas mais paletes.

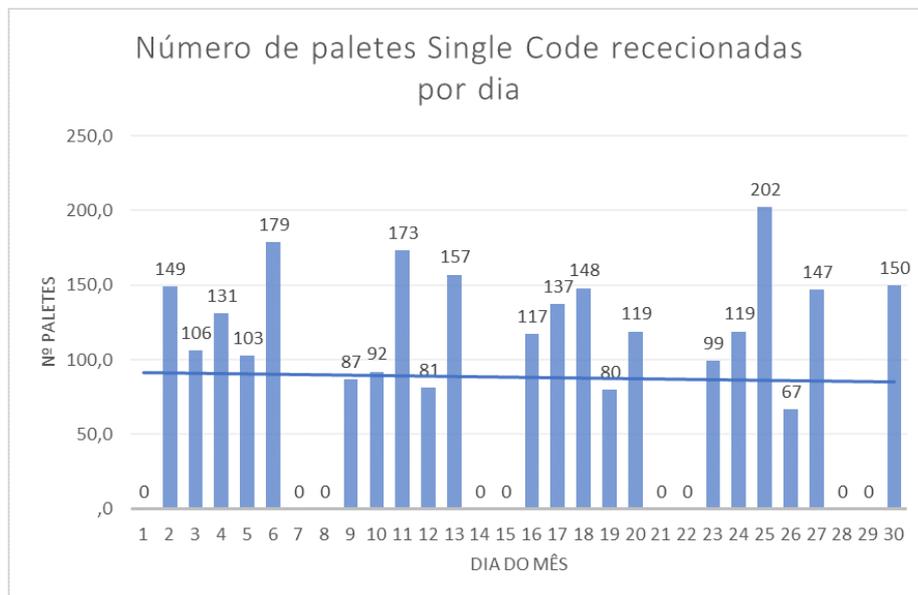


Figura 4.4 - Número de paletes Single Code rececionadas por dia no mês de novembro

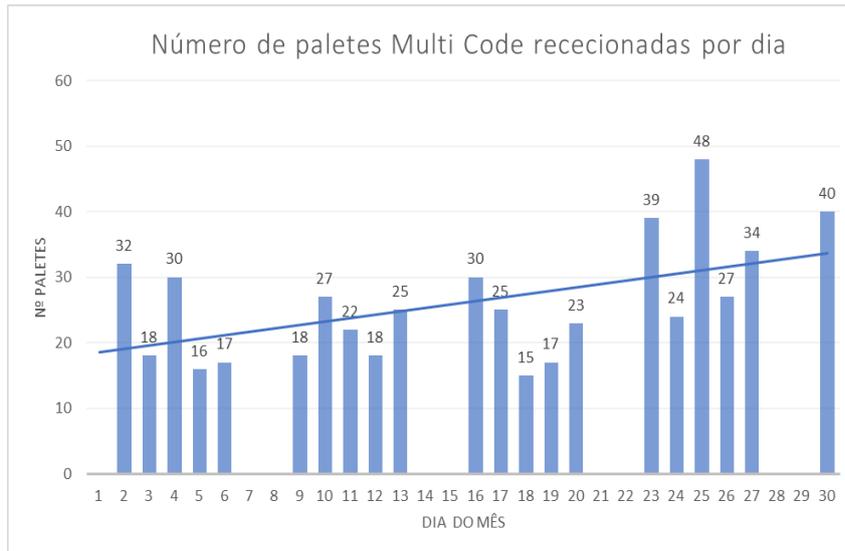


Figura 4.5 - Número de paletes Multi Code rececionadas por dia no mês de novembro

Como já mencionado anteriormente, na altura do tratamento das paletes, as do tipo *Multi Code* dividem-se em dois subtipos e seguem para as áreas correspondentes, Volumosos e FIFO. Através da verificação física do processo de receção, e de todos os seguintes métodos associados à análise detalhada do mesmo, verificou-se que, tendencialmente, 75% das paletes *Multi Code* deveriam ser tratadas na área FIFO e as restantes 25% na área de Volumosos.

Uma vez medidos os tempos dispendidos por cada processo de receção, foi importante observar a proporção dos tempos dispendidos no processamento para cada tipo de paleta. Com base nos resultados obtidos através dessas medições foram elaborados dois gráficos (Figuras 4.6 e 4.7).

Analisando os dois gráficos das Figuras 4.6 e 4.7, é possível verificar que o tempo dispendido no processamento de paletes *Multi Code* FIFO é consideravelmente superior, pelo menos 3 vezes, ao tempo dispendido em cada uma das outras duas áreas de processamento das paletes, ou seja, *Single Code* e *Multi Code* Volumosos. Assim, foi possível identificar o ponto maior de ineficiência ou o local onde deveria ser focado o esforço de otimização, devido ao elevado tempo dispendido com o processamento das paletes *Multi Code* FIFO, e entender que a investigação deveria seguir, em primeiro lugar, pela concentração das melhorias nestes postos da Receção.

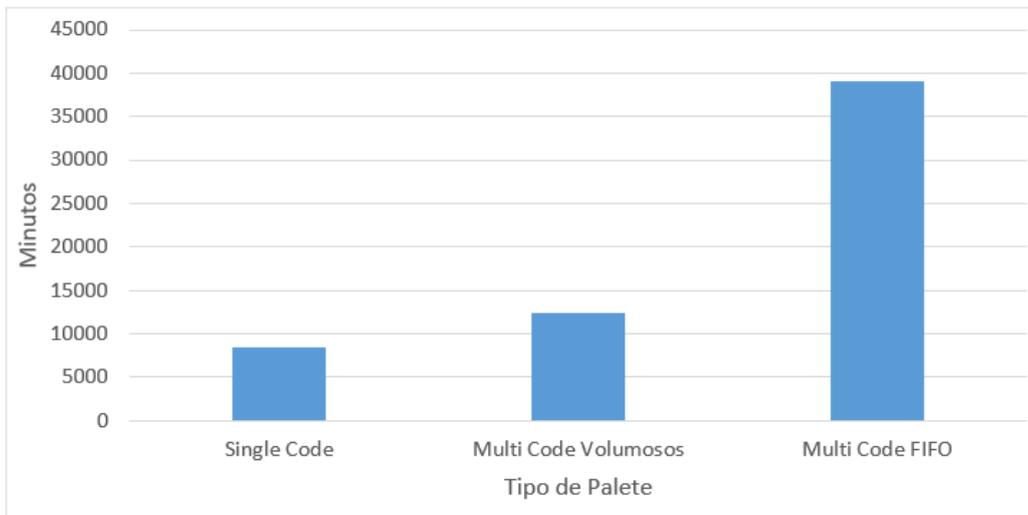


Figura 4.6 - Tempo (em minutos) despendido no processamento de cada tipo de paleta no mês de novembro

