



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

Estudo de Otimização da Distribuição de Garrafas de Gases do Ar

André Filipe Ramos Gonçalves

Mestrado em Gestão Aplicada

Orientadores:

Professora Teresa Sofia Sardinha Cardoso de Gomes Grilo,
Professora Auxiliar,
ISCTE Business School

Professor Joaquim Jorge da Costa Máximo Vicente,
Professor Associado,
ISG - Business & Economics School

Novembro, 2024



BUSINESS
SCHOOL

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

Estudo de Otimização da Distribuição de Garrafas de Gases do Ar

André Filipe Ramos Gonçalves

Mestrado em Gestão Aplicada

Orientadores:

Professora Teresa Sofia Sardinha Cardoso de Gomes Grilo,
Professora Auxiliar,
ISCTE Business School

Professor Joaquim Jorge da Costa Máximo Vicente,
Professor Associado,
ISG - Business & Economics School

Novembro, 2024

AGRADECIMENTOS

Concluído este último desafio que me foi proposto, é com um profundo sentido de gratidão que reconheço todos aqueles que, de forma direta ou indireta, influenciaram o meu percurso académico e pessoal.

Em primeiro lugar, gostaria de expressar a minha sincera apreciação à instituição que me surpreendeu pela sua organização e excelência. Um agradecimento especial é devido aos docentes, cuja disponibilidade, entusiasmo pelo ensino e carinho durante as aulas foram fundamentais para a minha formação.

Deixo também um agradecimento profundo aos meus orientadores, Professora Doutora Teresa Grilo e Professor Doutor Joaquim Vicente. Para além de disponibilizarem generosamente o seu tempo para aconselhar e orientar este estudo, são pessoas de carácter íntegro e idóneo, dedicadas à transmissão de conhecimentos e à formação de novos profissionais.

Agradeço ainda aos meus colegas, Eng. Sofia Dionísio, ao Eng. Roberto Barata e à Sra. Emília Maria, que se mostraram sempre disponíveis para responder às minhas questões e esclarecer dúvidas sobre a atividade. A sua dedicação, profissionalismo e conhecimento foram cruciais para a elaboração deste estudo.

Não posso deixar de reconhecer o apoio do meu superior hierárquico, Engenheiro Micael Da Silva, que, além de ser um amigo, sempre acreditou nas minhas capacidades e facilitou a minha jornada, compensando a minha ausência durante as viagens e tornando o meu trabalho mais viável.

A nível pessoal, e com grande emoção, quero agradecer à minha mãe pelo apoio incondicional e pela força que me transmitiu ao longo desta etapa. Agradeço também aos meus amigos mais próximos pela sua amizade inigualável, e um agradecimento especial à minha “senhoria” e ao seu companheiro, Joana Perfeito e Sérgio, que demonstraram um gesto de grande compaixão que me marcará para toda a vida. Muito obrigado!

Por último, gostaria de expressar a minha gratidão aos meus colegas de curso, especialmente ao meu grupo, que, ao longo deste percurso académico, se apoiaram mutuamente, permitindo-nos crescer juntos. A colaboração e o espírito de camaradagem que desenvolvemos foram essenciais para o nosso sucesso coletivo.

RESUMO

Este estudo visa melhorar a gestão de recursos no centro de enchimento e distribuição da Air Liquide em Arruda dos Vinhos. Para isso, foram analisados dados sobre a distribuição de garrafas e os conjuntos de transporte, identificando os constrangimentos e as suas causas.

A análise dos meios de carga permitiu compreender os recursos disponíveis e as restrições em locais de descarga, além da carga útil utilizada diariamente. Esse entendimento é essencial para otimizar as operações e garantir a eficiência logística.

Utilizando ferramentas de tratamento de dados, foi realizada uma análise detalhada das entregas de vários produtos, revelando problemas e padrões de consumo que variam entre semanas de diferentes meses, pelo que foram elaborados gráficos e tabelas para visualizar as variações nas entregas e no consumo, facilitando a identificação de tendências sazonais.

Com a identificação das ineficiências na gestão de inventário e distribuição, foram propostas soluções viáveis, como a reestruturação das entregas para distribuidores específicos e a otimização dos veículos disponíveis. Essas intervenções visam resolver problemas imediatos e estabelecer um modelo de operação mais eficiente e sustentável a longo prazo.

A implementação dessas soluções poderá resultar em melhorias significativas na eficiência operacional, contribuindo para uma gestão mais eficaz dos recursos e aumentando a satisfação dos clientes. Este estudo não só identifica problemas, mas também propõe um caminho claro para a melhoria contínua na gestão logística da Air Liquide, preparando a empresa para os desafios futuros do mercado.

Palavras-Chave: Investigação - Ação; Lean six sigma; Melhoria de Processos; Eficiência Logística; Gestão de Inventário; Transporte

Classificação JEL: M11 – Gestão da Produção; L91 – Transportes: Geral

ABSTRACT

This study aims to improve resource management at the Air Liquide filling and distribution center in Arruda dos Vinhos. To achieve this, data on bottle distribution and transport sets were analyzed, identifying constraints and their causes.

The analysis of loading means allowed for an understanding of the available resources and restrictions at unloading locations, as well as the daily utilized payload. This understanding is essential for optimizing operations and ensuring logistical efficiency.

Using data processing tools, a detailed analysis of deliveries of various products was conducted, revealing problems and consumption patterns that vary between weeks of different months. Graphs and tables were created to visualize variations in deliveries and consumption, facilitating the identification of seasonal trends.

With the identification of inefficiencies in inventory and distribution management, viable solutions were proposed, such as restructuring deliveries for specific distributors and optimizing available vehicles. These interventions aim to address immediate issues and establish a more efficient and sustainable operational model in the long term.

The implementation of these solutions could lead to significant improvements in operational efficiency, contributing to more effective resource management and increasing customer satisfaction. This study not only identifies problems but also proposes a clear path for continuous improvement in Air Liquide's logistics management, preparing the company for future market challenges.

Keywords: Action research; Lean six sigma; Process Improvement; Logistics Efficiency; Inventory Management; Transportation

JEL Classification: M11 – Production Management; L91 – Transportation: General

Índice

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE TABELAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xiii
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Questão de Investigação	4
1.3 Objetivos	4
1.4 Metodologia	5
1.5 Alcance	5
1.6 Estrutura do projeto.....	6
2 Revisão de literatura	7
2.1 Melhoria dos processos	8
2.2 Melhoria dos processos na gestão de inventário	10
2.3 Melhoria dos processos na gestão dos transportes.....	12
2.3.1 5-Whys.....	14
2.3.2 Diagrama Espinha de Peixe	15
2.3.3 Princípio de Pareto	15
2.4 Conclusão	15
3 Metodologia	17
3.1 Metodologia Investigação-ação	17
3.2 <i>Overview</i> da metodologia	17
3.2.1 Diagnóstico	18
3.2.2 Planeamento de Ação.....	22
3.2.3 Execução de Ação	22
3.2.4 Avaliação	23
3.2.5 Aprendizagem específica.....	23
4 Estudo de caso	25
4.1 Contexto e propósito.....	25
4.2 Diagnóstico.....	26
4.2.1 Análise de dados.....	27
4.2.2 Diagrama Espinha de peixe	36
4.3 Planeamento de Ação	37

4.3.1	Proposta de Ação - Falta de SC.....	37
4.3.2	Proposta de Ação - Processo de enchimento.....	40
4.3.3	Proposta de Ação - Veículos de distribuição	40
4.4	Execução de Ação.....	42
4.5	Avaliação	42
4.6	Aprendizagem específica.....	43
5	Conclusão	45
	Referencias	47
	Anexos.....	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4-1 - Gamas B50 em estudo e as suas entregas, Fonte: autor.	27
Tabela 4-2 - Volume de entregas aos Top 7 distribuidores, Fonte: autor.....	30
Tabela 4-3 - Distribuição entregue aos distribuidores pelos dias da semana, Fonte: autor.....	31
Tabela 4-4 - Veículos Disponíveis, Fonte: autor.	33
Tabela 4-5 - Rácio de carga dos veículos, Fonte: autor.....	33
Tabela 4-6 - Análise do peso dos veículos, Fonte: autor.	35
Tabela 4-7 - Entregas totais aos distribuidores repartido pelos dias da semana, Cor Laranja distribuidores identificados. Fonte: autor.....	38
Tabela 4-8 - Proposta de alteração, Vermelho distribuidor que saí, Verde distribuidor que entra, Fonte: autor.....	39
Tabela 4-9 – Avaliação de KPI das ações, Fonte: autor.	43
Tabela A-1- Totais de saídas diárias de B50 em estudo, Fonte: autor.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 - Áreas de negócio da Air Liquide no grupo Gas & Services. Fonte: Air Liquide (2023) Universal Registration Document	2
Figura 2-1 - Avaliação da performance de gestão do inventário, Fonte: Syntetos et al., 2010	11
Figura 3-1 - “Ciclo investigação-ação”, Fonte: Santos et al., 2013	18
Figura 4-1 - Fluxograma do processo de distribuição, Fonte: autor.	26
Figura 4-2 - Distribuição de entregas por gamas, Fonte: autor.	28
Figura 4-3 - Percentagem de entregas diárias, Fonte: autor.	28
Figura 4-4 - Percentagem de entregas diárias das gamas de oxigénio (Oxygen) Fonte: autor.....	29
Figura 4-5 - Percentagem de entregas diárias das gamas de azoto (Nitrogen), Fonte: autor.	29
Figura 4-6 - Percentagem de entregas diárias das gamas de Arcal, Fonte: autor.....	30
Figura 4-7 - Entregas semanais das gamas de Arcal aos distribuidores, Fonte: autor.....	31
Figura 4-8 - Entregas semanais das gamas de oxigénio (Oxygen) aos distribuidores, Fonte: autor.....	32
Figura 4-9 -Entregas semanais das gamas de azoto (Nitrogen) aos distribuidores, Fonte: autor.	32
Figura 4-10 - Rácio de Carga por conjunto, Fonte: autor.	33
Figura 4-11 - Rácio de cargas diárias, Fonte: autor.	34
Figura 4-12 - Fixação da carga, Fonte: Fotografia do autor	35
Figura 4-13 - Diagrama de espinha de peixe dos constrangimentos do processo, Fonte: autor.....	37
Figura 4-14 - Saídas diárias, Fonte: autor.....	38
Figura 4-15- Saídas diárias após alterações, Fonte: autor.	39
Figura 4-16 - Fixação de carga. Fonte: Fotografia do autor	41
Figura C-1- Modelo de fixação de carga, Fonte: Fotografia do autor	54
Figura C-2- Modelo de fixação de carga, Fonte: Fotografia do autor	55
Figura C-3- Modelo de fixação de carga, Fonte: Fotografia do autor	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A – Totais de saídas diárias de B50 em estudo	51
Anexo B - Análise de veículos de distribuição	53
Anexo C - Modelo de fixação de carga	54

ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIATURAS

5S – Methodology 5’S – Sort, Straighten, Shine, Standardize, Sustain

5-Whys – Metodologia 5 porquês

AL – Air Liquide

ARCAL – Marca da Air Liquide dedicada às aplicações de soldadura

B50 – Garrafa de 50 Kg

DAE – Diretor de Ativos e Entregas

DMAIC – Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar

GI – Gestor de Inventários

IFR – Item Fill Rate

KPI – Key Performance Indicator

LASAL – Marca da Air Liquide dedicada às aplicações laser

LSS – Lean Six Sigma

MAD – Desvio Absoluto da Média

MAPE – Desvio Absoluto do Erro em Percentagem

MSE – Raiz Quadrada da Média do Erro

MILP – Mixed Integer Linear Programming

Mol – Unidade de medida fundamental na química

PL – Planeador de Logística

RCE – Responsável do Centro de Enchimento

SC – Stock “cheios”

SV – Stock “vazios”

TON – Unidade de medida – Toneladas

RCA – Root Cause Analysis

1 Introdução

1.1 Enquadramento

Ao longo dos anos, a descoberta de diversos gases e dos seus variados benefícios tem impulsionado o desenvolvimento de novas tecnologias de produção, promovendo a contínua evolução da Indústria dos Gases. Este progresso aproveita as tendências do mercado e as descobertas científicas de novas aplicações para a utilização de produtos gasosos (Mordor Intelligence, 2024).

Num mercado global onde a procura gera oferta, e num mundo cada vez mais interligado, as políticas empresariais têm se orientado para a rentabilidade no fornecimento de produtos e serviços (Mordor Intelligence, 2024). Nesse contexto, a indústria dos gases encontra sua maior expressão nos gases derivados do ar, como o azoto, o oxigénio e os gases nobres. Além disso, outros produtos, como as misturas de gases, também têm se mostrado promissores, com um aumento significativo da procura (Downie, 2007).

Atualmente, esses gases são empregados em todos os processos conhecidos, desde a conservação de alimentos, passando pelos processos indústrias, medicinais e indústria aeroespacial. A contínua evolução tem permitido uma maior eficiência na produção, bem como formas mais seguras e económicas para o seu transporte. Uma cadeia de fornecimento bem estruturada e eficiente é de suma importância, pois desempenha um papel fundamental de forma a garantir que os produtos chegam aos distribuidores com segurança e em menor tempo de espera (The Business Research Company, 2024).

Com base neste pressuposto, a Air Liquide, empresa que opera no setor de produção e distribuição de gases industriais em Portugal, orienta as suas atividades seguindo as políticas e regulamentos nacionais e internacionais na comercialização dos seus diversos produtos, seja no transporte de líquidos criogénicos ou de gases acondicionados. Independentemente da atividade ou setor em que os distribuidores estejam inseridos, a empresa compromete-se a oferecer o método de distribuição mais adequado para satisfazer as necessidades dos distribuidores com rapidez e qualidade. O método de comercialização dos gases é determinado por quatro critérios fundamentais: características do gás a ser fornecido, acessibilidade em termos de localização e tempo de resposta, requisitos específicos do cliente e competitividade em relação aos concorrentes (Air Liquide, 2023).

Ao longo dos anos, a Air Liquide mantém-se como um líder mundial na prestação de serviços associados às suas tecnologias de produção, gases e cuidados de saúde. Com aproximadamente 66.300 trabalhadores em 60 países, a Air Liquide atende mais de 4 milhões de clientes e pacientes, buscando um conhecimento profundo do mercado atual. A empresa mantém em sua essência a evolução contínua para responder a futuras tendências e necessidades, satisfazendo as exigências do mercado e desenvolvendo produtos melhores e diferenciados (Air Liquide, 2024).

A Air Liquide presta um apoio de excelência às empresas, ajudando seus clientes a evoluir, trabalhando na melhoria da sua competitividade, contribuindo para a qualidade dos processos e produtos através da otimização do seu desempenho, reduzindo o seu impacto ambiental e oferecendo soluções sustentáveis de transição energética (Air Liquide, 2024).

Presente em Portugal desde 1923, a empresa surgiu como Sociedade Portuguesa do Ar Líquido (SPAL) e foi uma das primeiras filiais do grupo a comercializar gases industriais. A sua atividade centra-se no setor de *Gas & Services* e *Global Markets & Technologies*, onde o *Gas & Services* representa cerca de 95,48% da receita total do grupo, dividindo-se em quatro áreas de negócio: *Industrial Merchant*, *Large Industries*, *Healthcare* e *Electronics*, como exemplificado na Figura 1-1. Nas diversas áreas de negócio, a organização da Air Liquide é altamente específica, oferecendo uma gama diversificada de produtos e serviços de várias qualidades, de acordo com as exigências de seus clientes (Air Liquide, 2024).

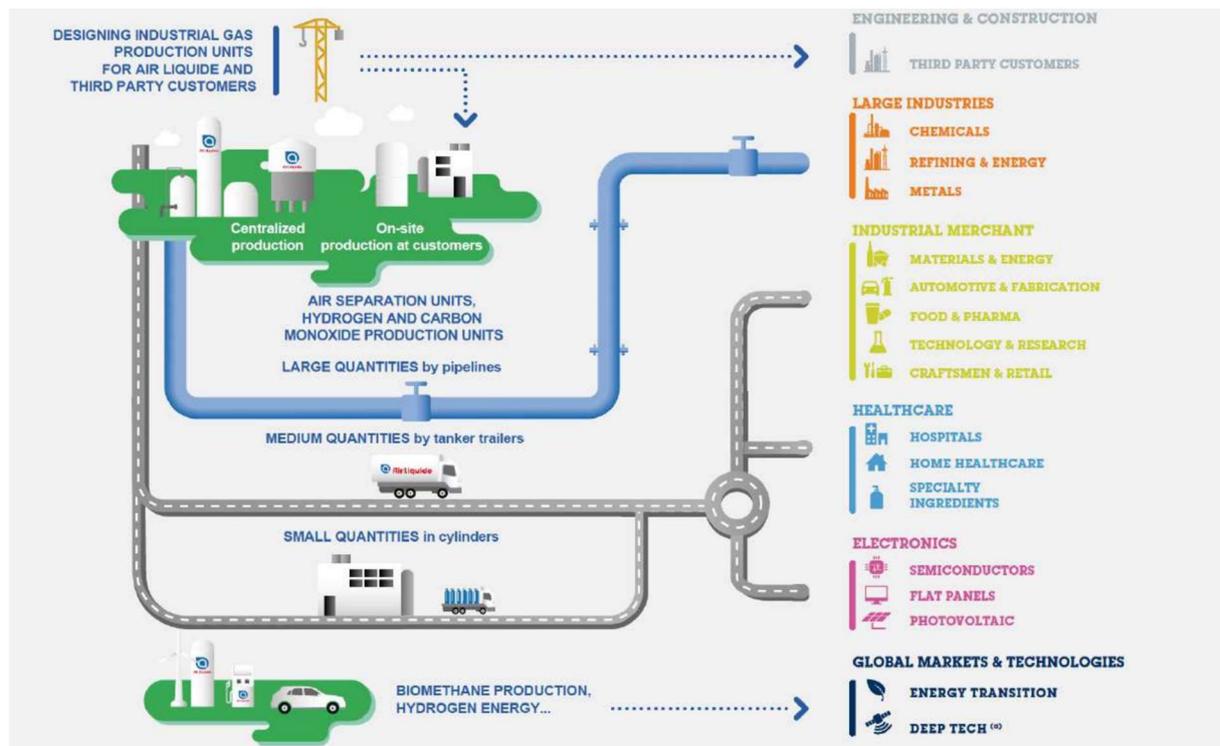


Figura 1-1 - Áreas de negócio da Air Liquide no grupo Gas & Services. Fonte: Air Liquide (2023) Universal Registration Document

O ar é uma mistura gasosa que contém várias moléculas, sendo as mais abundantes o azoto (78% mol/mol), oxigénio (20,9% mol/mol) e árgon (0,9% mol/mol), entre outras. A separação destas moléculas pode ser efetuada por meio de processos criogénicos, como a destilação criogénica, que ocorrem a temperaturas extremamente baixas, ou por métodos não criogénicos, como a separação por membranas ou adsorção (Kerry, 2006).

