



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO AGRESTE
NUCLEO DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

THIAGO HENRIQUE DE SALES CAVALCANTE

**APLICAÇÃO DE TEORIA DAS FILAS E FERRAMENTAS DE GESTÃO DE
QUALIDADE NO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE UM CENTRO DE
DISTRIBUIÇÃO DE ACUMULADORES DE ENERGIA**

Caruaru
2023

THIAGO HENRIQUE DE SALES CAVALCANTE

**APLICAÇÃO DE TEORIA DAS FILAS E FERRAMENTAS DE GESTÃO DE
QUALIDADE NO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE UM CENTRO DE
DISTRIBUIÇÃO DE ACUMULADORES DE ENERGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Pesquisa operacional; Gestão de qualidade.

Orientador: Profº. Dr. Thyago Celso Cavalcante Nepomuceno

Caruaru
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Cavalcante , Thiago Henrique de Sales.

Aplicação de teoria das filas e ferramentas de gestão de qualidade no processo de expedição de um centro de distribuição de acumuladores de energia / Thiago Henrique de Sales Cavalcante . - Caruaru, 2023.

72 p. : il., tab.

Orientador(a): Thyago Celso Cavalcante Nepomuceno
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. Pesquisa operacional. 2. Teoria das filas. 3. Gestão da qualidade. I. Nepomuceno, Thyago Celso Cavalcante. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

THIAGO HENRIQUE DE SALES CAVALCANTE

**APLICAÇÃO DE TEORIA DAS FILAS E FERRAMENTAS DE GESTÃO DE
QUALIDADE NO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE UM CENTRO DE
DISTRIBUIÇÃO DE ACUMULADORES DE ENERGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia de Produção da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em: 04 / 05 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Thyago Celso Cavalcante Nepomuceno
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. José Leão e Silva Filho
Universidade Federal de Pernambuco

Dr. Henrique Pinto dos Santos Zaidan
DESKTOP

Dedico esse trabalho a alquimista da minha vida, minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, Nossa Senhora e todos meus ancestrais que sempre renovaram minhas forças para seguir em frente nos momentos mais difíceis.

Agradeço a minha mãe, Lucineide, que sempre me incentivou, apoiou e mostrou que a educação é o caminho que pode transformar vidas. Ela, que desde a infância travou uma luta contra a vida para que pudesse conquistar seu espaço, é o meu maior exemplo. Obrigado por ter me ensinado a alquimia do seu amor, transmutando toda dor e dificuldade em amor.

A minha avó, Maria de Lourdes, que descansa na glória do Pai, agradeço por todos os momentos em minha vida. Seu amor ecoa em minha alma.

Agradeço a toda a minha família que sempre esteve do meu lado durante esse período, me dando todo o suporte necessário para que eu conseguisse atingir meus objetivos. Tia Josefa, minha irmã/prima Thamyres, meu primo João Victor e meu sobrinho Noah. Saibam que o amor que compartilhamos é infinito.

Agradeço a Thyago, meu orientador, que me manteve focado na finalização desse trabalho. O profissional que você é me inspira.

Agradeço a Marcele, que sempre me inspirou, acolheu e acreditou que eu poderia fazer a diferença. Sem seus ensinamentos, pessoais e profissionais, eu não seria a pessoa que sou hoje. Obrigado por me acolher desde o começo da faculdade.

Gostaria de agradecer a todos os amigos que a universidade me proporcionou. Nominalmente, agradeço a Zadir e Ingrid; vocês tornaram minha graduação mais feliz e com certeza vou levar suas amizades para fora dos limites da UFPE.

Agradeço a todos os professores, técnicos e demais profissionais de compõem a comunidade acadêmica da UFPE.

Agradeço também ao projeto CREA-JE, por ter proporcionado tamanho desenvolvimento pessoal e profissional. Com vocês tive a oportunidade de mudar vidas.

Por fim, quero agradecer a todos que de alguma forma passaram em minha vida e contribuíram, diretamente ou indiretamente, para este momento.

Muito obrigado a todos!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”

Marthin Luther King

RESUMO

Com as constantes mudanças no setor logístico, especialmente no que diz respeito à expedição e atendimento ao cliente, é imprescindível investir em aperfeiçoamento e qualidade para garantir eficácia e redução de custos, bem como aumento da satisfação dos colaboradores envolvidos. Nesse sentido, ferramentas que possam auxiliar no processo se tornam indispensáveis. Este estudo utilizou medidas de desempenho do sistema com base na Teoria das Filas para analisar a eficiência do atendimento em um centro de distribuição, além da aplicação de ferramentas de Gestão da Qualidade, como o Gráfico de Pareto, o Diagrama de Ishikawa e o Plano de Ação 5W2H, a fim de mensurar e elaborar um plano de ações para as falhas no processo de expedição de cargas, que estavam ocasionando atrasos e insatisfação dos clientes. A aplicação dessas ferramentas permitiu a identificação dos problemas e a elaboração de um plano de ação eficiente para melhorar todo o processo de atendimento oferecido pela empresa.

Palavras-chave: Logística. Teoria das filas. Centro de distribuição. Tempo de atendimento. Gestão de qualidade.

ABSTRACT

With the constant changes in the logistics sector, especially regarding shipment and customer service, it is essential to invest in improvement and quality to ensure effectiveness and cost reduction, as well as increased employee satisfaction. In this sense, tools that can assist in the process become indispensable. This study used system's performance measures based on Queueing Theory to analyse the efficiency of service in a distribution centre, and the application of Quality Management tools such as the Pareto Chart, Ishikawa Diagram, and 5W2H Action Plan, in order to measure and develop an action plan for failures in the cargo shipping process causing delays and customer dissatisfaction. The application of these tools allowed the identification of problems and the development of an efficient action plan to improve the entire service process offered by the company.

Keywords: Logistics. Queueing theory. Distribution centre. Service time. Quality management.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	PROBLEMATICA DE PESQUISA	14
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	14
1.2.1	Objetivo geral	14
1.2.2	Objetivos específicos.....	14
1.3	JUSTIFICATIVAS	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	SIMULAÇÃO	16
2.2	TEORIA DAS FILAS.....	17
2.2.1	Objetivo de teoria das filas	18
2.2.2	Notação de Kendall	18
2.2.3	Tipos de filas	19
2.2.4	Formas de Chegada	20
2.2.5	Padrão de serviço	21
2.2.6	Disciplina de filas	22
2.2.7	Capacidade do Sistema e Atendimento em uma Fila.....	23
2.2.8	Efetividade e Desempenho do Sistema.....	24
2.2.9	Medidas de Desempenho do Sistema	25
2.3	QUALIDADE.....	27
2.4	GESTÃO DA QUALIDADE.....	28
2.4.1	Gestão da Qualidade aplicada à gestão em centros de distribuição.....	28
2.5	FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DA QUALIDADE	29
2.5.1	Diagrama de ISHIKAWA.....	30
2.5.2	Plano de Ação 5W2H.....	31
2.5.3	Diagrama de Pareto.....	31
3	METODOLOGIA	33

3.1	TIPO DE PESQUISA.....	33
3.1.1	Classificação da pesquisa quanto à abordagem	33
3.1.2	Classificação da pesquisa quanto à natureza	33
3.1.3	Classificação da pesquisa quanto aos objetivos	34
3.1.4	Classificação da pesquisa quanto ao procedimento	34
3.2	ETAPAS DA PESQUISA	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE PESQUISA	37
4.2	SISTEMA DE LOGISTICA DE EXPEDIÇÃO NA EMPRESA	38
4.2.1	Aplicativo de controle de fluxo interno	38
4.3	MODELO DE FILAS ESCOLHIDO PARA APLICAÇÃO	40
4.3.1	Validação da distribuição de taxa de chegada	41
4.3.2	Validações e suposição de hipóteses para aplicação do modelo M/M/K ..	43
4.4	ANÁLISE DO FLUXO DE ATENDIMENTO	43
4.5	PARÂMETROS DA FILA.....	45
4.5.1	Taxa de chegada	47
4.5.2	Taxa de atendimento	48
4.5.3	Mensuração do tempo de espera nas filas	49
4.5.4	Aplicação do modelo Canal Único Atendimento Múltiplo (M/M/k)	50
4.5.5	Simulação do modelo M/M/k com $k > 2$	52
4.6	APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE	56
4.6.1	Gráfico de Pareto	56
4.6.2	Diagrama de Ishikawa	58
4.6.3	Plano de ação - 5W2H	59
5.	CONCLUSÕES	61
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE A – BASE COM MÉDIAS DIÁRIAS DE TEMPOS	69

APÊNDICE B – PLANILHA DE CONTROLE NÃO CONFORMIDADES	72
--	-----------

1 INTRODUÇÃO

Dois dos principais processos logísticos utilizados por uma corporação são o processo de armazenagem e expedição (GANESAN, G. et. al., 2021). Envolvendo desde as condições de armazém de um material, a montagem, embalagem, distribuição e transporte de mercadorias aos clientes. A eficácia e a qualidade desses processos são cruciais para a retenção de clientes e, conseqüentemente, para o sucesso do negócio (JIA, P., 2018).

Em paralelo, temo que uma das principais áreas da Pesquisa Operacional (PO) é a de teoria das filas. Essa área se dedica a examinar como as filas se formam e como indivíduos ou itens se movem através delas. Moreira (2010) destaca que a Teoria das Filas busca entender e quantificar a espera em filas por meio de medidas de desempenho, tais como o tempo médio de espera, comprimento médio da fila e a taxa de utilização do sistema (NEUTS, M. F., 1981; MONTEIRO, M. T. P., 2005). Uma das aplicações dessa teoria é na área de Logística. (KIJIMA, M., 2010). Onde pode-se observar uma aplicação particularmente eficaz nesse contexto.

Em geral, essa aplicação ocorre por meio de simulação variado alguma variável presente no sistema, assim sendo possível avaliar como o sistema responde a essa variação. Inúmeras vantagens podem resultar da aplicação da teoria das filas ao gerenciamento de remessas. Em primeiro lugar, pode ajudar a localizar gargalos de processo ou locais onde uma reserva de mercadorias ou clientes aguarda processamento. Por exemplo, um transportador que está operando abaixo da capacidade pode passar por isso (CARDOSO, F. A. C. A. & JESUS, J. A. N. A, 2023). Os gerentes podem otimizar o procedimento para aumentar a produtividade e reduzir despesas estudando o sistema de filas e identificando os gargalos (CHEN, M. et al., 2017; GANESAN, G. et. al., 2021).

Um dos principais resultados das pesquisas citadas utilizando a teoria das filas nos sistemas é a otimização de custos. Os gerentes podem calcular a quantidade ideal de funcionários, máquinas ou veículos necessários para executar a carga de trabalho por meio da aplicação de modelos matemáticos, que reduzirão gastos desnecessários e aumentarão a produtividade (GARZA, L. A. et al., 2021; GHOLAMI, A., 2017). Com esse estudo, pode-se ainda identificar, por exemplo, que adicionar um segundo colaborador a uma linha de embalagem, aumentaria muito o rendimento e diminuiria a necessidade de horas extras ou turnos adicionais depois de utilizar a teoria das filas para avaliar o processo de remessa (ARAUJO, S. S., 2018).

Outro ganho atrelado a identificação de gargalos por meio de teoria das filas é a melhoria no atendimento, que vem se tornando cada vez mais fundamental para qualquer empresa. (MORAN, J. W., 2007). As empresas podem entregar mercadorias com mais rapidez e precisão, simplificando o processo de remessa, o que pode levar ao aumento da satisfação do cliente e à repetição de negócios. Isso é crucial em setores como comércio e o varejo, onde os clientes têm altos padrões de remessas eficientes e confiáveis (LOPES, C. F. & CARVALHO, L. M. M., 2017; KIM, S., 2018).

Apesar do fato de que a teoria das filas apresentar muitas vantagens para o gerenciamento de remessas, é crucial lembrar que ela não possui resultados aplicada de forma isolada (ANWAR, M. F. et al., 2020). Planejamento, coleta e análise de dados devem ser feitos com muito cuidado para que as aplicações da teoria das filas sejam bem-sucedidas. Além disso, é necessário um entendimento completo do processo de remessa e dos elementos que afetam sua eficácia e calibre. Além disso, é crucial encontrar um equilíbrio entre as vantagens da teoria das filas e outros fatores, incluindo segurança, efeito ambiental e conformidade legal (GOMES, R. L. F., 2018; GÓMEZ-CORRAL, A., 2015).

Uma forma de associação que pode ser eficaz é a combinação com a aplicação de ferramentas de gerenciamento de qualidade junto à teoria das filas. Em conjunto, podem beneficiar muito o processo de expedição. Algumas ferramentas que podem ser utilizadas são: 5W2H, Pareto e Ishikawa (ANWAR, M. F. et al., 2020; HILLIER, F. S. & LIEBERMAN, G. J., 2013; ARAÚJO, F. B., 2015). As ferramentas de gestão da qualidade auxiliam na identificação metódica e resolução de problemas. Juntos, eles podem oferecer uma estratégia completa para aumentar a eficácia do processo de expedição.

GANESAN, G. et. al (2021) aplica a teoria das filas em um centro de distribuição de processamento. Enquanto ANWAR, M. F. et al (2020) aplica a modelagem de teoria das filas somado a algumas ferramentas de gestão de qualidade para minimizar a rejeição de material prima no processo de produção de lâmpadas. De acordo com o estudo, a combinação dessas duas abordagens apresentou as principais causas que causavam essa rejeição.

O uso da teoria das filas para o gerenciamento de remessas pode ajudar as empresas a economizar recursos, fornece um melhor atendimento ao cliente e melhorar a eficiência de suas operações (KHAN, F. H., 2019; JIMENEZ, L. et al., 2019). Os gerentes podem localizar gargalos, otimizar a alocação de recursos e

antecipar mudanças na demanda ou carga de trabalho aplicando modelos matemáticos e análise de dados. No entanto, uma preparação metódica e um conhecimento profundo do processo de embarque e todos os seus componentes são necessários para o uso eficaz da teoria das filas. As empresas podem usar a teoria das filas para aprimorar seus procedimentos de remessa e obter uma vantagem competitiva no mercado, prestando muita atenção a esses aspectos.

1.1 PROBLEMATICA DE PESQUISA

Diante do que foi exposto nas considerações iniciais, o presente trabalho visa responder a seguinte pergunta: Como a aplicação de um modelo de filas combinados ao uso de ferramentas de gestão de qualidade podem contribuir para à análise do processo de expedição de um centro de distribuição?

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Com base no exposto, esse trabalho objetiva compreender o comportamento da fila e contribuir para minimizar o tempo de espera, usando de ferramentas como a Teoria das Filas para medir os parâmetros da fila de espera no Centro de Distribuição (CD) da empresa em questão, aplicando também as ferramentas de gestão de qualidade para explorar melhorias no processo.

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho visa analisar a dinâmica de um centro de distribuição por meio da aplicação de um modelo de Teoria das filas no processo de expedição, propondo melhorias para esse processo por meio de aplicação de ferramentas de gestão de qualidade.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Mapeamento do cenário atual do processo de expedição da empresa;
- b) Implementar um modelo de Teoria das Filas;
 - a. Construção do fluxo atual do processo em estudo;
 - b. Mensuração dos parâmetros da fila;
 - c. Inferência do tempo médio de espera na fila;

- c) Exploração de não conformidades do processo por meio de ferramentas de gestão de qualidade;
- d) Construção de proposta de plano de ação visando a melhoria do processo.

1.3 JUSTIFICATIVAS

No CD, o tempo é limitado para toda a frota de carregamento, uma vez que a frota é compartilhada entre todos os destinos, com uma programação cascadeada. Somado a isso, esperar em filas longas, nesse cenário, não agrega valor para o processo e é considerado tempo perdido pelos usuários. Além disso, ao avaliar a estrutura das filas no CD pode ajudar a identificar as restrições da infraestrutura, oportunidades de melhoria e desenvolver ações para tornar o serviço mais eficiente.

A Teoria das Filas é uma ferramenta essencial para analisar as variáveis que compõem uma fila e medir parâmetros importantes para estudar a capacidade do sistema e, conseqüentemente, o tempo de espera na fila (VIANA, A. C. Q.; COSTA, A. S., 2014; TSIMBOURIS, J. et al., 2019; RASHIDIAN, A., 2020). Assim, essa pesquisa se justifica pela aplicação de um modelo de fila capaz de identificar a capacidade do sistema, o tempo de espera na fila e o tempo de atendimento do serviço para mensurar a agilidade do serviço do CD e a satisfação dos colaboradores internos e dos Prestadores de Serviço Logísticos (PSL).

Adicionalmente, as ferramentas de gestão de qualidade são fundamentais para qualquer organização, como forma de aprimorar seus produtos ou serviços e aumentar a satisfação dos seus colaboradores e consumidores. Essas ferramentas auxiliam na identificação e resolução de problemas, melhoria de processos, redução de desperdícios e custos e melhoria de produtividade e eficiência. Conseqüentemente, o uso de ferramentas de qualidade é crucial para mais do que apenas cumprir os objetivos de negócios.

Espera-se que, com a combinação das ferramentas, possa-se construir um plano de ação robusto, que possa auxiliar a empresa na resolução de suas problemáticas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentados os principais conceitos e literaturas relacionadas ao tópico e problemática de pesquisa previamente definida, estruturando-se e abordando os conceitos de simulação, teoria das filas, qualidade, gestão da qualidade, e ferramentas específicas tais como Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa e matriz de 5W2H.

2.1 SIMULAÇÃO

A simulação computacional é uma técnica poderosa e amplamente utilizada em diversas áreas para aprimorar o processo de apoio à tomada de decisão. Nos últimos anos, com o desenvolvimento de tecnologias mais acessíveis e avançadas, a simulação computacional deixou de ser uma ferramenta cara e especializada, tornando-se disponível para empresas de todos os tamanhos e setores.