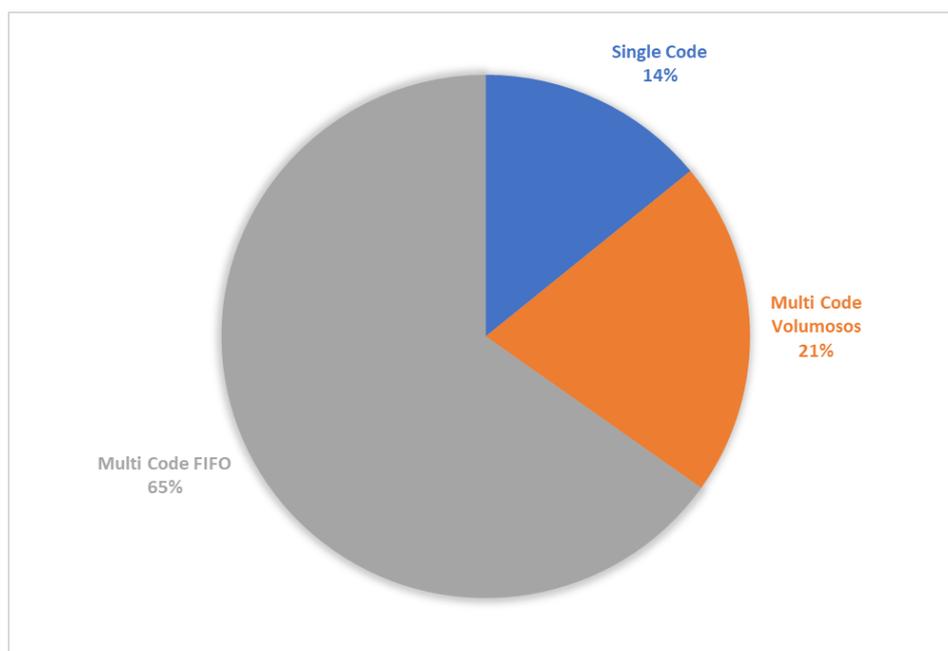


Figura 4.7 - Percentagem de tempo despendido no tratamento de cada tipo de paleta

4.4. Value Stream Mapping

De forma a verificar quais as oportunidades de melhoria existentes nos processos, eliminando os desperdícios e ineficiências, foi aplicado o *Value Stream Mapping* em cada

um dos tipos de paletes previamente definidos. Com este método foi possível verificar exatamente a relação entre os processos no chão de fábrica.

4.4.1. Paletes Single Code

Como é possível observar na figura 4.8, o processo inicia-se com a descarga do material proveniente do fornecedor. Posteriormente esta carga é movida para as linhas verticais (cor-de-rosa), no sentido figurado, por um operador. Aqui as paletes aguardam enquanto um operador procede à gravação das mesmas, dando entrada em sistema, e, conseqüente, conferência. Uma vez conferidas, as paletes ficam disponíveis para alocação

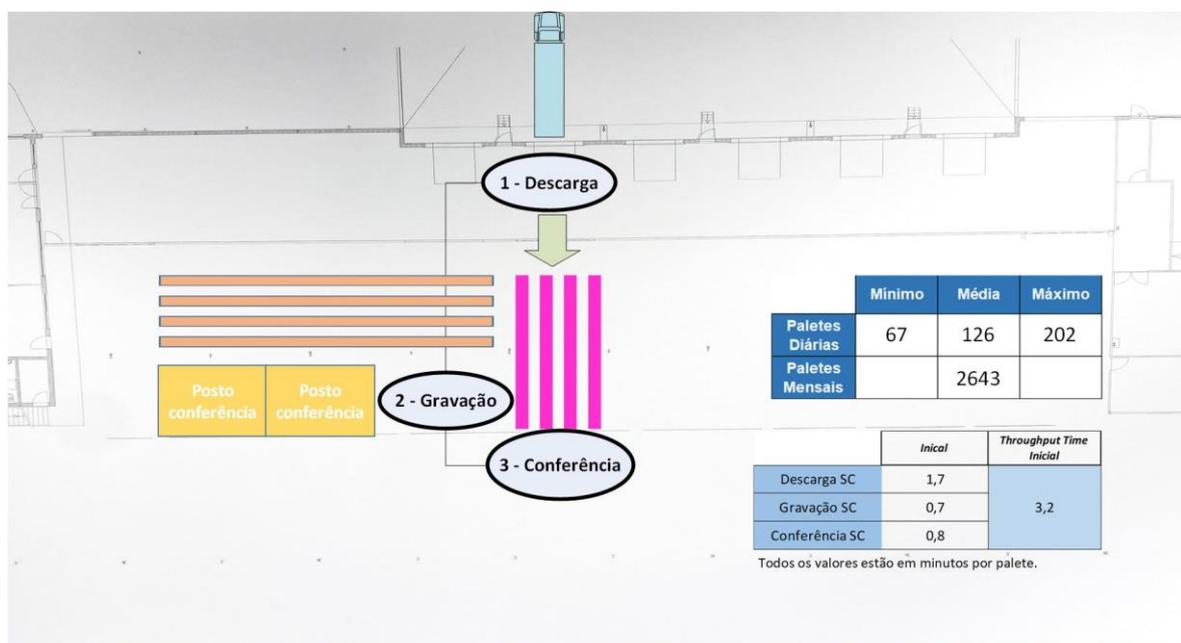


Figura 4.8 - VSM – Paletes Single Code

e mantêm-se nesta mesma zona, até que alguém encarregue pela produção venha buscá-las.

