

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

WILLIAN ANDRÉ STROMBECK BICUDO

**GERENCIAMENTO DE FILAS: A APLICAÇÃO NO CASO DE UM CENTRO DE
DISTRIBUIÇÃO VAREJISTA**

**LONDRINA
2023**

WILLIAN ANDRÉ STROMBECK BICUDO

**GERENCIAMENTO DE FILAS: A APLICAÇÃO NO CASO DE UM CENTRO DE
DISTRIBUIÇÃO VAREJISTA**

Queue management: the application in the case of a retail distribution center

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Rogério Tondato.

LONDRINA

2023



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

WILLIAN ANDRÉ STROMBECK BICUDO

**GERENCIAMENTO DE FILAS: A APLICAÇÃO NO CASO DE UM CENTRO DE
DISTRIBUIÇÃO VAREJISTA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 19 de junho de 2023

José Angelo Ferreira
Doutorado
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Silvana Rodrigues Quintilhano
Doutorado
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Rogério Tondato
Doutorado
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LONDRINA

2023

Dedico este trabalho à minha família e amigos pelos
momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Rogério Tondato, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala e da Bateria Gorilada.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, e amigos pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

"A logística é a chave para transformar a complexidade em simplicidade, garantindo que as operações fluam de maneira suave e eficiente."
(CHRISTOPHER; 2016).

RESUMO

A formação de filas acontece quando o número de pessoas ou matéria-prima excede a capacidade do sistema de atendimento ou de transformação da matéria. Ao mesmo tempo que são consideradas uma consequência natural das operações de serviços ou processos produtivos, também podem ser estudadas diversas maneiras de administrá-las. O gerenciamento de filas torna-se necessário e fundamental para que elas não se tornem gargalos dentro do processo, assumindo o papel de limitadores do fluxo operacional. O estudo das filas pode ser aplicado em diversas áreas, sendo uma delas, o Varejo. Neste ambiente, as filas podem estar alocadas em várias partes da cadeia de suprimentos: Recebimento nos centros de distribuição, retirada de materiais do depósito para o ponto de venda, atendimento de clientes no caixa, entre outros processos dentro da cadeia. O objetivo deste trabalho é criar uma simulação do recebimento e expedição de cargas em um centro de distribuição, afim de estudar filas formadas no processo. O Software utilizado é o Flexsim, e, através da simulação e da análise dos resultados propõe-se sugestões de melhorias para o sistema.

Palavras-chave: Gerenciamento de filas; Cadeia de Suprimentos; Centro de distribuição; Varejo.

ABSTRACT

Queue formation occurs when the number of people or raw materials exceeds the capacity of the service or material transformation system. While queues are considered a natural consequence of service operations or production processes, there are also various ways to manage them. Queue management becomes necessary and essential to prevent them from becoming bottlenecks within the process, assuming the role of limiting operational flow. The study of queues can be applied in various areas, including Retail. In this environment, queues can be found in various parts of the supply chain: receiving at distribution centers, material retrieval from the warehouse to the point of sale, customer service at the cashier, among other processes within the chain. The objective of this work is to create a simulation of cargo receiving and dispatching in a distribution center in order to study queues formed in the process. The software used is Flexsim, and through simulation and analysis of the results, suggestions for system improvements are proposed.

Keywords: Queue management; Supply chain; Distribution center; Retail.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|-----------|
| Figura 1: Dados do Centro de Distribuição..... | 27 |
| Figura 2: Ambiente de simulação no Flexsim..... | 27 |
| Figura 3: Chegada das cargas | 28 |
| Figura 4: Descarga de produtos | 29 |
| Figura 5: Armazenagem dos materiais por tipo de produto..... | 30 |
| Figura 6: Esteiras de leitura e redirecionamento de falhas para o armazém..... | 31 |
| Figura 7: Esteira de retorno das caixas defeituosas para o armazém | 31 |
| Figura 8: Montagem de cargas para expedição..... | 32 |
| Figura 9: Expedição das cargas montadas..... | 33 |
| Figura 10: Tabelas de Quantidade de expedição e chegada de caminhões | 34 |
| Figura 11: Quantidade de caixas defeituosas por tipo de produto..... | 35 |
| Figura 12: Gráfico de rosca do percentual de atividade do sorter | 35 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|---|
| FIFO | <i>First in First out</i> |
| CD | Centro de Distribuição |
| ERP | <i>Enterprise Resource Planning</i> |
| WMS | <i>Warehouse Management System</i> |
| CRM | <i>Customer Relationship Management</i> |
| TMS | <i>Transortation Management System</i> |
| ASLOG | Associação Brasileira de Logística |
| DES | <i>Discrete Event Simulation</i> |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 | Objetivos | 12 |
| 1.2 | Justificativa..... | 13 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 14 |
| 2.1 | Conceitos de logística | 14 |
| 2.2 | Logística de distribuição | 14 |
| 2.3 | Principais ferramentas logísticas | 15 |
| 2.4 | Teoria das filas | 16 |
| 2.5 | O gerenciamento de filas na logística | 17 |
| 2.6 | Gerenciamento de filas nos centros de distribuição | 19 |
| 2.7 | Trabalhos correlatos | 20 |
| 3 | MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA | 22 |
| 4 | SIMULAÇÃO..... | 25 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 34 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 36 |
| | REFERÊNCIAS..... | 37 |

1 INTRODUÇÃO

A crescente necessidade das organizações em atender seus clientes de maneira mais rápida e efetiva vem sendo considerada vantagem competitiva no mercado. Por isso, tem se tornado cada vez mais importante gerenciar aspectos que podem atrasar os processos, sejam nas etapas de atendimento ou de produção. Essas medidas têm como objetivo evitar desperdícios de tempo, tanto do cliente como da própria empresa. Dentro desse cenário, a tratativa de gargalos dentro dos processos passou a ser ponto principal nas organizações. A formação de filas, pode ser considerada um desses gargalos, que as empresas tentam minimizar cada vez mais.

Conceitualmente, filas representam a soma de clientes ou produtos que estão esperando um processo ou serviço, juntamente com os que já estão sendo atendidos por estes. (FERREIRA; 2011). Esta espera influencia diretamente na experiência e expectativa do cliente em relação ao processo, e está diretamente atrelada à qualidade do serviço. Dentro do varejo, pode-se identificar a necessidade do gerenciamento de filas em várias etapas da cadeia de suprimentos, as quais podem ou não serem visíveis aos olhos do cliente. Ainda assim, estão sendo contabilizadas no resultado, que é o atendimento e consequente satisfação do cliente.

Essas etapas podem ser brevemente resumidas como compra, recebimento, exposição e venda. Na compra, é necessário fazer o gerenciamento da carteira de compras dos fornecedores, criar agendas de compra de acordo com parâmetros que envolvem características de cada fornecedor: Tempo de entrega, disponibilidade de produto, quantidade de clientes, entre outros fatores. Depois da etapa de compra, durante o recebimento, o gerenciamento de filas é essencial para o processo acontecer de maneira fluida, sem que caminhões fiquem parados aguardando processos internos ou até mesmo aguardando outras entregas.