De acordo com uma pesquisa realizada por Chen et al. (2017), a simulação computacional tem sido cada vez mais aplicada em empresas de manufatura para otimizar o processo produtivo. Os resultados da simulação permitem identificar gargalos e oportunidades de melhoria, além de avaliar o desempenho do sistema como um todo. Essa metodologia tem se mostrado eficaz na redução de custos, aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos produtos.

Já em empresas de serviços, a simulação computacional tem sido utilizada para aprimorar a gestão de filas de espera, como é o caso de call centers e aeroportos. De acordo com as pesquisas realizadas por Bouzid et al. (2015) e Gholami et al. (2018), a simulação permite avaliar o impacto de diferentes estratégias de gestão de filas, como a alocação de recursos e a priorização de atendimento, para garantir um atendimento eficiente e satisfatório aos clientes.

A logística é outra área em que a simulação computacional tem sido amplamente aplicada. Em centros de distribuição, por exemplo, a simulação permite identificar a melhor disposição dos produtos e o número ideal de funcionários para atender a demanda. Já em portos, a simulação pode ser utilizada para avaliar a capacidade de atracação e movimentação de carga, de acordo com a infraestrutura disponível e as demandas do mercado. Essa metodologia tem sido explorada em diversas pesquisas, como as realizadas por Li et al. (2017) e Li et al. (2020).

No entanto, para que a simulação computacional seja eficaz e produza resultados confiáveis, é necessário seguir uma metodologia adequada. Segundo

Oliveira (2009), a metodologia de Modelagem e Simulação envolve diversas etapas, desde a identificação do problema até a análise dos resultados. Além disso, é importante escolher um software adequado para a realização da simulação, considerando aspectos como custo, complexidade e recursos disponíveis.

Diante disso, é evidente a importância da simulação computacional no processo de apoio à tomada de decisão, seja em empresas de qualquer porte e setor. Através da simulação, é possível avaliar diferentes cenários e identificar os melhores caminhos possíveis para aprimorar processos e garantir a eficiência e a qualidade em todos os aspectos.

2.2 TEORIA DAS FILAS

A teoria das filas é uma área da pesquisa operacional que estuda a formação de filas de espera em sistemas com capacidade limitada. Essa teoria é fundamental para o entendimento e aprimoramento de diversos processos em áreas como transporte, manufatura, serviços e logística.

A origem da teoria das filas remonta à década de 1920, com o trabalho pioneiro de A.K. Erlang, que desenvolveu um modelo matemático para o estudo de filas de espera em sistemas de telecomunicações. Desde então, essa área vem sendo aprimorada e aplicada em diversos contextos.

Um dos principais conceitos da teoria das filas é o tempo médio de espera, que é definido como o tempo que um indivíduo passa aguardando em uma fila. Esse tempo é influenciado por diversos fatores, como o número de pessoas na fila, a taxa de chegada e atendimento, e o número de servidores disponíveis (BARBOSA, M. R. L. S., 2015).

De acordo com Taha (2008), a Teoria das Filas se concentra na quantificação do fenômeno da espera em filas e é capaz de fornecer informações precisas sobre o desempenho do sistema de filas. Perdoná et al. (2017) afirmam que essa teoria utiliza conceitos de matemática aplicada e processos estocásticos para analisar a formação de filas e seus detalhes, possibilitando a identificação de um modelo de fila adequado para cada situação particular, levando em consideração a demanda aleatória, o tipo de atendimento e o número de canais de atendimento.

A Teoria das Filas tem sido amplamente utilizada para identificar possíveis gargalos e propor melhorias em sistemas que oferecem serviços e têm alta demanda. Guedes e Araujo (2013) afirmam que a teoria é capaz de abordar o comportamento

de um sistema de serviço, tornando possível identificar desperdícios e propor melhorias para satisfazer os clientes e tornar o sistema economicamente viável.

Além disso, a Teoria das Filas pode ser utilizada em diversos setores, desde serviços de atendimento ao cliente até sistemas de produção industrial. Por exemplo, Huang et al. (2020) aplicaram a Teoria das Filas para estimar o tempo de espera em um departamento de emergência, enquanto Zhou et al. (2019) utilizaram um modelo M/M/c para otimizar o sistema de filas em estações ferroviárias. Ahmad et al. (2018) abordaram o estudo de clientes impacientes em um sistema de filas com férias do servidor.

2.2.1 Objetivo de teoria das filas

O principal objetivo da teoria das filas é demonstrar as medidas de desempenho de um sistema com filas. Isso é feito através da análise de variáveis como a taxa de chegada dos clientes, a capacidade do serviço e o número de entidades disponíveis. Com base nessas variáveis, é possível determinar o número ideal de caixas ou atendentes, por exemplo, para minimizar o tempo de espera dos clientes e maximizar a eficiência do sistema. Dessa forma, é possível administrar um equilíbrio entre o nível de serviço desejado para a operação, a um custo operacional justo (Li et al., 2020).

Um estudo publicado por Li et al. (2018) na revista *Journal of Industrial and Management Optimization* utilizou a teoria das filas para analisar um call center com clientes impacientes. Os resultados mostraram que o número de atendentes deve ser suficiente para manter a taxa de ocupação abaixo de 0,9, a fim de minimizar o tempo de espera dos clientes e maximizar a eficiência do sistema.

Outro estudo, publicado por Al-Sultan et al. (2020) na revista *Health Care Management Science*, utilizou a teoria das filas para estimar o tempo de espera em departamentos de emergência de hospitais. Os resultados mostraram que o modelo utilizado pode ser uma ferramenta útil para gerenciar o fluxo de pacientes e melhorar o desempenho dos departamentos de emergência.

2.2.2 Notação de Kendall

A notação de Kendall é uma ferramenta matemática muito utilizada em estudos de filas, com o objetivo de descrever o comportamento de um sistema de filas. Essa notação consiste em três letras, geralmente A/B/C, em que cada letra representa uma característica específica do sistema (TSIMBOURIS, J. et al., 2019).

A primeira letra (A) se refere à distribuição de chegada dos clientes ao sistema, podendo assumir valores como M (distribuição exponencial), D (distribuição determinística) e G (distribuição geral). A segunda letra (B) representa a distribuição de serviço, que também pode ser M, D ou G. Por fim, a terceira letra (C) indica o número de servidores no sistema, podendo variar de 1 a infinito (SILVA, F. F. D. et al., 2019).

2.2.3 Tipos de filas

A Teoria das Filas é um campo da pesquisa operacional que tem como objetivo analisar o comportamento de sistemas que oferecem serviços cuja demanda é aleatória e variável, a partir de modelos matemáticos que permitem prever o comportamento das filas em diversas situações. Para isso, é necessário compreender os diferentes tipos de filas existentes, que podem variar de acordo com as características do sistema em questão (TSIMBOURIS, J. et al., 2019; GOKCEN, H. et al., 2020).

GOKCEN, H. et al. (2020) e GUPTA, R. K. et al. 2020 citam os principais tipos de fila, que são:

- i. **Fila única com atendimento individual:** Nesse tipo de fila, há apenas um canal de atendimento disponível, e cada cliente é atendido individualmente, sem interrupções. Esse é o tipo mais simples de fila, e é utilizado em sistemas com baixo volume de clientes e baixa variabilidade na chegada deles.
- ii. **Fila única com atendimento em grupo:** Nesse tipo de fila, um grupo de clientes é atendido ao mesmo tempo, mas apenas um grupo é atendido por vez, sem interrupções. Esse tipo de fila é utilizado em sistemas que oferecem serviços em grupo, como salas de aula e reuniões, e permite uma maior eficiência no atendimento.
- iii. **Fila múltipla com atendimento individual:** Nesse tipo de fila, há vários canais de atendimento disponíveis, e cada cliente é atendido individualmente por um dos canais disponíveis. Esse tipo de fila é utilizado em sistemas com alto volume de clientes, e permite uma maior eficiência no atendimento.
- iv. **Fila múltipla com atendimento em grupo:** Nesse tipo de fila, há vários canais de atendimento disponíveis, e cada grupo de clientes é atendido

ao mesmo tempo, mas apenas um grupo é atendido por vez, sem interrupções. Esse tipo de fila é utilizado em sistemas que oferecem serviços em grupo, como cinemas e teatros, e permite uma maior eficiência no atendimento.

- v. **Fila com prioridades:** Nesse tipo de fila, há diferentes classes de clientes, e cada classe tem uma prioridade diferente no atendimento. Esse tipo de fila é utilizado em sistemas que precisam priorizar alguns clientes em detrimento de outros, como em atendimento médico de emergência, por exemplo.

Segundo Silva (2018), a escolha do tipo de fila mais adequado para um determinado sistema deve levar em consideração as características do sistema em questão, como volume de clientes, variabilidade na chegada dos mesmos e prioridades de atendimento. Além disso, é importante considerar também o tempo de espera na fila e a capacidade de atendimento do sistema, para garantir um atendimento eficiente e satisfatório aos clientes.

2.2.4 Formas de Chegada

A Teoria das Filas é uma ferramenta importante para a análise de sistemas com espera, permitindo avaliar o desempenho dos mesmos e fazer previsões para o seu comportamento. Uma das principais variáveis consideradas na Teoria das Filas é o padrão de chegada dos clientes, que pode ser determinado por diferentes formas. Neste texto, serão detalhadas as principais formas de chegada em filas.

- i. **Distribuição Poisson:** Segundo Park e Kim (2019), a distribuição Poisson é uma das mais comuns na modelagem de sistemas de filas, uma vez que pode ser usada para descrever a chegada de clientes em um sistema de forma aleatória e independente. É uma distribuição que assume valores discretos e é caracterizada por um único parâmetro, que representa a taxa média de chegada dos clientes. O tempo entre as chegadas dos clientes segue uma distribuição exponencial.
- ii. **Distribuição determinística:** De acordo com Neri et al. (2021), a distribuição determinística é utilizada quando a chegada dos clientes ocorre de forma regular, ou seja, em intervalos de tempo fixos. É uma distribuição que assume valores discretos e é caracterizada por um

único parâmetro, que representa o intervalo de tempo entre as chegadas dos clientes.

- iii. **Distribuição uniforme:** Conforme Lima et al. (2020), a distribuição uniforme é utilizada quando a chegada dos clientes ocorre de forma aleatória, mas dentro de um intervalo de tempo limitado. É uma distribuição que assume valores contínuos e é caracterizada por dois parâmetros, que representam os limites inferior e superior do intervalo de tempo.
- iv. **Distribuição binomial:** Segundo Atila e Coşkun (2016), a distribuição binomial é utilizada quando a chegada dos clientes ocorre em blocos ou grupos de tamanho fixo. É uma distribuição que assume valores discretos e é caracterizada por dois parâmetros, que representam o número de clientes em cada bloco e a probabilidade de um bloco chegar em determinado momento.
- v. **Distribuição hiper-exponencial.** De acordo com Roussos et al. (2019), a distribuição hiper-exponencial é utilizada quando a chegada dos clientes ocorre de forma aleatória, mas não é possível utilizar a distribuição Poisson para modelar o processo de chegada. É uma distribuição que assume valores contínuos e é caracterizada por dois parâmetros, que representam a taxa média de chegada dos clientes e a dispersão da distribuição.

2.2.5 Padrão de serviço

Na teoria das filas, o padrão de serviço se refere ao processo de atendimento aos clientes que aguardam em filas. Existem diferentes padrões de serviço que podem ser adotados, e cada um deles apresenta suas características próprias.

Um dos padrões de serviço mais comuns é o sistema de atendimento único, também conhecido como "servidor único". Nesse padrão, há apenas um servidor que atende a todos os clientes da fila, um de cada vez. Outro padrão comum é o sistema de múltiplos servidores, no qual há diversos servidores que atendem simultaneamente aos clientes da fila (HILLIER, F. S., & LIEBERMAN, G. J., 2010; ARTALEJO, J. R, 2019).

Além desses padrões, há também o padrão de serviço em que os clientes podem escolher entre diversas filas, como é comum em supermercados, por exemplo.

Esse padrão é conhecido como "filas paralelas". Há também o padrão de serviço em que os clientes podem escolher entre diferentes servidores, como em alguns call centers. Esse padrão é conhecido como "servidores paralelos" (GROSS, D., & HARRIS, C. M., 2008).

Por fim, há o padrão de serviço em que o atendimento é realizado em etapas, com diferentes servidores responsáveis por cada etapa. Esse padrão é conhecido como "atendimento em etapas".

É importante destacar que a escolha do padrão de serviço a ser adotado depende das características da demanda e dos recursos disponíveis para o atendimento. Além disso, a escolha do padrão de serviço pode influenciar diretamente no desempenho do sistema de filas, como a taxa de atendimento, o tempo de espera na fila, entre outros.

2.2.6 Disciplina de filas

A disciplina de filas refere-se ao método de gerenciamento das filas em sistemas de espera, com o objetivo de melhorar a eficiência do atendimento e a satisfação do cliente. Existem várias disciplinas de filas, cada uma com suas próprias características e aplicabilidades.

BHATIA, V., & SINGH, H. (2018), KOLEKAR, M. H., & PATIL, S. (2018) E CHOWDHURY, M. M. H., & RAHMAN, M. S. (2020) citam os principais tipos de disciplina de filas. São eles:

- i. **First Come, First Served (FCFS)**, que significa "primeiro a chegar, primeiro a ser atendido". É a disciplina mais simples e mais comumente usada, onde o primeiro cliente que chega à fila é o primeiro a ser atendido. Essa disciplina não leva em consideração o tipo de serviço que será prestado, podendo causar atrasos para clientes que possuem serviços mais complexos.
- ii. **Last In, First Out (LIFO)**, também conhecida como "pilha" ou "stack", dá prioridade ao último cliente a chegar à fila, ou seja, é atendido primeiro. Essa disciplina é comum em situações em que o último cliente a chegar possui alguma urgência ou prioridade especial.
- iii. **Shortest Job First (SJF)**, que prioriza o atendimento do cliente com o menor tempo de serviço. Essa disciplina é eficiente para serviços de duração variável, pois reduz o tempo médio de espera na fila.

- iv. **Shortest Remaining Time (SRT)** é semelhante à SJF, mas é usada em situações em que o serviço já foi iniciado e o tempo restante é considerado para determinar qual cliente será atendido em seguida. Essa disciplina é comum em sistemas de tempo compartilhado, como em computadores.
- v. **Com Prioridades.** Nesta disciplina, o atendimento é baseado em níveis de prioridade pré-definidos. Os clientes com prioridades mais altas são atendidos primeiro, independentemente do tempo em que chegaram à fila. Essa disciplina é comum em sistemas hospitalares, onde a triagem de pacientes é feita por gravidade (HILLIER, F. S. & LIEBERMAN, G. J., 2013)

Em resumo, a disciplina de filas é uma das principais técnicas utilizadas na pesquisa operacional para gerenciamento de sistemas de espera. A escolha da disciplina de fila adequada pode melhorar significativamente a eficiência do atendimento e a satisfação do cliente. Cada disciplina apresenta suas próprias características e aplicabilidades, sendo importante analisar o contexto específico para escolher a disciplina mais adequada.

2.2.7 Capacidade do Sistema e Atendimento em uma Fila

A capacidade do sistema e o atendimento são fatores críticos na gestão de filas, pois têm um impacto direto na qualidade do serviço e na satisfação do cliente. Em uma fila, a capacidade do sistema se refere à quantidade de clientes que podem ser atendidos em um determinado período, enquanto o atendimento se refere à velocidade e qualidade com que esses clientes são atendidos.

Uma das principais formas de gerenciar a capacidade do sistema é através do dimensionamento adequado de recursos, como o número de atendentes ou a capacidade de processamento de um sistema automatizado. Isso requer uma compreensão profunda das demandas do cliente e das características do serviço, a fim de equilibrar a capacidade do sistema com a demanda de forma eficiente.

Para Rabelo et al. (2016), a capacidade do sistema pode ser dividida em três categorias: capacidade de serviço, capacidade de espera e capacidade de demanda. A capacidade de serviço refere-se à capacidade máxima de atendimento que um sistema pode oferecer, enquanto a capacidade de espera se refere à quantidade de clientes que podem esperar na fila sem que isso afete negativamente a qualidade do

serviço. Já a capacidade de demanda se refere à quantidade máxima de clientes que um sistema pode atender em um determinado período de tempo.

A gestão do atendimento, por sua vez, envolve uma série de fatores, como a organização da fila, o tempo de espera do cliente e a eficiência do atendimento. De acordo com Reis et al. (2018), uma das principais estratégias para melhorar o atendimento é a segmentação dos clientes em diferentes categorias, a fim de otimizar o processo de atendimento e minimizar o tempo de espera.

Outra abordagem importante é a utilização de tecnologias como o autoatendimento e o agendamento online, que podem reduzir significativamente o tempo de espera e melhorar a experiência do cliente. Além disso, a automação de processos pode ajudar a aumentar a eficiência do atendimento, reduzindo erros e aumentando a velocidade de processamento.

Segundo Costa e Ribeiro (2020), uma das principais métricas utilizadas para avaliar a capacidade do sistema e o atendimento é o tempo médio de espera na fila, que mede o tempo que um cliente passa na fila antes de ser atendido. Outra métrica importante é o tempo médio de atendimento, que mede o tempo que um cliente passa recebendo o serviço.

Por fim, é importante destacar a importância da gestão estratégica da capacidade do sistema e do atendimento para o sucesso de uma empresa. A compreensão adequada da demanda do cliente e do perfil de atendimento necessário permite a adoção de políticas e estratégias que maximizem a capacidade de atendimento e garantam a satisfação do cliente.

2.2.8 Efetividade e Desempenho do Sistema

A efetividade e o desempenho do sistema em uma fila são elementos críticos para garantir a satisfação dos clientes e a eficiência operacional. Nesse sentido, a teoria das filas oferece diversas ferramentas e técnicas para analisar e melhorar esses aspectos.