4.4.2. Paletes Multi Code

No caso de se tratar de uma descarga (ponto 1 da figura 4.9) de paletes Multi Code, o primeiro passo (marcado no ponto 2) é, com a paleta Multi Code descarregada, tentar formar paletes *Single Code*. Se isso for possível:

- São transportadas para as lanes verticais (cor-de-rosa), área dedicada às paletes Single Code;

- Nesta área elas são repaletizadas, ou seja, cuidadosamente formadas e cintadas com fita para estarem seguras para serem armazenadas;
- No passo seguinte, o material contido nas paletes é gravado no sistema, dando assim “entrada em sistema” do material;
- Por último a paleta é etiquetada e devidamente identificada, dando assim por terminado o processo de recepção.

No caso de não ser possível formar paletes Single Code:

- As paletes são transportadas para as lanes horizontais (cor de laranja);
- Posteriormente cada uma das paletes é gravada em sistema;
- Por último, o material é etiquetado e devidamente identificado, dando assim por terminado o processo de recepção.

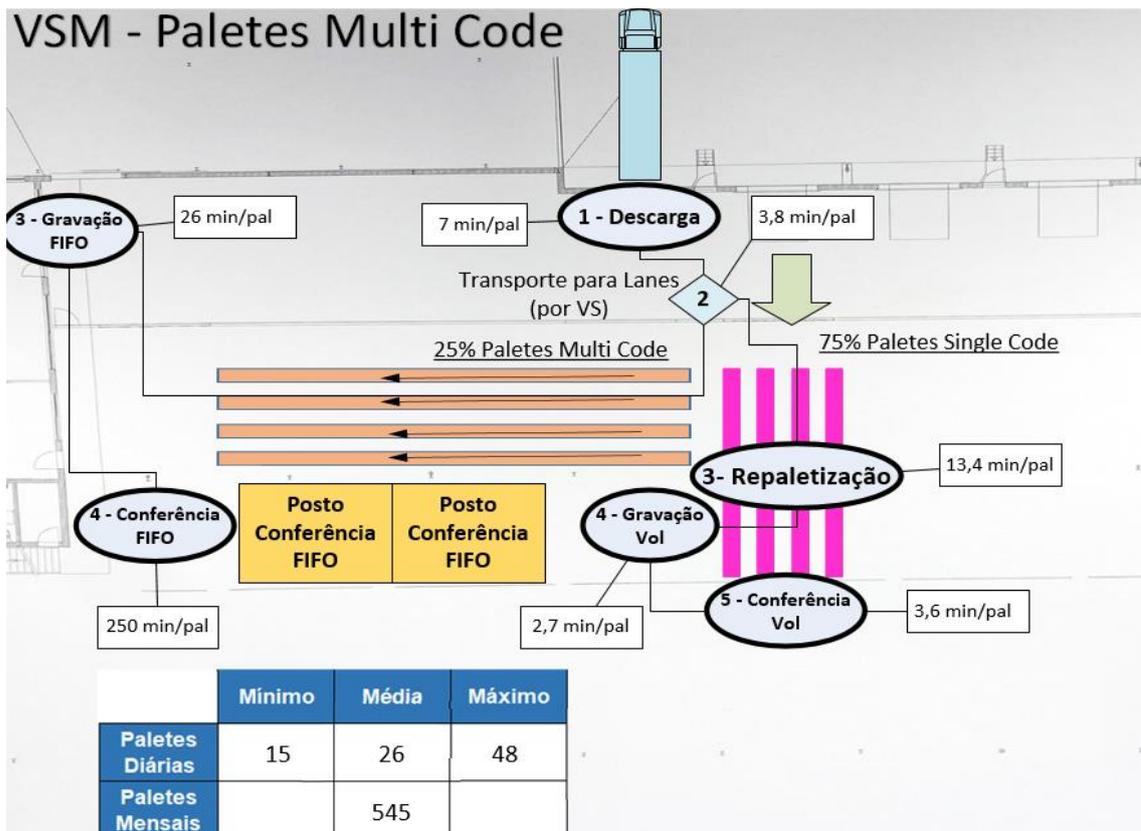


Figura 4.9 - VSM paletes Multi Code

4.5. Simulação do estado inicial através do Arena®

Uma vez que neste ponto as informações iniciais já se encontram recolhidas, ou seja, o mapeamento de processos efetuado e também o estudo de métodos e tempos, é então possível avançar para a simulação do Estado Inicial recorrendo ao software Arena®.

Com base nas medições feitas, e uma vez que durante o mês de Novembro a receção do armazém trabalhou durante os três turnos por dia (24 horas), foram considerados os seguintes pressupostos para a simulação efetuada:

- 21 dias úteis (mês de Novembro de 2020);
- Receção a operar em três turnos de 8 horas (24 horas por dia);
- Resultados apresentados em horas;
- Entrada diária de paletes *Single Code*, mínimo de 67 paletes diárias, máximo de 202 e média de 126;
- Entrada diária de paletes *Multi Code*, mínimo de 15 paletes, máximo de 48 e média de 26 paletes.

Neste modelo foram considerados os postos existentes à data, isto é, um posto correspondente a cada tarefa com a exceção da tarefa de conferência FIFO que possui dois postos associados.

Nesta simulação, o objetivo passou por compreender como a disposição de postos influencia o fluxo de receção, identificando assim *bottlenecks* e possíveis pontos de melhoria. Também permitiu o cálculo do número de operadores necessários para satisfazer as condições pressupostas. A partir deste modelo, o objetivo principal foi entender o que poderia ser realizado para diminuir o *Throughput Time* de cada procedimento, melhorando o fluxo e, dessa forma, diminuir igualmente o número de operadores necessários para satisfazer as necessidades do processo. Foi, então, obtida a capacidade de cada tarefa, o que resultou na capacidade total após o somatório.

Como indicado na figura 4.10, é apresentado o modelo criado no software Arena® representativo do Estado Atual do processo de receção de matéria-prima na empresa em estudo.

Os processos considerados na tabela 4.4 foram os encontrados através da análise de mapeamento de processos e estudo de métodos e tempos.

