



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

HELOYZA KETHLYN RIBEIRO ALVES

**MODELAGEM E SIMULAÇÃO APLICADA AOS PROCESSOS DE
PACKING E PICKING EM UMA ORGANIZAÇÃO DO SETOR TÊXTIL**

**SUMÉ - PB
2023**

HELOYZA KETHLYN RIBEIRO ALVES

**MODELAGEM E SIMULAÇÃO APLICADA AOS PROCESSOS DE
PACKING E PICKING EM UMA ORGANIZAÇÃO DO SETOR TÊXTIL**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Dr. Yuri Laio Teixeira Veras Silva.

**SUMÉ - PB
2023**



A474m Alves, Heloyza Kethlyn Ribeiro.
Modelagem e simulação aplicada aos processos de packing e picking em uma organização do setor têxtil. / Heloyza Kethlyn Ribeiro Alves. - 2023.

48 f.

Orientador: Professor Dr. Yuri Laio Teixeira Veras Silva.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Modelagem e simulação. 2. Setor têxtil. 3. Processo de packink e pickin. 4. Simulação computacional. 5. Abordagem de otimização. 6. Software Anylogic. I. Silva, Yuri Laio Teixeira Veras. II. Título.

CDU: 658.5(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

HELOYZA KETHLYN RIBEIRO ALVES

**MODELAGEM E SIMULAÇÃO APLICADA AOS PROCESSOS DE
PACKING E PICKING EM UMA ORGANIZAÇÃO DO SETOR TÊXTIL**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA:

**Professor Dr. Yuri Laio Teixeira Veras Silva
Orientador - UAEP/CDSA/UFCG**

**Professor Dr. Daniel Augusto de Moura Pereira.
Examinador I - UAEP/CDSA/UFCG**

**Professor Dr. Rômulo Augusto Ventura Silva.
Examinador II - UAEP/CDSA/UFCG**

Trabalho aprovado em: 29 de junho de 2023.

SUMÉ - PB

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu criador, se hoje estou escrevendo esse texto é porque Ele em nenhum momento desistiu de mim. Deus, obrigada por ter acreditado em mim até quando eu mesma não acreditava. Gratidão, pelas vezes que achei que não iria dar certo e o senhor me mostrou que era no impossível que o senhor estava trabalhando, mesmo quando todos diziam que não iria acontecer, o dono dos meus dias fez dar certo. Pai, muito obrigada pelas vezes que olhei para o céu e falei que não estava mais aguentando, e em todas o senhor renovou minhas forças. Obrigada pelo processo!

Gostaria de agradecer a minha mãe Emanuela Ribeiro, que quando teve motivos para desistir de mim, mesmo assim ela permaneceu acreditando. Gratidão pelas vezes que orou e chorou por minha vida. Obrigada, mãe, por ter esse jeito durão, mas de todo modo afetivo, gratidão pelas vezes que me motivou a ir à luta por aquilo que eu acreditava. Hoje, graças aos seus ensinamentos, me tornei a mulher que sou. Espero recompensar todos os seus esforços.

Gratidão aos meus avós Maria Santana, Pedro Ribeiro, Lourdes e José, que nunca mediram esforços pra me ajudar. Obrigada por todos os ensinamentos, orações, cuidados e carinho.

Agradeço aos meus irmãos, que foram uma motivação a mais para que eu pudesse continuar seguindo essa caminhada. Todas as vezes que eu retornava para casa me recepcionavam com muito amor e carinho. Me viam a todo momento como um exemplo a ser seguido.

Gratidão as pessoas que Deus colocou no meu caminho durante essa trajetória, as quais me ajudaram muito, quando eu não tinha dinheiro para ir para a faculdade, quando não tinha computador para fazer os trabalhos e até mesmo quando não tinha o que comer. Gratidão, aos meus colegas, amigos e a Milena Oliveira que mesmo eu não facilitando muito esteve ao meu lado nos melhores e piores momentos.

*“Bendito seja o nome do senhor, a Ele a
glória, a honra e o louvor”*

Midian Lima

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver modelos de simulação e otimização, para auxiliar na resolução de um problema, que visa a quantidade de colaboradores que é necessário para realizar o processo de *packing* e a diminuição de tempo gasto para realizar a separação de pedidos (*picking*), em uma empresa do setor têxtil. Para isso, foi utilizado *software Anylogic* que possibilitou a modelagem e simulação do processo e assim realizar estudos voltados a melhoria contínua. Foram coletados dados reais da empresa, para que fosse possível aplicar o modelo de simulação, simulando diversos cenários, com variações de tempo e quantidade de colaboradores. Os resultados com os experimentos realizados, permitiram encontrar a quantidade de colaboradores para realizar a atividade, além de permitir a aplicação da melhoria contínua no setor de separação de pedidos e assim propor melhorias viáveis.

Palavras-chave: simulação computacional; abordagens de otimização; *packing*; *pincking*; modelagem; processos.

ABSTRACT

The objective of the present work was to develop simulation and optimization models, to assist in the resolution of a problem, which aims at the number of employees that is necessary to carry out the packing process and the reduction of time spent to carry out the separation of orders, in a textile company. For this, Anylogic software was used, which enabled the modeling and simulation of the process and thus carry out studies aimed at continuous improvement. Real data from the company were collected, so that it was possible to apply the simulation model, simulating different scenarios, with variations in time and number of employees. The results of the experiments carried out allowed finding the optimal number of employees to carry out the activity, in addition to allowing the application of continuous improvement in the order picking sector and thus proposing viable improvements.

Keywords: computer simulation; optimization approaches; packaging; pinch; modeling; processes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Sistema multicanal com fila única.....	17
Figura 2 -	Sistemas multicanais.....	17
Figura 3 -	Etapas do processo da pesquisa.....	22
Figura 4 -	Sacolas usadas na separação dos pedidos.....	25
Figura 5 -	Layout do setor de faturamento.....	26
Figura 6 -	Fluxograma do processo no <i>Anylogic</i>	27
Figura 7 -	Simulação do ambiente.....	28
Figura 8 -	Dados da separação dos pedidos.....	31
Figura 9 -	Simulação com um atendente.....	35
Figura 10 -	Simulação com dois atendentes.....	36
Figura 11 -	Simulação com três atendentes.....	38
Figura 12 -	Simulação com um colaborador e utilização do carrinho no picking.....	39
Figura 13 -	Simulação com dois colaboradores e utilização do carrinho no picking...	40
Figura 14 -	Simulação com três colaboradores e utilização do carrinho.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Coleta de dados.....	24
Quadro 2 -	Cronograma descrito.....	29
Quadro 3 -	Cronograma da execução do estudo realizado.....	29
Quadro 4 -	Comparativo dos fluxogramas.....	34
Quadro 5 -	Tabela com um atendente, com amostragem de 10 vezes.....	36
Quadro 6 -	Simulação com dois atendentes com amostragem de 10 vezes.....	37
Quadro 7 -	Simulação com três atendentes com amostragem de 10 vezes.....	38
Quadro 8 -	Simulação com um colaborador e utilização do carrinho.....	40
Quadro 9 -	Simulação com dois colaboradores, com amostragem de 10 vezes.....	41
Quadro 10 -	Simulação com três colaboradores, com amostragem de 10 vezes.....	42
Quadro 11 -	Média dos cenários.....	43