Uma das principais medidas de efetividade é a taxa de serviço, que mede a capacidade do sistema em atender as demandas dos clientes. De acordo com Pidd (2018), essa medida pode ser influenciada por diversos fatores, como a capacidade de atendimento dos servidores, o tempo médio de serviço e o padrão de chegada dos clientes. Além disso, é importante considerar a variabilidade desses fatores, pois ela pode impactar significativamente a efetividade do sistema (HAN, X. et al., 2019).

Outra medida importante é o tempo médio de espera na fila, que reflete a qualidade do atendimento e a capacidade do sistema em lidar com as demandas dos clientes. De acordo com Sterman (2000), o tempo de espera na fila pode ser influenciado por diversos fatores, como o número de servidores disponíveis, o padrão de chegada dos clientes e a eficiência do serviço prestado. É importante ressaltar que, além do tempo médio de espera, a variabilidade do tempo de espera também deve ser considerada, pois ela pode afetar a percepção dos clientes em relação ao atendimento (ROSS, S. M., 2013).

A capacidade do sistema também pode ser medida por meio da utilização dos servidores, que indica a proporção do tempo em que os servidores estão ocupados atendendo os clientes. Segundo Banks et al. (2009), a utilização dos servidores é influenciada pela taxa de chegada dos clientes e pelo tempo médio de serviço. Uma alta utilização dos servidores pode indicar um sistema eficiente, mas também pode levar a um aumento no tempo de espera na fila e na insatisfação dos clientes.

Além disso, é importante considerar a variabilidade do desempenho do sistema ao longo do tempo. Segundo Hopp e Spearman (2008), é comum que os sistemas de fila apresentem flutuações no desempenho ao longo do tempo, o que pode ser causado por fatores externos, como variações na demanda, ou internos, como a variação no desempenho dos servidores. Por isso, é importante monitorar regularmente o desempenho do sistema e adotar medidas de melhoria sempre que necessário.

Por fim, é importante considerar a satisfação dos clientes como um elemento crítico para a efetividade do sistema. De acordo com Gupta e Starr (1991), a satisfação dos clientes pode ser influenciada por diversos fatores, como o tempo de espera na fila, a qualidade do atendimento e a disponibilidade de informações sobre o serviço prestado. Por isso, é importante adotar medidas que visem melhorar a experiência dos clientes, como a redução do tempo de espera na fila e a melhoria na comunicação com os clientes.

2.2.9 Medidas de Desempenho do Sistema

A teoria das filas busca quantificar e melhorar o desempenho dos sistemas de filas por meio de medidas de desempenho que indicam como o sistema está funcionando. Neste contexto, é importante entender as principais medidas de

desempenho utilizadas em filas para avaliar a eficiência e eficácia do sistema (BHAT, M. S. & MUKHERJEE, S., 2018).

Cao, J., & Cao, J. (2019), Nahmias, S. (2016) e Fujimoto, R. M. (2020) citam as principais medidas de desempenho de filas. São eles:

- a) **Tempo médio de espera na fila:** O tempo médio de espera na fila é a quantidade média de tempo que um cliente espera na fila antes de ser atendido. Quanto menor o tempo médio de espera na fila, melhor será o desempenho do sistema.
- b) **Tempo médio de atendimento:** O tempo médio de atendimento é a quantidade média de tempo que um cliente leva para ser atendido pelo sistema. Quanto menor o tempo médio de atendimento, melhor será o desempenho do sistema.
- c) **Taxa de utilização do servidor:** A taxa de utilização do servidor é a proporção de tempo que o servidor está sendo utilizado pelo sistema. Quanto maior a taxa de utilização do servidor, mais eficiente será o sistema.
- d) **Comprimento médio da fila:** O comprimento médio da fila é a quantidade média de clientes na fila esperando para serem atendidos. Quanto menor o comprimento médio da fila, melhor será o desempenho do sistema.
- e) **Probabilidade de que um cliente tenha que esperar na fila:** Essa medida é importante para avaliar a capacidade do sistema de atender a demanda dos clientes sem que eles tenham que esperar na fila por um longo período.

Além dessas medidas, existem outras como a taxa de chegada de clientes, a taxa de atendimento, a taxa de saída de clientes e a taxa de abandono. Essas medidas ajudam a compreender melhor o funcionamento do sistema de filas e a identificar possíveis gargalos ou oportunidades de melhoria.

Para entender melhor como essas medidas de desempenho podem ser utilizadas na gestão de filas, podemos citar o estudo de Kuo e Hsieh (2013), que utilizou medidas de desempenho para analisar o tempo de espera dos pacientes em um hospital. Os autores identificaram que o tempo médio de espera na fila era um dos principais fatores que afetavam a satisfação do paciente e propuseram estratégias para reduzir o tempo de espera na fila.

Outro estudo relevante é o de Abad e Ferrer (2014), que utilizou medidas de desempenho para avaliar o desempenho do sistema de filas em um banco. Os autores identificaram que a taxa de utilização do servidor e o comprimento médio da fila eram os principais fatores que afetavam a eficiência do sistema e propuseram a adoção de medidas para melhorar essas medidas de desempenho.

Em resumo, as medidas de desempenho são fundamentais para avaliar a efetividade e o desempenho dos sistemas de filas. Compreender como essas medidas são calculadas e utilizadas pode ajudar as empresas a identificar oportunidades de melhoria e a aumentar a satisfação do cliente.

2.3 QUALIDADE

A gestão da qualidade é uma abordagem gerencial que tem como objetivo garantir a satisfação do cliente por meio de processos eficientes e eficazes que atendam ou excedam suas expectativas (ISO, 2015). A qualidade pode ser definida como o grau em que as características de um produto ou serviço atendem às necessidades e expectativas do cliente (JURAN, 1989). Para assegurar a qualidade de um produto ou serviço, é fundamental que os processos que o geram sejam controlados e aprimorados continuamente (DEMING, 1986).

Uma das principais ferramentas da gestão da qualidade é a norma ISO 9001, que fornece diretrizes para a implementação de um sistema de gestão da qualidade em uma organização (ISO, 2015). O objetivo é estabelecer processos padronizados, monitorar o desempenho e identificar oportunidades de melhoria. A norma também enfatiza a importância da satisfação do cliente e do envolvimento de todos os funcionários na melhoria contínua (BARRETO, M. D. A, 2015).

Além da norma ISO 9001, existem várias outras abordagens e metodologias para a gestão da qualidade. Uma delas é o Six Sigma, que tem como objetivo reduzir a variabilidade nos processos para melhorar a qualidade (MONTGOMERY, 2005). Outra é a gestão por processos, que se concentra na melhoria dos processos de negócios para alcançar resultados melhores e mais consistentes (HAMMER; CHAMPY, 2002).

A gestão da qualidade também envolve a coleta e análise de dados para identificar áreas de melhoria. Uma das principais ferramentas utilizadas para isso é o controle estatístico de processos (CEP), que permite identificar e corrigir variações indesejáveis nos processos (ISHIKAWA, 1985). Outras ferramentas importantes

incluem a análise de Pareto, o diagrama de Ishikawa e o mapeamento de processos (CHAVES, L. C., 2007).

No entanto, a gestão da qualidade não se trata apenas de ferramentas e processos, mas também de uma cultura organizacional que valoriza a excelência e a melhoria contínua. É importante que todos os funcionários estejam engajados na busca pela qualidade, e que a organização esteja disposta a investir em treinamento e desenvolvimento para aprimorar suas habilidades e conhecimentos (CROSBY, 1980).

2.4 GESTÃO DA QUALIDADE

A gestão da qualidade é uma abordagem essencial para qualquer organização que busque manter ou melhorar a satisfação de seus clientes e alcançar seus objetivos de negócios. Como um profissional de gestão da qualidade, é importante compreender os princípios, metodologias e ferramentas utilizadas na gestão da qualidade para garantir a melhoria contínua dos processos e produtos (FURTADO, R. T., DE SOUSA ET. AL. 2021; KHEIRY, B., & ZANGENEH, A., 2020).

Um dos princípios fundamentais da gestão da qualidade é a abordagem baseada em processos, que envolve identificar, compreender e gerenciar interdependências entre os processos da organização. Outro princípio importante é o foco no cliente, que se concentra em compreender e atender às necessidades e expectativas dos clientes (AMIGO, V., & RODRIGUES, A., 2016).

Além disso, a gestão da qualidade também envolve a utilização de ferramentas e metodologias para análise e melhoria contínua dos processos, como o Ciclo PDCA, a Análise de Pareto, a Análise de Ishikawa (também conhecida como Diagrama de Espinha de Peixe) e a Análise SWOT (FERREIRA, L. F. A., et. al., 2020; LIAN, J. W., & TUI, S., 2020; ARAUJO, S. S., 2018).

2.4.1 Gestão da Qualidade aplicada à gestão em centros de distribuição

A gestão da qualidade é um conjunto de práticas que visam garantir a satisfação dos clientes, a eficiência dos processos e a melhoria contínua das organizações. No contexto de centros de distribuição, a gestão da qualidade se torna fundamental para garantir a eficiência e eficácia da cadeia de suprimentos, desde a recepção até a entrega dos produtos aos clientes. Nesse sentido, este texto irá abordar as principais práticas de gestão da qualidade aplicadas a centros de

distribuição (GARCIA, J. V., DE OLIVEIRA et. al., 2016; LACERDA, L. C. M, et.al. 2017).

Uma das práticas de gestão da qualidade mais utilizadas em centros de distribuição é o controle de qualidade dos produtos recebidos e expedidos. É necessário garantir que os produtos estejam de acordo com as especificações do fornecedor e atendam às expectativas dos clientes, evitando problemas como devoluções e reclamações. Além disso, é importante garantir que os produtos sejam armazenados de forma adequada, evitando danos e perdas (GARCIA, J. V., DE OLIVEIRA EL. AL., 2016; SOUZA, E. V., & DE MELLO, J. C. C. B. S., 2020).

Outra prática importante é a gestão de estoques. É preciso garantir que os produtos estejam disponíveis quando necessários, sem excessos ou faltas. Para isso, é necessário um sistema eficiente de controle de estoques, que permita o acompanhamento em tempo real da quantidade de produtos disponíveis, dos pedidos em andamento e dos prazos de entrega (ALVES, R. F., 2016; TENÓRIO, R., 2011).

A gestão da qualidade também envolve a gestão dos processos logísticos, desde a recepção até a expedição dos produtos. É preciso garantir que os processos sejam executados de forma padronizada, eficiente e segura, evitando erros e acidentes. Para isso, é necessário o treinamento adequado dos funcionários, a definição de procedimentos claros e a adoção de medidas de segurança (SILVA, R. S., et. al, 2018; SOUZA, E. V., & DE MELLO, J. C. C. B. S., 2020).

Outra prática importante é a medição do desempenho do centro de distribuição, por meio de indicadores de desempenho. É preciso definir os indicadores mais relevantes para a empresa e monitorar constantemente o seu desempenho, buscando sempre a melhoria contínua (DE MELLO, J. C. C. B. S., 2020).

Por fim, a gestão da qualidade também envolve a busca pela satisfação dos clientes. É preciso entender as necessidades e expectativas dos clientes e trabalhar constantemente para atendê-las. Isso pode ser feito por meio de pesquisas de satisfação, feedbacks dos clientes e análise de reclamações.

2.5 FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DA QUALIDADE

As ferramentas de gerenciamento da qualidade são amplamente utilizadas em diversos setores, como manufatura, serviços e saúde, com o objetivo de monitorar, controlar e aprimorar processos, visando alcançar um alto nível de qualidade em produtos e serviços (STEVANATO; ALMEIDA, 2020).

Dentre as principais ferramentas de gerenciamento da qualidade, destacam-se o Diagrama de Ishikawa, conhecido também como Diagrama de Espinha de Peixe, que auxilia na identificação das causas-raiz de um problema (ISHIKAWA, 1986); o Fluxograma, que possibilita a visualização do fluxo de um processo e a identificação de gargalos (WELLER, 2014); e o Gráfico de Pareto, que ajuda na priorização dos problemas mais relevantes a serem solucionados (PARETO, 1896).

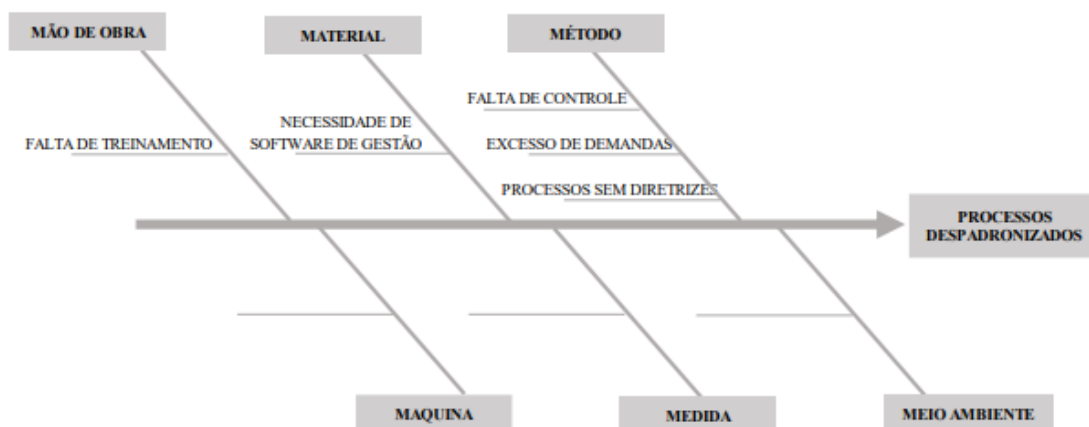
2.5.1 Diagrama de ISHIKAWA

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito, é uma ferramenta amplamente utilizada na gestão da qualidade para identificar e analisar as possíveis causas de um problema ou desvio de qualidade em um processo (ISHIKAWA, 1986).

O diagrama foi desenvolvido pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa na década de 1960 e é composto por uma espinha central que representa o problema em questão, e ramificações que representam as possíveis causas do problema. Essas ramificações são divididas em categorias como mão de obra, máquinas, métodos, materiais, medições e meio ambiente (ISHIKAWA, 1986).

O uso do Diagrama de Ishikawa permite uma análise estruturada e visual das possíveis causas do problema, possibilitando a identificação de soluções eficazes e a prevenção de futuros desvios de qualidade. A Figura 1 apresenta um exemplo do uso do diagrama de Ishikawa.

Figura 1 – Exemplo de uso da ferramenta Ishikawa



Fonte: FILHO, J. V. T.; & CARNEIRO, P. S. Z., 2022

2.5.2 Plano de Ação 5W2H

O Plano de Ação 5W2H é uma ferramenta bastante utilizada no gerenciamento da qualidade para planejar e acompanhar a implementação de ações. Consiste em responder as seguintes questões: **What** (o que será feito?), **Why** (por que será feito?), **Where** (onde será feito?), **When** (quando será feito?), **Who** (quem irá fazer?), **How** (como será feito?) e **How much** (quanto custará?) (ANTUNES JUNIOR, J. A. V., 2016).

Com a utilização do 5W2H, é possível ter uma visão clara e objetiva do plano de ação, identificando o que deve ser feito, quem será responsável, quando e onde deve ser feito, entre outros detalhes. Isso ajuda a garantir que as ações sejam executadas de forma efetiva e com o máximo de eficiência. Na Figura 2 temos um exemplo do uso do plano de ação 5W2H.

Figura 2 – Exemplo de uso da ferramenta 5W2H

O QUE ? (WHAT ?)	QUEM ? (WHO ?)	ONDE ? (WHERE ?)	POR QUÊ ? (WHY ?)	QUANDO ? (WHEN ?)	COMO ? (HOW ?)
PROCESSOS DO SETOR SEM DIRETRIZES	EQUIPE	SETOR PRICING	OBTER PADRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS	agosto, 2021	MAPEANDO OS FLUXOS DE TRABALHO
SEM PRAZOS DEFINIDOS E ACOMPANHADOS	JOÃO VALDENE	SETOR PRICING	BATER METAS E ENTREGAR O RESULTADOS COM EXITO	setembro, 2021	DEFININDO UM RESPONSÁVEL POR DEFINIR PRAZOS E ACOMPANHA-LOS
DESENCONTRO DE INFORMAÇÕES	EQUIPE	SETOR PRICING	FAZER COM QUE TODA A EQUIPE ESTEJA ALINHADA	outubro, 2021	IDENTIFICAR OPORTUNIDADES PARA INTEGRAR AS INFORMAÇÕES

Fonte: FILHO, J. V. T.; & CARNEIRO, P. S. Z, 2022

2.5.3 Diagrama de Pareto

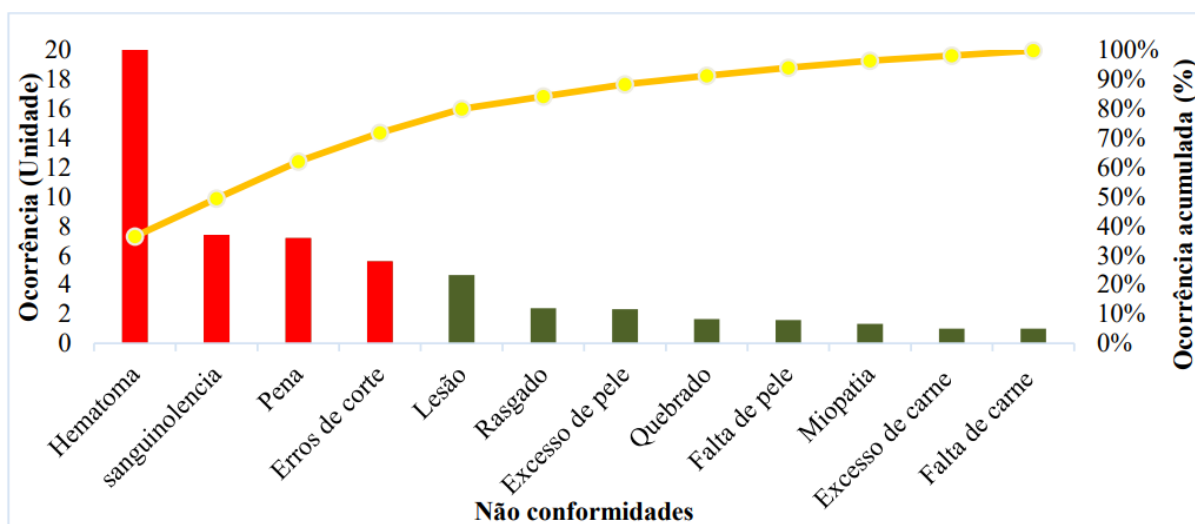
O Diagrama de Pareto é uma ferramenta gráfica utilizada para analisar a distribuição de um problema em um conjunto de dados. Ela é útil para identificar os principais fatores que causam um problema e ajuda a priorizar ações de melhoria.

