



UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Sara Alexandra Sousa Santos

**REDUÇÃO DOS TEMPOS DE ESPERA NO
ARMAZÉM DE EXPEDIÇÃO: SETOR DA PASTA
DE PAPEL**

**Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial orientada
pela Professora Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes e apresentada ao
Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade de Coimbra.**

Julho de 2021

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Redução dos Tempos de Espera no Armazém de Expedição: Setor da Pasta de Papel

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

Reduction of Waiting Time in the Expedition Warehouse: Paper Pulp Sector

Autor

Sara Alexandra Sousa Santos

Orientador

Professora Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes

Júri

Presidente Professor Doutor **Cristóvão Silva**
Professor Associado com Agregação da Universidade de
Coimbra

Vogal Professor Doutor **Telmo Miguel Pires Pinto**
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

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

Colaboração Institucional



Celulose Beira Industrial, S.A.

Coimbra, julho, 2021

*Doing what you like is freedom.
Liking what you do is happiness.*

Frank Tyger

Aos meus pais.

Agradecimentos

O trabalho hoje apresentado representa o culminar do meu percurso académico, sendo que este só foi possível com o apoio de algumas pessoas e, por isso, não poderia deixar de dar a minha palavra de agradecimento.

O maior dos agradecimentos não poderia deixar de ser aos meus pais e irmã, por todo o esforço e dedicação na minha educação e por me tornarem a pessoa que sou hoje. Por me apoiarem e caminharem sempre lado a lado comigo, mesmo com todas as dificuldades, em todas as etapas da minha vida. A vocês, o meu obrigado.

Ao Xavier, por ter estado presente em todos os momentos mais importantes da minha vida, por celebrar comigo todas as vitórias e por todo o apoio e força ao longo dos últimos anos. À Ísis, a minha afilhada de coração, por ser a pessoa que nunca me deixou baixar os braços, pela força e coragem que sempre me deu para eu ter sucesso.

Um agradecimento especial às melhores companheiras de casa que podia ter tido, Adriana Sousa e Rita Martins, por terem sido família em Coimbra, pelo suporte em todos os momentos. O meu muito obrigado pelas memórias que vão ficar.

Às amizades que ficam, Ana Seabra, Carolina Ferraz, Inês Lopes, Inês Rodrigues, Marisa Neves, Rita Carriço e Rita Gonçalves, por todo o apoio.

À minha orientadora do Departamento de Engenharia Mecânica, a professora Gabriela Fernandes, por toda a sua dedicação e apoio prestado ao longo dos meses.

À CELBI, pela oportunidade de estágio na situação que o país atualmente enfrenta e a todos os colaboradores do armazém da pasta de papel, em especial ao Jorge Moreno, pela integração na equipa e pela colaboração no decorrer de todo o projeto. Um obrigado especial também ao meu orientador, o Eng.º Daniel Marcos, pelo apoio ao longo dos meses na empresa.

Por último, a Coimbra, a eterna Cidade dos estudantes, por me ter feito crescer e por todas as recordações que daqui levo. Cinco anos depois, confirmo que foi a melhor escolha para viver esta etapa da minha vida.

A todos estes e a muitos mais que poderiam estar aqui mencionados, o meu muito obrigado!

Resumo

Nos dias de hoje, com o surgimento de novos mercados de compra e o aumento da competitividade do mercado, as empresas tendem a querer melhorar o seu desempenho e o seu nível de serviço, como forma de diferenciação. A indústria da pasta de papel está dependente de uma longa e extensa cadeia de abastecimento, sendo que esta culmina na distribuição para o cliente final. Para um bom nível de serviço, os armazéns possuem um papel fulcral, para existir disponibilidade do produto conforme pedido do cliente, em quantidade, prazo e condição certa.

Com o aumento da capacidade produtiva da CELBI, em consequência dos investimentos para o aumento da produção e da melhoria do processo produtivo ao longo dos últimos anos, existiu um aumento do volume de expedição. Como consequência, a empresa defronta-se com problemas a nível logístico. Com os elevados tempos de espera e de processo registados no armazém de expedição, existiu a necessidade de estudar as razões que os originam. As falhas de comunicação, a falta de visibilidade horária sobre os carregamentos e a restrição de espaço para efetuar os mesmos foram os principais problemas identificados, através da recolha de dados em SAP, da observação direta do processo e da realização de *brainstormings* e entrevistas não estruturadas. Após a identificação dos problemas foram propostas melhorias, tais como a implementação de *pagets* e planeamento de carregamentos em janelas horárias, de modo a tornar o processo mais eficiente.

O projeto está organizado pelas etapas: Definir - Medir - Analisar - Implementar melhorias - Controlar (DMAIC). Este é um ciclo responsável por diminuir desperdícios, abrandar falhar, solucionar problemas, melhorar processos e dar uma visão mais ampla e detalhada de tudo o que acontece na organização.

Palavras-chave: Logística, Cadeia de Abastecimento, Armazém, Expedição, Tempo de espera

Abstract

Currently, with the emergence of new purchasing markets and the increase in market competitiveness, companies tend to want to improve their performance and their service level, as a way of differentiation. The pulp industry is dependent on a long and extensive supply chain, which culminates in distribution to the end customer. For a good level of service, the warehouses play a crucial role, to have the product available according to the customer's request, in quantity, term and in the right condition.

With the increase in CELBI's production capacity, because of investments to increase production and the improvement of the production process over the last few years, there was an increase in the volume of shipments. As a result, the company faces logistical problems. With the high waiting and process times recorded in the dispatch warehouse, there was a need to study the reasons that give rise to them. The main problems identified were communication failures, the lack of hourly visibility on the shipments and the restriction of space to carry them out, through data collection in SAP, direct observation of the process and brainstorming and unstructured interviews. After identifying the problems, improvements were proposed, such as implementing pagers and scheduling loads in hourly windows to make the process more efficient.

The project is organized by the steps: Define - Measure - Analyze - Implement improvements - Control (DMAIC). This is a cycle responsible for reducing waste, slowing down failure, solving problems, improving processes, and giving a broader and more detailed view of everything that happens in the organization.

Keywords: Logistics, Supply Chain, Warehouse, Expedition, Lead Time

Índice

Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Siglas	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Principais Objetivos do Projeto	3
1.3. Metodologia de Investigação	3
1.4. Estrutura da Dissertação	4
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
2.1. Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento	7
2.1.1. O Papel dos Armazéns na Cadeia de Abastecimento	9
2.1.2. Gestão de <i>Stocks</i> e da Procura	11
2.1.3. Processo de Expedição	13
2.2. <i>Lean Manufacturing</i>	15
2.3. <i>Six Sigma</i>	18
2.3.1. <i>Lean Six Sigma</i>	19
2.3.2. Ciclo DMAIC	22
2.4. Sumário.....	24
3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO.....	27
3.1. Filosofia e Abordagem de Investigação.....	27
3.2. Plano de Investigação	28
4. ESTUDO DE CASO	30
4.1. O Grupo Altri.....	30
4.2. A CELBI.....	31
4.2.1. Processo de Produção	32
4.2.2. Processo de Expedição	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1. Recolha e Análise de Cada Tempo Associado ao Processo de Expedição.....	39
5.2. Identificação e Descrição das Falhas do Processo e Respetivas Causas	50
5.3. Definição e Implementação de Ações Corretivas.....	58
6. CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS.....	67
6.1. Conclusões.....	67
6.2. Propostas Futuras	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
APÊNDICE A	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Ciclo DMAIC.....	22
Figura 4.1. Estrutura orgânica funcional do grupo Altri	30
Figura 4.2. Esquema representativo dos armazéns de expedição da CELBI	34
Figura 5.1. Número total de carregamentos efetuados entre janeiro e abril de 2021	41
Figura 5.2. Tempo médio de espera no exterior	42
Figura 5.3. Tempo médio de entrada na fábrica	43
Figura 5.4. Registo dos tempos de entrada – Dia 5 de abril	44
Figura 5.5. Tempo médio de carregamento	45
Figura 5.6. Tempo médio de acondicionamento e saída	46
Figura 5.7. Tempo médio do processo dentro da fábrica	48
Figura 5.8. Divisão dos tempos no decorrer de um processo completo	48
Figura 5.9. Tempo médio do processo completo de carregamento	49
Figura 5.10. Diagrama de Gantt	50
Figura 5.11. Diagrama de Ishikawa.....	51
Figura 5.12. Número de camiões TIR a aguardar entrada e tempo de espera no exterior – Dia 12 de fevereiro	54
Figura 5.13. Número de camiões TIR a aguardar entrada e tempo de espera no exterior – Dia 12 de abril	55
Figura 5.14. Gráfico de controlo relativo ao mês de março	57
Figura 5.15. Número de camiões TIR em espera no exterior – Dia 8 de março	61
Figura 5.16. Número de Camiões TIR em espera no exterior – Dia 9 de março	61
Figura 5.17. Gráfico de acompanhamento do tempo do processo completo – março 2021	65
Figura 5.18. Gráfico de acompanhamento do tempo dentro da fábrica – março 2021	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Estudos de aplicação do <i>Lean Six Sigma</i>	20
Tabela 2.2. Exemplos de ferramentas a utilizar nas fases do ciclo DMAIC	24
Tabela 3.1. Métodos de recolha de dados utilizados na investigação	29
Tabela 5.1. Identificação dos tempos em análise	42
Tabela 5.2. Etapas efetuadas no tempo de carregamento	45
Tabela 5.3. Tempo de acondicionamento e saída por número de cintas	47
Tabela 5.4. Média e desvio-padrão de cada tempo.....	49
Tabela 5.5. Tempos médios relativos à semana 6	53
Tabela 5.6. Tempos médios relativos à semana 15	54
Tabela 5.7. Percentagem de camiões TIR com mais de 5 minutos de tempo de entrada	56
Tabela 5.8. Problemas identificados e melhorias a implementar	58
Tabela 5.9. Dados sobre a mudança para um parque extra e carregamento paralelo efetuado	63

SIGLAS

LSS – *Lean Six Sigma*

CELBI – Celulose Beira Industrial

DMAIC – *Define, Measure, Analyse, Improve, Control*

SIPOC – *Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Costumers*

VSM – *Value Stream Mapping*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

FMEA – *Failure mode and effects analysis*

ANOVA – *Análise de Variância*

FIFO – *First in, first out*

PCFF – Porto Comercial da Figueira da Foz

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

A produção de pasta de papel é um processo que conta com largos anos de história. Em Portugal, o fabrico desta era realizado de forma artesanal até ao início do séc. XVIII, altura em que foi introduzida a primeira indústria com objetivo de produção de pasta de papel. Portugal foi pioneiro na utilização de madeira de eucalipto na produção de pastas químicas, no ano de 1925.

Segundo o Boletim Estatístico da Celpa (2019), foram produzidos 2,8 milhões de toneladas de pasta de papel em Portugal em 2019. Este desempenho permitiu classificar Portugal como o 3º maior produtor europeu de pasta, o que evidencia a importância deste setor na economia portuguesa. A pasta de papel possui diversas aplicações finais, tais como jornais, papel de impressão e escrita, papel higiénico, cartão e fibras têxteis.

Com a globalização da economia e o surgimento de novos mercados de compra e venda, as empresas tendem a estar obrigadas a melhorar o seu desempenho, de modo a serem cada vez mais competitivas. Assim, estas competem entre si em termos de posicionamento de mercado, existindo a necessidade de encontrar oportunidades de melhoria e fatores de diferenciação que permitam sustentar e assegurar a sua posição.

Nos últimos anos, o setor da pasta e do papel tem sofrido alterações à escala global motivadas sobretudo pelo rápido crescimento dos mercados asiático e latino-americano. Por um lado, o crescimento da indústria na Ásia conduziu a um aumento das exportações de pasta e madeira na América Latina, inflacionando a procura de produtos florestais. Por outro lado, verifica-se que mercados mais maduros, como o europeu e o norte-americano, enfrentam um clima de maior competitividade devido ao crescimento dos novos mercados (Carlsson et al., 2009). Além das alterações estruturais, o setor da pasta e do papel é considerado um dos mais sensíveis às políticas ambientais, em consequência do elevado consumo de água e energia utilizados na sua produção (Korhonen et al., 2015), sendo que as empresas europeias são as mais afetadas por estas políticas. Face a estas dificuldades, as produtoras de pasta de papel europeias devem munir-se de métodos que permitam manter a sua solidez no mercado. Devem optar ainda por definir estratégias com foco no aumento da

eficiência dos seus processos e no aumento da sua performance ambiental, procurando simultaneamente diminuir os seus custos globais e alcançar a satisfação do cliente garantindo sempre a qualidade pretendida.

Atualmente, cada vez mais empresas possuem como métricas de sucesso a satisfação do cliente e a eficiência dos seus processos através da redução de desperdícios. De forma a alcançar estas métricas, as organizações têm recorrido à introdução de novas tecnologias e, ainda, novos métodos de gestão, procurando sempre maximizar o valor fornecido ao cliente através da eliminação de desperdício. A filosofia *lean six sigma* (LSS), através do seu foco na melhoria contínua dos processos procura atingir esses objetivos, seja a nível produtivo como a nível logístico.

O LSS tornou-se popular na última década, devido à procura contínua pela melhoria por parte das organizações, sendo esta uma estratégia relevante para a construção de vantagem competitiva (Moya et al., 2019). Este conceito tem como objetivo a otimização de processos por meio da redução da variação e dos desperdícios, sendo a fusão de duas metodologias poderosas, o *Lean Manufacturing* e o *Six Sigma*. O *Lean Manufacturing* visa a minimização dos custos por meio da eliminação dos desperdícios e do tempo de ciclo. Já o *Six Sigma* é focado em reduzir a variabilidade e melhorar o desempenho do processo (Alexander et al., 2019).

A indústria da pasta de papel depende de uma longa e integrada cadeia de abastecimento que engloba diversas atividades, desde a manutenção e gestão da floresta, produção de pasta, até à sua posterior transformação e distribuição ao cliente final. Os armazéns possuem um papel fulcral na cadeia de abastecimento para que exista a disponibilidade do produto ao cliente na quantidade, prazo e condição certa. A entrega do produto na quantidade certa está dependente de uma correta atividade de *picking*, seguida de um eficaz processo de expedição. O armazém é o responsável por garantir as condições necessárias para que o produto seja entregue na condição desejada e sem qualquer dano.

Assim, o presente projeto tem como objetivo principal o estudo dos tempos efetuados em armazém, identificando as causas inerentes às falhas do processo e, posteriormente, as oportunidades de melhoria, uma vez que este é um elemento diferenciador que conseguirá fornecer vantagem competitiva à empresa em relação aos seus concorrentes.

A dissertação apresentada foi elaborada no âmbito da unidade curricular Estágio, do curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Ciências e

Tecnologia da Universidade de Coimbra. Este trabalho foi desenvolvido ao longo de cinco meses em ambiente empresarial na empresa Celulose Beira Industrial S.A.

1.2. Principais Objetivos do Projeto

Ao longo dos anos, a CELBI tem vindo a aumentar o seu nível e objetivo de produção, sendo o recorde diário de produção de 2520 toneladas. Devido a esse aumento ano após ano, o volume de pasta expedida é cada vez maior, levando a que a empresa enfrente alguns desafios para que o processo decorra sem falhas. Um dos maiores desafios que a CELBI enfrenta é o de conseguir resolver as longas filas de espera que se criam à entrada do armazém da pasta, outro desafio é o de reduzir os elevados tempos de espera que resultam da existência das filas de espera, proporcionando ao cliente um serviço pouco eficiente. No primeiro semestre de 2021 as chegadas ao armazém para carregamentos exclusivos para clientes nacionais e/ou exportação rondavam, em média, 49 camiões TIR por dia.

Este projeto foca-se na pergunta de investigação “Como reduzir os tempos de espera no armazém de expedição?”, sendo que para dar resposta a esta, foram definidos os seguintes objetivos:

- Recolha e análise do número de chegadas e de cada tempo associado ao processo de expedição;
- Identificação e descrição das falhas do processo e respetivas causas;
- Definição e implementação de ações corretivas.

1.3. Metodologia de Investigação

A secção de Metodologia de Investigação pretende demonstrar o modo como o projeto foi conduzido, de forma a garantir a maturidade e o rigor científico inerentes a uma dissertação de mestrado. Para isso foi seguida a orientação de Saunders et al. (2019) no seu livro “*Research methods for business students*”.

Com a orientação de Saunders et al. (2019) deve ser definida uma metodologia em várias camadas, as camadas da *Research Onion*, sendo estas a filosofia, abordagem, estratégia, método e horizonte temporal.

A primeira etapa é a definição da filosofia adotada, uma vez que esta expõe a forma de visualizar a realidade do investigador. Assim, no contexto apresentado, a filosofia

que mais se adapta é o positivismo, uma filosofia objetiva e orientada ao problema, em que o seu propósito é oferecer soluções práticas. A abordagem adotada é a dedutiva uma vez que já existe bastante literatura sobre a logística e os processos efetuados em armazém, pretendendo-se seguir uma abordagem *problem solving*.

Para a realização deste projeto ir ao encontro dos objetivos acima mencionados foram utilizados um conjunto de métodos. Primeiramente foi necessário conhecer as características físicas do armazém e todo o método de trabalho efetuado no mesmo pelos colaboradores ao longo de um turno de trabalho, através do *gemba walk*, recolher dados referentes aos tempos e discriminá-los por etapas para a criação de uma base de dados. Após este levantamento de dados procedeu-se à sua análise, de modo a perceber onde e se existia a possibilidade de otimizar algumas tarefas através da aplicação de ações de melhoria. Posteriormente às duas etapas referidas anteriormente, foram criadas ações de melhoria para poder posteriormente implementar no dia-a-dia do funcionamento do armazém. Para a definição das melhorias foram realizados vários *brainstormings* e entrevistas não estruturadas junto dos colaboradores do armazém de modo a entender os pontos mais frágeis e assim encontrar soluções que os satisfizessem.

Na generalidade, os passos foram seguidos da seguinte ordem:

- Recolha e análise de todas as variantes e condicionantes relacionadas com o funcionamento do armazém;
- Realização de *brainstormings* e entrevistas não estruturadas para encontrar possíveis melhorias;
- Apresentação de soluções para a redução dos tempos de espera;
- Viabilização das soluções apresentadas com os colaboradores.

1.4. Estrutura da Dissertação

A dissertação encontra-se organizada em seis capítulos principais, em que o primeiro diz respeito a este capítulo introdutório, no qual é realizada uma breve exposição do tema em estudo, os objetivos a alcançar e o modo como o projeto se encontra esquematizado.

No segundo capítulo é realizado o enquadramento teórico do problema que permite auxiliar a compreensão do contexto do problema, abordando os principais temas que

são expostos e aplicados ao longo do trabalho, nomeadamente a logística e o papel dos armazéns na cadeia de abastecimento e o *Lean Six Sigma*.

No terceiro capítulo procede-se à apresentação da metodologia de investigação que foi definida para o projeto, abordando todas as etapas integrantes nesta.

No quarto capítulo está presente a apresentação da empresa alvo de estudo, o seu processo de produção e o atual funcionamento do armazém de expedição de pasta, discriminando os processos efetuados.

No quinto capítulo são apresentados resultados em relação ao problema apresentado, abordando todas as análises realizadas e as propostas de melhoria apresentadas.

Por último, no sexto capítulo, é efetuada uma reflexão sobre as conclusões obtidas do trabalho efetuado e enfatizam-se algumas propostas de trabalhos futuros a realizar.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O capítulo que se segue consiste numa exposição de conceitos que serviram de suporte e fundamento para a realização do trabalho. Neste são abordados conceitos relacionados com a logística e a gestão da cadeia de abastecimento, sendo feita uma descrição sobre a importância dos armazéns na cadeia de abastecimento e das suas etapas, principalmente do processo de expedição. De seguida é feita a exposição, de forma descritiva, dos conceitos *lean* e *six sigma* que serão abordados ao longo do problema e as diferentes etapas de implementação da metodologia DMAIC (Definir - Medir - Analisar - Implementar melhorias - Controlar).

2.1. Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento

A logística e a cadeia de abastecimento são conceitos muito presentes atualmente. Os mercados estão cada vez mais competitivos e as necessidades dos clientes são cada vez mais exigentes e variadas, pelo que só as organizações com maior capacidade de resiliência conseguem acompanhar essas tendências (Ballou, 2007). Apesar disso, só recentemente é que as organizações reconheceram o impacto que a gestão logística pode ter para alcançar as vantagens competitivas (Christopher, 2011).

A gestão da cadeia de abastecimento é definida como os relacionamentos a montante e a jusante com os fornecedores e os clientes, com o objetivo de entregar maior valor ao cliente com o menor custo possível para a cadeia de abastecimento, originando, assim, maior lucro para as organizações (Christopher, 2011). O autor define a logística como o processo que gere estrategicamente a procura, movimento e armazenamento dos materiais, peças e *stock* final através da organização e dos seus canais de marketing de tal forma a que os lucros futuros são maximizados. As organizações têm adotado novos paradigmas, maximizando o valor prestado ao cliente final através de uma gestão eficaz e eficiente dos processos produtivos e dos processos logísticos.