LISTA DE SIGLAS

OTIF – On time in full

SKU – Stocking Keep Units

ERP – Enterprise Resource Planning

CD – Centro de Distribuição

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	PROBLEMA DA PESQUISA.....	12
1.2	OBJETIVO GERAL.....	12
1.2.1	Objetivo específico.....	13
1.3	JUSTIFICATIVA.....	13
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	SIMULAÇÃO.....	15
2.2	SIMULAÇÃO EM PROCESSOS INDUSTRIAIS.....	15
2.3	SIMULAÇÃO DE SISTEMAS.....	15
2.4	TEORIA DAS FILAS.....	16
2.5	SISTEMA DE FILAS.....	17
2.6	<i>ANYLOGIC</i>	18
2.7	<i>PICKING</i>	18
2.8	<i>PACKING</i>	19
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	21
3.2	ETAPAS DA PESQUISA.....	22
3.2.1	Pesquisa bibliográficas.....	23
3.2.2	Definição do tema.....	23
3.2.3	Coleta de Dados.....	23
3.2.4	Tratamento dos Dados.....	26
3.2.5	Simulação do cenário atual.....	26
3.2.6	Definição dos cenários.....	27
3.2.7	Simulação no <i>Software</i>.....	27
3.2.8	Construção dos Resultados.....	
4	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	30
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	30
4.2	PARÂMETROS DO EXPERIMENTO.....	31
5	RESULTADOS.....	33
5.1	ESTUDO DOS CENÁRIOS.....	33
5.1.1	Cenário 1 - Quadro atual com apenas um colaborador fixo no processo de <i>packing</i>.....	34
5.1.2	Cenário 2 - Considerando dois colaboradores nos caixas.....	36
5.1.3	Cenário 3 - Considerando três colaboradores nos caixas.....	37
5.1.4	Cenário 4 - Adicionado um novo equipamento na área de <i>picking</i>, com a presença de um colaborador no caixa.....	39
5.1.5	Cenário 5 - Adicionado um novo equipamento na área de <i>picking</i>, com a presença de dois colaboradores nos caixas.....	40
5.1.6	Cenário 6 - Adicionado um novo equipamento na área de <i>picking</i>, com a presença de três colaboradores nos caixas.....	41
5.2	ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	42
6	CONCLUSÃO.....	45
	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da tecnologia da informação e sua introdução no processo produtivo está mudando a indústria tradicional, elevando-a a um novo patamar de desenvolvimento organizacional. Neste sentido, mudanças de paradigmas na fabricação estão sendo toleradas em todo o mundo, a fim de alavancar os benefícios dessas tecnologias para aumentar a competitividade nos mercados globais. Indústria 4.0 ou a quarta revolução industrial são termos usados para descrever a implementação de dispositivos "inteligentes" que podem se comunicar de forma autônoma ao longo da cadeia de valor (SANTOS *et al.*, 2018).

Hoje vivemos na era da informação, onde as fronteiras foram quebradas e as empresas conquistaram e estão constantemente buscando novos mercados e formas de atrair e reter clientes. Os consumidores exigem preços competitivos, alta qualidade, compras convenientes e atendimento rápido. Oferecer aos clientes uma escolha mais ampla para atender às suas necessidades e requisitos a um custo menor é a força motriz do sucesso.

Diante dos mais recentes desenvolvimentos tecnológicos e da demanda cada vez maior por produtos individualizados, maior complexidade, maior qualidade e custos reduzidos, o surgimento de novos modelos industriais está sendo discutido em todo o mundo com o tema da Indústria 4.0 (HERMANN *et al.*, 2016).

Na indústria do futuro, máquinas se comunicando, interconectadas e interligadas por meio de softwares avançados e sensores, vão levar a tecnologia de fabricação a outros setores da economia. Tecnologias digitais como a *Internet* das Coisas, big data, análise, computação em nuvem, robôs avançados e colaborativos, novos materiais (como fibra de carbono e grafeno), manufatura aditiva e híbrida, otimização de processos aumentada e virtual, melhoria profunda de novos modelos de negócios (SACOMANO *et al.*, 2018).

A crescente competição pela redução de custos obriga as empresas a maximizar seus recursos, exigindo rapidez na entrega dos produtos para seus clientes. Deste modo, a simulação pode ser uma poderosa ferramenta para auxiliar na tomada de decisões (SANTOS, 2011).

Assim, alguns dos fatores que geram custos e dificultam os prazos de entrega são: Variações na demanda e alterações constantes nos pedidos estão associadas ao baixo desempenho da cadeia produtiva, causam insatisfação do cliente e levam à queda nas métricas OTIF (*On time in full*) que significa entregar no prazo estipulado a quantidade correta (RODRIGUES *et al.* 2019).

Para Giancesi e Biazzi (2011), é importante abordar a gestão de estoques de forma estratégica e sistemática, abandonando a ideia de focar apenas nos indicadores e como melhorá-los. Esta contribuição enfoca objetivos mais amplos, que devem ser perseguidos na estratégia competitiva como custo, nível de serviço e qualidade. Que são importantes pontos de diferenciação entre as empresas.

Assim sendo, este trabalho tem por objetivo geral: Desenvolver modelagem e simulação computacional para a tomada de decisão no quantitativo de colaboradores suficientes para realizar um atendimento eficiente e propor melhorias do processo para uma empresa do setor têxtil, assim coletando dados da empresa, demonstrando técnicas de simulação a eventos discretos no *software AnyLogic*, calculando o tempo de atendimento para cada pedido feito na coleção (verão e inverno).

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Considerando o problema de pedidos distribuídos na empresa, que já foram separados, mas que não foram atendidos, no qual formam filas imensas nas áreas do *layout* da empresa, assim, ocupando espaço e gerando insatisfação e reclamações por parte de clientes que não foram atendidos no prazo, e da necessidade da organização em tomar decisões relativas a estratégias de atendimento eficiente, fez-se necessário realizar um estudo, em que a pergunta do norteadora do problema pesquisa é: “Quantos colaboradores são necessários para atender os pedidos dentro do prazo estabelecido e onde a melhoria contínua pode ajudar para um atendimento eficiente?”

Destarte, evidencia-se que a empresa está buscando um atendimento eficiente e buscando melhoria contínua nos processos. A priori a empresa quer uma resolução do problema atual, mas com visão para possíveis melhorias, já que estão em constante evolução e pretendem abrir um CD no final do ano de 2023.

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver modelagem e simulação computacional para a tomada de decisão no quantitativo de colaboradores suficientes para realizar um atendimento eficiente e propor melhorias do processo para uma empresa do setor têxtil.

1.2.1 Objetivo específico

- Modelar o problema a ser tratado, para melhor compreender suas características, parâmetros, restrições e variáveis de decisão;
- Implementar modelos de simulação computacional utilizando o *software AnyLogic* para o problema no processo de *picking* e *packing*;
- Aplicar métodos de otimização matemática, fundamentados em programação inteira, para a definição do quantitativo de colaboradores no *packing* e melhorias para o processo de *picking*;

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Oliveira e Bueno (2018), a teoria das filas estuda a formação de filas, onde provê modelos para demonstrar o número de chegadas e de atendimento de clientes, através de cálculos matemáticas ela tenta encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente e seja viável ao servidor.

Todas as pessoas já passaram pelo aborrecimento de ter que esperar em filas. Espera-se em filas quando estão em um engarrafamento, quando estamos no supermercado aguardando para pagar nossas compras, nos bancos e em muitas outras situações. As formações de filas ocorrem porque a procura pelo serviço é maior do que a capacidade do sistema de atender a esta procura. (CAJADO, 2017)

A simulação procura modelar um sistema ou processo, dando apoio à tomada de decisão, possibilitando a redução de riscos e custos envolvidos em um processo. Cada vez mais, a simulação está sendo aceita e fazendo parte do dia a dia dos analistas, sendo vista como uma técnica/ferramenta para verificar e encaminhar soluções aos problemas encontrados nos mais diversos segmentos industriais. (VIEIRA, 2006).

Diante disso, a pesquisa aqui descrita, foi iniciada no segundo semestre de 2022, no estágio não obrigatório do curso superior bacharelado em Engenharia de Produção. Inicialmente realizamos as primeiras visitas à empresa concedente do estágio, neste contato inicial, ainda foi possível prever os primeiros passos para a observação do objeto de estudo.

A escolha do tema deste trabalho se fez devido à dificuldade enfrentada na empresa, no tocante em saber quantos colaboradores são necessários para atender a demanda de pedidos.

Segundo Miguel (2010), é necessário desenvolver políticas e recursos operacionais para melhorar processos, testar novos conceitos e/ou sistemas antes de implementá-los e obter informações sem interromper os sistemas atuais.