Após a produção, os gases podem ser distribuídos através de pipelines, camiões-cisterna

criogénicos, garrafas, quadros ou outros recipientes criogénicos. O transporte de garrafas de gás e quadros exige um processo de enchimento, que pode ser regulado pela pressão ou pela massa do gás (Air Liquide, 2024). O método de enchimento por pressão permite enchimento simultâneo de garrafas de diferentes dimensões, oferecendo uma vantagem operacional significativa.

Existem três níveis de transporte de embalagens:

1. **Primário:** Transações logísticas entre centros.
2. **Secundário:** Vendas aos distribuidores e clientes diretos.
3. **Terciário:** Transporte dos distribuidores aos clientes finais.

Os primeiros dois níveis de transporte são geridos pela empresa, utilizando um modelo de rota para otimizar o fluxo de transporte. O terceiro nível é assegurado pelo distribuidor ou pelo cliente final, através de vendas ao balcão. Os centros de enchimento são responsáveis por receber, preparar e encaminhar as embalagens, sejam estas stock “vazios” (SV) ou *stock* “cheios” (SC), de modo a garantir uma gestão eficiente do stock. Esta gestão é crucial para fornecer tanto os clientes diretos quanto os distribuidores com produtos que só podem ser cheios em centros específicos (Air Liquide, 2024).

A gestão de *stocks* e a distribuição enfrentam desafios críticos, especialmente na manutenção do equilíbrio entre oferta e procura. A coordenação logística tem um papel fundamental neste processo de equilíbrio do inventário existente, de forma a garantir a entrega eficiente dos produtos, para que seja possível evitar ruturas ou excesso (Aldrich & Auster, 1986). Na Air Liquide, apesar das ações realizadas ao longo dos anos para planear e otimizar a distribuição, quando existem aumentos de consumos imprevistos, estes nem sempre são satisfeitos na totalidade assim como os pedidos dos dias seguintes, resultando em constrangimentos nas entregas. Tendo em mente a melhor satisfação do cliente e também a crescente pressão dos concorrentes, esses constrangimentos são pontos críticos que necessitam ser analisados e mitigados o quanto antes, para que a empresa mantenha os seus níveis de excelência. Como indica Carvalho et al. (2014) é cada vez mais crucial dar maior relevância à identificação de soluções adequadas para os clientes, que atendam às suas necessidades específicas. É essencial a mudança dos serviços de uma lógica de massa para uma Lógica à medida, permitindo a adaptação às particularidades de cada cliente.

Um caso específico é a entrega de gases em garrafas B50. Embora essas garrafas sejam preparadas no centro, esperava-se que, apesar das flutuações do mercado, não existissem ruturas de stock, permitindo ao centro manter um baixo nível de constrangimentos nas entregas. No entanto, tem-se verificado que durante a semana, existem consistentemente constrangimentos nas entregas, principalmente nos primeiros dias da semana, e que o volume de entregas de garrafas B50 durante a semana apresenta uma flutuação irregular, sendo visível um maior volume de entregas nos últimos dias. Já a carga de trabalho no processo de enchimento é inversamente proporcional, sendo maior nos primeiros dias da semana. Com estas diferenças, o stress produtivo que origina na equipa de enchimento

aumenta, pois, a mesma enfrenta um volume de trabalho mais elevado nos primeiros dias da semana para compensar, tanto a reposição do stock como as possíveis falhas que esse volume originou.

A gestão de stock é ainda mais complexa, uma vez que os pedidos dos fornecedores podem ser feitos até à manhã do dia anterior à sua entrega. Este curto espaço de tempo, em que é preciso planear as rotas, organizar e carregar os conjuntos que seguirão para distribuição, impede ajustes no processo de enchimento para suprir eventuais faltas, dificultando a coordenação entre a logística e produção.

Além dos problemas já expostos, existe ainda a volatilidade do stock de SV, uma vez que este varia conforme as garrafas retornadas pelos distribuidores. Normalmente, para cada garrafa entregue, uma vazia é devolvida, o que nem sempre acontece, e assim nos dias a seguir a uma entrega maior que o normal, o inventário SV é insuficiente para os pedidos seguintes. Outro fator limitante, associado ao vasilhame, é o processo de enchimento, pois este em média demora cerca de dois dias, gerando flutuações significativas na carga de trabalho e no stock real do centro.

1.2 Questão de Investigação

Com base no enquadramento descrito acima, a questão de investigação em estudo será a seguinte: “Como evitar roturas de *stock* de garrafas B50, conduzindo a melhorias na disponibilidade do vasilhame e melhorando o nível de serviço da entrega aos distribuidores da Air Liquide?”

1.3 Objetivos

No contexto global atual, as empresas buscam incessantemente a otimização de seus processos internos para se manterem rentáveis. Isso exige uma busca contínua pela melhoria contínua, inovação, redução de desperdícios e desenvolvimento de competências que as diferenciem dos seus concorrentes (Kock et al., 2008). Assim, o presente estudo tem como foco a melhoria da gestão do inventário de segurança e a otimização das rotas de distribuição, de modo a promover uma gestão de produção mais eficiente.

Para alcançar os objetivos propostos, que irão ajudar numa melhor compreensão e auxiliar no caminho a percorrer, é necessário dividir o problema nos pontos seguintes:

- Analisar as entregas dos produtos ao longo da semana, considerando uma zona geográfica;
- Caracterização da situação inicial: como é realizado atualmente o planeamento das entregas das garrafas;
- Diagnóstico e identificação das causas dos problemas relacionados com as garrafas;
- Proposta de solução;
- Proposta de implementação e avaliação das propostas.

1.4 Metodologia

Para alcançar os objetivos do estudo, é essencial definir claramente como os problemas serão abordados e estudados. A metodologia é o plano de ação que utiliza diversos métodos para estudar os diferentes problemas, considerando a natureza do estudo. Este estudo, focado no centro de enchimento de Arruda dos Vinhos, visa desenvolver e implementar soluções para melhorar o processo existente. A metodologia de investigação-ação foi escolhida pela sua capacidade de promover mudanças e resolver problemas de forma colaborativa e participativa (Gaspar & Leal, 2020; Saunders et al., 2016).

O ciclo de investigação-ação, conforme Saunders et al. (2016) e Coghlan & Brannick (2005), inclui uma etapa preliminar sobre o contexto e os propósitos do projeto, seguida por quatro atividades principais: diagnóstico, planeamento da ação, implementação da ação e avaliação. Além disso, há um ciclo paralelo de reflexão sobre o estudo, um ciclo de reflexão descrito por Coghlan & Brannick (2005) como “um ciclo de investigação-ação sobre o ciclo de investigação-ação” (p. 25). Aplicando o processo cíclico de Lewin (1946), Santos et al. (2004) apresenta a espiral auto-reflexiva lewiniana, demonstrando que o método é dinâmico e que se aproxima da resolução do problema.

1.5 Alcance

A empresa Air Liquide, na qual esta tese se baseia, opera no setor de produção de gases industriais em Portugal. Devido à diversidade de produtos, a unidade de produção é organizada em diferentes linhas de produção, cada uma dedicada a uma tipologia específica de produto. A empresa demonstrou um interesse particular em focar este projeto numa dessas linhas, com a intenção de, dependendo dos resultados obtidos, replicar algumas das ideias do projeto em outras linhas de produção.

O foco principal deste projeto está na gestão de stock e no planeamento de rotas para a distribuição das garrafas B50. O objetivo é otimizar a eficiência operacional e reduzir os custos associados. A coordenação entre os departamentos de produção e distribuição é essencial para garantir que as garrafas B50 estejam sempre disponíveis e que a distribuição seja realizada de maneira eficiente e pontual.

A colaboração entre os departamentos é fundamental para alcançar os melhores resultados possíveis. No contexto deste projeto, a integração das atividades de produção e distribuição visa criar um fluxo de trabalho harmonioso e eficiente, assegurando que os objetivos de otimização e redução de custos sejam atingidos.

1.6 Estrutura do projeto

A estrutura deste estudo é composta por cinco capítulos principais, cada um desempenhando um papel fundamental na construção do conhecimento e na abordagem das problemáticas identificadas.

O primeiro capítulo tem como principal objetivo introduzir o estudo do problema, efetuando o enquadramento da empresa Air liquide, assim como da sua atividade e as questões a serem abordadas. Também é apresentada a questão de investigação e os objetivos assim como a metodologia investigação-ação, que será utilizada para mitigá-los. Esta introdução estabelece o contexto e a relevância do estudo, preparando o leitor para a profundidade da investigação.

Neste segundo capítulo, dedicado à revisão da literatura, são discutidos conceitos relevantes que fundamentam o estudo. Este capítulo inicia-se com uma descrição abrangente da abordagem metodológica a ser utilizada, seguida por uma análise mais específica relacionada com melhoria contínua em gestão de inventários e otimização da distribuição, sendo estas as áreas de estudo que estão presentes no estudo. A revisão da literatura não fornece apenas uma base teórica sólida, mas também contextualiza o estudo dentro do panorama atual, sustentando o desenvolvimento da pesquisa em evidências científicas.

No terceiro capítulo, a metodologia é detalhadamente exposta, descrevendo o processo de recolha de informações e dados necessários para a realização do estudo. Nesta fase, a metodologia de investigação-ação é apresentada, assim como diversas ferramentas, com uma explicação dos seus conceitos e princípios, demonstrando como serão aplicados ao longo do projeto. A clareza nesta seção é crucial, pois permite que o leitor compreenda a lógica por trás das escolhas metodológicas e a sua relevância para os objetivos do estudo.

O quarto capítulo apresenta o estudo de caso propriamente dito, começando com uma contextualização do problema em análise, a gestão de todo o processo logístico. Este capítulo é estruturado em diferentes fases do estudo: diagnóstico, análise dos dados, planeamento de ações e, finalmente, a avaliação das intervenções implementadas. A descrição meticulosa de cada fase permite uma compreensão clara do processo investigado e das decisões tomadas ao longo do caminho.

Por fim, o quinto e último capítulo é reservado para a conclusão, onde são apresentados os elementos-chave da análise realizada. Aqui inclui-se uma reflexão sobre a jornada do estudo e uma resposta coerente ao problema proposto, sintetizando as aprendizagens e as implicações práticas das conclusões. A conclusão não resume apenas os principais factos encontrados, mas também sugere direções para futuras investigações, destacando a importância da continuidade na procura por melhorias e inovações no campo em questão.

Desta forma, a estrutura do estudo não apenas organiza a informação de maneira lógica, mas também assegura que cada capítulo contribua para um entendimento mais profundo e abrangente das questões abordadas.

2 Revisão de literatura

Neste capítulo, pretende-se apresentar e descrever os diferentes tópicos relacionados com este estudo, assim como fornecer exemplos práticos de alguns conceitos, de forma a apoiar o presente trabalho com termos teóricos. Para tal, foi realizada uma revisão da literatura que assegura uma abordagem adequada ao problema, identificando as questões centrais que guiaram a investigação.

A recolha e desenvolvimento dos conteúdos baseiam-se em diversas plataformas de bases de dados, incluindo B-ON, Google Scholar, EBSCO, ScienceDirect, ProQuest e ResearchGate. Estas plataformas foram escolhidas pela sua reputação e pela qualidade da informação que disponibilizam, permitindo uma pesquisa abrangente e fundamentada. A utilização de palavras-chave específicas foi crucial para a eficácia da pesquisa. As palavras mais relevantes utilizadas foram *“process improvement”*, *“inventory management”*, *“action research”* e *“transportation”*, que estão intimamente ligadas ao tema em questão. A escolha cuidadosa destas palavras-chave facilitou a localização de artigos e estudos que abordam diretamente os aspetos centrais do estudo.

Na seleção dos estudos académicos, considerou-se todos os documentos relevantes para o estudo, nas línguas Portuguesa e Inglesa. Este critério foi fundamental, uma vez que a relevância e a atualidade da informação são essenciais para garantir que as conclusões tiradas se baseiam em dados recentes e pertinentes. A diversidade de fontes e a inclusão de diferentes perspetivas enriquecem a análise, proporcionando uma visão mais holística do tema.

Adicionalmente, a revisão da literatura está suportada em livros que foram considerados relevantes para o tema do estudo. Estes livros oferecem uma base teórica sólida e complementam os artigos académicos, permitindo uma compreensão mais profunda dos conceitos abordados. A integração de diferentes tipos de fontes, como artigos de revistas e livros, contribui para a robustez da pesquisa, assegurando que as conclusões são bem fundamentadas e sustentadas por evidências.

Além disso, a análise dos dados recolhidos permitirá identificar padrões e tendências que são cruciais para a compreensão da gestão de inventários. Através da comparação de diferentes estudos, será possível destacar as melhores práticas e as inovações que têm sido implementadas no setor. Esta orientação não só contribuirá para a identificação de soluções possíveis, mas também para a reflexão sobre os desafios que as organizações enfrentam na gestão eficiente dos seus recursos.

Por fim, a discussão dos resultados obtidos ao longo da pesquisa permitirá uma reflexão crítica sobre a importância da gestão de inventários e a sua relação com a eficiência operacional das empresas. Através da análise dos dados e da literatura existente, espera-se contribuir para um entendimento mais profundo dos fatores que influenciam a eficácia na gestão de inventários, promovendo assim um ambiente de aprendizagem e de melhoria contínua.

2.1 Melhoria dos processos

A melhoria de processos é uma abordagem sistemática orientada para aumentar a eficiência dos processos organizacionais. Neste contexto, a otimização de recursos, a redução de custos e o aumento da satisfação do cliente são resultados que, segundo Ciancio (2018) e Curatolo et al. (2014), podem ser alcançados através da aplicação de diferentes abordagens. A criatividade e a inovação são igualmente essenciais para que as organizações aumentem a sua competitividade, não apenas pela criação de novos produtos e serviços, mas também pela simplificação dos seus processos de produção, aliada à redução dos custos produtivos (Hoffmann et al., 2005). A implementação de estratégias inovadoras, especialmente através das tecnologias da informação, promove agilidade e rápida adaptação às mudanças, tendo a reorganização, otimização e planeamento dos processos organizacionais um impacto significativo.

Ao longo dos anos, diversos estudos foram realizados na busca de metodologias para resolver problemas logísticos, que se revelam como um dos maiores desafios enfrentados pelas empresas. Neste sentido, as organizações têm procurado criar uma mentalidade de colaboração nas suas estruturas, de forma a fazer face à complexidade e aos constrangimentos das oscilações de procura. Como aponta Carvalho et al. (2014), é essencial garantir “o produto certo no lugar certo, na hora certa, pelo menor custo”, ou de forma ainda mais completa, a perspetiva dos 7 Certos:

- O produto certo;
- Para o cliente certo;
- Na quantidade certa;
- Na condição certa;
- No lugar certo;
- Na hora certa;
- Pelo custo certo.

Neste cenário de necessidade de otimização e redução de desperdícios, surgem ao longo dos anos diversas metodologias e ferramentas de melhoria contínua dos processos. Estas metodologias revelaram-se essenciais na obtenção de resultados, introduzindo nas empresas um sistema e uma estrutura que promovem a busca ativa pela redução de desperdícios. Algumas destas metodologias incluem o *Lean Six Sigma*, *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control (DMAIC)*, *Lean Manufacturing*, *Methodology 5'S* (Tayal & Kalsi, 2021 e Gupta & Jain, 2015) e *Action Research* (Coghlan & Brannick; 2005), cada uma com as suas vantagens em relação ao processo em que serão aplicadas (Santos & Araújo, 2018). A partir delas, é possível utilizar várias ferramentas que permitem a identificação e eliminação de desperdícios, a melhoria contínua, a gestão de processos e *Root Cause Analysis (RCA)*, como o *5Whys*, *Kaizen*, *Kanban*, Princípio de *Pareto* e o Diagrama de Espinha de Peixe.