A logística apresenta três dimensões centrais: o tempo, o custo e a qualidade do serviço (Carvalho et al., 2017). A gestão logística envolve estas dimensões, sendo que o ideal seria possuir baixos tempos de resposta, baixos custos e elevado serviço ao cliente. A

melhoria em simultâneo dos três fatores é uma tarefa difícil de efetuar, sendo que a conjugação das dimensões duas a duas é mais favorável. A conjugação eficiente entre o tempo e o custo oferece agilidade, ou seja, capacidade perante um estímulo externo de ser capaz de responder mudando de posição, o que exige uma boa combinação de reflexos, velocidade, coordenação e equilíbrio; a boa conjugação do custo e qualidade origina uma leveza, ou seja uma capacidade de gerir sem excedentes, mantendo uma qualidade elevada de serviço, sendo mais eficiente de modo a baixar os custos; por último, a boa conjugação entre o tempo e a qualidade do serviço aumentaria a capacidade de respostas, ou seja, capacidade de gerir de modo a obter respostas rápidas sem que a qualidade de serviço ao cliente seja comprometida (Carvalho et al., 2017).

Durante muito tempo as funções logísticas eram executadas isoladamente, funções tais como o planeamento e controlo de produção, compras, movimentação de matéria-prima e transportes. Ao gerir estas funções separadamente, sem ser considerada a sua interdependência, a logística não era considerada um elemento estratégico para as organizações. Atualmente esta é vista como tal e pode verificar-se que cada parte dos processos logísticos, que vão desde a matéria-prima até ao consumidor final, estão dependentes uns dos outros, sendo que devem ser analisados como um todo.

Nos dias de hoje a logística pode compreender diversas atividades, sendo estas (Carvalho et al., 2017):

- Transporte e gestão de transporte;
- Armazenagem e gestão de armazenagem;
- Embalagem e gestão de embalagem;
- Manuseamento de materiais (matérias-primas, produtos em vias de fabrico e produtos finais) e gestão de materiais;
- Gestão de *stocks*;
- Previsão de procura/vendas;
- Planeamento da produção;
- Serviço ao cliente;
- Localização e gestão de instalações;
- Manuseamento de materiais devolvidos;
- Suporte ao serviço ao cliente;

- Eliminação, recuperação e reaproveitamento de materiais e gestão logística inversa.

2.1.1. O Papel dos Armazéns na Cadeia de Abastecimento

Os sistemas de armazenagem serviam, tipicamente, para providenciar os meios para manter inventários de um determinado produto nas quantidades necessárias, no ambiente adequado e ao menor custo possível, sendo que, segundo esta visão, os armazéns não acrescentavam valor à cadeia de abastecimento. Com os novos desenvolvimentos nas cadeias de abastecimento, os armazéns deixaram de ser vistos como um “ponto morto” do processo e passaram a ser uma parte integrante da cadeia de abastecimento (Carvalho et al., 2017).

Segundo Baker e Canessa (2009), os armazéns são uma parte crucial das cadeias de abastecimento na atualidade e o seu papel é muito importante para o sucesso dos negócios, portanto a armazenagem também será considerada muito importante na eficiência do processo logístico, uma vez que leva a desperdícios quando não é bem aplicada.

O armazém de material é designado como o local onde se guarda temporariamente os produtos para serem expedidos posteriormente. Atualmente, as organizações trabalham para possuir a menor quantidade de *stock* possível para minimizar os custos. No entanto, é necessário ter um *stock* elevado para que não ocorram falhas de entrega de produto e, conseqüentemente, perdas de vendas e clientes. Nesta situação, é necessário existir um equilíbrio correto entre minimizar custos e garantir a existência de um *stock* de segurança.

Um *stock* elevado garante toda a procura dos clientes, mas, em contrapartida, implica elevados custos financeiros e oportunidades de investimento. Segundo Ballou (1993), a armazenagem de produtos representa uma função essencial no processo logístico e os seus custos podem alcançar entre 12% a 40% das despesas logísticas de uma empresa.

A determinação dos requisitos numa cadeia de abastecimento deve incluir fatores como níveis de serviço e limitações do tempo de execução. A recolha de dados e a sua análise é muito importante para a determinação destes, assim como o estabelecimento das unidades de cargas a ser utilizada. Deste modo o desenho de armazém deve ser focado nas necessidades de armazenamento e manipulação, sendo que é importante este ser flexível,

pois existem vários cenários possíveis e dos quais uma empresa tem de lidar sendo necessário o seu planeamento (Baker & Canessa, 2009).

Um dos grandes desafios da gestão da cadeia de abastecimento é que a procura pode mudar rapidamente, aumentando o tempo de reação para a colmatar por parte das organizações (Bartholdi & Hankman, 2016).

A importância da existência de inventário assenta em dois grandes argumentos que são o aumento do serviço - os inventários providenciam um nível de produto disponível, que quando localizado na proximidade do cliente pode satisfazer as altas expectativas dos clientes para a disponibilidade do produto, sendo que esta não mantém apenas as vendas como também pode aumentá-las -, e a redução de custos que, embora manter um inventário possua um custo associado, o seu uso pode indiretamente reduzir custos operacionais noutras atividades do canal de abastecimento que podem compensar os custos de realização de inventário (Ballou, 2004).

Segundo Koster, Le-Duc e Roodbergen (2007), os armazéns existem pelas seguintes razões:

- Atingir economias de transporte;
- Alcançar economias de produção;
- Aproveitar descontos de compra de qualidade e compras futuras;
- Apoiar as políticas de serviço ao cliente da empresa;
- Reunir as mudanças das condições de mercado e incertezas (sazonalidade e/ ou flutuações da procura);
- Ultrapassar as diferenças de tempo e espaço existentes entre produtores e clientes;
- Realizar o mínimo do total dos custos logísticos com um nível de serviço ao cliente desejado;
- Suportar os programas *just-in-time* entre fornecedores e clientes;
- Proporcionar aos clientes um mix de produtos em vez de um único produto em cada pedido;
- Fornecer um armazenamento temporário de material a ser eliminado ou reciclado (logística inversa);
- Fornecer um local de *buffer* de transferência.

O armazém deve ser planeado abordando as seguintes atividades: *layout* de armazém, embalagem, identificação de materiais, métodos de localização e armazém adequado a uma rápida resposta ao cliente face à procura (Barros, 2005).

Existe, ainda, a necessidade de quantificar e qualificar a eficiência dos armazéns de forma a poder melhorar os seus processos. A medição da performance em armazém deve-se à necessidade de assegurar a satisfação do cliente, possuir métricas de melhoria contínua, proporcionar uma formação contínua aos seus funcionários e recompensá-los quando as metas definidas são alcançadas (Staudt et al., 2015). Para isso, as empresas devem definir e adotar medidas de performance que se adequem aos seus processos, de forma a quantificarem e qualificarem os seus serviços e operações e detetarem oportunidades de melhoria. Essas métricas devem indicar parâmetros de fiabilidade, flexibilidade, custos e taxa de utilização dos recursos. As medidas de performance mais utilizadas pelas empresas são: a área de utilização do armazém, taxa de utilização dos recursos (mão-de-obra) e unidades expedidas por hora. Uma outra medida frequentemente utilizada para medir a performance em armazém consiste na medição do tempo desde que uma ordem ou pedido de carregamento chega ao armazém, até que esta seja cumprida (Frazelle et al., 2002).

A difusão da filosofia *lean* nas empresas levou a que esta fosse rapidamente aplicada aos armazéns. Como conceito geral, o *lean* foca-se em reduzir o desperdício e as perdas, ao mesmo tempo que se melhora continuamente (Anđelković et al., 2016). Este conceito vai ser abordado detalhadamente no próximo sub-capítulo. Apesar de existir a aplicação do *lean* nas empresas, são poucas as que aplicam os mesmos fundamentos aos transportes e armazenamento, sendo uma das possíveis causas a enorme diversidade existente neste tipo de operações e a relutância da sua implementação nestas áreas. Recentemente surgiram vários estudos que consistem em verificar a aplicação prática do pensamento *lean* aos armazéns (*lean warehousing*). Embora a literatura existente ainda seja reduzida, os estudos focados nessa área revelam-se promissores e consistentes quanto à diminuição dos níveis de inventário, diminuição do espaço necessário ao armazenamento, aumento da produtividade, redução de custos e redução de *lead time*.

2.1.2. Gestão de Stocks e da Procura

A capacidade de criar e posicionar melhor os *stocks* na cadeia de abastecimento é, sem dúvida, uma vantagem competitiva difícil de alcançar. Os *stocks* são acumulações de

matérias-primas, materiais em processo e/ou produtos acabados que surgem nos vários pontos do canal de produção e de logística das empresas (Ballou, 2004). Por sua vez, a gestão de *stocks* é a atividade responsável por flexibilizar a capacidade de resposta das empresas, através da coordenação da procura, do planeamento da produção e da distribuição.

Apesar da armazenagem não acrescentar valor ao produto, os *stocks* são fundamentais para a cadeia de abastecimento, uma vez que afetam diretamente os custos totais e o nível de serviço (Carvalho et al., 2017). As principais razões que levam as empresas a manter *stocks* são:

- Reduzir os custos de transporte e de produção, por meio de incentivos nas atividades de compras e transportes e através de produções em escala;
- Encontrar um equilíbrio entre a capacidade de oferta e de procura, tornando a incompatibilidade dos dois fatores menos perceptível;
- Auxiliar o processo de produção. Os *stocks* podem atuar como *buffers* em situações críticas e permitir a uniformização dos lotes de produção;
- Colaborar no processo de comercialização, através de entregas mais rápidas;
- Garantir um elevado nível de serviço.

Os *stocks* têm como principal objetivo oferecer uma base de suporte ao atendimento ao cliente, à logística e à produção, de forma a atender à procura com um custo mínimo. Assim, é necessário encontrar um equilíbrio entre o serviço ao cliente que a empresa pretende prestar e os custos totais.

O cumprimento das exigências dos clientes reflete-se no nível de serviço que a empresa pretende oferecer. Este indicador pode ser influenciado pela localização do armazém, pela quantidade económica de encomenda ou, até mesmo, pelo *stock* de segurança definido. O nível de serviço pode ser medido através do rácio entre o número de encomendas anuais não satisfeitas e o total de encomendas. Usualmente as empresas definem um nível de serviço que pretendem prestar aos seus clientes, direcionando o desafio para a minimização do número de encomendas não satisfeitas.

A gestão da procura é definida como a capacidade da empresa em compreender a procura dos clientes e as necessidades que estes exercem e colmatá-las com a sua cadeia de abastecimento (Lambert & Enz, 2017).

A gestão da procura é o processo da cadeia de abastecimento que equilibra a procura dos clientes com os recursos nela existentes. Com o processo corretamente implementado, esta gestão pode combinar a oferta com a procura de uma forma proativa, executando o plano com interrupções mínimas. Este é um processo que não pode ser apenas focado na previsão, uma vez que está dependente de outros aspetos, tais como a sincronização com a oferta, a variabilidade e flexibilidade por parte das organizações (Lambert & Enz, 2017).

A existência da quantidade certa de *stocks* para lidar eficazmente com condições inesperadas da procura revela uma flexibilidade que oferece uma vantagem competitiva à empresa.

Existem dois métodos de resposta à incerteza das previsões durante a gestão da procura por parte dos clientes (Slack & Brandon-Jones, 2019): o *level capacity plan*, em que se ignora as flutuações da procura e se mantém um nível de produção constante; e o *chase demand plan*, método onde é efetuado o ajuste consoante a procura existe. Este último método não é adaptável a produções para *stock*, embora possam ocorrer situações em que exista armazenagem de produtos. A maioria das organizações não adotam um único método separadamente, mas um misto entre os dois, pois nenhum deles isoladamente prova ser o ideal e a escolha de qual será a melhor estratégia a adotar torna o planeamento da produção uma tarefa extremamente desafiadora.

2.1.3. Processo de Expedição

Segundo Frazelle et al. (2002) o processo de expedição é composto por várias etapas:

- Embalamento e acondicionamento da mercadoria;
- Preparação de documentos e guiais de transporte;
- Pesagem da mercadoria;
- Carregamento dos camiões/contentores.

Após o carregamento, os bens são transportados até ao local de consumo. O transporte é a atividade logística mais cara, sendo que representa cerca de 40% dos custos logísticos das empresas.

Atualmente, devido às mudanças demográficas e económicas, o transporte encontra-se inserido num ambiente totalmente diferente do ambiente da década anterior. Esta

mudança de paradigma expande a gama de objetivos, impactos e opções consideradas no planeamento do transporte.

Segundo Potter e Lalwani (2007) os cais de expedição e a sua performance têm sido considerados aspetos chave para as operações de transporte de cargas. Atrasos gerados na etapa de expedição podem comprometer o serviço ao cliente e criar custos adicionais à empresa.

Gu et al. (2007) abordam as decisões básicas relativas ao processo de expedição, sendo que estes afirmam que ao obter informações sobre as chegadas, tais como o horário previsto dos carregamentos e a respetiva data de entrega, o *layout* do armazém e a localização do cais de carregamento, deve determinar-se a alocação do cais de carregamento a cada camião, e a alocação e expedição do material considerando os recursos disponíveis, respetivamente.

A tomada de decisão na expedição encontra-se limitada pelo nível de visibilidade dos carregamentos, existindo três cenários possíveis consoante a visibilidade dos carregamentos (Gu et al., 2007):

1. Não existe qualquer visibilidade ou conhecimento da ordem de chegada das cargas;
2. Existe conhecimento estatístico da ordem de chegada das cargas;
3. Existe visibilidade total da chegada das cargas.

O cenário mais comum de encontrar nas empresas é o cenário dois. No entanto, o ideal seria o terceiro cenário, uma vez que são fornecidos todos os dados necessários para auxiliar o planeamento das operações de expedição.

Devido ao elevado custo dos combustíveis e a questões ambientais é crucial que o processo de carregamento e de expedição ocorram de forma otimizada. Espaços vazios nos carregamentos significam maiores custos e ineficiências no processo de transporte. Quanto ao planeamento das chegadas aos armazéns, sabe-se que uma das maiores dificuldades enfrentadas pelas empresas consiste na realização de uma gestão adequada das mesmas. No caso da indústria da pasta de papel, a exigência rápida de produtos e a necessidade de recorrer a terceiros para a realização de transporte, faz com que múltiplos camiões cheguem às unidades fabris ao mesmo tempo, provocando um congestionamento e a formação de filas de espera em determinadas horas do dia (Marques et al., 2012). Qualquer atraso num dos processos de expedição (entrada do veículo, carregamento dos materiais, saída da fábrica)

resulta em atrasos significativos e no aumento do tempo de expedição, o que pode levar a um aumento dos custos de transporte (Zuting et al., 2014). Pode, então, concluir-se que a formação de filas de espera na entrada dos armazéns consiste numa ineficiência que afetará o desempenho da cadeia de abastecimento.

De acordo com a abordagem *lean*, analisada de seguida, as atividades podem ser classificadas como as que adicionam valor e as que não adicionam valor (desperdícios). Uma redução do *lead time*, ou tempo de espera, pode ser alcançada através da eliminação de atividades que não adicionam valor.

2.2. Lean Manufacturing

A abordagem *Lean Manufacturing* teve origem no Japão, quando a Toyota atravessava um período de crise devido às dificuldades deixadas pelo término da Segunda Guerra Mundial. Ao encontrarem como problemas a produção em massa centrada em grandes volumes e a pouca flexibilidade existente no sistema, Eiji Toyota e Taiichi Ohno desenvolveram um sistema cujo objetivo é a identificação e eliminação dos desperdícios existentes na empresa, criando assim um fluxo de produção flexível e rápido, de modo a oferecer aos clientes o que estes desejam, com qualidade e ao menor custo possível (Alexander et al., 2019). Este sistema foi primeiro desenvolvido e conhecido como *Toyota Production System* (TPS), tendo evoluído, posteriormente, para o conceito de *lean manufacturing*. A designação “*lean*” foi originalmente usada por Womack, Jones & Ross (1992), tendo como objetivo principal a eliminação do desperdício e a criação de valor. Este conceito requer menos esforço humano, menos *stocks*, menos tempo e, sobretudo, menos desperdícios.

O pensamento Lean é baseado em cinco princípios básicos, pelos quais as organizações se devem guiar para que seja possível converter o desperdício em valor (Womack & Jones, 1997).

O primeiro princípio consiste em identificar o valor para o cliente, ou seja, identificar com precisão quais as suas necessidades, de modo a entender de forma clara o que é necessário fornecer para obter a aprovação e satisfação deste. Um dos problemas identificados é a dificuldade em definir corretamente o que é valor para o cliente, uma vez que é um fator que não é possível medir.

Segundo Womack e Jones (1997), o fluxo de valor é um conjunto de processos necessários para disponibilizar um bem ou serviço ao cliente, sendo que estes podem adicionar valor ou não. A definição do fluxo de valor é o segundo princípio referido, sendo que este se baseia na identificação das etapas necessárias a desenvolver, ou seja, quais atividades são imprescindíveis ao processo e quais são as que podem ser eliminadas.

Como terceiro princípio está presente o conceito de criar um fluxo de valor que consiste em desenvolver um fluxo capaz de produzir e distribuir o produto rapidamente, para que seja atendida a necessidade do cliente de forma instantânea. Com a criação de uma sequência ideal de etapas que criam valor, o efeito na redução do *lead time* é imediato, seguido de um menor custo, diminuição de *stock* e de um curto período de entrega do produto ao cliente final.

O *pull*, ao contrário da lógica *push*, consiste em produzir a partir da procura do cliente, ou seja, apenas é produzido o que é solicitado, evitando produção em excesso sem procura. Este quarto princípio faz com que a produção ocorra sem desperdícios e com melhor tempo de entrega, o que resulta numa maior satisfação do cliente.

Por último, o quinto princípio do pensamento *Lean* é a busca da perfeição, para obter todo o potencial que o *Lean* tem para oferecer (Womack & Jones, 1997). Este consiste numa busca contínua do estado ideal a todos os níveis da organização, ouvindo constantemente a voz do cliente e, assim, alcançar a eliminação total do desperdício no processo.

Nas organizações existem diversas atividades que originam desperdício durante um processo de produção ou no *layout* industrial. Essas são designadas como *muda*, *mura* e *muri*. O estudo destas leva a que a maioria das atividades industriais sejam otimizadas (Ohno, 1988). *Muda* significa desperdício e está associada às atividades que utilizam bens e materiais disponíveis, mas não agregam valor ao produto, ou seja, não contribuem para a melhoria da sua qualidade final. *Mura* significa irregularidades, sendo que estas geram desperdícios, uma vez que são inconsistências no processo produtivo. A regularidade é necessária para que o processo flua de forma correta e estável. Por último, *muri* significa sobrecarga e refere-se à abundância nas estações de trabalho, que origina um trabalho excessivo e desnecessário por parte dos operadores. Para que esta seja corrigida é necessário existir a organização adequada de cada área. A principal forma de aumentar a produtividade,

melhorando também as condições dos funcionários nos postos de trabalho, é através da eliminação destes desperdícios.

Segundo Lacerda et al. (2016), associado ao valor, existem três tipos de atividade: as atividades de valor acrescentado, que são aquelas que possuem efetivamente valor para o produto final e que o cliente está disposto a pagar, sendo que essas devem ser mantidas e se possível melhoradas; as atividades de valor não acrescentado mas necessárias, que devem ser analisadas e, se possível, reduzidas; e as atividades de valor não acrescentado, que devem ser eliminadas.

De seguida são apresentadas as sete categorias de desperdícios identificadas por Ohno (1988):

- i. **Transporte** – está relacionado com a movimentação de trabalho em processo, de um local para o outro, ou movimentação de produto acabado para a zona de armazenagem;
- ii. **Stock** – consiste no excesso de matéria-prima, trabalho em processo ou produto acabado, causando maiores *lead times* e maiores custos, associados ao transporte e armazenagem desnecessários;
- iii. **Movimentação** – é considerado como qualquer movimento realizado no decorrer do trabalho que contemple procurar ou alcançar peças ou ferramentas nas estações de trabalho;
- iv. **Tempos de espera** – é o tempo consumido à espera de pessoas, materiais e equipamentos. Este pode ocorrer devido a obstruções de fluxo, problemas de *layout*, atrasos na entrega de material ou falta de balanceamento de processos.
- v. **Sobreprodução** – consiste em produzir mais quantidade do que o pedido pelo cliente, resultando em acumulação de *stock* sem retorno financeiro e aumento das necessidades de armazenagem e transporte, enquanto aumentam as necessidades de recursos humanos;
- vi. **Reprocessamento** – é qualquer atividade ou tarefa realizada e que não seja necessária para satisfazer as necessidades do cliente, originando movimentos desnecessários e a ocorrência de defeitos;
- vii. **Defeitos** – estão associados à falta de normalização de procedimentos de trabalho e sistemas de controlo de produção, podendo também resultar de

falhas humanas. Resultam, posteriormente, em reparações e inspeções que consomem tempo e recursos.

Womack e Jones (1997) definiram uma nova categoria de desperdício, para além das sete referidas anteriormente, sendo esta:

- viii. **Não utilização da criatividade dos colaboradores** – resulta na perda de ideias, aptidões, melhorias e oportunidades de aprendizagem pela não valorização das opiniões e pontos de vista dos colaboradores.

2.3. Six Sigma

O conceito *Six Sigma* surgiu no departamento de qualidade da Motorola, a partir da aplicação de conceitos de William Deming, estando focado na melhoria de processos através da redução da variabilidade (Raval & Kant, 2017).

O *Six Sigma* é uma metodologia rigorosa e sistemática em que é utilizada informação recolhida e análises estatísticas para medir e melhorar o desempenho (Lin et al., 2013). O autor refere que esta metodologia defende que a execução de um processo deve ser feita dentro dos seus limites, de modo a não ocorrerem defeitos. O *Six Sigma* possui três abordagens: a primeira é a medida estatística de variação que resulta em 3 ou 4 defeitos por milhões; a segunda define a estratégia de gestão que permite obter custos menores; por último, a terceira é uma metodologia de solução de problemas que possibilita a eliminação da causa-raiz dos defeitos encontrados (López-Guerrero et al., 2019). O principal objetivo desta prática é reduzir de forma contínua a variabilidade nos processos, quer isto dizer que, estatisticamente, esta prática refere-se a um processo no qual o intervalo entre a média de uma medida de qualidade de um processo e o seu limite de especificação é o mais próximo (pelo menos seis vezes) do desvio padrão desse mesmo processo.