O presente trabalho justifica-se pela importância de conhecer informações sobre a empresa, a fim de auxiliá-la nas tomadas de decisões. Desta forma, procuramos revelar os principais motivos dos atrasos nas encomendas e do não cumprimento de objetivos pré-determinados. Portanto, este estudo torna-se importante tanto para o avanço acadêmico quanto para a indústria, pois ajudará nas tomadas de decisões.

Essa análise é importante, dado que se vive em um cenário em que a competitividade no mercado é fator decisivo na tomada de decisões dos gestores. Empresas de todos os tamanhos necessitam de novas formas de gestão com propósito de construir metas e objetivos tendo em vista alcançar o resultado previamente almejado. Serve também para entender melhor os processos, adotar estratégias e reduzir gastos operacionais, pois ele aponta gargalos e ajuda o gestor a definir prioridades.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em seis seções, incluindo esta primeira, que aponta os elementos iniciais do trabalho: Introdução, problemática de pesquisa, objetivo geral e específicos e justificativa para o trabalho acadêmico e suas contribuições futuras. Na seção dois, está disposto o referencial teórico, o qual sustenta teoricamente nossas discussões acerca da temática investigativa, assim, discutimos sobre: Simulação computacional, simulação em processos industriais, processo de *picking, packing* e sobre o software utilizado.

Na seção três estão dispostos os materiais e métodos adotados para a produção do estudo. A seção quatro aponta a descrição do problema, detalhando todos os tipos de experimentos realizados, bem como, todos os parâmetros utilizados para a realização dos mesmos. A seção cinco apresenta os resultados obtidos a partir das modelagens realizadas.

Por fim, na seção seis, é dedicada a conclusão do trabalho, bem como, algumas sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SIMULAÇÃO

Simulação é a técnica de estudar o comportamento e reações de um determinado sistema através de modelos, que imitam na totalidade ou em parte as propriedades e comportamentos deste sistema em uma escala menor, permitindo sua manipulação e estudo detalhado (PARAGON, 2005).

Um modelo de simulação é uma opção ao experimento direto com o sistema real (atual ou proposto), pois essa experimentação normalmente interrompe o desempenho do sistema, acarretando custos ou sendo até mesmo impossível (LAW, 2009). Segundo Banks *et al.* (2005), possíveis mudanças no sistema real podem ser simuladas antecipadamente, para antever impactos no comportamento do sistema, sendo útil para examinar questões como “o que ocorre se...” em relação ao sistema real.

De acordo com Freitas Filho (2008), existem três motivos mais comuns para a utilização de modelos simulados, sendo eles: planejamento de um futuro sistema, pois o real ainda não é existente, a experimentação com o sistema real não é custo efetivo e, no modelo simulado, é possível fazer testes com custo reduzido, para certos sistemas, não há a possibilidade de testes, sendo necessária a simulação.

Portanto, a simulação apresenta excelente performance na avaliação de mudanças propostas a um sistema existente ou no projeto de um novo sistema. Um modelo bem construído poderá gerar estimativas do desempenho em termos de tempo de passagem, utilização de recursos, dimensionamento de filas e tempos produtivos. Se provinda da capacidade de animação do modelo em tela de computador, a simulação pode também apresentar uma representação gráfica, ilustrando o fluxo das peças, pessoas e outras entidades do sistema.

2.2 SIMULAÇÃO EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

A simulação visa modelar um sistema ou processo para apoiar a tomada de decisão, reduzindo assim os riscos e custos envolvidos no processo. A simulação é cada vez mais aceita e faz parte do cotidiano dos analistas como técnica/ferramenta de validação e encaminhamento de soluções para problemas encontrados nos mais diversos setores industriais (VIEIRA, 2016).

2.3 SIMULAÇÃO DE SISTEMAS

Existem duas abordagens principais para simulação computacional: simulação contínua e simulação discreta. Os primeiros são baseados em modelos expressos por equações

diferenciais e/ou de diferenças e representam processos contínuos ou fluidos bem formados. Eles podem alcançar boa precisão na representação de sistemas reais, desde que não sejam extremamente complexos. Outra abordagem é baseada na simulação discreta de tabelas de eventos orientada a eventos. Ele usa funções de probabilidade e pode modelar sistemas mais complexos. Sua dinâmica ocorre por meio de uma série de eventos separados temporalmente (discretos). Atualmente, existem muitos *softwares* disponíveis para esses dois tipos de simulações, mas o software discreto parece ser o mais amplamente utilizado (VIEIRA, 2016).

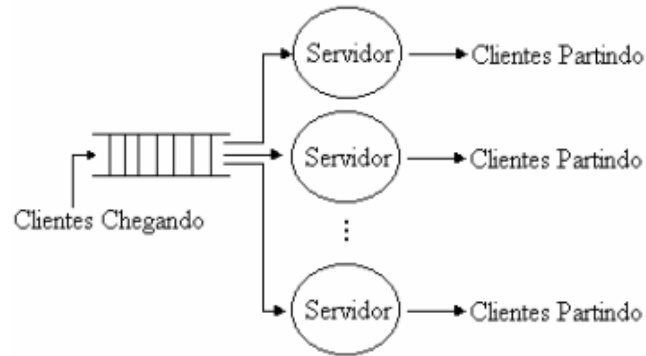
2.4 TEORIA DAS FILAS

A teoria das filas é um método estatístico para estimar atrasos que ocorrem quando clientes que chegam por acaso devem ser atendidos, como clientes esperando em uma loja para serem atendidos e carros lotados em uma loja. uma cabine de pedágio (FADIGAS, 2018)

As filas são formadas porque a demanda pelo serviço é maior do que a capacidade do sistema de atender a essa demanda. Os motivos pelos quais gestores de órgãos e poder público não aumentam a capacidade de atendimento se resumem basicamente a dois motivos: inviabilidade econômica e limitação de espaço. (COSTA, 2011).

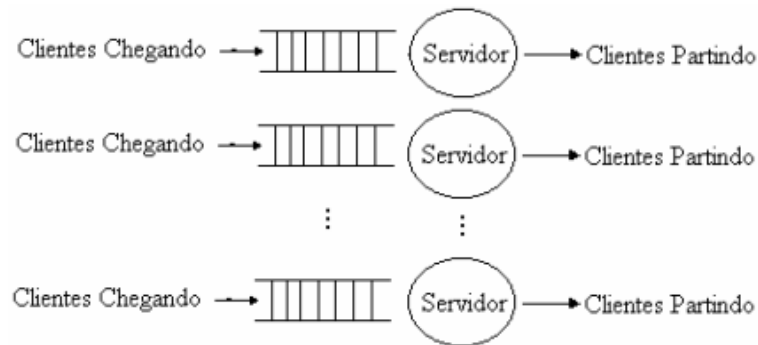
Segundo Oswaldo Fadigas (2018), o processo de filas é caracterizado por três elementos: o regime de chegada, o regime de atendimento e a disciplina da fila. Em um regime de serviço, três aspectos precisam ser considerados: A disponibilidade do serviço, onde alguns sistemas oferecem serviço apenas em intervalos de tempo específicos ou outros estão sempre disponíveis, a capacidade do sistema e o tempo de atendimento de cada cliente, que pode ser constante ou aleatório, com ou sem distribuição de probabilidade fixa, depende do tamanho da fila. Assim, a disciplina da fila é o conjunto de regras que determinam a ordem onde os clientes são atendidos.

No entanto, para Costa (2011), durante o processo de filas a caracterização dos elementos deve também levar em conta a capacidade do sistema, o número de canais de atendimento e o número de etapas de atendimento. Em alguns processos de filas, existe um limite físico para a quantidade de espaço na fila (capacidade do sistema), de forma que se a fila atingir um determinado comprimento, nenhum novo cliente poderá entrar no sistema até que o espaço seja disponibilizado pelo serviço. Neste sentido, é imprescindível estudar, refletir e traçar metas que leve em consideração o número de clientes e a consequente redução das filas conforme a Figura 1.