O diagrama é baseado no princípio de Pareto, também conhecido como a regra 80/20, que afirma que 80% dos efeitos são causados por 20% das causas. Assim, o diagrama de Pareto classifica os problemas de acordo com sua frequência e impacto, permitindo que sejam priorizados (JURAN, J. M., 1951).

Para criar um Diagrama de Pareto, é necessário seguir cinco etapas: identificar o problema, coletar dados, classificar os dados em categorias, calcular a frequência de cada categoria e plotar os dados em um gráfico de barras, em ordem decrescente de frequência acumulada (MONTGOMERY, D. C., 2012).

Diversas organizações utilizam o Diagrama de Pareto como uma ferramenta de gestão da qualidade para identificar problemas e priorizar ações de melhoria. É comum que sejam realizados treinamentos e workshops para ensinar aos funcionários a aplicação desta técnica (NOGUEIRA, M. E. A., 2017). A Figura 3 apresenta um exemplo do uso do diagrama de Pareto para registro de não conformidades.

Figura 3 – Exemplo de uso do Diagrama de Pareto de não conformidades



Fonte: OLIVEIRA, L. G.; & DE SOUZA, B. G., 2022

3 METODOLOGIA

Nesse capítulo serão abordadas as métricas da pesquisa, abrangendo a classificação do projeto de pesquisa, bem como a sequência das etapas realizadas.

3.1 TIPO DE PESQUISA

Segundo Da silva, J. Q. B. (2017), uma pesquisa pode ser classificada de acordo com diversos aspectos. Entretanto, as principais maneiras de classificação estão relacionadas a sua natureza, a sua abordagem, aos seus objetivos e ao procedimento técnico utilizado. Os tópicos a seguir visam a classificação da pesquisa diante dos 4 principais aspectos citados.

3.1.1 Classificação da pesquisa quanto à abordagem

Em termos de abordagem, a pesquisa pode ser classificada como qualitativa, quantitativa ou de método misto. Segundo Creswell, J. W. (2014), a pesquisa qualitativa se concentra na compreensão do comportamento humano e das experiências subjetivas, enquanto a pesquisa quantitativa se concentra em dados numéricos e análises estatísticas. A pesquisa de método misto combina ambas as abordagens para obter uma compreensão mais abrangente da questão de pesquisa.

Nesse aspecto, essa pesquisa se caracteriza como **abordagem mista**, tendo em vista que tanto segue uma abordagem quantitativa dos dados obtidos, como traz inferências e deduções obtidas a partir de visitas in loco para melhor compreensão e mapeamento do processo em análise.

3.1.2 Classificação da pesquisa quanto à natureza

A natureza também pode ser usada para classificar a pesquisa. Em conformidade com Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018), a pesquisa básica é conduzida para aumentar o conhecimento e a compreensão de um tópico, sem aplicações práticas imediatas. A pesquisa aplicada, por outro lado, é realizada para resolver problemas práticos e melhorar os processos. A pesquisa translacional visa preencher a lacuna entre pesquisa básica e aplicada, traduzindo descobertas científicas em aplicações práticas.

Nesse sentido, essa pesquisa se caracteriza como **pesquisa aplicada**, considerando que visa explorar de forma prática uma problemática vivenciada nas

operações de um CD real. Esse estudo se concentra na melhoria do processo de expedição.

3.1.3 Classificação da pesquisa quanto aos objetivos

Outra maneira de classificar a pesquisa é com base em seus objetivos. De acordo com Babbie, E. (2016), a pesquisa descritiva visa descrever e documentar fenômenos, enquanto a pesquisa explicativa busca explicar relações causais entre variáveis. A pesquisa exploratória é conduzida quando o pesquisador deseja obter uma compreensão inicial de um tópico novo ou pouco pesquisado. Finalmente, a pesquisa avaliativa é realizada para avaliar a eficácia de um programa, intervenção ou política.

O objetivo principal desta pesquisa foi avaliar o desempenho do processo de expedição do centro de distribuição. Adicionalmente, o estudo teve como objetivo explorar as não conformidades do processo registradas e desenvolver um plano de ação para melhoria do processo. Dessa forma, para esse aspecto, essa pesquisa se classifica como **exploratória**.

3.1.4 Classificação da pesquisa quanto ao procedimento

A classificação da pesquisa com base nos procedimentos técnicos utilizados pode ser feita por meio de diferentes métodos, como estudos de caso, pesquisa experimental, pesquisa bibliográfica, entre outros. Cada método possui características específicas que permitem ao pesquisador obter diferentes tipos de informações, dependendo dos objetivos da pesquisa. De acordo com Kothari, C. R. (2004), um estudo de caso permite que o pesquisador entenda uma situação específica em profundidade, enquanto um estudo experimental pode identificar relações de causa e efeito. Por outro lado, uma pesquisa bibliográfica permite a análise da literatura existente sobre um determinado tema. (Referência: Kothari, C. R. (2004). Metodologia de Pesquisa: Métodos e Técnicas. New Age International.)

Nesse sentido, pode-se inferir que esse trabalho se classifica como um **estudo de caso**, considerando que se usou diferentes abordagens para uma melhor compreensão dos aspectos que se relacionam ao processo de expedição do CD em estudo.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Esse estudo iniciou com a construção de um referencial teórico que abordasse de forma ampla a utilização de teoria das filas para avaliação de desempenho de diversos sistemas. Em conjunto, foram explorados também artigos que utilizassem ferramentas de qualidade para exploração e resolução de problemáticas.

Em seguida, foram realizadas visitas in loco no CD de uma empresa de fabricação de acumuladores de energia no interior de Pernambuco. Os principais objetivos das visitas foram, tanto o entendimento dos parâmetros básicos do processo de expedição, como o mapeamento do processo em questão. Nessa etapa, foi identificada a existência de recorrentes não-conformidades no processo de expedição, que se caracteriza por qualquer problemática que aconteça durante o processo de expedição, afetado o desempenho deste de forma negativa.

Dessa forma, com auxílio de um formulário semiestruturado aplicado semanalmente foram coletados dados e informações relevantes dessas não conformidades que aconteceram dentro do período da pesquisa. O formulário foi exemplificado no (Apêndice A).

Em seguida, foram coletados dados do registro da empresa para todos os processos de expedição. Essa coleta foi realizada no banco de dados de um aplicativo de uso interno, que registra todas os dados necessários para a aplicação desse estudo.

O processo de recolhimento de dados durou 6 meses, lotado no segundo semestre do ano de 2022. Nesse período foram registradas 407 não conformidades em processos. Já para o processo de expedição, foram analisados 5423 registros de veículos carregados. Os dados foram sintetizados em uma planilha de médias, tendo em vista também sigilo de informações contidas nesse banco de dados. A tabela com essas informações foi apresentada no Apêndice B.

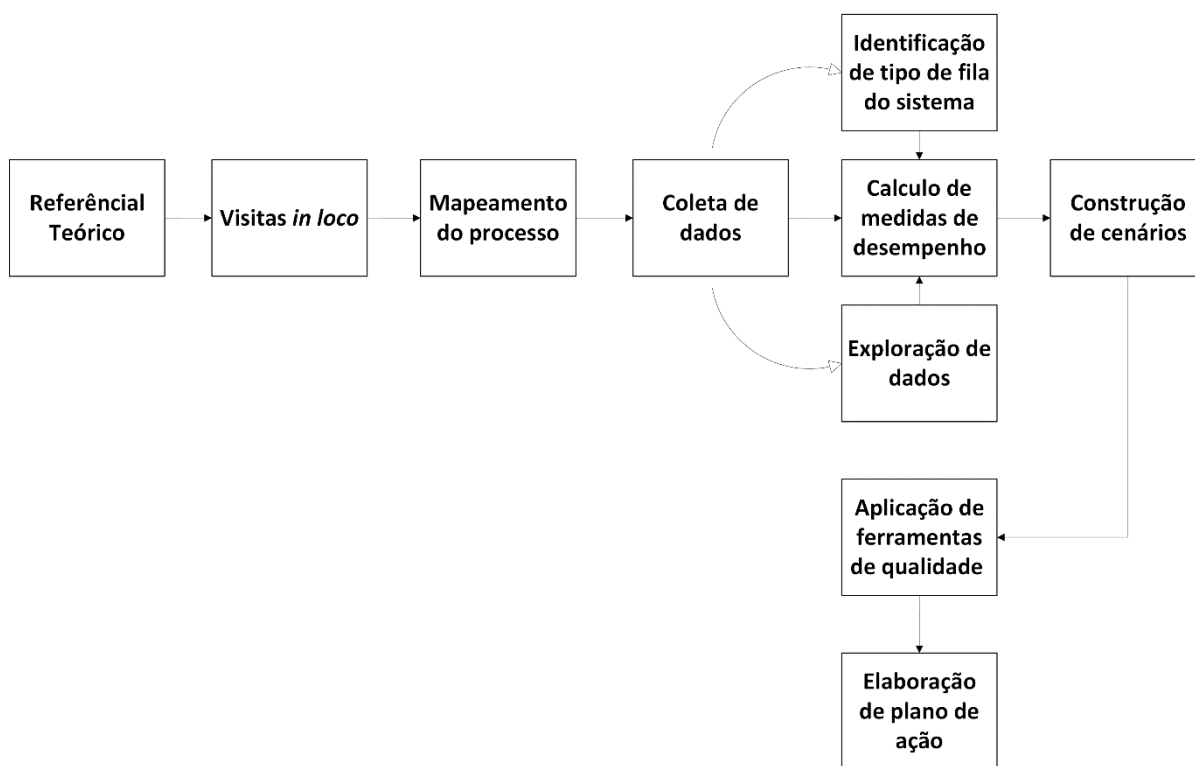
Com os dados obtidos na etapa anterior, foram explorados e, sendo possível realizar as inferências estatísticas pertinentes para o seguimento da pesquisa. Para tanto, foi utilizado o software estatístico R. Adicionalmente, com auxílio do pacote **“queueing”**, foi possível calcular as medidas de desempenho do sistema por meio da aplicação de teoria das filas, ou seja, as medidas da fila no sistema de expedição.

Conforme essa aplicação, foi possível identificar as deficiências no atendimento da demanda de expedição do CD, onde foram propostos cenários com a expansão dos postos de atendimento do sistema em questão.

Diante do exposto, foram ainda explorados os dados dos registros de não conformidades por meio da aplicação das ferramentas da qualidade, ferramentas estas que proporcionam identificar onde estão as possíveis causas dos problemas associados aos altos tempos de permanência dos veículos no sistema de expedição do CD, e através desta identificação foi possível propor melhorias para o sistema em estudo.

As etapas metodológicas desse estudo estão resumidas no fluxograma da Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma de metodologia de estudo



Fonte: O autor (2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são expostas informações sobre a empresa na qual esse estudo está sendo direcionado, além de análises dos resultados obtidos com a pesquisa. A intenção desse capítulo é responder aos objetivos gerais e específicos citados no início da pesquisa, propondo um plano de ação para melhoria da situação atual da empresa.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE PESQUISA

O estudo foi administrado em uma indústria, de grande porte, do segmento de acumuladores elétricos localizada no interior do estado de Pernambuco. Atualmente a empresa conta com o apoio de cerca de cinco mil colaboradores. Em Pernambuco as unidades são distribuídas entre cinco unidades produtivas, um centro de distribuição (CD) e três prédios administrativos.

A indústria estudada é conhecida por produzir baterias para os mercados: automotivo, náutico, logístico, telecomunicações, sistemas nobreak e energia alternativa. Desde a sua fundação em 1957, a empresa vem se desenvolvendo em diversas áreas seja na melhoria da qualidade de seus produtos e diversificação dos mercados seja do aprimoramento de sua cultura voltada a pessoas ou ainda no investimento em estudos de novas tecnologias não esquecendo da sua responsabilidade com projetos sociais e meio ambiente todas essas ações são parte do que tem garantido sua permanência e posteridade no mercado.

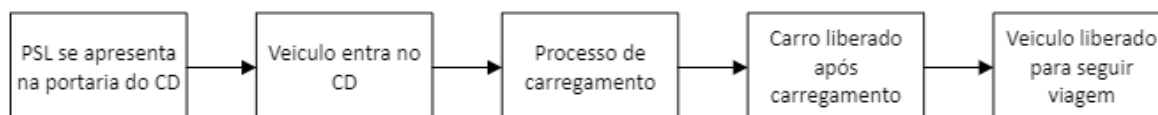
Dentre os diversos setores da organização o de operações logísticas é o responsável por gerenciar todas as operações de entrada e saída de insumos e produtos semiacabados e acabados entre as fábricas e externas a empresa como importações, exportações e a logística de atendimento aos clientes. Dos tipos de transporte realizados pela empresa estudada, a saber, rodoviário, cabotagem, importações e exportações (aéreas e marítimas), o presente estudo terá como foco as operações de escoamento de material acabado de transporte via modal rodoviário, no trecho entre o CD e a expedição para todo o Brasil. O CD em questão se propõe a ser um centro de excelência em armazenagem.

4.2 SISTEMA DE LOGISTICA DE EXPEDIÇÃO NA EMPRESA

No que se diz respeito à estratégia de distribuição da empresa, a empresa optou pela estratégia de terceirizar por meio de um Prestador de Serviços Logísticos (PSL). Assim, a empresa contrata sob demanda à medida em que são negociadas vendas de cargas para os mais diversos destinos no território brasileiro.

O processo de expedição segue conforme o fluxo representado na Figura 5.

Figura 5 - Fluxo do processo completo de expedição



Fonte: O autor (2023)

O CD da empresa conta com 10 docas no total, sendo dessas 4 para expedição e 6 para recebimento de matéria das outras unidades produtivas para armazenamento. O CD opera 24 horas e 6 dias por semana, de segunda a sábado, o primeiro turno (06h as 14h) e o segundo turno de (14h as 22h), sendo o terceiro turno (22h as 06h) dedicado exclusivamente para movimentação de matéria prima entre as unidades produtivas. As cargas carregadas diferentes destinos, com diferentes tipos de veículos. Para atender essa demanda o CD, o centro de distribuição opera de segunda a sábado, possuindo cerca de 24 operadores logísticos, distribuídos entre os 2 turnos de carregamento de expedição, 12 operadores em cada. Dessas equipes, 6 são destinados ao processo de picking, 3 para cada doca. Cada turno possui 2 encarregados, responsáveis pelo controle de entrada dos carros, um encarregado de expedição e um de armazenagem. Cada turno conta ainda com um conferente, responsável por garantir que o picking está de acordo com o planejado.

Nesse contexto, o objeto de estudo foi delimitado à análise das filas de atendimento no processo de expedição do CD, por meio de obtenção de banco de dados aplicação no observações e aplicação de um modelo de filas adequado. Buscando uma proposta de melhoria para o serviço oferecido pela empresa.

4.2.1 Aplicativo de controle de fluxo interno

Com foco em aprimorar o gerenciamento de cargas da empresa, foi desenvolvido internamente um aplicativo que permite a gestão de veículos que se apresentam para passarem pelo processo de expedição. As Figuras 6 e 7 ilustra o aplicativo.

Figura 6 - Tela inicial da aplicação



Fonte: O autor (2023)

Este aplicativo foi responsável por um avanço na digitalização do processo de carregamento. Antes dele, o processo era tocado inteiramente com papel físico, abrindo margem para diversos tipos de erro, como inversão de cargas entre destinos.