Inicialmente, acreditava-se que reduzindo a variabilidade, os custos aumentariam. Tal noção verificou-se errada posteriormente, já que, depois de vários estudos, se chegou à conclusão de que mais qualidade não implicaria mais custos, ou seja, mais qualidade, baixo custo e baixa variação poderiam ser alcançadas, simultaneamente. O melhor desempenho encontra-se nas empresas que operam a um nível de variação baixo nos seus processos. A abordagem *Six Sigma* contrasta com outros métodos de qualidade, tendo em conta que exige uma análise detalhada com a tomada de decisões baseadas em factos e

um plano de controlo para garantir o acompanhamento contínuo de qualidade dos processos (Markarian, 2004).

O primeiro passo para implementar o *Six Sigma* é levar a cabo uma estratégia de mercado, seguindo-se da seleção de uma equipa bem qualificada para a implementação de melhorias e depois focando-se em selecionar as ferramentas apropriadas. O quarto passo é dedicado a identificar oportunidades de melhoria e por fim, o quinto e sexto passos são para a implementação e controlo de resultados.

Six Sigma é uma abordagem sistemática muito estruturada, orientada por dados, auxiliando-se em várias ferramentas e quando o objetivo é a melhoria de um processo, utiliza o método DMAIC, conhecido pelas suas cinco etapas: definir, medir, analisar, melhorar e controlar (Alexander et al., 2019). Esta foi a ferramenta utilizada durante o projeto e que será apresentado o seu enquadramento teórico mais à frente.

2.3.1. Lean Six Sigma

No decorrer dos anos muitas metodologias e ferramentas de melhoria de processos e qualidade foram desenvolvidas. Destas pode destacar-se o *Lean Six Sigma* que surgiu da evolução das metodologias *Lean* e *Six Sigma*, criando uma metodologia híbrida. Estas duas metodologias são complementares e tornam-se uma poderosa ferramenta para eliminar desperdícios e variações de processo e melhorar a eficácia da organização (Grudowski et al., 2015; Lande et al., 2016).

Através da nova metodologia as empresas podem reduzir os custos e aumentar a qualidade dos produtos e ou serviços. A busca pelo alcance da excelência de padrões de qualidade tem-se tornado uma obrigação para organizações que desejam continuar competitivas. A adoção do LSS pode resultar na utilização eficaz de ferramentas úteis na definição das necessidades e expectativas dos clientes ao reduzir a utilização de recursos através da eliminação de erros e diminuição de desperdícios (Andrietta & Miguel, 2013).

Os estudos revelaram que a aplicação do LSS apresentou resultados positivos em relação ao desempenho e redução de custos das empresas, sendo inegável que este leve ao aumento da produtividade, embora existam dificuldades para a mobilização dos recursos necessários e barreiras impostas por parte da liderança (Moya et al., 2019).

De seguida é apresentado, na Tabela 2.1, um resumo do estudo de vários autores em que são identificados métodos e ferramentas, barreiras e fatores críticos, e os principais resultados e conclusões da aplicação do LSS.

Tabela 2.1. Estudos de aplicação do *Lean Six Sigma*
(adaptado de Castilho et al., 2020)

Autor	Métodos e Ferramentas	Principais barreiras e fatores críticos	Principais resultados e conclusões
Swarnakar e Vinodh (2016)	DMAIC, Mapeamento do processo, SIPOC, VSM, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, Gráfico de capacidade do processo.	Comprometimento da gestão de topo.	Aumento da produção diária e no OEE da empresa; redução de 50% de defeitos por unidade, redução do tempo de ciclo, do <i>lead time</i> e do tempo de troca de ferramentas.
Adikorley et al. (2017)	DMAIC, FMEA, Mapeamento do processo, Diagrama de Ishikawa.	Apoio da gestão de topo; sessões de treino.	Aumento dos níveis de sigmas dos processos; redução dos desperdícios.
Iyede et al. (2018)	5S, FMEA, Diagrama de Ishikawa, Padronização do trabalho, Diagrama de Pareto, 5 Porquês, VSM.	Falta de suporte da gestão de topo, falta de priorização do projeto de melhoria e o custo da implementação.	O LSS produziu resultados positivos quando devidamente implementado.
Shokri (2019)	DMAIC, SIPOC, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa.	Cultura organizacional	Impactos significativos na produção e nos custos da empresa; Redução da taxa de desperdícios.
Panayiotou e Stergiou (2020)	DMAIC, SIPOC, 5S, Mapeamento do processo, ANOVA, Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Controlo.		O LSS é apropriado para a maioria dos setores, uma vez que ajuda na redução de custos e na melhoria da qualidade.

Panayiotou e Stergiou (2020) afirmam no seu estudo que o setor da produção pode ser mais propício à implementação em função da sua natureza repetitiva e da sua tangibilidade.

Após a análise dos vários estudos, concluiu-se que todas as empresas de produção que implementaram a metodologia LSS nos seus processos obtiveram resultados positivos. Estes resultados são, essencialmente, em relação à redução de desperdícios e no aumento da produtividade, e também ao aumento do nível de sigma da empresa em questão.

Outra observação a ser retirada da implementação de LSS em empresas é sobre os métodos e ferramentas mais utilizadas. A utilização do método DMAIC foi quase unânime em todos os estudos e as ferramentas mais utilizadas não necessitam de um conhecimento técnico ou estatístico muito aprofundado, sendo estas diagramas de Ishikawa e de Pareto e o VSM. O facto de se priorizar estas ferramentas que não necessitam um conhecimento *à priori* torna a sua implementação mais fácil, uma vez que uma das grandes dificuldades apresentadas pelas empresas se deve à falta de conhecimento das metodologias e ferramentas.

Os fatores críticos para a sua implementação mais citados entre os autores são o treino na metodologia LSS e o comprometimento da gestão de topo e da liderança. Panayiotou e Stergiou (2020) defendem que as organizações devem fornecer treino aos colaboradores para garantir que a mentalidade LSS se difunde para todos os membros da organização. Em relação ao comprometimento da gestão de topo, Swarnakar e Vinodh (2016) afirmam que antes de implementar a metodologia é necessário garantir o comprometimento e a participação da alta administração, uma vez que cabe a estes ter o compromisso de trazer melhorias para os processos. A liderança é, também, um fator considerado crítico para a implementação do LSS. Moya (2019) afirma que o estilo de liderança facilita o desenvolvimento do projeto e o alcance dos objetivos da organização.

Além dos fatores críticos, foram identificadas as principais barreiras impostas na implementação da metodologia nos seus processos, sendo estes: a falta de recursos e o custo para a implementação, a falta de suporte e apoio pela gestão de topo, a falta de conhecimento da metodologia, a falta de liderança e a resistência à mudança.

2.3.2. Ciclo DMAIC

Para a implementação da metodologia referida anteriormente pode ser utilizado um sistema de cinco etapas conhecido como ciclo DMAIC (Mason et al., 2015). A metodologia DMAIC é, essencialmente, utilizada em processos, produtos ou serviços já existentes, tendo como principal objetivo a sua melhoria, identificando e eliminando os parâmetros que afetam a eficiência e eficácia do processo. Segundo Kwak e Anbari (2006), o ciclo DMAIC é um processo num circuito fechado em que são eliminadas etapas improdutivas, sempre focado em novas medições e aplicando tecnologia para a melhoria contínua.

O ciclo DMAIC encontra-se dividido em cinco etapas diferentes, representadas na Figura 2.1.

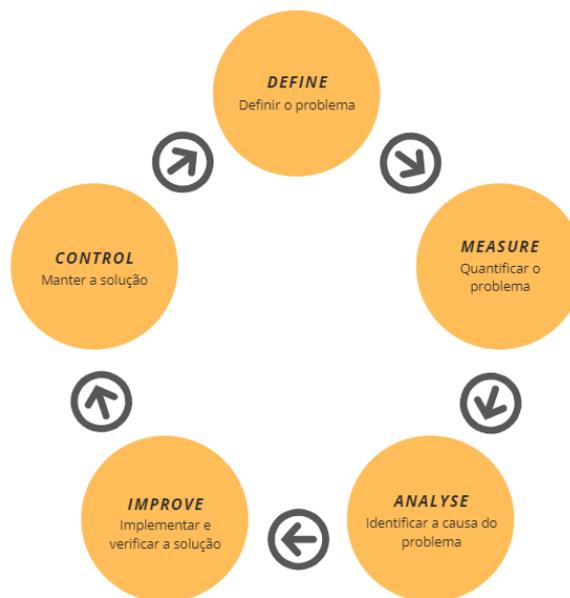


Figura 2.1. Ciclo DMAIC

Para uma melhor compreensão de cada uma das etapas, segue-se a visão de alguns autores relativamente ao ciclo em questão.

Definir (*Define*):

A primeira etapa, definir, corresponde ao início do ciclo. Nesta fase é identificado o problema principal e são estabelecidos os objetivos iniciais, tendo como base dados históricos da empresa aliados à perspetiva do cliente (Tenera & Pinto, 2014). Por fim são identificados os processos essenciais associados e a estrutura da equipa que irá trabalhar

na resolução do prolema apresentado. Para Ismail et al. (2014) esta etapa consiste na identificação de metas e dos objetivos do projeto, na definição das responsabilidades e tarefas da equipa coordenadora pelo mesmo e na definição dos limites do projeto incluindo os produtos e processos a serem analisados.

Medir (*Measure*):

Esta fase tem como objetivo medir a variabilidade do sistema que pode criar desperdício. Cheng e Chang (2012) afirmam que o objetivo desta etapa passa por compreender e documentar o estado atual dos processos a serem melhorados. Esta avaliação do estado atual surge da recolha de dados com o intuito de validar e quantificar o problema em si (Ismail et al., 2014).

Analisar (*Analyse*):

A terceira etapa tenciona analisar em pormenor o processo/problema em questão, sendo suportado por métodos e ferramentas (Tenera & Pinto, 2014). Esta passa por encontrar as principais causas-raiz na análise detalhada, reforçando a sua compreensão do processo e detetando a principal origem do problema (Lin et al., 2013).

Melhorar (*Improve*):

É nesta etapa que são identificadas potenciais soluções para as causas-raiz identificadas anteriormente (Tenera & Pinto, 2014). Esta etapa inclui a identificação e o teste de soluções propostas, tendo em consideração os custos e benefícios da implementação de cada uma dessas soluções, sendo possível identificar a melhor opção.

Controlar (*Control*):

A última etapa propõe a implementação de uma abordagem e ferramentas de controlo de modo a obter resultados de melhoria sistemáticos numa base contínua (Tenera & Pinto, 2014). A etapa de controlo assegura um impacto a longo prazo na forma como as pessoas na organização trabalham ao desenvolver um processo de monitorização que mantém o acompanhamento às mudanças que foram estabelecidas. Esta fase impede o retorno ao processo original, sendo ainda crucial na transmissão de resultados de sucesso do projeto aos funcionários para estes os usarem no seu trabalho diário, garantindo um maior apoio para a gestão em implementações futuras (Lin et al., 2013).

Ferramentas utilizadas nas fases do ciclo DMAIC

Tal como foi referido anteriormente, o DMAIC caracteriza-se pela utilização de variadas ferramentas consoante a fase em que se insere e aquilo que é pretendido. As ferramentas mais utilizadas são agora apresentadas na Tabela 2.2.

Tabela 2.2. Exemplos de ferramentas a utilizar nas fases do ciclo DMAIC

Definir	Medir	Analisar	Melhorar	Controlar
<i>Project Charter</i>	Plano de recolha de dados	Diagrama causa-efeito	<i>Brainstorming</i>	Plano de controlo
Diagrama de SIPOC	Gráfico de barras	Mapeamento do processo	Simulação	Reuniões
Análise de pareto	Análise e medição de sistema	Histograma	Plano de implementação	Documentação de irregularidades
5W2H	Métricas de <i>Six Sigma</i>	Teste de hipóteses	Matriz de prioridades	

2.4. Sumário

Após a revisão da literatura é possível perceber a importância da logística e a importância de uma boa performance ao nível dos processos logísticos para o sucesso da organização. Foi analisada a importância dos armazéns para uma boa gestão da cadeia de abastecimento, assim como a influência que a gestão de *stocks* e uma boa previsão da procura têm na hora de proceder à expedição de mercadoria.

Através da análise aos processos de expedição descritos na literatura foi possível identificar as várias causas que poderão provocar atrasos significativos, tais como a falta de visibilidade das cargas e a perda de tempo em alguma etapa do processo (entrada do veículo, carregamento e saída), aumentando o tempo de expedição e levando ao descontentamento por parte dos clientes.

Os benefícios da abordagem *Lean Six Sigma* numa organização quer a nível estratégico, motivacional, operacional e financeiro são comprovados por vários estudos, assim como a utilidade e efeito positivo que a aplicação da metodologia DMAIC oferece no desenvolvimento de um projeto. Esta é uma metodologia transversal a várias problemáticas

e com um vasto suporte estatístico, tornando-se, assim, instintivamente num processo sistemático de melhoria contínua. Contudo, e apesar das vantagens que esta apresenta, existe ainda uma resistência quando é necessário aplicar fatores de mudança. É de acentuar, por fim, a utilidade do aprofundamento de cada uma das etapas do ciclo DMAIC para um maior planeamento, estruturação e desenvolvimento de um projeto.

3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A metodologia de investigação é a base teórica que tem como função orientar a pesquisa científica. Esta indica como é percorrido o caminho desde a definição do problema até à apresentação dos resultados obtidos, alinhados com os objetivos estipulados inicialmente.

Assim, neste capítulo pretende-se apresentar o rumo que o projeto teve para garantir o rigor científico, com as escolhas justificadas, e seguindo a orientação de Saunders et al. (2019).

3.1. Filosofia e Abordagem de Investigação

A apresentação da filosofia adotada surge como a primeira fase, uma vez que expõe a forma de observar a realidade, o que se considera conhecimento e como os valores influenciam a pesquisa. Saunders et al. (2019) apresentam quatro filosofias principais: o positivismo, o realismo, o interpretativismo e o pragmatismo, sendo que estas se distinguem em perspetivas ontológicas, epistemológicas e axiológicas. Deste modo, de acordo com o problema em estudo, a filosofia a adotar deve ser o positivismo, uma vez que esta pretende ser objetiva e orientada ao problema, preocupada em oferecer soluções práticas.

A abordagem que orienta a pesquisa pode seguir duas vertentes: a dedutiva, que tem como objetivo testar a teoria através da formulação de hipóteses, e a indutiva, que procura criar fundamentos teóricos após a recolha e análise de informação (Saunders et al., 2019). A abordagem adotada nesta investigação é dedutiva, uma vez que já existe bastante literatura sobre a logística e os processos efetuados em armazém, seguindo, assim, uma abordagem *Problem Solving*. O *problem solving* pode ser considerado uma metodologia por estar inserido nos pilares da melhoria contínua, como o *lean manufacturing*. Trata-se de uma análise estratégica da situação, para que existam argumentos válidos para a tomada de decisão sobre um problema. Sucintamente, esta técnica tem como principal objetivo identificar a causa-raiz e a partir daí implementar uma solução e melhoria.

3.2. Plano de Investigação

O plano de investigação foca-se em mostrar como a partir da pergunta de investigação, “Como reduzir os tempos de espera no armazém de expedição?”, se forma um projeto de pesquisa, definindo a estratégia, métodos e horizonte temporal.

O trabalho apresentado segue a orientação das cinco etapas do ciclo DMAIC, sendo este um ciclo que oferece rigor no desenvolvimento de um projeto com um vasto suporte estatístico.

Estratégia

Diferentes estratégias podem ser adotadas, como a experimentação, a sondagem, o estudo de caso, a investigação-ação, a teoria fundamentada, a etnografia, a investigação documental, entre outras (Saunders et al., 2019). Assim, considerando o contexto do projeto, a melhor opção é seguir o estudo de caso. Esta estratégia é muito comum em estudos exploratórios, ou seja, envolve um estudo aprofundado de um fenómeno num contexto real usando várias fontes de informação para responder a perguntas como “Porquê?”, “O quê?” e “Como?”.

Método

No decorrer do projeto são encontrados termos quantitativos e qualitativos que diferenciam as técnicas de recolha e os procedimentos de análise de dados. O primeiro é usado para dados numéricos e o segundo para dados não numéricos (Saunders et al., 2019). A seleção de um método em detrimento de outro ou a seleção de um método misto resulta em escolhas diferentes que se refletem na pesquisa.

Neste projeto foi utilizado um método misto, ou seja, recorreu-se a dados tanto qualitativos como quantitativos, de forma a criar um vasto leque de dados para responder à pergunta de investigação.

Na Tabela 3.1 estão identificados alguns métodos utilizados para encontrar resposta para os objetivos definidos.

Tabela 3.1. Métodos de recolha de dados utilizados na investigação

Objetivo de Investigação	Método de Investigação
Recolha e análise de cada tempo de espera associado ao processo de expedição	<i>Gemba walk</i> (observação direta do local de trabalho), recolha de dados através do sistema ERP SAP, recolha de dados diretamente na visualização do processo
Identificação e descrição das causas inerentes às falhas do processo	Entrevistas não estruturadas e <i>brainstormings</i>
Definição e implementação de ações corretivas para os problemas identificados	Entrevistas não estruturadas e <i>brainstormings</i>

Horizonte Temporal

O horizonte temporal é o tempo estipulado para a realização de um projeto, sendo que este poderá ser transversal ou longitudinal. Se o estudo está limitado a um tempo predefinido, é transversal. No caso de ser longitudinal, o desenvolvimento do projeto pode decorrer com uma recolha de dados mais alargada e pode acontecer repetidamente (Saunders et al., 2019). Este projeto segue um horizonte transversal, uma vez que se foca o estudo apenas no período de estágio (cinco meses), apesar de se recorrer à análise das bases de dados para a obtenção de dados desde o início do ano de 2021.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. O Grupo Altri

O grupo Altri, constituído em 2005, ganhou um grande reconhecimento como produtor europeu de referência de pasta de papel de eucalipto e, mais recentemente, de pasta solúvel, sendo também uma referência de destaque no setor das energias renováveis de base florestal, nomeadamente na cogeração industrial através do licor negro e da biomassa, na medida em que a sua estratégia florestal assenta no aproveitamento integral de todos os componentes disponibilizados pela floresta: pasta, licor negro e resíduos florestais.

A Altri detém três fábricas de pasta de papel em Portugal, a Celulose Beira Industrial (CELBI), S.A., situada na Figueira da Foz, a Celtejo – Empresa de Celulose do Tejo, S.A., situada em Vila Velha de Ródão e a Caima – Indústria de Celulose, S.A. situada em Constância, com uma capacidade instalada de produção de pasta de eucalipto, no total das três unidades, superior a 1 milhão de toneladas por ano. Adicionalmente, a Greenvolt - Energias Renováveis, S.A. materializa a presença da Altri no setor da energia renovável, contando atualmente com cinco centrais de produção termoelétrica a partir de biomassa florestal. A floresta é um ativo estratégico da Altri. A gestão praticada pela Altri encontra-se certificada pelos principais sistemas de certificação de gestão florestal sustentável e representa uma garantia para a prossecução dos objetivos do Grupo, hoje e no futuro.

Atualmente, a estrutura orgânica funcional do Grupo Altri é representada na Figura 4.1.



Figura 4.1. Estrutura orgânica funcional do grupo Altri
(Fonte: Altri, 2020)

4.2. A CELBI

Fundada em Portugal em 1965, a Celulose Billerud SARL surgiu de uma iniciativa da empresa sueca, Billerud AB, associada a um dos maiores grupos industriais portugueses na época, a Companhia União Fabril (CUF). A empresa viria a localizar-se junto à costa, na Leirosa, uma aldeia piscatória a 15 km a sul da Figueira da Foz.

O arranque dá-se em 1968, com a produção de pasta solúvel, destinada à fabricação de fibras têxteis com 800 mil toneladas como capacidade anual máxima. A decisão de produzir pasta solúvel viria a ser revista nos primeiros anos de produção, sendo que a unidade foi ajustada para produzir pasta papaleira, com uma capacidade que, naquela data, atingia as 120 mil toneladas anuais. Em 1970 a empresa alterou a sua designação social, passando a designar-se por Celulose Beira Industrial, SARL.

Em julho de 2006, o grupo Altri celebrou um contrato promessa conducente à aquisição de 100% dos direitos de voto da CELBI, negócio que foi concluído em agosto de 2006. Com a assinatura do Contrato de Investimento com a Associação Portuguesa de Investimento (API), em 2007, a capacidade de produção de pasta aumentou de 300000 para 550000 toneladas por ano. Em 2014, atinge um novo recorde de produção anual de pasta branqueada de eucalipto, sendo este de 687 mil toneladas. Tendo, desde o início da sua atividade, consciência do valor ambiental dos recursos naturais que explora e dos impactos ambientais que provoca, a CELBI foi a primeira empresa da Europa, do seu setor de atividade, a receber a certificação do seu Sistema de Gestão da Energia em conformidade com a norma ISO 50001.

Atualmente, a CELBI tem como atividade principal a produção e comercialização de pasta de papel de fibra curta de elevada qualidade, a partir de eucalipto, e à produção de energia elétrica (cogeração), sendo um dos mais eficientes produtores mundiais de pasta de eucalipto, tendo uma capacidade de produção instalada de cerca de 800 mil toneladas. Com mais de 50 anos de existência, a empresa é reconhecida no mercado pela elevada qualidade do seu produto que, aliada a um excelente serviço ao cliente, faz da empresa um produtor de referência no panorama europeu.