Figura 1 - Sistema multicanal com fila única

Fonte: Costa (2011)

Ou as duas variantes de um sistema de faixas múltiplas, conforme mostrado na Figura 2

Figura 2 - Sistemas multicanais

Fonte: Costa (2011)

A teoria das filas é de extrema importância no processo de estudo das características do processo, pois poderá reduzir problemas para os clientes, como atrasos, aumentando assim a fidelidade do cliente e oferecendo serviços de qualidade (OLIVEIRA, 2006).

Cabe ressaltar, que a pesquisa sobre a teoria das filas começou em 1908 em Copenhague, na Dinamarca. A.K. Erlang, considerado o pai da teoria das filas, trabalhou em uma companhia telefônica e estudou o congestionamento das linhas telefônicas da empresa. Aplicou a outros problemas de filas (PRADO, 2006).

2.5 SISTEMA DE FILAS

Fogliatti e Mattos (2007), definem que um sistema de filas consiste nos usuários que chegam precisando de algum serviço, aguardam na fila onde são formadas quando a taxa de

atendimento é menor que a taxa de chegada do usuário. Dessa forma, são atendidos e saem do sistema após o atendimento ser feito oferecido.

Um sistema de filas é composto por usuários, canais ou postos de atendimento e um espaço destinado à espera. Os usuários chegam em um determinado horário, caracterizando o processo de chegada, para serem atendidos em um determinado canal, posto de abastecimento ou sequência do processo produtivo, enquanto os postos estão ocupados, os usuários aguardam em uma fila com um espaço específico. Uma vez liberado o canal de atendimento, um dos usuários da fila é convidado a participar, após a finalização do atendimento, o usuário é liberado do sistema (MENDONÇA, 2014).

2.6 ANYLOGIC

O *software* de simulação *AnyLogic* é usado para criar um ambiente de prototipagem virtual profissional, e é também projetado para discreto, contínuo e misto comportamento de sistemas complexos. Incluindo os equipamentos físicos e pessoal operacional suas aplicações incluem: sistemas de controle, tráfego, dinâmica sistemas, fabricação, linhas de abastecimento, logísticas departamentos, etc. O *AnyLogic* é poderoso e flexível e pode oferecer uma variedade de métodos de modelagem: método de modelagem orientado a objetos baseado em UML, método de modelagem de fluxograma baseado no quadrado de *Statecharts* (máquina de estado), que pode ser dividida em ordinária e mista, diferencial e equações algébricas, modelagem Java (YANG, 2014).

A programação baseada em agentes é na prática muito diversa e seria impossível desenvolver uma linguagem universal. Porém, o *software* traz alguns padrões de *design* que simplificam a forma de programar do desenvolvedor. Esses padrões estão presentes na: Arquitetura do modelo, sincronização dos agentes, espaço utilizado (contínuo, discreto ou *GIS-map*), mobilidade e animação espacial. Também nas conexões entre os agentes, criação e destruição dinâmica dos agentes (PEGAS, 2017).

2.7 PICKING

A separação de mercadorias, em inglês “*picking*”, é para Bozutti e Bueno-da-costa (2010), entendida como a coleta de *Stocking Keep Units* (em inglês - SKU ou Unidade de Manutenção de Estoque, em português), de uma reserva (estoque) que visa atender à necessidade de demanda dos clientes.

Para Aguilar (2004) o conceito de *picking* descreve essa atividade como um processo no qual as mercadorias são coletadas de locais de armazenamento específicos para atender aos pedidos dos clientes por meio do manuseio. A etapa de separação de mercadorias leva muito tempo. Por isso, é importante escolher a estratégia mais adequada ao modelo de negócio da empresa para que não se torne um gargalo e não gere reclamações de clientes por atrasos no processo.

O processo de *picking* (separação de mercadorias), apresenta desafios que devem ser aliados à eficiência, devido aos seus excessos de movimentação, etapas que podem onerar os custos operacionais, aumentar as perdas por avarias, erros de entrega (faltas, trocas ou sobras) e atrasos no atendimento ao cliente, exigindo organização eficiente dos itens armazenados de forma a facilitar o trabalho do operador (SOUZA e LANDI, 2016)

Os métodos tradicionais de coleta de itens têm problemas comuns associados à coleta ineficiente, principalmente devido a erros em SKUs preparados e misturas de lotes de itens. Outro problema frequentemente encontrado em armazéns múltiplos é a necessidade de um operador ir até os locais onde as listas de pedidos são colocadas e, em seguida, coletar os itens nas prateleiras (ESCOBAR, 2015).

Vários autores afirmam que o controle manual expõe a pessoa a vários problemas e falhas, que envolvem deficiências de registro e falta de informações, com os quais as empresas não trabalham melhor e muitas vezes não são resolvidas em tempo hábil.

Quando se trata de varejo na indústria têxtil, fica evidente que existe uma gama diversificada de produtos, uma cadeia de suprimentos muito ampla, uma ampla gama de concorrentes (preços mais acessíveis e favoráveis ao consumidor). A diferenciação das empresas que atuam no setor varejista está no nível e na qualidade do atendimento ao cliente, e cada vez mais buscam-se estratégias para melhorar sua experiência de compra.

2.8 PACKING

Packing é um termo usado para definir todo o processo de personalização de um produto antes de ser enviado ao cliente, incluindo atividades como embalagem, organização e proteção do item. Pode parecer algo simples e trivial, mas a *packing* é um processo que tem grande impacto na experiência final de compra do consumidor e, por isso, requer atenção especial. Como parte do processo logístico, ele ocorre após a separação ou separação do pedido. Isso

significa que quando os produtos já estão separados, é preciso protegê-los para as próximas etapas do processo logístico (BRUTTA, 2021).

Todo negócio precisa cuidar bem de cada etapa do ciclo de vendas. Não adianta oferecer uma experiência de compra agradável e no final eles serão descuidados ou atrasados. Muitos produtos são feitos de materiais sensíveis e, se não forem embalados adequadamente, podem chegar ao destinatário por meio de arranhões ou amassados. Por isso, escolher a embalagem certa no processo de embalagem é fundamental para evitar possíveis prejuízos financeiros. (ADDE, 2022). Pode parecer algo simples e trivial, mas a embalagem é um processo que tem grande impacto na experiência final de compra do consumidor, e, por isso, requer atenção especial.

Desta forma, assim como o processo de *picking*, a embalagem afetará diretamente a satisfação do cliente, é comum vermos enormes filas nos supermercados, mas se o atendimento e a forma de acondicionamento não forem executados de maneira correta, tais aspectos afetarão de modo direto a satisfação do cliente.

O portal portuário referência em logística no Brasil em 2018, afirma que o objetivo da *packing* é também avaliar os itens, ou seja, reuni-los em um pacote para facilitar sua movimentação, preservação e, às vezes, descaracterização da embalagem para evitar roubos. Em geral, o objetivo do processo é evitar frustrações, ganhos e perdas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo desta seção é apresentar os métodos de pesquisa utilizados na preparação, classificação dos estudos e suas fases. Para melhor compreensão, utiliza-se o conceito de pesquisa científica de Gil (2008), afirma que a maior parte das pesquisas exploratórias abrangem o levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que têm conhecimentos práticos a respeito do problema investigado e análise de exemplos que estimulem a captação.

Essa pesquisa pode ser classificada como: pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Além disso, o objetivo da pesquisa exploratória é conhecer um assunto ainda pouco conhecido, pouco explorado. Desta forma, um estudo exploratório é recomendado em casos de conhecimento limitado do assunto, característica desta pesquisa quanto ao uso de cartas de controle por atributo no processo de *packing* e *picking* na indústria têxtil.

Para o desenvolvimento deste estudo foram realizadas pesquisas bibliográficas em livros, artigos, sites, revistas, *e-books* e outros canais, com a intenção de obter o máximo de informações relevantes e agregadoras de valor ao trabalho aqui proposto.

Com a análise e a comparação dos diversos *softwares* existentes atualmente para modelagem e simulação, foi escolhido o *Anylogic* por ser um *software* completo, este que também foi ensinado e manuseado ao longo do processo formativo na disciplina de simulação de sistemas.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho refere-se a pesquisa bibliográfica, sendo assim, será um processo longo, pois é necessário analisar e relacionar muitas informações, de modo a obter um bom conhecimento sobre o tema em investigação; e o processo de recolha de informação para a revisão bibliográfica será baseado essencialmente na coleta de dados de referências secundárias (livros e revistas científicas) e primárias (relatórios).

