



Maria João Leite Sá Análise e melhoria de um processo de cargas



Maria João Leite Sá Análise e melhoria de um processo de cargas

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este projeto aos meus pais e irmã, por toda a força que tiveram este ano.

o júri

presidente

Prof. Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes
Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da
Universidade de Aveiro

arguente principal

Prof. Doutor Cristóvão Silva
Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

orientador

Prof.^a Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da
Universidade de Aveiro

agradecimentos

À Professora Doutora Ana Luísa Ramos por todo o acompanhamento e dedicação que sempre teve, pela disponibilidade e sugestões de melhoria para o sucesso deste projeto.

À Engenheira Sandra Carvalho, orientadora na Oliveira & Irmão, por toda a paciência e dedicação durante este tempo de estágio.

Aos colaboradores da Oliveira & Irmão por sempre se terem demonstrado disponíveis, em especial os da Logística Industrial.

Aos meus pais, irmã e amigos que me apoiaram e ajudaram incondicionalmente.

palavras-chave

Lean Manufacturing, Simulação Industrial, Cargas, Redução do Desperdício.

resumo

Atualmente o objetivo fulcral das organizações passa pela eliminação do desperdício através das ferramentas da melhoria contínua, tornando-se mais competitivas nos mercados onde operam.

O *Lean Management* torna-se, então, uma poderosa abordagem para estas empresas, ajudando-as a atingir os seus objetivos.

Neste sentido, o presente relatório de mestrado visa a redução do tempo de carga para o armazém da zona industrial da Oliveira & Irmão, denominado de AZIA. Para tal, foi realizado um levantamento do estado das cargas e providenciado um estudo sobre possíveis melhorias a aplicar, tendo em conta não só o tempo de carga mas também as distâncias percorridas e os custos energéticos inerentes a estas.

keywords

Lean Manufacturing, Industrial Simulation, Loads, Waste Reduction.

abstract

Nowadays the main goal of the organizations is associated with the waste elimination through the tools of continuous improvement, becoming more competitive in their markets.

Lean Management becomes a powerful approach to help them to achieve their goals.

In this sense, this report aims to master the reduction of the loading time to the warehouse in the industrial zone of Oliveira & Irmão, called AZIA. It was conducted a survey of the current state of the loads and studied some possible improvements to be applied, taking into account not only the loading time but also the distances and energy costs inherent to the loading process.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização do problema.....	1
1.2. Relevância do desafio.....	1
1.3. Estrutura do documento	2
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1. Lean Manufacturing: História e Definição.....	3
2.2. Eliminar os desperdícios	5
2.3. Princípios base do Lean Thinking.....	7
2.4. Ferramentas Lean	11
2.4.1. Kaizen.....	11
2.4.2. 5S's.....	11
2.4.3. Just in Time	12
2.4.4. Jidoka	13
2.5. Simulação	15
2.5.1. Vantagens da Simulação	15
2.5.2. Desvantagens da Simulação	16
2.5.3. Tipos de Modelos	17
2.5.4. Etapas para um projeto de simulação.....	18
3. Caso de Estudo	21
3.1. Descrição da empresa.....	21
3.1.1. História da empresa	21
3.1.2. Organigrama da empresa	23
3.1.3. Atividade industrial	24
3.1.4. Atividade comercial	25
3.1.5. Mercados	26

3.2.	Problema a resolver e objetivos a atingir.....	27
3.3.	Metodologia proposta	27
4.	Análise e discussão dos resultados	51
5.	Conclusão.....	53
5.1.	Reflexão sobre o trabalho realizado.....	53
5.2.	Desenvolvimentos futuros.....	54
6.	Referências Bibliográficas	55

Índice de Tabelas:

Tabela 1 - Especificação de tarefas e suas precedências.....	28
Tabela 2 - Dados relativos às cargas e ao número de paletes expedidas para o AZIA	30
Tabela 3 - Distâncias percorridas para preparar e carregar uma palete.....	32
Tabela 4 - Distâncias totais percorridas para preparar e carregar a carga.....	32
Tabela 5 - Dados recolhidos sobre os tempos de preparação e carregamento por palete na zona interior ao armazém PA.....	33
Tabela 6 - Tempo médio de preparação e carregamento da carga.....	34
Tabela 7 - Custo energético do empilhador para carregar da zona interior ao armazém PA	35
Tabela 8 - Dados retirados do modelo de simulação	37
Tabela 9 - Principais problemas observados durante a carga.....	38
Tabela 10 - Dados retirados da zona do cais.....	41
Tabela 11 - Tempo médio de carregamento da zona do cais.....	42
Tabela 12 - Média da distância percorrida da zona do cais	42
Tabela 13 - Custo energético do empilhador para carregar da zona do cais.....	43
Tabela 14 - Dados retirados do modelo de simulação para a zona do Cais.....	43
Tabela 15 - Tempos retirados da carga colocada na zona exterior.....	45
Tabela 16 - Tempo médio de carregamento da zona exterior	46
Tabela 17 - Distâncias médias percorridas com a carga na zona exterior.....	46
Tabela 18 - Custo energético do empilhador com carga na zona exterior.....	46
Tabela 19 - Dados retirados do modelo de simulação para a zona exterior	47
Tabela 20 - Tempos retirados da carga na zona do Octogonal.....	49
Tabela 21 - Tempo médio de carregamento com a carga na zona do Octogonal	49
Tabela 22 - Distância média percorrida com a carga na zona do Octogonal.....	50
Tabela 23 - Custo energético do empilhador com carga na zona do Octogonal.....	50
Tabela 25 - Resumo das zonas e dos parâmetros analisados	51

Índice de Figuras:

Figura 1 - Princípios base do Lean (fonte: www.sixsigmainstitute.com)	7
Figura 2 - Fluxograma do processo de simulação (Adaptação do autor Banks (1998))....	18
Figura 3 - Instalações da Oliveira & Irmão e do AZIA.....	22
Figura 4 - Organigrama OLI	23
Figura 5 - Braço robotizado usado na atividade industrial.....	25
Figura 6 - Exemplo de um produto comercial.....	25
Figura 7 - Mapa de mercados da OLI	26
Figura 8 – Diagrama de precedências sobre as tarefas executadas para a carga do AZIA	29
Figura 9 - Layout das tarefas de procura e de carregamento.....	31
Figura 10 - Zona de colocação da carga inicialmente	31
Figura 11 - Animação do processo modelado	36
Figura 12 - Modelo de simulação.....	36
Figura 13 - Layout proposto para a zona do cais	41
Figura 14 - Layout proposto para a zona exterior.....	44
Figura 15 - Zona de colocação da carga no exterior	45
Figura 16 - Layout proposto para a carga na zona do Octogonal.....	48
Figura 17 - Oitava fila do Octogonal proposta para a colocação da carga	48

1. Introdução

1.1. Contextualização do problema

O presente documento tem como objetivo descrever o trabalho realizado no âmbito da disciplina de Projeto, englobada no plano curricular do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial.

Este projeto decorreu na empresa Oliveira & Irmão, departamento de Logística Industrial, e centrou-se na análise e melhoria do processo de cargas para o armazém na zona industrial, denominado de AZIA.

Deste modo, procedeu-se ao estudo do estado atual das cargas para o AZIA e de melhorias que poderiam ser realizadas a fim de atingir os objetivos propostos. Por fim, foi realizado um estudo de simulação industrial para analisar dinamicamente o processo em causa e auxiliar a tomada de decisão.

1.2. Relevância do desafio

Atualmente é cada vez mais importante uma “otimização” de serviços logísticos para a rentabilização industrial. Desta forma, é fulcral o papel da Engenharia e Gestão Industrial para contribuir para o aumento da *performance* organizacional a fim de as empresas se tornarem mais competitivas nos mercados internos e externos.

As organizações tentam minimizar os desperdícios que ocorrem ao longo dos seus processos produtivos. Estes podem ser, muitas vezes, responsáveis pelo desenvolvimento de processos ineficientes, sem acrescento de valor e que tendem a conduzir a custos económicos avultosos.

Dado que o objetivo primordial de uma organização é a obtenção de lucro, estas têm vindo a implementar e desenvolver sistemas que permitam identificar e eliminar possíveis desperdícios inerentes a processos produtivos. Por outro lado, estas têm vindo a identificar e implementar atividades que acrescentem valor ao produto e ao processo.

Pretende-se, então, que as organizações tenham cada vez mais a capacidade de ter um processo produtivo contínuo, aprimorando todos os processos de maneira a obter o maior partido dos recursos disponíveis.

Sendo assim, o *Lean Management* assume papel fulcral nas organizações, funcionando como uma ferramenta para a total eliminação dos desperdícios.

1.3. Estrutura do documento

O presente relatório de projeto é disposto em cinco partes, sendo elas a introdução, a revisão bibliográfica, o caso de estudo, a análise dos resultados e a conclusão.

Na introdução é feita a apresentação e o enquadramento do projeto de mestrado, sendo evidenciada a relevância do tema a desenvolver.

Na revisão bibliográfica, é feito um estudo e enquadramento teórico sobre os temas abordados neste projeto. Realçam-se, assim, os temas relacionados com o *Lean Management* e com a Simulação Industrial.

Em relação ao caso de estudo, é feita uma pequena apresentação da empresa onde o projeto foi realizado e também uma pequena caracterização da divisão fabril, nomeadamente do departamento de Logística Industrial. Ainda nesta parte são especificados os objetivos gerais do trabalho, a descrição dos problemas observados e as metodologias escolhidas para a concretização dos objetivos. É, também, realizado um pequeno estudo de simulação para compreender melhor onde se encontram os desperdícios e quais as possíveis melhorias a realizar.

Na parte seguinte do projeto são discutidos e analisados os resultados obtidos, apresentando-se de maneira mais detalhada a descrição da ação de melhoria implementada.

Por último, na conclusão, são realçados os resultados obtidos com a realização deste trabalho e propostos alguns desenvolvimentos futuros de maneira a serem implementadas melhorias contínuas de redução do desperdício inerente às cargas realizadas para o AZIA.

2. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo será apresentada a revisão da bibliografia considerada pertinente e necessária para a realização do projeto.

Esta revisão irá ser inicialmente composta pela definição e história do *Lean* e dos seus aspetos mais significativos. Posteriormente serão descritas as principais ferramentas que constituem essa mesma filosofia. Por último, serão apresentados os aspetos mais importantes da simulação discreta relevantes para o projeto em causa.

2.1. *Lean Manufacturing*: História e Definição

O *Lean* teve origem na Toyota, devido ao pós-guerra do Japão. Tendo em conta a necessidade de competir num ambiente onde os recursos eram extremamente limitados, a organização Toyota desenvolveu um sistema de produção onde fundiu as técnicas de produção em massa da Ford com um sistema de produção em lotes, que futuramente se tornou o denominado Sistema de Produção Toyota – TPS (*Toyota Production System*) (Carvalho et al., 2001; Reichhart & Holweg, 2007).

Desde então o TPS tem evoluído continuamente, inicialmente como produção *Just In Time* (JIT) e, posteriormente, como *Lean Production* ou *Lean Thinking*, tal como é denominado actualmente (Reichhart & Holweg, 2007).

No entanto, para perceber melhor o que é o *Lean Manufacturing* é necessário entender o seu conceito, hoje abordado em muitas organizações. Segundo Shah & Ward (2003) *Lean* é uma abordagem multidimensional que abrange uma ampla variedade de práticas relacionadas com a gestão, incluindo o *Just in Time*, os sistemas de qualidade, as equipas de trabalho, a gestão dos fornecedores, entre outros, num único sistema integrado. O impulso principal do sistema *Lean* é que as práticas referidas acima podem trabalhar em sinergia de modo a criar um sistema de alta qualidade, que produz produtos acabados no ritmo da procura do cliente, com poucos ou nenhuns desperdícios.

Por outro lado, segundo Tallant (2011), o sistema *Lean* coordena as competências da organização em conjunto com os fornecedores, com recurso a interações internas e externas, com o objetivo de focar e eliminar desperdícios através do *design* e da promoção de conexões, ou seja, fluxo de informação e de melhoria de atividades.

O significado de *Lean* consiste em usar menos de tudo em comparação com a produção em massa, ou seja, metade do esforço humano na fábrica, do espaço de fabricação, do investimento em ferramentas, das horas de engenharia para desenvolver um novo produto em menos tempo e do capital necessário ao desenvolvimento desses mesmos produtos, isto tudo enquanto se dá aos clientes exatamente o que eles querem. Além disso, requer muito menos manutenção, ou seja, resulta em menos defeitos e produz uma variedade maior e cada vez melhor de produtos (Poppendieck, 2011; Womack & Jones, 2003).

Em todo o processo de tornar a organização *Lean* é necessário ter em consideração os clientes e o que eles valorizam. Para que a empresa esteja focada nas necessidades dos mesmos é essencial definir fluxos de valor dentro desta, ou seja, todas as atividades que são necessárias para fornecer um determinado produto ou serviço, e, mais tarde, os fluxos de valor na sua cadeia de abastecimento, bem mais ampla. Para satisfazer os clientes é necessário eliminar ou pelo menos reduzir as atividades desnecessárias nos fluxos de valor que os mesmos não estão dispostos a pagar (Hines & Taylor, 2000).