O fluxo de uso do aplicativo é visualmente apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Exemplo de fluxo de informações registrados na aplicação

CADASTRO DE VEÍCULO	FLUXO DO VEÍCULO	FLUXO DO VEÍCULO
* DT	Placa marcada: 30/06/2022 09:49	Placa marcada: 30/06/2022 09:49
* MERCADO	.com	.com
* DESTINO	Liberação p/ entrar: 30/06/2022 09:52	Liberação p/ entrar: 30/06/2022 09:52
NOME MOTORISTA	.com	.com
TELEFONE DO MOTORISTA	Entrada no CD: 30/06/2022 10:16	Entrada no CD: 30/06/2022 10:16
* TRANSPORTADORA	Veículo Carregado: 30/06/2022 14:02	Veículo Carregado: 30/06/2022 14:02
* TIPO DE VEÍCULO	.com	.com
	Faturamento: 16/07/2022 13:22	Faturamento: 16/07/2022 13:22

Fonte: O autor (2023)

Com o uso consolidado da aplicação em todos os steps do fluxo de expedição, o fluxo de informações do processo evoluiu ao ponto de armazenar as informações abaixo:

- Data e hora de envio da demanda para transportadora;
- Data e hora de chegada do veículo no CD;
- Data e hora de liberação para o carro entrar na doca de carregamento;

- Data e hora de começo do carregamento;
- Data e hora de saída da doca de carregamento;
- Data e hora de saída da doca de faturamento;
- Transportadora responsável pela contratação do transporte;
- Tipo de transporte;
- Usuário responsável pelo registro em cada etapa do processo;

4.3 MODELO DE FILAS ESCOLHIDO PARA APLICAÇÃO

Dadas as inferências acerca da dinâmica de funcionamento do CD em questão, é razoável a aplicação do modelo de filas Canal único Atendimento múltiplo (M/M/K). O modelo M/M/K é passível de uso considerando que é um modelo comum e amplamente utilizado a fim de explanar com precisão o comportamento dos sistemas de filas sob certas condições, com o objetivo de fornecer uma boa aproximação para uma ampla gama de cenários práticos. Contudo, há algumas hipóteses as características abaixo:

- Processo de chegada de Poisson:** assume-se que as chegadas seguem uma distribuição de Poisson com taxa λ .
- Distribuição exponencial do tempo de atendimento:** assume-se que os tempos de atendimento seguem uma distribuição exponencial com taxa μ .
- Disciplina de atendimento por ordem de chegada:** os servidores processam as chegadas na ordem em que chegam;
- Número fixo de servidores:** o sistema possui um número fixo de k servidores.
- Capacidade de fila infinita:** a fila pode acomodar um número infinito de veículos em espera.

Para o cálculo das suas médias de desempenho, as equações são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Fórmulas para o modelo M/M/k

Indicador	Equação de cálculo para o modelo M/M/K
Tempo de espera no sistema	$W = \frac{\mu(\lambda/\mu)^k P_0}{(k-1)!(k\mu - \lambda)^2} + \frac{1}{\mu}$
Tempo de espera na fila	$Wq = \frac{\mu(\lambda/\mu)^k P_0}{(k-1)!(k\mu - \lambda)^2}$
Número de clientes esperando no sistema	$L = \frac{\lambda\mu(\lambda/\mu)^k}{(k-1)!(k\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$
Número de clientes esperando na fila	$Lq = \frac{\lambda\mu(\lambda/\mu)^k P_0}{(k-1)!(k\mu - \lambda)^2}$
Probabilidade que uma chegada tenha que esperar	$Pk = \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{k\mu}{k\mu - \lambda} P_0$
Probabilidade do sistema está vazio	$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{n=k-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n\right] + \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{k\mu}{k\mu - \lambda}}$

Fonte: Adaptado de DA SILVA, J. Q.B. (2017)

4.3.1 Validação da distribuição de taxa de chegada

Para aplicação do modelo de fila M/M/K apresentado na secção anterior desse trabalho, foi apresentada a necessidade da validação da aproximação da distribuição de taxa de chegada de veículos no CD com a distribuição de Poisson.

Nesse sentido, foram realizados os testes de aproximação da distribuição e o teste de Kolmogorov-Smirnov. Os resultados são apresentados nas Figura 8 e Figura 9.

Figura 8 – Testes de qualidade de adequação da distribuição das médias de taxa de chegada (λ)

```
> goodfit(CHEGADAS$`LAMBDA(veículo/h)`, type = "poisson")
```

Observed and fitted values for poisson distribution
with parameters estimated by 'ML'

count	observed	fitted	pearson	residual
0	0	0.08887197	-0.29811403	
1	1	0.39992388	0.94889396	
2	1	0.89982872	0.10559985	
3	1	1.34974308	-0.30103956	
4	1	1.51846096	-0.42074043	
5	1	1.36661487	-0.31360791	
6	1	1.02496115	-0.02465533	
7	1	0.65890360	0.42020982	
8	1	0.37063327	0.36923611	

Fonte: O autor (2023)

Figura 9 – Teste de Kolmogorov-Smirnov

```
> # Carregando os dados de teste_poison
> data <- CHEGADAS$`LAMBDA(veículo/h)`
> # Definindo a função de densidade de probabilidade da distribuição Poisson
> pois_pdf <- function(x, lambda) {
+   dpois(x, lambda)
+ }
> # Estimando o parâmetro lambda da distribuição Poisson
> lambda <- mean(data)
> # Aplicando o teste de Kolmogorov-Smirnov
> ks.test(data, pois_pdf, lambda)
```

Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data
D = 1, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided
```

There were 50 or more warnings (use warnings() to see the first 50)

Fonte: O autor (2023)

O resultado apresentado refere-se a um teste de qualidade de ajuste para uma distribuição de Poisson aplicado à variável λ . O teste visa avaliar se os dados observados se enquadram em uma distribuição de Poisson com parâmetros estimados por Máxima Verossimilhança (ML). A Figura 8 apresenta os valores observados e ajustados para cada contagem de veículos e ajustados para cada contagem de veículos, bem como o resíduo de Pearson, que mede a diferença entre os valores observados e esperados dividida pelo desvio padrão. O resultado indica que a distribuição de Poisson se ajusta bem aos dados observados, pois os resíduos não são significativamente diferentes de zero.

Além disso, foi realizado um teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar se os dados seguem uma distribuição de Poisson com o parâmetro estimado lambda.

Conforme a Figura 9, a estatística de teste D é igual a 1, e o p-valor é menor que $2,2e-16$, indicando fortes evidências para rejeitar a hipótese nula de que os dados não seguem uma distribuição de Poisson. Portanto, a taxa de chegada de veículos pode ser modelada por uma distribuição de Poisson com o parâmetro estimado λ .

4.3.2 Validações e suposição de hipóteses para aplicação do modelo M/M/K

Para aplicação do modelo de fila M/M/K apresentado na seção anterior desse trabalho, foi apresentada a necessidade da validação da aproximação da distribuição de taxa de atendimento no CD com a distribuição Exponencial.

No contexto desse trabalho, considerando o CD em questão, é proposta a aplicação do modelo M/M/K, com o objetivo de avaliar o desempenho do processo de expedição de veículos. A chegada de um novo veículo não é afetada pelo tamanho da fila de carros esperando para ser carregada, portanto, sua população é considerada ilimitada.

O processo apresenta apenas uma fila e adere ao princípio **First In, First Out** (FIFO). O CD também inclui duas docas de picking/processamento, indicando que possui mais de um canal de atendimento e assumindo que cada canal possui igual capacidade de processamento.

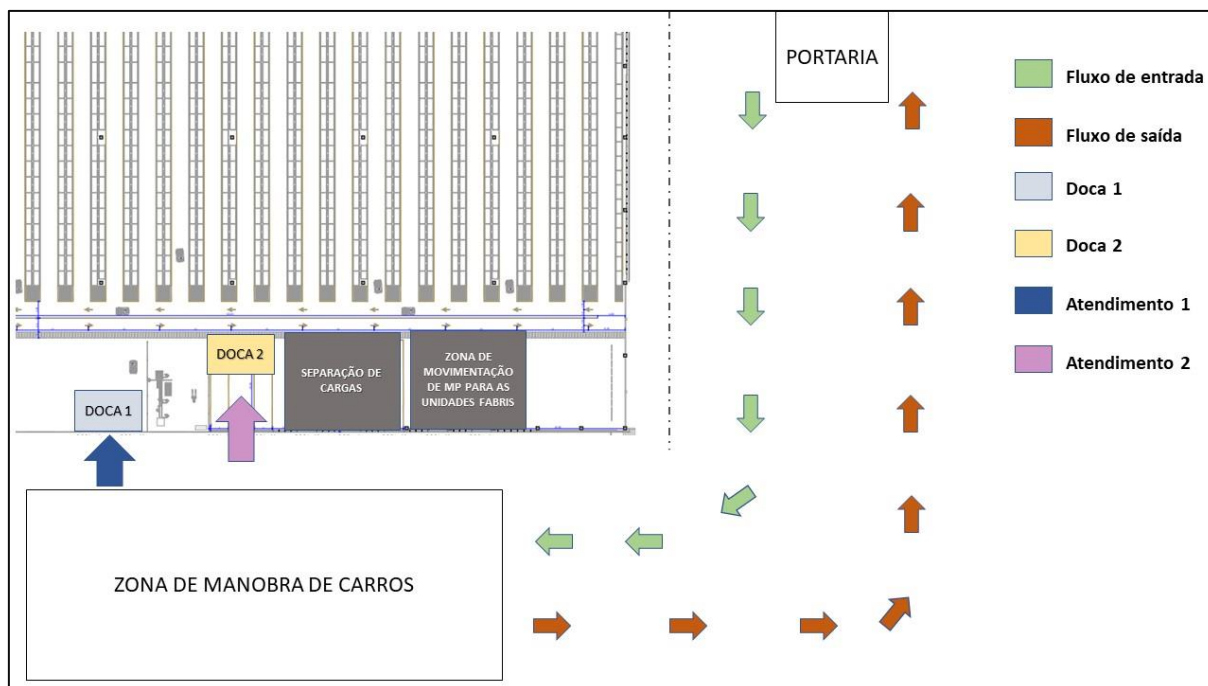
Foi realizada a inferência anteriormente para identificação de que a taxa de chegada no sistema está bem adequada a uma distribuição de Poisson. Além disso, assume-se que o processamento no CD segue uma distribuição exponencial.

Dado o exposto nessa seção, é razoável inferir que o CD atende às hipóteses para a aplicação do modelo M/M/K.

4.4 ANÁLISE DO FLUXO DE ATENDIMENTO

O estudo de caso foi realizado no CD, ficando restrito ao processo de picking para expedição do CD. O estudo do fluxo de atendimento se iniciou através de visitas semanais ao CD, em dias alternados, para serem realizadas observações com a finalidade de identificar o fluxo de carros e as particularidades do atendimento, em conjunto foi analisado o layout atual, em seguida, através das visitas e das observações foi elaborado um layout em blocos, essa ferramenta permite uma melhor visualização do fluxo de atendimento no CD, como mostra a Figura 10.

Figura 10 – Planta baixa com a representação das docas



Fonte: O autor (2023)

Na Figura 10 temos a representação das duas docas disponíveis para o processo de expedição de cargas, estão devidamente equipadas para realizar o processo de picking dos veículos para expedição. Há outras 2 docas na área disponíveis, no entanto, devido a restrições de movimentação de empilhadeiras, apenas é permitida a utilização de 2 docas simultâneas, sendo as outras 2 docas reservas a serem utilizadas em caso de manutenção das docas principais.

De acordo com a Figura 10, observamos que o processo de atendimento se divide em:

- **Entrada dos clientes:** os veículos cadastrados são identificados na portaria através do número de seu Documento de transporte (DT) no sistema, tendo os dados do motorista (nome, telefone e placa do veículo) associados ao DT no aplicativo. Depois disso, ele é direcionado a um pátio de espera, até que seja liberada sua entrada para carregamento
- **Doca de carregamento:** após ser cadastrado na portaria, os encarregados verificam a disponibilidade de docas, informando a portaria a disponibilidade de docas para que os motoristas sejam informados e sigam para o processo de picking, assim que liberados para estacionar na doca, o carro deve seguir até a doca que lhe foi apontada como disponível para o carregamento, representados pela doca 1 e doca 2 na Figura 10.

- **Carregamento:** Cada doca possui a estrutura de carregamento necessária, bem como uma equipe dedicada para seguir com o processo. Assim que o motorista encosta na doca, há um processo de nivelamento entre o nível da doca e do carro, para que possam transitar as empilhadeiras dentro do carro. Após seguindo para a disposição das cargas dentro do carro. Nesse processo, há 2 empilhadeiras específicas para baixar as cargas dos porta-pallets, sendo depositadas na área de separação de cargas, em seguida sendo realizada a movimentação da área de picking/separação de cargas e sendo colocados os pallets dentro do carro. Ao final do picking, o carro é fechado e são registradas as informações de finalização do carregamento.
- **Saída da doca:** após a finalização do carregamento, o motorista é informado e solicitado para retirada do veículo da doca e seguir para a portaria.

Um ponto a ser ressaltado é que mesmo o CD dispondo de processos prévios e posteriores à expedição, como emissão de notas fiscais após o carregamento ou construção de Ordens de Expedição, o estudo da capacidade desses processos não foi considerado neste trabalho. Este trabalho restringiu-se a análise dos fluxos de veículos e atendimento do CD.

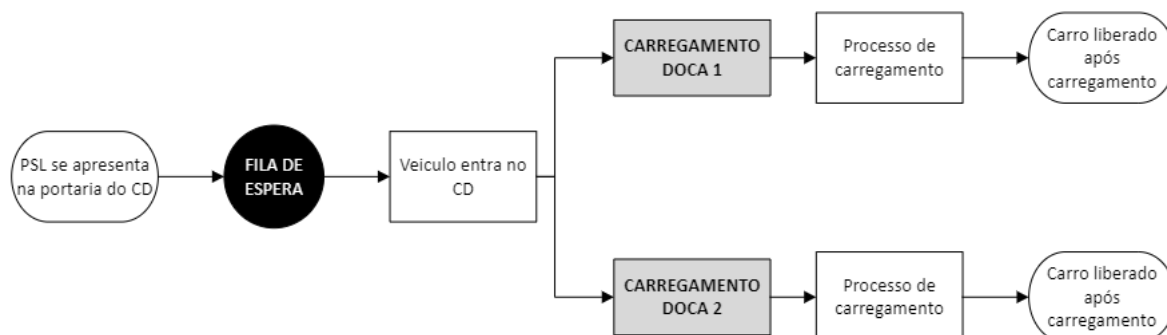
4.5 PARÂMETROS DA FILA

Com o objetivo de maior entendimento do cenário atual do objeto da pesquisa, se faz necessária a compreensão da dinâmica do sistema. Dessa forma, pode-se combinar as informações a fim de levantamento de hipóteses.

As filas estão presentes no processo de expedição CD sempre que há um pico de vendas. Em algumas semanas, há um alto custo de diárias ocasionadas pelo alto volume de veículos que passam mais de 24 horas para ser carregado. As filas ocupam o pátio externo do CD, por vezes causando problemas na manobra de veículos que estão aguardando o carregamento. Como existe uma variabilidade grande de veículos, com capacidades e dimensões físicas diferentes, há também um crescente descontentamento dos PSLs em seguir com carregamento, principalmente os que trabalham com rotas mais curtas, que por vezes ocasiona transtornos entre os condutores. Além disso, alguns clientes da empresa são montadoras com alta exigência na janela de recebimento dos seus produtos, despontuando a empresa nos indicadores de performance enquanto fornecedora sempre que há um atraso ocasionado pelo fornecedor.

Para uma melhor visualização das filas, estas foram representadas na Figura 11.

Figura 11 - Fluxo de atendimento



Fonte: O autor (2023)

De acordo com a Figura 11, as filas do CD se centralizam antes da etapa de carregamento, formando a fila externa. Dentro do CD, há dois postos de atendimento (Doca 1 e 2), cada um com uma equipe dedicada para esse processo, que representam um posto de atendimento. Essas definições confirmam que o modelo de fila **Canal único atendimento múltiplo** é aplicável.

A fim de aplicar o modelo às filas proposto para aplicação no CD, é necessário definir alguns parâmetros, incluindo a taxa de chegada (λ) e a taxa de atendimento (μ). Os dados coletados consistem no **número de clientes que chegam na fila de espera, tempo de espera na fila e o tempo de atendimento**. Conforme abordado na metodologia do presente trabalho, foram coletados 6 meses de registros desse processo, utilizando apenas os dias úteis para a operação (segunda à sábado), no segundo semestre do ano de 2022. Vale ressaltar, que os dados sofreram um tratamento com o objetivo de aproximar ao máximo da realidade, dessa forma, foram retirados outliers do período, como feriados e dias em que o comportamento da operação sofreu alguma oscilação devido à acidentes, quebra de equipamentos e dias em que a operação rodou como “extra” para atendimento de demandas pontuais. Entretanto, alguns indicadores calculados podem ser explicados por esse fato. Os dados coletados foram divididos em tópicos para uma melhor compreensão da coleta e dos resultados.

4.5.1 Taxa de chegada

Para mensurar o número de veículos que chegam na fila, foram coletados, para cada dia, o dia e o horário de cada veículo a chegar no sistema, em seguida foi calculada a diferente em horas entre as chegadas. Após essa mensuração, foi realizada a média diária de acordo com o quantitativo de carros atendidos naquele dia. Posteriormente, é abordada de forma mais detalhada a forma desse cálculo. A formula é apresentada na Figura 12. A média diária representa o número de clientes que chegaram na fila por hora do referido dia. Os dados coletados estão representados no gráfico da Figura 13.

Figura 12 – Fórmula utilizada para cálculo das médias

$$Média\ diária = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{(i)} - x_{i-1})}{n}$$

Fonte: O autor (2023)

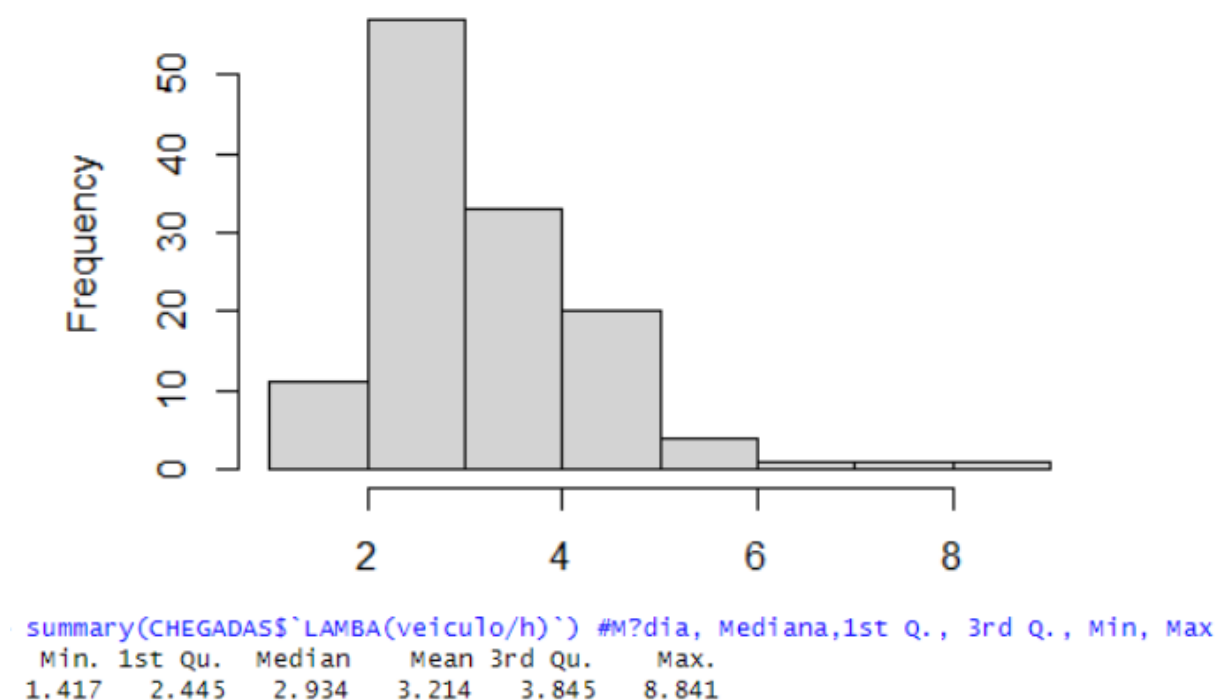
Onde:

n = Número total de carros atendido no dia;

x = horário em que o veículo chegou.

Conforme a Figura 12, foi calculada a soma das diferenças individuais entre a chegada *i* e a chegada anterior (*i* – 1). Ao final, afim de se obter a média diária, foi dividido esse total pelo número total de carros atendido no dia.

Figura 13 – Histograma e médias diárias de chegadas por hora



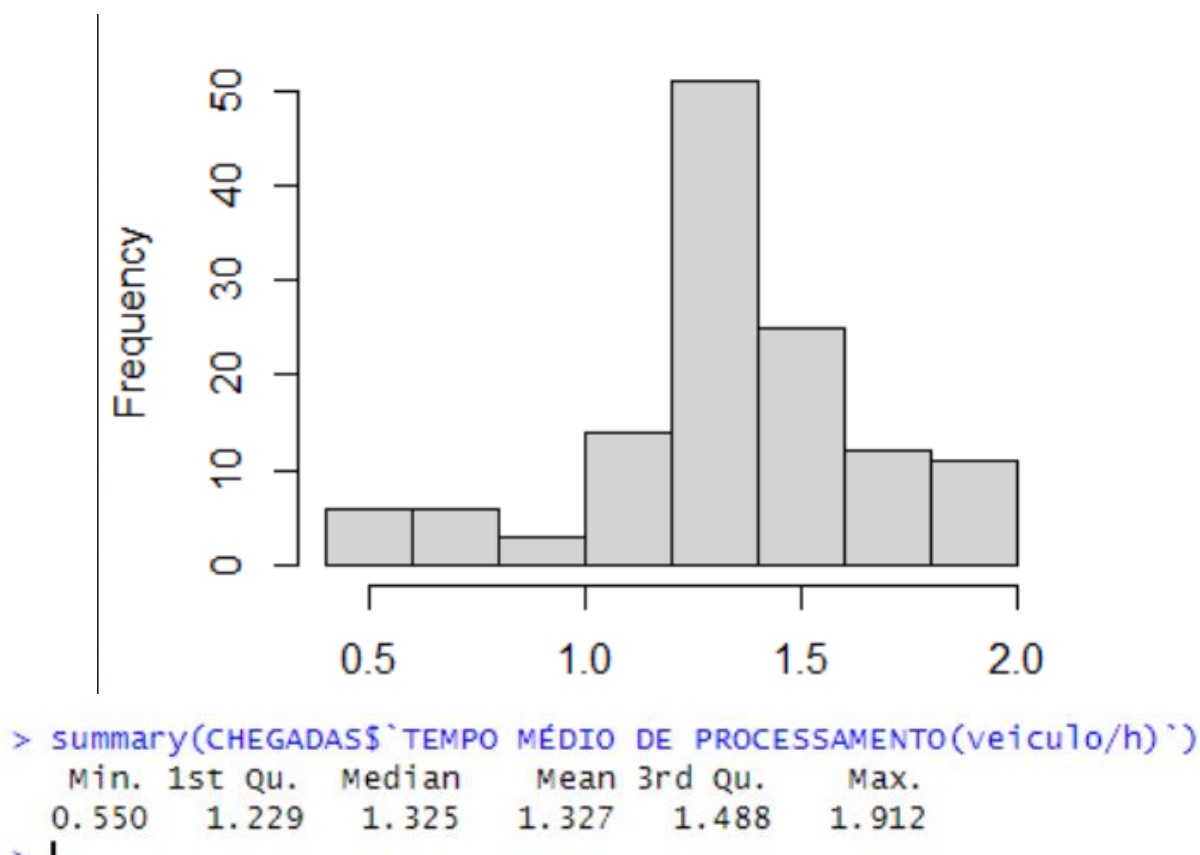
Fonte: O autor (2023)

Considerando o histograma, percebemos que a maior parte das médias se encontram entre 2 e 4, com alguns outliers acima de 6. Dado o exposto, temos que $\lambda = 3,214$ ou seja, por hora, em média chegam 3 veículos a cada hora.

4.5.2 Taxa de atendimento

Levando em consideração que existe duas docas de carregamento e que o carro é direcionado para a doca vazia quando é chamado, os valores foram obtidos atrás da diferença entre o horário em que o carro entra para o carregamento e a hora em que é finalizado o processo. De forma idêntica à taxa de chegada. Os tempos coletados foram divididos pelo total de carros que foram atendidos naquele dia, geraram uma média diária. Os dados coletados estão representados na Figura 14 a seguir:

Figura 14 – Histograma e médias diárias de chegadas por hora



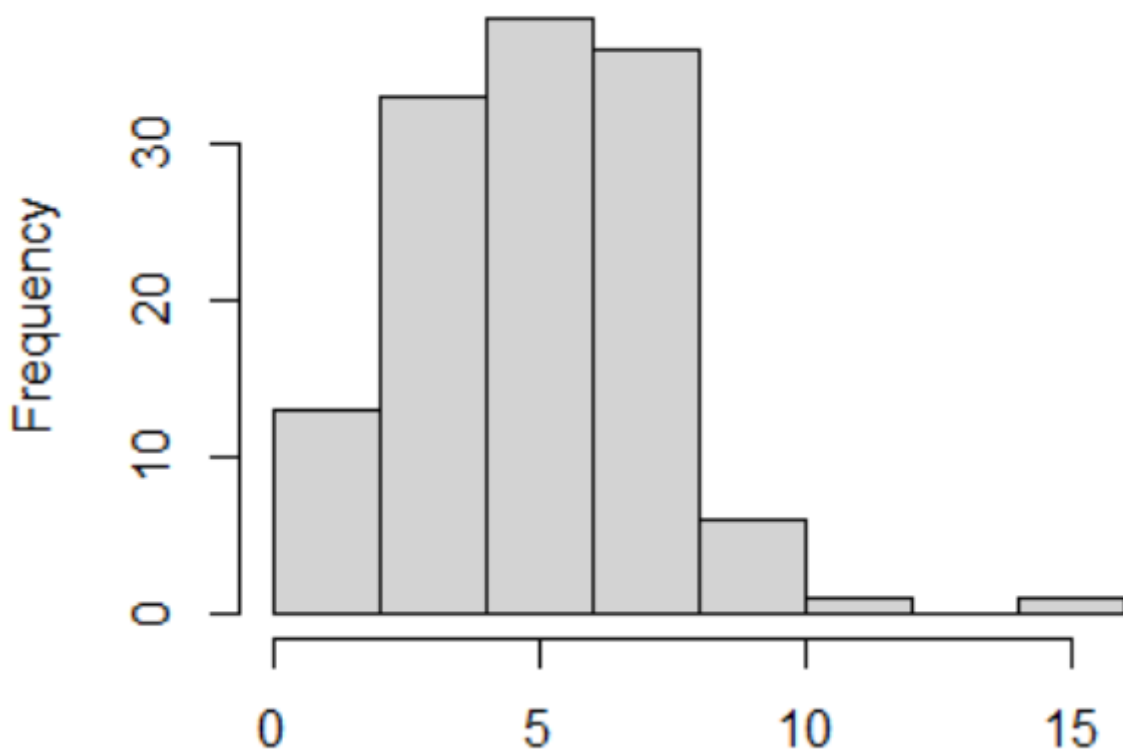
Fonte: O autor (2023)

Considerando o histograma, percebemos que a maior parte das médias se encontram entre 1 e 1.5 clientes por hora, com alguns outliers abaixo de 1. Dado o exposto, temos que $\mu = 1,327$ ou seja, por hora, em média são atendidos 1,33 veículos.

4.5.3 Mensuração do tempo de espera nas filas

Para essa mensuração, foi calculada a diferença entre o horário de chegada do veículo na fila de atendimento e o horário em que o carro entrou para ser carregado. Os dados coletados estão representados na Figura 15 a seguir:

Figura 15 – Histograma e médias diárias horas em fila