Este trabalho é um estudo com abordagem quantitativa, ou seja, analisar e interpretar os dados com os métodos estatísticos mais adequados (gráficos, fluxogramas, diagramas) de forma a compreender as razões da existência de tais erros. A pesquisa quantitativa é um método de pesquisa social que utiliza a quantificação nos métodos de coleta de informações e em seu processamento por meio de técnicas estatísticas como porcentagem, média, desvio padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, entre outras (MICHEL, 2005). Uma vez coletados os dados necessários, eles foram analisados a partir de uma abordagem qualitativa,

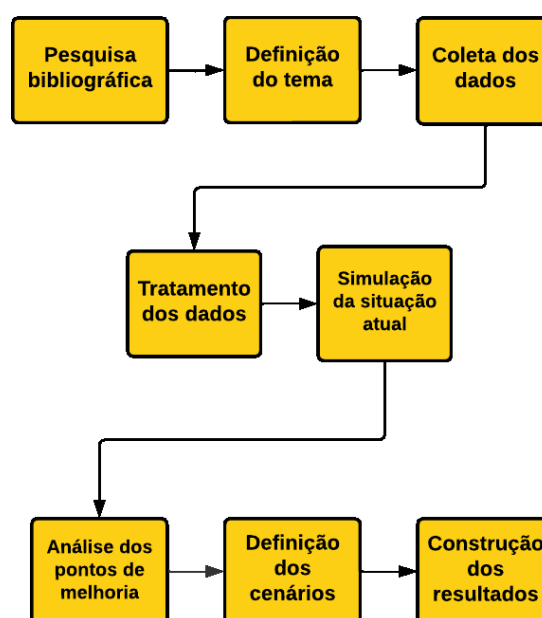
corroborando com a interpretação dos dados obtidos através de etapas práticas da pesquisa, a exemplo de observações realizadas no campo de estágio.

Após a coleta de informações é momento de uma abordagem exploratória, ou seja, analisar o “chão de fábrica”, verificar a situação atual e nos momentos adequados abordar os colaboradores de nível operacional. Estes podem ser uma ajuda preciosa para perceber o porquê da existência de erros dado o seu contacto diário, bem como, a intervenção direta no processo em análise. Assim, um ponto fundamental consiste na observação de processos, tendo como procedimentos um estudo de caso, pois se fez presente em uma empresa localizada na cidade de Campina Grande – PB do ramo têxtil.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

O presente estudo foi desenvolvido em oito etapas, como demonstra a Figura 3. Em decorrência da complexidade de cada uma dessas etapas, julgou-se pertinente que cada uma delas fossem descritas e detalhadas nos subtópicos a seguir.

Figura 3 - Etapas do processo da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2023)

3.2.1 Pesquisa bibliográficas

Em termos metodológicos, foram feitas buscas em artigos, livros, sites, revistas, e-books e outros canais, a fim de que se possa obter o máximo de informações para entender mais detalhadamente acerca do fenômeno.

3.2.2 Definição do tema

Com a vivência durante o período de estágio e presente nas análises do processo, foi possível observar diversos problemas enfrentados pela empresa, contudo sempre em busca de melhoria no processo. Tendo em vista a necessidade de gerar clientes satisfeitos, seja por meio dos produtos e da eficiência nos serviços. Diante disso, destaca-se a necessidade de diminuir o tempo que os pedidos dos clientes ficam na fila de espera para serem atendidos e busca-se melhorias no processo.

Com base na utilização do *software Anylogic* na disciplina intitulada de simulação de sistemas, foi definido como o melhor método de tomar decisão sem gerar custos e realizar procedimentos incerto, para definir quantos colaboradores se fazem necessário no processo de *packing* e com a modelagem analisar os pontos de melhorias no processo.

3.2.3 Coleta de Dados

Após a definição do tema, estabeleceu-se o contato com a empresa objeto do estudo para permissão da coleta de dados necessários para a execução das simulações. Os dados foram obtidos por meio da cronometragem do processo, foi um mês acompanhando o processo de *picking* e *packing* da empresa. Como mostra o Quadro 1, a cada realização de atividade foi registrado os dados, totalizando 100 amostras de dados.

Quadro 1 - Coleta de dados

PERÍODO: 01/04 á 29/04				
PICKING			PACKING	
Qty. Coletas	TEMPO		Qty. Coletas	TEMPO
1	00:30:10		1	00:12:10
2	01:23:15		2	00:42:56
3	00:40:51		3	00:16:55
4	00:36:30		4	00:15:29
5	00:38:16		5	00:26:43
6	00:50:26		6	00:28:36
7	00:45:48		7	00:19:32
8	00:54:19		8	00:26:37
9	01:57:12		9	00:47:56
10	00:58:39		10	00:24:22
...
95	00:28:52		95	00:34:30
96	00:30:58		96	00:09:20
97	00:19:45		97	00:16:11
98	00:29:58		98	00:13:34
99	00:22:47		99	00:22:14
100	00:43:59		100	00:12:30

Fonte: Autoria própria (2023)

Com a coleta de dados no processo *picking* através da cronometragem, a qual é uma ferramenta de gestão para analisar os tempos em que as atividades são realizadas durante o processo produtivo de uma empresa. Dessa forma, com o conhecimento adquirido na disciplina de engenharia de método percebeu-se que com os dados coletados e análise do processo, o tempo gasto para a separação dos pedidos, unindo-se a melhoria contínua a empresa teria um ganho de produtividade dos colaboradores.

Com isso, foi visualizado o gargalo na separação, que está atrelado ao equipamento (sacola), que é usado para realizar a atividade, como mostra a Figura 4, o mesmo é frágil e quando cheio fica inviável arrastar nos corredores para realização da coleta. O que se faz necessário, é colocar as sacolas em locais estratégicos.

Figura 4 - Sacolas usadas na separação dos pedidos

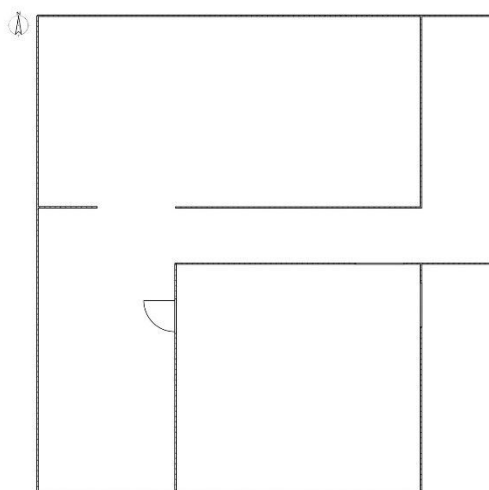


Fonte: Autoria própria (2023)

Visto a dificuldade do manuseio e coleta das peças de roupas, onde o funcionário retomava ao mesmo ponto de coleta por cerca de três vezes, podendo ser reduzido em apenas uma vez. Foi desenvolvido um carrinho que auxiliaria na coleta dos produtos, equipamento este que tem a mesma dimensão da sacola que é usada atualmente, sendo possível realizar a locomoção por todo estoque, o que reduz o tempo na separação.

Para melhor compreensão e estudo da capacidade do ambiente, foi necessário coletar dados do espaço onde está inserido o estoque e os caixas. Dessa forma, foi utilizado uma trena que auxiliou nesse processo de medidas. Assim, foi elaborado o layout do setor como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Layout do setor de faturamento



Fonte: Autoria própria

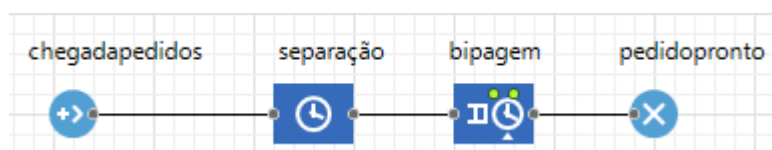
3.2.4 Tratamento dos Dados

Com os dados tratados, foi realizada a modelagem do processo e realizado estudo para obtenção dos cenários em que as simulações e otimizações seriam realizadas. A partir disso, seis cenários foram selecionados para análise, três desses, visando a capacidade de colaboradores suficientes para o processo e o restante objetivando a capacidade, porém considerando a aplicação de um carrinho como método de melhoria na separação.