Na etapa de exposição do produto, pode ser levado em consideração a regra do FIFO (First In First Out – FIFO - primeiro a entrar, primeiro a sair), ou outros critérios: data de vencimento do produto, itens em promoção, materiais em falta no mercado, dentre outras situações que influenciam na prioridade em que estes materiais têm em sair do depósito e ir para o ponto de venda. Depois que o cliente encontra o produto no ponto de venda e decide pela compra, ele passa por mais uma fila, de atendimento. Esta tem impacto direto na percepção do cliente. Entretanto caso

as filas anteriores em que o produto passa antes de chegar às mãos do cliente não sejam bem administrados, pode gerar uma experiência de compra ruim para o cliente.

Um dos grandes problemas da cadeia de suprimentos do Varejo é quando não há agilidade nos centros de distribuição. A lentidão no recebimento dos caminhões ou na armazenagem tem impacto em todos os processos seguintes do centro de distribuição. A má administração das filas que se formam ao longo do processo pode causar atraso nas entregas para as filiais, rupturas nas áreas de venda e custos que poderiam ser evitados.

Dentro deste cenário, como o gerenciamento de filas pode melhorar o recebimento do material no CD (Centro de Distribuição), e conseqüente melhoria no nível de serviço ao cliente final?

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é estudar o processo de chegada e saída de caminhões em um centro de distribuição

Como objetivos específicos, tem-se:

- Realizar um levantamento de referencial sobre o tema de filas;
- Elaborar um levantamento dos tempos de carga/descarga no centro de distribuição;
- Propor uma simulação das filas para o caso do centro de distribuição
- Propor ações de melhoria

1.2 Justificativa

Segundo Giansesi e Corrêa (1994, p.197), as filas são um aspecto importante da gestão de serviços, e a maneira que são gerenciadas são condições diretamente relacionadas à percepção do cliente em relação à qualidade do serviço. Johnston e Clark (2002) argumentam que a insatisfação dos clientes pode ter como causa a demora no tempo de atendimento no tempo de espera para obter um produto.

Trazendo para os níveis anteriores da cadeia de suprimentos, o gerenciamento das filas do processo antes da ação do cliente, podem ser vantagem competitiva da empresa em relação aos concorrentes. Dessa maneira, torna-se essencial o planejamento do recebimento pelo agendamento das entregas dos fornecedores.

Tendo em vista o problema da má administração das filas levantado anteriormente, torna-se essencial o estudo de métodos e estratégias para evitar que as filas se tornem gargalos nos processos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceitos de logística

De acordo com Ballou (1993), logística é a ciência que estuda as maneiras que a administração pode promover maior rentabilidade nos serviços de distribuição para os clientes e consumidores. Atua também no planejamento, controle e organização de recursos para as atividades de movimentação e armazenagem, visando facilitar o fluxo de produtos.

A definição de logística apresentada por Baglin et al. (1990) pode ser descrita como a gestão do fluxo de matérias primas, e de produto para os clientes. De maneira objetiva, pode-se afirmar que a Logística trabalha na alocação de recursos durante a cadeia de suprimentos, desde o recebimento da matéria prima, até a entrega do produto para o cliente final. Durante o processo, várias ferramentas logísticas podem ser aplicadas para otimizar este fluxo

A Logística também pode ser definida como a busca da organização em atender da melhor maneira possível seus consumidores, buscando eficiência e economia em seus processos, sempre buscando atender às necessidades de seus clientes. Em tempos em que os processos produtivos, métodos e meios de comunicação interagem de maneira cada vez mais dinâmica, a logística evolui com o objetivo de acompanhar as necessidades do mercado (KAMINSKI, 2004)

Para Paoleschi (2009) o objetivo da Logística é disponibilizar o produto ou serviço correto no local, tempo e condições desejadas pelo cliente.

Complementando, para Ballou (2006), a logística é o conjunto de atividades que se acontecem ao longo da cadeia que a matéria-prima percorre até ser convertida em produto acabado. Essas atividades agregam valor para o consumidor

2.2 Logística de distribuição

A Logística assume papel estratégico fundamental na conquista e fidelização de clientes (KAMINSKI,2004). Esse papel torna-se ainda mais importante no ambiente competitivo em que as empresas se encontram atualmente, onde a boa logística passa a ser vantagem competitiva importante.

A Logística que atua na distribuição tem como característica agregar valor aos produtos ou serviços. Além do mais, tem papel importante na fidelização de clientes e

de manutenção de mercados já conquistados, ou até mesmo expandir as áreas de atuação da empresa.

Para Ching (2001) a Logística pode ser entendida como uma relação que envolve a empresa, o cliente e o consumidor, tendo como missão assegurar que a matéria-prima seja trabalhada e transformada em produto, e entregue ao consumidor final.

A distribuição depende diretamente da realização do pedido, o processamento do mesmo, separação nos estoques, e das operações de carregamento e transporte, até chegar na entrega. Todas essas etapas impactam diretamente na área de venda e na precificação do produto, que incorpora todos os custos desta etapa no preço final ao consumidor. (BOWERSOX *et al*, 2006)

Sendo uma área tão abrangente, é natural que a Logística apresente uma série de ferramentas que auxiliem no seu objetivo final, que é atender o cliente. Essas ferramentas também podem ser utilizadas para otimizar processos e evitar gargalos. Conseqüentemente, quando são aplicadas, agregam valor na experiência do consumidor final.

2.3 Principais ferramentas logísticas

Atualmente, o mercado está extremamente competitivo e tecnológico. A tendência é que as indústrias fiquem cada vez mais tecnológicas e eficientes. Para acompanhar essa tendência, o Varejo precisa escolher ferramentas de logística para otimizar seus processos e evoluir um conjunto com as indústrias e o mercado.

Diante dessa necessidade, torna-se essencial explorar essas ferramentas e entender como elas podem otimizar os processos. Em um centro de distribuição, é essencial que elas sejam aplicadas, inclusive, em conjunto, para obter maiores

- Os *ERP – Enterprise Resource Planning* são sistemas de informação integrados, segundo Tuteja (2000) “ERP pode ser definido como uma ferramenta estratégica que equipa a empresa com as capacidades de integrar e sincronizar funções isoladas, em processos otimizados, para se obter vantagem competitiva em um turbulento ambiente de negócios.”. O ERP pode englobar as atividades que abrangem desde a Logística de entrada até as atividades de Logística de saída do produto, podendo abranger também parte de atividades de marketing e vendas

- Os *WMS - Warehouse Management System* ou Sistema de Administração de Armazenagem são uma ferramenta de gerenciamento de armazéns que facilita as operações de movimentação e armazenagem de materiais (NOVAES,2016). Trata-se de um software cujo objetivo é dar suporte ao processo operacional dos armazéns, observando as variáveis que estão atuando sobre o mesmo.

