

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE CARREGAMENTO EM UMA MULTINACIONAL DO RAMO FRIGORÍFICO NO MUNICÍPIO DE TRINDADE DO SUL/RS

Andrieli Cristina Aparecida Costa¹
Stefan Antônio Bueno²

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa para implantação de um sistema de carregamento automatizado em uma multinacional do ramo frigorífico no município de Trindade do Sul – RS, tendo como foco aumentar a produtividade e alavancar os resultados da empresa através da automação, conceito oriundo da Logística 4.0. Como desdobramento do estudo foram realizadas análises do processo atual através de tempos e métodos, identificadas as etapas do sistema de carregamento atual e oportunidades de melhorias no processo com auxílio da ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), além da análise de retorno através do método de Payback Simples, para viabilizar a proposta de implantação do sistema automatizado. Após as análises do sistema atual e proposto obteve-se um resultado de redução de 54% no tempo de carregamento e representatividade expressiva no faturamento mensal com potencial de aumento em 61,4 milhões. Além disso contribuiu para um sistema livre de movimentações excessivas de empilhadeiras e redução no risco de acidentes com um setor operando de forma mais organizada.

Palavras-chave: Logística 4.0; Automação; Estoques; Equipamentos de Movimentação; MFV

1 INTRODUÇÃO

O avanço da automação abriu novas oportunidades de integração em vários campos tecnológicos, incluindo logística e inovação industrial. Este estudo terá como foco abordar as questões relacionadas à Logística 4.0, que são resultado da quarta revolução industrial, onde máquinas, produtos, pessoas, veículos e sistemas podem ser interligados através de tecnologias acessíveis e inovadoras, abordando o tema de automação em armazéns.

Ao discutir a inovação, que decorre da Indústria 4.0 e seus quatro tipos indicados por Tidd, Bessant e Pavitt (2005), como a inovação do produto, processo, marketing e organizacional, é possível combiná-los com a logística e toda a cadeia de suprimentos onde ao implementar a automação e a Internet das Coisas (IoT), os processos operacionais na área de armazenamento podem ser otimizados, levando a resultados mais eficientes e a uma rede mais inteligente, onde vários elementos interagem de forma coordenada com maior efetividade no processo e redução de custos de operação.

¹ Graduando (a) em Engenharia de Produção. (UCEFF, 2023). E-mail: andrieli.c.costa@gmail.com

² Mestre em Tecnologia e Gestão da Inovação. (UNOCHAPECÓ, 2020). E-mail: stefan.bueno@uceff.edu.br.

A empresa analisada neste estudo emprega, no momento, abordagens convencionais para a movimentação e expedição de cargas, sendo desafiada por uma problemática que se manifesta através de um considerável fluxo de pallets entre o armazém e uma área de carregamento temporária denominada área de *picking*, além de um processo de carregamento com duração prolongada. Partindo deste fato propõe-se uma solução baseada na Indústria 4.0, com destaque para a automação de carga e descarga, conforme sugerido por Comat Releco (2013). Essa abordagem, além de reduzir custos, aumenta a velocidade das operações. Segundo Cargo X (2020), a automação proporciona maior controle operacional, permitindo o acompanhamento detalhado de dados essenciais para a administração eficaz dos processos, com a consequente redução de erros e gastos desnecessários.

Com base nos conceitos apresentados sobre Logística 4.0 e automação, estudos destacam melhorias no processo logístico. Silva (2012) conduziu uma pesquisa exploratória focalizada no aprimoramento dos níveis de serviço por meio da Logística 4.0. O autor destacou o uso de tecnologias como Identificação por Radiofrequência (RFID) e Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI), juntamente com análise de "*big data*" para decisões informadas. O estudo ressalta a importância dessas tecnologias na otimização dos processos logísticos, proporcionando uma base sólida para futuras pesquisas e implementações práticas em Logística 4.0 e automação.

Outro estudo relevante no âmbito do uso de tecnologias na logística é o artigo de Silva (2018), que destaca o desenvolvimento de produtos automatizados para o setor logístico, com foco nos veículos *Automated Guided Vehicles* (AGVs), que operam de forma autônoma, dispensando intervenção humana. O autor analisa os sistemas de navegação e segurança dos AGVs, ilustrando como essa tecnologia moderniza a logística industrial, promovendo eficiência operacional e alinhando-se aos princípios da Logística 4.0.

Desta forma, o objetivo geral deste estudo é propor a implantação de um sistema de carregamento automatizado em uma multinacional do ramo frigorífico no município de Trindade do Sul – RS. Para atingir o objetivo geral, os objetivos específicos se desdobram em uma série de objetivos que guiam esse estudo, sendo eles: Estudar o processo atual de carregamento; identificar e analisar detalhadamente as oportunidades de melhoria no processo; Propor uma solução técnica completa para otimizar o carregamento; Realizar uma análise econômica abrangente do estudo.

Este estudo é fundamental, dada a crescente competitividade do mercado e a busca incessante por processos mais eficientes. A literatura especializada tem destacado que a implementação deste sistema pode resultar em diversos benefícios, incluindo a redução dos

custos operacionais, maior agilidade nas operações, minimização dos danos à produção, redução da necessidade de equipamentos manuais no processo e um ambiente de trabalho mais seguro, com redução de exposição a acidentes. Essas vantagens justificam a relevância deste estudo, que visa explorar como a automação pode contribuir para o aprimoramento dos processos logísticos e a competitividade da empresa no mercado atual.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LOGÍSTICA

Na antiguidade, a produção limitada e a ausência de uma logística integrada exigiam que as mercadorias fossem consumidas localmente ou transportadas manualmente pelos consumidores para armazenamento. Com a evolução as atividades logísticas emergiram com a troca de excedentes da produção especializada, introduzindo funções cruciais como estoque, armazenagem e transporte. O excesso de produção tornava-se estoque, demandando armazenamento e posterior transporte até o local de consumo (Fleury & Fleury 2003; Ballou, 2006).

A partir da década de 1940, durante a Segunda Guerra Mundial, a logística ampliou suas atividades para abranger transporte, suprimentos, construção e assistência médica. Nesse período, o termo logística surgiu com foco principal no fornecimento de armamentos e munições para as missões militares, (Vidal, 2009).

A logística é definida então como uma operação integrada que visa a gestão eficiente de suprimentos e a distribuição de produtos para reduzir custos e aumentar a competitividade. Ela controla o fluxo de armazenamento da origem ao consumidor, adaptando-se às demandas do cliente, e abrange a gestão de todas as etapas desse fluxo, contribuindo para a otimização de operações e para atender às necessidades dos clientes de forma estratégica (Kobayashi, 2000; Viana, 2002; Chiavenato, 2005).

2.2 ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS

A armazenagem é a administração do espaço necessário para manter os estoques bem como suas tarefas e a distribuição dos materiais. O planejamento de armazéns inclui: localização, dimensionamento de área, arranjo físico, equipamentos de movimentação, tipo e

sistema de armazenagem, sistema informatizados para localização dos estoques e mão de obra disponível (Moura, 1997; Paoleschi, 2008).

2.2.1 Movimentação de Produtos

As estruturas de armazenagem desempenham um papel crucial na paletização e na otimização do espaço disponível, sendo empregadas para acomodar diversos tipos de carga com diferentes formatos o que atribui à armazenagem uma gestão do espaço necessário para manter estoques, abrangendo aspectos como localização, dimensionamento de área e configuração do armazém. O manuseio de materiais está associado à movimentação do produto desde o ponto de recebimento até o seu ponto de despacho, (Ballou, 1993; Paoleschi, 2008).

Bowersox e Closs (2001), consideram a movimentação de materiais essencial para a produtividade dos depósitos, sendo um elemento crucial que demanda considerável mão de obra e o emprego de tecnologias avançadas. Essa dinâmica influencia diretamente na eficiência operacional, custos, satisfação do cliente e a gestão de estoque.

A movimentação de materiais acarreta custos que podem impactar diretamente no custo final porém, sem valor agregado. Para garantir eficiência nesse processo, algumas regras orientam a eficácia do processo, incluindo a obediência ao fluxo operacional, minimização de distâncias e manipulações, priorização da segurança e satisfação, padronização, flexibilidade, otimização do uso de equipamentos, aproveitamento máximo do espaço disponível, consideração de métodos alternativos e busca pelo menor custo total (Dias, 2010).

Segundo Figueiredo, Fleury e Wanke (2006), a movimentação e armazenagem são partes essenciais de um armazém, envolvendo recebimento, estocagem, retirada para carregamento (*Picking*) e movimentação interna para organização, esses deslocamentos na área de estocagem consomem 40% do tempo do operador durante esses processos.