Com tudo isto, é necessário especificar de uma maneira mais intrínseca a essência do pensamento *Lean*, que, segundo Hines & Taylor (2000), assenta em cinco princípios chave, aplicados não só ao sector automóvel, onde o pensamento *Lean* nasceu, mas a qualquer organização, em qualquer sector ou país. Estes cinco princípios são:

- Especificar o que cria ou não cria valor através da perspetiva do consumidor e não através da perspetiva das empresas individuais, funções ou departamentos.
- Identificar todos os passos necessários, desde o desenho até à produção do produto, em toda a sua cadeia de valor sem acrescentar desperdício.
- Fazer ações que acrescentem valor sem interrupções, desvios, retornos, atrasos ou sucata.
- Apenas fazer o que é pedido pelo consumidor.
- Esforço para atingir a perfeição removendo continuamente as camadas sucessivas de desperdício, assim que são descobertas.

Todos estes princípios assentam na filosofia *Lean* e são fundamentais para a eliminação do desperdício. São também fáceis de relembrar e deviam ser objeto de reflexão por todos e para todos na organização, de maneira a envolver todos os intervenientes na transformação *Lean*.

2.2. Eliminar os desperdícios

A ideia de eliminação do desperdício tem estado sempre presente no *Lean*. O desperdício é tudo aquilo dentro do fluxo de valor que acrescenta um custo ou tempo sem incrementar devidamente valor, ou seja, tudo aquilo que provoca um custo ao cliente final e a todo o processo produtivo sem criar valia para o produto em si (Cunningham & Jones, 2007).

Para a identificação dos diferentes tipos de desperdício foram criadas algumas técnicas e ferramentas. Deste modo, o autor Pinto (2009) destaca, entre muitas, as seguintes:

- Três MU's;
- 5M+Q+S;
- Fluxo de operações;
- Sete desperdícios mortais.

Os três MU'S: Nesta abordagem de identificação dos desperdícios, o objetivo é chegar a uma condição onde a capacidade e a carga sejam iguais. Por outras palavras, nas empresas existem pessoas, processos, materiais e tecnologia para produzir a quantidade certa do produto/serviço que foi pedida para entregar a tempo ao cliente. As situações onde há desequilíbrio entre a carga e a capacidade resultam em perdas para a empresa.

Para a gestão empresarial Japonesa isto é expresso em termos de *muda*, *mura* e *muri*. Estes três vocábulos Japoneses significam o seguinte:

- *MUDA* (refere-se ao desperdício) – tudo o que não acrescenta valor é desperdício e, como tal, deve ser reduzido ou eliminado. Posto de outra perspetiva, desperdício refere-se a todas os aspetos do produto e/ou serviço que o cliente não estará disposto a pagar.
- *MURA* (o que é variável, refere-se às irregularidades ou às inconsistências) – é eliminado através da adoção do sistema JIT procurando fazer apenas o necessário e quando pedido. Este é aplicado através do sistema pull deixando o cliente “puxar” os produtos ou serviços.

- **MURI** (o que é irracional, manifesta-se através do excesso ou a insuficiência) – é eliminado pela uniformização do trabalho (garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, tornando os processos mais previsíveis, estáveis e controláveis).

Os 5M+Q+S (*men, machines, materials, management, method, quality e safety*): Outra maneira de pensar nos desperdícios é analisar as áreas onde estes podem ocorrer.

O fluxo de operações: O fluxo de operações (fabrico e/ou serviços) resume-se a quatro ações, sendo elas: retenção, transporte, processamento e inspeção.

A retenção está relacionada com a paragem do fluxo sem acrescentar valor, podendo assumir várias formas, como *stocks* e armazenamento. A retenção origina inventário (*stocks*), podendo ser materiais antes de serem processados, *stocks* em curso de fabrico (WIP - *work in process*) e produto final. A retenção acrescenta custo sem criar valor.

O transporte, qualquer que seja, refere-se à deslocação de artigos sem criar valor. Os transportes acontecem porque os locais de fornecimento, de fabrico e de consumo não estão localizados no mesmo local físico. Os transportes e as movimentações devem ser minimizados através da revisão de *layouts* e da realocação dos pontos de produção.

Por outro lado, o processamento significa criar valor, no entanto este conceito não engloba o sobre processamento. Os sobre processamentos acontecem quando são realizadas operações desnecessárias, na perspetiva do cliente, sendo exemplo os retoques finais nos produtos ou serviços.

A inspeção identifica e elimina os defeitos da produção. Esta ação não cria valor porque não elimina a causa dos defeitos, mas apenas o resultado. É necessário construir ações para identificar as causas dos mesmos em vez de as controlar.

"Os Sete Desperdícios Mortais": A eliminação implacável de resíduos é tão importante hoje como era quando Taiichi Ohno identificou as principais fontes de desperdícios, que ele chamou de 'sete desperdícios mortais', sendo eles os seguintes:

- Superprodução: Produzir mais do que é necessário para uso imediato.

- Atraso / Espera: Qualquer atraso entre o fim de um processo e o início da atividade seguinte.
- Transporte: movimento desnecessário de produtos, materiais ou informações.
- Movimento: o movimento desnecessário de pessoas, tais como andar, alcançar e alongar.
- Inventário: Qualquer matéria-prima, trabalho em processo, produtos acabados ou que excedem o que é necessário para satisfazer as necessidades dos clientes na hora certa e para manter a estabilidade do processo.
- Excesso de produção: Usar mais energia ou atividade do que é necessário para produzir um produto, ou adicionar mais valor do que a norma em vigor.
- Defeitos / Correção: Qualquer produção que resulta em retrabalho ou sucata.

2.3. Princípios base do *Lean Thinking*

Para Womack & Jones (2003) existem cinco princípios base para a fundamentação do pensamento *Lean*, apresentados na Figura 1.

São eles: especificar o valor do produto para o cliente (*customer value*), identificar o fluxo de valor de um produto (*value stream*), permitir que o valor do produto possa fluir (*flow*); deixar o cliente puxar o produto (*pull*) e procurar alcançar a perfeição (*perfection*).

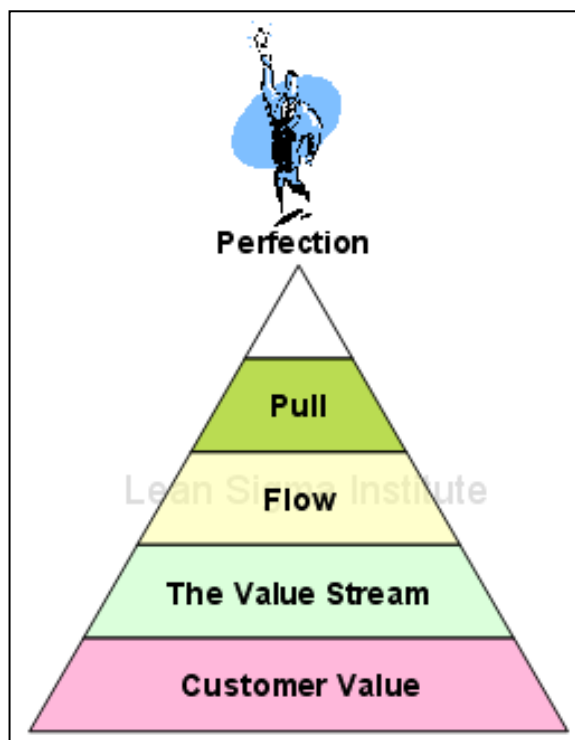


Figura 1 - Princípios base do Lean (fonte: www.sixsigmainstitute.com)

a. Valor (*Customer Value*)

Segundo Womack & Jones (2003), o valor é definido pelo cliente e é expresso na forma de um bem e/ou serviço específico por ele pretendido, com capacidades específicas, oferecido a um preço específico e tempo, de acordo com as suas necessidades.

Para estes, a aplicação da abordagem *Lean* deve começar pela definição do que representa valor e de quais as atividades que devem ser realizadas para que o produto final seja o ambicionado pelo cliente.

Normalmente é difícil definir corretamente o que é valor. Isto acontece porque para os produtores o ambicionado é resistir à mudança, ou seja, desenvolver os processos da forma como sempre foi efetuada, sem sofrerem alterações. Para os clientes, a complexidade verifica-se quando são questionados acerca do valor para eles. Estes acabam por se basear em aspetos como o baixo custo, a rapidez na entrega, a qualidade no serviço e/ou aumento da diversidade de produtos, em vez de pensarem no que para eles realmente tem valor.

Outro motivo, pelo qual é difícil para as empresas definir valor, é o facto do processo de movimentação de alguns produtos ser feito ao longo de várias organizações, até chegar ao cliente final. Isto acontece quando se refere a produtos que não são totalmente produzidos por uma única empresa, e que são resultado de contribuições de várias organizações, durante a produção. Logo, tem-se uma contribuição parcial por cada empresa para o produto, cujo valor para o cliente será afetado pelos diversos valores das respetivas empresas. Assim, o que para o consumidor é observado como uma ocorrência única (podendo ser a compra de um produto ou a prestação de um serviço, cujo objetivo esperado é que se efetue sem problemas, podendo ser eles demoras, atrasos ou defeitos), irá depender da prestação de várias empresas, cada uma com um modo específico de funcionamento.

Para tal, torna-se imprescindível o contínuo diálogo entre os produtores e os clientes, tal como entre os primeiros e as várias empresas envolvidas no fluxo de valor para que, juntos, encontrem novas formas de definir o que traduz valor para as partes englobadas.

b. Fluxo de valor (*Value Stream*)

O fluxo de valor está relacionado com todo o trajeto que se realiza, desde a matéria-prima até ao produto final e desde a idealização até à sua compra.

Por definição, segundo Womack & Jones (2003), *value stream* é o conjunto de processos com e sem valor necessários para colocar um bem ou serviço à disposição do cliente. Isto implica o seu mapeamento, por termos mais conhecidos *value stream mapping*, onde são definidas todas as etapas envolvidas no processo em execução, bem como a quantidade de pessoas envolvidas e o tempo gasto em cada etapa. Assim, posteriormente, é possível identificar e potenciar atividades que são mais importantes na criação de valor para o cliente e quais as que não acrescentam valor, podendo, se possível, ser eliminadas.

Para tal, algumas empresas recorrem a determinadas ferramentas de transferência de *know-how*, ou seja, conhecimento especializado, para poderem tornar-se mais competitivas no mercado onde estão inseridas. Um exemplo dessas ferramentas é o *benchmarking*, ou seja, o método de comparação de processos de produção entre empresas que atuem nos mesmos segmentos de mercado.

c. Fluxo (*Flow*)

Uma vez definido o fluxo de valor de cada produto é necessário garantir o correto acompanhamento do seu fluxo ao longo das etapas inerentes à sua produção.

Para tal, segundo Womack & Jones (2003) podem ser considerados dois tipos de fluxo: fluxo de projeto do produto, que compreende desde a conceção até ao lançamento de um produto, e o fluxo de produção que compreende o fluxo de material e de informações desde a matéria-prima até ao consumidor. Este último é o objeto de estudo do mapeamento, uma vez que faculta uma visão geral de todas as etapas pelas quais o produto passa dentro da organização, onde é possível verificar os locais onde ocorre mais desperdício.

A implementação de um fluxo no processo implica um contínuo esforço por parte dos produtores de forma a pensarem em todos os aspetos, tais como, criação de novas técnicas de trabalho e seleção dos tipos de ferramentas que devem ser adotadas para auxiliar o trabalho concedido.

Este princípio impõe a realização de três aspetos. O primeiro é o foco no objeto, desde o início até ao fim do processo, o segundo, que permite que o primeiro seja exequível, consiste em ignorar os tradicionais limites dos trabalhos, carreiras e funções, aplicando-se em formas de *Lean* que permitem a remoção dos desperdícios. O terceiro consiste em

reconsiderar as atividades e ferramentas específicas do processo, de forma a impedir a ocorrência de todos os tipos de falhas e interrupções, para que a produção flua.

d. Pull

A lógica *pull* procura deixar o cliente comandar os processos, competindo-lhes desencadear os pedidos. É a imposição do *just-in-time* em vez do *just-in-case*. Permite estimular a melhoria contínua a todos os níveis da organização, ouvindo permanentemente a voz do cliente, e procurar ser rápido para permitir às organizações melhorar continuamente.

Este princípio assenta na premissa de que nenhum bem ou serviço deve ser produzido sem que haja primeiro um pedido por parte do cliente. Este vem fortalecer o facto de que é necessário as empresas disponibilizarem ao cliente produtos que estes solicitem dando-lhes uma resposta o mais rápida possível.

e. Perfeição (*Perfection*)

Posteriormente a ser especificado o valor e identificados todos os passos do fluxo de valor para cada produto, permitindo um fluxo contínuo entre as várias fases da cadeia e deixando que seja o cliente a solicitar e a extrair o valor de acordo com as suas necessidades, muito do potencial do *Lean* é perdido se não se cumprir o seu último princípio, a perfeição (Womack & Jones, 2003).