- Sistemas de Gestão de Estoque – Essencial na Gestão de qualquer empresa, esse tipo de sistema possibilita o controle do estoque ou da produção de um processo. Auxilia também na prevenção de rupturas, já que oferece a integração entre produção x estoque x vendas. Este tipo de sistema integra setores, fornece dados de operações e movimentações de estoque, dá sugestões de reposição, antecipa períodos de alta demanda com base em históricos e pode também fazer análises de custos de produção.

- *CRM – Customer Relationship Management* – Trata-se de uma interface de contato entre consumidor e empresa. Este sistema coleta dados de perfil de clientes, armazenando todas as interações consumidor x empresa.

- *TMS – Transportation Management System* ou Sistema de Gestão de Transporte – Essa ferramenta foca na movimentação de mercadorias. Esse sistema possibilita o planejamento de entregas com múltiplas paradas, maximização de cargas, ou até fazer o fracionamento de cargas.

Todas estas ferramentas podem auxiliar na eliminação ou redução de gargalos e atrasos no sistema. Quando o gerenciamento de filas é realizado tendo como base estas ferramentas, a redução de gargalos torna-se inevitável e o processo ocorre de maneira mais rápida e eficiente.

2.4 Teoria das filas

De acordo com Torres (2015), a Teoria das filas é um método estatístico que estima o tempo de espera dos clientes em um determinado serviço. O autor afirma ainda que as filas são resultado da falta de programação, pois se fosse possível organizar e prever as chegadas, seria possível evitar as esperas e não haveria as filas. Segundo autor, o processo de fila é caracterizado por três elementos: Regime de chegada; Regime de Serviço; Disciplina da fila.

Torres (2015) diz que o regime de filas inclui a especificação da população de clientes, sendo finita ou infinita e o intervalo de tempo entre chegadas. O autor também afirma que no regime de serviço existem três aspectos a serem considerados: Disponibilidade do serviço, sendo que alguns estão sempre disponíveis, outros tem restrições de horário; Capacidade do sistema, caracterizada pelo número de clientes que podem ser atendidos simultaneamente e duração do tempo de serviço de cada cliente, que pode ser constante ou aleatória

A disciplina da fila refere-se ao conjunto critérios ou características que determinam a ordem de atendimento dos clientes. Ordem de chegada, atendimento aleatório, prioridade para categorias de clientes como idosos ou portadores de necessidades especiais, entre outros.

2.5 O gerenciamento de filas na logística

Para Lovelock e Wright (2002) o conceito de filas pode ser representado como uma linha de pessoas, objetos ou veículos que aguardam atendimento. Também destacam que a formação dessas a quantidade de chegada de clientes excede a capacidade de atendimento do Sistema.

Já Johnston e Clark (2002) afirmam que a formação de filas é um resultado natural das atividades da produção ou do serviço, e que são inevitáveis.

De acordo com Schemmer (1999) existem múltiplas formas de administrar uma fila: Aplicar o controle estatístico da qualidade do serviço, diminuir suas variáveis ou aumentar sua capacidade. O Autor também afirma que a utilização total da capacidade de um processo está diretamente relacionada ao aumento do tempo de espera

Segundo Fitzsimoons e Fitzsimoons (2000) a demanda excede a capacidade de atendimento quando o tempo de chegada de um novo cliente é menor do que o tempo de atendimento e prestação do cliente anterior.

Las Casas (2006) afirma que a qualidade em serviços está relacionada á satisfação do cliente, ou seja, quanto menor for o tempo de espera do cliente nas filas, mais irá perceber valor no serviço. O Gerenciamento das filas é um desafio constante para os serviços. Schemmer (1999) afirma que a prestação de um serviço de má qualidade ou com tempo de espera muito grande atrapalha diretamente no relacionamento do cliente com a empresa, ou seja, é fundamental que o prestador do

serviço esteja ciente da importância que o bom gerenciamento de filas tem no processo.

Diante disso, existem várias maneiras que as empresas podem trabalhar sua cadeia de suprimentos a fim de diminuir os tempos das filas. Segundo Ganesi e Correa (1994) O gerente de processos pode buscar formas de atenuar a percepção do cliente em relação a demora das filas, como desenvolver o ambiente de espera com recursos atrativos ou demonstrar que o atendimento já foi iniciado mesmo quando o cliente ainda está na fila. Também afirmam que, as filas e como elas são gerenciadas são aspectos dos mais sensíveis e importantes na percepção do cliente quanto à qualidade do serviço prestado, devendo merecer, numa maioria das vezes, grande atenção gerencial”.

Ganesi e Correa (1994) também afirmam que, para o cliente, a sensação de espera é mais importante na concepção do cliente sobre o serviço do que necessariamente o tempo real que o cliente demora para ser atendido.

Schemmer (1999), apresenta uma listagem de princípios que o gestor deve estar ciente e tratar para desenvolver uma boa concepção no cliente: As esperas antes do início do atendimento podem parecer mais longas que quando o atendimento já começou; A ansiedade do cliente, que faz com que se crie uma a percepção de espera parecer mais longa; As esperas incertas duram mais que as esperas conhecidas; As esperas não explicadas são maiores que as esperas explicadas; As esperas injustas parecem maiores que as esperas justas; Quanto mais valioso o serviço, mais tempo o cliente esperará; Esperas individuais parecem maiores que as esperas em grupo.

Schemmer (1999) também apresenta o conceito de “problemas de filas de espera” que também devem ser avaliados pelo gestor das operações, pois são capazes de atingir negativamente as operações. O autor os classifica em: Processo de chegada dos clientes que normalmente acontece de forma variável e incerta; Disciplina da fila que define a política de atendimento. Geralmente adota-se a regra First-In-First Out (FIFO) onde o primeiro a chegar será o primeiro a ser atendido; Processo de serviço que apresenta a forma e as atividades para a prestação do mesmo. A quantidade de filas, e as etapas para a prestação do serviço. Neste item podem ser identificadas atividades desnecessárias que retardam o fluxo.

Outro fator a ser analisado é a maneira que o Sistema de filas está configurado: Lovelock e Wright (2002) explicam que as filas podem ser classificadas em: Fila única, atendente único, etapa única; Fila única, atendentes únicos em etapas

sequenciais; Filas paralelas para múltiplos atendentes; Filas específicas para atendentes específicos; Fila única para múltiplos atendentes (fila do tipo “cobra”) e Fila com aplicação de senha (os atendentes podem ser únicos ou múltiplos).

Para Andrade (2009), existem diversos modelos da Teoria das Filas, entre eles, o canal único e fila única e canais múltiplos e fila única. No canal único e fila única são estabelecidas as seguintes condições nos processos de chegada e de atendimento aos clientes:

As chegadas se processam segundo uma distribuição de Poisson com média λ e chegada/tempo. Os tempos de atendimento seguem a distribuição exponencial negativa com média $1/\mu$. O atendimento à fila é feito por ordem de chegada. O número de clientes potenciais é suficientemente grande para que a população seja considerada infinita.