3.2.5 Simulação do cenário atual

Foi identificado a necessidade para melhor compreensão do processo a simulação do processo de *picking* e *packing* atual da empresa e assim identificar os gargalos e os pontos de melhoria, como mostra a Figura 6. Diante disso, viu-se que o gargalo se encontrava na quantidade de colaboradores nos caixas e um ponto de melhoria observado após a coleta de dados, foi na separação dos pedidos. Com os produtos gerados pelo *software*, foi possível dar seguimento a interpretação e confecção dos resultados, de maneira textual e ilustrativa.

Figura 6 - Fluxograma do processo no *Anylogic*



Fonte: Autoria própria (2023)

3.2.6 Definição dos cenários

Após finalizada a etapa de tratamento de dados, foi definido todos os cenários em que as simulações e otimizações seriam realizadas, sendo três deles abordados a quantidade de colaboradores suficientes e quatro considerando a existência do carrinho no processo de *picking* na otimização do tempo.

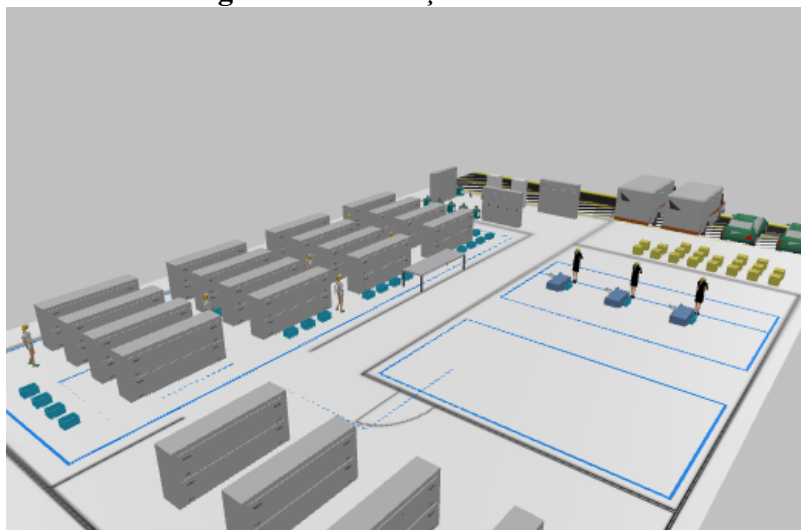
Foram levadas em consideração a quantidade de 150 pedidos diários em oito horas trabalhadas, já levando em consideração os minutos para necessidades fisiológicas, lanches e descansos. E com a utilização do carrinho no processo de *picking*, houve uma redução de 50% no tempo de separação dos pedidos. Com essa otimização no processo, percebe-se que o tempo que o colaborador gasta para realizar a separação de um único pedido, com a utilização do carrinho ele consegue atender dois pedidos. Logo, a produtividade do funcionário aumenta.

3.2.7 Simulação no *Software*

Com os cenários definidos e os dados tratados foi dada sequência aos estudos no *software* para realização das simulações e otimizações no processo, como mostra a Figura 7.

A proposta da simulação foi diagnosticar o gargalo no quantitativo de colaboradores nos caixas. Dessa forma, as primeiras simulações foram para diagnosticar o comportamento e posteriormente com a redução no tempo de separação, quantos colaboradores são necessários nos dois processos.

Figura 7 - Simulação do ambiente



Fonte: Autoria própria

A simulação seguiu o cenário atual da empresa e posteriormente aumentando a capacidade de funcionários nos caixas. Visando encontrar a quantidade ideal, para que não tenham muitos pedidos na fila e nem colaboradores ociosos.

3.2.8 Construção dos Resultados

No final das simulações, foram coletados os *outputs* gerados pelo *software*, seja a correspondente a quantidade colaboradores suficientes obtidas em cada cenário, como também os resultados dos indicadores.

3.3 CRONOGRAMA

A finalidade da utilização desses cronogramas foi auxiliar no gerenciamento da rotina para o desenvolvimento do trabalho, além de facilitar a visualização de como foram obtidos os resultados do estudo. Para facilitar a visualização do cronograma de desenvolvimento deste trabalho, como aponta o Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma descrito

MÊS	FASE	PASSO	DESCRIÇÃO
1	Pesquisas bibliograficas	Preparação	Estuda o tema escolhido
1	Preparação do projeto	Preparação	Estuda a aplicação em sistema de filas
2	Análise do processo <i>in loco</i>	Entendimento	Análise do processo picking e packing
3	Estudar o software <i>Anylogic</i>	Introdução	Entendimento geral dos modelos baseados em filas
		Entendimento	Entender a abordagem utilizada pelo AnyLogic. Estudar alguns exemplos práticos da literatura da área de manufatura e cadeia de suprimentos.
3	Coleta de dados	Entendimento	Coleta dos dados por meio da crono análise
3	Tratamento dos dados	Entendimento	Tratamento dos dados coletados por meio do Excel
4	Desenvolver a simulação na plataforma	Requerimentos	Definir requerimentos básicos da plataforma de simulação e os possíveis cenários experimentais.
		Testar e Simular	Fazer um teste, verificar e validar os resultados. Simular alguns cenários predefinidos.
5	Revisão teórica e escrita	Revisão Teórica	Buscar na bibliografia através da metodologia descrita nesse trabalho base e referencial teórico para a escrita e simulação na plataforma
		Escrita	Período dedicado a escrita e adequação das normas formais de trabalho acadêmico
6	Apresentação final	Apresentação	Apresentação final do TCC

Fonte: Autoria própria (2023)

Estão dispostos no quadro 3, o cronograma de desenvolvimento do estudo de maneira gráfica, detalhando cada ação realizada e sua respectiva data e o seu período de duração.

Quadro 3 - Cronograma da execução do estudo realizado

	jan/23	fev/23	mar/23	abr/23	mai/23	jun/23
Pesquisas bibliograficas						
Preparação do projeto						
Análise do processo <i>in loco</i>						
Estudar o software <i>Anylogic</i>						
Coleta de dados						
Tratamento dos dados						
Desenvolver a simulação na plataforma						
Revisão teórica e escrita						
Apresentação final						

Fonte: Autoria própria (2023)

4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Percebe-se que existem dificuldades para os gestores das indústrias do ramo têxtil, pois contempla todos os desafios do varejo e da própria administração. Praticamente todos os donos de redes de lojas desejam expandir os negócios, melhorar o gerenciamento, reduzir custos e aumentar o faturamento das lojas.

A gestão de empresas, seja ela indústria e comércio, se faz necessário que na administração eficaz façam uso de estratégias que contemplem processos e operações específicos desse tipo de negócio, sempre focando em garantir reduções de custos e alcance dos objetivos estipulados. Além de dirigir o dia a dia da empresa, o gestor deve se atualizar constantemente sobre novas metodologias, táticas e ferramentas orientadas para resultados, gerando diferencial competitivo

Como estamos nos baseando em uma produção empurrada, onde cada etapa do processo se encadeia entre si e uma depende da outra para dar continuidade, com os gargalos em determinadas operações, fazem com que todas as operações sejam atingidas. Para aumentar a produtividade, precisamos trabalhar para eliminar os gargalos, fazendo desta forma que a produção saia constantemente. Vale salientar que, estamos trabalhando com uma indústria do ramo têxtil, onde existe sazonalidade.