Uma vez cumpridos e colocados a funcionar todos os outros princípios, as empresas vão sempre encontrar, no decorrer dos seus processos, novas formas de eliminar os desperdícios inerentes a estes e que não adicionam valor às suas atividades. Esta busca pela melhoria contínua dos processos faz do pensamento *Lean* uma abordagem dinâmica, em constante adaptação e desenvolvimento em prol do sucesso, da eficácia e da eficiência das empresas, em busca da satisfação dos clientes.

Para os intervenientes em todo o processo, é a busca contínua pela perfeição que faz com que as organizações não fiquem paradas na procura contínua pela melhoria dos serviços e/ou produtos prestados.

2.4. Ferramentas *Lean*

Para que todo o processo de implementação de um sistema *Lean* seja eficiente e eficaz é necessário que, com toda a filosofia em volta deste pensamento, sejam aplicadas também algumas ferramentas que permitam uma melhor *performance* em prol do desenvolvimento. Seguidamente, serão especificadas algumas ferramentas que permitem, tal como já foi dito, melhorar a *performance* da empresa e implementar o pensamento *Lean* e que estiveram presentes nas metodologias aplicadas durante o projeto.

2.4.1. *Kaizen*

Segundo Wittenberg (1994), *Kaizen* significa pequenas melhorias feitas como resultado de esforço contínuo através da inovação, difundindo o pensamento orientado para processos que necessitam de ser melhorados a fim de obter melhores resultados. Por outras palavras, *Kaizen* significa a melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de agregar-se mais valor com menos desperdício.

Segundo Rother e Shook (1999), há dois níveis de *Kaizen*:

- *Kaizen* de fluxo: ou de sistema, que se foca no fluxo de valor, dirigido à gestão;
- *Kaizen* de processo: que evidencia os processos individuais, dirigido às equipas de trabalho e aos líderes de equipa.

Em suma, *Kaizen* são esforços de melhoria contínua, executados por todos, sendo que o seu foco central é a busca pela eliminação dos desperdícios. Já a definição de um evento *Kaizen* pode ser compreendida como sendo uma equipa dedicada a uma rápida implementação de um método ou ferramenta da produção *Lean*, numa área em particular e num curto período de tempo (Rother & Shook, 1998).

2.4.2. 5S's

Segundo os autores Fabrizio e Tapping (2006) existiam, originalmente, apenas quatro atividades no sistema japonês que deram origem aos 5S's. Essas atividades, com nomes iniciados com a letra S, são:

- *Seiri* (classificar);

- *Seiton* (organizar);
- *Seiso* (limpeza), e
- *Seiketsu* (standardizar).

Posteriormente, foi adicionada uma quinta atividade chamada de *Shitsuke* (disciplina), sendo assim completados os elementos agora conhecidos como 5S's.

De uma maneira mais pormenorizada, o primeiro S do sistema japonês, conhecido como “classificar” envolve a triagem através do conteúdo de uma área e, de seguida, remover os itens desnecessários. O verdadeiro significado de *Seiri* é encontrado no ditado, “Em dúvida, põe-no fora.”

Posteriormente, o segundo S denominado de “organizar” envolve arranjar os itens necessários para um acesso fácil e eficiente e mantê-los dessa maneira. A essência do *Seiton* é encontrada no provérbio, “Um sítio para tudo, com tudo no seu sítio.”

Relativamente ao terceiro designado por “limpeza”, este está relacionado com limpar tudo, manter tudo limpo e usar a limpeza como um caminho para assegurar que aquela área e equipamento são mantidos como deviam ser. A essência do *Seiso* é encontrada no adágio, “Torna-o limpo, mantém-no limpo.”

O quarto S conhecido como “standardizar” envolve criar diretrizes para manter a área organizada, ordenada, e limpa, e fazer o padrão visual e óbvio. A essência do *Seiketsu* é encontrada no ditado, “Se não consegue ver, não consegue perceber, se não consegue perceber, não consegue controlar.”

Por último, “disciplina” envolve educação e comunicação para assegurar que toda a gente segue o padrão dos 5 S's. A essência do *Shitsuke* é encontrada no ditado, “Manter o ganho e esquecer a culpa.”

Atualmente, o sistema 5 S's é um poder fundamental para a mudança do espaço de trabalho e envolve todos os colaboradores no processo de melhoria da organização.

2.4.3. *Just in Time*

A ferramenta *Just in Time* assenta num método em que o *lead time* da produção é reduzido de maneira a ter disponível somente o *stock* mínimo essencial para manter os

processos a trabalhar. Por outras palavras, *Just in Time* tem por base abastecer cada fase do processo somente com a matéria-prima certa, na quantidade, no momento e no local adequado.

Para que todo o processo de produção *Just in Time* funcione apropriadamente, este depende de três elementos. O primeiro elemento do JIT é o *Takt Time*, cujo objetivo é sincronizar o ritmo da produção com o das vendas de modo a atender à procura sem estimular a superprodução. O segundo é o fluxo contínuo, que pretende estabelecer um fluxo entre os produtos e as atividades que criam valor. Por último, o terceiro elemento é a produção *pull*, pois, embora o fluxo contínuo deva ser seguido sempre, em alguns pontos poderá haver a necessidade da produção em lotes e, quando isso acontece, existe a necessidade da implementação de sistemas *pull* com base em supermercados. (Ghinato, 1995)

Por outro lado, e segundo Sugimori et al. (1977), esta ferramenta permite um método de produção que revela a existência de equipamentos e de trabalhadores excedentes. Tal como já foi referido anteriormente, este é um ponto de partida para a segunda característica do TPS, ou seja, fazer pleno uso da capacidade dos trabalhadores, no entanto é fundamental que se entenda que o JIT é somente um "meio" de alcançar o verdadeiro objetivo do TPS, ou seja, aumentar os lucros através da completa eliminação de perdas.

2.4.4. Jidoka

A ferramenta *Jidoka* consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processo sempre que for detetada qualquer anormalidade neste. Este conceito surgiu na Toyota a partir dos esforços de Ohno para que o trabalhador pudesse operar, simultaneamente, mais do que uma máquina, aumentando com isso a eficiência da produção (Ghinato, 1995).

Segundo Sugimori et al.(1977), o termo *Jidoka* significa tornar o equipamento ou operação capaz de parar sempre que uma condição defeituosa surge. Em suma, a sua característica distintiva reside no facto de que, quando um problema de equipamento ou defeito de trabalho acontece, o equipamento ou linha pode ser interrompido pelos colaboradores.

O mesmo autor salienta várias razões para que esta ferramenta seja tão importante, sendo algumas as seguintes:

- Se o equipamento é feito para parar quando a quantidade necessária é produzida, fazer muito não pode surgir. Por conseguinte, a produção just in time pode ser corretamente efectuada.
- O controlo das não conformidades torna-se fácil. Só será necessário fazer melhorias no equipamento que efectuou a paragem e no trabalhador que a fez. Este é um requisito importante para fazer-se o sistema de “utilização plena da capacidade do trabalhador”.

2.5. Simulação

Segundo o autor Banks (1998), simulação é compreendida como uma “imitação” de uma operação ou de um processo do mundo real. Esta envolve a criação de um segmento contínuo de um sistema para análise das suas características operacionais. O comportamento do sistema é estudado através de um modelo de simulação que, geralmente, utiliza diversos parâmetros sobre a operação do sistema a especificar. Uma vez desenvolvido e validado, o modelo permite investigar uma variedade de questões relacionadas com o sistema, podendo testarse mudanças no sistema para verificar qual o impacto destas no seu desempenho.

Ainda o mesmo autor refere que a simulação pode ser usada principalmente para as seguintes finalidades:

- Estudar as interações internas de um sistema complexo ou de um subsistema dentro do sistema complexo;
- Realizar alterações nas informações, na organização e no ambiente do sistema para observar os seus efeitos;
- Experimentar novos projectos ou novos procedimentos antes de os implementar;
- Identificar as variáveis mais importantes de um sistema e como elas interagem através do estudo dos sinais de entrada e das saídas resultantes;
- Verificar soluções analíticas, sendo neste caso utilizado como instrumento de validação;
- Adquirir maior conhecimento sobre o modelo de simulação e sobre o processo de desenvolvimento do modelo para as melhorias do sistema.

2.5.1. Vantagens da Simulação

Segundo Kelton e Sadowski (2002) as principais vantagens inerentes ao uso da simulação são:

- Novos procedimentos operacionais, regras de negócio, fluxos de informação, entre outros podem ser estudados sem alterar o mundo real.

- Novos equipamentos, *layouts*, sistemas de transporte, entre outros podem ser testados sem se sujeitar recursos na sua obtenção;
- Hipóteses sobre como e porquê certos fenómenos ocorrem podem ser testadas podendo verificar a sua viabilidade;
- O tempo pode ser comprimido ou alargado permitindo acelerar ou atrasar o sistema que está a ser investigado;
- Pode-se entender melhor sobre a interação das variáveis do sistema;
- Um modelo de simulação pode ajudar a entender como um sistema funciona como um todo, em relação a como se pensa que o sistema opera individualmente.

2.5.2. Desvantagens da Simulação

Segundo os autores acima mencionados, a simulação acarreta desvantagens, passando a especificar algumas:

- Os resultados de uma Simulação podem ser difíceis de interpretar. Como a maioria dos *outputs* de uma simulação são variáveis aleatórias (elas estão normalmente baseadas em *inputs* aleatórios), é difícil determinar se uma observação é o resultado da interação entre as variáveis do sistema ou consequência da própria aleatoriedade.
- A construção e análise de modelos de simulação pode absorver muito tempo e, como consequência, muito dinheiro. Economizar por sua vez pode levar a modelos incompletos.
- A simulação é usada em muitos casos onde uma solução analítica é possível.
- A simulação não dá resultados exatos.

2.5.3. Tipos de Modelos

Existem dois tipos de modelos de simulação, podendo ser eles estáticos ou dinâmicos. O primeiro, algumas vezes mencionado como Simulação de Monte Carlo, é um modelo onde a passagem do tempo é irrelevante. Já o segundo, representa sistemas cujos resultados variam com a passagem do tempo, podem ser discretos ou contínuos. (Banks, 1998)

Um modelo de simulação pode ainda ser determinístico ou estocástico. Determinísticos são modelos de simulação que não têm nenhuma variável aleatória, ou seja, para um conjunto conhecido de dados de entrada (*inputs*) irá ter-se um único conjunto de resultados de saída (*outputs*). Estocásticos possuem uma ou mais variáveis aleatórias como *inputs*. Estes *inputs* aleatórios levam a *outputs* aleatórios que podem ser apenas considerados como estimativas das características verdadeiras do modelo. (Kelton, Sadowski, & Sadowski, 2002)

Modelos Discretos e Contínuos

Segundo o autor Banks (1998), dentro dos modelos de simulação dinâmicos têm-se dois tipos de modelos, discretos ou contínuos, tal como referido anteriormente. Numa simulação discreta, modelo utilizado para a realização da simulação referente a este projeto, consideram-se os eventos onde há alteração do sistema, ou seja, o tempo decorrido entre alterações do estado do sistema não é relevante para a obtenção dos resultados da simulação, embora o tempo nunca pare. Numa simulação contínua o sistema altera-se a cada fração de tempo.

2.5.4. Etapas para um projeto de simulação

Para melhor perceber as etapas de um projeto de simulação recorreu-se a uma ilustração do autor Banks (1998), abaixo especificada.