Desde o seu desenvolvimento, as metodologias *Lean Six Sigma* têm recebido muita atenção dos gestores, devido aos seus excelentes resultados na eliminação de desperdícios sempre que aplicadas. Atualmente, são mais comparadas a uma filosofia do que a ferramentas e técnicas (Coronado & Antony, 2002). O sistema *Lean Six Sigma* representa uma mudança de paradigma e cultura na organização, de forma que toda a estrutura tenha como foco o cliente e a otimização do processo, através de uma estratégia bem alinhada com fatores integrados no sistema para que seja possível a correta implementação (Sandholm & Sorqvist, 2002). Já Cheng (2017), no seu estudo, aborda as metodologias *Lean Six Sigma* (LSS) e DMAIC para a otimização da performance de inventários, concluindo que devem ser considerados quatro fundamentos para uma correta implementação da metodologia LSS nas organizações:

- Ter conhecimento sobre o que fazer para a implementação;
- Promover o envolvimento dos colaboradores;
- Estar orientado para o cliente;
- Utilizar processos de e para orientação.

Na ciência, a prática e a reflexão são interdependentes, com a prática a levantar questões que necessitam de reflexão. A habilidade de refletir sobre experiências é fundamental reconhecer problemas, dando origem ao “pensamento reflexivo” que está ligado à “prática reflexiva” proposta por Schön (1983, 1987). A combinação dessas metodologias resultou numa abordagem mais definida na década de 1940, através do artigo de Lewin (1946) intitulado “Action Research and Minority Problems”.

A dualidade entre reflexão e prática (ação) oferece diferentes perspectivas sobre o conceito de reflexão. O observador reflete sobre o seu próprio raciocínio, com o intuito de aperfeiçoar ou mudar as práticas (Schön, 1983, 1987). Esta atitude de reflexão contrasta com o paradigma positivista de “racionalidade técnica” e com um objetivismo excessivo.

Com o rápido avanço tecnológico que caracteriza a quarta revolução industrial (Indústria 4.0), as empresas estão cada vez mais a investir em novas tecnologias para implementar melhorias nos seus processos. Segundo Albayrak e Poyrazoğlu, no seu livro “*A Systematic Literature Review on Lean, Industry 4.0, and Digital Factory*”, as organizações procuram facilitar a vida das pessoas através do desenvolvimento de abordagens que visam reduzir ou eliminar a complexidade dos problemas. Essas iniciativas não apenas agilizam os processos, mas também melhoram a comunicação interna, resultando em um aumento significativo da produtividade.

Neste contexto, torna-se essencial desenvolver um estudo focado na melhoria dos processos de inventário e transporte. O objetivo deste estudo é identificar as possíveis causas associadas a problemas existentes, permitindo assim a implementação de soluções eficazes que contribuam para a eficiência operacional das empresas.

2.2 Melhoria dos processos na gestão de inventário

A gestão de inventários tem-se tornado uma área crítica para as empresas que buscam a melhoria contínua. A eficiência na gestão de inventários resulta em aumentos significativos na produtividade, na redução de custos operacionais e na melhoria do serviço prestado ao cliente. Diante da crescente competitividade do mercado, a implementação de práticas de melhoria contínua na gestão de inventários não é apenas desejável, mas uma necessidade imperativa para as organizações. Ao otimizar os processos de controle de inventário, as empresas podem atender de forma mais eficaz à procura dos consumidores, mas também garantir uma operação mais sustentável e rentável a longo prazo.

Para garantir uma gestão eficaz de inventários, é fundamental dispor de uma ferramenta de previsão de procura. Nesse sentido, Plinere (2015) elaborou um estudo sobre a otimização da gestão de inventários, onde menciona várias razões para a sua implementação, como a antecipação da procura, a melhoria no processo de produção e a prevenção de estrangulamentos no stock. Caso contrário, a produção poderá sofrer atrasos, resultando na perda de clientes. Assim, é possível aplicar ferramentas à gestão de inventário que permitam a sua otimização, como o método de previsão de procura. Este método é utilizado para determinar a quantidade de procura pelo produto no futuro próximo e pode ser classificado em previsão qualitativa ou quantitativa. A previsão qualitativa é aplicada quando não há acesso a dados históricos ou quando estes são limitados. É frequentemente utilizada por novas empresas durante o desenvolvimento do seu estudo de mercado, sendo necessário contar com técnicos experientes em previsões. Por outro lado, o método de previsões quantitativas utiliza dados históricos para realizar previsões futuras com base na procura por períodos, média ou média ponderada. A aplicação deste método deve seguir indicadores de precisão da previsão, como o desvio absoluto da média (MAD), o desvio absoluto do erro em percentagem (MAPE) e a raiz quadrada da média do erro (MSE), que indicam se a previsão se encontra dentro dos parâmetros aceitáveis (Plinere et al., 2015).

Outras investigações têm sido desenvolvidas para a aplicação de modelos matemáticos que possibilitam a gestão de inventários e a distribuição em cadeias de fornecimento com múltiplos escalões, onde os volumes de entregas variam de forma irregular. Vicente et al. (2015) propõem, no seu estudo, a utilização do modelo de programação linear inteira mista (MILP) como uma ferramenta para otimizar a variável de stock de segurança em empresas com vários armazéns e distribuidores. A gestão de inventário, neste caso específico, agrega uma grande incerteza na procura, assim como a existência do fenómeno do efeito chicote, que pode ocorrer devido a flutuações na procura. Este fenómeno acontece quando os distribuidores, ao verificarem um aumento da procura, efetuam um pedido maior que o normal, amplificando assim as oscilações normais de fornecimento e criando problemas na equipa de produção.

Como mencionado anteriormente, inúmeros estudos são realizados sobre a gestão de inventários, mas ainda não foi possível evitar os problemas reais da cadeia de distribuição, como a partilha de

vários produtos entre diferentes locais. Para este modelo, é necessário assumir que o stock de segurança é uma variável do modelo, assim como a garantia de entrega, de forma a reduzir a probabilidade de falha. O modelo considera também o risco do efeito de *pooling* referido por Eppen (1979), onde se pode poupar na gestão do stock de segurança através da agregação dos inventários num único local em vez de em vários.

Com a aplicação destes modelos, os gestores procuram não só a diminuição dos custos, mas também a redução dos constrangimentos de inventário que provocam perdas de vendas, possibilitando assim a maximização da produção e a competitividade da empresa (Daskin et al., 2002; Axsater, 2003; Yadollahi et al., 2017). Em linha com o exposto, Syntetos et al. (2010) indicam no seu estudo que a avaliação da performance de gestão do inventário deve, em última análise, ser aplicado também como um método de previsão, como representado na Figura 2-1 e não apenas à performance das regras de inventário.

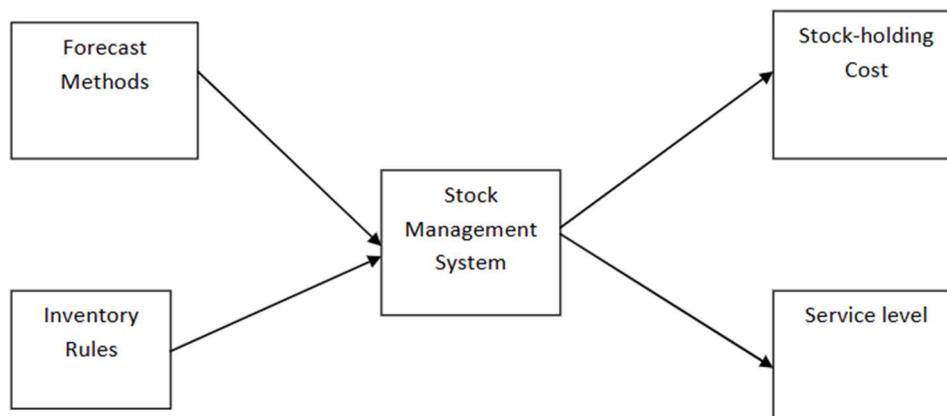


Figura 2-1 - Avaliação da performance de gestão do inventário, Fonte: Syntetos et al., 2010

Além dos modelos que visam melhorar a disponibilidade e a gestão de inventários, é crucial que as empresas analisem e identifiquem possíveis problemas que possam criar constrangimentos na gestão eficiente de stocks. Para tal, é necessário que as organizações integrem metodologias que permitam a análise das ineficiências nos seus processos. Uma das abordagens amplamente adotadas para este propósito é a Investigação-ação, que facilita a identificação e resolução de problemas, promovendo uma gestão mais eficaz e adaptativa dos inventários. A implementação desta metodologia pode contribuir significativamente para a otimização da gestão logística, assegurando que os recursos sejam utilizados de forma mais eficiente e que a satisfação do cliente seja mantida.

A “Investigação-ação” é uma abordagem metodológica que integra, de maneira simultânea, ação (mudança) e investigação (compreensão). Ela utiliza um processo cíclico ou espiral que alterna entre ação e reflexão crítica. Durante os ciclos posteriores, os métodos, dados e interpretações são constantemente aprimorados com base nas experiências adquiridas anteriormente. Essa metodologia permite

a intervenção na entidade estudada e a análise dos resultados, capturando informações que muitas vezes não são predeterminadas. Além disso, envolve o pesquisador de forma ativa em qualquer mudança no sistema (Myers, 1997).

Com a aplicação da metodologia de investigação-ação, é essencial utilizar ferramentas que auxiliem na identificação e resolução de causas. Nesse contexto, o uso do 5Whys, do Diagrama de Espinha de Peixe e do Princípio de Pareto é relevante para este estudo.

Com base no exposto, para o estudo a desenvolver, e tendo em conta a sua eficácia comprovada, será aplicado o método de investigação-ação. Este método permitirá uma abordagem prática e iterativa, onde as soluções são continuamente testadas e refinadas, num ambiente real. A investigação-ação facilita a colaboração entre investigadores e profissionais, promovendo a implementação de melhorias sustentáveis. Além disso, esta metodologia é eficaz na adaptação às mudanças e na resolução de problemas específicos do contexto organizacional. Portanto, a aplicação do método de investigação-ação é fundamental para alcançar resultados significativos e duradouros na gestão de inventários e na distribuição. A aplicação desta metodologia visa a otimização de processos, buscando não a solução ideal, mas a melhor solução possível entre as diferentes alternativas, considerando as limitações encontradas, conforme indicado por Coelho (2006).

2.3 Melhoria dos processos na gestão dos transportes

As empresas devem considerar, para além de uma gestão eficiente do seu inventário, a busca pela redução das emissões de CO₂, geradas pelas suas rotas de distribuição. Esta abordagem não se limita apenas à busca por alternativas de combustíveis mais sustentáveis, mas também envolve a otimização das rotas, a gestão eficaz das cargas e a alocação dos meios de transporte mais adequados ao volume a ser transportado. A investigação-ação é um modelo amplamente utilizado na literatura sobre otimização, tanto em transportes como em gestão de inventários.

Estudos como o de Napier & Prater (2011) exemplificam a relevância da aplicação desta metodologia na otimização da distribuição. Neste estudo, os autores abordam um problema de gestão da cadeia de distribuição em que a empresa, enfrentando falhas recorrentes, optou por manter um stock elevado como forma de mitigar essas falhas. Contudo, essa estratégia resultou em custos elevados associados à manutenção do inventário. Os autores propõem um modelo que calcula o impacto económico de um inventário excessivo, além de técnicas para a gestão de cadeias de fornecimento que visam a otimização de processos em grandes empresas. A investigação-ação, neste contexto, exige que o pesquisador atue como um participante ativo no processo, influenciando positivamente o tema enquanto recolhe dados e observa os processos, ao invés de se limitar a uma posição de observador neutro (Meredith et al., 1989).

Outro exemplo significativo é o estudo de caso realizado por Santos & Araújo (2018), que avalia as melhorias no processo de distribuição de uma empresa por meio da aplicação de ferramentas *Lean*. A utilização da investigação-ação permitiu aos investigadores uma compreensão mais profunda do problema, adotando uma abordagem qualitativa que clarificou a situação, possibilitando a obtenção de conclusões realistas. Através da recolha de dados em colaboração com os intervenientes, foi possível assegurar a sua cooperação na resolução dos problemas identificados. Os autores concluíram que a implementação de metodologias *Lean* permite às empresas simplificar seus processos, identificando problemas que dificultam o funcionamento eficaz da cadeia de fornecimento. Para isso, frequentemente utilizam ferramentas como os 5 *Whys*, o diagrama de espinha de peixe e o princípio de *Pareto*. Em última análise, essa abordagem contribui para a redução de custos e eliminação de desperdícios, agregando valor ao cliente.

Deste modo, a integração de práticas sustentáveis e metodologias de otimização não só melhora a eficiência operacional das empresas, mas também promove um impacto positivo no ambiente, alinhando-se com as exigências contemporâneas de responsabilidade social e ambiental.

Existem diversos livros que abordam os sistemas de transporte e propõem modelos analíticos para a otimização dos processos logísticos. Exemplos notáveis incluem o “Transportation Systems Analysis” de Cascetta (2009), “Optimization Problems in Transportation and Logistics” de Bridgelall (2024) e “Simulation-Optimization in Logistics, Transportation, and SCM” de Juan et al. (2021). Nestes trabalhos, são apresentados vários modelos, entre os quais se destacam dois tipos fundamentais para a otimização do transporte logístico e a redução de custos: o modelo do “Caminho Mais Curto” e o modelo do “Custo Mínimo por Rota” (Bridgelall, 2024).

A aplicação do modelo matemático do “Caminho Mais Curto” permite a otimização das rotas de distribuição, facilitando a identificação e a conexão de caminhos entre o ponto de partida, os pontos de entrega e o destino final. Este modelo visa reduzir tanto as distâncias percorridas quanto o tempo necessário para as entregas. Por outro lado, o modelo que aborda o famoso problema do “vendedor viajante” tem como objetivo identificar a rota mais curta que possibilita ao vendedor visitar todos os seus clientes uma única vez antes de retornar ao ponto de partida. A implementação deste modelo não só otimiza a rota de distribuição numa determinada área geográfica, mas também minimiza os custos associados, que não se restringem apenas à distância.

No livro de Cascetta (2009), são apresentados diversos modelos e aplicações que possibilitam a análise e a otimização dos diferentes tipos de transporte desenvolvidos nas últimas décadas. O objetivo é garantir que o projeto para a aplicação de um sistema de distribuição seja tecnicamente viável e que se reflita numa avaliação quantitativa das características e impactos nos objetivos a serem alcançados.

Em todos esses estudos, a redução de custos emerge como o objetivo central, seja através da diminuição das distâncias a percorrer, seja pela otimização dos pontos de entrega. Rabe et al. (2021) analisa, por exemplo, a forma mais eficiente de realizar entregas utilizando o modelo de Dinâmica de Sistemas, desenvolvido por Forrester (1968). Este modelo, que inicialmente foi introduzido para o estudo de processos industriais, é atualmente amplamente utilizado para analisar e compreender sistemas complexos, como a gestão de inventários e as rotas de distribuição.

Como foi demonstrado, várias metodologias podem ser aplicadas na otimização tanto de inventários quanto de logística. Contudo, é crucial reconhecer que a tarefa mais importante na gestão logística é coordenar as ações entre todos os intervenientes, de modo a mitigar quaisquer problemas que possam surgir. Para tal, é necessário adotar uma abordagem sistemática na busca pela melhoria contínua, assim como manter uma comunicação constante entre todos os envolvidos (Yekimov, 2023). Este autor enfatiza ainda a importância de aproveitar o desenvolvimento tecnológico, implementando novas tecnologias na logística, o que possibilita a otimização dos tempos de entrega e a redução do inventário a níveis ótimos.

Nesse contexto, Turan et al. (2024) desenvolveram um estudo sobre a transição da mobilidade em direção à sustentabilidade, focado na otimização dos transportes e propondo conceitos baseados na abordagem “evitar-mudar-melhorar” como uma estratégia para otimizar a utilização dos meios de transporte. Este enfoque não só contribui para a eficiência operacional, mas também promove um impacto positivo no ambiente, alinhando-se com as exigências contemporâneas de sustentabilidade.

2.3.1 5-Whys

A ferramenta 5-Whys é uma metodologia amplamente reconhecida dentro das filosofias Lean, especialmente no contexto da melhoria de processos, com o intuito de reduzir ou eliminar desperdícios (Benjamin et al., 2015). Esta técnica baseia-se na prática de questionar repetidamente o motivo de um problema, visando identificar a causa mais profunda, ou a chamada causa raiz. É frequentemente utilizada em análises de causas raízes (RCA), permitindo uma abordagem sistemática para a resolução de problemas.

Uma vez que a causa raiz é identificada, torna-se possível implementar ações corretivas para eliminá-la, sempre que viável (Murugaiah et al., 2010). A aplicação dos 5-Whys facilita a visualização e a determinação das causas reais e subjacentes aos problemas, apoiando-se nas informações coletadas através de entrevistas e questionários. Além disso, o uso desta ferramenta contribui para a construção do diagrama de espinha de peixe, que serve como um recurso visual eficaz para a identificação dos problemas principais. Este diagrama ajuda as organizações a mapear as relações entre causas e efeitos, promovendo uma compreensão mais clara dos desafios enfrentados.