2.2.2 Equipamentos de Movimentação Convencionais

Os equipamentos de movimentação têm como objetivo fundamental agilizar o armazenamento, garantindo maior eficiência temporal, segurança e redução de danos aos materiais estocados e a escolha do equipamento depende do tipo de produto, quantidade, distância a ser percorrida e altura de armazenamento ou empilhamento, (Rocha, 1996; Dias, 2010).

Segundo Gurgel (1996), os equipamentos de movimentação devem ser escolhidos com base em um plano de gestão do fluxo de materiais e produtos, assegurando que, após os investimentos, haja um conjunto adequado às necessidades globais da empresa. A aquisição isolada para atender a áreas específicas pode resultar em ociosidade e falta de padronização.

Conforme Ballou (2006), existem algumas categorias principais de equipamentos mecânicos para movimentação de materiais, abrangendo empilhadeiras, veículos de pequeno porte, transportadores e esteiras, guinchos, pontes rolantes, pórticos e transelevadores. Empilhadeiras, transpaleteiras e paleteiras são comumente usadas em armazéns de carga, agilizando operações que seriam lentas ou cansativas de maneira manual. No Quadro 1 é possível observar as definições relacionadas a cada tipo de equipamento de movimentação.

Quadro 1 – Equipamentos de movimentação convencional.

Tipos de Equipamentos	Definição
Empilhadeiras	É um veículo motorizado com garfos elevatórios projetado para operar eficientemente em médias distâncias em um layout industrial. Os garfos recolhem paletes usando dispositivos específicos para manuseio e realizam a operação de empilhamento por meio de elevação. (DIAS, 2010).
Transpaleteiras	Para Ballou (2006), são equipamentos manuais ou elétricos que tracionam de 2 a 3 toneladas, aplicados em atividades com materiais paletizados em curtas distâncias, desde que os produtos estejam no nível do piso.
Carrinho manual (paleteiras)	Conforme B4COMMERCE (2021), é uma empilhadeira manual, geralmente operada por um operador a pé. Pode ter elevação mecânica, hidráulica ou elétrica, sendo restrita a manuseios horizontais.

Fonte: Adaptado de Ballou (2006), Dias (2010) e B4 Commerce (2021).

Em resumo, conforme os autores os equipamentos apresentados no Quadro 2, são utilizados na movimentação de materiais em ambientes industriais, desempenhando papéis específicos para otimizar as operações logísticas e fornecendo soluções versáteis para diversas necessidades de movimentação.

2.3 LOGÍSTICA 4.0 E AUTOMAÇÃO

2.3.1 Fases da Logística

Devido a globalização as empresas estão cada vez mais competitivas e buscam melhorias ao mesmo tempo que os clientes querem produtos cada vez melhores e em pequenos prazos de entrega. Diante deste cenário, os aspectos da logística se tornam essenciais para que seja possível atender os requisitos exigidos pelos clientes (Zeithaml, Bitner, 2003; Leite, 2009; Petrache, 2015).

Para Szymanska, Michal e Cyplik (2017), a Logística 4.0 combina dois aspectos importantes: processual e técnico, visando ampliar a eficiência e desempenho dos membros da cadeia de suprimentos, apresentando vantagens economia de trabalho humano, alta padronização na ligação das funções logísticas às peças de informação e uso de novas tecnologias conectando cliente e empresa.

O Quadro 2, conforme Wood Junior (1998) destaca os principais pontos de cada fase da logística evidenciando seus focos, principalmente na fase atual da Logística 4.0.

Quadro 2 – Evolução das Fases da Logística.

Fase	Fase Zero	Primeira Fase	Segunda Fase	Terceira Fase	Quarta Fase (Atual)
Perspectiva Dominante	Administração de Materiais	Administração de Materiais + distribuição	Logística Integrada	Supply Chain Management	Supply Chain Management + eficiente consumer response
Focos	Gestão de Estoque Gestão de compras Movimentação de Materiais	Otimização do Sistema de Transporte	Visão sistêmica da empresa Integração por meio de sistema de informação	Inclusão de fornecedores e canais de distribuição na visão sistêmica da empresa	Amplio uso de alianças estratégicas Canais alternativos de distribuição

Fonte: Adaptado de Wood Junior (1998).

Conforme destaca Petrache (2015), no Quadro 3 é possível identificar as gerações de desenvolvimento da logística.

Quadro 3 – Gerações de Desenvolvimento da Logística.

Geração	Conceito
Logística 1.0	Caracterizada por operações de transporte de produtos
Logística 2.0	Encontra-se várias formas de colaboração, novos parceiros, e novos meios de transporte
Logística 3.0	Segue as mesmas atividades clássicas de transporte, com maior atenção no fornecimento de produtos e serviços ao cliente final. Integrando as tecnologias comunicacionais, facilitando o acesso rápido a informações.
Logística 4.0	Corresponde a uma plataforma em que a logística está associada às tecnologias da Indústria 4.0 para agregar valores em todo o processo da cadeia de suprimentos.

Fonte: Adaptado de Petrache (2015).

Para Ballou (2009), a Logística 4.0 permitirá facilitar ainda mais o fluxo do produto, sendo ela a parte mais tangível da rede de suprimentos, os processos produzidos por ela ajudam a otimizar resultados, criar vantagens competitivas, eliminando assim as lacunas entre produção e demanda.

2.3.2 Automação

A automação utiliza tecnologia computacional para substituir a intervenção humana em processos produtivos tendo sua aplicação justificada pelo aumento da produtividade, redução de custos de mão de obra, segurança aprimorada, melhoria da qualidade do produto e diminuição dos tempos de produção, ressaltando sua importância estratégica na indústria. Além disso, a automação permite realizar tarefas impossíveis de serem executadas manualmente e evita os custos associados à falta de automação, (Moraes, Castrucci, 2007; Capelli, 2007; Groover, 2011).

2.3.3 Sistema de Carregamento Automatizado

Conforme aponta Mecalux (2021), os sistemas automáticos de carga e descarga de caminhões tornaram-se a solução ideal para aumentar a agilidade e segurança no recebimento e envio de mercadorias na área das docas de carga do armazém.

Para a VirtualTech Engenharia (2021), o sistema automático de carga e descarga de carretas realiza a introdução e retirada de pallets dos caminhões de maneira robótica, minimizando a intervenção do operador. Essa solução logística otimiza o tempo nas docas, reduz a quantidade de carretas entre fábricas e centros de distribuição e elimina a necessidade de empilhadeiras dedicadas durante a operação, tudo em apenas 3 minutos.

O sistema automatizado de carga, essencialmente localizado na área das docas de carga, representa um ponto de acesso crucial para qualquer armazém. A sua concepção exige uma distribuição precisa, a escolha do tipo de doca conforme o espaço disponível e, sobretudo, a determinação do número de docas. Essa última decisão depende do fluxo de materiais, volume de entregas, horários de recebimento da mercadoria e eficiência no processo de descarregamento e movimentação, (Mecalux, 2021).

Com isso em mente, os componentes essenciais de um sistema automático de carga e descarga de caminhões incluem um sistema de roletes e/ou correntes, um sistema de acionamento que pode ser composto por correntes, rolos ou uma combinação de ambos; garfos extensíveis, movidos por trilhos, e um sistema de paleteiras hidráulicas para levantar e transportar a carga até a posição desejada (Mecalux, 2021; Salog, 2021).

2.4 MAPA DE FLUXO DE VALOR (MFV)

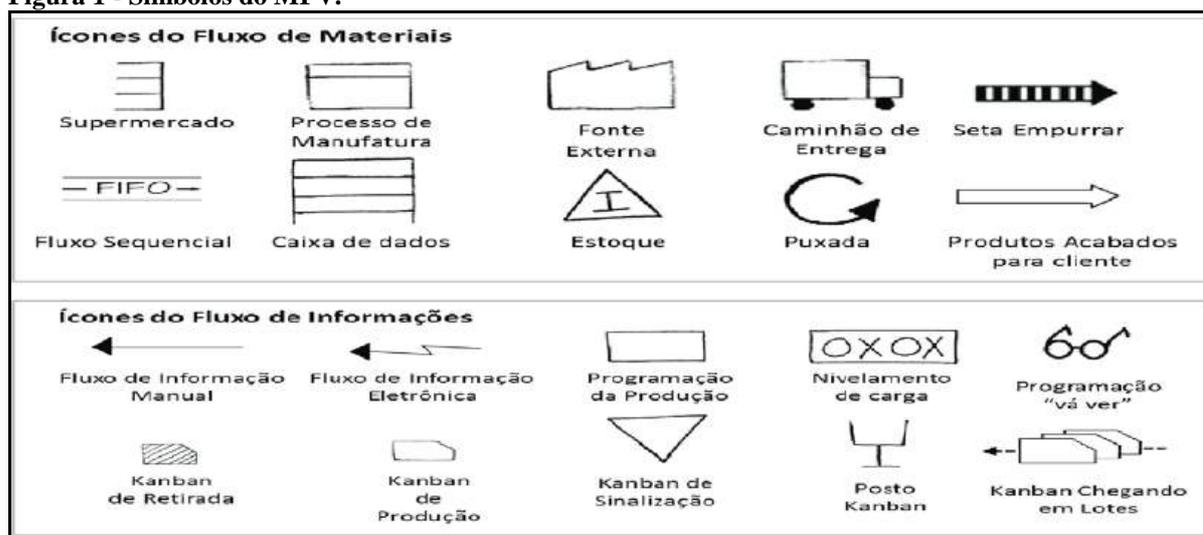
O Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta em forma de diagrama e tem por objetivo demonstrar de forma simplificada e prática todas as tarefas envolvidas no fluxo de materiais e informações de um processo, buscando identificar todas as atividades que agregam valor ao processo e quais não trazem retorno algum a empresa, desde as entradas de material até a entrega do produto aos clientes (Serrano *et al.*, 2008; Lean Institute Brasil, 2011).