A missão da CELBI foca-se em fornecer pastas de eucalipto, produzidas de forma económica e ambientalmente sustentável, satisfazendo os requisitos e expectativas dos seus clientes. Como objetivo principal, estes pretendem ser o melhor produtor europeu de pastas de fibra curta e estar entre os mais competitivos à escala mundial. A qualidade,

inovação e responsabilidade social e ambiental são os pilares que regem a empresa, com orientação para os resultados e foco permanente nas necessidades e exigências do cliente.

4.2.1. Processo de Produção

O processo de produção da pasta de papel tem como base a transformação da madeira de eucalipto. Em primeiro lugar, a madeira é descascada e destrocada em aparas que são armazenadas numa pilha exterior. Após um processo de crivagem, dá-se o cozimento pelo processo “kraft” de madeira de eucalipto “globulus”, previamente reduzida a estilhas, em digestor contínuo de fase de vapor.

De seguida, é efetuada a lavagem da pasta crua do digestor em dois difusores de pressão em paralelo, para remover produtos residuais orgânicos e inorgânicos, resultantes do processo de cozimento. A crivagem é efetuada em três crivos combinados em paralelo para a remoção de impurezas. Depois destas operações, a pasta crua é sujeita a um pré-branqueamento com oxigénio, do qual resulta uma pasta semi-branqueada que é posteriormente enviada para o branqueamento. À entrada do branqueamento, a pasta contém ainda compostos residuais que são gradualmente removidos através de reações químicas com agentes branqueadores como o oxigénio, o peróxido de hidrogénio (água oxigenada) e o dióxido de cloro. No final desta fase a pasta apresenta-se sob a forma de uma suspensão espessa de cor branca.

Na secagem da pasta, a suspensão de pasta branqueada é submetida a uma crivagem e depuração final, sendo depois lançada sobre uma tela em que existe a evaporação da água por contacto com ar quente. A seguir é prensada e seca. Após a secagem a folha final é cortada em folhas mais pequenas que são empilhadas em fardos de 250 kg cada, seguindo para o armazém da pasta.

No armazém da pasta os fardos são agrupados com arames em conjuntos de 8 fardos nas linhas de acabamento para serem, posteriormente, carregados em camiões que os transportam para o porto comercial ou diretamente para o cliente.

Paralelamente ao processo de produção de pasta de papel, existe o processo de recuperação de químicos.

4.2.2. Processo de Expedição

O processo de expedição da CELBI é a última etapa da combinação de quatro, para que seja possível servir os clientes com as pastas de papel pretendidas, sendo estas:

- a logística, que efetua uma previsão de vendas e dá conta das encomendas dos clientes;
- a produção, que efetua o planeamento e a produção de pasta;
- o laboratório, de onde sai a classificação do material;
- o armazém de pasta, onde é armazenada a pasta de papel produzido e, posteriormente, a sua expedição.

O armazém da pasta funciona em regime de dois ou três turnos, dependendo do trabalho a efetuar. Nele existem três cargos de trabalho diferentes a decorrer em simultâneo: o operador das linhas de acabamento, que trabalha em regime de três turnos (00h-08h, 08h-16h, 16h-24h), de segunda-feira a domingo, que retira os fardões da linha de acabamento e os coloca no respetivo local em armazém; o operador responsável pela expedição para nacional/internacional por via terrestre, que trabalha em regime de dois turnos (08h-16h, 16h-24h), de segunda-feira a sexta-feira; e os dois operadores responsáveis pela expedição por navio - feita através de *gigaliners* (camiões com condições especiais que transportam até 40 toneladas de pasta de papel) até ao PCFF, que trabalham em regime de dois turnos (08h-16h, 16h-24h), de segunda-feira a sexta-feira e, excecionalmente, ao sábado, sempre que exista necessidade do carregamento de navio.

Para além destes operadores, pertencentes a uma empresa subcontratada pela CELBI, existe um Responsável de armazém, que coordena todos estes trabalhos, entre outros, para que os mesmos decorram em segurança.

A CELBI possui quatro armazéns destinados ao armazenamento da pasta de papel, denominados por armazém 1, 2, 3 e 4. No entanto, o primeiro destes, o armazém 1, foi desativado para dar lugar à expansão das linhas de acabamento. No armazém 2 estão armazenadas, geralmente, as pastas com menor rotação de venda, uma vez que a distância a percorrer até ao local de carregamento é maior. Nos armazéns 3 e 4 encontram-se as pastas com maior rotatividade. Atualmente, a capacidade total dos 3 armazéns em ativo é de 24 mil toneladas.

Na Figura 4.2 é possível observar a disposição real dos armazéns. As colunas, representadas por letras, e as linhas, representadas por números, constituem um sistema de coordenadas que tem como objetivo localizar a pasta nos armazéns.



Figura 4.2. Esquema representativo dos armazéns de expedição da CELBI
(Fonte: Intranet Celbi)

As células a azul representam espaços vazios em que se deve evitar colocar pasta, para facilitar as movimentações dos empilhadores. A cinzento estão representados os corredores de circulação, espaços em que é proibido colocar pasta. O restante espaço, representado a branco, representa os espaços de armazenamento da pasta. O espaço do armazém a ocupar pela pasta é decidido pelo responsável do armazém, em conjunto com todos os operadores presentes, de modo a destinar um sítio onde não exista o cruzamento dos empilhadores. A CELBI adquiriu recentemente um *software* interativo onde é possível observar a localização da pasta a cada momento, efetuar a sua expedição no sistema e ter conhecimento de quais são os espaços vazios onde é possível armazenar novamente *stock*. Atualmente o *software* do *layout* atribui, por defeito, uma localização na coluna E, sendo essa uma coluna inutilizada do *layout* do armazém. Posteriormente a localização da pasta é alterada para as coordenadas corretas, de modo a ser conhecida a localização de cada série de pasta. Através deste *software* é possível ter acesso a diversas características da pasta, tais como o número da série, a qualidade provisória e, posteriormente, a qualidade definitiva

(definida pelo laboratório da fábrica), a quantidade de *units* disponíveis e o tipo de embalagem (pasta com capas ou sem capas).

No armazém da pasta existem dois tipos de expedição com características diferentes, uma vez que existe uma expedição para navio, via *gigaliners*, e uma expedição para clientes nacional/internacional.

Na expedição para navio, preferencialmente para o Porto Comercial da Figueira da Foz (PCFF), existe um planeamento por parte da logística em que indica a quantidade e a qualidade de pasta de papel a ser expedida. O transporte é feito através dos *gigaliners*, sendo que estes possuem uma via de entrada e saída própria da fábrica, de modo a não possuírem tempos de espera e não interferirem com os carregamentos para o transporte nacional/internacional. Atualmente o tempo de carregamento de um *gigaliner* é de 3 a 4 minutos, sendo este um processo muito eficiente. Devido ao seu método de acondicionamento próprio, os seus registos de tempo são muito mais baixos que no carregamento dos camiões TIR. No caso de existirem condições adversas, existe a necessidade de colocar lonas de cobertura para que a pasta de papel não chegue danificada ao cliente. Assim que os camiões chegam ao PCFF são descarregados com o auxílio das gruas e a pasta é carregada no navio, seguindo até ao porto de destino.

Na expedição para o cliente final (transporte nacional/internacional), via terrestre, existe novamente um planeamento da logística em que é criado um plano semanal com a quantidade de pasta a expedir em cada dia, criando em sistema SAP os carregamentos em que já possui informações concretas. Posteriormente, no momento da chegada à portaria, o motorista fornece os seus dados e o operador da portaria dá início ao processo, através do sistema SAP, para que no armazém seja atribuída a pasta a carregar a cada um dos camiões. Enquanto isso, o motorista aguarda no parque exterior das instalações fabris que lhe seja dada a autorização de entrada. A ordem de entrada respeita a política *first in first out* (FIFO). Assim que estão reunidas todas as condições para o camião entrar, este obtém a autorização e segue para o local de carregamento. Após o carregamento, o motorista recolhe as suas guias de transporte junto do responsável de armazém e, após esta recolha, procede à cintagem das *units* de pasta de papel. Por fim, desloca-se até à portaria novamente, seguindo até ao seu destino final.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O capítulo de análise de resultados segue a abordagem *Six Sigma*, uma vez que, tal como López-Guerrero et al. (2019) afirmam, esta é uma metodologia de solução de problemas que possibilita a eliminação da causa-raiz dos defeitos encontrados no processo.

Deste modo, a apresentação dos resultados adota a orientação das várias fases do ciclo DMAIC, sendo este um circuito fechado em que são eliminadas etapas improdutivas, tal como referem Kwak e Anbari (2006) na literatura. O ciclo DMAIC requer que os processos onde este é aplicado sejam repetitivos. Neste caso, este pode ser aplicado, uma vez que se trata de processos constantes, sendo possível quantificá-los. Caso não o fossem, não era possível aplicar.

Na primeira etapa do ciclo DMAIC, *define*, devem ser definidos os pontos principais em que o projeto vai decorrer. Para isso é essencial considerar quatro etapas necessárias para elaborar a carta do projeto, sendo estas:

1. Definição do Grupo
2. Definição do Problema
3. Determinação do Objetivo
4. Criação da Carta do Projeto

Definição do Grupo

Para a definição do grupo de trabalho, o líder do projeto deve ter em consideração as diversas áreas da organização que se relacionam com a gestão do armazém e com os tempos de espera. Uma vez que esta metodologia vai ser aplicada nesse âmbito, e com a ajuda e interligação de todos, será mais fácil descobrir a causa-raiz do problema.

Deste modo, o grupo de trabalho definido para o projeto é constituído por elementos de diversas áreas que intervêm nos processos em armazém, tais como:

- Sara Santos, a desempenhar o papel de líder de equipa, tendo o objetivo principal de levar o projeto até ao fim, contribuindo todo o seu tempo de estágio para a resolução deste problema;
- Três elementos pertencentes à direção de produção, sendo um deles chefe do Setor de Produção de Pasta e dois técnicos de processo;

- Dois elementos responsáveis pelas operações em armazém – Responsável de armazém -, sendo estes que contactam mais diretamente com as dificuldades sentidas no processo;
- Dois elementos responsáveis pelas vendas e respetivas previsões.

Com o grupo definido é possível passar ao próximo passo, a definição do problema.

Definição do Problema

A CELBI tem vindo a aumentar o seu volume de negócios nos últimos anos, resultando em um aumento da expedição, como consequência do aumento de produção. Face a este crescimento, o processo de expedição tem sido alvo de ineficiências, que se traduzem em tempos de espera mais longos e que devolvem encargos financeiros à empresa. Tal é concordante com o enunciado por Potter e Lalwani (2007) ao referenciar que atrasos gerados na etapa de expedição podem comprometer o serviço ao cliente e criar custos adicionais à empresa.

O presente projeto tem como objetivo, através do estudo dos indicadores de performance, identificar os gargalos presentes no sistema que produzem estas longas filas de espera e propor melhorias ao sistema para que estes sejam colmatados. Os indicadores de performance selecionados foram:

- Tempo do processo completo (desde o momento da chegada ao parque da unidade fabril até ao momento de saída);
- Tempo de espera no exterior;
- Tempo do processo dentro da fábrica.

Determinação do Objetivo

O objetivo definido como resultado deste projeto assenta em dois pontos principais, ambos a cumprir até julho 2021:

- Reduzir em 5% o tempo médio do processo dentro da fábrica;
- Reduzir em 15% o tempo médio de um processo completo.

Os objetivos podem ser considerados um risco para o projeto devido ao reduzido tempo de estágio para implementar todas as soluções propostas e observar as melhorias obtidas.

A carta de projeto pode ser consultada no APÊNDICE A.

Nas secções 5.1 a 5.3 são apresentadas as respostas aos objetivos de investigação definidos, de modo a encontrar a solução para a pergunta de investigação definida “Como reduzir os tempos de espera no armazém de expedição?”, sendo que estas seguem as etapas do ciclo DMAIC respetivas, *measure – analyse – improve*.

5.1. Recolha e Análise de Cada Tempo Associado ao Processo de Expedição

Recorrendo ao sistema *Enterprise Resource Planning* (SAP) da Altri, foram recolhidos os dados sobre a expedição do armazém da pasta da CELBI relativos aos meses de janeiro a abril de 2021. A decisão de recolha de dados dos primeiros quatro meses do ano deveu-se ao facto de não ser possível comparar estes com os anos anteriores, em virtude de 2021 ser um ano onde está a ser enfrentada a pandemia Covid-19 e esta ter provocado alterações no decorrer do funcionamento das empresas. Ao recolher dados relativos a meses em que foi realizado o estágio foi um ponto favorável, uma vez que foi possível observar falhas do processo no *gemba walk* e interligá-las diretamente a desvios existentes nos tempos recolhidos.

Este sistema de dados possui todos os registos do armazém, carregamentos para o PCFF e para o transporte nacional/internacional. Uma vez que este projeto se foca nos tempos de espera dos camiões TIR que transportam a pasta de papel para os clientes nacionais e internacionais, todos os dados relativos aos carregamentos para navio via PCFF ficarão de fora desta análise.

O mapa criado no sistema SAP está construído, de modo a conseguir recolher todos os dados necessários para que o processo se efetue sem falhas de informação, tais como:

- Recebedor da mercadoria – Nome da empresa que recebe a mercadoria;
- Remessa – Número indicativo da encomenda;
- Matrícula – Identificação do veículo de transporte;
- Grade – Qualidade de pasta que o cliente comprou;
- Destino – Cidade referente ao ponto de entrega da encomenda;
- Peso líquido do transporte – Peso da carga a transportar;
- Planeada – Data e hora a que está prevista a chegada às instalações da fábrica (formato DD/MM/AAAA HH:MM:SS);

- Por autorizar – Data e hora da chegada às instalações da fábrica (formato DD/MM/AAAA HH:MM:SS);
- Autorizado – Data e hora a que é dada autorização de entrada pelo responsável do armazém (formato DD/MM/AAAA HH:MM:SS);
- Aguarda carga – Data e hora a que o porteiro informa o motorista de que tem autorização para entrar (formato DD/MM/AAAA HH:MM:SS);
- Expedido – Data e hora a que são impressos os documentos de transporte, após o camião estar carregado (formato DD/MM/AAAA HH:MM:SS);
- Saída – Data e hora a que o camião sai à portaria, fechando o processo de expedição (formato DD/MM/AAAA HH:MM:SS).

Com o objetivo de obter todos os dados necessários para uma análise mais profunda e fiável, de forma a descobrir a causa principal do elevado tempo de espera, foi criado um novo mapa no programa SAP, com a introdução de quatro novas colunas, sendo estas:

- Tempo no exterior = [Autorizado] – [Por Autorizar]
- Tempo até entrada na fábrica = [Aguarda Carga] – [Autorizado]
- Tempo de carregamento = [Expedido] – [Aguarda Carga]
- Tempo de acondicionamento e saída = [Saída] – [Expedido]

O tempo de um processo completo é obtido a partir da soma dos quatro tempos referidos anteriormente.

Os dados recolhidos ao longo dos quatro meses perfazem um total de 4054 camiões TIR carregados nas primeiras 17 semanas do ano. Sendo que o armazém trabalha os cinco dias úteis da semana, existe um total de 85 dias úteis nos quatro meses em estudo. No entanto, como existiram dois feriados durante este intervalo de tempo, o total de dias em que é carregada pasta em armazém para clientes nacionais e internacionais é de 83 dias. Com este total existe uma média de 49 carregamentos por dia.

Na Figura 5.1 é possível observar o número de carregamentos correspondente a cada semana, sendo perceptível que estes não estão distribuídos de igual forma por todas as semanas do mês.

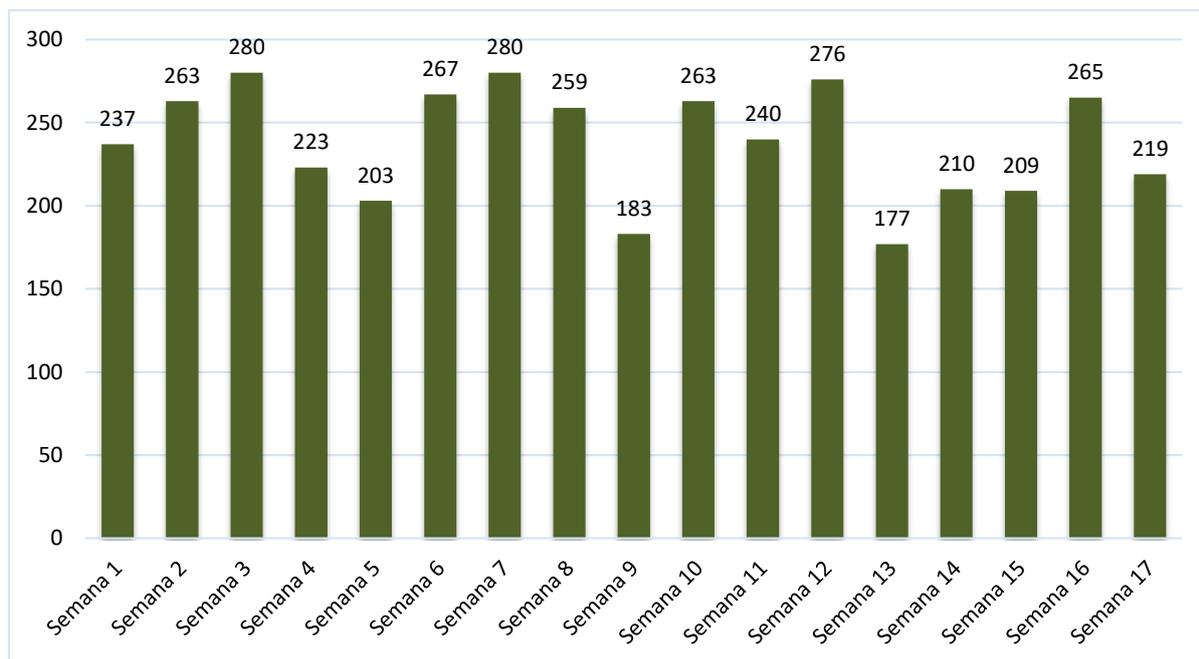


Figura 5.1. Número total de carregamentos efetuados entre janeiro e abril de 2021

Como se pode constatar pela análise do gráfico, na primeira e última semana de cada mês - semanas 1, 4, 5, 8, 9, 13, 14 e 17 – existe uma diminuição do número de carregamentos em relação às restantes semanas. Esta diminuição deve-se à falta de procura existente em virtude da receção dos planos de carregamento dos clientes durante a primeira semana do mês, sendo esta uma semana com um menor número de carregamentos efetuados. De tal forma, estes são efetuados de forma massiva na segunda e terceira semana de cada mês, refletindo-se na baixa procura existente na última semana do mês.

Os carregamentos para transporte nacional/internacional funcionam em regime de dois turnos, 8h-16h e 16h-24h, como foi referido anteriormente. Das 16 horas de trabalho, devem ser retiradas 2 horas de refeição dos trabalhadores (almoço e jantar) e 2 horas para intervalos durante o dia. Assim, o total de horas efetivas de trabalho por dia é de 12 horas.

Devido à limitação de espaço existente atualmente para efetuar carregamentos, só é possível efetuar 5 carregamentos por hora, perfazendo uma capacidade total diária de 60 carregamentos.

Na Tabela 5.1 estão identificados os tempos em análise, seguindo-se de uma descrição detalhada e respetiva análise de cada um.

Tabela 5.1. Identificação dos tempos em análise

Tempos em análise
Tempo no exterior
Tempo de entrada
Tempo de carregamento
Tempo de acondicionamento e saída
Tempo do processo dentro da fábrica
Tempo do processo completo

1. Tempo no exterior

O tempo no exterior constitui a fração de tempo entre a chegada ao exterior da fábrica e o momento em que estão reunidas todas as condições para que seja possível efetuar o carregamento. O registo dos tempos de espera no exterior é feito no gráfico da Figura 5.2.