Para os canais múltiplos e fila única Andrade (2009) indica as seguintes características: As chegadas se processam segundo a distribuição de Poisson, com média de λ chegadas/unidades de tempo. Os tempos de atendimento, por canal, seguem a distribuição exponencial negativa, com média de $1/\mu$. O atendimento é feito por ordem de chegada; O número de canais de serviço no sistema é S . O número de clientes é suficientemente grande para que a população possa ser considerada infinita; O ritmo de serviço é μ . A condição de estabilidade do sistema é $\lambda < \mu$.

Cada tipo de fila apresenta suas vantagens e desvantagens, e possuem características que podem ser mais bem direcionadas para determinado tipo de serviço ou processo. O ajuste dessas desvantagens pode ser feito através de técnicas de simulações por computador. Com o objetivo de melhorar o desempenho de um Sistema, a modelagem de filas possibilita que as variáveis do sistema sejam avaliadas e criadas propostas melhorias para diminuir o tempo de espera de clientes na fila.

2.6 Gerenciamento de filas nos centros de distribuição

A Associação Brasileira de Logística (ASLOG, 2010) define os centros de distribuição como armazéns que tem como função a gestão dos estoques de mercadorias e distribuição física. O CD recebe a carga do fornecedor e a fraciona. Depois disso, o produto é armazenado e eventualmente, redistribuído para as demais unidades da empresa (BARROS, 2005).

A maior variedade de produtos dentro do varejo e a necessidade de atendimento rápido ao cliente faz do centro de distribuição agente fundamental para

suportar a demanda de pedidos. Em suma, dentre as principais atividades de um CD estão o Recebimento, que é o início do caminho do produto no Centro de distribuição. Trata da entrada dos produtos, conferência física de quantidade e qualidade em relação aos pedidos e recebimento das notas fiscais. O processo de recebimento de produtos começa quando o veículo entra no CD e estaciona na doca. Depois disso, começa a contagem e descarga do material. Em alguns CDs poderá haver equipamentos para nivelar o caminhão com a plataforma, com isso evita-se eventuais acidentes durante a movimentação de mercadorias (MOURA, 1997).

Após o recebimento da carga, poderá ocorrer a transferência do material da área de recebimento ao local de estocagem ou a separação, quando se retiram os alocam ao espaço para consolidação dos pedidos, sem necessariamente estocar o produto, processo conhecido como *Cross-Docking*. Portanto, a movimentação desses materiais é uma das atividades principais do CD.

Quando o *Cross-Docking* não acontece e o produto é armazenado, deve ser gerenciada a utilização do espaço e dos recursos operacionais, e um bom sistema de endereçamento para facilitar a localização dos produtos no interior do CD. Este processo é denominado de Armazenagem.

O *Picking* tem como objetivo a localização, seleção e separação do produto nas quantidades corretas. Segundo Drury (1998), esta atividade é responsável por cerca de 60% dos custos operacionais em um CD. A expedição é a última atividade desempenhada pelo CD. É responsável pela conferência e carregamento de veículos. Também realiza a validação do pedido e da nota fiscal, emite documentos de expedição e pesagem da carga.

2.7 Trabalhos correlatos

Tsui e Chang (1990) apresentam um modelo de alocação de docas que tem como objetivo minimizar a distância total das viagens dentro do terminal. Este modelo é conhecido como Problema de Atribuição Quadrático (*Quadratic Assignment Problem*) e formularam um algoritmo baseado na técnica *branch-and-bound*.

Por outro lado, Boysen (2010) trata de um problema especial de agendamento de caminhão na indústria alimentícia de uma grande cadeia de varejo alemão onde a necessidade do material em estar refrigerado proíbe o seu armazenamento intermediário, de tal maneira de que os materiais devam constantemente estar sendo alocados nos caminhões refrigerados de saída, funcionando quase como um Cross-

Docking. Os objetivos do algoritmo criado são a minimização do tempo de escoamento e diminuição tempo de processamento e atraso. O modelo criado propõe a doca seja dividida de maneira de que um lado receba os caminhões de entrada, e outro lado de saída de material.

Os modelos de simulação de filas são criados por softwares que simulam o movimento de mercadorias e pessoas através de um centro de distribuição ou outro tipo de instalação. Esses modelos podem ser usados para analisar e otimizar sistemas de gerenciamento de filas. Existem vários tipos de modelos de simulação de filas que podem ser usados em centros de distribuição

- *Discrete event simulation* (DES) ou Simulação de evento discreto: esse tipo de modelo simula o movimento de unidades individuais (como pedidos, produtos ou remessas) através do local e acompanha seu progresso pelas diferentes etapas do processo. A simulação de evento discreto pode ser usada para analisar comprimentos de filas, tempos de espera e taxas de rendimento, além de identificar gargalos no processo.
- *Agent-based modeling* ou Simulação baseada em agente: esse modelo simula o comportamento de agentes individuais (como trabalhadores ou máquinas). A simulação baseada em agente pode ser usada para analisar o impacto dos níveis de pessoal, estratégias de roteamento e outras variáveis operacionais.
- Simulação de Monte Carlo: esse tipo de modelo usa técnicas estatísticas para simular o movimento de mercadorias e pessoas. Pode ser usada para analisar o impacto da variabilidade e incerteza no gerenciamento de filas e para identificar estratégias para reduzir os tempos de espera e melhorar as taxas de rendimento. Seus resultados são utilizados para analisar o impacto de mudanças nas variáveis operacionais, como níveis de pessoal, estratégias de roteamento e configurações de equipamentos, e para identificar oportunidades de otimização e melhoria de processos.

Neste trabalho, utilizou-se da simulação de evento discreto para simular o recebimento e expedição de mercadorias em um centro de distribuição real, comparar os resultados com dados reais e depois da análise, criar propostas de melhoria.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

A natureza dessa pesquisa se enquadra como quanti-qualitativa, pois serão avaliados os dados referentes a simulações de filas e a percepção dos usuários nos processos. Para KNETCHEL (2014) esse método “interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica).”.

Quanto ao objetivo da pesquisa, ela é de caráter exploratório, visto que o objetivo é modelar uma solução para o problema de filas no centro de distribuição. Para GIL (1999), esse tipo de pesquisa busca desenvolver conceitos e ideias tendo como base a formulação de problemas.

Segundo ZIKMUND (2000) esse caráter de pesquisa é útil para explorar situações, descobrir novas informações e propor melhorias.

Em relação ao método utilizado nessa pesquisa, ela se enquadra como simulação e modelagem. Este método necessita de um ambiente virtual. Essa metodologia geralmente utilizada para testar uma situação, e simular situações futuras do problema.

A simulação de eventos discretos (*Discrete event simulation*) é uma ferramenta usada para modelar sistemas que envolvem eventos que ocorrem em pontos específicos no Centro de distribuição. Esses eventos podem ser qualquer tipo de atividade ou processo, como chegadas, partidas, tempos de processamento e disponibilidade de recursos. O sistema modelado pode ser qualquer coisa, desde uma fábrica, uma cadeia de suprimentos, centro de distribuição ou rede de transportes

Neste modelo, o tempo é modelado como uma série de eventos discretos que ocorrem em momentos específicos. O modelo capta o comportamento do sistema ao longo do tempo, permitindo que a simulação seja executada para avaliar diferentes cenários. O modelo pode ser usado para analisar e otimizar o desempenho do sistema, identificar gargalos e avaliar interações entre diferentes componentes do sistema.