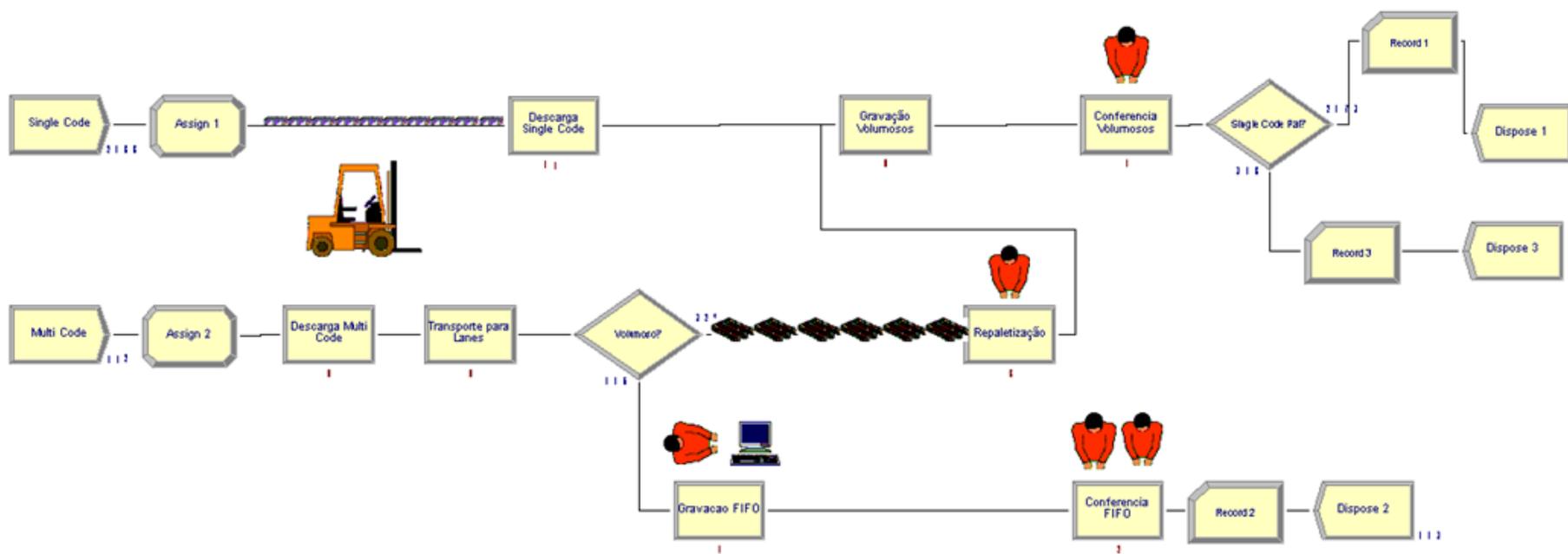


Figura 4.10 - Modelo do Estado Inicial em Arena®

Tabela 4.4 - Detalhe dos Processos

Process - Basic Process												
	Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Value	Maximum	Expression
1	Descarga Multi Code	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	2.5	7	10	1
2	Transporte para Lanes	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	1.4	3.8	5.3	1
3	Repaletização	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	4	13.4	24	1
4	Descarga Single Code	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	1.16	1.7	2.43	1
5	Gravacao Volumosos	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	5	1	1.5	tempo de gravacao volumosos
6	Conferencia Volumosos	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	5	1	1.5	tempo de conferencia volumosos
7	Gravacao FIFO	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	2 rows	Triangular	Minutes	Value Added	6	26	70	1
8	Conferencia FIFO	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	17	250	530	1

Uma vez definidos todos os pressupostos, procedimentos e atribuídos tempos a cada um, foi possível avançar a simulação, executando o modelo no referido *software*. Assim foi possível obter os relatórios gerado pelo programa Arena® (Tabelas 4.5, 4.6 e Figura 4.11) no final da simulação, para serem analisados e poderem ser retiradas conclusões assertivas sobre o estado inicial.

Tabela 4.5 – Tempos das filas de espera

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Conferencia FIFO.Queue	2.7714	0,91	2.1419	3.7824	0.00	14.1961
Conferencia Volumosos.Queue	0.02128629	0,00	0.02021525	0.02187892	0.00	0.1159
Descarga Multi Code.Queue	0.7608	0,03	0.7421	0.7961	0.00	2.4729
Descarga Single Code.Queue	0.9719	0,04	0.9298	1.0107	0.00	2.8370
Gravacao FIFO.Queue	0.5093	0,09	0.4038	0.6018	0.00	2.9552
Gravacao Volumosos.Queue	0.00800326	0,00	0.00775106	0.00845824	0.00	0.1016
Repaletização.Queue	0.5085	0,04	0.4839	0.5491	0.00	2.1448
Transporte para Lanes.Queue	0.00045869	0,00	0.00040114	0.00051510	0.00	0.04398132

Ao analisar esta tabela, é possível verificar que o principal posto de estrangulamento é o posto de conferência de paletes *Multi Code* FIFO, tal como previsto anteriormente com base nos métodos elaborados de mapeamento de processos e estudo de métodos e tempos.

Tabela 4.6 - Taxa de Ocupação por tarefa

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Descarga MC	0.1291	0,00	0.1258	0.1345	0.00	1.0000
Descarga SC	0.1569	0,01	0.1515	0.1642	0.00	1.0000
Posto 1 Conf FIFO	0.6928	0,06	0.6383	0.7706	0.00	1.0000
Posto 2 Conf FIFO	0.6285	0,05	0.5795	0.6715	0.00	1.0000
Posto Conferencia SC e Vol	0.1318	0,00	0.1298	0.1336	0.00	1.0000
Posto gravacao FIFO	0.1678	0,02	0.1400	0.1851	0.00	1.0000
Posto Gravacao SC e Volumosos	0.1167	0,00	0.1145	0.1200	0.00	1.0000
Repaletizacao	0.2080	0,01	0.2016	0.2160	0.00	1.0000
Transportar para Lanes	0.06997467	0,00	0.06786768	0.07354152	0.00	1.0000

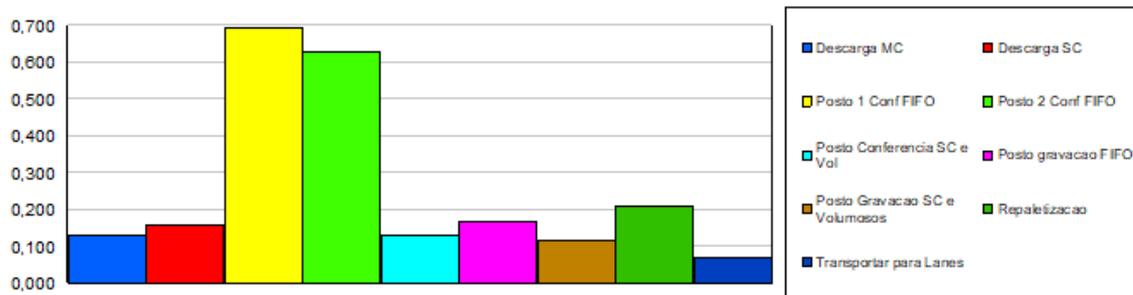


Figura 4.11 - Taxa de ocupação por posto de trabalho

Deve ser notado que foram considerados nos pressupostos de simulação que um dia de trabalho contempla 3 turnos de 8 horas, logo uma taxa de ocupação igual a 1, correspondente ao posto de trabalho a funcionar 24 horas. Assim, seriam necessários 3 operadores, um por turno.