O presente estudo buscou lidar com o problema de atendimento no processo de *packing*, seja ela em um cenário da situação atual ou com a implementação de um novo equipamento.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa do presente estudo atua na produção e no comércio de produtos do ramo têxtil na região nordeste do Brasil. Ela trabalha com a fabricação de roupas masculinas e vendas em atacado e varejo para as suas respectivas lojas, e está no mercado há mais de 15 anos. Todos os seus produtos são derivados de fibras como: algodão, linho e outros, ou seja, não existe validade para os produtos. Apesar de atuar em diversos estados e cidades, a maior parte de seu faturamento está ligada a clientes nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Por questões de necessidade de sigilo organizacional, a empresa solicitou que fosse respeitado o sigilo de seu nome no presente estudo.

4.2 PARÂMETROS DO EXPERIMENTO

No processo de chegada dos pedidos na empresa, é utilizado um *software*, o qual permite que a informação chegue diretamente no sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*). Para isso, existe um fluxo do processo já estabelecido que após 15 dias que foram iniciadas as vendas, o operador do caixa realiza a impressão da capa do pedido, que por sua vez é realizada a análise financeira e assim liberado para a separação. Ou seja, o tempo de chegada dos pedidos devido a essa complexidade no processo, foi utilizado o valor total dos pedidos que após análise do financeiro está apto a ser faturado.

O processo produtivo no setor de *picking* e *packing* da empresa, só funciona após três meses, após o início da fabricação dos produtos. Com isso, uma coleção tem duração de seis meses, totalizando duas coleções por ano. Dessa forma, enquanto a produção está no processo de fabricação, os demais setores estão organizando o setor, realizando balanços em lojas da empresa, dando entrada de produtos no sistema e até mesmo realocados para auxiliar no setor que está precisando (produção). E ao final da produção, é gerada a atenção para o faturamento da empresa, que por sua vez necessita dos processos logísticos.

Para a empresa durante a ocorrência dessas sazonalidades de atividades, onde o período que vai exigir da operação se faz necessário a eliminação de colaboradores ociosos. Se faz necessário o estudo levando em consideração horário de lanche, café da manhã e necessidades fisiológicas.

Para cada separação de pedidos existem os fatores que vão permitir que o colaborador permaneça mais tempo na operação ou não, que são a quantidade de produtos coletados. Dessa forma, se faz necessário a relação dessa informação. Como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Dados da separação dos pedidos

SEPARAÇÃO		
AMOSTRAS	TEMPO	QUANT- PEÇAS
1	00:30:10	80
2	01:23:15	220
3	00:40:51	129
4	00:36:30	60
5	00:38:16	67
6	00:50:26	119
7	00:45:48	98
8	00:54:19	132
9	01:57:12	182
10	00:58:39	169
11	00:46:28	175
...
97	00:19:45	73
98	00:29:58	97
99	00:22:47	69
100	00:43:59	106

Fonte: Autoria própria (2023)

Em conversa com o proprietário da empresa, o mesmo afirmou que gostaria de resolver o problema atual no setor de *packing*, pois não se sabe ao certo quantos colaboradores são necessários nos caixas, levando em consideração que a quantidade de funcionários no *picking* é suficiente para atender a demanda da empresa.

Com isso, ele falou que nesse primeiro momento gostaria que todos os colaboradores implementados no sistema não ficassem ociosos, que tivesse uma média de 85% de utilização no processo e que a fila média de pedidos não fosse menor que quatro, pois se faz necessário ter pedidos no dia anterior. Também gostaria de sugestões de melhoria no processo de *picking* para quando a empresa for montar um CD na cidade de Campina Grande- PB, levando em consideração o cenário atual.

Assim, foi sugerido a implementação de um carrinho no setor de *picking* para melhor produtividade dos colaboradores, a diminuição dos erros por troca de produto e a ergonomia do trabalhador. Então o CEO, questionou se a quantidade de colaboradores seria suficiente para a implementação desse novo equipamento, levando em consideração um ganho de cerca de 50% no tempo de separação dos pedidos. Mediante o cenário de novos equipamentos o mesmo não se preocuparia se o colaborador estivesse ocioso, pois afirma que seria realocado para outras atividades.

Assim, após análise dos fatores necessários para a realização da simulação no *software* com a experiência da empresa com suas instalações atuais, foram definidos os parâmetros a serem considerados em cada etapa do experimento, considerando suas peculiaridades e as classes de resultados a serem obtidos.

5 RESULTADOS

A logística anda de mãos dadas com o pensamento estratégico, assim como o seu desenvolvimento diretamente relacionado. As dimensões centrais logística são tempo, custo e qualidade do serviço. Assim, “a Logística recorre a essas dimensões e apoia as decisões através de um equilíbrio e troca (compromisso) entre elas” (CARVALHO, 2010).

A dinâmica das mudanças em ambientes empresariais, cada vez mais complexos, e a busca por adaptações que proporcionem respostas imediatas ao mercado competitivo, fundamentam a importância de ações que identifiquem o número mínimo de opções necessárias para restringir, de certa maneira, a incerteza. Recentemente, tornou-se comum entre os pesquisadores a inspiração nos mecanismos genéticos evolutivos como uma tentativa de desenvolver ferramentas de mensuração quantitativa que possam, em dado momento, fornecer subsídios, de forma ágil, ao processo de otimização em tomadas de decisões (PINTO, 2012).

A empresa trabalha com a fabricação de seus produtos, vendas em atacado e para suas próprias lojas espalhadas no Nordeste, ela está em constante evolução, vem ganhando cada vez mais mercado. A venda em atacado cresceu de uma forma que a empresa não estava esperando. Em todas as coleções surge um novo representante da marca que está se espalhando por todo o país. Diante desse cenário, a empresa vem enfrentando a dificuldade de atender a demanda dos pedidos, para isso foi visto a necessidade de realizar uma simulação da situação atual, para buscar alternativas viáveis e com custo reduzido para solucionar o problema.


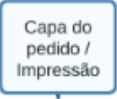


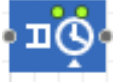
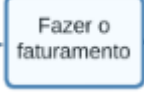
5.1 ESTUDO DOS CENÁRIOS

Para realização da modelagem e simulação dos cenários, foi elaborado um fluxograma do processo, para melhor compreensão e assim elaborar o fluxograma dentro do *software*, dessa foram realizados testes que comprovasse o bom funcionamento do *software*. Os três primeiros cenários possuem variáveis com valores predefinidos, alterando-se apenas a capacidade de colaboradores nos caixas. Já nos demais cenários, houve a alteração dos valores na distribuição de probabilidade, pois foi inserido no processo um novo equipamento.

Vale salientar que, para todos os cenários, o estudo de inferência permaneceu o mesmo. Estas simulações foram realizadas em um período de seis meses. Todos os valores utilizados para a realização dos cenários são reais, coletados durante o processo de cada atividade por meio de um cronômetro. Contudo, devido à complexidade do processo de chegada dos pedidos na empresa, pois é utilizado um sistema agregado ao ERP (*Enterprise Resource Planning*), foi utilizado um valor fixo para chegada dos pedidos por dia.

Para melhor compreensão do processo, foi elaborado o Quadro 4, onde é possível relacionar os ícones do fluxograma do processo da empresa com o do *Anylogic* e assim montar o fluxo do processo no *software* com as restrições e variáveis do problema.