Para criar a simulação, serão realizadas as ações a seguir:

Definição do problema: Identificar o problema específico de gerenciamento de filas. Isso envolve a otimização do fluxo de mercadorias por uma área específica, a análise do impacto de mudanças nos níveis de pessoal ou configurações de

equipamentos e a identificação de gargalos no processo. Coleta de dados: Coletar dados sobre o processo a ser simulado, incluindo informações sobre comprimentos de filas, tempos de espera e taxas de produção.

Seleção de uma ferramenta de simulação: Escolha de uma ferramenta de simulação adequada às necessidades do processo. Existem vários pacotes de software comerciais disponíveis, incluindo Arena, AnyLogic, Flexsim, entre outros. Construção do modelo: Usando a ferramenta de simulação, será construído um modelo do processo a ser simulado. Isso envolverá a definição das entidades (como pedidos, produtos ou remessas), dos recursos (trabalhadores ou máquinas) e do fluxo de processo. Definição das entradas: É necessário especificar as entradas do processo, como a taxa de chegada de produtos ou o tempo de processamento de cada recurso.

Executar a simulação: Execução da simulação usando as entradas especificadas. A ferramenta de simulação gerará dados de saída sobre comprimentos de filas, tempos de espera e taxas de produção. Analisar os resultados: Análise dos dados de saída para identificar oportunidades de melhoria de processo. Isso envolverá a identificação de gargalos no processo, a otimização do roteamento de mercadorias ou o ajuste dos níveis de pessoal e configurações de equipamentos.

Validação do modelo: O modelo deve representar o processo do mundo real. Isso pode envolver a comparação dos resultados da simulação com dados reais. Criar uma simulação usando um desses modelos é uma ferramenta poderosa para melhorar o gerenciamento de filas. Ao identificar oportunidades de melhoria de processo, as simulações podem ajudar a otimizar o fluxo de mercadorias pelas instalações, reduzir os tempos de espera e melhorar a eficiência.

Neste trabalho, será utilizado o Flexsim. É um software de simulação comercial amplamente utilizada para criar modelos de simulação para várias aplicações, incluindo gerenciamento de filas em centros de distribuição. Pode simular sistemas e processos complexos e possui uma ampla variedade de ferramentas de modelagem.

Depois de criada a simulação e analisados os resultados, serão criadas propostas de melhoria a fim de otimizar o fluxo de produtos dentro do centro de distribuição e melhorar a entrega para as lojas. Também será analisado o impacto que as propostas sugeridas terão sobre indicadores de desempenho da empresa, sendo analisada principalmente a ruptura dos fornecedores.

A simulação será feita em torno do movimento da mercadoria dentro do centro de distribuição, porém, também serão discutidas técnicas de agendamento e recebimento para otimizar as filas que acontecem no recebimento dos caminhões. Essas, por sua vez, serão indicadas como informações de entrada na simulação, e como tem impacto no resultado do processo.

A simulação oferece a oportunidade de modelar o comportamento do sistema, permitindo testar diferentes cenários e estratégias de gerenciamento de filas. Com a simulação, será possível identificar gargalos, ajustar a alocação de recursos e otimizar o layout do centro de distribuição, resultando em um fluxo de atendimento mais eficiente.

A implementação de uma simulação de gerenciamento de filas em um centro de distribuição varejista traz uma série de benefícios. Isso inclui a redução do tempo de espera dos clientes, melhoria da utilização de recursos, aumento da produtividade dos funcionários, melhoria na previsão de demanda e melhorias na tomada de decisões estratégicas.

4 SIMULAÇÃO

Para que a simulação seja precisa e eficiente, é necessário coletar e utilizar dados relevantes, como a demanda dos clientes, os tempos de atendimento, as taxas de chegada, as características dos produtos e as restrições operacionais do centro de distribuição.

O sistema a ser considerado é um centro de distribuição de uma grande rede varejista. O armazém em questão atende a canais de Atacado, Atacarejo e Varejo. Tem capacidade de aproximadamente 13.000 posições de Palletes. O centro de distribuição atende modalidades de Cross-Docking e de produto estocado.

Os três principais processos de movimentação do armazém são de Recebimento, Armazenamento e Expedição. No recebimento, os fornecedores emitem a nota fiscal para o WMS, onde passam por um processo de agendamento. As primeiras notas que chegam são as primeiras a serem agendadas, podem ocorrer alterações e priorização diante da necessidade, como a necessidade de algum material em ruptura, por exemplo. Existem também alguns fornecedores com agenda fixa no CD.

Existem basicamente 3 tipos de veículos recebidos pelo CD: Siders, que são caminhões de abertura lateral, geralmente utilizados para alguns alimentos e bebidas, veículos-frigoríficos, para o recebimento de carga resfriada como açougue, salsicharia e alguns Itens como Frutas, legumes e verduras, e veículos de abertura traseira. No total, existem 33 docas para recebimento e 33 para expedição.

Depois de verificada a carga no recebimento, o código de barras é lido pelo WMS, e é gerada a solicitação de armazenamento. Para a expedição, a necessidade é gerada depois de pedidos manuais no sistema ou através de reposição automática gerada pela necessidade das filiais. Nos processos de recebimento e expedição, o Centro de distribuição conta com um *Sorter* além do *Picking* manual.

Um *Sorter*, ou classificador, é um equipamento utilizado em centros de distribuição para automatizar o processo de separação de produtos. Ele classifica e direcionar as mercadorias para os destinos corretos. Além dessas funções principais, apresenta outras vantagens como aumento da eficiência, é possível acelerar o processo de separação de produtos, reduzindo o tempo necessário para a separação e a expedição das mercadorias. Com isso obtém-se maior eficiência operacional, com menos tempo de espera para os clientes e redução de custos.

A redução de erros também ocorre, com a automação da separação, há uma redução significativa dos erros humanos, como a separação incorreta de produtos ou envio para destinos indevidos. Isso gera mais precisão e qualidade nas operações de distribuição. Também ocorre um aumento da flexibilidade: Permite a separação de uma grande variedade de produtos, de pequenos pacotes ou grandes volumes. Com isso, aumenta a flexibilidade do centro de distribuição e permite a adaptação a diferentes necessidades e demandas de clientes.

O espaço também é otimizado, reduzindo a necessidade de espaço para separação manual. Consequentemente, acontece uma melhoria da satisfação do cliente: Com uma operação mais eficiente e redução de erros, o uso do *sorter* pode melhorar significativamente a satisfação do cliente, diminuindo os tempos de espera nas filas de movimentação de produtos dentro do armazém, resultando em um aumento na fidelidade do cliente e aumento das vendas.