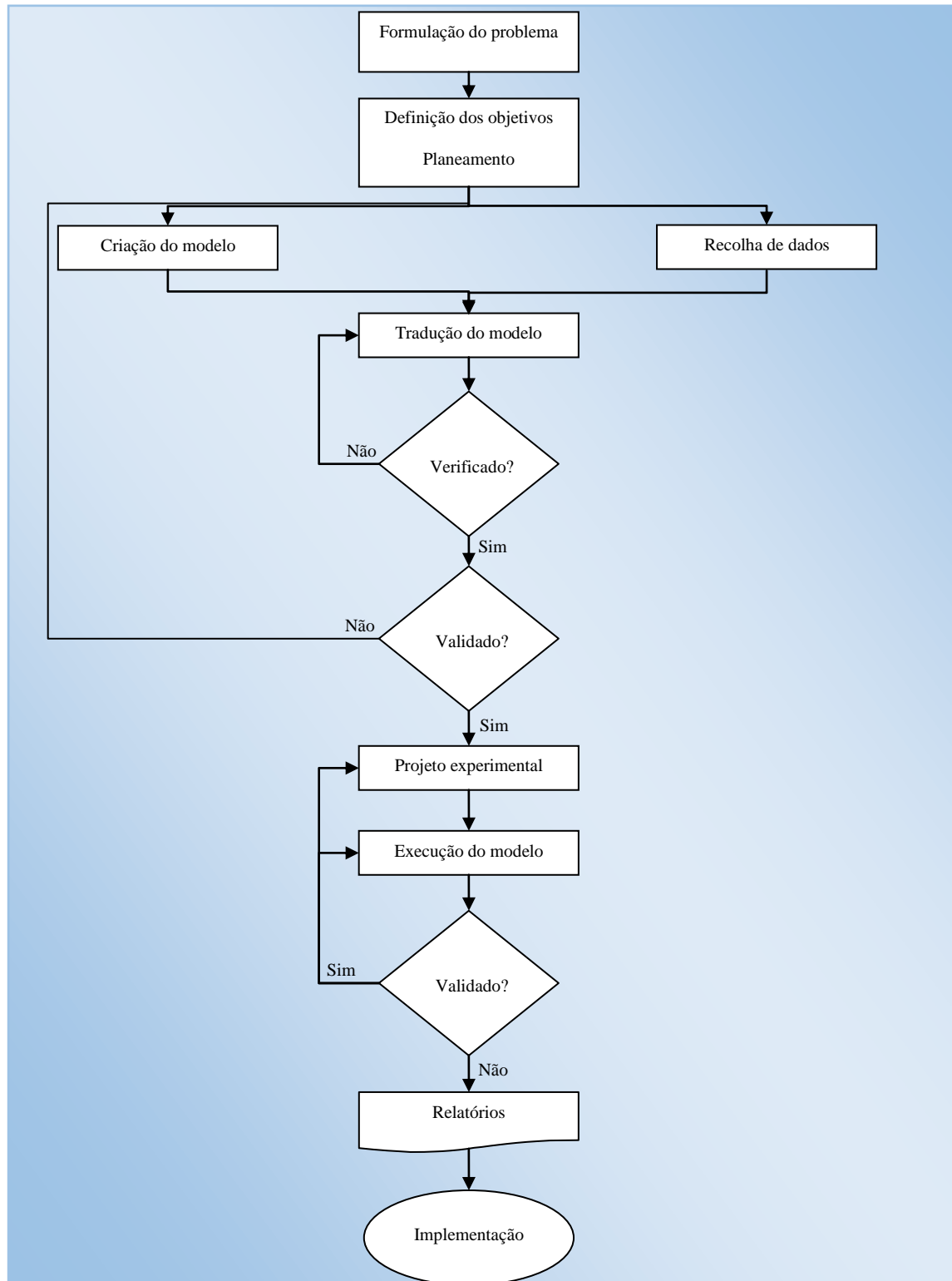


Figura 2 - Fluxograma do processo de simulação (Adaptação do autor Banks (1998))

- **Formulação do problema a ser analisado:** Todo o estudo deve começar pela definição do problema. Se as definições são realizadas pelo usuário que tem o problema, o projetista deve assegurar que o problema é, efetivamente, compreendido. Se as definições do problema são desenvolvidas pelo projetista, é importante que o usuário se encontre de acordo com a formulação. Excepcionalmente há situações em que o problema precisa ser reformulado à medida que o estudo é desenvolvido.
- **Definição dos objetivos e planejamento geral:** Os objetivos correspondem às questões que precisam de ser respondidas através da simulação.
- **Criação do modelo:** Deve-se começar com um modelo simples e, então, a partir deste, chegar a modelos mais complexos. A complexidade deste não deve ser maior que aquela requerida para alcançar os objetivos do estudo. Apenas a essência do sistema real é necessária. É aconselhável envolver o usuário na concepção do modelo, isto aumenta a qualidade deste resultante da confiança do usuário na aplicação deste.
- **Recolha de dados:** Existe uma relação entre a criação do modelo e os dados de entrada necessários. Ao variar a complexidade do modelo, os dados necessários também podem mudar. Como a arrecadação de dados pode envolver muito tempo é recomendável iniciar esta fase o mais cedo possível, geralmente junto com as etapas iniciais da construção do modelo. Os objetivos do estudo definem os tipos de dados a serem angariados.
- **Tradução do modelo:** Os sistemas do mundo real podem resultar em modelos que envolvem uma grande quantidade e variedade de informações, assim os modelos podem ser traduzidos para um formato adequado para serem tratados.
- **Verificação:** A verificação em geral faz parte do processo de edição do modelo e programação do computador para o preparar para a simulação.
- **Validação:** Validação é a confirmação de que um modelo é uma representação adequada do sistema real. A validação é geralmente resultante da calibração do modelo, isto é, um processo iterativo de comparar dados do modelo com o comportamento do sistema real, usando discrepâncias entre os dois para melhorar o modelo. Este processo é repetido até que o modelo seja julgado aceitável.
- **Projeto experimental:** As alternativas e/ou cenários que serão simulados devem ser detalhados. Em geral, a decisão de quais as alternativas que serão simuladas é função

do histórico dos cenários previamente obtidos e analisados. Para cada cenário é necessário saber os valores de inicialização, o tempo de simulação e o número de repetições que devem ser feitas.

- Execução do modelo e análise: A execução do modelo e a sua consequente análise são realizadas e utilizadas para estimar medidas de desempenho para o sistema que se encontra a ser simulado.
- Repetição/Nova execução: Depois de analisar determina-se se é necessário ou não novas experiências adicionais e se novas especificações são necessárias.
- Relatórios: Existem dois tipos de documentação, sendo eles do programa e da experiência. A documentação do programa, ou seja, do modelo de simulação, é imprescindível quando o programa é novamente usado, sendo fundamental para a confiança dos usuários do sistema que podem tomar decisões baseados nos dados gerados. Por outro lado, o relatório da experiência disponibiliza a história do projeto. Estes resultados devem ser apresentados de forma clara e concisa num relatório final.
- Implementação: O sucesso da fase de implementação depende de como foram conduzidos os passos anteriores. Se o usuário esteve envolvido durante o processo de edição do modelo e entende a natureza do modelo e suas saídas, este poderá contribuir efetivamente para a fase de implementação. (Banks, 1998)

Com a realização deste capítulo assimilaram-se e cimentaram-se os conceitos necessários para elaborar o caso de estudo pretendido pela Oliveira & Irmão.

3. Caso de Estudo

Neste capítulo serão abordados os conteúdos mais diretamente ligados ao projeto realizado na empresa. Primeiramente, será feita uma breve descrição da empresa, posteriormente será exposto o problema que a empresa apresentou, tal como os objetivos a cumprir e a respetiva metodologia para os atingir.

Seguidamente, serão explicados todos os parâmetros tidos em consideração durante a realização do projeto, assim como os resultados que foram obtidos através da implementação de algumas ferramentas.

Por fim, será apresentada uma breve conclusão sobre os principais problemas encontrados e sobre os resultados atingidos.

3.1. Descrição da empresa

No âmbito do estágio curricular, foi desenvolvido um projeto na empresa Oliveira & Irmão. Assim sendo, neste capítulo é feita uma breve introdução da organização, desde a sua história até à descrição da sua atividade industrial e comercial. Como a maior parte deste projeto foi desenvolvido no armazém de expedição, irá ser dado especial ênfase ao departamento de Logística Industrial.

3.1.1. História da empresa

Fundada em 1954, a Oliveira & Irmão iniciou-se com a comercialização de artigos e de equipamentos para o sector agrícola, nomeadamente artigos de rega. Desde cedo, a empresa decidiu apostar na cobertura do mercado nacional, para tal, fortaleceu o seu crescimento na ampliação da gama dos produtos comercializados, tendo ganho assim um maior destaque na oferta de artigos sanitários para o sector da construção civil.

Após um crescimento inesperado de solicitações do mercado, num panorama de diversidade de produtos e de elevados padrões de qualidade, houve, em 1981, a necessidade da empresa criar a sua primeira unidade industrial, especializando-se no fabrico de autoclismos em plástico e componentes para autoclismos cerâmicos com o recurso a tecnologias que lhe concederam um nível de destaque no mercado nacional.

Atualmente, a empresa possui as instalações industriais, comerciais e administrativas na Zona Industrial de Aveiro. Apresenta uma área coberta de 20.268 m² e mais de 300

funcionários, com uma média etária de 38 anos. Destes, 42% são do sexo masculino e 58% do sexo feminino, em que no total 59% possui formação académica. As instalações da Oliveira & Irmão, ilustradas pelas imagens da Figura 3, são consideradas uma das unidades industriais mais modernas e dinâmicas onde a garantia de qualidade é comprovada por vários organismos nacionais e internacionais, demonstrada pela crescente procura dos seus produtos.



Figura 3 - Instalações da Oliveira & Irmão e do AZIA

Os rigorosos processos de produção, aliados a uma clara aposta na inovação tecnológica, são a base para o desenvolvimento e conceção das soluções para os sistemas de instalação sanitária que a empresa apresenta. Este esforço diário é reconhecido pelas principais normas internacionais que certificam a qualidade e fiabilidade dos seus produtos. Os produtos, desde as torneiras de bóia, que permitem um rápido e silencioso enchimento dos autoclismos, até à resistência das estruturas para louça suspensa, são sujeitos aos mais rigorosos ensaios pelos organismos certificadores internacionais.

Para atingir este objetivo, a Oliveira & Irmão implementou e mantém um sistema de gestão de qualidade certificado segundo a norma ISO 9001:2000.

Simultaneamente, uma vasta gama dos produtos concebidos na empresa está certificada por vários organismos internacionais tais como: LGA (Alemanha), CSTB (França), KIWA (Holanda), SIET (Itália), SAI GLOBAL (Austrália) e WRAS (Inglaterra).

Por outro lado, a empresa foi considerada a organização portuguesa com mais patentes na Europa, mais de 30 patentes registadas apenas no ano de 2000 ("Oliveira & Irmão, S.A.," 2008).

Numa perspetiva mais concreta seguem-se a missão, visão e valores da organização.

Missão

A Oliveira & Irmão, S.A. tem a missão de criar, produzir e comercializar soluções inovadoras na área da hidro-termo-sanitária, antecipando as expectativas dos clientes, instituindo parcerias e procedendo de forma socialmente responsável.

Visão

A empresa pretende ser o abastecedor preferencial para as soluções hidro-termo-sanitárias de acrescido valor tecnológico. Pretende também suportar o reconhecimento da marca OLI, personalizar soluções e uniformizar componentes.

Valores

A Oliveira & Irmão, S.A. assume o compromisso da orientação para o cliente, os valores da excelência e da confiança. Valoriza o estabelecimento de parcerias, a inovação e por último e não menos importante, as pessoas.

3.1.2. Organigrama da empresa

No que respeita à organização interna da empresa, os departamentos com maior ligação estão agrupados, formando divisões, como se pode observar através do seguinte organigrama (Figura 4).

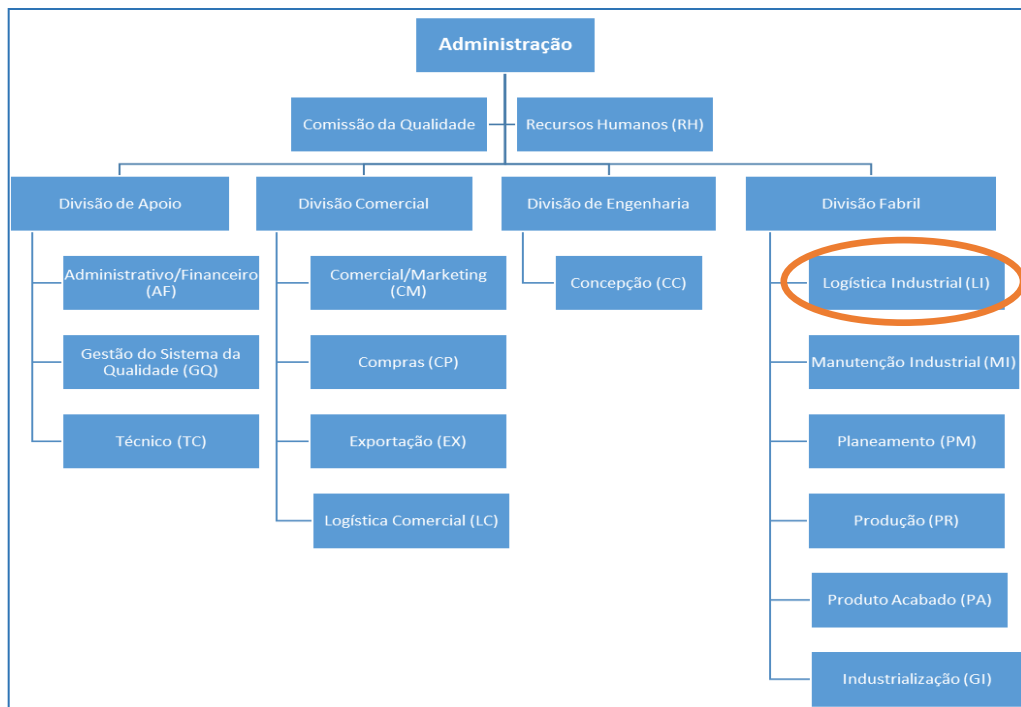


Figura 4 - Organigrama OLI

Dentro deste organigrama salienta-se o Departamento de Logística Industrial, uma vez que foi onde se realizou o projeto integrado neste relatório. Este departamento pode ser subdividido nas seguintes áreas:

- Armazém de Produtos Adquiridos – onde se encontram armazenados todos os materiais que não são fabricados dentro da organização, ou seja, os materiais que são adquiridos através de fornecedores;
- Receção Técnica – onde é realizada a receção e inspeção dos materiais que provêm de fornecedores. Normalmente, neste local atesta-se também a conformidade/não conformidade dos materiais adquiridos;
- Armazém de Produtos Injetados – onde são armazenados os materiais que são fabricados na empresa. Estes encontram-se em contentores ou em paletes, prontos a abastecer os supermercados;
- Supermercados (SPM's) – onde se encontram os materiais que são abastecidos nos bordos de linha para concluir o produto final. Dentro destes existem seis secções distintas, sendo elas: Torneiras, Interiores, Exteriores, Válvulas, Máquina 45, Placas e Embalagem. Salienta-se ainda que existem, nestes supermercados, materiais com posição fixa e variável, devidamente identificados. Para os primeiros pretende-se que tenham um local específico e para os segundos, devido às quantidades e frequência de uso não justificarem o local específico, pretende-se que os locais possam ser ocupados por vários códigos.
- Armazém de Expedição – onde se encontra o produto acabado, devidamente embalado e protegido pronto a ser carregado para ser entregue aos clientes. É neste armazém que se centra o tema do projeto.