Através dos resultados associados aos *Throughput Times* dos três tipos de paletes é possível identificar que o superior é o FIFO (Tabela 4.7).

Tabela 4.7 - *Throughput Times*

Interval	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Throughput Time FIFO	9.2069	1,07	8.4897	10.4159	1.1034	24.4165
Throughput Time Single Code	1.0621	0,04	1.0205	1.1010	0.04355091	2.9086
Throughput Time Volumosos	1.7789	0,05	1.7465	1.8310	0.3414	4.8496

Toda a análise anteriormente descrita serviu de ponto inicial para que fossem avaliadas e propostas possíveis melhorias e igualmente quantificadas, tendo estas por base os pontos de estrangulamento identificados.

Numa análise preliminar do estado inicial, com base nos relatórios de simulação, foi possível identificar os pontos a melhorar:

- o tempo em fila de espera, essencialmente no posto de conferência de FIFO;
- os *Throughput Times*, mais uma vez, considerando como principal ponto de constrangimento o FIFO.

Ao melhorar estes pontos, foi pretendido reduzir o número de operadores necessários para realizar estas tarefas, de forma a trazer um ganho financeiro para a empresa.

5. Propostas de melhoria e resultados

Como descrito no capítulo anterior, após compreensão do estado inicial, foi identificado que o processo das paletes *Multi Code* era o principal problema no fluxo de receção de material. Como tal, serão apresentadas neste capítulo as técnicas utilizadas para mitigação deste ponto de estrangimento e consequente otimização do fluxo geral.

5.1. *Balanceamento dos postos de trabalho*

Durante o processamento das paletes *Multi Code* é possível a alocação de operadores extras a qualquer um dos processos de forma a torná-lo mais rápido, à exceção dos postos de conferência FIFO. Neste último caso é possível apenas a alocação de um operador por posto, ou seja, este número de postos deve ser muito bem dimensionado para que não se torne num ponto de estrangimento neste fluxo.

Como avaliado na simulação do estado inicial, o facto de existirem apenas dois postos de conferência FIFO, foi identificado como o maior ponto de estrangimento no fluxo das paletes *Multi Code*. Por este motivo, tornou-se fundamental o desenvolvimento de um estudo para o correto balanceamento dos postos de trabalho na fábrica.

5.1.1. *Process Analyzer*

Como visto no capítulo 3, o papel do *Process Analyzer* é o de permitir comparar vários cenários possíveis, consoante as alterações que se pretendem testar no modelo inicial e observar os respetivos resultados.

Para iniciar este balanceamento foi utilizada esta ferramenta, que pertence ao *software* Arena®, para decidir qual o número de postos de conferência FIFO ideal, de forma a otimizar o respetivo fluxo.

Assim, foram testados quatro cenários:

- Cenário inicial (existente na fábrica no início do projeto) – 2 postos de conferência FIFO;
- Cenário 2 – 3 postos de conferência FIFO;
- Cenário 3 – 4 postos de conferência FIFO;
- Cenário 4 – 5 postos de conferência FIFO;

- Cenário 5 – 6 postos de conferência FIFO.

Após a escolha dos cenários foi necessário definir quais as variáveis de controlo (pontos a alterar no cenário inicial) e quais as respostas que se pretendiam obter para posterior avaliação e escolha do melhor cenário. Neste caso, os controlos e as respostas foram:

- Controlos:
 - Posto 1 de conferência FIFO;
 - Posto 2 de conferência FIFO;
- Respostas:
 - Tempo de fila de espera para o posto de conferência FIFO;
 - *Throughput Time* de uma paleta FIFO.

Como se pode observar na tabela 5.1 e figura 5.1, o simples incremento de um posto de conferência FIFO do cenário inicial para o cenário 2 fez diminuir o tempo em fila de espera do posto de conferência FIFO em 78% e o *Throughput Time* FIFO em 24%.

Do cenário inicial para o cenário 3, o incremento de dois postos de conferência FIFO fez diminuir o tempo de fila de espera FIFO em 91% e o *Throughput Time* em 28%.

Por observação gráfica conseguiu-se perceber que a diferença dos cenários 4 e 5 para o cenário 3 não é relevante, logo estas não foram considerados, pois os custos operacionais para a criação destes postos não justificaram os ganhos em termos de tempo e eficácia.

Tabela 5.1 - Cenários no *Process Analyzer*

	Scenario Properties				Controls		Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Posto 1 Conf FIFO	Posto 2 Conf FIFO	Throughput Time FIFO	Conferencia FIFO.Queue.WaitingTime
1		2 Postos	3 : ModeloT.p	5	1	1	9.207	2.771
2		3 Postos	3 : ModeloT.p	5	2	1	6.962	0.612
3		4 Postos	3 : ModeloT.p	5	2	2	6.628	0.255
4		5 Postos	3 : ModeloT.p	5	3	2	6.407	0.063
5		6 Postos	3 : ModeloT.p	5	3	3	6.440	0.013