2.3.2 Diagrama Espinha de Peixe

O diagrama de espinha de peixe, também conhecido como diagrama de causa-efeito ou diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta essencial da metodologia *lean* (Tayal & Kalsi, 2021; Zahrotun & Taufiq, 2018). Este diagrama é aplicado com o objetivo de identificar as possíveis causas de um problema específico (Tayal & Kalsi, 2021). Segundo Suárez-Barraza & Rodríguez-González (2019), esta ferramenta permite detalhar as causas potenciais de um problema ou não conformidade, partindo do mais geral para o mais específico, e assim determinar as causas raízes do efeito em análise, além de criar um plano de ação para solucioná-las.

A representação gráfica e visual do diagrama é segmentada em diferentes categorias, classificando as possíveis causas conforme este critério, e através de subseções, busca-se identificar a verdadeira causa raiz (Tayal & Kalsi, 2021; Suárez-Barraza & Rodríguez-González, 2019). A aplicação desta ferramenta é particularmente relevante na gestão de inventário e na otimização dos processos de distribuição, pois permite uma análise detalhada das causas de ineficiências e a implementação de melhorias que resultam em maior eficiência dos processos e desempenho organizacional.

2.3.3 Princípio de Pareto

O princípio de Pareto, ou regra 80/20 como é mais comum ser conhecida, é um conceito reconhecido e aplicado nas mais diversas áreas, incluindo a gestão de inventários e a análise de distribuição. Este princípio, indica, que na maioria dos casos, apenas uma pequena parte dos elementos de um grande conjunto são responsáveis pela maior parte dos problemas. O conhecimento dos elementos que são responsáveis pela maior parte do problema, são fundamentais para a tomada de decisões dos gestores dentro do negócio, permitindo uma abordagem mais estratégica e focada nos resultados, facilitando a obtenção dos objetivos da organização (Juran, 1954).

2.4 Conclusão

Este capítulo tem como objetivo rever a literatura existente sobre as diversas abordagens para o desenvolvimento de mudanças nos processos empresariais. É fundamental que as organizações acompanhem a evolução das técnicas de otimização e considerem a utilização das variadas metodologias e ferramentas disponíveis para implementar mudanças, avaliando a sua adequação em relação aos objetivos estabelecidos. A estrutura apresentada serve como base para o estudo, uma vez que, apesar da existência de múltiplos estudos teóricos, as empresas frequentemente enfrentam uma elevada volatilidade no seu contexto operacional, especialmente em relação à competitividade dos concorrentes

e à dinâmica da cadeia de distribuição. Esta realidade torna difícil a explicação dos fenômenos observados apenas através de estudos acadêmicos.

Nesse sentido, tendo em vista que a principal meta é otimizar os processos de produção e reduzir os constrangimentos nas entregas, a metodologia de investigação-ação revela-se uma solução eficaz na busca pela melhoria contínua. Esta abordagem permite, por meio da investigação, a recolha de informações diretamente dos intervenientes, possibilitando a posterior correlação dessas informações com a análise de dados. Tal processo proporciona uma visão clara dos principais problemas que afetam os processos organizacionais.

Além disso, a aplicação de outras ferramentas de melhoria de processos, como o *5-Whys*, o Diagrama de Espinha de Peixe e o princípio de Pareto, possibilita a transição para a fase de ação, onde são implementadas alterações que visam obter melhorias substanciais tanto na gestão dos inventários quanto na organização da distribuição. A integração dessas ferramentas com a metodologia de investigação-ação enriquece o processo de diagnóstico e intervenção, promovendo uma abordagem mais holística e eficaz.

Espera-se que este trabalho contribua de forma significativa para a otimização dos processos logísticos dentro da empresa, uma vez que a gestão da logística e da cadeia de distribuição são atualmente áreas de grande relevância que devem receber investimentos e recursos internos para a sua melhoria. É imperativo que a logística e a cadeia de distribuição deixem de ser vistas apenas como áreas focadas na movimentação de bens e passem a ser reconhecidas como componentes centrais na prestação de serviços, conforme argumenta Carvalho et al. (2014). Esta mudança de paradigma é essencial para que as organizações possam responder de forma mais eficaz às exigências do mercado e às expectativas dos clientes, garantindo assim a sua competitividade e sustentabilidade a longo prazo.

3 Metodologia

Neste capítulo, será apresentada de forma detalhada a metodologia de investigação adotada neste estudo, cujo objetivo principal é alcançar as metas estabelecidas para a melhoria contínua. Considerando a complexidade inerente à gestão eficiente dos inventários dentro de um processo de distribuição, é fundamental aplicar uma metodologia que seja sólida e estruturada. Este capítulo, portanto, não só identifica o caminho a seguir, mas também estabelece as bases para a avaliação e validação dos resultados obtidos ao longo do projeto.

3.1 Metodologia Investigação-ação

Conforme mencionado anteriormente, a metodologia aplicada no projeto é a investigação-ação, realizada em colaboração com a empresa, com o intuito de identificar problemas reais. Este processo requer a participação de várias pessoas envolvidas diretamente. A colaboração ativa entre as diversas partes, conforme destacado por Saunders et al. (2016) e Coglan & Brannick (2005), enriquece o conhecimento organizacional a partir de diferentes perspectivas, permitindo o desenvolvimento e a implementação de soluções que melhoram os processos.

A integração de indivíduos de diversas áreas do processo não só facilita a compreensão das dificuldades reais e das falhas a serem corrigidas, como também promove um processo mais eficiente e eficaz (Saunders et al., 2016). Ao longo do estudo, a participação contínua dos colaboradores permitiu identificar e implementar soluções que melhoraram a eficiência dos processos internos do centro de Arruda dos Vinhos, alcançando assim o objetivo principal do estudo (Saunders et al., 2016).

3.2 *Overview* da metodologia

A metodologia aplicada baseou-se nas cinco fases do ciclo de investigação-ação, cada uma desempenhando um papel crucial na resolução do problema. Como exemplificado na Figura 3-1, o ciclo de investigação-ação conforme descrito por Santos et al. (2013), onde o ciclo se repete em várias iterações ao longo da sequência das fases do método.

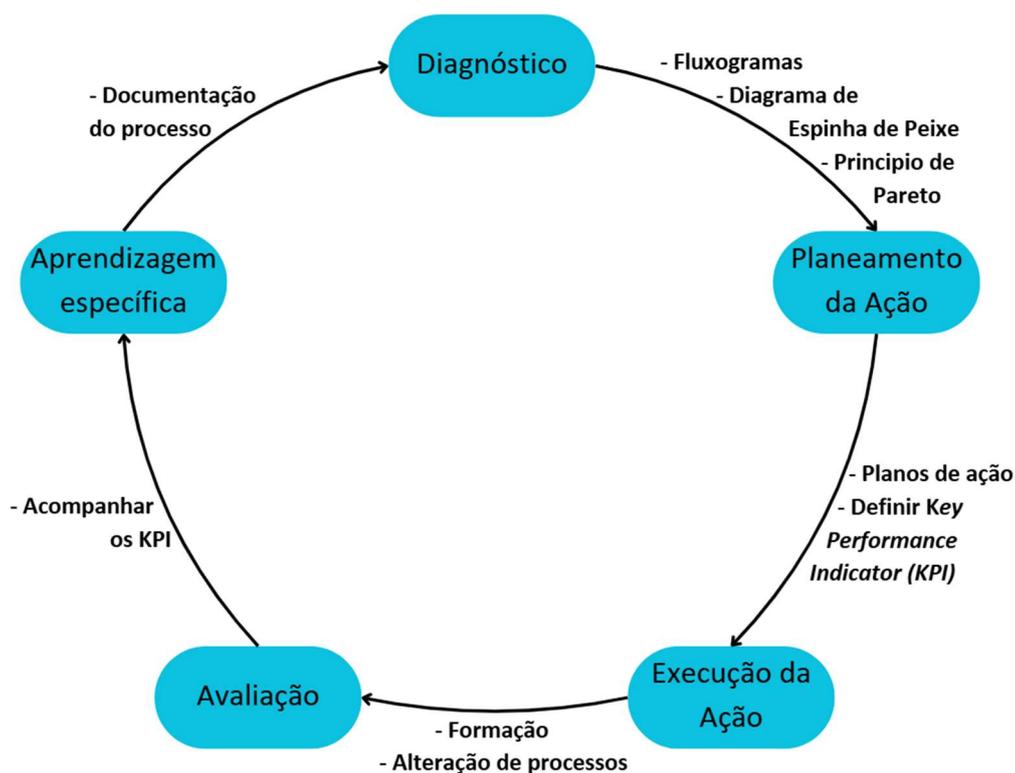


Figura 3-1 - “Ciclo investigação-ação” e as suas ferramentas, Fonte: autor.

É neste contexto da melhoria contínua, em que a utilização de ferramentas analíticas é fundamental para a estruturação e análise da informação, que o ciclo de Investigação-Ação se revela uma abordagem eficaz. Este ciclo é composto por várias etapas do processo, que incluem Diagnóstico, Planeamento de Ação, Execução da Ação, Avaliação e Aprendizagem Específica. Cada uma destas etapas desempenha um papel crucial na implementação de melhorias organizacionais.

3.2.1 Diagnóstico

A fase de diagnóstico é um componente essencial no processo de identificação de oportunidades para soluções ou melhorias em problemas previamente identificados. Durante esta fase, é crucial adotar uma visão holística que permita compreender o problema de forma integrada. Este entendimento abrangente envolve a recolha de dados primários e secundários, a análise detalhada do contexto e a identificação das causas subjacentes que contribuem para a problemática em questão. Os dados primários são obtidos através de entrevistas semiestruturadas ou observações diretas no campo, enquanto os dados secundários provêm de relatórios internos da empresa que documentam a sua atividade. No diagnóstico, são empregues ferramentas como o *Canvas* para a elaboração de fluxogramas, *Power BI* para a recolha de dados a partir da base de dados da empresa, e a análise desses dados no *Google Sheets*. Para uma perceção mais visual, são utilizados gráficos e tabelas, bem como o diagrama de Pareto.

A elaboração de entrevistas semiestruturadas não apenas facilita a recolha de informações, mas também proporciona ao entrevistador a oportunidade de conhecer os factos e as opiniões dos participantes. Neste projeto, serão realizadas entrevistas semiestruturadas, nas quais se parte de um conjunto inicial de perguntas, adaptando-as conforme o desenrolar da conversa. Esta flexibilidade confere um estilo dinâmico à interação, permitindo que o participante contribua de forma mais precisa e completa (Magaldi & Berler, 2020).

Além disso, os entrevistados têm a possibilidade de recomendar outros indivíduos que considerem relevantes para o estudo, o que enriquece ainda mais a recolha de informações, tornando-a mais abrangente e completa. As suposições sobre a natureza e o domínio do problema foram formuladas de maneira a estabelecer uma base sólida para as etapas subsequentes. Este diagnóstico inicial é crucial para garantir que as intervenções futuras sejam bem fundamentadas e direcionadas à recolha das informações pertinentes.

Para o estudo, foram entrevistados o Responsável do Centro de Enchimento (RCE), o Planeador de Logística (PL), o Gestor de Inventário (GI) e o Diretor de Ativos e Entregas (DAE). A diversidade de perspectivas obtidas através destas entrevistas semiestruturadas permitiu uma análise mais rica e fundamentada, contribuindo para a identificação de soluções eficazes e sustentáveis que atendam às necessidades da organização. A integração dos diferentes pontos de vista é fundamental para a construção de um entendimento abrangente dos desafios enfrentados, promovendo assim uma abordagem mais eficaz na resolução dos problemas identificados.

Recolha de dados

As entrevistas semiestruturadas foram conduzidas com a finalidade de identificar os principais problemas no centro de Enchimento de Arruda dos Vinhos, além de aprofundar a compreensão de cada um deles. Reconhecendo que esses problemas estão intrinsecamente interligados, as entrevistas semiestruturadas foram conduzidas de forma a promover um diálogo fluido e dinâmico. Esta abordagem permitiu que as perguntas gerassem informações não previstas no guião inicial, enriquecendo assim o conhecimento sobre as questões abordadas.

A flexibilidade na condução das entrevistas semiestruturadas foi essencial para captar nuances e detalhes que poderiam ter sido negligenciados num formato mais rígido. A interação aberta com os participantes facilitou a expressão de preocupações e sugestões, proporcionando uma visão mais abrangente dos desafios enfrentados no centro. Este método não apenas favoreceu a identificação de problemas, mas também incentivou a reflexão crítica sobre as práticas atuais e as possíveis soluções.

As entrevistas semiestruturadas realizadas foram as seguintes:

- Responsável do Centro de Enchimento: Para compreender o processo e identificar problemas, as perguntas foram estruturadas da seguinte forma:

- Quais as suas principais tarefas diárias?
- Pode explicar o fluxo de recursos para a gestão do inventário do centro?
- Qual é a estrutura relativamente à gestão das entregas?
- Existe alguma operação que identifique como um ponto problemático no processo produtivo?
- Em que medida esse problema afeta a gestão de produção?
- Que medidas foram aplicadas para a otimização do processo de distribuição?
- Planeador de Logística: Para identificar problemas relacionados às rotas de distribuição, com base no seguinte guião:
 - Quais as suas principais tarefas diárias?
 - Como funciona o planeamento de rotas?
 - Quais são os meios disponíveis para distribuição?
 - Existem restrições dos distribuidores quanto aos meios de distribuição a serem utilizados?
 - Como são efetuados os pedidos pelos distribuidores?
 - O que acontece na ausência de SC para cumprir uma encomenda?
 - Quem faz a gestão desse incumprimento?
 - Existe alguma operação que identifique como um ponto problemático no processo produtivo?
 - Em que medida esse problema afeta a gestão de produção?
- Gestor de Inventário: Entrevistado para fornecer uma visão das dificuldades na gestão do inventário geral, com a seguinte estrutura:
 - Como é realizada a gestão do inventário dentro do centro?
 - Quais são as restrições existentes na gestão do inventário?
 - Existe alguma operação que identifique como um ponto problemático no processo produtivo?
 - Em que medida esse problema afeta a gestão de produção?
- Diretor de Ativos e Entregas: Para validação e seleção dos problemas mais críticos, seguindo a estrutura seguinte:
 - Alguns problemas foram identificados, principalmente na gestão do stock de garrafas B50. Você tem conhecimento do problema? Se sim, quais foram as medidas já tomadas para mitigar o problema?
 - Existem ações em curso para a resolução deste problema?
 - Existe alguma operação que identifique como um ponto problemático no processo produtivo?

- Em que medida esse problema afeta a gestão de produção?

A observação direta também foi utilizada como complemento das informações recolhidas, proporcionando uma melhor visão e entendimento do funcionamento do processo, bem como dos problemas e suas possíveis causas.

Análise de dados

Através da recolha de dados secundários, utilizando a ferramenta Power BI, para aceder às bases de dados internas da Air Liquide, foram identificados dados relevantes para o estudo, incluindo:

- Quantidade total de entregas diárias de garrafas B50;
- Quantidades diárias de garrafas B50 entregues das diferentes gamas de produtos aos distribuidores;
- Rácio de percentagem de ocupação dos meios de distribuição.

Estes dados foram recolhidos ao longo de um período de um ano, proporcionando uma base de trabalho confiável que permite validar estatisticamente as informações previamente obtidas. Esta escolha metodológica está em concordância com as reflexões de Crotty (1998), que enfatiza a importância de justificar a seleção dos dados recolhidos para conferir credibilidade ao estudo. Além disso, é fundamental compreender e explicar as camadas subjacentes dos dados relevantes, em vez de simplesmente descartá-las, conforme sugerido por Saunders et al, 2016.

Os dados recolhidos foram organizados de forma lógica utilizando o *Google Sheets*, o que facilitou a análise subsequente através de tabelas estruturadas. A análise descritiva foi realizada com o auxílio de funções estatísticas, proporcionando uma visão geral das tendências e dispersões dos dados. Para complementar esta análise, foram criados gráficos que visualizam a distribuição e ajudam a identificar padrões. O princípio de Pareto foi particularmente útil para identificar e priorizar os problemas mais significativos, permitindo uma abordagem focada na resolução de questões críticas.

Com base nas entrevistas semiestruturadas e na observação direta, foi elaborado um fluxograma utilizando a ferramenta Canvas, no qual foram identificadas as etapas do processo de gestão e distribuição das garrafas B50. Este fluxograma, fundamentado nas entrevistas semiestruturadas realizadas com os RCE e PL, detalha cada fase do processo, desde o enchimento até à preparação e entrega ao cliente final.

A utilização do fluxograma proporciona uma visualização clara e organizada do fluxo de trabalho, facilitando a identificação de potenciais problemas e oportunidades de melhoria em cada etapa do processo produtivo. Esta abordagem visual é essencial para compreender as interações e dependências entre as diferentes fases, promovendo uma análise mais eficiente e a implementação de melhorias contínuas no processo.

Após a análise exaustiva dos dados, os resultados serão apresentados ao RCE para apreciação e validação. Durante esta apresentação, serão destacados os principais resultados obtidos, incluindo a identificação de pontos de falha significativos no processo de produção das garrafas B50. Este processo de apresentação não só serve para validar as conclusões, mas também para fomentar um diálogo construtivo que poderá levar a novas iniciativas de melhoria.