3.1.3. Atividade industrial

A Oliveira & Irmão dedica-se ao fabrico de autoclismos e dos seus componentes, nomeadamente para a indústria cerâmica. Como parte fundamental em relação ao seu posicionamento competitivo a empresa recorre, no seu processo produtivo, a aprimorados meios tecnológicos, numa estratégia de se encontrar em permanente atualização face às evoluções técnicas que, mundialmente, se vão verificando no sector

onde opera. Na Figura 5 pode ser visualizado um exemplo onde se pode observar um braço robotizado.



Figura 5 - Braço robotizado usado na atividade industrial

A implementação de sistemas produtivos como resultado de apurados processos de investigação e desenvolvimento demonstra-se através dos produtos com elevadas performances em termos de qualidade, custo e eficiência. Melhorando as condições laborais dos colaboradores e recorrendo a um sólido conhecimento, a organização desenvolve a sua atividade em condições de integral respeito pelos mais exigentes padrões normativos de qualidade ("Oliveira & Irmão, S.A.," 2008).

3.1.4. Atividade comercial

Assumindo uma cultura que encara as relações com os clientes como relações de parceria, a empresa faz-se intérprete das necessidades e anseios de quem, no dia-a-dia, contacta com o cliente final. Para isso, disponibiliza meios, fornece informação e oferece um vasto conhecimento permanentemente reforçado pelos programas de formação que promove. Privilegiando uma estratégia de fidelização, a Oliveira & Irmão valoriza o serviço pós-venda, orientando-o numa perspetiva de "Satisfação Total do Cliente". Na Figura 6 é possível verificar um exemplo do produto comercial que se encontra disponível na zona comercial da Oliveira & Irmão, conhecido como AZIA (Armazém Zona Industrial Aveiro) ("Oliveira & Irmão, S.A.," 2008).



Figura 6 - Exemplo de um produto comercial

3.1.5. Mercados

Há muito que a empresa desenvolve parte significativa da sua atividade em mercados internacionais. Hoje a empresa conta com uma ligação societária ao Grupo Fondital (Itália), através das estruturas acionistas da Oliveira & Irmão, S. A. e da Oliver Internacional, SRL.

Em termos comerciais, a empresa está presente em vários mercados, como é ilustrado na Figura 7, sendo eles: Angola, Austrália, Áustria, Bielorrússia, Bélgica, Cabo Verde, Dinamarca, Egito, Holanda, Inglaterra, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Israel, Itália, Kuwait, Líbano, Malásia, Marrocos, Moçambique, Omã, Polónia, Rússia, Arábia Saudita, Espanha, Tunísia, Turquia e Iémen.



Figura 7 - Mapa de mercados da OLI

Em suma, e após a devida apresentação da empresa Oliveira & Irmão, é de referir que este projeto procurou aplicar em pequenas atividades o esforço de melhoria contínua usado na organização, nomeadamente naquelas que caracterizam o trabalho dos colaboradores dentro do armazém de expedição em relação às cargas efetuadas por estes.

3.2. Problema a resolver e objetivos a atingir

No início do estágio curricular foi proposto pela Oliveira & Irmão a realização de um projeto que pretendia apurar os desperdícios de tempo na realização das cargas para o sector comercial, AZIA, uma vez que estas apresentavam valores médios de 31 minutos, superior ao objetivo delineado pela empresa de 20 minutos, e identificar possíveis desperdícios de recursos que estavam a ser utilizados nestas.

3.3. Metodologia proposta

Para atingir os objetivos propostos pela empresa foi definido um procedimento de trabalho com a listagem das tarefas a realizar, sendo elas as seguintes:

- Realização de um levantamento de todas as tarefas que se realizam na carga;
- Definição da sequência de tarefas e identificação das respetivas precedências;
- Estudo e análise do histórico de cargas, do número de paletes enviadas e do *layout* onde esta se encontra;
- Estudo e análise do tempo médio de carga e da distância percorrida;
- Estudo e análise dos custos energéticos do empilhador que realiza a carga;
- Estudo de simulação para observar a viabilidade de carregar 16 paletes num tempo objetivo de 20 minutos;
- Redefinição das tarefas;
- Análise e discussão dos resultados.

Seguidamente serão detalhados cada um dos pontos acima referidos.

Levantamento e definição da sequência das tarefas desempenhadas durante a carga:

Nesta primeira etapa do projeto foi realizado um levantamento de todas as tarefas, executadas pelo colaborador que efetua a carga para o AZIA e que se encontram ligadas a esta de modo a entender o processo. Na tabela abaixo pode-se verificar as tarefas que são realizadas, as suas especificações e as respetivas precedências.

Tabela 1 - Especificação de tarefas e suas precedências

Identificação da tarefa	Tarefa	Especificação	Precedências
A	Definir <i>Packing List</i>	Listagem de todo o material a ser enviado para o AZIA disponibilizado pela pessoa responsável.	-
B	Verificar o material	O colaborador encarregue do carregamento do cliente, através do <i>Packing List</i> vai verificar que material já se encontra no armazém.	A
C	Procurar material	Em caso de o colaborador não encontrar o material no armazém é necessário este efetuar uma procura sobre o mesmo, podendo ter de ir ver se o material ainda se encontra a ser produzido.	A, B
D	Embalar	Depois de efetuar a procura e a separação do material a enviar é necessário embalar as paletes. Neste processo pode acontecer o colaborador ter de “construir” paletes com caixas de diversos códigos de material, por exemplo acessórios.	B, C
E	Separar	O colaborador vai colocando as paletes num local específico para que, aquando da carga, seja fácil o acesso a esse material.	D
F	Carregar	Após a chegada do transporte às instalações o colaborador inicia o carregamento deste. O trajeto que este faz depende do local onde colocou a carga, mencionado acima, podendo estar mais perto do transporte ou mais distante.	E

G	Colocar cintas	O transportador, após o carregamento ter sido efetuado, coloca, normalmente, uma cinta de proteção na última fila de paletes para que a carga vá estável durante o trajeto até ao armazém da zona industrial.	F
H	Tirar guia Transporte	Depois do colaborador ter confirmado as quantidades que envia na carga, através do <i>Packing List</i> , é tirado, pela pessoa responsável, uma guia de transporte que acompanha a carga.	F
I	Sair	Por fim, após ter o camião carregado, as cintas colocadas e a guia de transporte disponível, o transportador prossegue a sua viagem.	F, G, H

Através da tabela acima especificada é possível realizar um diagrama de precedências que melhor exemplifique as tarefas descritas e as suas interligações (Figura 8). É de referir que se entendeu pertinente dividir a tarefa de realização da carga em duas: pré-carregamento e carregamento. Na primeira, foi analisado o tempo que demora a preparar a carga por palete para se poder verificar em que situações está a ocorrer desperdício de tempo e/ou de recursos. Na segunda, analisou-se o tempo de carregamento propriamente dito, assim como o tempo de entrada e saída do transporte das instalações, para que também se possa verificar onde estão a ocorrer os principais desperdícios.

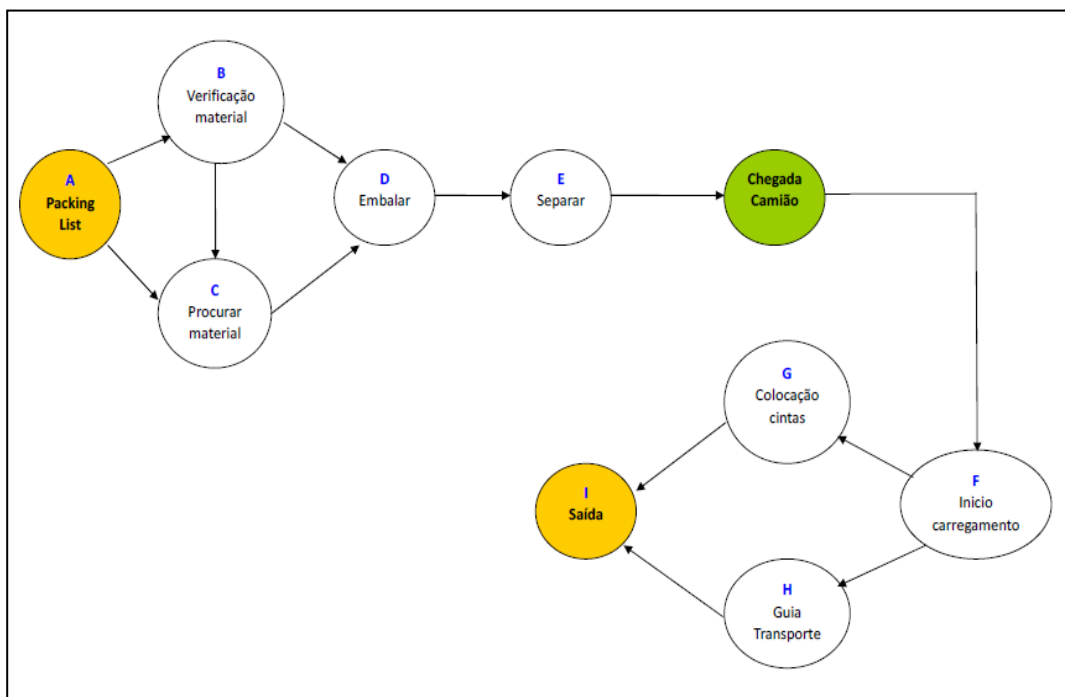


Figura 8 – Diagrama de precedências sobre as tarefas executadas para a carga do AZIA

Estudo e análise do histórico de cargas, paletes enviadas e do *layout* onde esta se encontra:

Alguns dos parâmetros que foram necessários estudar de modo a analisar quais os meses com maiores movimentações e qual a média de paletes que eram expedidas diariamente e semanalmente foram o número de cargas anuais e o número de paletes expedidas.

Através do planeamento das cargas que é realizado diariamente obtiveram-se os seguintes dados relativos ao ano de 2012:

Tabela 2 - Dados relativos às cargas e ao número de paletes expedidas para o AZIA

Cargas AZIA		
	Nº Cargas	Nº Paletes
Janeiro	18	306
Fevereiro	27	459
Março	20	340
Abril	21	357
Maió	18	306
Junho	16	272
Julho	17	289
Agosto	15	255
Setembro	20	340
Outubro	19	323
Novembro	22	374
Dezembro	17	289
Total anual	230	3910
Média mensal	19	326
Média semanal	5	81
Média diária	1	16

Resumidamente, verifica-se que existe uma média mensal de 19 cargas, semanal de 5 e uma média diária de uma carga, promovendo um total de 230 cargas realizadas num ano. Em relação às paletes expedidas denota-se um total de 3910 paletes durante um ano, dando uma média, por carga, de 16 paletes.

Após se ter realizado este estudo, foi pertinente estudar, também, o tempo de carregamento e a distância percorrida pelo empilhador, para, futuramente, traçar-se um

objetivo na melhoria do tempo de carga e analisar os custos energéticos para a empresa, a fim de verificar onde se encontravam desperdícios a reduzir. Posteriormente, também se achou interessante analisar quantas paletes se conseguiriam carregar num camião em 20 minutos, o tempo estipulado pela empresa como valor a atingir. Para este efeito usou-se um modelo de simulação.

A Figura 9 permite ver o trajeto que é realizado para preparar a carga e para carregar o camião. Este trajeto inclui as tarefas de procura, de separação e de embalagem de uma paleta, anteriormente mencionadas.