A aplicação do MFV tem a finalidade de coleta e representação dos dados do estado atual do processo e a partir desse estudo, propor um estado futuro onde seja possível implantar melhorias no fluxo do processo e eliminar atividades que geram desperdícios (Ortiz *et al.*, 2012).

A elaboração do MFV se inicia com a escolha de uma família de produtos, para a qual é desenhado o mapa do estado atual. Através de mapeamento faz-se a proposição de um estado futuro, que para ser alcançado necessita de um plano de ação delineado. Este plano de ação geralmente inclui a implementação de práticas lean para a melhoria do processo e eliminação de desperdícios. Por esse motivo, o MFV usualmente é considerado como ponto de partida para o lean (Rother, Shook, 2003).

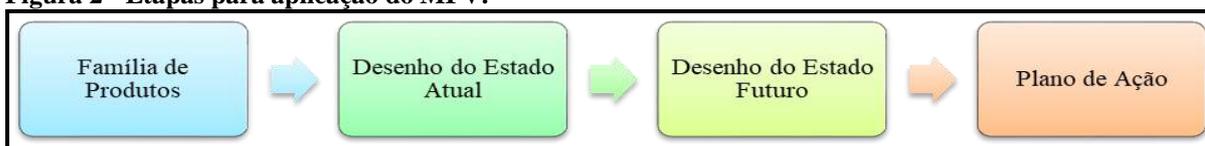
O MFV faz uso de diversos ícones específicos para os mapeamentos dos estados atual e futuro, sendo esses apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Símbolos do MFV.



Fonte: Adaptado de Lima *et al.* (2016).

A ferramenta MFV é essencial para enxergar o sistema de forma sistêmica e eficaz. A Figura 2 mostra o ciclo com as etapas de aplicação do MFV proposta por Rother; Shook (2003).

Figura 2 - Etapas para aplicação do MFV.

Fonte: Adaptado de Rother; Shook (2003).

Os autores Marodin; Saurin (2013) reconhecem o Mapeamento do Fluxo de Valor como uma das técnicas mais utilizadas para a implementação do *Lean Manufacturing*, em função do aumento de produtividade e a redução do *lead time* como resultados principais de sua implantação. Essa popularidade pode ser explicada pela facilidade de uso e por auxiliar as empresas a entender as condições atuais de operação, seu *takt time* e suas oportunidades para melhorar o desempenho.

2.5 ANÁLISE DE PAYBACK

De acordo com Senac (2004), o *payback* é uma métrica que indica o tempo necessário para recuperar o valor de um investimento inicial. Um projeto é considerado lucrativo quando seus lucros se igualam ao investimento inicial. O *payback* pode ser classificado em duas formas: simples e descontado.

O *payback* simples, conforme Eick (2010), envolve identificar o número de períodos "n" necessários para zerar o investimento inicial, subtraindo o caixa acumulado em "n" períodos, sem considerar custos operacionais ou tempo.

Por outro lado, o *payback* descontado, como explicado por Meira et al. (2013), segue o mesmo princípio do *payback* simples, mas leva em consideração o fluxo de caixa descontado por uma taxa conhecida como taxa mínima de atratividade (TMA). Dessa forma, o *payback* descontado considera não apenas o investimento inicial, mas também os custos de capital e o valor do dinheiro ao longo do tempo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste estudo consiste na utilização do método *Design Science Research* (DSR), o qual é baseado na proposta de solucionar problemas por meio da criação e aplicação de artefatos (Dresch, Lacerda & Antunes, 2015). O DSR direciona pesquisas para a resolução de problemas, seja pelo desenvolvimento de sistemas

inéditos ou pela modificação de sistemas existentes (Vaishnavi, Kuechler, 2009; Çağdaş, Stubkjaer, 2011).

No método DSR, a resolução de problemas segue um processo iterativo centrado na criação e aplicação de artefatos práticos e eficazes, em contraste com a ênfase na criação de teorias. Esse processo incorpora duas abordagens de pesquisa: a primeira utiliza um embasamento teórico para criar artefatos, enquanto a segunda aplica a teoria por meio de testes práticos (Dresch, Lacerda, Antunes, 2015; Filippo, Pimentel, Santos, 2020).

O desenvolvimento do DSR é baseado em cinco etapas direcionadas em: entradas, atividades relacionadas e saídas. Segundo Lacerda et al., (2015), as cinco etapas são: i) conscientização; ii) sugestão; iii) desenvolvimento; iv) avaliação e; v) conclusão. A Figura 3 descreve cada uma das etapas do DSR.

Figura 3 - Etapas do método DSR

Etapa	Entradas	Atividades	Saídas
I - Conscientização	Identificação do Problema	Pesquisa bibliográfica (artigos, livros, TCC's, sites...)	Conhecimento teórico sobre os assuntos a serem estudados
II - Sugestão	Definição dos Objetivos	Escolha dos métodos e modelo de aplicação de acordo com as referencias bibliográficas	Mapeamento das Possibilidades de Melhoria
III - Desenvolvimento	Análise da Situação atual	Coleta de dados através da observação no processo	Conhecimento prático do processo atual
IV - Avaliação	Situação Proposta	Proposta de aplicação de automação no processo de carregamento	Benefícios gerados através da mudança proposta
V - Conclusão	Conclusão	Análise do resultado e descrição do aprendizado	Considerações finais e resultados

Fonte:

Elaborado pelo autor (2023).

Com base nas descrições das etapas do método DSR, conforme apresenta a Figura 3, abaixo segue o detalhamento de cada etapa vinculado a esse estudo, que foi realizado no período de Julho a Novembro de 2023 em uma multinacional do ramo frigorífico no município de Trindade do Sul – RS. A organização é atuante no processo de abate de frango e expedição de produtos in natura oriundos dessa matéria prima.

Etapa I - Conscientização (Identificação do Problema) – O início do estudo envolve a busca por soluções para um caso específico, exigindo que o pesquisador compreenda o ambiente do estudo e obtenha conhecimento sólido de conceitos e teorias. Essa compreensão foi adquirida por meio de estudos bibliográficos em diversas fontes incluindo livros, artigos, TCCs e sites, permitindo a construção de uma base teórica relacionada a estoques, movimentação, automação e a identificação de aplicações práticas para o estudo.

Etapa II - Sugestão (Definição dos Objetivos) – Durante essa etapa é verificado o objetivo principal do estudo, onde no caso seria propor a implantação de um sistema de carregamento automatizado em uma multinacional do ramo frigorífico no município de Trindade do Sul – RS, tendo como resultado a redução de custos e maior eficiência no processo de carregamento. Para isso, através da etapa anterior foi possível identificar que a aplicação o processo de automação possui grandes benefícios e trará os resultados esperados neste estudo.

Etapa III - Desenvolvimento (Análise da Situação Atual) – Nesta etapa foi observado o processo atual de expedição de produtos, no período de quatro meses, onde engloba a movimentação e carregamento por métodos e equipamentos convencionais. Foram elencados os tempos de cada etapa da operação do fluxo de carregamento, mão de obra envolvida além de levantamentos qualitativos relacionados ao bem estar, produtividade e satisfação dos colaboradores, bem como as condições do produto aguardando carregamento, como avarias e perda de temperatura. Para avaliação destas questões foram utilizadas as ferramentas como tempos e métodos e mapeamento do fluxo de valor (MFV).

Etapa IV - Avaliação (Situação Proposta) – Com base nos fundamentos elencados na primeira etapa e comparando com a situação atual, avaliou-se a implantação de um sistema automatizado para carregamento, o qual tem como objetivo aumentar agilidade e segurança no carregamento de produtos, contando com a mínima intervenção do operador, permitindo um processo completo com tempo reduzido e menor utilização de equipamentos convencionais, tornando o processo mais eficiente, com menor custo e rentável para a organização.