3.2.2 Planeamento de Ação

Na fase de planeamento de ação, são delineadas as estratégias a serem implementadas para abordar o problema identificado. Esta etapa envolve a definição clara dos objetivos da intervenção e a identificação das abordagens mais eficazes. Diferentes alternativas de ação são consideradas, e a mais adequada é selecionada com base em critérios como viabilidade, impacto esperado e recursos disponíveis.

O planeamento detalhado assegura que todas as ações estejam alinhadas com os objetivos estabelecidos e que os riscos sejam minimizados. Este planeamento meticuloso é essencial para a execução eficiente e eficaz das ações propostas. De forma a avaliar as melhorias, são identificados os *Key Performance Indicator* (KPI) para cada ação, que servirão para o acompanhamento e avaliação das medidas implementadas.

3.2.3 Execução de Ação

A fase de execução de ação é um componente crucial do processo, consistindo na implementação prática das estratégias previamente planeadas. Nesta etapa, as ações selecionadas são executadas de acordo com o plano estabelecido, sendo fundamental que a execução seja acompanhada de forma rigorosa. Este acompanhamento permite garantir que as ações sejam realizadas conforme estipulado e possibilita a realização de ajustes rápidos sempre que necessário.

A documentação detalhada das atividades realizadas é essencial para a avaliação posterior, pois fornece uma base sólida para a análise dos resultados alcançados. A eficácia da execução depende, em grande medida, de uma coordenação eficiente e de uma supervisão contínua, que asseguram que os objetivos definidos sejam atingidos. A interação entre os membros da equipa e a comunicação clara são igualmente importantes, pois facilitam a identificação de eventuais obstáculos e a implementação de soluções adequadas.

Além disso, a capacidade de adaptação durante a fase de execução é um fator determinante para o sucesso do projeto. A flexibilidade em ajustar as estratégias em resposta a novas informações ou circunstâncias imprevistas pode fazer a diferença entre o êxito e o insucesso. Portanto, a execução não

deve ser vista apenas como uma fase mecânica, mas como um processo dinâmico que requer atenção constante e um compromisso com a melhoria contínua.

Em suma, a fase de execução de ação é um momento crítico que exige não apenas a implementação das estratégias, mas também um envolvimento ativo de todos os intervenientes, garantindo que as metas sejam alcançadas de forma eficaz e eficiente. A combinação de supervisão, documentação e capacidade de adaptação é essencial para o desenvolvimento de um processo robusto que contribua para o sucesso organizacional a longo prazo.

3.2.4 Avaliação

Após a implementação das ações, inicia-se a fase de avaliação, cujo objetivo é verificar se as medidas adotadas produziram os efeitos desejados e resolveram os problemas identificados inicialmente. Esta fase envolve uma análise crítica, utilizando KPI previamente definidos, para determinar até que ponto as ações tomadas foram responsáveis pelos resultados alcançados. É fundamental considerar a influência de fatores externos que possam ter afetado os resultados, garantindo uma avaliação justa e precisa. Esta análise permite identificar tanto as áreas de sucesso quanto os aspetos que ainda necessitam de melhorias. A avaliação rigorosa é crucial para assegurar a eficácia das intervenções e fornecer informações valiosas para futuras ações, permitindo ajustes e refinamentos contínuos no processo.

3.2.5 Aprendizagem específica

A fase de aprendizagem específica é uma componente fundamental do processo, pois envolve a identificação e o registo das conclusões obtidas ao longo da investigação. Nesta fase, as lições aprendidas são cuidadosamente documentadas, proporcionando *insights* valiosos que podem ser utilizados em futuras intervenções. A reflexão sobre o ciclo de investigação-ação não apenas permite o aprimoramento das práticas e metodologias existentes, mas também contribui para o desenvolvimento contínuo da organização e para a melhoria dos processos operativos. Esta fase é, portanto, crucial para a institucionalização do conhecimento adquirido, promovendo uma cultura de melhoria contínua que é essencial para a evolução organizacional.

O ciclo iterativo de investigação-ação promove uma abordagem sistemática e reflexiva na resolução de problemas, permitindo ajustes contínuos e melhorias fundamentadas na experiência prática e na análise crítica. A aplicação consistente deste ciclo é vital para o desenvolvimento sustentável da organização, uma vez que facilita a adaptação às mudanças e desafios do ambiente empresarial. Além disso, a capacidade de aprender com a prática e de integrar essas aprendizagens nas operações diárias é um fator determinante para a excelência organizacional.

Deste modo, a fase de aprendizagem não apenas reforça a importância da reflexão crítica, mas também assegura que a organização esteja bem posicionada para enfrentar futuros desafios, garantindo que as melhorias implementadas sejam sustentáveis e eficazes. A promoção de uma cultura de aprendizagem contínua é, portanto, um pilar essencial para o sucesso a longo prazo da organização, permitindo-lhe não apenas sobreviver, mas prosperar em um contexto em constante evolução.

4 Estudo de caso

Esta secção aborda o estudo de caso relacionado ao projeto desenvolvido com o intuito de atingir os objetivos inicialmente propostos. Para tal, apresenta-se uma descrição minuciosa do desenvolvimento do projeto em questão, com ênfase na gestão de stocks de garrafas B50. O estudo abrange todo o processo, desde o pedido, passando pela preparação, até à entrega, seguindo o ciclo de investigação-ação delineado no Capítulo 3.

Além disso, esta secção inclui uma análise crítica e uma discussão aprofundada dos resultados obtidos em cada fase do projeto, proporcionando uma visão abrangente e detalhada do progresso e das conclusões alcançadas.

4.1 Contexto e propósito

O desenvolvimento deste projeto teve início em julho de 2024, com uma fase preliminar dedicada à recolha de *feedback* de diversos intervenientes e à análise de dados. Esta abordagem permitiu uma compreensão aprofundada dos problemas enfrentados, bem como a contextualização dos setores afetados. A recolha de *feedback* envolveu a participação de diferentes colaboradores da empresa, enquanto os dados analíticos forneceram uma visão quantitativa dos desafios existentes.

A relevância deste projeto é sublinhada pela necessidade de aprimorar o sistema de distribuição da empresa. A melhoria deste sistema é crucial não apenas para otimizar as operações atuais, mas também para estabelecer um modelo que possa ser replicado em outros centros de enchimento operados pela organização. Assim, o projeto visa não apenas resolver problemas imediatos, mas também criar uma base sólida para futuras expansões e melhorias operacionais.

O foco central do projeto reside no aumento da eficiência na distribuição das entregas semanais, com o objetivo de otimizar o stock de garrafas B50. Através da implementação de soluções baseadas nas análises realizadas, espera-se não apenas melhorar a disponibilidade do inventário, mas também elevar o nível de serviço prestado aos distribuidores. Este esforço não só contribuirá para a satisfação dos clientes, mas também permitirá à empresa adaptar-se de forma mais eficaz às exigências do mercado, garantindo assim uma posição competitiva sustentável a longo prazo.

Através deste projeto, são abordadas questões operacionais do dia-a-dia, que permitirão à Air Liquide enfrentar os desafios futuros, promovendo uma cultura de melhoria contínua que é essencial para o sucesso em um ambiente empresarial em constante evolução.

4.2 Diagnóstico

Com os objetivos e propósitos do projeto claramente definidos, foi possível progredir para a fase de diagnóstico. Esta fase consistiu na análise detalhada de dados, visando identificar problemas de ineficiência no processo de entregas de garrafas B50.

A partir das entrevistas semiestruturadas e da observação direta, foi elaborado um fluxograma, conforme ilustrado na Figura 4-1, no qual foram especificadas as diversas etapas do processo de entregas das garrafas B50.

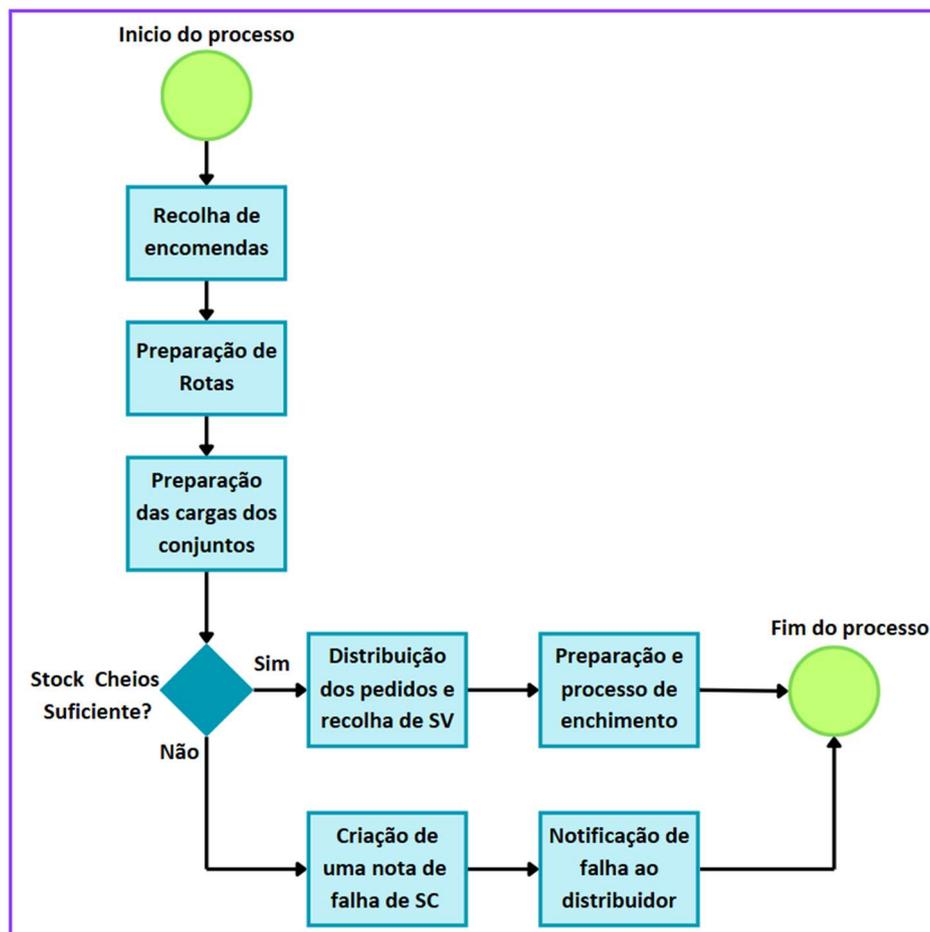


Figura 4-1 - Fluxograma do processo de distribuição, Fonte: autor.

Como ilustrado, o processo de recolha de pedidos é encerrado na manhã do dia anterior à entrega. Este procedimento é seguido pela verificação dos constrangimentos nas entregas anteriores, bem como pela preparação das rotas e das cargas dos conjuntos. No dia da distribuição, ao realizar a entrega de um produto, é comum receber a mesma quantidade em recipientes vazios. Contudo, o volume transportado pode apresentar variações, não sendo necessariamente equivalente.

Subsequentemente, o processo de enchimento geralmente requer um período de 2 a 3 dias, dependendo do volume a ser cheio e da disponibilidade de SV. Em situações em que as saídas

programadas para o dia seguinte são elevadas, podem ocorrer constrangimentos de SC que comprometem a capacidade de atender aos pedidos. Nesses casos, é elaborada uma nota de falha, na qual são detalhadas as causas. Posteriormente, o distribuidor será notificado sobre a ocorrência de uma falha na sua encomenda, acompanhada da devida justificação. A nota de encomenda, por si só, não gera uma ordem de entrega automática para a próxima entrega, uma vez que foi estabelecido que o distribuidor deve realizar um novo pedido na próxima oportunidade. Este procedimento foi implementado após a constatação de que, apesar de as notas de entrega serem geradas automaticamente, o distribuidor frequentemente solicitava novamente o volume em falta, resultando em duplicação de pedidos. Como mencionado, esses eventos culminam em constrangimentos nas entregas, gerando, por conseguinte, pressão sobre a equipa de produção. Assim, este será o ponto de partida para a análise das causas subjacentes.

4.2.1 Análise de dados

A recolha de dados exige a definição das gamas de produtos a serem estudados dentro do grupo B50, considerando que nem todas são cheias no centro e algumas não possuem entregas suficientes para serem relevantes. Assim, foram seleccionados 10 tipos de produtos para o estudo, como representado na Tabela 4-1. O estudo terá uma amostragem de 39,95% (37 556 garrafas de 94 011 garrafas) das saídas.

Tabela 4-1 - Gamas B50 em estudo e as suas entregas, Fonte: autor.

Produto	Gama	Entregas	Percentagem
Oxigénio	Oxygen Cy-L Exeltop 50/200	7140	31,4%
	Oxygen Cy-L reg 50/200	4666	
Azoto	Nitrogen Cy-L reg 50/200	3558	16,5%
	LASAL Cy-L reg 50/200	1553	
	ALIGAL Cy-L reg 50/200	1099	
ARCAL	ARCAL Force Cy-L Smartop 50/200	8027	52,0%
	ARCAL Prime Cy-L Smartop 50/200	3275	
	ARCAL Speed Cy-L Altop + Exeltop 50/200	3857	
	ARCAL Prime Cy-L Altop + Exeltop 50/200	2899	
	ARCAL Speed Cy-L Smartop 50/200	1481	

As categorias seleccionadas foram apresentadas e validadas pelos intervenientes como pertinentes para o estudo. Posteriormente, foram recolhidas as saídas diárias de cada produto ao longo do

período de amostragem de 52 semanas, agrupando-as por gama conforme indicado na Tabela 4-1. Sendo que o volume e percentagens em estudo das gamas estão representados na Figura 4-2.

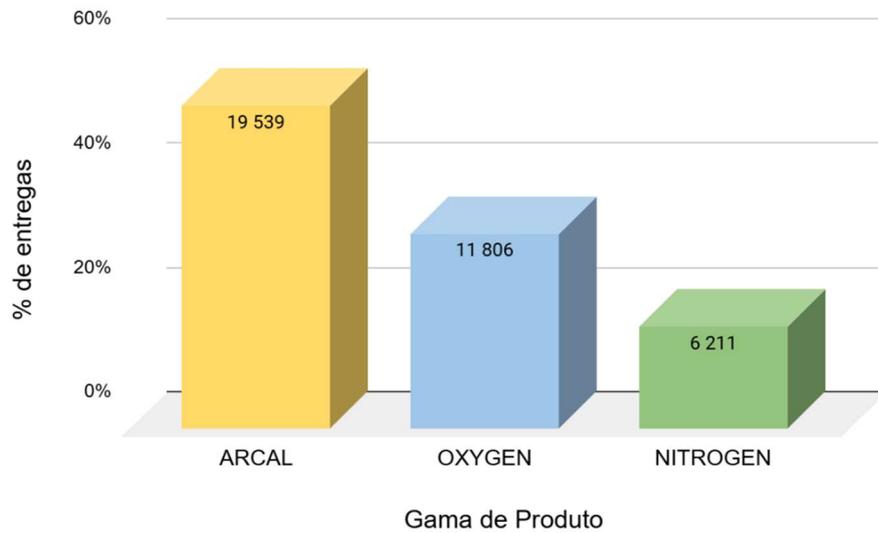


Figura 4-2 - Distribuição de entregas por gamas, Fonte: autor.

Ao longo do período de amostragem, conforme evidenciado no Anexo A, é notório, mesmo sem uma análise mais aprofundada, que existe um dia específico com uma tendência de entregas significativamente superior em comparação com os restantes dias. Esta observação, como ilustrado na Figura 4-3, revela-se válida, sendo a sexta-feira o dia com a maior quantidade de entregas, representando 28,2% do total ao longo do período de amostragem. Em contrapartida, a variação nas entregas semanais aparenta ser aleatória, não apresentando um padrão discernível que permita uma análise mais detalhada.

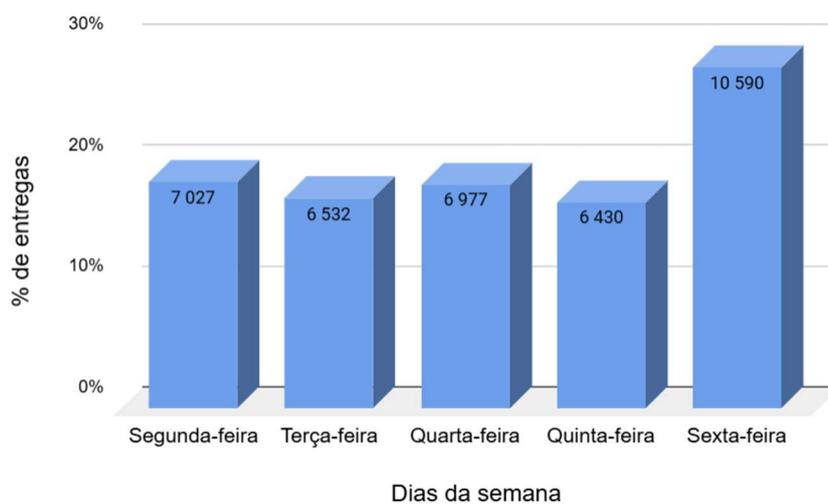


Figura 4-3 - Percentagem de entregas diárias, Fonte: autor.