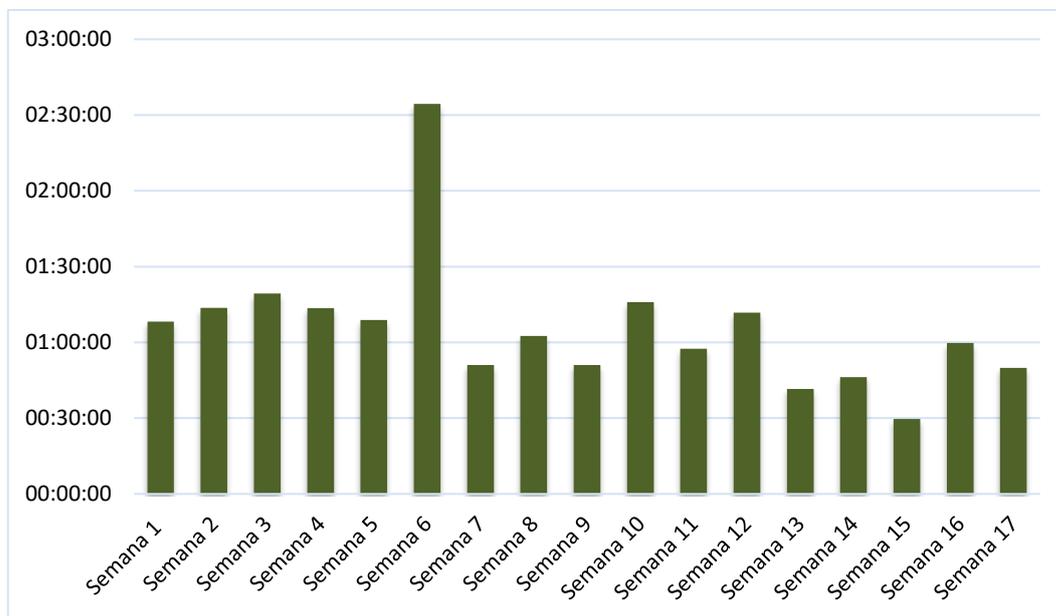


Figura 5.2. Tempo médio de espera no exterior

Este é o maior tempo do processo, representado mais de 50% do tempo do processo completo de carregamento, tendo registado um tempo médio de 1 hora – este apuramento exclui a semana 6 que, como se analisará posteriormente, apresenta um tempo médio de espera anormalmente elevado, sendo considerado um *outlier*. Através da análise

do gráfico anterior, podem ser imediatamente identificadas duas semanas com comportamentos distintos, uma em que existiu um elevado tempo de espera no exterior – semana 6 – com o registo de 2 horas e 34 minutos, e uma em que existiu um reduzido tempo de espera no exterior – semana 15 – com o registo de 29 minutos. Estas duas semanas serão alvo de uma análise mais profunda no próximo sub-capítulo. Contudo, é possível prever que a origem desta diferença de tempos registada esteja diretamente relacionada com fatores externos ao processo do armazém

2. Tempo de entrada

O tempo de entrada corresponde ao espaço de tempo que decorre entre o armazém reunir todas as condições e autorizar a entrada e a portaria informar o motorista de que este pode entrar na fábrica. Este é um espaço de tempo em que não existe criação de valor para a organização, uma vez que é feita uma passagem de informação. Este tempo pode ser considerado um desperdício, segundo a análise de Womack e Jones (1997), sendo esse um dos sete desperdícios *lean*.

No gráfico da Figura 5.3 estão representados os tempos registados ao longo dos quatro meses em estudo, sendo que o registo médio dos tempos de entrada na fábrica é de 5 minutos e 41 segundos.

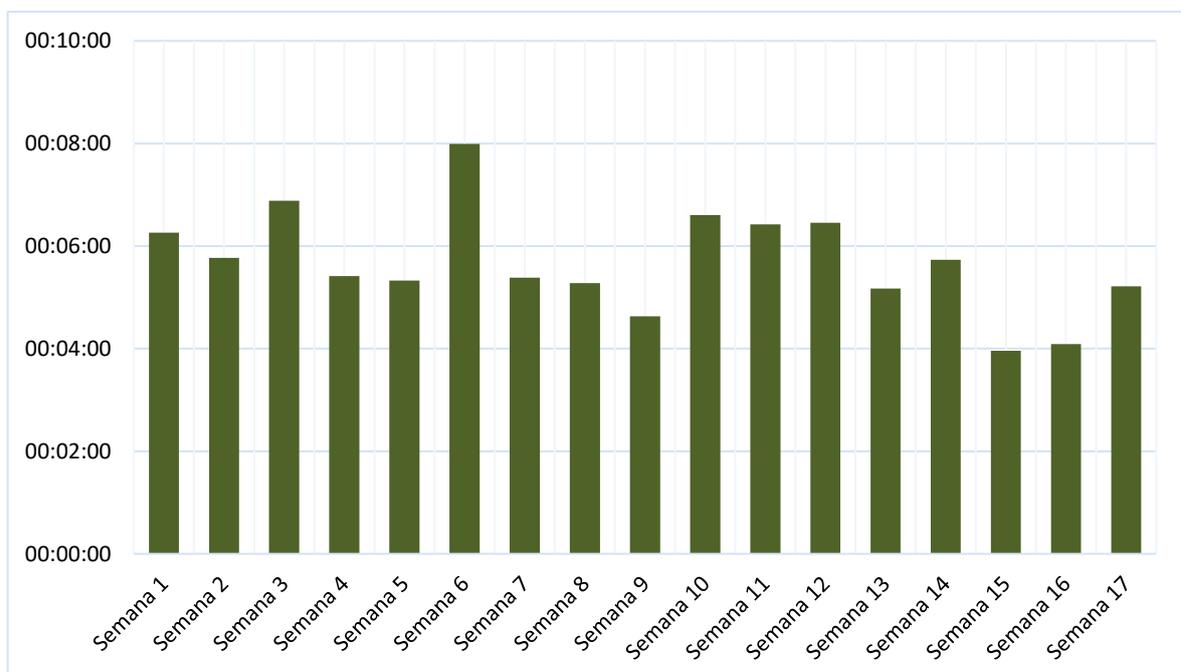


Figura 5.3. Tempo médio de entrada na fábrica

Como se pode observar no gráfico da Figura 5.4, existe uma grande variação nos tempos de entrada, uma vez que estes tempos estão dependentes das tarefas e disponibilidade que o operador da portaria possui nesse momento ou da perceção de que os camiões TIR já foram autorizados a entrar. No dia apresentado, 5 de abril, existe uma variação entre os 11 segundos e os 14 minutos e 44 segundos. O pico máximo foi alcançado às 15 horas, sendo este um horário em que existe um nível de chegadas mais elevado, originando uma maior ocupação do tempo por parte do operador da portaria.

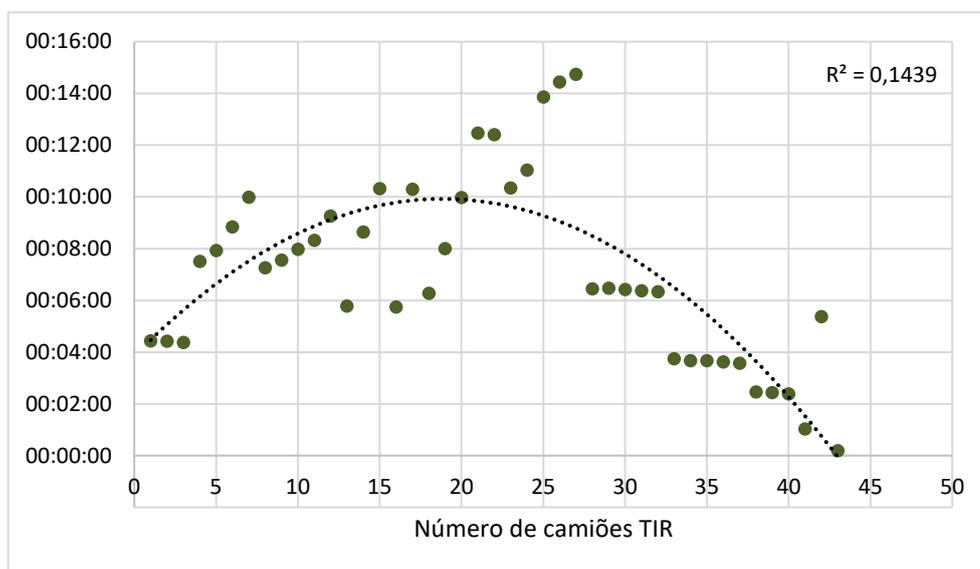


Figura 5.4. Registo dos tempos de entrada – Dia 5 de abril

3. Tempo de carregamento

A entrada dos camiões TIR é feita em grupos de cinco, salvo se não existirem camiões TIR suficientes em espera para formar um grupo. Este número foi definido devido à limitação de espaço e, também, entre o responsável do armazém e os operadores do empilhador, sendo este o número otimizado de camiões TIR que se consegue carregar no espaço de uma hora.

O tempo de carregamento engloba várias atividades, tais como a abertura da lateral do camião, o momento efetivo de carregamento e o espaço de tempo até ir buscar os documentos da carga. Neste último momento os motoristas deslocam-se ao escritório para recolher os documentos no instante em que é colocada a última *unit* no reboque, para que o processo não sofra maior duração.

Na Tabela 5.2 está representado o registo dos tempos das três etapas que engloba o carregamento de camiões TIR. Estes tempos foram registados recorrendo à observação direta do processo, de modo a perceber se existia alguma perda de tempo durante o processo do carregamento.

Tabela 5.2. Etapas efetuadas no tempo de carregamento

	Carregamento 1	Carregamento 2
Tempo de abertura lateral do camião	5 minutos	6 minutos
Tempo efetivo de carregamento	8 minutos	7 minutos
Tempo de recolher os documentos	5 minutos	5 minutos

Como se pode observar, o tempo efetivo de carregamento é um tempo reduzido, entre 7 e 8 minutos, quando comparado com o tempo de um processo completo. No entanto, as outras duas etapas são necessárias ao processo, pelo que se concluiu que não existe um desperdício de tempo neste momento do processo.

O processo entre o entrar na fábrica e o motorista ter os documentos em sua posse é, em média, de 18 minutos. No entanto, o tempo médio de um carregamento está compreendido nos 37 minutos, como se pode comprovar no gráfico da Figura 5.5. Isto deve-se ao facto de, ao entrar cinco camiões TIR ao mesmo tempo, apenas o primeiro a carregar possui o verdadeiro tempo de carregamento, uma vez que os outros quatro estão em fila de espera para carregar no interior do armazém. Assim, o intervalo de tempo de carregamento numa entrada de 5 camiões TIR está compreendido entre os 18 minutos e os 55 minutos.

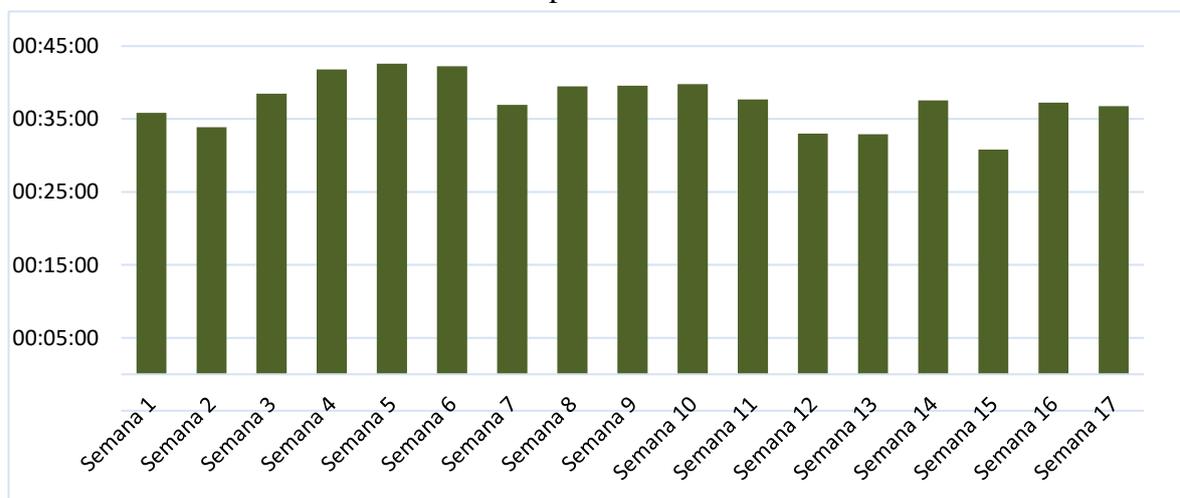


Figura 5.5. Tempo médio de carregamento

4. Tempo de Acondicionamento e Saída

O tempo de acondicionamento e saída corresponde ao tempo de cintar as *units* de pasta de papel para que esta seja transportada em segurança e o tempo de saída do camião das instalações fabris. Este é um tempo muito variável, uma vez que os motoristas que estão familiarizados com este tipo de carregamentos apresentam uma maior experiência e, conseqüentemente, uma maior rapidez a efetuar a cintagem da carga.

No gráfico da Figura 5.6 foram registadas as médias dos tempos de acondicionamento e saída existentes ao longo das 17 semanas em estudo, sendo que o tempo médio, ao longo dos quatro meses, é de 15 minutos e 56 segundos.

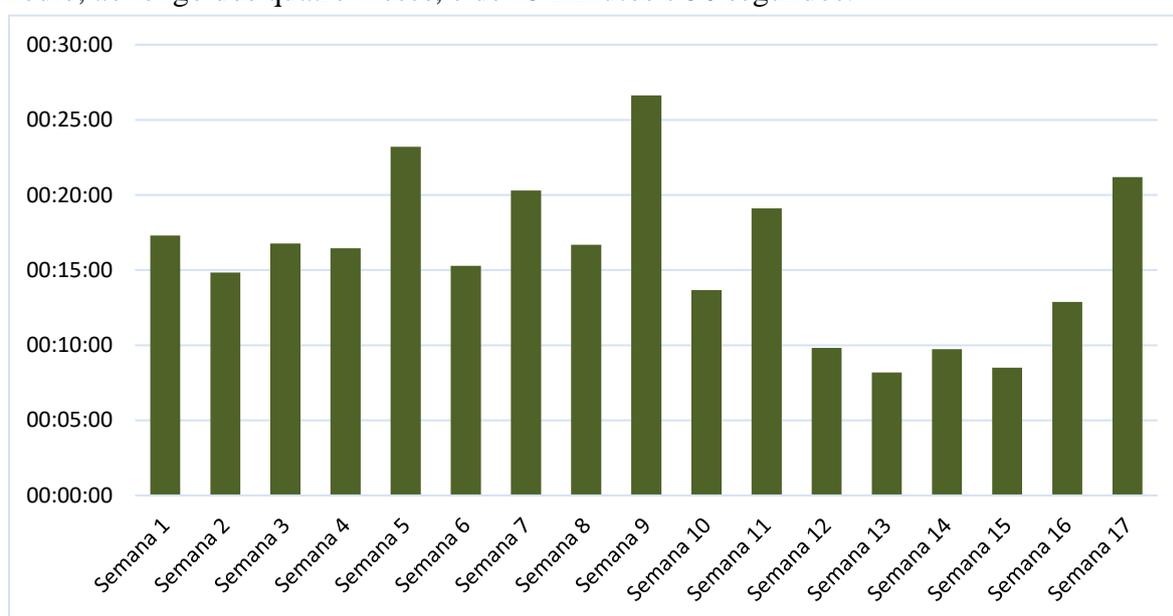


Figura 5.6. Tempo médio de acondicionamento e saída

O tempo de acondicionar está dependente do número de cintas que o motorista coloca nas *units*. Visto que os camiões TIR são carregados com 12 ou 13 *units*, a carga deveria ser acondicionada com o número de cintas correspondente ao total de *units* transportadas. No entanto apenas os camiões TIR que têm como destino Espanha cumprem esse requisito, devido à exigência por parte das autoridades espanholas. Os camiões TIR que seguem para clientes nacionais não cumprem esse acondicionamento de carga, colocando um menor número de cintas.

Na Tabela 5.3 é possível observar a relação entre o tempo de acondicionamento e saída e o número de cintas colocadas pelo motorista do camião TIR.

Tabela 5.3. Tempo de acondicionamento e saída por número de cintas

	Número de cintas	Tempo de acondicionamento e saída
Camião TIR 1	4 cintas	11 minutos
Camião TIR 2	5 cintas	22 minutos
Camião TIR 3	6 cintas	30 minutos
Camião TIR 4	8 cintas	19 minutos
Camião TIR 5	5 cintas	14 minutos
Camião TIR 6	8 cintas	19 minutos
Camião TIR 7	3 cintas	15 minutos

Com a análise da tabela anterior é possível concluir que não existe uma relação direta entre o número de cintas e o tempo de acondicionamento e saída, pelo que o fator experiência é mais determinante para uma maior rapidez no processo. Assim, pode admitir-se que o tempo de acondicionamento e saída terá influência direta no tempo do processo completo, em virtude da experiência apresentada pelos motoristas dos camiões TIR que efetuam transporte nacional/internacional.

5. Tempo do processo dentro da fábrica

O tempo do processo dentro da fábrica é composto pela soma dos tempos de entrada, de carregamento e de acondicionamento e saída.

Como é possível observar na Figura 5.7, este espaço temporal não possui grandes variações, sendo o tempo médio do processo dentro da fábrica de 59 minutos, pelo que a causa da sua instabilidade se deve, maioritariamente, ao tempo de acondicionamento e saída, pelas razões referidas anteriormente.

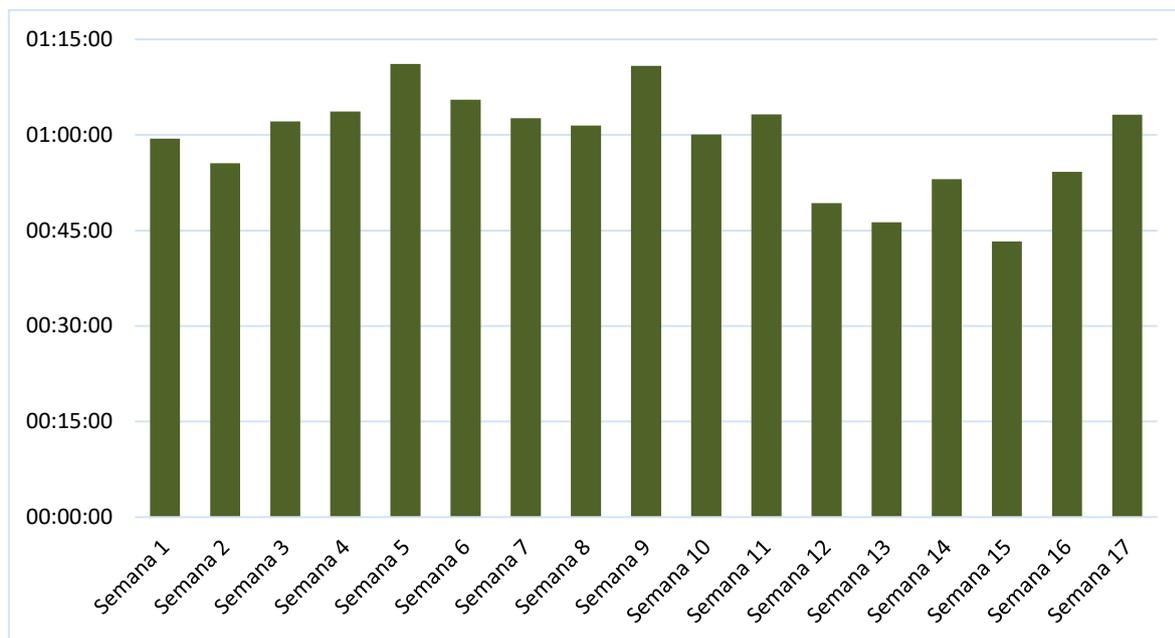


Figura 5.7. Tempo médio do processo dentro da fábrica

6. Tempo do processo completo

O tempo do processo completo diz respeito à junção dos quatro tempos em estudo (exterior, entrada na fábrica, carregamento e saída). Segundo Zuting et al. (2014), o atraso num dos processos de expedição (entrada na fábrica, carregamento dos materiais, saída da carga) resulta em atrasos significativos e no aumento do tempo de expedição.

Na Figura 5.8 é feita a divisão do tempo pelas suas percentagens de ocupação do processo, comprovando que o maior tempo registado é o tempo de espera no exterior, correspondendo a 52,6% do tempo total, seguido do tempo afeto ao carregamento.

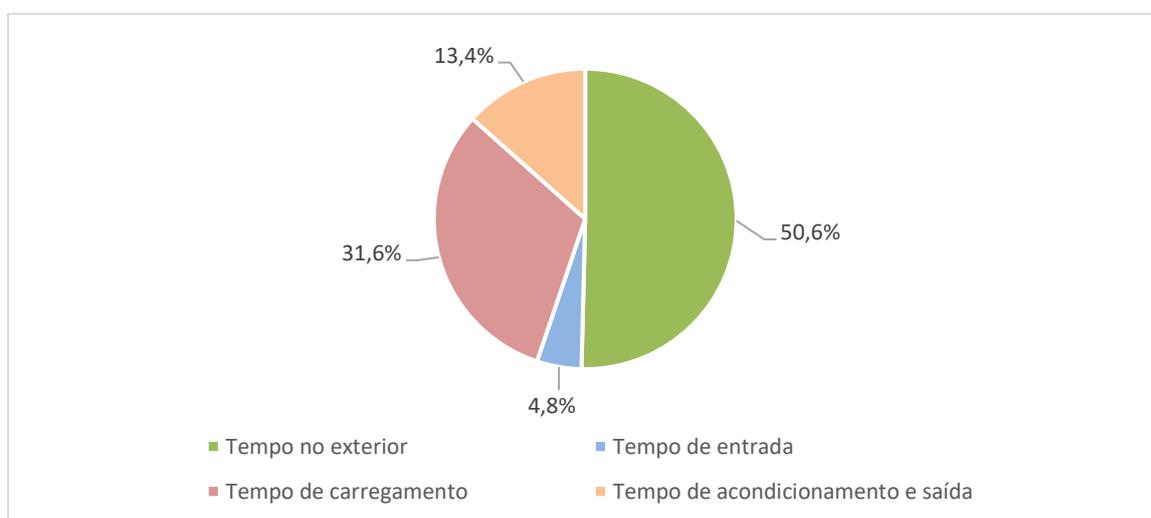


Figura 5.8. Divisão dos tempos no decorrer de um processo completo

Na Tabela 5.4 é apresentada a média e o desvio-padrão de cada um dos tempos analisados. É possível concluir que o tempo que apresenta uma maior dispersão de tempos registados é o tempo no exterior, influenciando os valores apresentados no tempo do processo completo. A semana 6 é excluída da análise da média e do desvio padrão do tempo no exterior e do tempo do processo completo por ser considerado um *outlier* e, ao apresentar um tempo de espera no exterior anormalmente elevado, influenciará o tempo do processo completo.