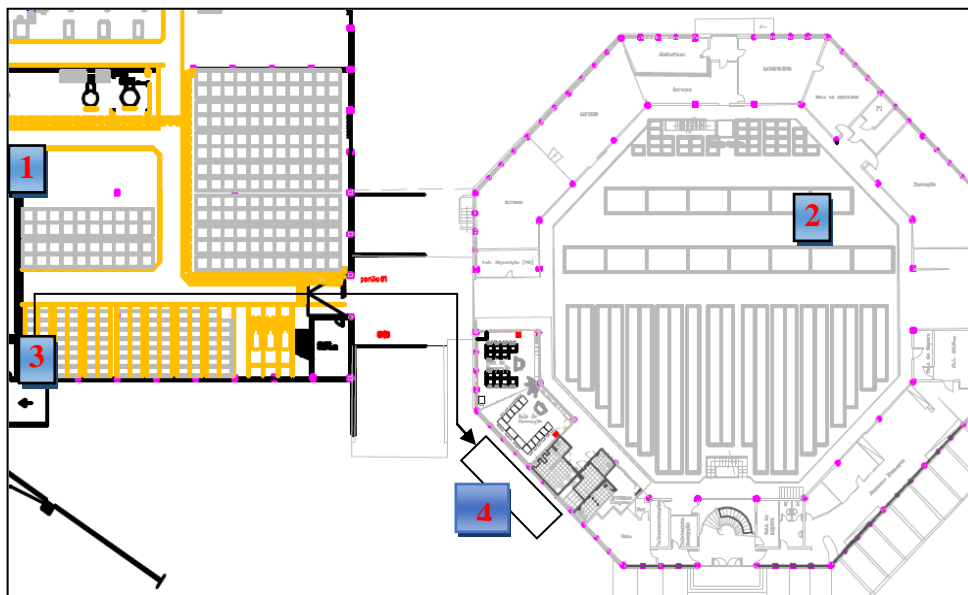


Figura 9 - Layout das tarefas de procura e de carregamento

De maneira a melhor entender o *layout* apresentado numerou-se com 1, a zona das peças, onde se podem encontrar acessórios e peças singulares a serem enviadas. Na zona 2, encontra-se a zona das placas. Em algumas cargas não é necessário recorrer a esta zona, uma vez que só o é feito quando o *Packing List* menciona um pedido de placas. Em 3 encontram-se paletes completos que vêm das linhas de produção já construídas e apenas são embaladas, como se pode observar na Figura 10.



Figura 10 - Zona de colocação da carga inicialmente

É nesta zona que as paletes são construídas quando é necessário fazer uma junção do que se encontra em 1, 2 e 3 e, também, onde são colocadas as paletes quando estão prontas a serem carregadas. Por último, em 4, encontra-se o fim do trajeto estando nesta zona o camião que transportará a carga.

Estudo e análise do tempo médio de carga e da distância percorrida:

Depois de registar as zonas que interagiam diretamente com a carga realizaram-se medições das distâncias percorridas para preparar e para carregar o camião. Estes dados podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Distâncias percorridas para preparar e carregar uma palete

Tarefa	Distância percorrida por palete (metros)
Preparar a carga	220
Carregar a carga (trajeto de 3 a 4)	60

Sendo assim, para a média de 16 paletes expedidas diariamente, obtém-se os valores ilustrados na Tabela 4. Estes valores englobam as duas viagens, de ida e de volta, que o empilhador necessita de realizar para a tarefa.

Tabela 4 - Distâncias totais percorridas para preparar e carregar a carga

Tarefa	Nº médio de paletes expedidas diariamente	Distância percorrida (metros)
Preparar a carga	16	7040
Carregar a carga (trajeto de 3 a 4)		1920

Por outro lado, realizou-se uma recolha de tempos de preparação e de carregamento da carga para o AZIA através de observação direta do colaborador aquando do desempenho das tarefas. Esses dados podem ser observados na Tabela 5 abaixo apresentada.

Tabela 5 - Dados recolhidos sobre os tempos de preparação e carregamento por palete na zona interior ao armazém PA

Zona Interior do Armazém PA	Tempo Carregamento por palete (min)	Tempo Preparação por palete (min)
	2,11	1,83
	1,56	1,75
	1,29	1,79
	3,8	2,2
	1,15	1,64
	1,2	1,64
	1,1	1,64
	1,2	1,6
	1,1	1,6
	1,3	3,7
	2,1	3,1
	2,5	3,21
	1,35	2,06
	1,16	1,92
	1,25	2,5
2,22	2,8	
Tempo médio	1,58	1,88

Deste modo, ao realizar os cálculos para as 16 paletes médias obtém-se os valores ilustrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Tempo médio de preparação e carregamento da carga

	Nº médio de paletes expedidas diariamente	
Tempo médio de preparação por paleta (minutos)	16	Tempo médio de preparação (minutos)
1,88		30,08
Tempo médio de carregamento por paleta (minutos)		Tempo médio de carregamento (minutos)
1,58		25,28

Ao tempo efetivo de carregamento das cargas é necessário adicionar o tempo de faturação, que é em média de 6 minutos, dando um total de tempo de carregamento de 31 minutos.

O processo de preparação da carga não foi abordado para possível realização de melhorias uma vez que o objetivo do projeto era a diminuição do tempo efetivo de carregamento (para 20 minutos). No entanto, uma vez que o colaborador demonstrava ter muitas dificuldades em encontrar o material para este cliente em específico mencionou-se a possibilidade de colocar uma etiqueta com o nome do cliente, neste caso “AZIA”, aquando da saída das paletes das linhas de produção. Deste modo, é possível o colaborador separar e encontrar o material que tem de ser enviado e, por outro lado, implementar uma pequena melhoria sem custos adicionais nem necessidade de alocar novos recursos.

Estudo e análise dos custos energéticos do empilhador que realiza a carga:

Ao analisar os dois aspetos anteriores referidos tornou-se claro que o aspeto energético do empilhador teria de ser abordado. Para tal, foi feita uma pesquisa de como calcular o custo energético do carregamento desta carga em particular. Sendo assim, abaixo encontra-se a fórmula encontrada para o cálculo referido:

$$\text{Custo energético} = P(W/h) \times \text{custo por } W/h \text{ (€)} \times \text{duração da carga (h)}$$

A potência do empilhador (P) foi calculada através da premissa:

$$P = \frac{(P \times I)}{60} ,$$

ou seja, a tensão elétrica, em Volts, a multiplicar pela intensidade elétrica, em Ampére/h, a dividir por 60 minutos, com unidade S.I. de Watts/h.

Sendo assim, foram retirados os valores dos dados que eram necessários para o cálculo da potência, ou seja,

$$I = 575 A/h$$

$$U = 48 V$$

Obtendo, portanto, um valor de potência $P = 460 W/h$.

Por outro lado, o custo por W/h, ou seja, o custo por unidade de potência elétrica usada é um valor padrão de taxa igual a 0,11€, obtido através de dados que a organização disponibilizou.

Por último, a duração da carga é obtida através dos dados retirados ao observar as cargas, tal como foi referido anteriormente.

Deste modo, o cálculo do custo energético do empilhador para realizar a carga da zona interior ao armazém do produto acabado (PA) encontra-se na Tabela 7 abaixo ilustrada.

Tabela 7 - Custo energético do empilhador para carregar da zona interior ao armazém PA

Zona	Nº médio de paletes expedidas diariamente	Distância percorrida (metros)	Tempo total de carregamento (h)	Potência do empilhador (W/h)	Custo energético por carga (€)
Zona interior ao armazém PA	16	1920	0,25	460	12,65

Em geral, uma carga realizada nesta zona tinha um tempo de carregamento de 31 minutos, uma distância percorrida de 1920 metros e um custo de carga do empilhador de 12,65 euros.

Estudo de simulação para observar a viabilidade de carregar 16 paletes médias num tempo objetivo de 20 minutos:

Após analisar as situações anteriores foi pertinente verificar a viabilidade de conseguir carregar as 16 paletes num tempo de 20 minutos, tempo definido como objetivo para a organização, tal como já foi referido.

Para tal, recorreu-se a um modelo de simulação discreta de modo a poder simular o trajeto efetuado pelo empilhador da zona onde a carga se encontrava até ao camião e proceder ao carregamento. A Figura 12 permite ver o modelo operacional do processo simulado e a sua respetiva animação (Figura 11). O modelo foi desenvolvido no software Arena.

Para este processo foram considerados alguns parâmetros já antes referidos neste relatório, nomeadamente a distância e os tempos de carregamento retirados, que através da ferramenta *Input Analyzer* foram devidamente modelados. O trajeto é efetuado duas vezes, um para carregar o camião, ou seja empilhador com palete, e outro para ir buscar palete, ou seja, empilhador vazio.

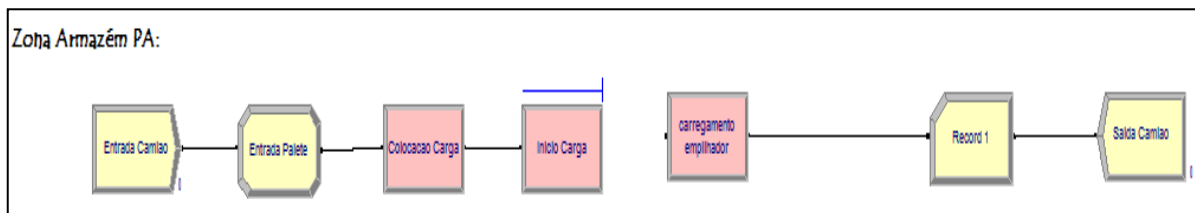


Figura 12 - Modelo de simulação



Figura 11 - Animação do processo modelado

Após a execução do modelo, obtiveram-se resultados que se encontram ilustrados na Tabela 8.

Tabela 8 - Dados retirados do modelo de simulação

Tempo de modelação (minutos)	Número de réplicas	Distância percorrida (metros)	Média de paletes carregadas (IC a 95%)	Número mínimo paletes carregadas	Número máximo paletes carregadas
20	100	60	9.48 ± 0.25	6	12

Portanto, em geral, para um processo de carga de um camião a demorar 20 minutos, daria para carregar em média 9 paletes.

Sendo assim, entendeu-se relevante analisar e proceder à redefinição de tarefas de maneira a melhorar o processo que estava a ser realizado para este tipo de cargas e tentar conseguir o objetivo de carregar as 16 paletes em 20 minutos.

Redefinição das tarefas:

Depois de analisar o estado dos carregamentos realizados para o AZIA foi possível identificar problemas e potenciais desperdícios aos quais se podiam aplicar melhorias contínuas para os reduzir/eliminar. Os principais problemas apresentados, as ações possíveis de implementar, os objetivos a atingir e os recursos necessários encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9 - Principais problemas observados durante a carga

Problema	Descrição do problema	Ação	Objetivo	Recursos
1	Carga parar porque o colaborador interno necessita de realizar outra tarefa que possui uma importância maior.	Possibilidade do colaborador comercial realizar a carga do camião.	Não acontecer uma paragem na carga que leve a um aumento do tempo do transporte dentro das instalações.	Empilhador
2	Aquando do carregamento a carga ainda não se encontrar pronta.	Possibilidade de um planeamento da carga mais exigente a nível horário.	Não ocorrer tempos desperdiçados em que o transporte está nas instalações mas o colaborador interno ainda se encontra a preparar a carga	
3	Tempo desperdiçado no carregamento da carga por esta se encontrar em vários pontos do armazém.	Colocar a carga numa zona mais perto do carregamento para evitar desperdícios de tempos.	Diminuir o tempo de carregamento e, posteriormente o tempo em que o transporte se encontra nas instalações	

Problema 1 - Carga parar porque o colaborador interno necessita de realizar outra tarefa

Este problema observou-se algumas vezes durante os tempos de observação de cargas, principalmente quando estas ocorriam durante o início da manhã, em simultâneo com cargas de contentores e intermodais, fazendo com que o colaborador necessitasse de interromper a carga do AZIA e realizar as outras que tinham um grau de importância e dificuldade maior.

Deste modo, para que tal não acontecesse repetidamente pensou-se na possibilidade de existir um empilhador disponível para o colaborador que conduz o transporte até às instalações, uma vez que este é colaborador interno da Oliveira & Irmão e tem formação em manusear máquinas de transporte de paletes.

Esta solução permitiria que as cargas não fossem interrompidas e que não incutissem valores discrepantes aos que foram observados como tempos limites delineados para objetivo.

Por outro lado, permitiria também à organização alocar todos os recursos disponíveis e ficar com um colaborador apto para a realização de outras tarefas com maior grau de importância.

Problema 2 - Aquando do carregamento, a carga ainda não se encontrar pronta

Este problema ocorreu repetidamente, durante várias cargas, uma vez que o transporte chegava às instalações e a carga ainda não se encontrava pronta para carregar. O problema ocorria porque o planeamento e agendamento das cargas para o AZIA não era realizado de maneira rigorosa, era marcado uma carga diária, mas sem horário para esta.

Sendo assim, para solucionar este problema foi necessário um estudo de qual seria a melhor altura para estabelecer uma marcação definitiva de cargas a fim de que, aquando desta, o colaborador interno tivesse a carga preparada para que o transportador não necessitasse de estar à espera. Deste modo, e antes de realizar um agendamento diário, foi necessário, em conjunto com o colaborador que realiza a carga, com a colaboradora que efetua as marcações e com a pessoa responsável pelo armazém AZIA, analisar as situações que colocavam o tempo normal de carregamento em risco, sendo elas:

- Realização de carregamentos de contentores por parte do colaborador sendo que as cargas para o AZIA não poderiam ser realizadas durante a manhã;
- Necessidade de haver, em certas alturas, mais do que uma carga por dia para o armazém, o que levaria a que houvesse um espaço de tempo que permitisse ao transportador levar a carga, descarregá-la e voltar para carregar de novo.
- Possibilidade de permitir que o colaborador tenha tempo suficiente para preparar a carga antes de realizar o carregamento, visto que este era o objetivo primário.