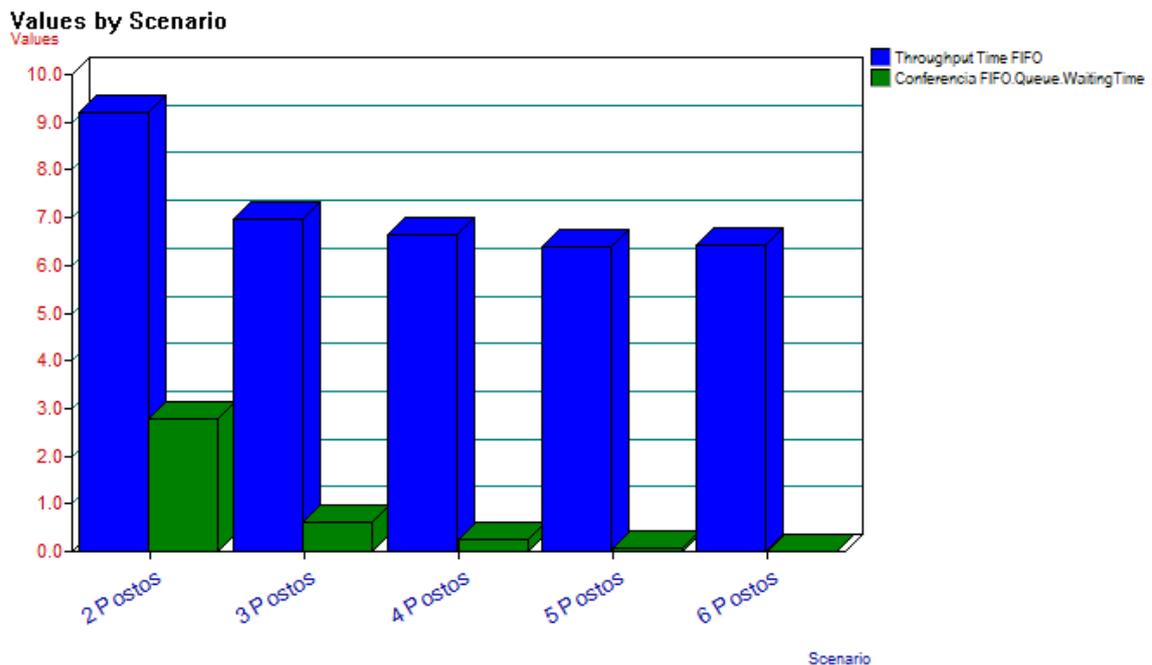


Figura 5.1 - Gráfico de comparação entre cenários

Após apresentados estes diferentes cenários ao nível interno da empresa, os mesmos foram discutidos em conjunto com a equipa responsável pelo departamento de logística de armazém e, assim, para implementação na fábrica optou-se pelo cenário 3, pois este era o mais indicado para uma otimização do fluxo logístico da receção de armazém.

5.2. Value Stream Design

Como apresentado na seção 5.1, os postos de conferência FIFO foram aumentados de 2 para 4, de forma a otimizar o fluxo. Continuando nesta linha de pensamento, foi analisado o layout da receção de armazém, de forma a eliminar os desperdícios previamente encontrados que estavam a causar ineficiências neste mesmo fluxo.

O desperdício principal a eliminar (já encontrado aquando da utilização do método *Gemba Walks*) foi as movimentações desnecessárias e constantes dos operadores. A mudança no *layout* teve como foco a orientação das filas de espera de material para os postos de trabalho, permitindo que este fosse então “ao encontro” dos operadores e não o contrário (como acontecia inicialmente, em que os operadores sempre que iniciavam

uma nova paleta tinham de ir buscar à área de fila de espera distanciada do seu posto de trabalho).

Para o desenvolvimento deste novo *layout* foi utilizado a ferramenta *Value Stream Design* (Figura 5.2) que, como apresentado no capítulo 3, permite visualizar graficamente qual o fluxo ideal que elimine os desperdícios encontrados previamente com a utilização do VSM.

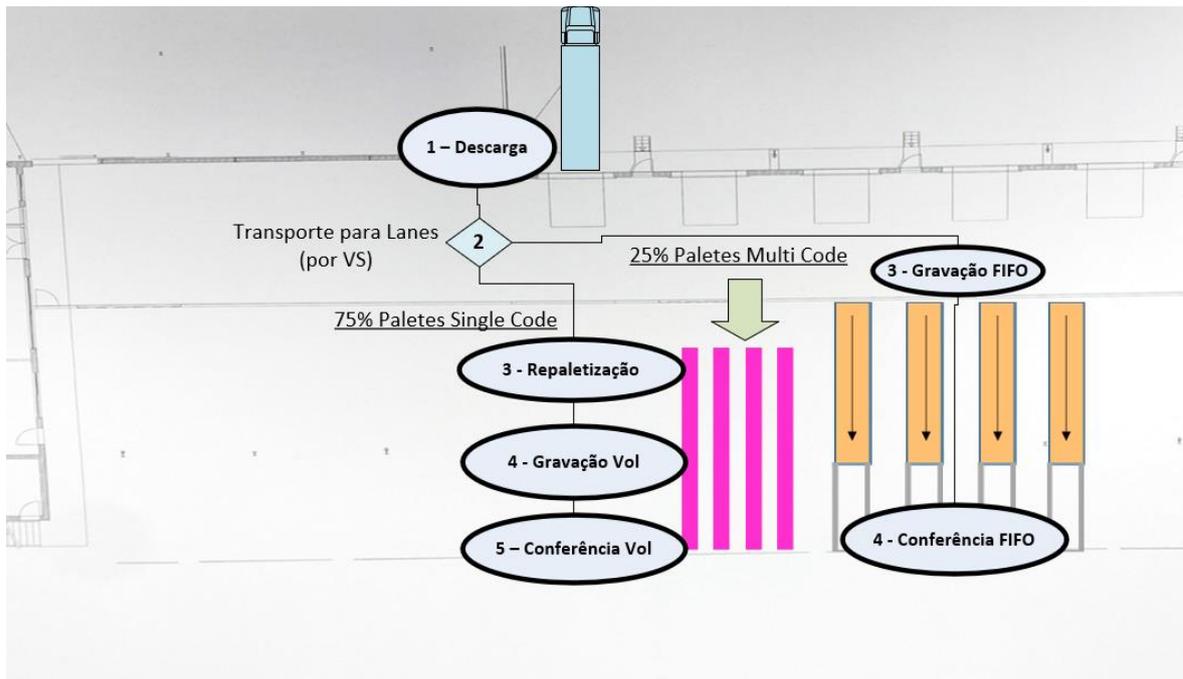


Figura 5.2 - VSD paletes Multi Code

Como é possível concluir ao comparar as figuras 4.9 e 5.2, que correspondem ao fluxo inicial (VSM) e ao fluxo otimizado (VSD), é evidente uma simplificação do fluxo que permitiu eliminar várias movimentações de cargas, dado que o layout ficou organizado consoante a sequência dos processos que se mantêm iguais aos iniciais, explicados nas seções subcapítulos 4.2 e 4.4.