Tabela 5.4. Média e desvio-padrão de cada tempo

	Média	Desvio-padrão
Tempo no exterior	01:00:02	00:25:33
Tempo de entrada	00:05:41	00:01:00
Tempo de carregamento	00:37:29	00:04:15
Tempo de acondicionamento e saída	00:15:56	00:03:58
Tempo dentro da fábrica	00:59:06	00:07:19
Tempo do processo completo	01:57:59	00:29:11

Através do gráfico da Figura 5.9 é possível observar o tempo médio de um processo completo, que apresenta um tempo médio na ordem das 2 horas.

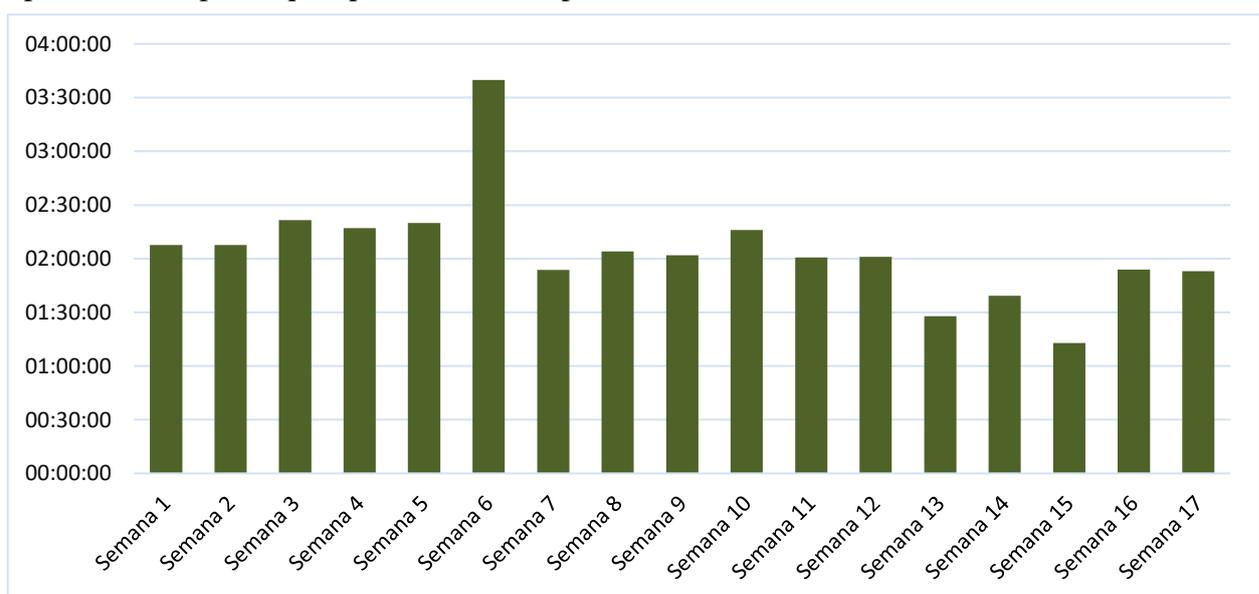


Figura 5.9. Tempo médio do processo completo de carregamento

Esse tempo apenas é contrariado na semana 6 e na semana 15, onde já foi possível observar os dois extremos de tempo de espera no exterior. O elevado tempo de processo completo pode dever-se a várias condicionantes analisadas no próximo sub-capítulo

No diagrama da Gantt presente na Figura 5.10 podem ser visualizadas todas as etapas do processo para o primeiro de um grupo de cinco camiões TIR prontos a carregar. No tempo de um processo completo de 1 hora e 45 minutos, apenas existe criação de valor para a CELBI durante 8 minutos. No entanto, todas as etapas envolvidas são necessárias, não sendo possível a sua eliminação do processo, contudo devem ser realizados esforços para diminuir a duração dessas mesmas etapas.

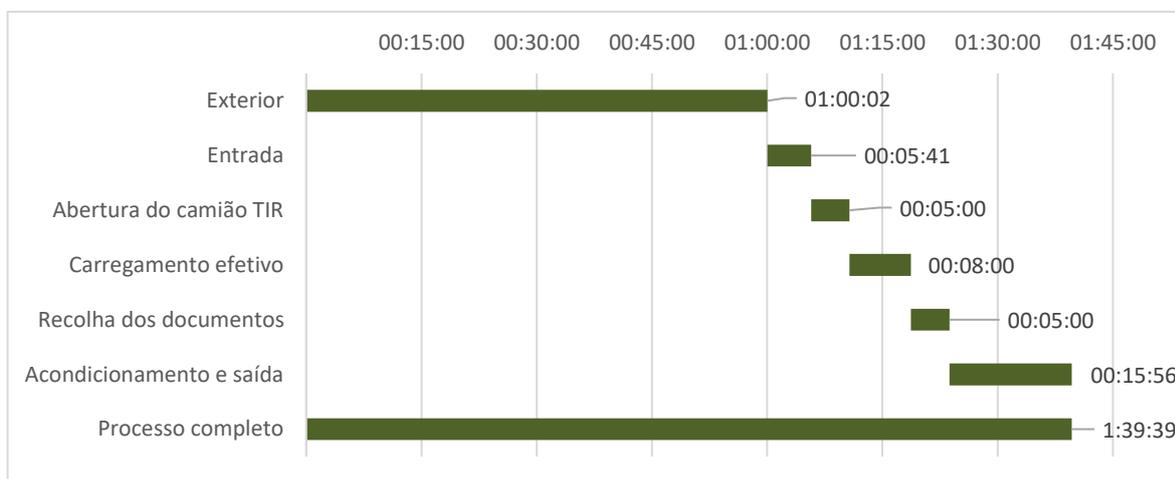


Figura 5.10. Diagrama de Gantt

5.2. Identificação e Descrição das Falhas do Processo e Respetivas Causas

Após a recolha de dados relativos ao processo em armazém e análise de cada um dos tempos, de modo a identificar possíveis falhas e desvios, foi efetuado um *brainstorming* com as oito pessoas presentes no grupo de trabalho, os Responsáveis do armazém, a direção de produção e a logística, com a duração de duas horas. Este focou-se em reunir todas as causas para a existência de um tempo de processo tão longo e, mais especificamente, de um tempo de espera no exterior tão elevado. Para conseguir analisar da melhor forma as fontes do problema, o mais correto é centrar a experiência de quem lida diariamente com as adversidades, os Responsáveis do armazém.

Na Figura 5.11 estão identificadas as causas que provocam falhas no processo, que resultam em elevados tempos de espera e elevados tempos de processo completo, promovendo um serviço ao cliente menos eficiente.

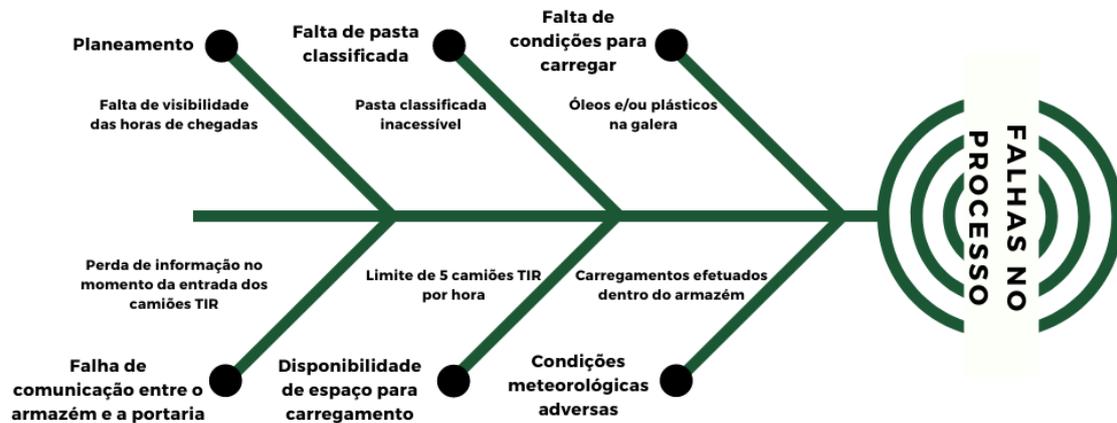


Figura 5.11. Diagrama de Ishikawa

A falha associada ao planeamento deve-se à falta de visibilidade das horas das chegadas dos camiões TIR à fábrica, ou seja, da visibilidade dos horários de carregamento para o armazém de expedição de pasta, originando aglomerações à entrada e elevados tempos de espera no exterior.

A falta de pasta classificada é resultado do processo de análises que é necessário realizar em laboratório, para que seja atribuída a *grade* definitiva. A pasta classificada inacessível é resultado da existência de paredes nos armazéns 2 e 3, não sendo possível promover a regra FIFO com a pasta de papel expedida no armazém. Uma vez que a pasta é colocada em armazém com uma *grade* provisória, esta pode ser alterada no momento de classificar definitivamente a pasta, originando elevadas mudanças de pasta para que seja possível aceder à pasta necessária.

A falta de condições para carregar os camiões TIR deve-se à presença de óleo ou plásticos na galera, originando atrasos para que seja efetuada a limpeza, sendo necessária a saída da fábrica até possuírem condições de carregamento, influenciando o normal funcionamento do processo.

A falha de comunicação entre o armazém e a portaria foi identificada através do elevado tempo de entrada que o processo apresenta. Uma vez que a portaria não é uma portaria dedicada apenas ao carregamento de pasta de papel, os trabalhadores que nela se encontram possuem outras tarefas, existindo uma demora na transmissão de informação no momento da entrada dos camiões TIR.

A falta de disponibilidade de espaço para efetuar carregamentos deve-se à restrição de espaço que o armazém possui neste momento, quer pela limitação física em si que foi agravada com a recente extinção do Armazém 1 em virtude da nova linha de acabamentos, quer pela cedência de parte do armazém para colocação de peças e equipamentos de novos projetos. Estas limitações fazem com que só seja possível carregar cinco camiões TIR por hora, sendo esta uma capacidade reduzida em dias de elevada procura.

Em virtude da falta de cais de carregamento e de os camiões TIR serem carregados lateralmente, os carregamentos são efetuados do lado exterior do armazém, em locais sem cobertura superior. Sendo que a pasta de papel é um produto que absorve facilmente água, o contacto com a água da chuva em dias com condições meteorológicas adversas provoca deterioração de material e origina perdas, tanto económicas como materiais, para a empresa. Para que essas perdas sejam contrariadas, em dias que apresentem essas condições, os carregamentos são efetuados no interior do armazém, promovendo uma maior movimentação de máquinas dentro deste. Esta situação traduz-se em maiores deslocações e também tempos de carregamento mais elevados.

Como referido na secção 5.1 onde foi efetuada a recolha e análise de dados, respondendo ao primeiro objetivo definido, as semanas 6 e 15 são agora alvo de análise de forma a identificar os motivos da existência destes dois extremos, um negativo e um positivo.

Durante a semana 6, correspondente à segunda semana de fevereiro, foram efetuados 267 carregamentos de pasta de papel. Através da análise da Tabela 5.5, em que são apresentados os tempos relativos à semana 6, é possível retirar duas conclusões de imediato. Em primeiro lugar o elevado tempo médio de espera no exterior, de 2 horas e 34 minutos, que é derivado de um gargalo existente para a entrada no armazém. Em segundo lugar o elevado tempo médio de entrada, de 7 minutos e 59 segundos, sendo que neste intervalo de tempo apenas existe uma passagem de informação, existindo uma grande perda de tempo em que não é criado valor.

Tabela 5.5. Tempos médios relativos à semana 6

Semana 6	Tempo
Tempo no exterior	02:34:22
Tempo de entrada	00:07:59
Tempo de carregamento	00:42:15
Tempo de acondicionamento e saída	00:15:17
Tempo dentro da fábrica	01:05:31
Tempo do processo completo	03:39:53

Para identificar a causa do gargalo existente no início do processo foram analisadas as chegadas horárias de camiões TIR à portaria e os camiões TIR em espera no exterior.

Tomando como exemplo o dia 12 de fevereiro, através do gráfico da Figura 5.12, é possível observar que a causa do gargalo existente no início do processo se deve à elevada quantidade de chegadas no mesmo horário, causando uma fila de espera de grandes dimensões, alcançando um máximo de 22 camiões TIR em espera no exterior. Neste dia foram efetuados 51 carregamentos de pasta de papel. Uma vez que a capacidade de carregamento do armazém é de cinco camiões TIR por hora, a cada hora em que existe um total de chegadas superior a cinco, existe um acumular do tempo de espera. O tempo de espera no exterior atingiu um máximo de 5 horas e 47 minutos, causando uma grande insatisfação por parte dos motoristas em espera e reclamações dos clientes.

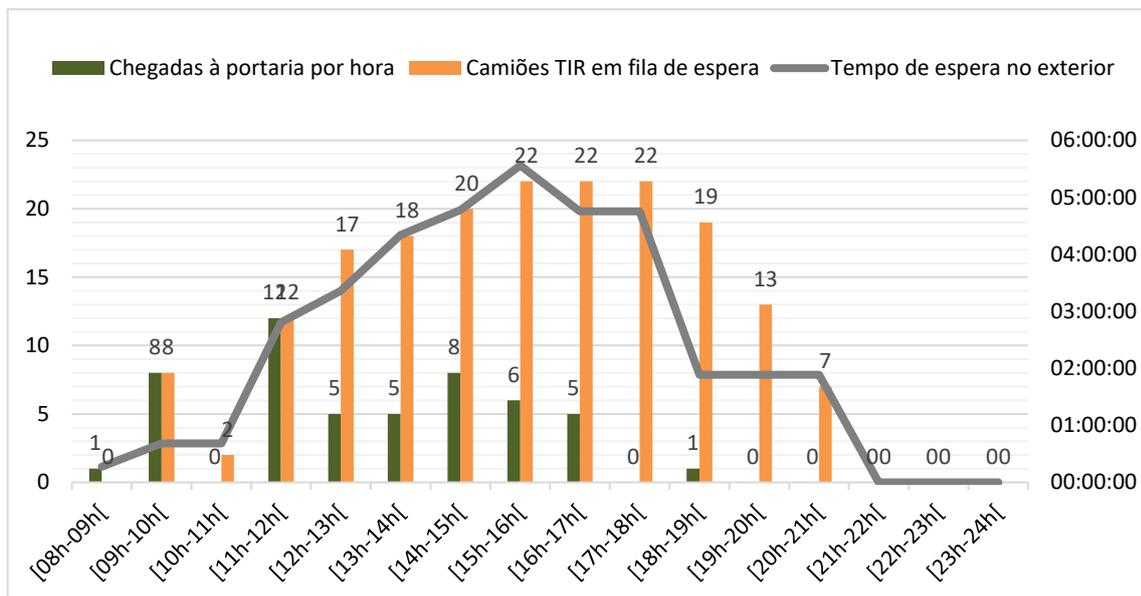


Figura 5.12. Número de camiónes TIR a aguardar entrada e tempo de espera no exterior – Dia 12 de fevereiro

Na semana 15, a segunda semana do mês de abril, foram efetuados 209 carregamentos de pasta de papel. Ao observar os tempos registados na Tabela 5.6, o reduzido tempo de espera no exterior é o valor que apresenta maior destaque, sendo este de 29 minutos e 37 segundos. De realçar a diferença no tempo de entrada entre a semana 6 e a semana 15, sendo nesta última de 3 minutos e 58 segundos, existindo uma diminuição de 50,3%.

Tabela 5.6. Tempos médios relativos à semana 15

Semana 15	Tempo
Tempo no exterior	00:29:37
Tempo de entrada	00:03:58
Tempo de carregamento	00:30:49
Tempo de acondicionamento e saída	00:08:30
Tempo dentro da fábrica	00:43:16
Tempo do processo completo	01:12:53

A redução nos tempos no exterior e de entrada refletem-se no tempo do processo completo, sendo que foi, em média, de 1 hora e 12 minutos. Para analisar esta redução, foram analisadas as chegadas horárias ao armazém durante esta semana. Na Figura 5.13 estão representadas as chegadas horárias à portaria e o tempo de espera no exterior.

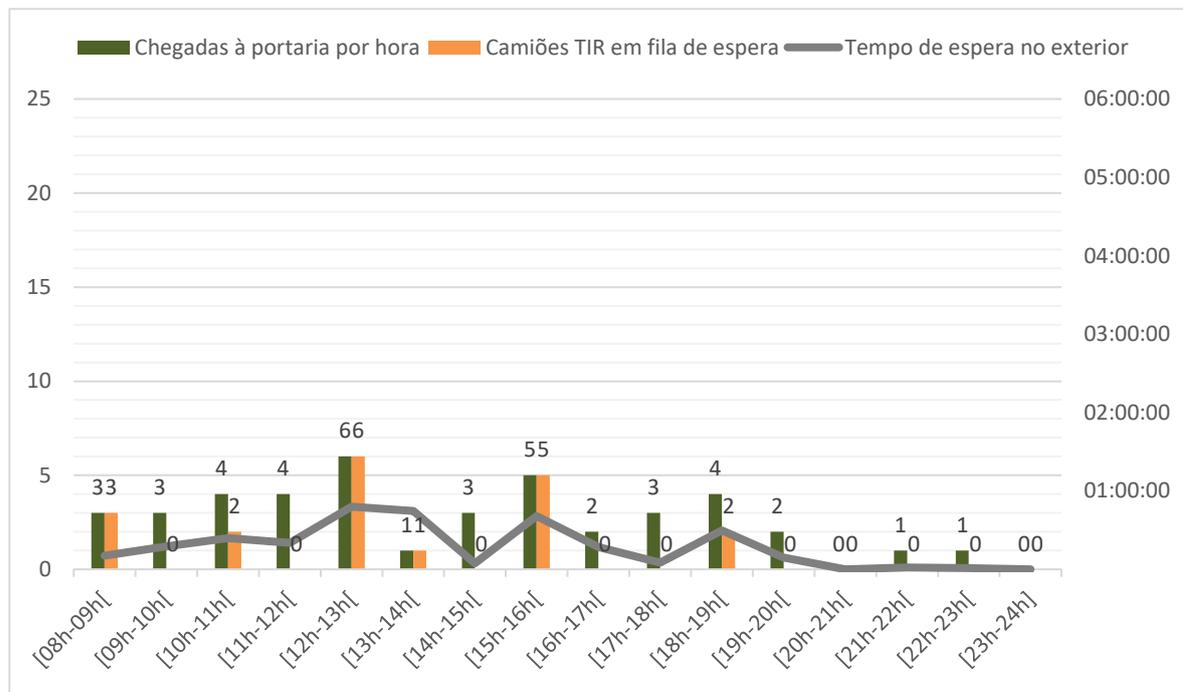


Figura 5.13. Número de camiões TIR a aguardar entrada e tempo de espera no exterior – Dia 12 de abril

No dia 12 de abril foram efetuados 42 carregamentos de pasta de papel. O tempo máximo de espera no exterior foi de 1 hora e 11 minutos, sendo que foi registado devido à paragem para a hora de almoço. A distribuição faseada dos carregamentos ao longo do dia originou um bom funcionamento do armazém e a prestação de um bom serviço ao cliente.

Posteriormente à análise das semanas 6 e 15, em que a primeira foi considerada uma semana crítica para o processo e a segunda uma semana com registos muito favoráveis, foram efetuadas entrevistas não estruturadas com os Responsáveis do armazém e os restantes membros do grupo de trabalho, de modo a priorizar as causas a resolver, para obter melhorias no processo.

Das seis causas apresentadas anteriormente na Figura 5.11, o grupo selecionou três que possuem maior prioridade de resolução, com base no tempo necessário para a resolução e o seu impacto no processo, sendo estas a:

- falha de comunicação entre o armazém e a portaria na passagem de informação, sendo que esta é de rápida resolução,

- visibilidade dos carregamentos no planeamento, referente a uma causa de média-longa resolução, e
- disponibilidade de espaço para carregamento, sendo uma medida de média-longa resolução.

De seguida é feita uma descrição detalhada das causas identificadas como prioritárias.

Falha de comunicação entre o armazém e a portaria

O tempo de entrada centra-se no intervalo de tempo entre o armazém reunir todas as condições de carregamento e autorizar o camião TIR a entrar e a portaria informar o motorista de que este tem autorização de entrada. Esta passagem de informação é feita através de uma chamada telefónica. No entanto, em situações que a comunicação via chamada telefónica não é possível, o operador da portaria tem de se deslocar ao camião TIR para dar a informação de entrada, originando um tempo de entrada mais longo.

Este intervalo de tempo representa 10% do tempo do processo dentro da fábrica, sendo em média de 5 minutos e 41 segundos, correspondendo a uma significativa perda.

Na Tabela 5.7 está representada a percentagem de camiões TIR com mais de 5 minutos de tempo de entrada, sendo esse valor definido como o máximo aceitável para o processo que é efetuado neste intervalo de tempo. O desperdício de tempo é comprovado pelas percentagens apresentadas, existindo sempre um atraso na entrada para o armazém quando já estão reunidas todas as condições.

Tabela 5.7. Percentagem de camiões TIR com mais de 5 minutos de tempo de entrada

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Percentagem de camiões TIR	49,98%	47,53%	48,68%	36,06%

Falta de visibilidade dos horários dos carregamentos

Atualmente o planeamento dos carregamentos é feito semanalmente, sendo este enviado no último dia da semana para o armazém, de modo a programar a semana seguinte ao nível de reforço de operadores de empilhadores, para que não existam grandes acumulações de camiões TIR em espera. No entanto, o planeamento semanal enviado apresenta muitas falhas ao nível de número de carregamentos por dia, induzindo o

Responsável de armazém em erro. As previsões imprecisas podem resultar em desequilíbrios entre a oferta e a procura. Estas assumem um papel muito importante para um planeamento eficaz e eficiente.