```
> summary(CHEGADAS$`TEMPO médio em FILA(h)`)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 1.356  3.155   4.839   4.922  6.449  15.247
```

Fonte: O autor (2023)

Considerando o histograma, percebemos que a maior parte das médias se encontram entre 0 e 5 horas em que os carros passaram em fila, com alguns outliers acima de 10 horas. Dado o exposto, temos que, **em média**, um veículo passa 4,92 horas para ser atendido.

4.5.4 Aplicação do modelo Canal Único Atendimento Múltiplo (M/M/k)

Por fim, após as observações e coleta de dados, concluímos por hipóteses que a fila do CD, segue uma distribuição exponencial e de Poisson, com disciplina de fila FIFO (primeiro a entrar, primeiro a sair), sendo sua fila única, com múltiplos canais de atendimento. Sendo assim, os dados mensurados como a taxa de chegada (λ) e a taxa de atendimento (μ), servem de parâmetros para o modelo.

Primariamente, foi calculado o estado atual do sistema, através do fator de utilização ρ dado pela e a probabilidade do sistema está vazio P_0 , ambos com base nas formulas apresentadas previamente no **Quadro 1** são representados na Figura 16.

Figura 16 – Parâmetros e valores para o cenário atual (K=2)

Parâmetros	Valores
λ	3,214
μ	1,327
k	2
$\rho = \frac{\lambda}{k\mu} < 1$	1,21 ou 121%
$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{n=k-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \frac{k\mu}{k\mu - \lambda}}$	-0,085 ou -8,5% = 0%

Fonte: O autor (2023)

Onde:

λ = taxa média de chegada de veículos;

μ = taxa média de atendimento

k = número de canais de atendimento

Conforme os indicadores calculados e apresentados na Figura 15, pode-se inferir que o CD está sobrecarregado com uma alta taxa de utilização de sua infraestrutura de expedição, indicando que existe uma demanda significativa para o processo de expedição. Uma outra hipótese para o $\rho > 1$ é a probabilidade de chegada constante de carros no sistema, durante as 24 do dia, não se limitando ao período em que a expedição está rodando. Nesse sentido, é factível considerar que entre o final do atendimento de um dia e o começo do atendimento do dia seguinte, a fila tende a crescer. Considerando também o recorte do período estudado, onde houveram alguns picos de vendas relatados pela operação, ocasionando um maior volume de cargas a serem expedidas. A média de veículos esperando na fila é relativamente alta, o que implica que o centro está enfrentando atrasos na expedição de cargas. Para reduzir os tempos de espera e melhorar a eficiência do processo, é razoável considerar a adição de mais servidores para que se possa absorver a demanda necessária ou

otimizar o processo de carregamento para aumentar a taxa de serviço. O tempo médio de espera de um veículo na fila é longo, o que, em casos de atraso pode afetar negativamente a satisfação do cliente e/ou do PSL responsável por aquela carga, além de potencialmente levar a gargalos no processo de distribuição.

4.5.5 Simulação do modelo M/M/k com $k > 2$

Conforme apresentado, diante da impossibilidade da aplicação da teoria das filas e das equações do modelo Canal Único Atendimento Múltiplo no cenário atual do CD, pode-se inferir que, para os parâmetros atuais do sistema e do processo, o sistema apresenta uma utilização acima de 100%.

Dessa forma, é razoável a hipótese de que, com a $k > 2$, há uma melhora nos indicadores de desempenho do sistema.

A fim de melhorar o processo de expedição do CD e utilizar as medidas de desempenho da teoria das filas, foi realizada a simulação do modelo Canal Único Atendimento Múltiplo, supondo a adequação do sistema de expedição do CD para adição de uma ou duas novas docas de expedição. Ou seja, $K=3$ e $K=4$, em sequência. Para esse estudo foram utilizados os mesmos parâmetros coletados anteriormente de **taxa média de chegada** e a **taxa média de atendimento**, variando apenas o K para entender os impactos nos indicadores de desempenhos.

No estudo da projeção dos cenários com $k=3$ e $k=4$, foi utilizado o pacote “*queueing*” do soft R para calcular os parâmetros das filas, conforme mostram as Figura 17, Figura 18 e Figura 19.

Figura 17 – Report da simulação de filas para $K=3$

```

> Report(o_mmc2)
The inputs of the model M/M/c are:
lambda: 3.21, mu: 1.33, c: 3, n: 0, method: Exact

The outputs of the model M/M/c are:

The probability (p0, p1, ..., pn) of the n = 0 clients in the system are:
0.05460762
The traffic intensity is: 2.41353383458647
The server use is: 0.804511278195489
The mean number of clients in the system is: 5.10724400629966
The mean number of clients in the queue is: 2.6937101717132
The mean number of clients in the server is: 2.41353383458647
The mean time spend in the system is: 1.5910417465108
The mean time spend in the queue is: 0.839162047262678
The mean time spend in the server is: 0.75187969924812
The mean time spend in the queue when there is queue is: 1.28205128205128
The throughput is: 3.21
> C_erlang(c=3,r=3.11/1.33)
[1] 0.6140724

```

Fonte: O autor (2023)

Para $K=3$, temos que a probabilidade de ter zero clientes no sistema é 0,0546, o que indica que o sistema costuma estar ocupado. A intensidade do tráfego é 2,41, que é maior que 1, indicando que o sistema ainda apresenta sobrecarga. A utilização do servidor é de 0,80, que é alta, indicando que os servidores estão sendo usados com eficiência. O número médio de clientes no sistema é 5,11, o que indica que o sistema está sobrecarregado. O número médio de veículos na fila é de 2,69, o que indica que os mesmos precisam esperar na fila antes de serem atendidos. O tempo médio gasto no sistema é de 1,59, o que é relativamente alto, indicando que os clientes têm que esperar muito tempo para serem atendidos. O tempo médio gasto na fila é de 0,84, o que também é alto. O tempo médio gasto no servidor é 0,75, indicando que os servidores estão processando os clientes com eficiência. O tempo médio gasto na fila quando há fila é de 1,28, indicando que os clientes têm que esperar muito tempo na fila. Por fim, o throughput é igual ao nosso λ , com o valor de 3,21, que é o número médio de clientes atendidos por unidade de tempo.

Por fim, a probabilidade de todos os servidores estarem ocupados é de 0,61, o que indica que o sistema está muito carregado e com alta probabilidade de congestionamento. Portanto, o CD precisa tomar medidas para melhorar o desempenho do processo de expedição, como aumentar o número de servidores ou reduzir a taxa de chegada de clientes.

Figura 18 – Report da simulação de filas para $K=4$

```

> Report(o_mmc3)
The inputs of the model M/M/c are:
lambda: 3.21, mu: 1.33, c: 4, n: 0, method: Exact

The outputs of the model M/M/c are:

The probability (p0, p1, ..., pn) of the n = 0 clients in the system are:
0.08173892
The traffic intensity is: 2.41353383458647
The server use is: 0.603383458646616
The mean number of clients in the system is: 2.85681876662508
The mean number of clients in the queue is: 0.443284932038619
The mean number of clients in the server is: 2.41353383458647
The mean time spend in the system is: 0.889974693652674
The mean time spend in the queue is: 0.138094994404554
The mean time spend in the server is: 0.75187969924812
The mean time spend in the queue when there is queue is: 0.473933649289099
The throughput is: 3.21
> C_erlang(c=4,r=3.11/1.33)
[1] 0.2676994

```

Fonte: O autor (2023)

Figura 19 – Comparativo dos cenários