Etapa V - Conclusão (Conclusão) - Na última etapa do método DSR é realizada a análise de todos os âmbitos da pesquisa, apresentando as considerações finais e os resultados obtidos ao longo da avaliação da implantação da situação proposta. Neste estudo não foi realizada a implantação na prática, tendo em vista que se trata apenas de uma proposta para melhoria na performance do processo, baseada em estudos já realizados onde apontam a viabilidade da implantação de sistemas automatizados, que atingem os objetivos solicitados do projeto.

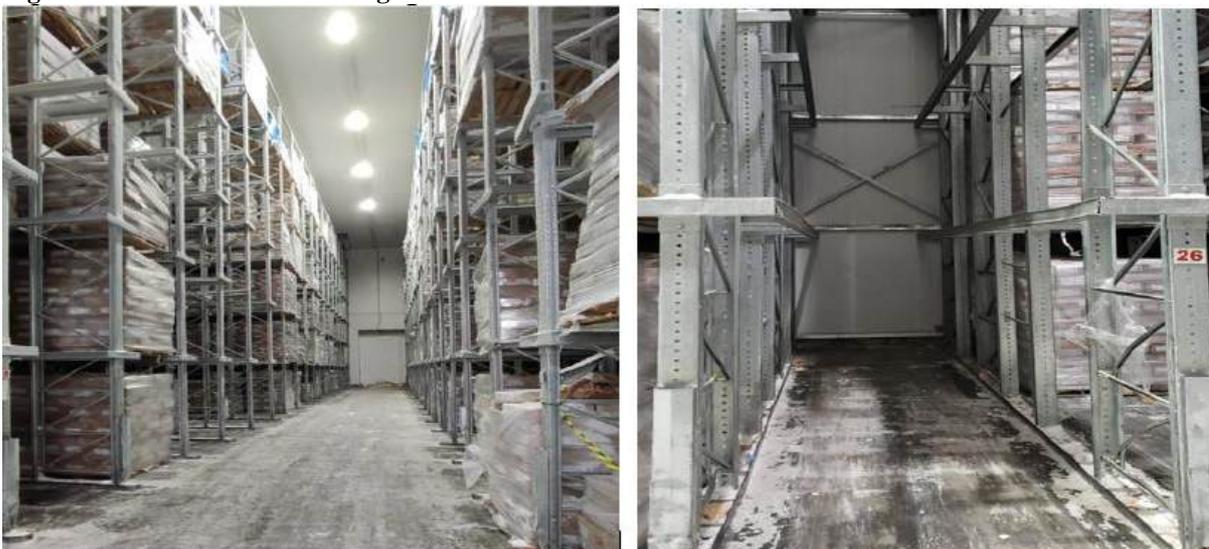
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 SITUAÇÃO ATUAL

A área determinada para atuar e desenvolver o estudo em questão se denomina Logística e Expedição, onde as principais atividades se detêm em armazenagem e carregamento de produtos com destino ao cliente final.

O sistema de armazenagem utilizado pela empresa é caracterizado como drive-ins, que consiste basicamente em uma estrutura construída por blocos contínuos de armazenagem, como se fossem uma estante, onde os pallets ficam acomodados e endereçados até a destinação para o carregamento. A Figura 4 apresenta o sistema de armazenagem atual da empresa com suas estruturas.

Figura 4 - Câmara de Armazenagem com Sistema de Drive-in.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Com base no exposto na Figura 4, sistema de armazenagem da empresa consiste em 3 câmaras de armazenamento no sistema de drive-ins, proporcionando 3.025 posições para alocar pallets de produto acabado congelado. A estruturação dessas posições envolve o dimensionamento de ruas, altura de acomodação e número de box por rua, como detalhado na Tabela 1.

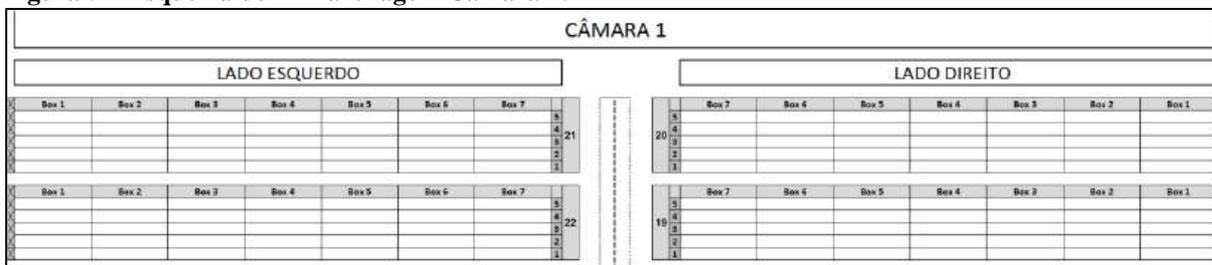
Tabela 1 – Composição de Posições das Câmaras de Estocagem.

Câmara	Orientação	Profundidade	Altura	Ruas	Posições
Câmara 1	Lado Esquerdo	7	5	16	560
	Lado Direito	7	5	20	700
Câmara 2	Lado Esquerdo	6	5	19	570
	Lado Direito	7	5	19	665
Câmara 3	Lado Esquerdo	2	5	19	190
	Central	2	5	15	150
	Lado Direito	2	5	19	190
Total					3.025

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Conforme os dados abordados na Tabela 1, as Figuras 5, 6 e 7 representam graficamente a disposição do drive-ins nas câmaras de armazenagem 1, 2 e 3, respectivamente.

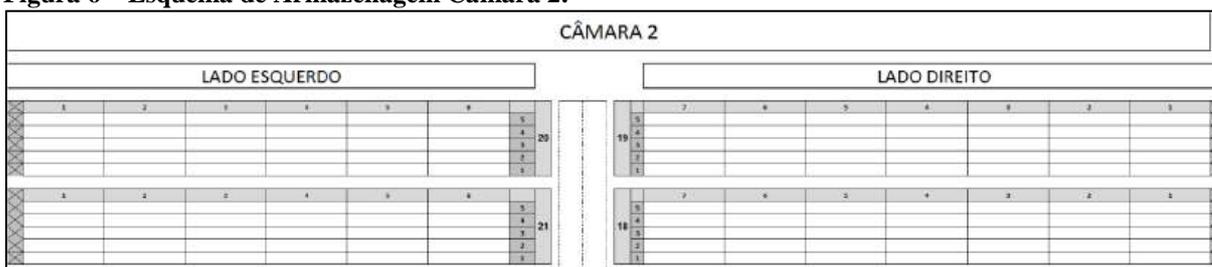
Figura 5 – Esquema de Armazenagem Câmara 1.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Neste exemplo, apresenta-se a composição da câmara 1, representada ao lado esquerdo pelas ruas 21 e 22 e ao lado direito pelas ruas 19 e 20. Em ambos os esquemas é possível evidenciar que existem 7 box de profundidade e 5 níveis de altura para acomodação dos pallets.

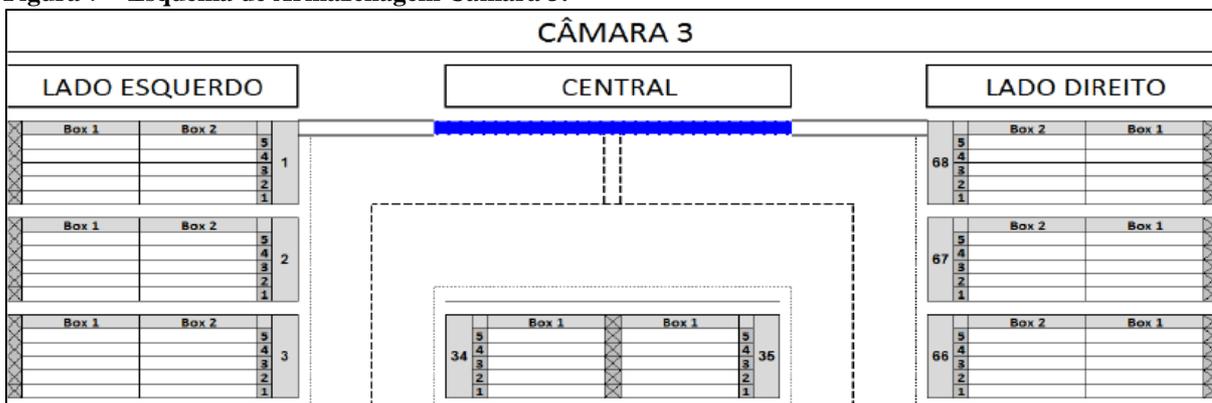
Figura 6 – Esquema de Armazenagem Câmara 2.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A Figura 6 ilustra a configuração da câmara 2 de armazenagem. À esquerda, nas ruas 20 e 21, há 6 box de profundidade e 5 níveis de altura. À direita, nas ruas 18 e 19, são apresentados 7 boxes de profundidade e 5 níveis de altura para acomodação dos pallets.