A diferença entre o número de carregamentos planeados e o número de carregamentos efetuados é registada num gráfico de indicador, exposto no quadro *kaizen* localizado no escritório do armazém. Na Figura 5.14 está presente o gráfico representativo do mês de março. A linha designada como objetivo faz referência ao planeamento enviado pela logística, com a quantidade de carregamentos de pasta de papel para cada dia da semana. Como se pode observar, nos dias 5, 18, 26 e 31 existe uma desigualdade entre a quantidade planeada e a quantidade de carregamentos efetuada. Essa diferença compromete o bom funcionamento do armazém e o nível de serviço oferecido.

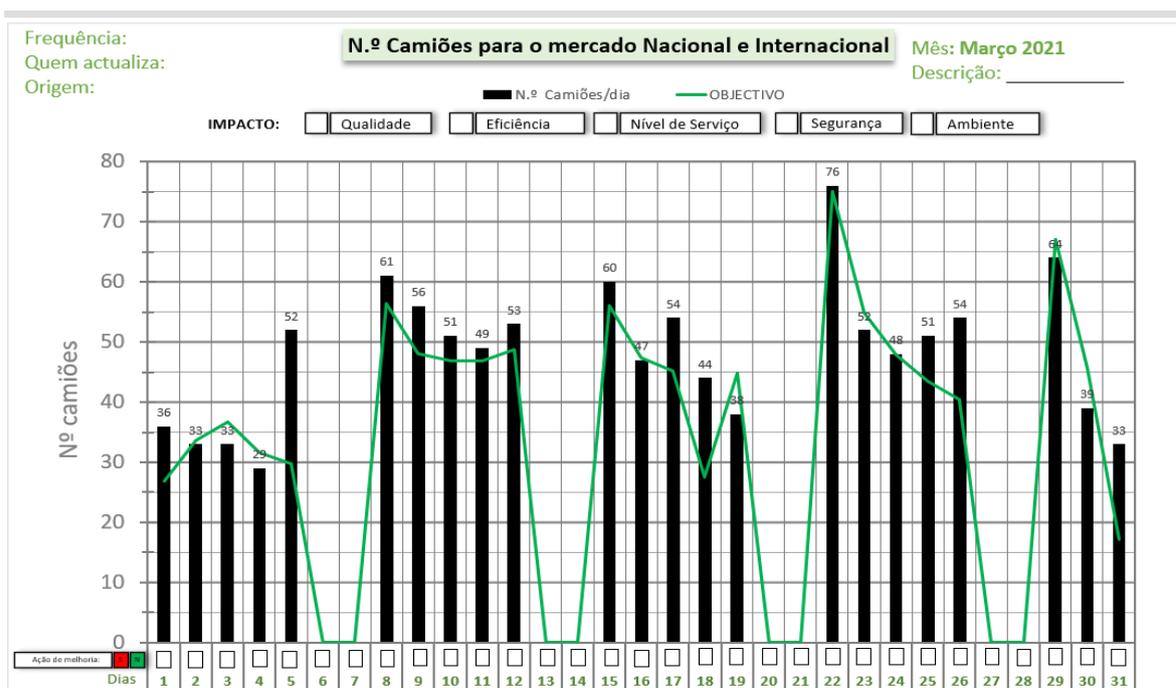


Figura 5.14. Gráfico de controlo relativo ao mês de março

Disponibilidade de espaço para carregamentos

No cenário atual o armazém tem uma capacidade de carregamento de cinco camiões TIR por hora. Este espaço é ocupado pelos camiões TIR desde o momento em que entram na fábrica até que têm todas as condições reunidas para saírem, após o carregamento e a cintagem da carga.

A falta de disponibilidade de espaço para efetuar carregamentos deve-se à restrição de espaço que o armazém possui neste momento, quer pela limitação física em si que foi agravada com a recente extinção do Armazém 1 em virtude da nova linha de acabamentos, quer pela cedência de parte do armazém para colocação de peças e equipamentos de novos projetos. Em consequência destas restrições, a chegada de mais que cinco camiões TIR por hora causa uma aglomeração de camiões TIR em espera, o que culmina num aumento significativo de tempos e espera.

5.3. Definição e Implementação de Ações Corretivas

Esta etapa inicia-se, tal como previsto no ciclo DMAIC, com a apresentação de soluções para a resolução das causas do problema, nomeadamente o elevado tempo de espera dos camiões no exterior e a entrada na fábrica. Na Tabela 5.8 encontram-se os problemas identificados na secção 5.2 e a respetiva melhoria, confirmadas através de *brainstormings* e entrevistas não estruturadas realizadas com o grupo de trabalho.

Tabela 5.8. Problemas identificados e melhorias a implementar

Problemas identificados	Melhorias a implementar
P1. Falha de comunicação entre o armazém e a portaria	M1. Implementação de <i>paggers</i> entregues aos motoristas para receberem autorização
P2. Falta de visibilidade dos carregamentos	M2. Planeamento de hora a hora com restrição de um máximo de 5 camiões TIR
P3. Disponibilidade de espaço para efetuar carregamentos	M3. Criação de um parque extra para o acondicionamento da carga, aumentando a capacidade do espaço de carregamento
P4. Falta de pasta classificada	M4. Reativação do laboratório da máquina da pasta para uma classificação mais rápida
P5. Falta de condições para carregar	M5. Inspeção das galeras no exterior da fábrica
P6. Condições meteorológicas adversas	M6. Colocação de palas nos armazéns para servirem de coberturas

As propostas de melhoria são apresentadas por ordem de prioridade definida, pelos fatores de maior rapidez de resolução e maior impacto nas funções de armazém. Apesar de apenas as primeiras três melhorias serem alvo de estudo mais profundo, optou-se por definir todas as propostas de melhorias a implementar, numa perspetiva a longo prazo para a empresa.

As ações propostas envolvem vários departamentos da fábrica o que acaba por tornar mais desafiante a implementação das melhorias propostas. De seguida é feita uma descrição pormenorizada das três melhorias selecionadas como prioritárias a implementar.

M1. Implementação de *paggers*

Após a análise do elevado tempo de entrada e a observação direta do local de trabalho, foram recolhidas propostas de resolução do problema, através de entrevistas não estruturadas com os responsáveis do armazém. Desta recolha surgiram duas ideias principais:

- Colocação de um ecrã na portaria para dar visibilidade das matrículas a entrar;
- Implementação de *paggers* entregues aos motoristas no momento de registo na portaria.

A primeira ideia foi considerada como inválida, uma vez que o parque de estacionamento da portaria não é um parque dedicado a camiões TIR para carregar pasta de papel, estando também presentes camiões TIR que entregam produtos químicos, entre outros. Embora a regra de entrada seguida seja de FIFO, podem ocorrer situações em que não é possível seguir esta regra, levando a que os motoristas dos camiões TIR perdessem a visibilidade para o ecrã.

O problema da comunicação entre armazém – portaria – motorista pode ser colmatado com a implementação de *paggers*, tornando direta a comunicação armazém - motorista. Os *paggers* são dispositivos eletrónicos usados para contactar pessoas através de uma rede de telecomunicações. A utilização destes foi muito popular durante os anos 1980 e 1990. Atualmente, os *paggers* voltam a ganhar importância nas comunicações, essencialmente em restaurantes, grandes superfícies, hospitais e, mais recentemente, na área da logística. Estes aparelhos enviam sinais vibratórios, luminosos e sonoros, alertando a pessoa que o tem em posse.

Na área da logística, os *pagers* são utilizados para alertar o motorista, de forma rápida e eficiente para onde se deve dirigir. A sequência de etapas para uma boa utilização de *pagers* no controlo logístico de entrada de camiões TIR é:

1. O motorista apresenta-se na portaria;
2. Recebe o *pager*;
3. Fica a aguardar junto do seu camião TIR;
4. O armazém envia um alerta para o *pager* que está com o motorista;
5. O motorista recebe o alerta no *pager*;
6. Dirige-se ao local de carregamento e, posteriormente, entrega o *pager*.

Com esta solução é possível eliminar a comunicação entre a portaria e o motorista após ser dada a autorização, reduzindo significativamente o tempo de entrada e tornando a comunicação entre o armazém e os motoristas na hora da autorização de entrada mais eficaz.

M2. Planeamento dos carregamentos com janelas horárias

Para lidar com o congestionamento existente à entrada na fábrica, optou-se pela criação de um planeamento com janelas horárias. Uma vez que a CELBI possui uma média diária de 49 chegadas, o que equivale a uma média de 4,08 chegadas/hora, considerando as 12 horas efetivas de trabalho. Assim, a proposta apresentada tem como objetivo a marcação de um máximo de 5 carregamentos por hora. A CELBI possui atualmente um conhecimento estatístico diário das chegadas dos camiões TIR, no entanto esse conhecimento pode induzir em erro. A existência de uma visibilidade total das chegadas dos camiões TIR é o cenário ideal para colmatar os aglomerados à entrada do armazém (Gu et al., 2007).

Para a implementação de janelas horárias existem vantagens e desvantagens. Como vantagem, esta é uma medida económica que produz melhorias significativas, existe uma maior visibilidade das chegadas horárias e o limite do número de carregamento pode ser ajustado consoante a procura. As desvantagens apresentadas são a resistência à mudança do método de trabalho, a taxa de adesão dos clientes e a necessidade da criação de uma plataforma de base de dados partilhada entre a equipa da logística, clientes e empresas de transporte.

De seguida é apresentada a análise de dois dias em que o número de chegadas foi igual a 56. No primeiro dia, 8 de março, não existe um nivelamento horário de chegadas,

existindo um pico de chegadas na segunda hora da manhã, como é possível observar na Figura 5.15, provocando um tempo de espera máximo de 2 horas e 58 minutos. No segundo dia apresentado, dia 9 de março, embora ainda existam chegadas acima das 5 por hora, tal como se pode comprovar na Figura 5.16, o tempo máximo de espera atinge apenas um máximo de 1 hora e 13 minutos. Esta alteração resulta numa melhoria de tempo em 59%.

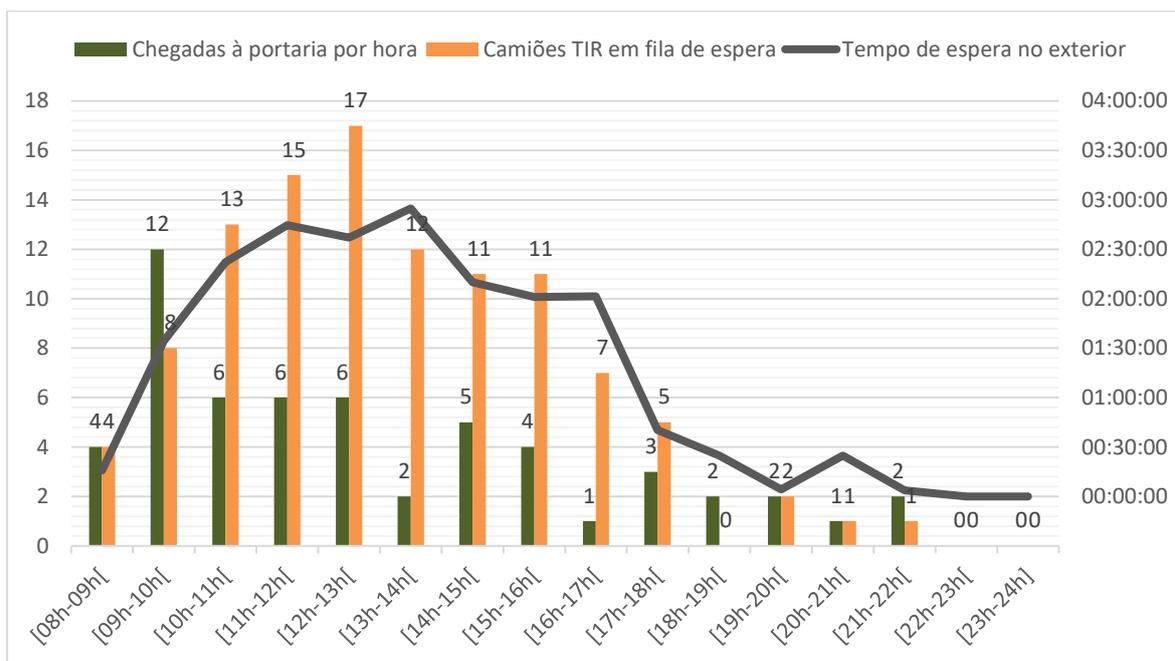


Figura 5.15. Número de camiões TIR em espera no exterior – Dia 8 de março

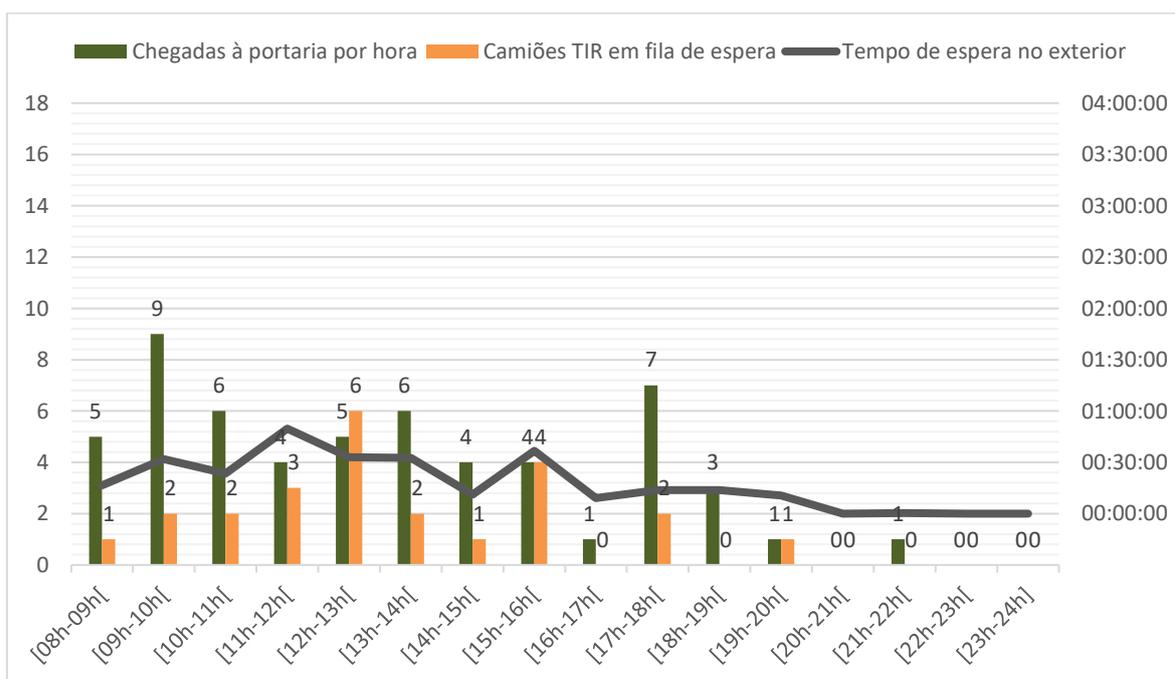


Figura 5.16. Número de Camiões TIR em espera no exterior – Dia 9 de março

A implementação de janelas horárias com capacidade máxima de cinco camiões TIR por hora consiste numa ferramenta prática e económica, que produz melhorias significativas na performance do armazém de expedição. No entanto, existem algumas barreiras à implementação desta medida, entre estas a resistência à mudança por parte da equipa da logística e a taxa de adesão a esta medida por parte dos clientes, visto que estes devem fazer chegar atempadamente o seu plano de chegadas. Para uma implementação mais fácil da medida seria necessário a criação de uma plataforma com uma base de dados partilhada entre a logística da fábrica, os clientes e os seus transportadores, de modo que estes conseguissem agendar as suas entregas ou acertar as horas de chegada quando não é possível cumprir o horário pretendido.

M3. Criação de parque extra para acondicionamento da carga

No sentido de aumentar a capacidade de carregamento com a libertação de espaço para a entrada de novos camiões TIR para carregar pasta de papel, foi efetuada a experiência de realocação dos camiões TIR. Após estes serem carregados e recolherem os documentos de transporte foram movidos para um parque extra, onde fosse possível acondicionarem a carga e, assim, libertarem o espaço ocupado.

Esta experiência foi realizada com 2 camiões TIR, sendo que estes possuem um tempo de entrada mínimo pois a portaria foi alertada para dar entrada destes, para não existir atrasos na experiência relatada. O registo dos tempos é agora apresentado na Tabela 5.9. Paralelamente a esta experiência, existiu o carregamento de um camião TIR nas condições normais do armazém de expedição, sendo que os dados estão presentes na mesma tabela.

Tabela 5.9. Dados sobre a mudança para um parque extra e carregamento paralelo efetuado

	Carregamento 1	Carregamento 2	Carregamento paralelo
T. Exterior	00:19:51	00:10:55	00:11:39
T. Entrada	00:00:37	00:00:18	00:05:03
T. Carregamento	00:18:29	00:26:17	00:12:53
T. Mudança de parque	00:16:36	00:03:03	
T. Acondicionamento e saída	00:19:00	00:14:00	00:08:21
Tempo do processo completo	00:55:33	00:54:33	00:37:56

Como se pode observar, o camião TIR que foi carregado nas condições normais possui um tempo de processo completo menor que os dois camiões TIR participantes na experiência. Isto deve-se ao facto de o motorista começar a acondicionar a carga enquanto está a ser carregado, produzindo uma vantagem comparativamente aos outros. Adicionalmente observa-se que existe um tempo elevado na mudança de parque, pois os motoristas têm que dar um espaço de tempo para os pneumáticos do camião suportarem o peso das *units* para ser possível movimentá-lo de seguida.

Visto que não se registou a melhoria significativa esperada, esta ideia foi considerada como inválida no projeto a decorrer de otimização dos tempos. Assim, as propostas de melhoria mais prioritárias são reduzidas a duas, sendo estas a implementação de *pagars* e o planeamento dos carregamentos em janelas horárias.

Plano de Controlo

Por último no ciclo DMAIC está presente a etapa *control*, que surge com o fundamento de confirmar todas as melhorias obtidas através das soluções implementadas, atingindo assim o objetivo definido no início do ciclo. No entanto, é necessário manter os resultados. Para isso é criado um plano de controlo, para que exista disciplina, documentação correta e um processo de seguimento dos resultados de forma a que estes não sejam esquecidos.

Uma vez que não foi possível implementar as melhorias propostas face à limitação de tempo, não é possível quantificar os resultados e confirmar que o objetivo foi atingido, sendo que os objetivos definidos no projeto eram reduzir em:

- 5% o tempo médio do processo dentro da fábrica;
- 15% o tempo médio de um processo completo.

Apesar de não terem sido implementadas as melhorias identificadas para o processo, através da experiência efetuada com a finalidade de criação de um parque extra para o acondicionamento da carga foi possível descartar esta melhoria definida por não apresentar melhorias ao processo. No que diz respeito às duas melhorias apresentadas - e que a sua implementação fica de fora do âmbito da dissertação apresentada devido à limitação do tempo para a realização do projeto – são agora apresentadas as próximas etapas a realizar. Na implementação dos *pagets* deve ser efetuada a compra dos equipamentos e posterior instalação, sendo que as melhorias não serão registadas de imediato pois é necessário um período de adaptação ao novo equipamento, tanto por parte dos trabalhadores da portaria, dos Responsáveis do armazém e, também, dos motoristas dos camiões TIR. Para o planeamento de carregamentos com janelas horárias é necessário averiguar o compromisso dos clientes para cumprir as horas definidas e a criação de uma base de dados partilhada entre a CELBI e os clientes.

Apesar disso, é elaborada uma proposta de controlo para a continuação do projeto após a implementação das melhorias. Este deve ser feito através de reuniões semanais de acompanhamento entre os vários elementos que integram o projeto de forma a compreender o estado atual e as possíveis melhorias obtidas através da análise dos indicadores de performance definidos anteriormente: tempo do processo completo, tempo de espera no exterior e tempo do processo dentro da fábrica.

Para o acompanhamento destes indicadores foram criados dois novos gráficos, sendo estes do tempo médio do processo completo e do tempo médio dentro da fábrica, representados na Figura 5.17 e Figura 5.18, respetivamente. Estes encontram-se expostos no quadro *kaizen* presente no armazém, de modo a estarem visíveis a todos os trabalhadores e ser possível um acompanhamento visual da situação atual a qualquer momento do dia, sem ser necessário reunir todos os elementos do grupo para uma reunião.