5.3. Aplicação de Sistemas de transportes de paletes (AutoCAD®)

Outro dos problemas encontrados no início deste projeto prendia-se com o tema da ergonomia e da desorganização dos postos de trabalho, provocada pela constante necessidade de movimentação de paletes. Depois de descarregadas, as paletes eram

movimentadas pelos operadores com um porta-paletes, o que exigia um esforço físico extra aos operadores.

Um dos objetivos deste projeto passava então por melhorar as condições de trabalho dos operadores, diminuindo ao máximo estes transportes de paletes. Desta forma, a alteração no *layout* do armazém (mencionada na secção anterior) permitiu esta diminuição. Esta alteração foi complementada com a aplicação de sistemas de transportes de paletes, anulando desta forma qualquer necessidade de transporte por parte dos operadores, visto que agora as paletes são movimentadas de forma automática.

A par da aplicação dos sistemas de transporte de paletes, foi utilizada a ferramenta 5 S's para fazer marcações no chão de fábrica, de forma a delimitar o local onde as paletes ficam depois de saírem destes sistemas, tornando assim o posto de trabalho mais organizado e limpo.

Este sistema de transporte é aplicado entre o posto de gravação FIFO e o posto de conferência FIFO, visto ser aqui o local onde a melhoria na ergonomia no posto de trabalho teria um maior impacto. Na figura 5.2 é possível observar estas lanes a cor de laranja. Esta parte do projeto foi desenhada no *software* AutoCAD®, para que o fornecedor destes sistemas recebesse as especificações exatas, assim como saber o local para os aplicar com precisão.

5.4. Resultados

Nesta secção serão apresentados os resultados conseguidos no âmbito deste projeto, onde se aplicou a metodologia apresentada sempre com o foco nos objetivos definidos.

- **Fluxo logístico de receção de material mapeado:**
 - Isto, ao contrário do que acontecia no início do projeto em que não existia qualquer mapeamento, permite uma fácil compreensão do processo a toda a equipa, para além de tornar mais evidentes alterações que sejam necessárias efetuar.

- **Redução dos *Throughput times*:**

- Através do balanceamento dos postos de trabalho foi possível reduzir a principal fila de espera (antes do posto de conferência FIFO) o que resultou numa diminuição do seu *Throughput Time* em 28%.
- Eliminação dos materiais urgentes, visto que o balanceamento efetuado permitiu assegurar a toda a organização que o material era rececionado num período máximo de 24 horas, ao contrário do que ocorria antes, em que permanecia entre 5 a 20 dias na fase de receção.
- Através da alteração do *layout* foi possível eliminar vários desperdícios existentes no fluxo inicial, o que resultou numa diminuição dos tempos de cada tarefa, contribuindo isto para a redução dos *Throughput Times*, como se pode ver na tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Redução dos tempos de cada processo

			<i>Inicial</i>	<i>Final</i>	<i>Ganho (%)</i>	<i>Throughput Time Inicial</i>	<i>Throughput Time Final</i>	<i>Ganho (%)</i>		
P r o c e s s o s	Single Code	Descarga SC	1,7	1,7	0,00%	3,2	3,2	0%		
		Gravação SC	0,7	0,7	0,00%					
		Conferência SC	0,8	0,8	0,00%					
	Multi Code	Volumoso	Conferência Vol	3,5	3,2	10,00%	30,4	19,5	36%	
			Gravação Vol	2,7	2,7	0,00%				
			Repaletizar	13,4	6,7	50,00%				
		FIFO & Vol	Descarga MC	7,0	6,0	15,00%				
			Transporte/Lanes	3,8	1,0	75,00%				
			FIFO	Gravação Fifo	26,0	23,4				10,00%
				Conferência Fifo	250,0	212,5				15,00%

Todos os valores estão em minutos por palete.

- **Redução de postos de trabalho:**

- Com a eliminação dos materiais urgentes, os dois colaboradores, que estavam alocados a cumprir as tarefas outrora necessárias no processo ligado a este tipo de material, puderam ser alocadas a outras funções dentro da organização onde são necessários (desta forma a organização pode mudar estes colaboradores de área, para uma que esteja a precisar de mão-de-obra, em vez de contratar 2 novos operadores, economizando também em formações sobre os processos, pois estes já estão familiarizados com o funcionamento da fábrica);

- De forma a calcular a redução dos postos de trabalho, obtida com a diminuição dos tempos das tarefas inerentes ao processo, foi utilizado o cenário do mês de novembro como base de comparação. Ou seja, as paletes de cada tipo, rececionadas em novembro, foram multiplicadas pelo *Throughput Time* respetivo no estado inicial e, agora, no estado final (tabela 5.3). Isto resultou na poupança de mais 1 operador, para além dos dois operadores já libertados dos materiais urgentes.

Com cada operador a empresa tem um gasto anual, em média, de 15.500 euros, totalizando, desta forma, uma poupança anual de, aproximadamente, 47.101 euros.

Tabela 5.3 - Poupança obtida com o projeto

		NºTotal	Operadores necessários (Inicial)	Operadores necessários (Final)	Redução Nº Operadores	Poupança (€/ano)
Novembro	Paletes Single Code	2643	7,95	4,91	3,04	47 101 €
	Paletes Multi Code	545				
	Urgentes (Operadores)	2				

5.5. Avaliação dos KPIs (Inicial x Final)

Como podemos observar na tabela 5.4, os objetivos definidos no início deste projeto foram alcançados. Falta apenas, nesta tabela 5.4, um *KPI* de forma a quantificar os ganhos ao nível da Ergonomia. No entanto, como foi explicado nas secções 5.2 e 5.3, através da alteração de layout e da aplicação dos sistemas de transportes de paletes, foi possível reduzir bastante os transportes manuais de paletes, por parte dos operadores, o que por si só, permite concluir que foi obtido um ganho bastante positivo em termos ergonómicos. Toda a equipa se mostrou bastante satisfeita com estas alterações, dado que melhorou a qualidade de trabalho de todos os operadores.