Figura 7 – Esquema de Armazenagem Câmara 3.

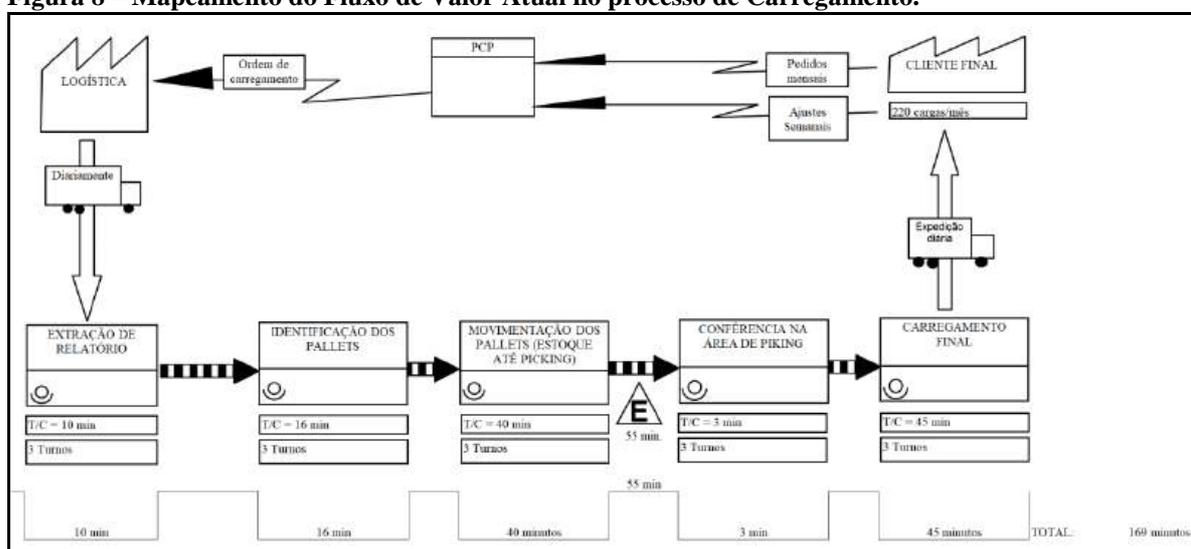


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A Figura 7 apresenta a disposição da câmara 3 de armazenagem, que se diferencia das câmaras 1 e 2. O lado esquerdo possui 2 boxes de profundidade e 5 níveis de altura (ruas 1, 2 e 3), assim como o lado direito (ruas 66, 67 e 68). Na faixa central, há 2 boxes com 5 níveis de altura, com acesso tanto pelo lado esquerdo quanto pelo direito, possuindo apenas 1 espaço de profundidade em cada lado (ruas 34 e 35).

O sistema de movimentação dos pallets das câmaras de armazenagem se dá a partir de um direcionamento para o carregamento ou expedição do produto. A Figura 8 representa o fluxo do processo atual através do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

Figura 8 – Mapeamento do Fluxo de Valor Atual no processo de Carregamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O carregamento de uma carga inicia-se com a construção de uma venda de um produto específico para um cliente determinado. A partir dessa venda, é gerada uma Ordem de Carregamento (OC) que contém informações cruciais para o carregamento, como tipo e quantidade de produto. Além disso, a OC inclui datas de produção específicas para o carregamento, o que vincula essa carga a pallets específicos no estoque.

Posteriormente, é realizada a extração do relatório contábil que orienta o operador junto ao mapa da câmara, as posições específicas de cada pallet condicionado ao carregamento, com base no número da câmara, número da rua, profundidade e altura. A extração do relatório ocorre em um tempo de ciclo (T/C) de 10 minutos e é conduzida por uma mão de obra.

Após a extração do relatório contábil, inicia-se a identificação dos pallets na câmara de armazenagem e retirada destes dos box em que estão alocados. Esse processo de identificação in loco e baixa dos pallets se dá em um T/C de 16 minutos realizado por um operador e uma empilhadeira.

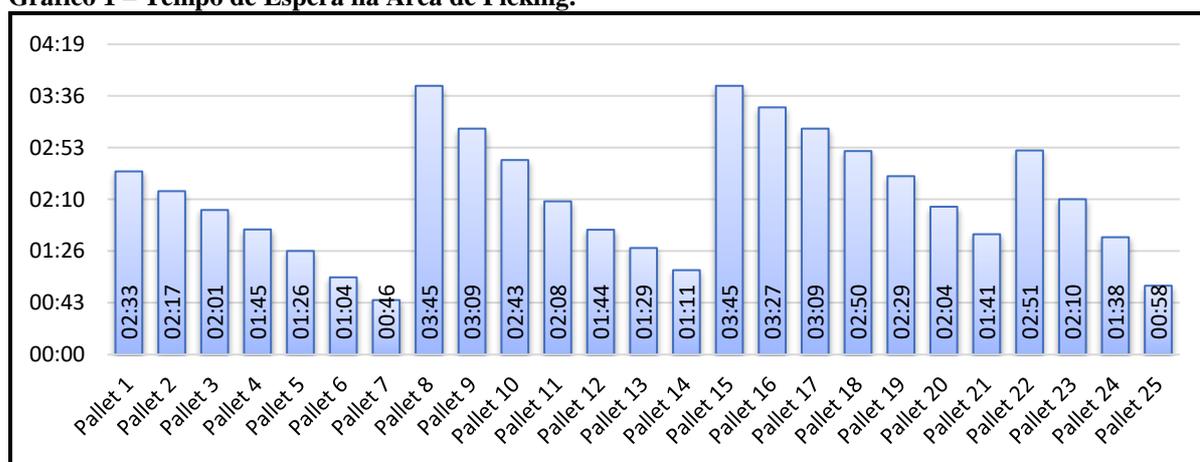
Prosseguindo com o fluxo de carregamento, a primeira etapa efetiva de movimentação do pallet para a saída de sua área de armazenagem é realizada. É nessa etapa em que a empilhadeira busca o pallet que foi baixado no processo anterior para o piso do armazém e o direciona para uma área transitória de carregamento, *picking*. Essa etapa de movimentação é conduzida por um operador e possui um T/C de 40 minutos.

Durante o período em que o pallet está na área de picking, ocorre a conferência do seu conteúdo, verificando as datas e quantidades de caixas, bem como se a temperatura está de acordo com os padrões para o carregamento. Essa etapa possui um tempo total de ciclo de 58 minutos, dos quais 55 minutos são dedicados à geração de estoque onde o pallet espera para a conferência, onde, esta é realizada em 3 minutos por um operador.

Posteriormente a essa fase, ocorre a movimentação final do pallet para o carregamento, na qual outra empilhadeira recolhe o mesmo da área de *picking* e o direciona para dentro do container. Esse processo se repete até completar a carga, variando de 20 a 27 pallets conforme a OC. Essa operação tem um ciclo de 45 minutos, conduzido por uma mão de obra.

Diante do exposto, o processo de carregamento enfrenta desafios significativos, especialmente após a primeira movimentação dos pallets para a área de *picking*. Nessa fase, ocorre um extenso período de espera, onde os pallets aguardam conferência antes de seguir para o carregamento final. Essa espera média é de aproximadamente 2 minutos e 12 segundos por pallet, o que pode impactar em outros aspectos qualitativos do produto. A representação desse tempo está indicado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Tempo de Espera na Área de Picking.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Ao analisar o fluxo de carregamento como um todo, de forma qualitativa e considerando a segurança dos colaboradores, é importante mencionar que na expedição existem cinco docas de carregamento, onde os containers são acoplados para iniciar a carga. Nessa configuração, o

processo de carregamento frequentemente ocorre simultaneamente nas cinco docas, tornando algumas etapas de movimentação mais demoradas. Além disso, essa simultaneidade aumenta o risco de acidentes, devido à presença de vários equipamentos de movimentação circulando pela área de carregamento, desde a área de *picking* até a doca. Como exemplo dessa condição a Figura 9 representa quantidade de equipamentos em movimentação simultaneamente durante o processo de carregamento.