Existem várias maneiras de calcular a eficiência de um *sorter* em um centro de distribuição. Pode-se analisar alguns indicadores para medir essa eficiência.

A taxa de transferência é número de unidades de produtos que o *sorter* é capaz de classificar por hora. É calculado dividindo o número de unidades classificadas pelo tempo total de operação. A taxa de erro é a porcentagem de produtos que são classificados incorretamente. É calculada dividindo o número de produtos classificados incorretamente pelo número total de produtos classificados.

O Tempo médio de processamento é o tempo que leva para um produto ser classificado pelo *sorter*. É calculado dividindo o tempo total de operação pelo número de produtos classificados. A utilização do *sorter* é a porcentagem de tempo que o equipamento está em uso durante o período de operação. É calculada dividindo o tempo de operação pelo tempo total disponível.

O Tempo de espera é o tempo que um produto leva para ser processado pelo *sorter*, desde a sua chegada até a sua classificação. É calculado subtraindo o tempo médio de processamento do tempo total de espera.

Neste trabalho, foram reduzidas as escalas do Centro de Distribuição para facilitar o desempenho da simulação a fim de se aproximar dos resultados na realidade e propor melhorias no Processo

As configurações do Centro de Distribuição são listadas na figura 1:

Figura 1: Dados do Centro de Distribuição

| Indicador | Valor |
|--|-----------|
| Nº Docas Recebimento | 33 |
| Nº Docas Expedição | 33 |
| Qtd. Funcionários / Doca | 4 |
| Qtd. Caminhões recebidos / dia | 90 |
| Qtd. Caminhões expedidos / dia | 85 |
| Tempo médio de descarga do Caminhão | 45 min |
| Tempo médio de Armazenamento | 45 min |
| Turno de funcionamento sorter (tempo que está em funcionamento) | 14 h |
| Tempo médio Processamento Sorter (quanto tempo uma caixa leva pra percorrer o sorter todo) | 1 a 4 min |
| Qtd caixa classificadas/dia sorter | 30.000 |
| Qtd caixa com falha/dia sorter | 1.350 |
| Utilização do sorter: (% de tempo que o equipamento está em uso) | 85% |
| Ociosidade do sorter: (% de tempo que o equipamento está parado) | 15% |

Para a criação do ambiente de simulação, foram criadas as etapas de Chegada das cargas e recebimento, Descarga, Armazenamento, Separação e Inspeção, Montagem e Expedição, conforme Figura 2:

Figura 2: Ambiente de simulação no Flexsim

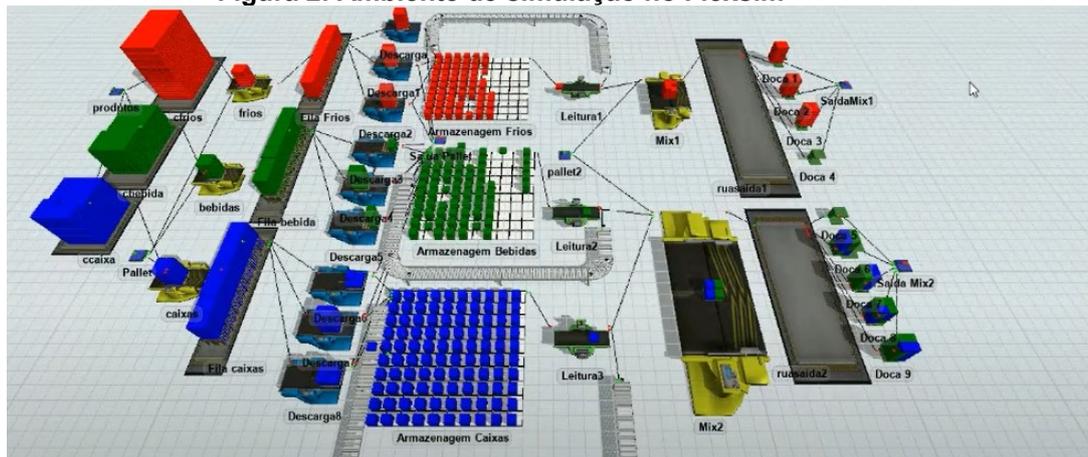


Figura 4: Descarga de produtos

Após o descarregamento, as cargas passam por uma inspeção visual e podem ser classificadas com base em critérios como tipo de produto, categoria, tamanho ou destino. Essa etapa envolve a utilização de equipamentos de triagem e a atribuição de funcionários para realizar a classificação manual.

Após a classificação, as cargas podem ser encaminhadas para as áreas de armazenamento. Nessa etapa, a simulação leva em consideração a capacidade disponível nos locais de armazenamento e a alocação adequada das cargas para evitar congestionamentos, conforme Figura 5:

Figura 5: Armazenagem dos materiais por tipo de produto.

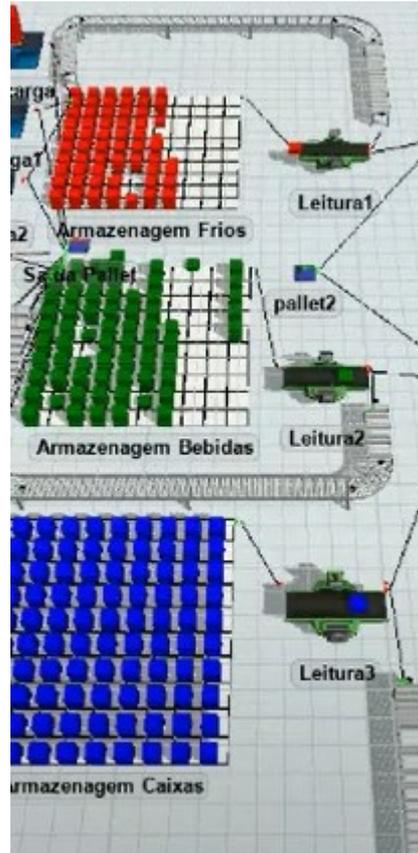


Através da definição de categorias e da designação de áreas de armazenamento, e centro de distribuição busca otimizar a eficiência operacional, facilitar a localização dos produtos e agilizar o processo de picking.

Para a etapa de separação e inspeção, o sorter passa a ser utilizado. As caixas chegam ao sorter, e são posicionadas em uma esteira transportadora, onde partirão para a montagem das cargas para expedição. Durante este processo, é realizado uma inspeção de qualidade.