Tabela 5.4 - KPIs (Inicial x Final)

KPIs - Métricas			
KPIs	Métricas	Inicial	Final
1	Nº Operadores nos Urgentes	2	0
2	Throughput Time SC (min/pal)	3,2	3,2
3	Throughput Time MC FIFO (min/pal)	286,8	242,8
4	Throughput Time MC Vol (min/pal)	30,4	19,5
5	Produtividade (Operadores necessários)	8	5

6. Conclusões, limitações e propostas de trabalho futuro

O projeto aqui apresentado foi desenvolvido no departamento de logística de armazém de uma empresa do setor de sistemas de segurança e comunicação, alarmes de incêndio e displays eletrónicos. O objetivo deste projeto consistia na otimização do fluxo logístico de receção de material.

Numa primeira fase foi importante adquirir alguma experiência em ambiente industrial, daí a importância do método *Gemba Walks*, para compreender como funcionava a área do armazém e assim identificar as falhas. Este método foi complementado com uma análise exaustiva da literatura existente, para perceber assim quais as melhores ferramentas, tanto para identificações de problemas como para as respetivas soluções.

O *software* Arena® foi também fundamental para uma caracterização e identificação de pontos de estrangimento na situação inicial, assim como na melhoria efetuada para um melhor balanceamento dos postos de trabalho.

Depois das falhas identificadas (como as grandes filas de espera e um layout desadequado ao fluxo das tarefas a desempenhar) serem corrigidas, foi possível observar melhorias ao nível dos *Throughput Times* dos processos de receção, sendo assim possível quantificar uma poupança anual considerável para a organização.

Assim, conclui-se que os objetivos propostos foram alcançados com sucesso e que as técnicas utilizadas foram úteis.

Apesar de terem sido obtidos resultados positivos, existiram também limitações a considerar. Inicialmente, o fraco mapeamento do fluxo da receção de material levou a que tivesse de ser dedicado bastante tempo neste mapeamento/caracterização inicial, o que, como o tempo deste projeto era limitado (8 meses), levou a que o tempo dedicado à implementação de melhorias fosse mais reduzido.

Para o futuro será importante continuar a desenvolver projetos de automatização, como foi iniciado neste projeto, através dos transportadores de paletes, eliminando assim processos manuais que, para além de normalmente consumirem mais tempo de execução, são mais propícios a erros e, normalmente menos ergonómicos para os operadores.

Este projeto teve um impacto positivo tanto ao nível de crescimento pessoal como profissional. Foi importante para perceber melhor como funciona o meio industrial e

adquirir conhecimentos e competências com pessoas bastante experientes neste meio, que certamente me ajudarão no futuro.

Referências Bibliográficas

- Abidi, M. A., Lyonnet, B., Chevaillier, P., & Toscano, R. (2016). Contribution of Virtual Reality for Lines Production's Simulation in a Lean Manufacturing Environment. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 8(3), 182.
- Aguilar-Savén, R. (2004). Business process modelling: Review and framework. *Int. J. Production Economics* 90, 129-149.
- Altiok, T., & Melamed, B. (2010). *Simulation modeling and analysis with Arena*. Elsevier.
- Aprell, S.C., & Rafael, Á. (2018). *Discovering Gemba Walks Good Practices within Industrial Lean Applications*.
- Barbrow, S., & Hartline, M. (2015). Process mapping as organizational assessment in academic libraries. *Performance Measurement and Metrics*..
- Bon, A. T. (2016). *Assembly Line Optimization using Arena Simulation*. Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Bremer, M. (2015). Walk the line. *Quality Progress*, 48(3), 18-22.
- Brown, L., George, B., & Mehaffey-Kultgen, C. (2018). The development of a competency model and its implementation in a power utility cooperative: an action research study. *Industrial and Commercial Training*.
- dos Santos, L. A., Perufo, L. D., Marzall, L. F., Garlet, E., & Godoy, L. P. (2015). Mapeamento de processos: um estudo no ramo de serviços. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 7(14), 108-128.
- Erlach, K. (2013). Value stream design. In *Value Stream Design* (pp. 97-229). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Falkowski, P., & Kitowski, P. (2013). The 5S methodology as a tool for improving organization of production. *PhD Interdisciplinary Journal*, 4(1), 127-133.
- Filip, F. C. & Marascu-Klein, V. (2015). *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 95 012127.
- Gaspar, V. L. M. (2016). *Análise de Tempos e Métodos numa Linha de Produção de Autocarros*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Gesinger, S. (2016). Experiential learning: using gemba walks to connect with employees. *Professional Safety*, 61(02), 33-36.

Herron, C., & Hicks, C. (2008). The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 24(4), 524-531.

Jilcha K, Berhan E, Sherif H (2015) Workers and Machine Performance Modeling in Manufacturing System Using Arena Simulation. *J Comput Sci Syst Biol* 8: 185-190.

Manos, T. (2006). Value stream mapping-an introduction. *Quality Progress*, 39(6), 64-69.

Norboy o'g'li, A. N. (2020). The use and importance of the three-dimensional features of the auto cad program in drawing projects in public schools. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, 8(3), 189-192.

Paiva, A. F. D. O. (2005). *Geracao Automatica de Modelos de simulacao de uma linha de producao na industria Textil* (Doctoral dissertation).

Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel.

Rahani, A. R., & Al-Ashraf, M. (2012). Production flow analysis through value stream mapping: a lean manufacturing process case study. *Procedia Engineering*, 41, 1727-1734.

Roberto, M., Araújo, A., Varela, M. L., Machado, J., & João, P. (2017). Methods Time Measurement on the Optimization of a Productive Process: A Case Study. In 4th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (pp. 980–985). Barcelona, Spain.

Silva, L. M. F., Pinto, M. D. G., & Subramanian, A. (2007). Utilizando o software Arena como ferramenta de apoio ao ensino em engenharia de produção. XXVII ENEGEP.

Souza, M. A. C. D., & Soares, Á. M. D. S. (2015, September). Aplicações do software AutoCAD em engenharia. In Congresso de extensão universitária da UNESP (pp. 1-4). Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Tyagi, S., Choudhary, A., Cai, X., & Yang, K. (2015). Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. *International journal of production economics*, 160, 202-212.

Vieira, A., Dias, L., Pereira, G., & Oliveira, J. A. (2014). Comparison of SIMIO and ARENA simulation tools.