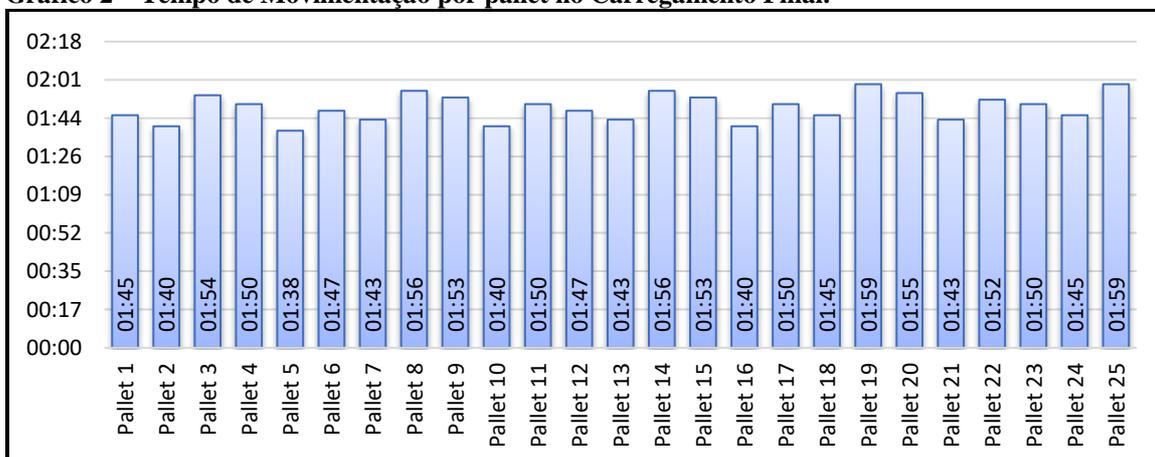
Figura 9 – Movimentação simultânea de equipamentos de carregamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Na etapa final de movimentação, em que os pallets são direcionados da área de *picking* para dentro do container (carregamento final), a média de tempo de movimentação para cada pallet é de 1 minuto e 49 segundos, conforme demonstrado no Gráfico 2.

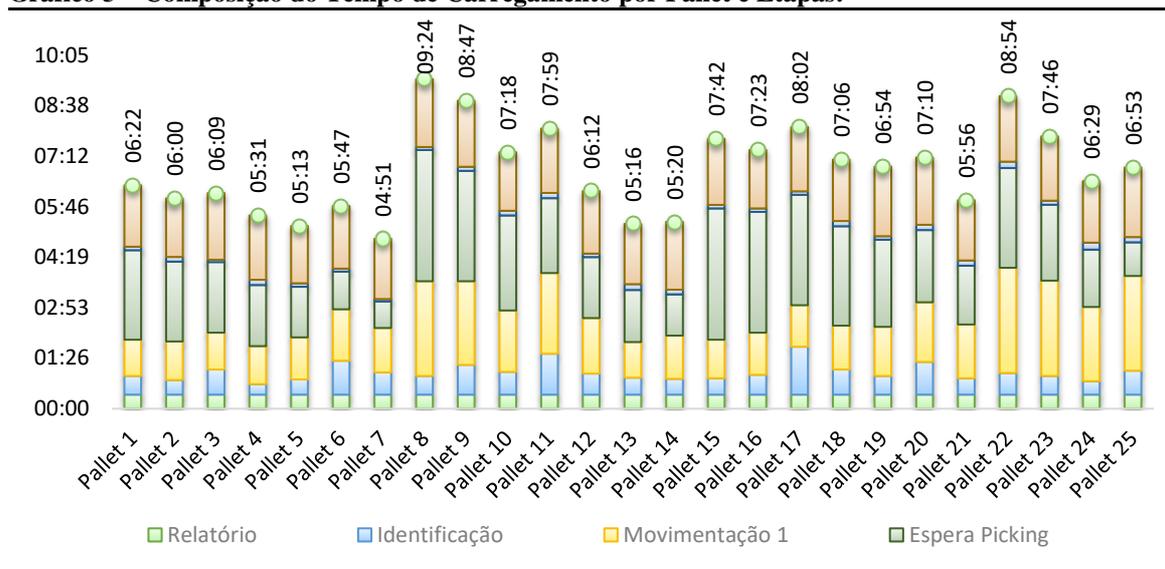
Gráfico 2 – Tempo de Movimentação por pallet no Carregamento Final.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O processo de carregamento, conforme detalhado na Figura 8 e nos Gráficos 1 e 2, demanda um tempo total de operação de 2 horas e 50 minutos para uma carga, considerando condições normais e sem intercorrências. O Gráfico 3 ilustra a distribuição do tempo por etapa de movimentação, oferecendo uma visão abrangente das fases envolvidas no carregamento, permitindo a comparação dos tempos em cada etapa.

Gráfico 3 – Composição do Tempo de Carregamento por Pallet e Etapas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O Gráfico 3 representa a variação de tempo em cada etapa por pallet no processo total de carregamento. A extração do relatório tem um tempo médio de 24 segundos por pallet, totalizando 10 minutos. A identificação e baixa dos pallets têm uma média de 38 segundos por pallet, totalizando 16 minutos. A movimentação 1 aumenta a média para 1 minuto e 38 segundos por pallet, totalizando 41 minutos. A espera na área de picking é a mais longa, com uma média de 2 minutos e 12 segundos por pallet, totalizando 55 minutos. A etapa de conferência é a mais rápida, com 3 minutos no total, uma média de 7 segundos por pallet. A última etapa, a movimentação para o carregamento final, resulta em 45 minutos, com uma média de 1 minuto e 49 segundos por pallet.

Considerando a atual situação como um todo, pode-se expor e comparar não somente dados operacionais, como tempo de carregamento, mas vincular a operação à produtividade, performance e consequente resultado financeiro da organização, dados que estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Exposição dos indicadores da situação atual.

Indicador	Diário	Mensal	Anual
Tempo de Carregamento (min)	169	4.394	52.728
Dias Trabalhados	1	26	312
Total de Cargas Expedidas	9	222	2.658
Faturamento Médio (R\$)	1.976.805	51.396.923	616.763.077

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Através da exposição da Tabela 2, é possível avaliar que na condição atual de operação, a organização objeto deste estudo, possui um faturamento médio, através da venda de suas cargas, diariamente em 1,9 milhões de reais, mais de 51 milhões de reais faturados mensalmente onde no decorrer do ano chega-se na casa de 616 milhões de faturamento.

Após analisar a situação atual do processo de carregamento e obter dados quantificados sobre o tempo de operação, foi possível avaliar pontos qualitativos do processo. Entre esses pontos estão a qualidade do produto, afetada pelo tempo de espera para carregamento e a propensão a acidentes devido ao grande número de movimentações simultâneas para carregamento, já exposto nas Figuras 8 e 9.

No contexto do fluxo atual de carregamento representado na Figura 8, é significativo salientar que o setor opera com 15 equipamentos de movimentação, totalizando um custo mensal de R\$ 176.584,00, englobando despesas relacionadas à manutenção e locação desses equipamentos. Além disso, o quadro de colaboradores compreende 45 pessoas, contribuindo para um custo mensal médio de R\$ 202.500,00. O montante total, resultante da soma desses custos, é de R\$ 379.084,00, que se faz fundamental para uma compreensão abrangente dos recursos financeiros alocados nesse processo.

Com base na análise abrangente que considerou aspectos quantitativos, qualitativos e financeiros da situação atual, visando aprimorar o processo e aumentar a eficiência financeira, foi concebida uma proposta. Esta tem como objetivo otimizar o carregamento, reduzir o tempo operacional e aprimorar tanto o ambiente de trabalho quanto a qualidade dos produtos. A proposta está estrategicamente alinhada a um processo de automação, incorporando os princípios da logística 4.0 em sua implementação.

4.2 SITUAÇÃO PROPOSTA

Partindo da situação atual, o estudo em questão propõe a implantação de um sistema de carregamento automatizado visando otimizar o processo atual, a fim de reduzir etapas de espera aumentando a eficiência do carregamento e alavancando os resultados atuais.

A proposta do sistema de automação visa concluir carregamentos em um intervalo de dois a oito minutos para cargas de 20 a 27 pallets, conforme apontam os fornecedores desse equipamento. Este método de carregamento envolve a disposição dos pallets sobre uma plataforma deslizante, que, por meio de automação, os movimenta para o interior do container mediante comando. O conceito é visualizado na Figura 10, destacando a disposição e movimentação automatizada dos pallets para dentro do container.

Figura 10 – Disposição dos pallets em um sistema de carregamento automatizado.