Deste modo, a hora que ficou decidida para que, diariamente, se realizassem as cargas foi às 14h, uma vez que esta hora permitiria que as premissas anteriores fossem todas cumpridas. Para este problema não foi necessário adicionar nenhum recurso, uma vez que apenas era preciso modificar a metodologia de trabalho que estava a ser realizada.

Problema 3 - Tempo desperdiçado no carregamento da carga por esta se encontrar em vários pontos do armazém

Para a resolução deste problema foi sugerido colocar o material em alguns pontos diferenciados e estudar os tempos de carregamento que estes envolviam. Para tal, foram escolhidos três pontos da zona de expedição para localizar a carga, sendo eles a zona do cais, a zona interior referente ao armazém octogonal e a zona exterior ao armazém.

Similarmente ao que foi efetuado antes, na zona onde a carga era realizada, foi feito um estudo dos tempos de carga, das distâncias percorridas, dos custos energéticos e da viabilidade do local para a realização destas nestes três locais.

Deste modo, segue-se uma explicação individual para cada uma das zonas, do *layout* destas e dos dados que foram retirados.

1. Zona do cais

Para tentar uma aproximação da carga ao local onde esta se efetuava, experimentou-se armazená-la na zona do cais.

Neste caso seria necessário a configuração de uma zona para a colocação de 3 filas, no máximo 4, para a disposição do material. Deste modo, pode-se visualizar o *layout* proposto na Figura 13.

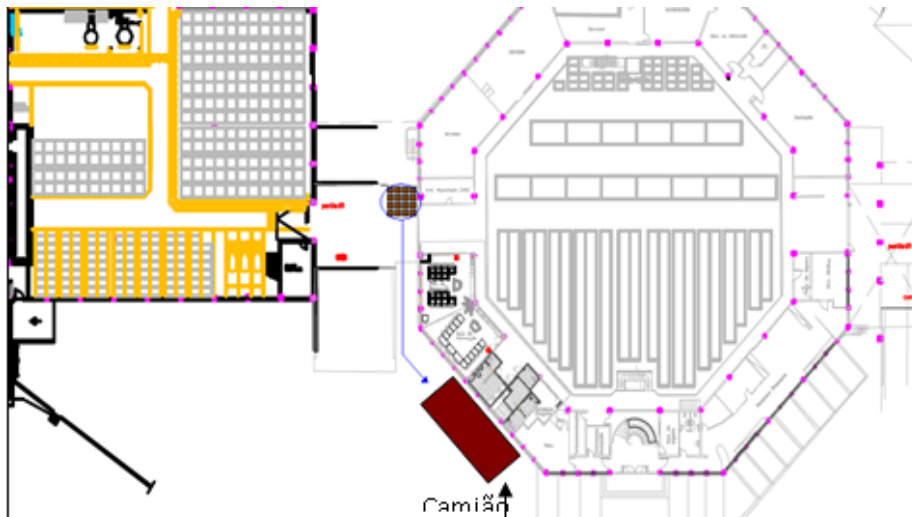


Figura 13 - Layout proposto para a zona do cais

Após isto, foi feito, tal como inicialmente, um registo de tempos das cargas que eram realizadas. Esses tempos podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10 - Dados retirados da zona do cais

Zona do Cais	Tempo Carregamento por palete (min)
	0,70
	0,56
	0,65
	0,55
	0,74
	0,52
	0,52
	0,45
	0,48
	0,62
	0,42
	0,51
	0,49
	0,41
0,63	
0,52	
Tempo médio	0,52

Realizando uma análise com a média de 16 paletes expedidas diariamente obtém-se a seguinte tabela:

Tabela 11 - Tempo médio de carregamento da zona do cais

	Nº médio de paletes expedidas diariamente	
Tempo médio de carregamento por palete (minutos)	16	Tempo médio de carregamento (minutos)
0,52		8,32

Analisando, no geral, os resultados obtidos, adicionando os seis minutos médios de faturação, as cargas demorariam cerca de 14 minutos, ficando abaixo do objetivo delineado pela organização.

Por outro lado, foi feito um levantamento dos dados sobre as distâncias realizadas com a carga nesta zona. Esses valores englobam as distâncias percorridas por palete e para a média de 16 paletes. Deste modo, são demonstradas as duas viagens feitas, de ida e de volta. Os dados podem ser visualizados na Tabela 12.

Tabela 12 - Média da distância percorrida da zona do cais

	Distância percorrida por palete (metros)	Nº médio de paletes expedidas diariamente	Distância percorrida (metros)
Zona Cais	10	16	320

De uma maneira geral, uma carga alojada nesta zona percorreria uma distância de 320 metros para carregar 16 paletes.

Seguidamente, foi realizado, tal como para o estado inicial dos carregamentos, um estudo do custo energético do empilhador com a carga alojada nesta zona. A Tabela ilustra os dados calculados.

Tabela 13 - Custo energético do empilhador para carregar da zona do cais

Zona	Nº médio de paletes expedidas diariamente	Distância percorrida (metros)	Tempo total de carregamento (h)	Potência do empilhador (W/h)	Custo energético (€)
Zona Cais	16	320	0,14	460	7,08

Resumidamente, esta zona permitiria um carregamento em 14 minutos, uma distância percorrida pelo empilhador de 320 metros e um custo energético de 7,08 euros (menos de metade face à anterior solução).

Por outro lado, tal como anteriormente, analisou-se a viabilidade do local para um carregamento eficiente de 16 paletes num tempo objetivo de 20 minutos. Para tal usou-se um novo modelo de simulação.

Para a distância e para os tempos de carregamento apresentados foi possível obter os resultados ilustrados na Tabela 14.

Tabela 14 - Dados retirados do modelo de simulação para a zona do Cais

Tempo de modelação (minutos)	Número de réplicas	Distância percorrida (metros)	Média de paletes carregadas (IC a 95%)	Número mínimo paletes carregadas	Número máximo paletes carregadas
20	100	10	16.00 ± 0.00	16	16

Portanto, num modelo de carga em 20 minutos seriam carregadas as 16 paletes tornando a zona viável.

No entanto, este local possui o problema de que a carga não pode ficar mais do que um dia nesta zona devido à humidade do local, o que pode provocar estragos nas embalagens e nos materiais a serem enviados, tornando a zona não viável.

2. Zona no Exterior

Esta zona só é viável se meteorologicamente for possível, ou seja, em dias de céu aberto sem chuva nem humidade, uma vez que a carga fica à espera de ser carregada e o tempo pode danificar a embalagem e o material.

Portanto, este tipo de carregamento pressupõe que a carga irá ser realizada num curto espaço de tempo após ter sido lá alojada, o que se demonstra, muitas vezes, não ser possível.

Por outro lado, tem a desvantagem de que, em caso de a carga não ser realizada, o colaborador tem de a arrumar no interior do armazém. Este problema, em termos práticos, levaria a carga a ocupar uma zona interior do armazém.

No entanto, para melhor visualizar o espaço ocupado, em baixo apresenta-se o *layout* proposto para esta solução (Figura 14).

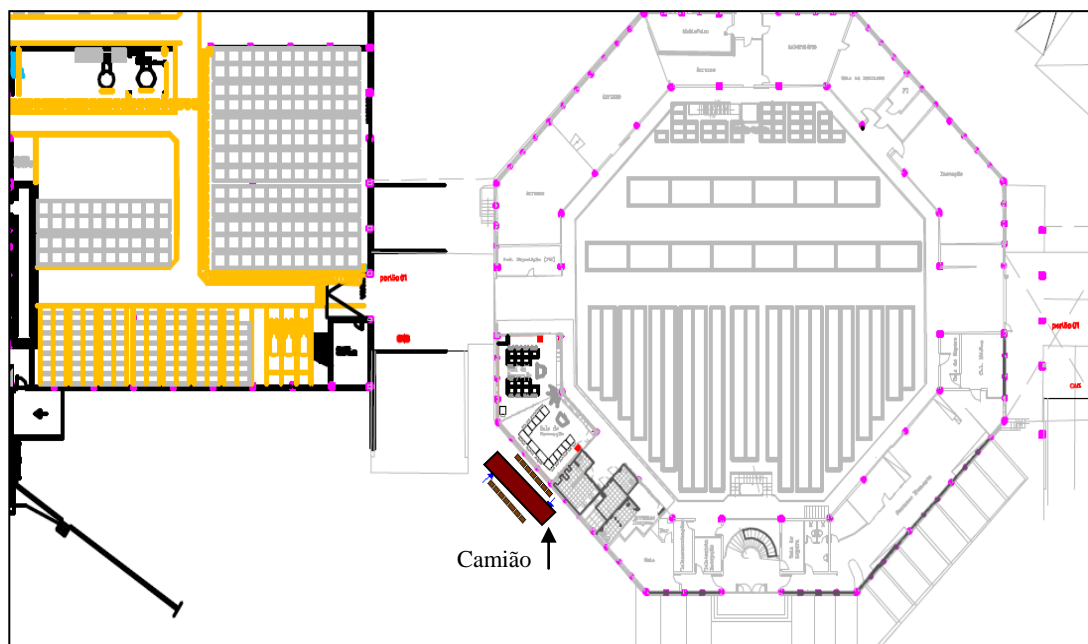


Figura 14 - Layout proposto para a zona exterior

Neste caso, a carga normalmente é disposta como é carregada, ou seja, as paletes que vão ocupar a zona da direita do camião na parte direita, e as que vão ocupar a zona da esquerda na parte esquerda. Este processo permite facilitar o carregamento e diminuir a distância percorrida e o tempo de carregamento. A Figura 15 abaixo ilustrada permite visualizar o processo descrito.



Figura 15 - Zona de colocação da carga no exterior

Tal como anteriormente, foi realizado um levantamento dos tempos de carregamento aquando da carga disposta neste local. Estes podem ser visualizados na Tabela 15.

Tabela 15 - Tempos retirados da carga colocada na zona exterior

Zona Exterior	Tempo Carregamento por Palete (min)
	0,33
	0,28
	0,35
	0,25
	0,36
	0,30
	0,29
	0,35
	0,31
	0,28
	0,32
	0,30
	0,30
	0,28
	0,27
0,33	

Na seguinte tabela é possível observar os valores dos tempos de carregamento médios por palete e para as 16 paletes expedidas por carga.

Tabela 16 - Tempo médio de carregamento da zona exterior

	Tempo carregamento por palete (minutos)	Nº médio de paletes expedidas diariamente	Tempo carregamento total (minutos)
Zona Exterior	0,33	16	5,28

Sendo assim, incluindo o tempo de faturação, a carga teria um tempo efetivo de 11 minutos, ficando abaixo do objetivo traçado.

Por outro lado, analisando as distâncias percorridas obtém-se a seguinte tabela. Tal como anteriormente foi realçado, as distâncias totais apresentadas são de duas viagens, ida e volta, para efetuar o carregamento no seu todo.

Tabela 17 - Distâncias médias percorridas com a carga na zona exterior

	Distância percorrida por palete (metros)	Nº médio de paletes expedidas diariamente	Distância percorrida (metros)
Zona Exterior	3	16	96

Em geral, uma carga carregada a partir desta zona teria uma distância percorrida de 96 metros para carregar 16 paletes.

Por outro lado e tal como foi feito anteriormente, a análise ao custo energético para a realização desta carga encontra-se na Tabela 18 abaixo ilustrada.

Tabela 18 - Custo energético do empilhador com carga na zona exterior

Zona	Nº médio de paletes expedidas diariamente	Distância percorrida (metros)	Tempo total de carregamento (h)	Potência do empilhador (W/h)	Custo energético (€)
Zona Exterior	16	96	0,09	460	4,55

Resumidamente, um carregamento efetuado nesta zona tem, em média, um tempo efetivo de 11 minutos, uma distância percorrida de 96 metros e um custo energético de 4,55 euros.

Tal como anteriormente, efetuou-se um novo estudo de simulação cujos resultados se encontram na Tabela 19.

Tabela 19 - Dados retirados do modelo de simulação para a zona exterior

Tempo de modelação (minutos)	Número de réplicas	Distância percorrida (metros)	Média de paletes carregadas (com intervalo de confiança)	Número mínimo paletes carregadas	Número máximo paletes carregadas
20	100	10	16.00 ± 0.00	16	16

Portanto, num modelo de carga em 20 minutos seriam carregadas as 16 paletes tornando a zona viável.

No entanto, devido às premissas que já anteriormente foram equacionadas, esta zona torna-se inviável em dias de carga incerta e de tempo meteorologicamente instável.

3. Zona interior no Octogonal

Após analisar várias localizações dentro do armazém que permitissem diminuir o tempo de carregamento e a distância percorrida, aquela que pareceu mais viável, tanto no presente como no futuro, seria uma zona no interior do armazém denominado de octogonal, uma vez que a carga ficaria livre de humidade. Deste modo, foi analisado um espaço para caber camião e meio de carga, que é a produção diária normal realizada para este cliente, e de fácil acesso para qualquer colaborador.