Para identificar as tendências de entrega semanais de cada gama, os produtos foram agrupados por tipo, permitindo assim verificar se existe algum produto com um volume de entregas superior a outros. Conforme evidenciado pelos gráficos nas Figuras 4-4, 4-5 e 4-6, observa-se que, com exceção do azoto, que apresenta o menor volume de entregas, as restantes categorias registam um número significativamente maior de entregas às sextas-feiras.

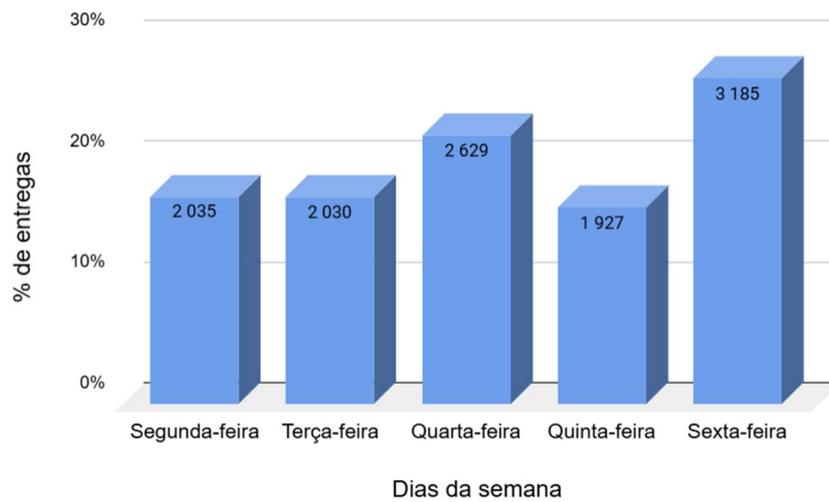


Figura 4-4 - Percentagem de entregas diárias das gamas de oxigénio (Oxygen) Fonte: autor.

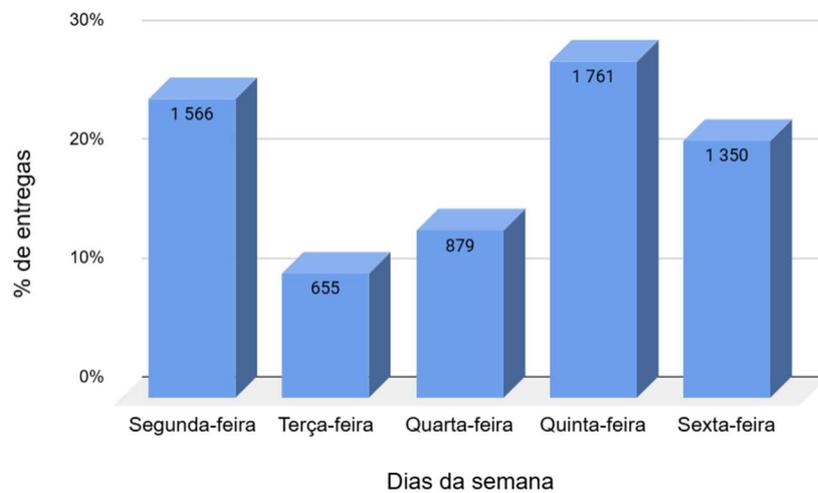


Figura 4-5 - Percentagem de entregas diárias das gamas de azoto (Nitrogen), Fonte: autor.



Figura 4-6 - Percentagem de entregas diárias das gamas de Arcal, Fonte: autor.

Para compreender as razões subjacentes ao aumento das entregas às sextas-feiras, foi fundamental realizar um estudo detalhado das entregas aos distribuidores, com o objetivo de identificar se existia uma relação causal entre as entregas e os padrões de consumo. Foi necessário proceder à recolha de dados de forma a focar nas entregas de cada produto por semana para cada cliente específico, agrupando-os conforme demonstrado na Tabela 4-2.

Tabela 4-2 - Volume de entregas aos Top 7 distribuidores, Fonte: autor.

Cliente	Garrafas	Percentagem
AL1	6325	57,58%
AL2	3507	
AL3	3075	
AL4	2637	
AL5	2273	
AL6	2090	
AL7	2087	
AL8-AL50	16206	42,42%

Na avaliação da amostra, constatou-se que 57,58% do volume total de entregas é destinado a sete distribuidores. Destes, quatro (AL1, AL3, AL5 e AL6) recebem as suas entregas no mesmo dia da semana, especificamente às sextas-feiras, conforme ilustrado na Figura 4-3. Adicionalmente, verificou-se que os distribuidores AL1 e AL3 recebem apenas uma entrega por semana, enquanto os distribuidores AL5 e AL6 recebem duas entregas.

Tabela 4-3 - Distribuição entregue aos distribuidores pelos dias da semana, Fonte: autor.

Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
AL14	AL5	AL11	AL24	AL5
AL19	AL10	AL6	AL31	AL1
AL15	AL16	AL9	AL4	AL20
AL4	AL2	AL27	AL12	AL6
AL17	AL28	AL7	AL23	AL3
AL13	AL26		AL18	

Para verificar se existe algum distribuidor que receba uma gama específica que possa estar a gerar um problema, os volumes foram separados nas Figuras 4-7, 4-8 e 4-9, permitindo assim uma análise detalhada dos volumes entregues.



Figura 4-7 - Entregas semanais das gamas de Arcal aos distribuidores, Fonte: autor.

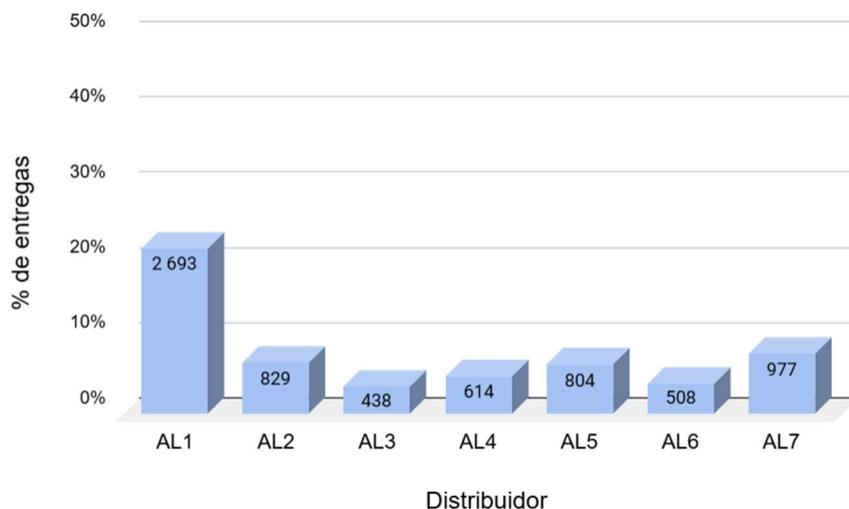


Figura 4-8 - Entregas semanais das gamas de oxigénio (Oxygen) aos distribuidores, Fonte: autor.

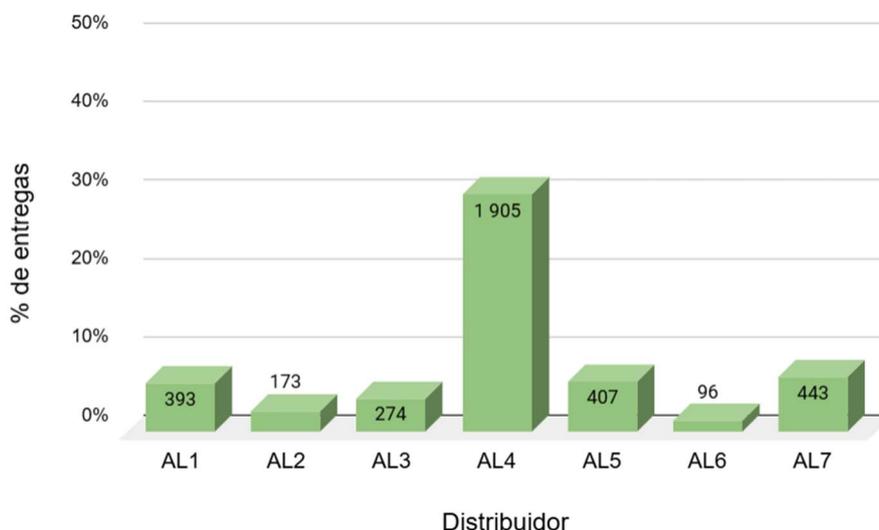


Figura 4-9 -Entregas semanais das gamas de azoto (Nitrogen) aos distribuidores, Fonte: autor.

Constata-se que a gama Arcal apresenta o maior volume de entregas entre os quatro distribuidores, enquanto a gama *Oxygen* tem uma expressão significativa apenas no distribuidor AL1. Em maior detalhe, ambos os distribuidores que recebem entregas semanais únicas demonstram um volume elevado de entregas em comparação com os restantes, caracterizando-se por uma variabilidade tanto no volume quanto na diversidade dos produtos. Essa inconsistência dificulta o ajuste adequado dos inventários, tornando desafiador evitar constrangimentos nas entregas subsequentes.

Para otimizar eficazmente as rotas de distribuição, foi fundamental considerar alterações nas rotas diárias. No entanto, tal só é viável se os meios de transporte utilizados o permitirem, sendo, portanto, necessária uma análise dos rácios de carga diários desses veículos. Esta análise foi essencial para

determinar se os veículos, conforme descrito na Tabela 4-4, constituem um fator limitativo em termos de quilometragem e capacidade de carga.

Tabela 4-4 - Veículos Disponíveis, Fonte: autor.

Tipo de Veículo
4 Cestas – 7,5 Ton
4 Cestas – 7,5 Ton
Com Empilhador 26 Ton
Com Grua 26 Ton
Com Empilhador 40 Ton
Com Empilhador 40 Ton

Procedeu-se à análise da ocupação em diferentes intervalos para cada grupo semelhante, conforme apresentado na Tabela 4-5, bem como ao rácio médio da carga diária, ilustrado na Figura 4-10 para esses conjuntos.

Tabela 4-5 - Rácio de carga dos veículos, Fonte: autor.

Rácio	7,5 TON	26 TON	40 TON
<35%	47,57%	15,79%	27,33%
>35% & <50%	30,57%	12,96%	17,41%
>50% & <75%	20,24%	40,28%	40,28%
>75% & <90%	1,42%	25,92%	12,96%
>90%	0,20%	5,06%	2,02%

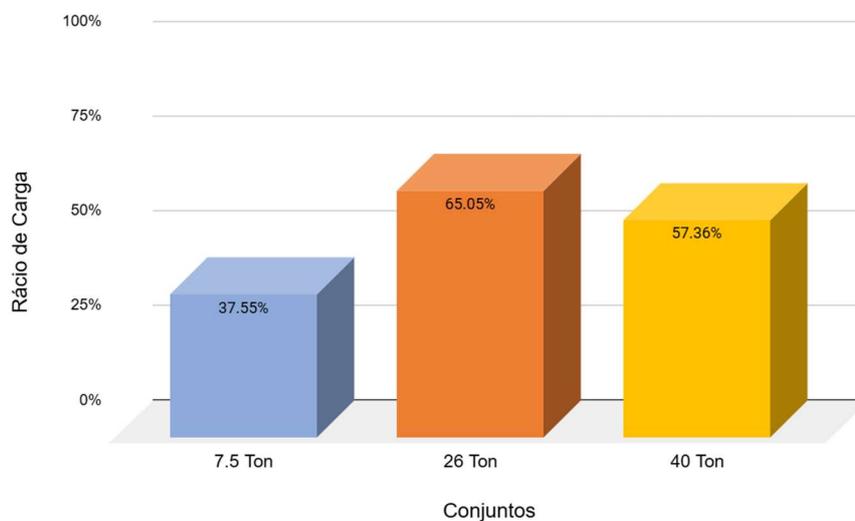


Figura 4-10 - Rácio de Carga por conjunto, Fonte: autor.

Da análise realizada, constata-se que os meios de distribuição não estão saturados em termos de ocupação diária. Assim, existe margem para a otimização dos recursos de distribuição, visando um aproveitamento mais eficiente. Apesar do que foi verificado, é igualmente necessário avaliar a taxa de ocupação às sextas-feiras, uma vez que este é o dia com o maior número de entregas diárias, o que pode ser analisado através do gráfico apresentado na Figura 4-11.

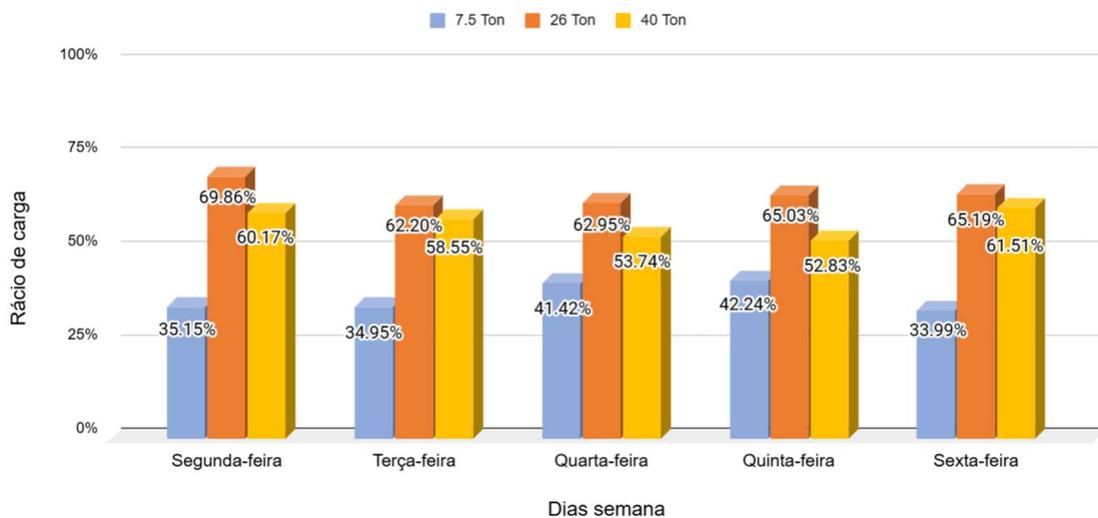


Figura 4-11 - Rácio de cargas diárias, Fonte: autor.

Constata-se que não existem limitações nos meios de distribuição, uma vez que todos os conjuntos apresentam uma ocupação inferior a 70% ao longo da semana. Verifica-se, inclusive, conforme ilustrado no Anexo B, que há dias em que os conjuntos não realizam entregas, o que indica uma considerável margem para a otimização da gestão logística dos recursos.

Apesar do exposto, a partir da observação direta, identifica-se ainda uma outra ineficiência associada ao volume de carga, a qual se relaciona com a forma como este é fixado para transporte, conforme evidenciado na Figura 4-12, obtida através de observação direta.



Figura 4-12 - Fixação da carga, Fonte: Fotografia do autor

Apesar de se constatar visualmente que existe espaço que poderia ser aproveitado de forma mais eficiente, procedeu-se a uma análise mais detalhada através da elaboração da Tabela 4-6, na qual foram introduzidos os dados sobre os veículos, recolhidos durante as entrevistas semiestruturadas.

Tabela 4-6 - Análise do peso dos veículos, Fonte: autor.

Tipo	Peso Bruto [kg]	Tara [kg]	Carga útil [kg]	Limite [kg]	Diferença para o máximo [kg]
4 cestas - 7,5 T	7500	2900	4600	6900	600
4 cestas - 7,5 T	7500	3700	3800	6908	592
Empilhador 26 Ton	26000	13365	12635	22970	3030
Grua 26 Ton	26000	13800	12200	22180	3820
Empilhador 40 Ton	40000	15780	24220	35338	4662
Empilhador 40 Ton	40000	15780	24220	35338	4662

Como se pode observar na análise da tabela, este tipo de fixação, devido ao espaço livre entre a carga, impede que o peso máximo permitido para o veículo seja atingido, configurando-se como uma ineficiência na otimização da carga. Assim, existe uma margem significativa para a otimização dos recursos de distribuição.

4.2.2 Diagrama Espinha de peixe

Após a análise realizada, foi elaborado um diagrama de espinha de peixe, conforme ilustrado na Figura 4-13, que destaca os principais problemas identificados e as ineficiências previamente mencionadas, bem como as suas causas. Este diagrama foi desenvolvido com base nas entrevistas semiestruturadas, na observação direta e nos dados recolhidos. A aplicação da metodologia 5Whys permitiu, em alguns casos, determinar a causa raiz dos problemas e identificar ineficiências associadas, possibilitando o desenvolvimento de ações direcionadas à sua resolução.

Idealmente, todas as causas identificadas devem ser enumeradas no diagrama de espinha de peixe, de modo a eliminar todos os problemas que comprometem o processo. No entanto, torna-se difícil abordar todos os problemas simultaneamente, sendo, portanto, essencial priorizar aqueles que são mais relevantes e viáveis, considerando os fatores limitantes.

Relativamente à falha de stock completo para atender às encomendas, foi possível identificar que esta se deve à elevada quantidade de entregas concentradas num dia específico da semana, a sexta-feira, o que resulta na incapacidade da produção para repor o inventário nos dias subsequentes. Este volume elevado de entregas à sexta-feira deve-se ao facto de dois dos maiores distribuidores da região receberem as suas encomendas nesse mesmo dia, realizando apenas uma entrega semanal. Adicionalmente, como os pedidos podem ser efetuados até à manhã do dia anterior à entrega, a produção não consegue aumentar o inventário desse volume com antecedência.