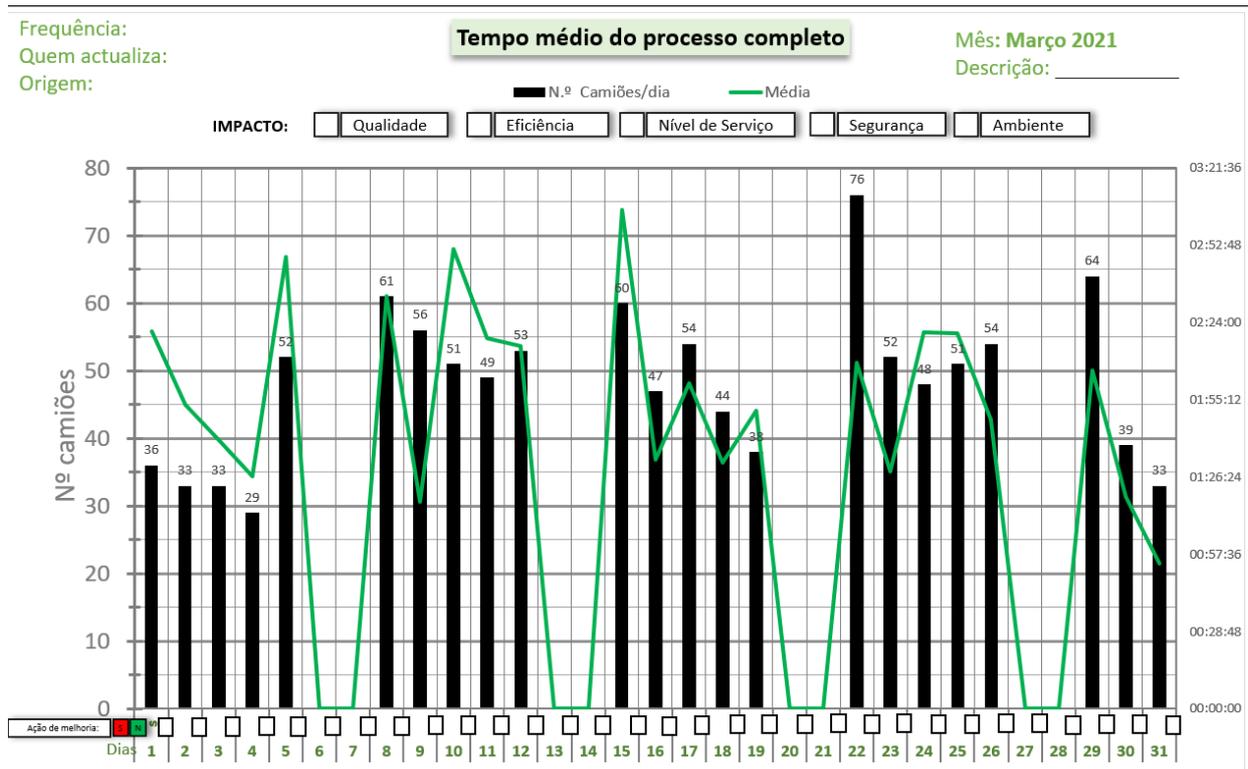


Figura 5.17. Gráfico de acompanhamento do tempo do processo completo – março 2021

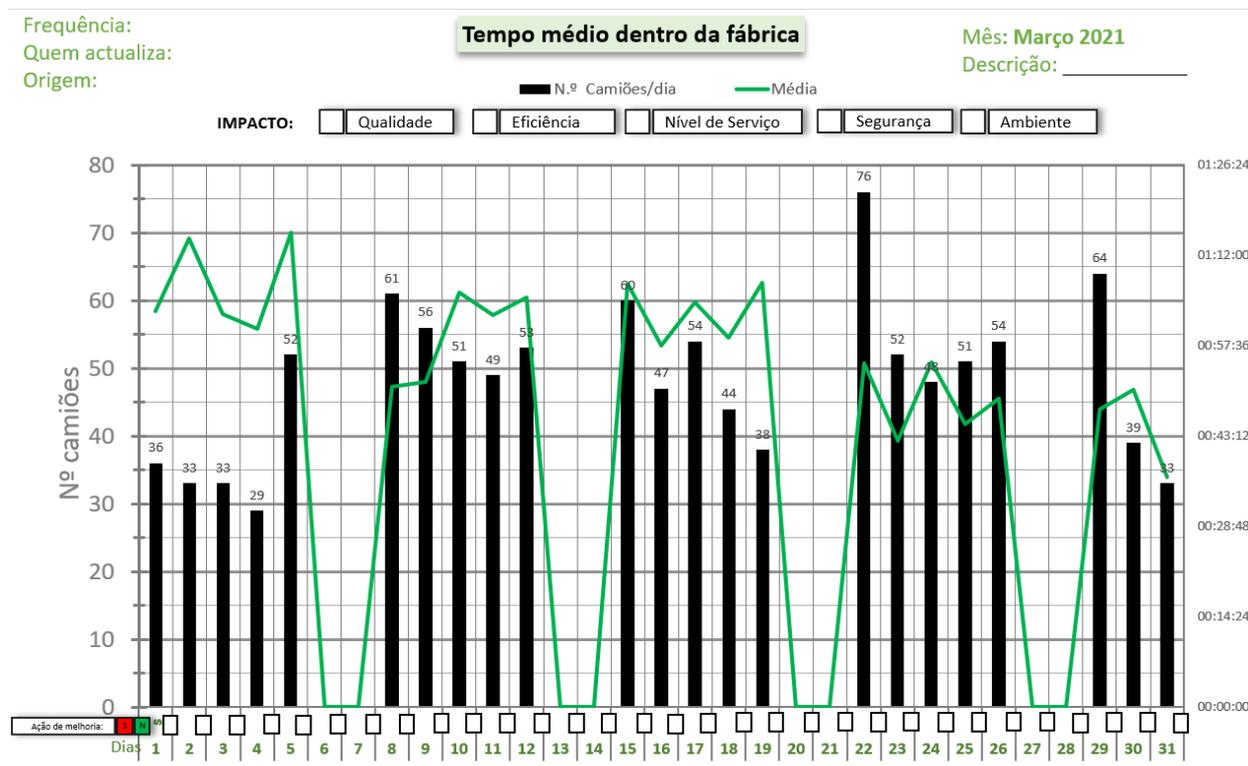


Figura 5.18. Gráfico de acompanhamento do tempo dentro da fábrica – março 2021

É, ainda, importante dar a conhecer a todos os operadores as mais-valias conseguidas com a abordagem e metodologia utilizadas durante o projeto, de forma a sensibilizá-los para os métodos de trabalho e inculcar lentamente a filosofia *lean six sigma* dentro da organização.

6. CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS

6.1. Conclusões

A CELBI, inserida no grupo Altri, é uma empresa que aposta muito na melhoria contínua dos seus processos produtivos. Sendo o processo de expedição uma das etapas de grande relevância na cadeia de abastecimento, existiu a necessidade de estudo desta área para garantir um bom nível de serviço oferecido aos clientes e a continuidade do sucesso da CELBI.

Através da abordagem *Six Sigma*, a abordagem mais apropriada para a redução da variação dos tempos e para a eliminação da causa-raiz dos defeitos encontrados (López-Guerrero et al., 2019), foi estudado todo o processo efetuado pelos camiões TIR, desde o momento em que chegam à fábrica até ao momento de saída das instalações, suportando cada etapa do projeto nas etapas do ciclo DMAIC.

Com a recolha de dados efetuada, foi possível observar que, em média, um processo completo de carregamento demora duas horas, sendo este um tempo demasiado longo quando o tempo efetivo de carregamento (desde que é colocada a primeira *unit* até a última) é de apenas sete minutos. Com um tempo médio de espera no exterior de 1 hora e 5 minutos, o tempo médio de entrada em 5 minutos e 41 segundos onde apenas é feita uma passagem de informação, o tempo médio de carregamento de 37 minutos e o tempo médio de acondicionamento e saída de 16 minutos, pode concluir-se que existem várias perdas de tempo que devem ser corrigidas. Com o tempo de espera no exterior a representar 50,06% do tempo do processo completo, foi necessário analisar as causas que levam a um tempo de espera tão elevado.

Ao longo das entrevistas não estruturadas e dos *brainstormings* realizados com o grupo do projeto, em particular com os responsáveis de armazém e com a observação direta do funcionamento deste, foram identificadas várias falhas no processo, sendo o tratamento das causas: falha de comunicação entre o armazém e a portaria, falta de visibilidade dos horários dos carregamentos e disponibilidade de espaço para realizar carregamentos identificadas como prioritárias para o processo em melhoria.

Foram definidas ações corretivas para que estas fossem suprir o problema da criação de um gargalo à entrada da fábrica que tem como consequência longos tempos de espera. Foram, então, propostas as seguintes melhorias para as causas dadas como prioritárias:

- Implementação de *pagets* entregues aos motoristas para receberem autorização;
- Planeamento de hora a hora com restrição de um máximo de 5 camiões;
- Criação de um parque extra para o acondicionamento da carga, libertando o local de carregamento.

Apesar de ter sido estabelecida como prioritária, a terceira medida que visava a criação de um parque extra para o acondicionamento da carga foi abandonada após ser efetuada um ensaio para validação do modelo, devido à falta de resultados correspondentes aos esperados.

Através de análise realizada é possível prever uma redução quase na totalidade do tempo de entrada, eliminando assim um desperdício de tempo de 5 minutos. No entanto, esta melhoria não será registada de imediato pois é necessário um período de adaptação ao novo equipamento. Na implementação de um planeamento de carregamentos com janelas horárias é possível prever uma redução para metade do tempo do processo completo, tomando como exemplo os dois dias apresentados. Tal como observado, num dos dias existiram chegadas aleatórias e no outro existiu uma distribuição dos camiões TIR ao longo do dia, sendo que esta resultou numa melhoria em 59% do tempo do processo completo.

Devido à curta duração do estágio para acompanhar todo o projeto, não foi possível avaliar as melhorias registadas com a implementação das duas propostas de melhoria apresentadas, tendo sido uma limitação para a conclusão do projeto. No entanto, considera-se que os objetivos traçados no início do estágio curricular foram cumpridos e que a implementação das propostas de melhorias contribuirá para o aumento da eficiência do processo, conseguindo a CELBI oferecer um melhor serviço aos seus clientes.

6.2. Propostas Futuras

Com este estudo foi possível dar a conhecer à CELBI os problemas existentes no seu processo de expedição, identificando os vários pontos que devem ser corrigidos e assim obter melhorias significativas.

Uma das propostas de trabalho futuro encontra-se na conclusão do presente projeto, onde é proposta a implementação de *pagets* que contribuirá para uma redução do tempo de entrada, eliminando um desperdício existente no processo. A implementação de um planeamento dos carregamentos com janelas horárias e um máximo de cinco camiões por hora, também abordado no projeto é uma medida que vai favorecer o processo do armazém, resultando numa maior eficiência e um melhor serviço oferecido ao cliente.

Tal como foi identificado na Tabela 5.8 presente na secção 5.3, em relação à falta de pasta classificada para ser expedida para os clientes, apresenta-se a proposta de reativação do laboratório presente na máquina da pasta. Esta tem como objetivo obter uma classificação mais rápida da pasta, sendo esta uma limitação na hora de atribuir pasta aos camiões TIR devido a um processo mais demorado por parte do laboratório geral da CELBI.

A nível da falta de condições para carregar que alguns camiões TIR apresentam no momento do carregamento, sugere-se realizar a inspeção das galeras no exterior da fábrica, para evitar que os camiões TIR que não apresentam condições tenham que sair da fábrica até possuírem condições de carregamento, influenciando o normal funcionamento do processo.

Por fim, propõe-se a colocação de palas nos armazéns para servirem de cobertura em dias que apresentam condições meteorológicas adversas. Atualmente em dias de chuva os carregamentos são efetuados dentro dos armazéns, provocando uma maior movimentação de máquinas e camiões TIR dentro destes, existindo um maior perigo para a ocorrência de acidentes. Com a colocação de palas nos armazéns, é possível continuar a carregar os camiões TIR no exterior, sem que as condições meteorológicas interfiram com o processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adikorley, R. D., Rothenberg, L., & Guillory, A. (2017). Lean Six Sigma applications in the textile industry: a case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(2), 210–224. <https://doi.org/10.1108/ijlss-03-2016-0014>
- Alexander, P., Antony, J., & Rodgers, B. (2019). Lean Six Sigma for small- and medium-sized manufacturing enterprises: a systematic review. In *International Journal of Quality and Reliability Management* (Vol. 36, Issue 3, pp. 378–397). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2018-0074>
- Altri. (2020). *Relatório & Contas*. 4. <http://www.altri.pt/pt/investors/reports-and-presentations/2020>
- Andelković, A., Radosavljević, M., & Stošić, D. (2016). Effects of Lean Tools in Achieving Lean Warehousing. *Economic Themes*, 54(4), 517–534. <https://doi.org/10.1515/ethemes-2016-0026>
- Andrietta, J. M., & Miguel, P. A. C. (2013). *A Importância do Método Seis Sigma na Gestão da Qualidade Analisada sob uma Abordagem Teórica*. 91–98.
- Baker, P., & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, 193(2). <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.11.045>
- Ballou, R. H. (1993). *Logística Empresarial - Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física*.
- Ballou, R. H. (2004). Business Logistics/supply Chain Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain. *Business Logistics*.
- Ballou, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*, 19(4). <https://doi.org/10.1108/09555340710760152>
- Barros, M. C. (2005). *Warehouse Management System (WMS): Conceitos Teóricos e Implementação em um Centro de Distribuição*.
- Bartholdi, J., & Hankman, S. (2016). Warehouse and distribution science. *The Supply Chain & Logistics Institute*, 1–323.
- Carlsson, D., D'Amours, S., Martel, A., & Rönnqvist, M. (2009). Supply chain planning

- models in the pulp and paper industry. *INFOR*, 47(3), 167–183.
<https://doi.org/10.3138/infor.47.3.167>
- Carvalho, J. C. de, Póvoa, A. P. B., Arantes, A. J. M., Guedes, A. P., Martins, A. L., Luís, C. A., Dias, E. B., Dias, J. C. Q., Menezes, J. C. R. de, Ferreira, L. M., Oliveira, R. C., Azevedo, S. G., & Ramos, T. (2017). Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento. *Logística e Gestão Da Cadeia de Abastecimento*, 23–62.
- Castilho, R. B., Camilo Barbosa, J., Luís, J., Hermosilla, G., & Patrícia Da Silva, I. (2020). *A implementação do Lean Seis Sigma em pequenas e médias empresas: uma revisão bibliográfica dos últimos cinco anos*. 1–12.
- Celipa. (2019). *Boletim Estatístico*. http://www.celipa.pt/wp-content/uploads/2020/11/BE_2019_WEB.pdf
- Cheng, C. Y., & Chang, P. Y. (2012). Implementation of the Lean Six Sigma framework in non-profit organisations: A case study. *Total Quality Management and Business Excellence*, 23(3–4). <https://doi.org/10.1080/14783363.2012.663880>
- Christopher, M. (2011). Logistics & Supply Chain Management 4th Edition. In *Prentice Hall Financial Times*.
- Frazelle, E., York, N., San, C., Lisbon, F., Madrid, L., City, M., New, M., San, D., Singapore, J. S., & Toronto, S. (2002). SUPPLY CHAIN STRATEGY The Logistics of Supply Chain Management McGraw-Hill. In *SUPPLY CHAIN STRATEGY The Logistics of Supply Chain Management McGraw-Hill*.
- Grudowski, P., Wiśniewska, M., & Leseure, E. (2015). Lean Six Sigma in French and Polish small and medium-sized enterprises. The pilot research results. *Key Engineering Materials*, 637, 1–6.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.637.1>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1–21.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Ismail, A., Ghani, J. A., Ab Rahman, M. N., Md Deros, B., & Che Haron, C. H. (2014). Application of Lean Six Sigma Tools for Cycle Time Reduction in Manufacturing: Case Study in Biopharmaceutical Industry. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 39(2). <https://doi.org/10.1007/s13369-013-0678-y>
- Iyede, R., Fallon, E. F., & Donnellan, P. (2018). An exploration of the extent of Lean Six

- Sigma implementation in the West of Ireland. *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(3), 444–462. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-02-2017-0018>
- Korhonen, J., Pätäri, S., Toppinen, A., & Tuppurä, A. (2015). The role of environmental regulation in the future competitiveness of the pulp and paper industry: The case of the sulfur emissions directive in Northern Europe. *Journal of Cleaner Production*, 108, 864–872. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.003>
- Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. <file:///C:/Users/Johannes Egger/Documents/Citavi 5/Projects/Dissertation/Citavi Attachments/Koster, Le-Duc et al. 2007 - Design and control of warehouse.pdf> TS - CrossRef
- Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation*, 26(5–6). <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.10.003>
- Lacerda, A. P., Xambre, A. R., & Alvelos, H. M. (2016). Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: A case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. *International Journal of Production Research*, 54(6). <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1055349>
- Lambert, D. M., & Enz, M. G. (2017). Issues in Supply Chain Management: Progress and potential. *Industrial Marketing Management*, 62, 1–16. <https://doi.org/10.1016/J.INDMARMAN.2016.12.002>
- Lande, M., Shrivastava, R. L., & Seth, D. (2016). Critical success factors for Lean Six Sigma in SMEs (small and medium enterprises). *TQM Journal*, 28(4), 613–635. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2014-0107>
- Lin, C., Chen, F. F., Wan, H. Da, Chen, Y. M., & Kuriger, G. (2013). Continuous improvement of knowledge management systems using Six Sigma methodology. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 29(3). <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2012.04.018>
- López-Guerrero, A., Hernández-Gómez, J. A., Velázquez-Victorica, K. I., & Olivares-Fong, L. D. C. (2019). Six sigma as a competitive strategy: Main applications, implementation areas and critical success factors (CSF). *DYNA (Colombia)*, 86(209), 160–169. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n209.76994>
- Markarian, J. (2004). What is Six Sigma? *Reinforced Plastics*, 48(7), 46–49.

- [https://doi.org/10.1016/S0034-3617\(04\)00377-7](https://doi.org/10.1016/S0034-3617(04)00377-7)
- Marques, A., Rönnqvist, M., D'Amours, S., Weintraub, A., Gonçalves, J., Borges, J., & Flisberg, P. (2012). *Solving the Raw Materials Reception Problem Using Revenue Management Principles : An Application to a Portuguese Pulp*.
- Mason, S. E., Nicolay, C. R., & Darzi, A. (2015). The use of Lean and Six Sigma methodologies in surgery: A systematic review. In *Surgeon* (Vol. 13, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.surge.2014.08.002>
- Moya, C. A., Galvez, D., Muller, L., & Camargo, M. (2019). A new framework to support Lean Six Sigma deployment in SMEs. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(1), 58–80. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-01-2018-0001>
- Ohno, T. (1988). The Toyota Production System . *International Journal of Operations & Production Management*, 4(1). <https://doi.org/10.1108/eb054703>
- Panayiotou, N. A., & Stergiou, K. E. (2020). A systematic literature review of lean six sigma adoption in European organizations. In *International Journal of Lean Six Sigma* (Vol. 12, Issue 2, pp. 264–292). Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2019-0084>
- Potter, A., & Lalwani, C. (2007). Developing a methodology to analyse despatch bay performance. *International Journal of Production Economics*, 106(1), 82–91. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.04.010>
- Raval, S. J., & Kant, R. (2017). Study on Lean Six Sigma frameworks: a critical literature review. In *International Journal of Lean Six Sigma* (Vol. 8, Issue 3, pp. 275–334). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-02-2016-0003>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). Research Methods for Business Students by Mark Saunders, Philip Lewis and Adrian Thornhill 8th edition. In *Research Methods For Business Students*.
- Shokri, A. (2019). Reducing the Scrap Rate in Manufacturing SMEs through Lean Six Sigma Methodology: An Action Research. *IEEE Engineering Management Review*, 47(3), 104–117. <https://doi.org/10.1109/EMR.2019.2931184>
- Slack, N., & Brandon-Jones, A. (2019). *Operations Management* (9th Editio).
- Staudt, F. H., Alpan, G., Di Mascolo, M., & Rodriguez, C. M. T. (2015). Warehouse performance measurement: A literature review. *International Journal of Production Research*, 53(18), 5524–5544. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1030466>
-

- Swarnakar, V., & Vinodh, S. (2016). Deploying Lean Six Sigma framework in an automotive component manufacturing organization. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(3), 267–293. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2015-0023>
- Tenera, A., & Pinto, L. C. (2014). A Lean Six Sigma (LSS) Project Management Improvement Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.102>
- Wisner, J. D., Tan, K.-C., & Leong, G. K. (2015). *Principles of Supply Chain Management: A Balanced Approach: Vol. Vol. 43* (3rd Edition).
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11). <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1992). The machine that changed the world. *Business Horizons*, 35(3). [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(92\)90074-J](https://doi.org/10.1016/0007-6813(92)90074-J)
- Zuting, K. R., Mohapatra, P., Daultani, Y., & Tiwari, M. K. (2014). A synchronized strategy to minimize vehicle dispatching time: A real example of steel industry. *Advances in Manufacturing*, 2(4), 333–343. [https://doi.org/10.1007/s40436-014-0082-](https://doi.org/10.1007/s40436-014-0082-1)

1

APÊNDICE A

Carta de Projeto

1.0 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO	
Nome	Redução dos tempos de espera no armazém de expedição
Descrição	Identificar e colmatar falhas no processo realizado em armazém
Sponsor	Chefe Setor Produção de Pasta
Gestor de Projeto	Sara Santos
Equipa do Projeto	Direção de produção de pasta Responsáveis do armazém Logística

2.0 MOTIVOS DE NEGÓCIO PARA O PROJETO
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevada quantidade de produção de pasta traduz-se numa pressão constante no armazém de Expedição, de modo que os processos decorram de forma eficiente; ▪ Tempos de espera muito altos no exterior levam ao descontentamento dos clientes.

3.0 OBJETIVOS DO PROJETO
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzir em 5% o tempo médio do processo dentro da fábrica; ▪ Reduzir em 15% o tempo médio de um processo completo.

4.0 ESCOPO DO PROJETO
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distinguir os carregamentos de camiões TIR dos carregamentos de <i>gigaliners</i> ▪ Quantificar continuamente e por etapa os tempos de espera dos camiões TIR no armazém da pasta; ▪ Identificar as causas que traduzem maiores atrasos no processo; ▪ Colmatar as falhas encontradas.

5.0 DATAS DE ENTREGA		
Item	Eventos	Datas
1.	Medição dos tempos de espera	31/04/2021
2.	Análise dos tempos recolhidos	21/05/2021
3.	Identificação de causas para os problemas identificados	04/06/2021
4.	Definição de medidas a implementar	25/06/2021
5.	Implementação e controlo das medidas	09/07/2021