Sendo assim, na Figura 16 pode-se verificar qual, do armazém octogonal, foi a zona escolhida e qual o trajeto efetuado para o carregamento.

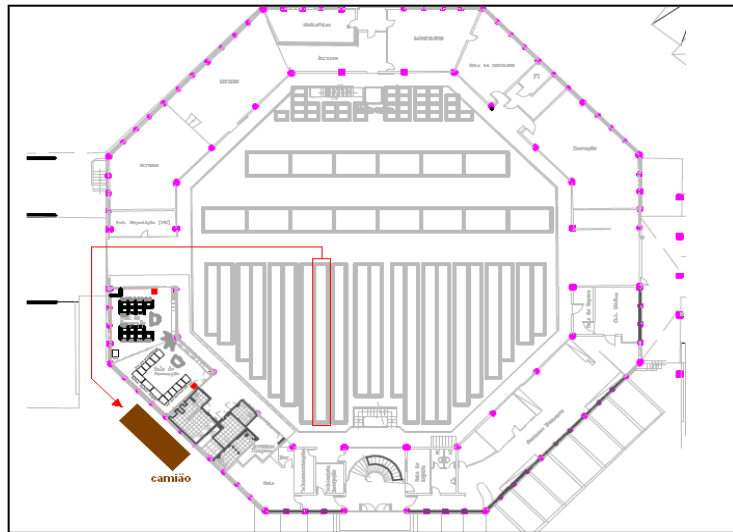


Figura 16 - Layout proposto para a carga na zona do Octogonal

Portanto, a zona escolhida foi a 8.ª fila do Octogonal que respeita as premissas anteriores (Figura 17).



Figura 17 - Oitava fila do Octogonal proposta para a colocação da carga

Seguindo o procedimento já antes especificado, foram retirados os valores dos tempos de carregamento para analisar se a zona era viável. Segue, em baixo, a Tabela 20 onde se pode verificar os dados sobre os tempos.

Tabela 20 - Tempos retirados da carga na zona do Octogonal

Zona Interior no Octogonal	Tempo Carregamento por Palete (min)
	0,70
	0,61
	0,55
	0,60
	0,63
	0,61
	0,58
	0,55
	0,60
	0,61
	0,57
	0,60
	0,63
	0,58
	0,61
0,58	

De uma forma mais geral, na tabela abaixo ilustrada é possível observar os valores médios para carregamento por palete e por média de 16 paletes.

Tabela 21 - Tempo médio de carregamento com a carga na zona do Octogonal

	Tempo carregamento por palete (minutos)	Nº médio de paletes expedidas diariamente	Tempo carregamento total (minutos)
Zona interior no Octogonal	0,60	16	9,60

Assumindo a premissa de faturação com uma média de 6 minutos, o tempo efetivo de carregamento nesta zona seria de 16 minutos, ficando abaixo do objetivo delineado.

Por outro lado, é necessário ter em conta as distâncias percorridas pelo colaborador, sendo assim, a Tabela 22 permite analisar a distância percorrida por palete e pelas 16 paletes, em média, carregadas diariamente.

Tabela 22 - Distância média percorrida com a carga na zona do Octogonal

	Distância percorrida por palete (metros)	Nº médio de paletes expedidas diariamente	Distância percorrida (metros)
Zona interior no Octogonal	20	16	640

Ou seja, uma carga colocada nesta zona para ser carregada percorre, em média, uma distância de 640 metros.

Analisando, agora, o custo energético do empilhador para carregar as 16 paletes em média expedidas diariamente, obtém-se a seguinte tabela.

Tabela 23 - Custo energético do empilhador com carga na zona do Octogonal

Zona	Nº médio de paletes expedidas diariamente	Distância percorrida (metros)	Tempo total de carregamento (h)	Potência do empilhador (W/h)	Custo energético (€)
Zona interior no Octogonal	16	640	0,16	460	8,10

Portanto, um carregamento realizado com a carga alojada nesta zona teria uma média de tempo de carregamento de 16 minutos, uma distância percorrida de 640 metros e um custo energético de 8,10 euros.

Mais uma vez introduziram-se as alterações necessárias no modelo base de simulação e confirmou-se a viabilidade de cumprir o tempo de carga objetivo.

4. Análise e discussão dos resultados

De modo a analisar os dados anteriormente referidos relativos a possíveis novas localizações para o armazenamento da carga foi criada a Tabela 25, abaixo ilustrada. Por outro lado, também foi equacionada a permanência da carga na zona onde se encontrava anteriormente. Portanto, a tabelao permite observar que possível localização seria a mais viável, eficiente e eficaz para as cargas do AZIA.

Tabela 24 - Resumo das zonas e dos parâmetros analisados

Zona	N.º paletes expedidas	Duração carregamento (minutos)	Distância percorrida (metros)	Custo energético (euros)	Viabilidade através do estudo de Simulação
Interior ao armazém PA	16	31	1920	12,65	Não viável
Cais		14	320	7,08	Viável com restrições meteorológicas
Exterior		11	96	4,55	Viável com restrições meteorológicas
Interior ao armazém Octogonal		16	640	8,10	Viável

A zona interior ao armazém do PA é uma zona que além de passar o objetivo traçado como máximo para o carregamento do camião para o AZIA, conduz a maiores distâncias percorridas e, sendo assim, maiores custos energéticos. O estudo de simulação permitiu confirmar estes valores e assim concluir que esta zona não é viável.

Das restantes zonas que foram analisadas, a que demonstrou ter valores mais viáveis e que possibilitassem um carregamento eficaz foi a zona interior ao armazém no Octogonal, uma vez que cumpre o objetivo delineado de ter um tempo de carregamento

de 20 minutos, no máximo, e possui condições para a carga ser armazenada sem riscos de humidade. Por outro lado, permite uma diminuição das distâncias percorridas pelo empilhador e, consecutivamente, os custos energéticos inerentes a estes.

Por fim, as outras duas zonas, no cais e no exterior, são zonas que apresentam bons resultados, no entanto têm premissas que, tal como foi anteriormente referido, as torna inviáveis para armazenar as cargas.

5. Conclusão

5.1. Reflexão sobre o trabalho realizado

Este trabalho teve como principal objetivo a análise e melhoria do processo de carga para o Armazém da Zona Industrial (AZIA) de modo a reduzir o tempo de carga para, no máximo, 20 minutos.

Para que o objetivo proposto fosse alcançado, foi realizado um estudo do estado inicial do processo tendo sido, posteriormente, analisado. Com base na análise realizada foram definidas novas metodologias para reduzir os desperdícios observados como é o caso da distância percorrida, dos consumos energéticos do empilhador e do tempo de carga.

Concluiu-se, deste modo, que o local mais viável para armazenar a carga a fim de a carregar com menor distância, menor custos energéticos do empilhador e dentro do tempo definido é a zona interior ao armazém do Octogonal.

Este local apresenta um valor de cerca de 16 minutos para carregar 16 paletes, uma distância percorrida de 640 metros e um custo energético de 8,10€. Em comparação com o estado inicial revela ter um tempo de carregamento com um valor inferior na ordem dos 15 minutos, 1280 metros percorridos a menos para efetuar a carga e menos 4,55€ de custo energético do empilhador.

As outras duas zonas estudadas, zona do cais e zona do exterior, eram viáveis em relação aos parâmetros testados, no entanto apresentavam premissas relativas à humidade e às condições meteorológicas que impossibilitavam as cargas.

Por outro lado, foram também definidas outras melhorias de modo a facilitar o processo de procura e carregamento. Foi definido um horário fixo para as cargas realizadas diariamente, o que permite um melhor planeamento por parte do colaborador para ter a carga pronta à hora e foi abordada a possibilidade de se colocar uma etiqueta com a denominação do cliente a que corresponde a carga, nas linhas de produção, de modo a facilitar a preparação das cargas, ou seja, ser mais fácil encontrar o material no armazém.

5.2. Desenvolvimentos futuros

Ao longo deste projeto foram observados alguns procedimentos menos corretos a nível de organização do armazém, sendo que o local definido para a colocação da carga para o AZIA era preenchido com cargas para outros clientes. Este acontecimento devia-se ao facto do armazém se encontrar cheio e deste cliente ser um “cliente interno”, ou seja, fazer parte da secção comercial da organização, sendo entendido por parte dos colaboradores como um cliente menos importante.

Deste modo, um dos aspetos mais relevantes a ter em consideração no futuro será a consciencialização dos colaboradores para a importância da zona delimitada para este cliente ficar apenas com material expedido para este.

Por outro lado, um dos maiores problemas apresentados neste armazém deve-se ao facto de ele se encontrar quase sempre cheio, sendo que aumenta o grau de dificuldade em encontrar o material a ser expedido. Posto isto, uma das melhorias que foram pensadas no decorrer deste projeto foi a colocação de localizações informáticas por área no armazém. Deste modo, o colaborador, através de uma pistola de leitura ótica, consegue, ao colocar o material, definir informaticamente a sua zona para que outros colaboradores o encontrem facilmente.

De um modo geral, com base no compromisso assumido pelo Departamento da Logística Industrial com o Departamento da Melhoria Contínua, encontram-se reunidas todas as condições para que os objetivos de redução de desperdícios sejam cumpridos.

6. Referências Bibliográficas

- Banks, J. (1998). *Handbook of simulation*: Wiley Online Library.
- Barbosa, D. H., & Musetti, M. A. (2011). The use of performance measurement system in logistics change process: Proposal of a guide. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(4), 339-359.
- Bonney, M. C., Zhang, Z., Head, M. A., Tien, C. C., & Barson, R. J. (1999). Are push and pull systems really so different? *International Journal of Production Economics*, 59(1-3), 53-64. doi: 10.1016/s0925-5273(98)00094-2
- Carvalho, J., Carvalho, V., Ferreira, L., Garcia, N., Pedro, S., & Pereira, A. (2001). Auditoria logística: medir para gerir. *Edições Sílabo, Lisboa*.
- Chow, G., Heaver, T. D., & Henriksson, L. E. (1994). Logistics performance: definition and measurement. *International journal of physical distribution & logistics management*, 24(1), 17-28.
- Cunningham, J., & Jones, D. (2007). *Easier, Simpler, Faster: Systems Strategy for Lean IT*: Productivity Press.
- de Araujo, C. A. C., & Rentes, A. F. (2008). A metodologia kaizen na condução de processos de mudança em sistemas de produção enxuta. *Revista Gestão Industrial*, 2(2).
- de Queiroz, J. A. Produção enxuta: uma síntese dos aspectos teóricos e práticos.
- Fabrizio, T., & Tapping, D. (2006). *5S for the Office: Organizing the Workplace to Eliminate Waste*: Productivity Press.
- Fugate, B. S., Mentzer, J. T., & Stank, T. P. (2010). Logistics performance: Efficiency, effectiveness, and differentiation. *Journal of Business Logistics*, 31(1), 43-62.
- Ghinato, P. (1995). Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-in-Time. *Produção*, 5, 169-189.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going lean*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School.
- Koster, M. B. M., & Balk, B. M. (2008). Benchmarking and monitoring international warehouse operations in Europe. *Production and operations management*, 17(2), 175-183.

- Langley, C. J., & Holcomb, M. C. (1992). Creating logistics customer value. *Journal of Business Logistics*, 13, 1-1.
- Monden, Y. (1998). *The Toyota Production System: An integrated approach to Just-in-time*: management press.
- Neves, M. A. O. Indicadores de Desempenho em Logística Retrieved 03-11-2012, from http://www.guiadotrc.com.br/logistica/indicadores_desempenho_logistica.asp.
- Oliveira & Irmão, S.A. (2008).
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*: Productivity press.
- Pinto, J. P. (2009). *Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro*: Comunidade Lean Thinking.
- Poppendieck, M. (2011). Principles of lean thinking. *IT Management Select*, 18.
- Reichhart, A., & Holweg, M. (2007). Lean distribution: concepts, contributions, conflicts. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3699-3722. doi: 10.1080/00207540701223576
- Rother, M., & Shook, J. (1998). *Aprendendo a enxergar*. Lean Institute Brasil, SP.
- Sangam, V. (2010). Warehouse Key Performance Indicators. Retrieved from <http://vijaysangamworld.wordpress.com/2010/08/27/warehouse-key-performance-indicators/>
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149. doi: 10.1016/s0272-6963(02)00108-0
- Shimbun, N. K., & Magazine, F. (1989). *Poka-yoke: Improving product quality by preventing defects*: Productivity Press.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553-564. doi: 10.1080/00207547708943149
- Sutherland, J., & Bennett, B. (2007). The seven deadly wastes of logistics: applying Toyota Production System principles to create logistics value. *White Paper*(701).
- Tallant, J. (2011). *Elements of Lean Manufacturing*. GRIN Verlag.

Wittenberg, G. (1994). Kaizen—The many ways of getting better. *Assembly Automation*, 14(4), 12-17.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation, revised and updated*: Free Press.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production-- Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*: Simon & Schuster.