A preparação do stock para a reposição do inventário é limitada pelo tempo de resposta da produção, que, em média, demora 2 dias para efetuar a reposição. Contudo, em situações de falha de stock vazio, a reposição sofre atrasos até que seja recebido um volume suficiente de SV para reabastecer o inventário, dificultando a gestão do inventário mínimo entre saídas e produção.

Uma das ineficiências identificadas foi a capacidade de carga dos veículos de distribuição, que excede os volumes a entregar diariamente, resultando numa taxa de ocupação inferior a 75% e em vários dias sem rotas de distribuição, o que indica que os meios de distribuição estão sobredimensionados. Por outro lado, a forma como a carga é fixada aumenta a ineficiência dos meios, uma vez que a ocupação de espaço e o peso transportável diminuem, impedindo que se atinja o máximo de peso que o veículo pode transportar. Além disso, existem restrições na escolha dos veículos, uma vez que alguns distribuidores enfrentam circunstâncias especiais que exigem a utilização de um tipo específico de veículo (grua) para a entrega, o que representa um desafio adicional na gestão logística das rotas.

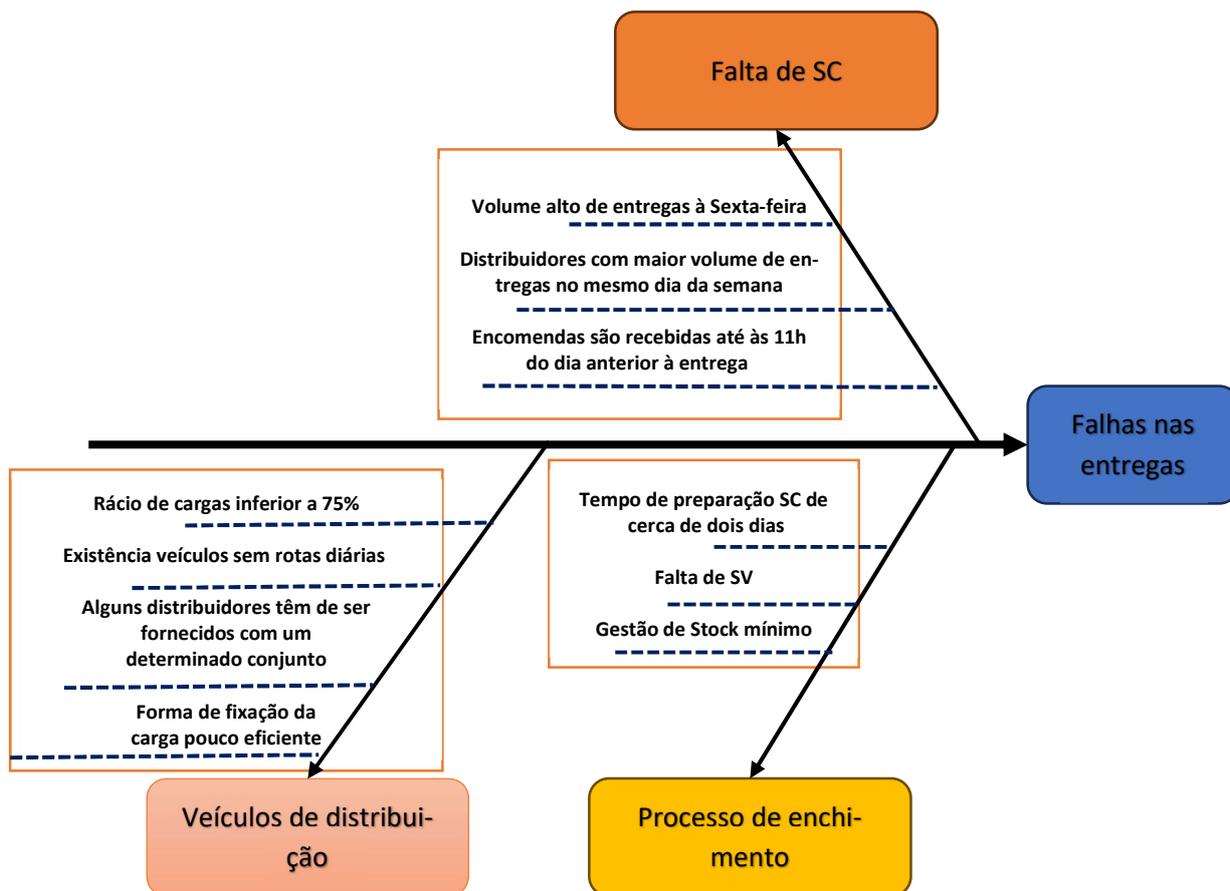


Figura 4-13 - Diagrama de espinha de peixe dos constrangimentos do processo, Fonte: autor.

4.3 Planeamento de Ação

Após a identificação das causas a serem abordadas, foi possível avançar para a fase subsequente de planeamento das ações, com o objetivo de explorar soluções potenciais para as causas previamente identificadas.

4.3.1 Proposta de Ação - Falta de SC

Conforme identificado anteriormente, a gestão eficiente do inventário de garrafas B50 é comprometida pela acentuada variabilidade nos volumes de entrega. Esta ineficiência resulta em constrangimentos na distribuição, tanto no dia em que ocorre um aumento no volume quanto nos dias subsequentes, devido à escassez de stock cheio e ao tempo necessário para o enchimento do stock vazio.

Como se pode observar na Figura 4-14, existe um desequilíbrio nas entregas ao longo dos dias da semana, sendo a sexta-feira o dia com o maior volume de entregas. Da análise das possíveis causas, verifica-se que quatro dos sete maiores distribuidores recebem entregas nesse dia, conforme ilustrado na Tabela 4-7. Destaca-se que dois desses distribuidores, AL1 e AL3, que têm volumes grandes de

entregas, apenas recebem uma entrega semanal, o que gera um desafio logístico significativo para o centro de distribuição. Assim, de forma a mitigar o problema, tornou-se necessário avaliar a viabilidade de efetuar alterações no mapa de distribuição semanal, de modo a alcançar um equilíbrio nas entregas diárias.



Figura 4-14 - Saídas diárias, Fonte: autor

Tabela 4-7 - Entregas totais aos distribuidores repartido pelos dias da semana, Cor Laranja distribuidores identificados. Fonte: autor

Segunda		Terça		Quarta		Quinta		Sexta	
Cliente	Entregas								
AL14	1310	AL5	1137	AL11	1182	AL24	281	AL5	1137
AL19	534	AL10	1321	AL6	1045	AL31	103	AL1	6325
AL15	876	AL16	996	AL9	1343	AL4	1319	AL20	410
AL4	1319	AL2	3507	AL27	67	AL12	1161	AL6	1045
AL17	789	AL28	74	AL7	2087	AL23	303	AL3	3075
AL13	1230	AL26	137			AL18	689		

Da análise realizada, verifica-se que, para resolver este problema, é necessário que o distribuidor AL1 passe a ter duas entregas semanais, uma vez que o seu volume de entregas é o maior entre os sete principais distribuidores. Além disso, é imperativo alterar a entrega de sexta-feira para um dia com menor volume de entregas. Conforme ilustrado na Tabela 4-8, onde estão identificados a vermelha o distribuidor que deixa de receber entregas nesse dia e a verde o distribuidor que passa a receber

entregas nesse dia, assim a sugestão é que o AL1 passe a receber entregas às terças e quintas-feiras. A escolha da terça-feira para o AL1 deve-se ao facto de existirem rotas para essa zona nesse dia da semana, permitindo que o maior volume de entrega seja separado por um dia entre as entregas.

Apesar desta alteração, ainda não se consegue alcançar um equilíbrio nas saídas diárias. Assim, torna-se necessário deslocar duas entregas de distribuidores que operam às terças-feiras para outros dias com menor volume de entregas. Especificamente, os distribuidores AL5 e AL10 necessitam de alterar as suas entregas para quarta-feira e sexta-feira, respetivamente.

Tabela 4-8 - Proposta de alteração, Vermelho distribuidor que sai, Verde distribuidor que entra,

Fonte: autor.

Segunda		Terça		Quarta		Quinta		Sexta	
Cliente	Entregas								
AL14	1310	AL5	1137	AL11	1182	AL24	281	AL5	1137
AL19	534	AL10	1321	AL6	1045	AL31	103	AL1	6325
AL15	876	AL16	996	AL9	1343	AL4	1319	AL20	410
AL4	1319	AL2	3507	AL27	67	AL12	1161	AL6	1045
AL17	789	AL28	74	AL7	2087	AL23	303	AL3	3075
AL13	1230	AL26	137	AL5	1137	AL18	689	AL10	1321
		AL1	3163			AL1	3163		

Com as alterações nas entregas, o volume a ser entregue ao longo da semana torna-se mais equilibrado, eliminando a existência de um dia com um volume discrepante em relação aos outros, conforme evidenciado na Figura 4-15.



Figura 4-15- Saídas diárias após alterações, Fonte: autor.

4.3.2 Proposta de Ação - Processo de enchimento

O problema associado ao processo de enchimento apresenta uma complexidade significativa, resultando, em grande medida, das ineficiências na distribuição e na recolha de inventário. Relativamente à escassez de stock, é viável otimizar a preparação para a recolha de stock vazio (SV), uma vez que nem sempre é realizado um controlo adequado dos itens vazios nos distribuidores, os quais poderiam ser utilizados para mitigar os constrangimentos do inventário.

Na gestão do stock de segurança, podem ser implementadas alterações que permitam compensar as flutuações nos volumes de entregas de B50, evitando assim a ocorrência de ruturas de stock. Considerando que a definição do stock de segurança é realizada através de uma aplicação, é pertinente proceder a ajustes que possibilitem uma gestão mais criteriosa e alinhada com a realidade operacional da organização. Em particular, o ajuste do modelo matemático associado ao stock de segurança, utilizado pela ferramenta, é fundamental. Este ajuste deve permitir que o modelo não apenas considere os dados dos últimos meses, mas também integre o histórico correspondente à mesma época do ano em anos anteriores.

Ao incorporar dados sazonais, a aplicação torna-se mais robusta, refletindo de forma mais precisa as flutuações na procura e as variáveis que influenciam o stock. Esta abordagem não só melhora a precisão na definição do stock de segurança, como também contribui para uma gestão mais eficaz do stock, permitindo que o processo de enchimento seja otimizado. Como resultado, obtêm-se melhorias significativas na eficiência operacional e na redução dos custos associados.

Conforme mencionado por Vicente et al. (2023) no seu estudo sobre distribuição e planeamento de inventário em mercados caracterizados por elevada incerteza na procura, a aplicação de um modelo matemático facilita a organização da gestão de inventários em diversos níveis da estrutura de distribuição. Esta abordagem permite alcançar um inventário ótimo em cada um dos locais de distribuição secundários, assegurando a capacidade de satisfazer pedidos elevados.

4.3.3 Proposta de Ação - Veículos de distribuição

Conforme identificado, os meios de distribuição disponíveis nos centros apresentam um sobredimensionamento, resultando num aumento significativo dos custos operacionais. Em determinadas circunstâncias, essa inadequação em termos de dimensão pode gerar problemas de gestão, especialmente quando se consideram as características específicas dos veículos e dos distribuidores.

Uma solução viável para mitigar esta situação seria a substituição de um dos conjuntos de 40 toneladas por um de 26 toneladas. Esta alteração não apenas aumentaria o índice de carga total dos veículos, mas também promoveria uma eficiência considerável na gestão de custos e na otimização

das cargas. Tal abordagem permitiria uma melhor adequação dos recursos disponíveis às necessidades operacionais, contribuindo para uma operação mais sustentável e económica.

Outra área de melhoria reside na adoção de um método alternativo de fixação da carga, que possibilitasse que o peso total se aproximasse ao máximo da capacidade do veículo. Embora esta solução apresente uma complexidade maior de implementação, devido à falta de uniformidade da carga a ser transportada, a modificação da estrutura do reboque, conforme ilustrado na Figura 4-16, poderia viabilizar diferentes formas de fixação da carga.



Figura 4-16 - Fixação de carga. Fonte: Fotografia do autor

A implementação de um sistema de fixação de carga que elimina a necessidade de cintas de amarração representa um avanço significativo na segurança e eficiência operacional no processo de distribuição. Neste modelo, a carga é firmemente fixada pela estrutura inferior do veículo, conforme ilustrado no Anexo C. Esta abordagem não apenas simplifica as tarefas do motorista, mas, mais crucialmente, contribui para um aumento substancial da sua segurança.

A segurança do motorista é um aspeto crítico em qualquer operação de distribuição, uma vez que as atividades relacionadas ao transporte frequentemente envolvem riscos elevados. Com a adoção deste sistema inovador, o motorista não é obrigado a subir e descer repetidamente para assegurar a carga, o que reduz consideravelmente o risco de acidentes e lesões. A eliminação dessa necessidade de movimentação constante não só minimiza a probabilidade de quedas e outros incidentes, mas também permite que o motorista se concentre mais nas suas funções principais, melhorando assim a eficiência geral da operação.

Além disso, a segurança aprimorada pode ter um impacto positivo na moral da equipa, uma vez que os motoristas se sentem mais protegidos e valorizados num ambiente de trabalho que prioriza a sua integridade física. Este tipo de inovação, portanto, não só beneficia a operação logística em termos de custos e eficiência, mas também promove um ambiente de trabalho mais seguro e saudável para todos os envolvidos. A integração de tecnologias que priorizam a segurança e a eficiência é, portanto, uma estratégia fundamental para o futuro da distribuição.

4.4 Execução de Ação

Devido ao curto intervalo de tempo entre a realização do estudo e a obtenção das conclusões, as ações não foram propostas ao centro para implementação imediata. No entanto, foram discutidas com os intervenientes para confirmar que faziam sentido e que a sua aplicação seria possível e útil na minimização dos problemas identificados.

4.5 Avaliação

Após a implementação das ações propostas, é imprescindível realizar uma avaliação detalhada das novas condições estabelecidas, com o objetivo de verificar se os resultados desejados foram efetivamente alcançados. Para tal, é fundamental definir indicadores-chave de desempenho (KPIs) que permitam uma análise rigorosa dos resultados obtidos. A utilização de uma tabela que compara os KPIs antes e após a implementação, seja com dados efetivos ou previsões, proporciona uma visão clara e objetiva do impacto das mudanças realizadas.

Como se pode observar na Tabela 4-9, estão apresentados os indicadores antes da implementação, bem como os KPIs previstos após a execução das ações de melhoria. Esta comparação não só facilita a avaliação do desempenho, mas também permite identificar áreas que possam necessitar de ajustes adicionais, assegurando assim uma gestão mais eficaz e orientada para resultados.

Tabela 4-9 – Avaliação de KPI das ações, Fonte: autor.

KPI's	Descrição	Antes	Previsão
% de Entregas por dia da semana	Segunda-feira	17.43%	17.43%
	Terça-feira	20.60%	22.63%
	Quarta-feira	16.44%	19.71%
	Quinta-feira	11.08%	20.16%
	Sexta-feira	34.45%	20.07%
Rácio de Cargas dos Conjuntos	7.5 Ton	37.55%	37.55%
	26 Ton	65.05%	>75%
	40 Ton	57.36%	>75%
IFR	Centro	96.83%	>98%
	Distribuidor	97.86%	>98%
Entregas não cumpridas	Falta de Stock	25.22%	<15%

Após a análise dos dados, e sem a consideração de determinados pressupostos, torna-se complicado obter uma visão clara das metas que poderão ser alcançadas. Elementos iniciais, como os indicadores de constrangimentos nas entregas, que são acompanhados na ferramenta Power BI, apresentam um elevado grau de incerteza, uma vez que estão sujeitos a condicionantes associadas à aplicação do estudo. Assim, as previsões elaboradas tendem a ser otimistas.

O ciclo de investigação-ação deve ser mantido de forma contínua até que os resultados esperados sejam plenamente atingidos. Esta repetição sistemática do ciclo assegura uma abordagem adaptativa, permitindo ajustes e melhorias constantes. Ao aplicar este método, é possível minimizar os constrangimentos no fornecimento do centro aos seus distribuidores e clientes, garantindo uma operação mais eficiente e responsiva às necessidades do mercado.

Além disso, a avaliação contínua e a adaptação das estratégias com base nos KPIs estabelecidos não só promovem a eficácia operacional, mas também fomentam uma cultura de melhoria contínua dentro da organização. Este processo não apenas contribui para a satisfação dos clientes, mas também fortalece a posição competitiva da empresa no setor. Assim, a implementação de um sistema robusto de avaliação e adaptação torna-se um elemento crucial para o sucesso a longo prazo da operação.

4.6 Aprendizagem específica

A manutenção de uma documentação rigorosa do processo e de uma comunicação clara é fundamental para assegurar que todos os intervenientes estejam devidamente informados e alinhados com os objetivos do projeto. Esta prática não apenas facilita a transparência, mas também promove um

ambiente de aprendizagem contínua, essencial para a evolução das organizações. A busca pela melhoria contínua, que muitas empresas atualmente se esforçam por integrar nos seus princípios internos, é alimentada por essa comunicação eficaz e pela documentação adequada.