Isso inclui a verificação de danos através de câmeras e sensores instalados na esteira do sorter, validação das informações de identificação e aferição de peso para garantir a conformidade dos produtos. Caso algum produto não atenda aos critérios de qualidade estabelecidos, este é direcionado novamente para o armazém para ações corretivas como mostra a Figura 6:

Figura 6: Esteiras de leitura e redirecionamento de falhas para o armazém



Na imagem do ambiente de simulação, as entidades de leitura fazem o processo de inspeção de caixas danificadas. Caso seja constatado uma falha, a caixa retorna pelas esteiras laterais para o armazém, para que sejam feitas as correções necessárias como mostra a Figura 7:

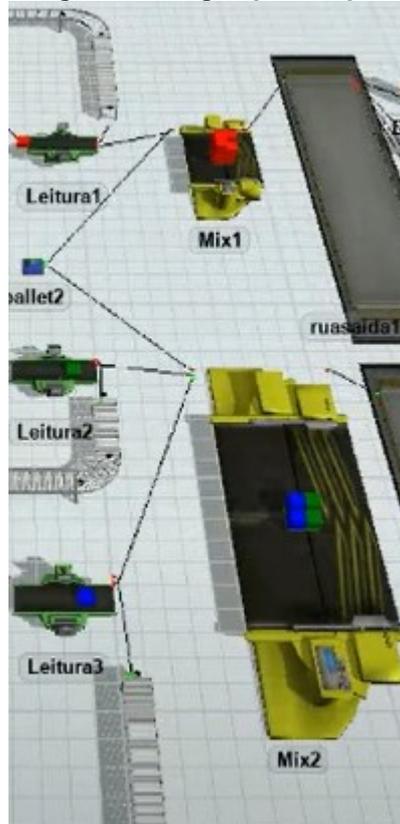
Figura 7: Esteira de retorno das caixas defeituosas para o armazém



Na Montagem, as caixas que passam pelo sorter são direcionadas para uma área de montagem de cargas. Estas por sua vez, são direcionadas para a expedição para as filiais do varejo. A montagem é feita a partir da necessidade de cada filial. Na simulação, o sorter combina as caixas provenientes dos armazéns de Bebidas e Alimentos para montar uma carga e outra carga apenas com os Frios, pois estes dependem de um outro tipo de transporte, caminhões de câmara fria. Estas

combinações de produtos, estão representadas na figura abaixo como sendo “Mix1” e “Mix2”, respectivamente, conforme Figura 8:

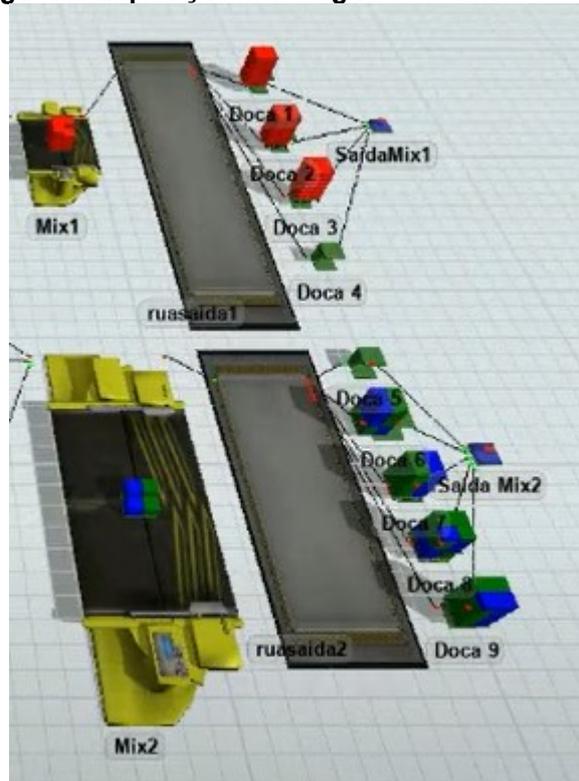
Figura 8: Montagem de cargas para expedição



A montagem de cargas para expedição após a separação do sorter envolve a montagem dos produtos separados em paletes, a organização dos itens, a identificação das cargas, o carregamento para transporte e o registro de informações para documentação e rastreamento. Esse processo garante que as cargas estejam corretas e prontas para serem entregues as filiais corretas.

Para a Expedição, com as cargas prontas, é feito o transporte, por caminhões da própria empresa. São definidas as rotas para cada carga, considerando a eficiência logística. Esta etapa é representada na figura 9:

Figura 9: Expedição das cargas montadas



Este processo envolve a verificação final das cargas, agendamento do transporte, carregamento dos veículos, preparação da documentação, rastreamento e monitoramento, entrega para a filial, tratamento de devoluções e registros de saída. Essas etapas visam garantir a eficiência, precisão e rastreabilidade das operações de expedição, assegurando que os produtos cheguem as filiais corretamente e dentro dos prazos estabelecidos.

De modo geral, a simulação se aproxima do cenário real do Centro de distribuição, e contempla todas as etapas de tratamento de produto, desde sua chegada até sua expedição. Há alguns processos internos que não são abordados na simulação de maneira direta, porém estão contemplados no tempo de processamento de cada etapa, como por exemplo: Conferência no recebimento, correção de falhas nas caixas repelidas pelo *sorter*, *picking* manual das caixas nos locais de armazenagem para serem alocadas no *sorter*, entre outros.

A simulação nos permite gerar relatórios de desempenho e analisar a formação de filas nas etapas e propostas de melhorias no processo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos pela simulação do gerenciamento de filas no centro de distribuição e discutidas suas implicações. A simulação foi executada considerando um cenário hipotético, baseado em dados reais, com o objetivo de avaliar o desempenho do sistema de gerenciamento de filas implementado.

Inicialmente, ao analisar o tempo médio de espera dos produtos na fila de recebimento de cargas foi revelado a formação de uma fila devido á capacidade do de armazenamento e processamento do armazém. Isso acontece também devido ao fato de que a capacidade de expedição é menor do que a de recebimento, pois as etapas de separação e montagem das cargas levam mais tempo do que as etapas de recebimento e armazenagem. Os resultados estão representados na Figura 10:

Figura 10: Tabelas de Quantidade de expedição e chegada de caminhões

Qty expedição

| Object | Throughput |
|------------|------------|
| SaidaMix1 | 32 |
| Saida Mix2 | 51 |

Chegada de Caminhões

| Object | WIP |
|-------------|-----|
| Fila Frios | 31 |
| Fila bebida | 61 |
| Fila cabas | 61 |

Além disso, pode ser constatada uma diminuição no tempo médio de processamento das cargas devido a armazenagem por categoria de produto. Essa redução é resultado da otimização do roteamento das cargas para as áreas de armazenamento corretas, levando em consideração a proximidade dos produtos e a disponibilidade dos espaços.