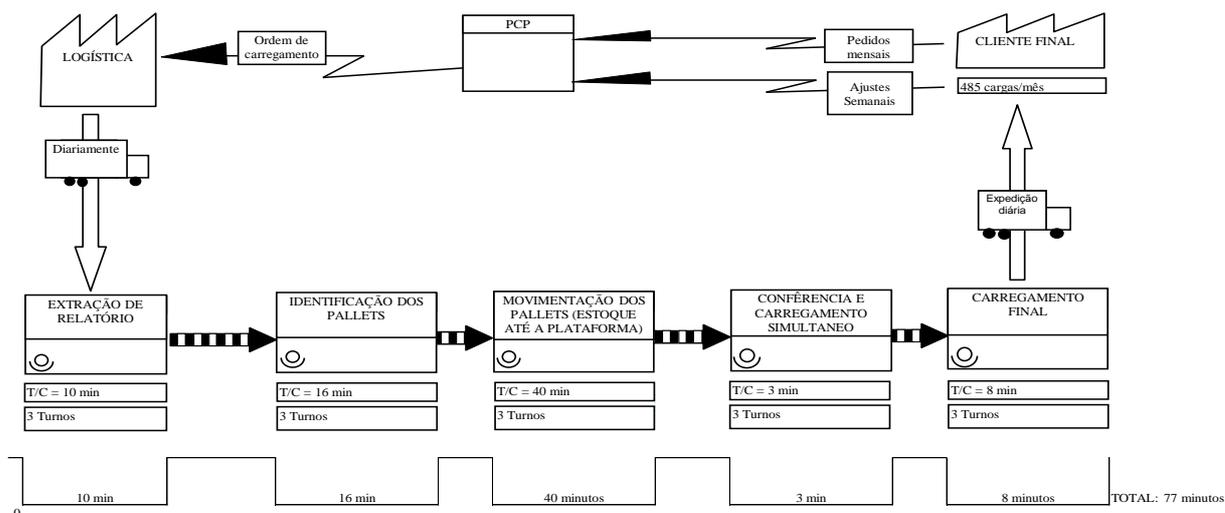


Fonte: Secon Afi (2023).

A implementação desse sistema não apenas propõe melhorias operacionais para o carregamento, visando aumentar a produtividade, mas também oferece benefícios adicionais, como a redução da necessidade de equipamentos convencionais, como empilhadeiras e transpaleteiras, que normalmente circulam na área de carregamento. Isso ocorre devido à operação eficiente do sistema, minimizando a intervenção manual e proporcionando um ambiente mais seguro para os operadores e o setor de expedição como um todo.

A proposta de melhoria visa otimizar duas etapas-chave do processo atual: a espera na área de picking e o carregamento final. Isso é representado pela Figura 11 por meio do Mapeamento do Fluxo de Valor Proposto.

Figura 11 – Mapeamento do Fluxo de Valor Atual no processo de Carregamento Proposto.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

No fluxo proposto com o sistema automatizado de carregamento, as etapas iniciais de Extração de Relatório e Identificação dos Pallets permanecem inalteradas. Na terceira etapa, há uma modificação na rota da empilhadeira, direcionando o pallet diretamente para a plataforma de carregamento em vez da área de picking e posterior conferência. Isso reduz totalmente o tempo de espera de 55 minutos da situação atual. A conferência é realizada no momento da chegada do pallet à plataforma, seguida pelo comando para movê-lo para dentro do container, otimizando o tempo da etapa de carregamento final de 45 minutos para 8 minutos, apontando uma redução 82% do tempo de ciclo nessa etapa.

O sistema de automação proposto neste estudo já está disponível no mercado com diversas denominações e modelos adaptáveis às necessidades das organizações. Esses modelos compartilham conceitos comuns, visando integrar a automação e implementar a Logística 4.0 nos processos tradicionais. Entre os benefícios oferecidos estão a melhoria da produtividade, redução dos custos de maquinaria, minimização de danos a máquinas e produtos, busca por operações mais autônomas, melhor aproveitamento do espaço e diminuição de possíveis acidentes na área de carga através da redução de equipamentos convencionais e movimentações.

Com base nos benefícios mencionados e no MFV proposto na Figura 11, a Tabela 3 evidencia as melhorias que a implementação desse sistema proporciona para os aspectos operacionais e financeiros da organização.

Tabela 3 – Exposição dos indicadores da situação proposta.

Indicador	Diário	Mensal	Anual
Tempo de Carregamento (min)	77	2.002	24.024
Dias Trabalhados	1	26	312

Total de Cargas Expedidas	19	486	5.835
Faturamento Médio (R\$)	4.338.701	112.806.234	1.353.674.805

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O tempo de carregamento, em comparação com a situação atual, reduz em 54%, de 169 minutos para 77 minutos por carga, potencializando o número total de cargas expedidas diariamente de 9 para 19. Com base no Resultado Bruto Operacional (ROB), calculado por quilo (kg), atualmente em R\$ 9,28 e uma média de 25.000 kg expedidos por carga, resulta em um faturamento diário de 4,3 milhões, um acréscimo de 2,3 milhões em relação ao faturamento diário atual de 1,9 milhões, conforme demonstrado na Tabela 2. Todos esses dados avaliados por um período mensal representam um potencial de aumento de 61,4 milhões no faturamento, chegando a 736,9 milhões no decorrer do ano.

Ao analisar o contexto da situação proposta, que envolve a implementação de um sistema de automação e tecnologia, sugere-se a redução de 5 equipamentos no setor, implicando numa economia de R\$ 47.660,00 referente à locação e manutenção desses equipamentos. No âmbito da mão de obra, a recomendação é a diminuição de 6 conferentes e 6 operadores de movimentação, totalizando uma redução de 12 colaboradores e um impacto financeiro de R\$ 54.000,00. Ao considerar o montante total, a projeção é de uma economia significativa, totalizando R\$ 101.660,00. Essa estratégia não apenas contribui para a eficiência operacional, mas também apresenta benefícios financeiros substanciais para a organização.

4.2.1 Análise de Viabilidade Econômica

Na execução da análise de viabilidade econômica deste estudo, torna-se premente empreender uma simulação que evidencie os ganhos potenciais decorrentes da proposta delineada para a empresa. Nesse cenário, recorreu-se à comparação entre a situação proposta e o estado atual, especificamente no que tange à redução de custos resultante da otimização de equipamentos e da força de trabalho no setor em questão. Importa ressaltar que a implementação da proposta contempla uma diminuição de 5 equipamentos de movimentação e 12 colaboradores. Ao cotejar ambas as circunstâncias, verifica-se uma economia total estimada em R\$ 101.660,00 mensais.

Tendo posse da simulação do ganho esperado com a proposta deste estudo, a análise de viabilidade econômica foi desenvolvida e dividida em: (i) Investimento necessário; (ii) Análise do *payback* simples. O investimento total para aquisição dos equipamentos foi orçado no valor

de R\$ 4.394.003,00, composto pelo custo do equipamento, adequações civis ao espaço atual, custo com mão de obra para mecânica, elétrica, automação e custos com manutenções previstas.

A análise de *payback* simples considerou o investimento total de R\$ 4.394.003,00 e a redução de custo gerada pela otimização de equipamentos e mão de obra no após a implementação da proposta de melhoria. O tempo de recuperação do investimento foi calculado em 43,22 meses, ou 3,6 anos, conforme mostra a Figura 12, destacando a equação *do payback*.

Figura 12 – Resultado do Payback Simples

$\text{Payback Simples: } \frac{\text{Investimento}}{\text{Ganho no Período}}$
$\text{Payback Simples: } \frac{\text{R\$ 4.394.003,00}}{\text{R\$ 101.660,00}}$
$\text{Payback Simples: 43,22 meses}$

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

4.2.2 Plano de Continuidade do Estudo

Para concretizar a proposta apresentada neste estudo, sugere-se um plano de continuidade mais detalhado, validando os resultados com base na Demonstração de Resultado do Exercício (DRE). Esse plano pode destacar de forma mais específica como o ganho de R\$ 61 milhões no faturamento mensal impactaria no Resultado Bruto Operacional por quilo (ROB/Kg), considerando a taxa atual de R\$ 9,28.

Além dessa análise, seria crucial realizar uma simulação abrangente do DRE, incorporando o impacto do investimento no *Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization* (EBITDA) da empresa, sendo este um indicador fundamental para medir o desempenho financeiro da organização, conforme ilustrado por alguns meios na Figura 13.

Figura 13 – Demonstrativo para análise de EBITDA

(+)	• Receitas de Vendas
(-)	• Deduções e Impostos
(=)	• Receita Líquida
(-)	• Custos dos Produtos, Mercadorias e Serviços Vendidos
(=)	• Lucro Bruto
(-)	• Despesas Fixas
(+)	• Outras Receitas Operacionais
(=)	• EBITDA

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Como parte do plano de continuidade, recomenda-se comparar a capacidade de produção atual com a capacidade de expedição proposta. Avaliar a ociosidade na expedição e a possibilidade de aumentar a produção para atender à projeção de carregamentos. Este passo visa aprofundar a análise e otimizar a sincronização entre produção e expedição, contribuindo para o aprimoramento contínuo do estudo.

4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este estudo abordou uma análise do sistema de carregamento atual da empresa, propondo melhorias alinhadas aos conceitos da Logística 4.0. A nova estrutura visa atingir resultados economicamente viáveis. Os resultados foram apresentados e avaliados por meio de ferramentas como Automação no Sistema, Tempos e Métodos, Mapa de Fluxo de Valor (MFV) e Análise de Viabilidade Econômica utilizando o método de *Payback Simples*.