```

> i_mmc2 <-NewInput.MMC(lambda=3.21, mu=1.33, c=3, n=0)
> o_mmc2 <-QueueingModel(i_mmc2)
> i_mmc3 <-NewInput.MMC(lambda=3.21, mu=1.33, c=4, n=0)
> o_mmc3 <-QueueingModel(i_mmc3)
> CompareQueueingModels2(list(o_mmc2, o_mmc3))

```

	lambda	mu	c	k	m	RO	P0	Lq	wq	X	L
1	3.21	1.33	3	NA	NA	0.8045113	0.05460762	2.6937102	0.839162	3.21	5.107244
2	3.21	1.33	4	NA	NA	0.6033835	0.08173892	0.4432849	0.138095	3.21	2.856819
				w	wqq	Lqq					
1	1.5910417	1.2820513	5.115385								
2	0.8899747	0.4739336	2.521327								

Fonte: O autor (2023)

Para melhor visualização de dados, os resultados dos cenários foram expostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Consolidado dos cenários simulados

Indicador	Equação de cálculo para o modelo M/M/K	Cenário k=2	Cenário k=3
Tempo de espera no sistema	$W = \frac{\mu(\lambda/\mu)^k P_0}{(k-1)!(k\mu - \lambda)^2} + \frac{1}{\mu}$	1,59 h	0,88 h
Tempo de espera na fila	$Wq = \frac{\mu(\lambda/\mu)^k P_0}{(k-1)!(k\mu - \lambda)^2}$	0,84 h	0,14 h
Número de clientes esperando no sistema	$L = \frac{\lambda\mu(\lambda/\mu)^k}{(k-1)!(k\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$	5,11 veículos	2,85 veículos
Número de clientes esperando na fila	$Lq = \frac{\lambda\mu(\lambda/\mu)^k P_0}{(k-1)!(k\mu - \lambda)^2}$	2,69 veículos	0,44 veículos
Probabilidade que uma chegada tenha que esperar	$Pk = \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{k\mu}{k\mu - \lambda} P_0$	0,6140 ou 61,40%	0,2677 ou 26,77%
Probabilidade do sistema está vazio	$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{n=k-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n\right] + \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{k\mu}{k\mu - \lambda}}$	0,055 ou 5,5%	0,082 ou 8,2%

Fonte: O autor (2023)

No primeiro cenário, com três servidores, os resultados mostram que o sistema possui uma intensidade de tráfego de 2,41, que é maior que um, indicando que o sistema está sobrecarregado. A utilização do servidor é de 80,45% e a probabilidade de zero clientes no sistema é de 5,46%. A média de clientes no sistema é de 5,11 e na fila é de 2,69. O tempo médio gasto no sistema é de 1,59 h, e na fila é de 0,84 h.

No segundo cenário, a utilização do servidor reduz para 60,34%, o que é uma melhoria em relação ao cenário anterior. A probabilidade de zero clientes no sistema é de 8,17%, maior do que antes, indicando um melhor desempenho do sistema. A média de clientes no sistema reduz para 2,86 e na fila para 0,44. O tempo médio gasto no sistema reduz para 0,89 h e na fila para 0,14 h.

A fórmula Erlang-C é utilizada para calcular a probabilidade de um cliente aguardar atendimento. No primeiro cenário, a probabilidade é de 61,41% e, no segundo cenário, reduz para 26,77%. Esse resultado indica que a adição de mais um

servidor no sistema tem um impacto significativo no tempo de espera dos clientes, que no cenário atual gira em torno de 5 horas.

Vale ressaltar, que as taxa de chegada e de atendimento não foram alteradas, permaneceram as mesmas nos três cenários. De acordo com a Figura 19, vemos que

Para o cenário $K=3$, a taxa de utilização ainda é alta em torno de 80%, implicando que o sistema ainda se encontra razoavelmente sensível a aumento de demanda, onde provavelmente seria necessário mais um canal de atendimento, já no cenário ótimo a taxa de utilização é cerca de 60% um pouco mais da metade, nesse caso, um aumento na demanda não traria grandes problemas, pois os postos conseguiriam atender até o dobro da demanda atual.

Da aplicação do modelo M/M/K no processo em estudo, conclui-se por fim que, a adição de um ou 2 postos de atendimento pode trazer ganhos significativos para o sistema, permitindo que o mesmo rode de forma mais síncrona, resultando em um maior equilíbrio do processo. Dessa forma, conseguindo atingir melhores indicadores de desempenho, conforme apresentados anteriormente. Entretanto, é importante ressaltar que a adição de uma nova doca envolve um custo de adequação de sua infraestrutura. Bem como tange aspectos de segurança na movimentação de cargas, devido ao tráfego das empilhadeiras. Dessa forma, é encorajado a busca de outras ações que impactem positivamente o processo de expedição do CD em estudo.

4.6 APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE

A fim de enriquecer o plano de ação com as evidências que foram coletadas durante as observações do funcionamento do sistema, foi incrementado a essa pesquisa os dados dos formulários não-estruturados que foram aplicados semanalmente nas visitas. Os resultados das observações e dos relatórios foram explorados na utilização de ferramentas de gestão da qualidade, sendo elas: Gráfico de Pareto e Ishikawa que por fim culminam, junto ao estudo anterior de aplicação de teoria das filas, num plano de ação na matriz 5W2H.

4.6.1 Gráfico de Pareto

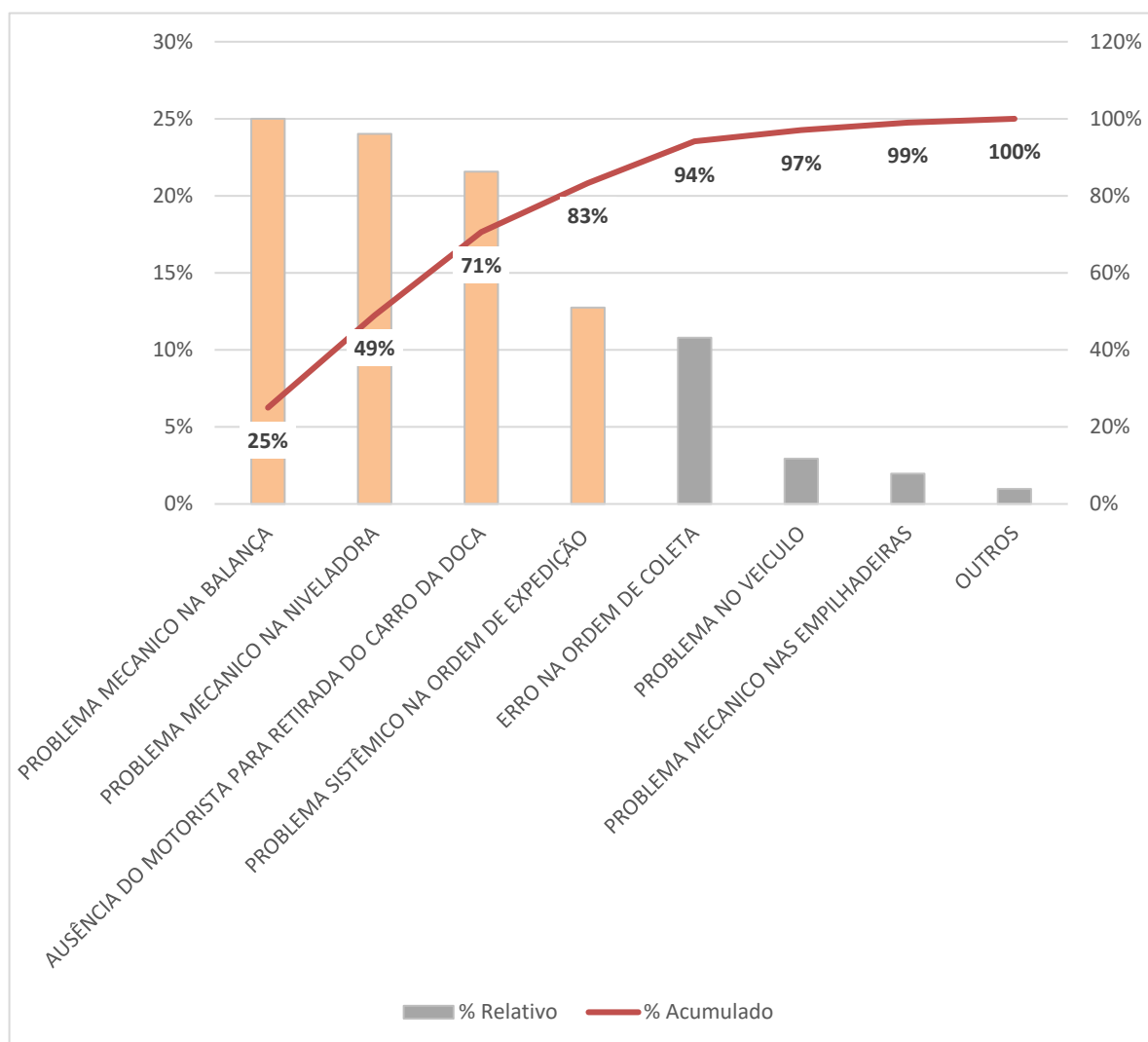
Diante das observações feitas no local do estudo, foi possível observar algumas inconformidades na prestação do serviço, tanto por parte da transportadora e do PSL, quanto por parte da equipe do CD. O registro desses foram realizadas durante as visitas semanais. Foram divididos o problema em alguns grupos para uma melhor

análise e priorização dos principais, diante disso, para melhor análise desses problemas foi elaborado o Quadro 2 com a frequência e na sequência o Gráfico de Pareto, que está exposto na Figura 20.

Quadro 2 - Frequência de não-conformidades

RELAÇÃO DE NÃO CONFIRMIDADES				
Ordem	NÃO CONFORMIDADES	Quantidade relatada	% Relativo	% Acumulado
1°	PROBLEMA MECANICO NA BALANÇA	77	25%	25%
2°	PROBLEMA MECANICO NA NIVELADORA	74	24%	49%
3°	AUSÊNCIA DO MOTORISTA PARA RETIRADA DO CARRO DA DOCA	66	22%	71%
4°	PROBLEMA SISTÊMICO NA ORDEM DE EXPEDIÇÃO	39	13%	84%
5°	ERRO NA ORDEM DE COLETA	33	11%	94%
6°	PROBLEMA NO VEÍCULO	9	3%	97%
7°	PROBLEMA MECÂNICO NA EMPILHADEIRA	6	2%	99%
8°	OUTROS	3	1%	100%
	TOTAL	407	100%	

Fonte: O autor (2023)

Figura 20 – Pareto de não-conformidades

Fonte: O autor (2023)

Através do gráfico da Figura 20 identifica-se que os dois principais problemas da empresa, impactando juntos 51% das não conformidades, são problemas mecânicos em algum equipamento envolvido no processo da expedição, onde muitas vezes acontecem de forma inesperada, sendo necessária uma manutenção corretiva, impactando no tempo de atendimento e consequentemente aumentando a fila de espera para o processo de carregamento.

4.6.2 Diagrama de Ishikawa

Todos os problemas encontrados no serviço de expedição levam a um problema maior que é o atraso no processo de carregamento, ou seja, são inúmeras as causas que levam a um alto tempo para expedição dos pedidos, de acordo com

Figura 22 – Plano de ação - 5W2H

Etapas	Ação 1	Ação 2	Ação 3	Ação 4	Ação 5
O que (Who)	Ajuste da capacidade de expedição do CD	Realizar manutenção de forma preventiva	Registrar Não-Conformidades(NC) de forma continua	Padronizar prestação de serviço entre as transportadoras	Redução de erros em Ordens de Expedição
Porque? (Why)	A capacidade de atendimento atual está extrapolada, causando diversos custos extras.	Quebras dentro do horário de funcionamento do CD são extremamente prejudiciais para a operação.	O registro recorrente de NCs auxilia no processo de melhoria continua do processo.	A falta de padronização do atendimento entre os PSL gera conflitos entre os colaboradores e PSL, afetando o tempo do ciclo de carregamento.	A ocorrência de erros em Ordens de Expedição implica na parada do processo de carregamento até que o erro seja corrigido.
Quando (When)	A definir	A definir	A definir	A definir	A definir
Onde (Where)	No Centro de Distribuição	No Centro de Distribuição	No Centro de Distribuição	Transportadoras/Centro de distribuição	No setor de Administração de Vendas
Quem (Who)	Lideranças do Centro de Distribuição	Lideranças do Centro de Distribuição	Na área de TI da empresa	Responsável administrativo	Responsável administrativo
Como (How)	Alteração do Layout para desenvolvimento de outras Docas de expedição	Construção de Plano de Manutenção preventiva para equipamentos do processo de expedição	Adicionar registros de Não-Conformidades(NC) ao aplicativo existente	Desenvolvimento e aculturação de fluxo-padrão de atendimento junto a transportadoras	Desenvolvimento de travas no ERP para redução de erros nas Ordens de Expedição

Fonte: O autor (2023)

Todas as Ações descritas no plano ainda não fazem parte do projeto de organização da empresa, são apenas medidas propostas pelo estudo. Dessa forma se faz necessário um acompanhamento das atividades desenvolvidas e a conscientização das lideranças responsáveis pela gestão do CD, bem como os colaboradores do setor. A avaliação da viabilidade financeira não foi realizada para nenhuma das ações propostas. Bem como não foram definidas datas para execução. Sugere-se que as ações sejam tomadas na ordem a qual foi apresentação na matriz da Figura 22.

O plano de ação elaborado para o caso em estudo tem por finalidade a melhoria dos processos de expedição, oferecendo assim um serviço de maior qualidade, buscando atingir os níveis de tolerância de espera pela organização.

5. CONCLUSÕES

O objeto de estudo deste trabalho foi a aplicação da teoria das filas em combinação de ferramentas de gestão da qualidade no processo de expedição de um CD. Inicialmente, foi mapeado o processo e identificados pontos relevantes do modelo de negócio da empresa, afim de que essas informações corroborassem com os resultados obtidos na aplicação das ferramentas propostas.

As ferramentas foram aplicadas na investigação das causas que estariam ocasionando falhas no processo, falhas estas que são relacionadas ao tempo de ciclo do processo. A falta de qualidade no processo de expedição acaba gerando uma insatisfação dos colaboradores e dos PSLs, pois tanto incide em uma recorrente necessidade de turnos extras não-planejados, quanto permanência do PSL por longos períodos no local da expedição, o que gera insatisfação, bem como eventualmente atraso na entrega de pedidos de clientes estratégicos da empresa problema este que pode comprometer significativamente as vendas da empresa.

Com a aplicação destas ferramentas foi possível a elaboração de hipóteses para verificação de possíveis causas que desencadearam os problemas, sendo aceitável a proposta de melhorias. Conforme metodologia, ao calcular as medidas de desempenho do sistema foi possível se obter as taxas de processamento, de chegada dos clientes e utilização do sistema. Possibilitou ainda cálculos do tamanho da fila, número de clientes no sistema e ainda os tempos de espera.

Com os dados obtidos das não conformidades de processo, foram aplicadas diferentes ferramentas qualitativas que com o intuito de explorar as oportunidades do processo. A aplicação de Pareto explicitou diversas falhas, que demonstraram a ineficiências no processo em estudo, como recorrentes falhas mecânicas na infraestrutura da expedição, bem como oportunidades de melhoria de processo prévios a expedição, como a emissão de ordens de expedição e de coleta.

O diagrama de Ishikawa permitiu a criação de várias hipóteses de causas que acarretavam no atraso nos processos de carregamento, levando em consideração as diferentes áreas como, método, mão de obra, material e máquina. A exploração destas suposições possibilita a percepção de ações a serem tomadas para um melhor aproveitamento da capacidade do sistema, afim de melhorar o processo.

Após a análise dos resultados obtidos através do uso combinado das ferramentas da qualidade e dos resultados obtidos com a aplicação do modelo de filas proposto, foi possível a criação de um plano de ação que foi elaborado com propostas

para a melhoria da prestação de serviço oferecida pela empresa, considerando que a empresa em questão tem por objetivo se tornar um centro de excelência em expedição.

Assim, os objetivos do estudo foram atingidos, pois foi possível a identificação das deficiências no sistema, como a aplicação das ferramentas da qualidade e elaboração do plano de ação para propostas de melhoria.

Para trabalhos futuros, é sugerida a aplicação de outros modelos de filas, afim do desenvolvimento de uma perspectiva de comparação da aderência dos dados aos modelos, buscando uma melhor representação matemática do processo real. Uma possibilidade seria a aplicação do modelo de processo estocástico de Poisson. Outra sugestão seria a reaplicação do modelo de filas escolhido em um período de tempo maior, afim de enriquecer a abordagem dessa pesquisa com informações de sazonalidade de demanda, bem como o teste da aplicação após a aplicação das melhorias propostas no plano de ação apresentado.

REFERÊNCIAS

AMIGO, V.; RODRIGUES, A. Lean management in the 21st century: a systematic review. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 10, n. 4, p. 718-741, 2016.

ANTUNES JUNIOR, J. A. V. Plano de ação 5W2H: uma ferramenta para a melhoria contínua dos processos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

ANWAR, M. F. et al. An application of Pareto chart, Ishikawa diagram and queuing theory to improve quality in order fulfillment process. *International Journal of Quality Engineering and Technology*, v. 8, n. 4, p. 319-341, 2020.

ARAÚJO, F. B. O uso do diagrama de Pareto para a melhoria contínua da qualidade em uma indústria farmacêutica. 2015. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão da Qualidade) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-A2QF23/1/monografia_versao_final_bruno_ara_ujo.pdf. Acesso em: 18 abr. 2023.

ARAUJO, S. S.; GUEDES, M. V. P. Utilização da teoria das filas como ferramenta de gestão em uma empresa prestadora de serviços de segurança eletrônica. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 3, n. 5, p. 20-31, 2018.

ARTALEJO, J. R.; ECONOMOU, A. An introduction to queueing systems. Boca Raton: CRC Press, 2019.

BABBIE, E. A prática da pesquisa social. Cengage Learning, 2016.

BARBOSA, M. R. L. S.; OLIVEIRA, R. C. A. Utilização da teoria das filas na otimização de processos industriais: um estudo de caso. *Revista Eletrônica de Administração*, v. 21, n. 3, 2015.

BARRETO, M. D. A. Qualidade em serviços de saúde: uma revisão integrativa. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 40, n. 131, p. 38-47, 2015.