Ao analisar a etapa de separação e inspeção de cargas no *sorter*, verifica-se uma alta taxa de precisão na classificação dos produtos. A taxa de falhas, apesar de mínima, pode ser ainda reduzida ainda mais com a adição de uma etapa de verificação no recebimento. A passagem de caixas pelas esteiras esta representada na Figura 11:

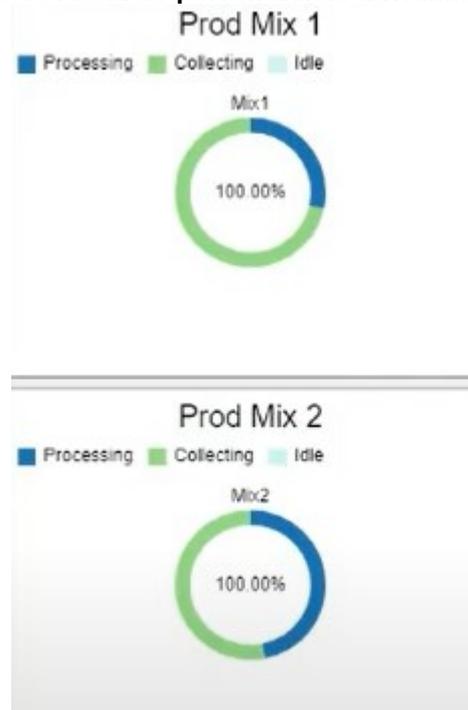
Figura 11: Quantidade de caixas defeituosas por tipo de produto

Passagem pelas esteiras

| Object | Throughput |
|----------------------------|------------|
| Caixas defeituosas frios | 48 |
| Caixas Defeituosas Bebidas | 37 |
| caixas defeituosas | 24 |

Em relação à montagem de cargas para expedição, os resultados revelaram que a utilização do *sorter* e o agrupamento inteligente dos itens de maneira que cada produto fosse direcionado corretamente a doca apropriada, é bem otimizada, de maneira de que o tempo ocioso é mínimo, ou seja, maior parte do tempo o *sorter* está coletando ou separando as caixas, conforme representado na Figura 12:

Figura 12: Gráfico de rosca do percentual de atividade do sorter



Ao concluir a simulação, fica evidente a sua importância na otimização dos processos logísticos. A simulação se mostrou uma ferramenta eficaz para modelar e analisar o desempenho de filas de espera, permitindo a identificação de gargalos, a avaliação de diferentes estratégias de atendimento e a tomada de decisões embasadas em dados concretos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As simulações oferecem vantagens como a análise de cenários, a identificação de gargalos, a redução de custos, a previsibilidade, a otimização do tempo e a melhoria na tomada de decisões. Essas vantagens contribuem para um melhor gerenciamento de filas em um centro de distribuição, resultando em processos mais eficientes, redução de custos operacionais e melhoria na qualidade do serviço oferecido aos clientes.

Uma possibilidade que pode ser levantada diante dos resultados é a aplicação do agendamento adequado no recebimento de cargas em um centro de distribuição, a fim de realizar melhor planejamento dos recursos do CD, priorização estratégica das cargas e redução de erros no processo. Essas práticas contribuem para uma operação mais eficiente, evitam a ruptura de estoque e atendem às necessidades das filiais de maneira mais rápida e precisa.

Os resultados obtidos por meio da simulação indicam que a empresa pode investir na ampliação da capacidade de expedição do Centro de distribuição. A formação da fila no recebimento ocorre justamente pela capacidade limitada da expedição. Para aumentar a capacidade de expedição de um centro de distribuição, algumas estratégias podem ser adotadas: otimização do layout das docas, automatização de processos ou o aumento do número de funcionários.

Outro ponto importante que pode ser implementado é a melhoria na rastreabilidade das cargas. A implementação de sistemas de rastreamento e monitoramento pode permitir acompanhamento em tempo real das cargas em trânsito, possibilitando a identificação rápida de eventuais desvios ou atrasos. Isso contribui para um aumento da confiabilidade na entrega das cargas corretas para as filiais.

Esses resultados e conclusões reforçam a importância de utilizar abordagens de simulação para aprimorar o gerenciamento de filas em centros de distribuição varejistas, promovendo a eficiência e a competitividade das operações logísticas.

REFERÊNCIAS

- CHRISTOPHER, M. **Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks**. London: Pearson Education, 2016
- FERREIRA, A. M. Marcos. **Métodos para geração de entidades, em modelos de simulação, para processos estocásticos de renovação não estacionários** [Tese de doutorado]. Universidade Federal do Paraná, 2009.
- GIANESI, I. G. N.; CORRÊA, H. L. **Administração estratégica de serviços: operações para satisfação do cliente**. São Paulo: Atlas, 1994.
- JOHNSTON, R.; CLARK, G. **Administração de operações de serviço**. São Paulo: Atlas, 2002.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BAGLIN, Gérard et al. **Management industriel et logistique**. Paris: Economica, 1990.
- KAMINSKI, F. C.; RUMPF, D. L. **Simulation nonstationary Poisson process: a comparison of alternatives including the correct approach**, 1977.
- PAOLESCI, Bruno. **Logística Industrial Integrada – Do Planejamento, Produção, Custo e Qualidade a Satisfação do Cliente**. 2 ed. São Paulo: Erica, 2009.
- CHING, Hong Yuh. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada - supply chain**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- BOWERSOX, Donald J., CLOSS, David J., COOPER M. Bixby, **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos**. São Paulo, Editora Bookman, 2006.
- TUTEJA, Akhilesh, **Enterprise Resource Planning : What's there in it!** . 2000.
- NOVAES, A. G. N.; TAKEBAYASHI, F.; BRIESEMEISTER, R. **Crossdocking em Centro Logísticos de Distribuição Urbana: Considerações sobre Operação e Modelagem**. Revista Transportes, v. 23, n. 1, p. 91-111, 2015.
- BOYSEN, N.; FLIEDNER, M. **Cross Dock Scheduling: Classification, Literature Review and Research Agenda**. Omega-International Journal of Management Science, v. 38, n. 6, 2010.
- TORRES, I. **Integração de ferramentas computacionais aplicadas ao projeto e desenvolvimento de arranjo físico de instalações industriais** [Dissertação de Mestrado]. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2001.
- LOVELOCK, C.; WRIGHT, L. **Serviços: marketing e gestão**. São Paulo: Saraiva, 2002.
- FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços: operações, estratégia, e tecnologia da informação**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

- LAS CASAS, A. L. **Marketing de serviços**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- SCHEMENNER, R. W. **Administração de operações em serviços**. São Paulo: Futura, 1999.
- BARROS, M. C. WareHouse Management System (WMS): **Conceitos Teóricos e Implementação em um Centro de Distribuição** [Dissertação de Mestrado]. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2005.
- MOURA, R. A. **Manual de logística: Armazenagem e distribuição física - vol 2**. São Paulo: IMAM, 1997.
- DRURY, J. **Towards more efficient order picking**. IMM Monograph No. 1. The Institute of Materials Management, Cranfield, UK, 1998.
- TSUI, T. S.; CHANG, C. H. **A microcomputer based decision support tool for assignment dock doors in freight yards**. *Computers & Industrial Engineering*, v. 19, pp. 309-312, 1990.
- TSUI, T. S.; CHANG, C. H. **An Optimal Solution to a Dock Door Assignment Problem**. *Computers & Industrial Engineering*, v. 23, pp. 283–286, 1992.
- BOYSEN, N.; FLIEDNER, M. **Cross Dock Scheduling: Classification, Literature Review and Research Agenda**. *Omega-International Journal of Management Science*, v. 38, n. 6, 2010.
- ZIKMUND, W. G. **Business research methods**. 5.ed. Fort Worth, TX: Dryden, 2000.
- KNECHTEL, M. do R. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014.