A implementação do sistema automatizado de carregamento resultou em uma significativa redução de 54% no tempo de operação, passando de 169 para 77 minutos por carga. Esses resultados são particularmente relevantes ao considerarmos o artigo elaborado pela Mecalux (2021), que revelou uma redução de 66% no tempo operacional de descarga de um veículo, diminuindo de 30 para 10 minutos com a adoção de sistemas automatizados de carga e descarga. Essa consistência nos resultados destaca a eficácia do sistema proposto neste estudo para aprimorar a produtividade operacional, alinhando-se a tendências observadas em outras condições similares.

Com a significativa redução no tempo de carregamento, a empresa objeto deste estudo aumentou sua capacidade de carregamento diário de 9 para 19 cargas, representando um notável acréscimo de 111% no sistema de carregamento. Além de impulsionar a produtividade

operacional, essa melhoria impactou positivamente nos resultados financeiros da empresa, trazendo um potencial de resultado no faturamento bruto mensal de R\$ 61.409.310,69 e redução de gastos no setor de R\$ 101.660,00 ao mês.

Após a análise desses dados, e considerando a avaliação do Payback, a proposta apresentada demonstrou ser viável, com um retorno baseado na redução de custos relacionados a mão de obra e equipamentos no setor e valor investimento para implantação do sistema em apenas 43,22 meses, equivalente a 3,6 anos.

Os resultados deste estudo evidenciam que a adoção de conceitos e sistemas provenientes da Logística 4.0 contribui para a redução de custos e agregam valor à empresa, desempenhando um papel crucial no seu desenvolvimento. Esses dados reforçam a eficácia do sistema proposto, não apenas em otimizar a operação, mas também em impulsionar os resultados econômicos da organização. Isso destaca a efetividade e celeridade do investimento na otimização do sistema de carregamento proposto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo em questão teve como principal objetivo apresentar uma proposta de automatização do sistema de carregamento em uma indústria do ramo frigorífico no setor de expedição, com propósito de acompanhar o método atual de carregamento, avaliando tempos e métodos de cada etapa, para que houvesse uma apuração completa da situação atual e fosse possível comparar com a otimização proposta, alinhado a utilização da ferramenta MFV para avaliação do estudo.

Ao analisar dados da situação atual e da proposta, o estudo cumpriu seu objetivo em avaliar a implementação do sistema automatizado de carregamento, abordando melhorias, otimização e análise econômica. A redução do tempo de carregamento em 54%, aumento do potencial de cargas em 111% e redução dos custos operacionais em R\$ 101.660, validam a extrema importância e lucratividade da proposta para a organização.

A continuidade da pesquisa deve concentrar-se em uma análise mais aprofundada do volume de produção atual, comparando-o com a capacidade de expedição proposta. Essa abordagem proporcionará uma compreensão precisa do impacto nas operações logísticas e na eficiência produtiva. Adicionalmente, é recomendada uma análise detalhada da Demonstração do Resultado do Exercício (DRE), enfocando aspectos financeiros da proposta, incluindo custos operacionais, receitas e despesas. Um comparativo do EBITDA atual em relação à projeção da

proposta será crucial para validar a viabilidade financeira e oferecer informações essenciais para a tomada de decisão. Isso garantirá uma avaliação robusta e holística, considerando tanto aspectos operacionais quanto financeiros, para embasar decisões sobre a implementação da proposta.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Gestão da Cadeia de Suprimentos – Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimentos**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística Empresarial - O Processo De Integração Da Cadeia De Suprimentos**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2004

BOWERSOX, Donald J., CLOSS, David J., COOPER M. Bixby, **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos**. São Paulo, Editora Bookman, 2006.

ÇAĞDAŞ, V.; STUBKJÆR, E. **Design research for cadastral systems. Computers, environment and urban systems**. v. 35, n. 1, p. 77–87, 2011.

CAPELLI, A. **Automação Industrial**. Ed. Érica: São Paulo, 2007. Cap. 1

CARGO X. **Aprenda como implantar a automação logística em sua empresa de forma prática e rápida**. Disponível em: <https://cargox.com.br/blog/automacao-logistica>. Acesso em: 15 set. 2023

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração: na administração das organizações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

COMAT RELECO. **Automação industrial – definição e história**. Disponível em: <https://comatreleco.com.br/automacao-industrial-historia>. Acesso em: 29 ago. 2023.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de Materiais: uma abordagem logística**. 5. ed. atual. São Paulo: Atlas, 2010.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. São Paulo: Atlas, 2015.

FIGUEIREDO, Kleber Fossati; FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

FLEURY, A. C. C.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias competitivas e competências essenciais: perspectivas para a internacionalização da indústria no Brasil**. São Paulo:

Gestão e Produção, v.10, 2003.

GROOVER, Mikell P. **Automação Industrial e Sistemas de Manufatura**. 2 ed. Person Brasil, 2011.

GURGEL, Floriano de Amaral. **Administração dos fluxos de materiais e de produtos**. São Paulo: Atlas, 1996.

KOBAYASHI, Shun'ichi. **Renovação da logística : como definir as estratégias de distribuição física global**. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **"Lean Thinking" baseadas no Sistema Toyota de Produção**. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 22 out. 2023.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade**. 2. ed. São Paulo: Person Universidades

DE LIMA, D. F. S.; ALCANTARA, P. G. de F.; SANTOS, L. C.; SILVA, L. M. F.; DA SILVA, R. M. **Mapeamento do fluxo de valor e simulação para implementação de práticas lean em uma empresa calçadista**. *Revista Produção Online*. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2183>>. Acesso em: 19 out. 2023.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração de produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 1998.

MECALUX. **Como funcionam os sistemas automáticos de carga e descarga de caminhões** Disponível em: <https://www.mecalux.com.br/blog/sistemas-automaticos-carga-descarga-caminhoes>. Acesso em: 06 out. 2023

MEIRA, Ademar Alves de et al. **Propostas de ajuste no cálculo do payback de projetos de investimentos financiados**. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero4v9/calculo%20payback.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023

MARODIN, G. A., SAURIN, T. A., & Fettermann, D. C. **Uma sistemática para a avaliação de riscos na implantação de produção enxuta**. *Revista Produção Online*, 2013

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio. **Engenharia de Automação Industrial**. 2 ed. LTC, 2007.

MOURA, Reinaldo A. **Armazenagem e distribuição física**. 2 ed. São Paulo: Instituto IMAM, 1997.

ORTIZ, F; VIVAN, A; PALIARI, J. **Procedimentos e dificuldades registradas na aplicação do mapeamento do fluxo de valor numa obra em São Carlos-SP**. In. CONGRESSO CONSTRUÇÃO 2012, Coimbra, Portugal, v.1, n. 12, 2012.

PAOLESCHI, Bruno. **Logística Industrial Integrada – Do planejamento, produção, custo e qualidade à satisfação do cliente**. 1. ed. São Paulo: Erica, 2008.

- PETRACHE, Alexandru Constantin. **Logistics – evolution through innovation**. Vol 1. Annals of Faculty of Economics, 2015.
- ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- ROCHA, D. **Fundamentos técnicos da produção**. 1 ed. São Paulo: Markon Books, 1996.
- SERRANO, I.; OCHOA, C.; CASTRO, R. **Evaluation of value stream mapping in manufacturing system redesign**. International Journal of Production Research, v. 46, 2008
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM COMERCIAL. **Básico de Contabilidade e Finanças**. Rio de Janeiro: SENAC, 2004.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- SZYMAŃSKA, Olga; ADAMCZAK, Michał; CYPLIK, Piotr. **Logistics 4.0-a new paradigm or set of known solutions?**. Research in Logistics & Production, v. 7, 2017.
- TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Managinginnovation: integratingtechnological, marketandorganizationalchange**. 3. ed. Chichester: John Wiley& Sons, 2005.
- VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. **Design Research in Information Systems**. 2009. Disponível em: <<http://desrist.org/design-research-in-information-systems/>>. Acesso em: 16 out. 2023.
- VIANA, J. J. **Administração de materiais: um enfoque pratico**. São Paulo: Atlas, 2002.
- VIDAL, Jonathan Moura. **Importância da logística nas estratégias de distribuição das empresas e aplicação de um modelo de DRP – Distribution Requirements Planning - numa grande indústria de bebidas não-alcoólicas**. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/4641/1/Jonathan_Moura_Vidal_-_Monografia_jan2009.pdf 3. Acesso em: 20 set. 2023
- WOOD, Thomaz Jr., ZUFFO, Paulo K. **Supply Chain Management**. RAE - Revista Administração de Empresas, São Paulo, n.3, 1998.
- ZEITHAML, V. A.; BITNER, M. J. **Marketing de Serviços: A Empresa com Foco no Cliente**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.