BHAT, M. S.; MUKHERJEE, S. A comparative analysis of queueing models: M/M/1 and M/M/c. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, v. 118, n. 20, p. 1-10, 2018.

BOUZID, M. et al. Queueing systems management in call centers: A simulation-based approach. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 35, p. 83-90, 2015. CAMPOS, A. R. A.;

CAMPOS, V. F. TQC: Controle da Qualidade Total. Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1992.

CAO, J.; CAO, J. Queueing theory and network applications. Cham: Springer, 2019.

CARDOSO, F. A. C. A.; JESUS, J. A. N. A. Aplicação de teoria de filas em serviços de transporte. In: Anais do Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2017. Disponível em: <http://www.cneg.org.br/artigos2017/51.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2023.

CHAVES, L. C. Qualidade em serviços de atendimento ao cliente. Faculdade de Ciências Humanas, Exatas e Letras de Rondônia, 2007.

CHEN, M. et al. Application of simulation modeling in manufacturing: a review of literature. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 90, n. 1-4, p. 579-595, 2017.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: abordagens de métodos qualitativos, quantitativos e mistos. Publicações da Sage, 2014.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. Projeto de pesquisa: abordagens de métodos qualitativos, quantitativos e mistos. Publicações Sage, 2018.

DA SILVA, J. Q. B. Aplicação da teoria das filas no sistema de atendimento de um restaurante universitário. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Universidade Federal da Paraíba. Paraíba, 2017.

FILHO, J. V. T.; & CARNEIRO, P. S. Z. Aplicação de ferramentas da qualidade para padronização: um estudo de caso no setor de pricing do grupo mateus. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2022.

FUJIMOTO, R. M. Parallel and distributed simulation systems. Hoboken: Wiley, 2020.

FURTADO, R. T.; DE SOUSA JABBOUR, A. B. L.; DE SOUZA FREITAS, W. R. ISO 9001 certification and its effects on companies' financial performance: a systematic literature review. International Journal of Quality & Reliability Management, 2021.

GANESAN, G.; AL-AMMAR, M. R.; SHAIKH, S. J. Application of 5W2H and Queuing Theory for Optimization of Order Dispatch Process in E-commerce Warehouse. International Journal of Industrial Engineering Computations, v. 12, n. 1, p. 53-64, 2021.

GARCIA, J. V.; DE OLIVEIRA, D. G.; DA SILVA, S. L. A gestão da qualidade em centros de distribuição. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 11, n. 2, p. 117-127, 2016.

GARZA, L. A. et al. A comparative analysis of queue management systems for hospitals: a theoretical approach. IEEE Access, v. 9, p. 31306-31318, 2021.

GHOLAMI, A.; RAFIIE, R.; EBRAHIMPOUR, V.; PAKNEJAD, J. Using simulation approach to optimize airport passenger terminal and luggage handling system: a case study. Journal of Air Transport Management, v. 63, p. 1-12, 2017.

GOKCEN, H. et al. Improving customer service quality in banks using fuzzy-QFD: a case study in Turkey. International Journal of Bank Marketing, v. 38, n. 5, p. 962-982, 2020.

GOMES, R. L. F.; SILVA, M. A. D.; PEREIRA, A. E. R. Uso da teoria das filas em sistemas de saúde: uma revisão integrativa. Revista Brasileira de Ciências da Saúde, v. 22, n. 2, p. 163-172, 2018.

GÓMEZ-CORRAL, A. Stochastic models in queueing theory. 2nd ed. Springer, 2015.

GROSS, D.; HARRIS, C. M. Fundamentals of queueing theory. 5th ed. Wiley, 2008.

GUEDES, L. A.; ARAUJO, S. A. Teoria das filas: uma revisão teórica. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 18, n. 1, p. 42-57, 2013.

GUPTA, R. K. et al. Customer satisfaction in banking industry: a comparative study of public and private sector banks. International Journal of Bank Marketing, v. 38, n. 3, p. 531-549, 2020.

HAN, X. et al. Modeling and simulation of the passenger check-in process in airport terminals based on queueing theory. Simulation Modelling Practice and Theory, v. 98, p. 101961, 2019.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introdução à pesquisa operacional. 10th ed. Bookman, 2014. SILVA, Marcos Antonio da; SILVA, Wagner Cezar da. Análise do diagrama de Ishikawa em uma empresa do ramo alimentício: estudo de caso. Revista Eletrônica Produção & Engenharia, v. 3, n. 1, p. 95-108, 2013.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introduction to operations research. McGraw-Hill, 2010.

JIA, P., ZHANG, H., & WANG, J. (2018). Waiting time prediction model of container ships based on queueing theory. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 67, 1-10.

JIMENEZ, L. et al. Queue management system in the retail industry: a case study. *International Journal of Engineering Business Management*, v. 11, p. 1-9, 2019.

JURAN, J. M. (1992). *Juran: qualidade, planejamento e melhoria para a qualidade*. Bookman editora.

KHAN, F. H., BAJWA, I. S., AL-SHARQAWI, S. S., & AL-MAHROOQI, S. (2019). Modelling and simulation of warehousing systems: A review. *International Journal of Production Research*, 57(19), 6086-6108.

KHEIRY, B.; ZANGENEH, A. Implementation of Total Quality Management (TQM) and its impact on improving the performance of organizations. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, v. 10, n. 9, p. 52-59, 2020.

KIJIMA, M. (2010). *Introduction to queueing theory and stochastic teletraffic models*. Springer.

KIM, S., JUNG, T., & LEE, H. (2018). Queueing network model for a call center with impatient customers. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 14(1), 299-315.

KOTHARI, C. R. *Metodologia de Pesquisa: Métodos e Técnicas*. New Age International, 2004.

LACERDA, L. C. M., de SOUZA, R. B., & MAIA, M. P. (2017). Sistema de Gestão da Qualidade em Centros de Distribuição. In: *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*, pp. 1-15.

LI, Jialin; WANG, Jinting; QIU, Peihua. A queueing model for impatient customers in a call center. *Journal of Industrial and Management Optimization*, v. 14, n. 3, p. 1145-1158, 2018.

Li, X., Yang, Y., Feng, J., & Huang, J. (2017). Simulation study of port production logistics based on discrete event system. *Journal of Marine Science and Application*, 16(1), 98-104.

Li, X., Yang, Y., Liu, Q., & Cheng, J. (2020). Simulation analysis of production logistics of container terminal based on discrete event system. *International Journal of Simulation Modelling*, 19(3), 561-573.

LOPES, C. F.; CARVALHO, L. M. M. Teoria das filas: uma ferramenta para otimização de processos logísticos em empresas. *Revista de Ciências Gerenciais*, v. 21, n. 28, p. 75-89, 2017.

MONTEIRO, M. T. P. (2005). *Análise de filas: uma abordagem prática*. Blucher.

MORAN, J. W.; BRIGHTMAN, B. K.; PAULINS, V. A. The future of Six Sigma. *Quality progress*, v. 40, n. 9, p. 21-27, 2007.

MOREIRA, D. A. *Administração da produção e operações*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

NAHMIAS, S. *Production and operations analysis*. 7th ed. Hoboken: Wiley, 2016.

NEUTS, M. F. *Matrix-geometric solutions in stochastic models: an algorithmic approach*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1981.

NOGUEIRA, M. E. A. O uso do diagrama de Pareto na gestão da qualidade: um estudo de caso em uma indústria metalúrgica. 2017. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão de Projetos) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2017. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream>

OLIVEIRA, L. G.; & DE SOUZA, B. G. Análise de fatores que favorecem a ocorrência de não conformidades nas asas de aves de corte. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2022.

OLIVEIRA, T. L. *Simulação Computacional Aplicada ao Tráfego: Uma Análise do Fluxo de Veículos na Praça Tiradentes em Ouro Preto (MG)*. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Ouro Preto, 2009.

PARETO, Vilfredo. *Cours d'Economie Politique*. Droz, 1896.

PERDONÁ, G. S. et al. Análise de filas de espera: aplicação em uma agência bancária. *Revista de Administração da UFSM*, v. 10, n. 4, p. 793-806, 2017.

RASHIDIAN, A.; LUNDQVIST, P.; DZAE, A. M. Estimation of waiting times in emergency departments using a dynamic queuing model. *Health Care Management Science*, v. 23, n. 3, p. 406-416, 2020.

ROSS, S. M. *Introduction to Probability Models*. 11th ed. Boston: Academic Press, 2013.

SILVA, F. F. D.; PEIXOTO, M. D. R. G.; RAMOS, L. F. P. Public transportation quality assessment using queuing theory and passenger surveys. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 126, p. 227-243, 2019.

SILVA, R. S.; OLIVEIRA, P. R.; RIBEIRO, I. G. Análise da gestão da qualidade em um centro de distribuição de medicamentos. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa*, v. 17, n. 2, p. 211-228, 2018.

SINGH, V.; SHARMA, S. A review of queueing theory: important concepts and techniques. *International Journal of Applied Mathematics and Statistics™*, v. 55, n. 1, p. 52-60, 2016.

SOUZA, E. V.; DE MELLO, J. C. C. B. S. A gestão da qualidade em centros de distribuição: um estudo de caso em uma empresa de tecnologia. *Revista Eletrônica de Administração e Turismo*, v. 9, n. 2, p. 295-315, 2020.

STEVANATO, Isabela Cristina; ALMEIDA, Márcia Regina. Ferramentas da qualidade: uma revisão sistemática da literatura. *Production*, v. 30, e20200062, 2020.

TAHA, H. A. *Operations Research: An Introduction*. 8th ed. Pearson Education, 2008.

TENÓRIO, R. *Gestão da Qualidade*. Ed. Saraiva, 2011.

TSIMBOURIS, J. et al. A systematic review of queuing theory applications in health care. *Journal of Health Organization and Management*, v. 33, n. 2, p. 198-216, 2019.

VIANA, A. C. Q.; COSTA, A. S. *Modelagem e análise de sistemas de filas: teoria e prática*. Blucher, 2014.

WELLER, Paula. *Fundamentos de Gestão de Processos*. Atlas, 2014.

APÊNDICE A – BASE COM MÉDIAS DIÁRIAS DE TEMPOS

DIA	Tempo médio diário em fila (h)	Média diária de tempo em atendimento(h)	Taxa média de atendimento (veiculo/h)	Taxa média de chegada (veiculo/h)
Dia 1	6,01	1,91	1,18	2,47
Dia 2	1,36	2,08	1,90	3,39
Dia 3	3,08	1,98	1,31	2,40
Dia 4	1,69	2,03	1,33	2,49
Dia 5	6,92	1,31	0,58	3,82
Dia 6	6,50	2,53	1,48	2,44
Dia 7	2,91	2,99	0,55	2,52
Dia 8	3,62	2,41	1,23	3,66
Dia 9	4,25	2,08	1,31	2,15
Dia 10	3,40	2,06	1,35	3,77
Dia 11	6,78	2,44	1,43	1,93
Dia 12	3,41	2,30	1,51	1,89
Dia 13	5,25	2,63	0,59	2,51
Dia 14	5,43	1,75	1,34	3,43
Dia 15	6,44	2,37	0,68	2,06
Dia 16	1,36	2,37	1,16	2,81
Dia 17	7,00	1,98	1,17	2,02
Dia 18	4,20	2,51	1,40	2,18
Dia 19	4,78	4,00	1,21	2,43
Dia 20	1,53	1,69	1,82	3,03
Dia 21	4,24	1,97	0,96	3,08
Dia 22	4,85	2,24	0,65	5,51
Dia 23	3,56	2,54	1,30	3,59
Dia 24	5,88	4,11	1,76	3,31
Dia 25	4,48	1,79	1,14	2,71
Dia 26	6,42	1,80	1,23	3,96
Dia 27	6,02	2,86	0,61	1,57
Dia 28	3,44	3,02	1,32	3,72
Dia 29	4,49	2,70	1,26	3,15
Dia 30	5,70	4,37	1,30	2,29
Dia 31	4,39	2,45	1,66	2,57
Dia 32	7,13	4,22	1,73	2,93
Dia 33	3,19	2,00	1,23	4,03
Dia 34	7,53	2,03	1,60	2,10
Dia 35	1,99	2,23	1,17	1,84
Dia 36	5,38	2,59	0,87	2,45
Dia 37	1,98	2,85	1,89	3,79
Dia 38	6,48	1,76	1,34	3,09
Dia 39	4,48	3,07	1,28	2,39
Dia 40	2,62	2,27	1,30	5,92
Dia 41	3,23	2,91	1,83	1,90

Dia 42	1,88	3,14	1,80	4,41
Dia 43	4,42	1,58	1,23	2,47
Dia 44	5,38	2,33	1,37	4,51
Dia 45	2,86	0,94	1,35	4,58
Dia 46	1,86	2,76	1,37	1,86
Dia 47	7,98	3,14	1,23	3,11
Dia 48	5,19	3,86	1,32	3,52
Dia 49	7,93	3,86	1,66	3,09
Dia 50	6,40	8,28	1,81	4,55
Dia 51	8,41	2,20	1,61	2,90
Dia 52	3,21	3,50	1,71	3,18
Dia 53	3,80	1,83	0,65	2,01
Dia 54	2,03	3,64	1,48	3,18
Dia 55	6,68	5,85	1,31	3,05
Dia 56	7,31	3,33	0,60	6,67
Dia 57	2,32	4,46	1,51	2,19
Dia 58	4,27	1,35	1,45	2,61
Dia 59	15,25	2,68	0,60	3,41
Dia 60	6,22	6,60	0,70	3,93
Dia 61	2,03	2,79	1,23	2,37
Dia 62	6,59	4,30	1,23	4,90
Dia 63	5,15	2,48	1,37	4,06
Dia 64	2,75	2,41	0,80	4,47
Dia 65	5,44	1,74	1,79	2,06
Dia 66	4,10	3,68	1,27	3,08
Dia 67	7,18	2,61	1,13	2,30
Dia 68	7,70	2,22	1,33	2,44
Dia 69	3,60	3,03	0,58	2,45
Dia 70	8,19	2,03	1,43	2,94
Dia 71	3,00	1,90	1,72	1,75
Dia 72	1,67	3,65	1,32	2,95
Dia 73	1,55	2,94	1,22	2,74
Dia 74	2,72	3,15	1,30	4,65
Dia 75	2,88	1,71	1,23	2,82
Dia 76	4,82	4,25	1,42	3,91
Dia 77	4,71	2,03	1,44	2,61
Dia 78	5,63	1,96	1,73	3,83
Dia 79	2,23	1,92	1,68	4,06
Dia 80	3,71	0,76	1,30	4,16
Dia 81	4,49	3,05	1,50	3,66
Dia 82	6,56	2,41	1,38	2,82
Dia 83	3,55	1,74	1,25	1,42
Dia 84	5,27	2,12	1,04	2,31
Dia 85	5,84	3,16	1,04	2,80
Dia 86	6,19	1,61	1,60	2,90
Dia 87	7,95	2,97	1,30	8,84

Dia 88	1,83	1,49	1,23	2,56
Dia 89	2,48	2,80	1,82	2,23
Dia 90	7,02	2,55	1,23	5,25
Dia 91	3,27	1,75	1,54	2,69
Dia 92	6,31	2,57	1,28	3,50
Dia 93	3,18	3,40	0,81	4,44
Dia 94	5,56	2,84	1,35	3,00
Dia 95	6,22	3,40	1,28	2,36
Dia 96	5,19	3,16	1,39	2,92
Dia 97	5,57	2,12	1,43	2,59
Dia 98	1,42	3,17	1,14	2,55
Dia 99	8,53	2,52	1,34	4,41
Dia 100	2,27	2,75	1,89	2,60
Dia 101	2,32	2,01	1,33	3,15
Dia 102	3,10	2,05	1,52	1,87
Dia 103	6,01	2,48	1,46	4,30
Dia 104	5,11	2,18	1,29	1,78
Dia 105	2,28	3,14	1,17	1,94
Dia 106	5,73	1,79	1,23	3,88
Dia 107	2,92	1,61	1,50	3,19
Dia 108	4,16	1,88	1,08	2,75
Dia 109	9,38	2,22	1,30	7,54
Dia 110	7,34	2,51	1,57	4,40
Dia 111	6,65	3,94	1,43	2,50
Dia 112	10,69	4,17	1,45	4,09
Dia 113	7,37	3,98	1,23	4,32
Dia 114	6,86	1,77	1,42	3,00
Dia 115	6,87	3,81	1,19	4,42
Dia 116	3,05	2,54	1,81	2,82
Dia 117	6,16	2,49	1,34	4,48
Dia 118	9,57	3,48	1,24	4,24
Dia 119	6,76	2,73	1,89	3,44
Dia 120	6,12	2,20	1,88	3,91
Dia 122	1,72	2,86	1,56	2,42
Dia 123	4,10	2,71	1,46	2,09
Dia 124	4,33	3,96	1,91	2,78
Dia 125	8,04	5,50	1,34	5,36
Dia 126	6,46	1,71	1,16	3,70
Dia 127	4,64	2,85	1,15	2,69
Dia 128	5,94	3,18	1,48	2,51
Dia 129	5,12	1,40	1,48	2,90

APÊNDICE B – PLANILHA DE CONTROLE NÃO CONFORMIDADES

Controlador de Não conformidades

CONFIGURAÇÃO						
DT	TIPO DE NÃO CONFORMIDADE	SETOR RESPONSÁVEL	DATA	Data de resolução	Trabalho Perdido Estimado (em horas)	Detalhamento de situação
324354	EMPILHadeira	TRANSPORTADORA X	13/02/2023	14/04/2023	1	
324354	Ordem de Expedição Incorreta	CD	09/03/2023	09/04/2023	2	
324354	Ordem de Expedição Incorreta	CD	09/01/2023	10/03/2023	3	
324354	Categoria 2	ADM VENDAS	19/01/2023	29/01/2023	1	
324354	Ordem de Expedição Incorreta	TRANSPORTADORA Y	19/01/2023	28/02/2023	3	
324354	MOTORISTA AUSENTE	ADM VENDAS	18/02/2023	28/02/2023	5	
324354	Ordem de Expedição Incorreta	TRANSPORTADORA Z	06/03/2023	30/03/2023	3	
324354	MOTORISTA AUSENTE	ADM VENDAS	11/03/2023	19/04/2023	2	
324354	MOTORISTA AUSENTE	TRANSPORTADORA Y	05/02/2016	09/06/2016	2	