Através da elaboração deste estudo, evidenciou-se que, apesar da necessidade de reestruturação de alguns dos processos internos, estes requerem melhorias constantes para se adaptarem às rápidas mudanças que caracterizam o contexto empresarial atual. A gestão criteriosa do stock é um elemento crucial, pois permite que todo o processo operacional não sofra com aumentos inesperados na procura. Além disso, a gestão das entregas aos distribuidores deve ser revista sempre que se verifique que está a criar problemas com o stock de segurança.

A capacidade de resposta a essas transformações é vital para a sustentabilidade e competitividade da organização. Assim, a implementação de um sistema robusto de documentação e comunicação não só facilita a adaptação às novas realidades, mas também contribui para a criação de uma cultura organizacional que valoriza a inovação e a eficiência.

Em suma, a interligação entre uma documentação eficaz e uma comunicação clara é um pilar essencial para o sucesso de qualquer projeto, permitindo que as empresas não apenas respondam às exigências do presente, mas também se preparem para os desafios futuros.

5 Conclusão

Com a crescente pressão do contexto global contemporâneo, as empresas enfrentam uma necessidade premente de assegurar a sua rentabilidade. Esta realidade impulsiona-as a investir continuamente na otimização dos seus processos internos. É fundamental realizar uma análise abrangente tanto do funcionamento interno quanto do externo, identificando desperdícios e áreas de melhoria que possam contribuir para a eficiência dos processos operacionais.

Neste contexto, o presente estudo de investigação-ação foi desenvolvido para a empresa Air Liquide, com o objetivo de responder à seguinte questão de investigação: como evitar roturas de stock de garrafas B50, promovendo melhorias na disponibilidade do vasilhame e elevando o nível de serviço na entrega aos distribuidores da Air Liquide? A intenção não foi apenas melhorar a disponibilidade de inventário, mas também aumentar o nível de serviço prestado na entrega aos distribuidores, o que, por sua vez, impacta positivamente as vendas e satisfação dos clientes.

Para a recolha de informações, foram realizadas entrevistas semiestruturadas e observações diretas, que auxiliaram na análise dos dados e no mapeamento do processo. Este processo, que se revelou particularmente exigente, foi viabilizado graças à colaboração dos intervenientes do centro de Arruda dos Vinhos, que se mostraram sempre extremamente disponíveis.

A análise dos dados históricos revelou pontos de estrangulamentos nas entregas e as causas subjacentes que afetam o processo de distribuição. Com base nessas informações, foi possível desenvolver e implementar soluções adequadas para superar os desafios identificados. As melhorias propostas visam não apenas reduzir os estrangulamentos nas entregas aos distribuidores, mas também diminuir o stress associado ao processo produtivo, equilibrar os volumes a serem cheios e, conseqüentemente, aprimorar a gestão do stock interno.

Além disso, a implementação dessas melhorias não só otimiza a eficiência operacional, mas também contribui para a sustentabilidade da empresa a longo prazo. A redução de desperdícios e a melhoria na gestão de recursos são essenciais para enfrentar os desafios económicos e ambientais que caracterizam o cenário global atual.

Durante a realização do estudo, foi identificado um potencial significativo para a melhoria na gestão operacional do processo de enchimento. Esta constatação evidenciou a necessidade de propostas mais concretas que possam contribuir para a otimização deste processo, o que, por sua vez, requer um estudo mais aprofundado e detalhado. Além disso, a implementação de novos pontos de fixação nos veículos de distribuição emerge como uma medida que necessita de investigação e deve ser realizada em colaboração com uma empresa experiente na área.

Para o futuro, é imperativo que o ciclo de investigação-ação seja aplicado de forma contínua, uma vez que ainda existem oportunidades de melhoria nas áreas abordadas. Isso inclui a previsão e gestão do stock de segurança, através da implementação de um modelo que permita antecipar possíveis

aumentos na procura. Igualmente, a forma como as rotas de distribuição são planeadas e executadas deve ser revista, visando a otimização dos veículos de transporte.

A empresa deve, portanto, considerar a introdução de novas ferramentas nos seus processos, que promovam a melhoria contínua entre os colaboradores. A abordagem de melhoria contínua adotada neste estudo é crucial para garantir a competitividade e a resiliência da Air Liquide no mercado. Esta estratégia permitirá que a empresa se adapte às dinâmicas exigentes do setor e mantenha uma posição de destaque. A capacidade de inovar e ajustar processos em resposta a um ambiente em constante mudança é, assim, um fator determinante para o sucesso a longo prazo da organização.

Referencias

- Albayrak, F. & Poyrazoğlu, O. (2024) A Systematic Literature Review on Lean, Industry 4.0, and Digital Factory. *J Knowl Econ* **15**, 13486–13508 (2024).
- Aldrich, H., & Auster, E. R. (1986). Even dwarfs started small: Liabilities of age and size and their strategic implications. *Research in Organizational Behavior/JAI Press*.
- Air Liquide. (2023). *Resultados do Grupo*. Disponível em: <https://pt.airliquide.com/acerca-de-nos/noticias-publicacoes/2023%20Resultados%20do%20Grupo%20Air%20Liquide> [Acedido em 28 de setembro de 2024].
- Air Liquide. (2023). *Universal Registration Document 2023*. Disponível em: <https://www.airliquide.com/sites/airliquide.com/files/2024-03/air-liquide-2023-universal-registration-document.pdf> [Acedido em 28 de setembro de 2024].
- Air Liquide. (2024). *Modos de fornecimento*. Disponível em: <https://pt.airliquide.com/fornecimento> [Acedido em 29 de setembro de 2024].
- Air Liquide. (2024). *O que fazemos*. Disponível em: <https://pt.airliquide.com/acerca-de-nos/o-que-fazemos> [Acedido em 29 de setembro de 2024].
- Axsater, S. (2003) 'Supply chain operations: serial and distribution inventory systems', in de Kok, A.G. and Graves, S.C. (Eds.): *Supply Chain Management: Design, Coordination and Operation, Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol. 11, pp.525-559*, Elsevier, North Holland, Amsterdam.
- Benjamin, S. J., Marathamuthu, M. S., & Murugaiah, U. (2015). The use of 5-whys technique to eliminate OEE's speed loss in a manufacturing firm. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(4), 419-435. doi:10.1108/jqme-09-2013-0062
- Bridgelall, R. (2024). *Optimization Problems in Transportation and Logistics: A Practical Guide*; MDPI: Basel, Switzerland; <https://doi.org/10.3390/books978-3-7258-0697-3>.
- Cascetta, Ennio. (2009). *Transportation systems analysis. Models and applications*. 2nd ed. 10.1007/978-0-387-75857-2.
- Ciancio, S. (2018). The prevalence of service excellence and the use of business process improvement methodologies in Australian universities. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 40(2), 121-139. <https://doi.org/10.1080/1360080X.2018.1426372>.
- Cheng, J.-L. (2017). Improvement of decision-making in operation management. *IUP Journal of Operations Management*, 16(3), 23-38.
- Coello, C. A. C. (2006). Evolutionary multi-objective optimization: A historical view of the field. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 1(1), 28-36. <https://doi.org/10.1109/MCI.2006.1597059>.
- Coghlan, D. & Brannick, T. (2005), *Doing Action Research in Your Own Organization*, 2nd ed., Sage, London.

- Coronado B. R., & Antony J. (2002), "Critical Success Factors for the Successful Implementation of Six Sigma Projects in Organizations", *TQM Magazine*, Vol. 14, No. 2, pp. 92-99.
- Carvalho, J. C., Silva, J., & O'Neill, H. (2014). Logistics and supply chain management: An area with a strategic service perspective. *American Journal of Industrial and Business Management*, 4, 24.
- Crotty, M. (1998). *The foundations of social research*. Sage.
- Curatolo, N., Lamouri, S., Huet, J.-C., & Rieutord, A. (2014). A critical analysis of lean approach structuring in hospitals. *Business Process Management Journal*, 20(3), 433-454. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-04-2013-0051>.
- Daskin, M.S., Coullard, C.R., & Shen, Z.J. (2002) 'An inventory-location model: formulation, solution algorithm and computational results', *Annals of Operations Research*, Vol. 110, Nos. 1–4, pp.83–106.
- Downie, N. A. (2007). Industrial gases. *Springer Science & Business Media*.
- Eppen, G. (1979) 'Effects of centralization on expected costs in a multi-echelon newsboy problem', *Management Science*, Vol. 25, No. 5, pp.498–501.
- Forrester, J.W. (1968). Industrial Dynamics after the First Decade. *Management Science*, 14, 398–415.
- Gaspar, F., & Leal, F. (2020). A methodology for applying the shop floor management method for sustaining lean manufacturing tools and philosophies: A study of an automotive company in Brazil. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(6), 1219-1238. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2019-0098>.
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2015). An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(1), 73-88. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2013-0047>.
- Hoffmann, O., Cropley, D., Cropley, A., Nguyen, L., & Swatman, P. (2005). Creativity, requirements and perspectives. *Australasian Journal of Information Systems*, 13(1).
- Juan, A. A., Rabe, M., Goldsman, D., Faulin, J. (2021) Simulation-Optimization in Logistics, Transportation, and SCM. *MDPI*. <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-1261-7>
- Juran, J. M. (1954). Universals in management planning and controlling. *Management Review*, 43(11), 748-761.
- Kerry, F. G. (2006). Industrial gas handbook: *Gas separation and purification* (1^a ed.). *CRC Press*.
- Kock, N., Danesh, A., & Komiak, P. (2008). A discussion and test of a communication flow optimization approach for business process redesign. *Knowledge and Process Management*, 15(1), 72-85. <https://doi.org/10.1002/kpm.301>.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2.
- Magaldi, D., & Berler, M. (2020). Semi-structured interviews. In *Encyclopedia of Personality and Individual Differences* (pp. 4825–4830).
- Meredith, J. R., Raturi, A., Amoako-Gyampah, K., & Kaplan, B. (1989). Alternative research paradigms in operations. *Journal of Operations Management*, 8(4), 297-326.

- Mordor Intelligence Research & Advisory. (2024, November). Industrial Gases Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024-2029) (2024 - 2029). Mordor Intelligence. Retrieved November 8, 2024, from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/industrial-gas-market> [Acedido em 8 de Novembro de 2024].
- Murugaiah, U., Benjamin, S. J., Marathamuthu, M. S., & Muthaiyah, S. (2010). Scrap loss reduction using the 5-whys analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(5), 527-540. doi:10.1108/02656711011043517
- Myers, M. D. (1997). Qualitative research in information systems. *MIS Quarterly*, 21(2), 241-242.
- Napier, R. and Prater, E., (2011). "Supply chain inventory replenishment: a benefit analysis model", *California Journal of Operations Management*, 9(2), 20-41.
- Plinere, D., & Borisov, A. (2015). Case study on inventory management improvement. *Information Technology and Management Science*, 18(1), 91-96.
- Rabe, Markus & Gonzalez-Feliu, Jesus & Chicaiza, Jorge & Tordecilla, Rafael. (2021). Simulation-Optimization Approach for Multi-Period Facility Location Problems with Forecasted and Random Demands in a Last-Mile Logistics Application. *Algorithms*. 14. 41. 10.3390/a14020041.
- Sandholm L & Sorqvist L (2002), "12 Requirements for Six Sigma Success", *Six Sigma Forum Magazine*, Vol. 2, No. 1, pp. 17-22.
- Santos, E., Morais, C., & Paiva, J. (2004). Formação de professores para a integração das TIC no ensino da matemática – um estudo da Região Autónoma da Madeira. In *6º Simpósio Internacional de Informática Educativa*, Cáceres.
- Santos, P & Araújo, M. A. (2018). Aplicação de Ferramentas Lean no setor de Logística: um estudo de caso. *Revista Gestão em Análise*. 7. 168-183. 10.12662/2359-618xregea.v7i2.p168-183.2018.
- Santos, Vitor & Amaral, Luis & S. Mamede, Henrique. (2013). Using the Action-Research Method in Information Systems Planning creativity research. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies*, CISTI. 1-7.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2016). *Research methods for business students* (7ª ed.). Pearson Education Limited.
- Syntetos, A.A., Nikolopoulos, K., & Boylan, J.E. (2010). Judging the judges through accuracy-implication metrics: The case of inventory forecasting. *International Journal of Forecasting*, 26, 134-143.
- Suárez-Barraza, M. F., & Rodríguez-González, F. G. (2019). Cornerstone root causes through the analysis of the Ishikawa diagram, is it possible to find them? A first research approach. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 11(2), 302-316. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-12-2017-0113>.
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Temple Smith.
- Schön, D. (1987). *Educating the reflective practitioner*. Jossey-Bass Publishers.

- Tayal, A., & Kalsi, N. S. (2021). Review on effectiveness improvement by application of the lean tool in an industry. *Materials Today: Proceedings*, 43(2), 1983-1991
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.431>.
- The Business Research Company. (2024). Industrial gases global market report. *The Business Research Company*. <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/industrial-gases-global-market-report>. [Acedido: 06 de Novembro 2024].
- Turan, B., Hemmelmayr, V., & Larsen, A. (2024). Transition towards sustainable mobility: The role of transport optimization. *Central European Journal of Operations Research*, 32, 435-456.
<https://doi.org/10.1007/s10100-023-00888-8>.
- Vicente, J. J., Relvas, S., & Barbosa-Póvoa, A. P. (2023). Distribution and inventory planning in multi-echelon supply chains under demand uncertainty. *International Journal of Operational Research*, 46(1), 93-117.
- Yadollahi, E., Aghezzaf, E-H., & Raa, B. (2017) Managing inventory and service levels in a safety stock-based inventory routing system with stochastic retailer demands', *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, Vol. 33, No. 4, pp.369–381.
- Yekimov, S. *E3S Web of Conferences*, 376, 04004 (2023) DOI: 10.1051/e3sconf/202337604004.
- Zahrotun, N., & Taufiq, I. (2018). Lean manufacturing: Waste reduction using value stream mapping. *E3S Web of Conferences*, 73, 1-6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187307010>.

Anexos

Anexo A – Totais de saídas diárias de B50 em estudo

Tabela A-1- Totais de saídas diárias de B50 em estudo, Fonte: autor.

Ano	Semana	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Soma
2023	36	133	94	139	70	160	596
	37	206	20	150	162	68	606
	38	178	102	142	141	189	752
	39	102	103	147	178	246	776
	40	138	144	218	7	95	602
	41	161	127	101	152	253	794
	42	114	65	147	87	294	707
	43	156	71	119	140	256	742
	44	95	191	0	170	119	575
	45	125	157	145	71	271	769
	46	209	152	91	131	258	841
	47	128	154	145	134	213	774
	48	157	146	81	221	0	605
	49	247	108	119	240	0	714
	50	119	162	110	175	225	791
	51	294	180	75	145	168	862
	52	85	127	75	149	21	457
2024	1	0	72	33	37	179	321
	2	53	166	115	95	265	694
	3	122	128	159	105	208	722
	4	143	240	133	159	265	940
	5	157	239	150	101	308	955
	6	112	149	70	123	198	652
	7	192	0	251	144	350	937
	8	129	171	144	125	84	653
	9	242	164	120	149	199	874
	10	149	174	151	130	295	899
	11	142	122	146	139	254	803
	12	122	110	131	76	221	660
	13	112	114	265	105	0	596
	14	156	54	128	128	421	887
	15	158	15	70	145	266	654
	16	161	128	198	94	270	851
	17	103	166	121	23	106	519
	18	214	129	0	192	139	674

19	215	126	147	153	273	914
20	117	62	203	228	244	854
21	118	160	124	109	182	693
22	133	164	143	13	124	577
23	249	108	158	112	168	795
24	74	176	235	67	152	704
25	92	126	104	121	259	702
26	108	107	287	159	262	923
27	143	175	123	95	316	852
28	130	200	128	145	233	836
29	97	122	125	172	238	754
30	63	125	114	133	228	663
31	109	85	162	124	204	684
32	109	112	109	133	261	724
33	70	116	183	0	166	535
34	39	44	79	108	199	469
35	47	80	164	115	217	623
Totals	7027	6532	6977	6430	10590	37556

Anexo B - Análise de veículos de distribuição

Tabela B-1 - Análise de veículos de distribuição, Fonte: autor.

Dias da Semana	Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira	
Tipo	Nº Dias sem voltas	Rácio de Carga [%]	Nº Dias sem voltas	Rácio de Carga [%]	Nº Dias sem voltas	Rácio de Carga [%]	Nº Dias sem voltas	Rácio de Carga [%]	Nº Dias sem voltas	Rácio de Carga [%]
4 cestas - 7,5 T	8	36.85%	3	32.58%	2	40.56%	6	45.18%	6	37.16%
4 cestas - 7,5 T	3	33.44%	3	37.31%	5	42.27%	3	39.30%	4	30.82%
Empilhador 26 Ton	5	72.30%	6	62.18%	0	59.23%	5	66.08%	4	65.72%
Grua 26 Ton	7	67.43%	6	62.22%	8	66.67%	4	63.98%	6	64.66%
Empilhador 40 Ton	3	62.25%	8	57.56%	2	55.27%	7	50.76%	8	66.66%
Empilhador 40 Ton	10	58.09%	12	59.54%	11	52.20%	16	54.90%	1	56.36%

Anexo C - Modelo de fixação de carga



Figura C-1- Modelo de fixação de carga, Fonte: Fotografia do autor



Figura C-2- Modelo de fixação de carga, Fonte: Fotografia do autor



Figura C-3- Modelo de fixação de carga, Fonte: Fotografia do autor