Quadro 4 - Comparativo dos fluxogramas

ÍCONES DOS PROCESSOS	
ANYLOGIC	FLUXO DO PROCESSO
	
	
	

Fonte: Autoria própria (2023)

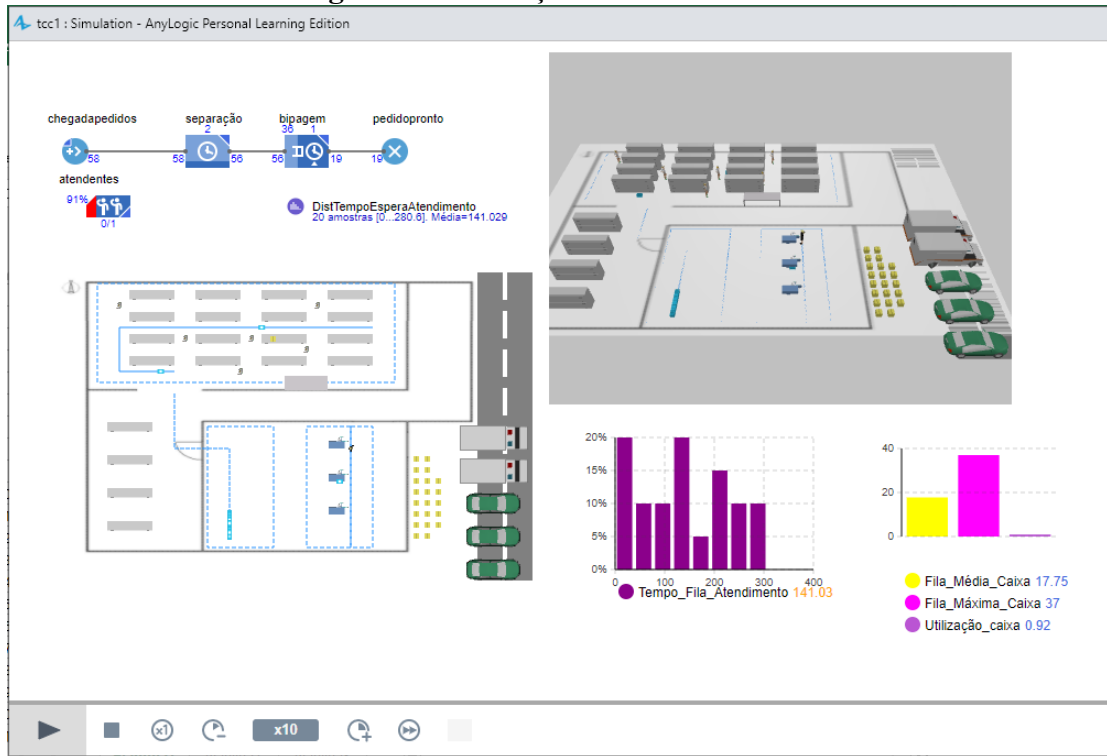
5.1.1 Cenário 1 – Quadro atual com apenas um colaborador fixo no processo de *packing*.

O primeiro cenário visou obter a situação atual da empresa no processo, com apenas um colaborador no caixa. Dessa forma, com os dados fornecidos é esperado visualizar os gargalos no processo de *packing*, assim como se espera um bom desenvolvimento por não estar considerando gargalos para a produção dos produtos e nem problemas relacionados a estoque.

Com base nos dados, foi construída a simulação para análise da fila. Foram levados em consideração a carga horária de oito horas diárias. Mesmo a empresa tendo como jornada de trabalho nove horas, o colaborador tem direito a jornada intrajornada. Então dessa forma, foi calculado esse período de descanso e necessidades fisiológicas, totalizando oito horas.

Tendo em vista que nas análises realizadas *in loco*, percebeu-se apenas a presença de um atendente no caixa, por ser uma empresa do ramo têxtil, um mercado sazonal e que a rotatividade de colaboradores é alta. Dessa forma foi considerado a quantidade de um caixa inicialmente. A modelagem encontra-se na Figura 9.

Figura 9 - Simulação com um atendente



Fonte: Autoria própria (2023)

A simulação do processamento dentro da empresa foi estruturada com a chegada dos clientes (chegadapedidos), o tempo de coleta dos itens (separação), a formação da fila para atendimento do caixa (bipagem) e a saída (pedidopronto). Os tempos considerados para separação foi a distribuição de Normal (42.02, 17.09) e da bipagem a distribuição triangular (7.12, 19.02, 36.03) minutos.

Percebe-se os dados relacionados ao tempo médio de espera da fila para utilização do caixa, que são de 141,029 minutos e o tempo máximo de 280,6 e um mínimo de 0. Com isso, foram feitas 10 análises para melhor verificação da amostragem. Como mostra a Quadro 5

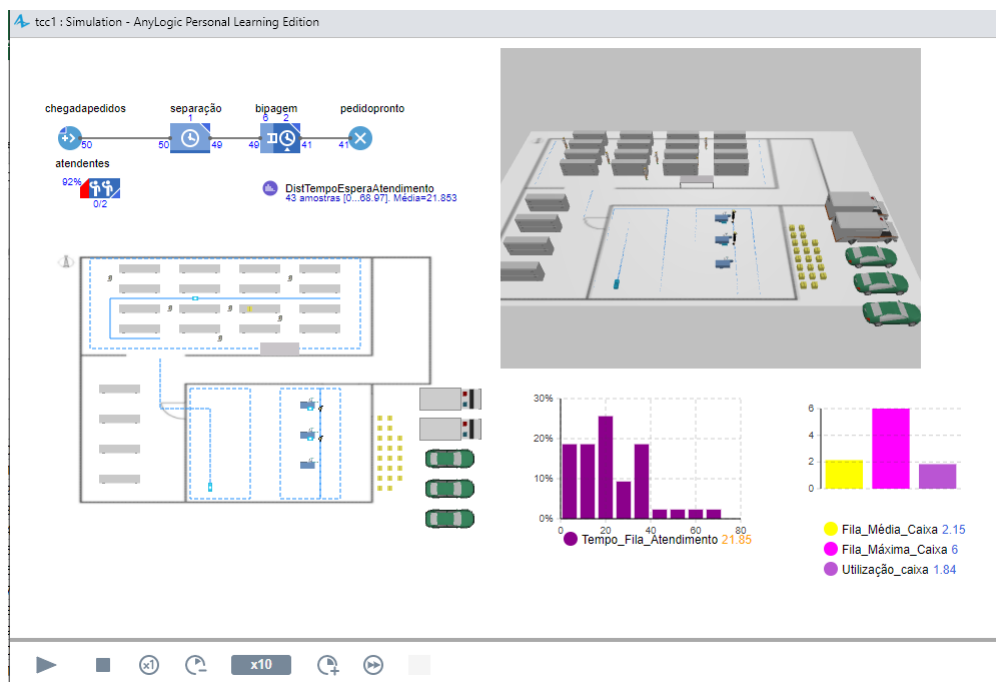
Quadro 5 - Tabela com um atendente, com amostragem de 10 vezes

Qnt. De Atend	Testes	Fila Maxima	Fila média	Tempo médio aguardo na fila	Qtn de amostras	Tempo Mín	Tempo Max	Utilização dos caixas	Taxa de utilização Atendentes
1	T01	23	9.54	108.48	21	0	238,971	0,94	94%
1	T02	38	17.65	131.02	21	0	285,649	0,96	96%
1	T03	21	9.80	112.53	23	0	228,928	0,89	88%
1	T04	20	11.28	118.72	26	0	226,39	1	99%
1	T05	37	17.75	141.03	20	0	280,6	0,92	91%
1	T06	27	10.01	106,4	24	0	207,842	0,99	99%
1	T07	17	5.4	57.34	24	0	135,599	0,96	96%
1	T08	27	10.28	98	22	0	197,787	0,86	86%
1	T09	34	18	151.38	24	0	296,153	0,96	96%
1	T10	29	13	120.28	23	0	234,515	0,94	94%

Fonte: Autoria própria (2023)

5.1.2 Cenário 2 – Considerando dois colaboradores nos caixas

Com isso, realizamos uma nova amostra com dois atendentes para verificar se atendia às expectativas do dono do estabelecimento, como mostra a Figura 10. O objetivo da simulação continua o mesmo: encontrar a quantidade de colaboradores que satisfaça a demanda do sistema.

Figura 10 - Simulação com dois atendentes.

Fonte: Autoria própria (2023)

Para melhor compreensão, para saber se de fato seria a melhor alternativa na tomada de decisão foram realizadas dez simulações, como mostra o Quadro 6.

Quadro 6 - Simulação com dois atendentes com amostragem de 10 vezes

Qnt. De Atend	Testes	Fila Maxima	Fila média	Tempo médio aguardo na fila	Qtn de amostras	Tempo Mín	Tempo Max	Utilização dos caixas	Taxa de utilização Atendentes
2	T01	12	1,96	15,46	41	0	44,464	1,68	84%
2	T02	7	1,65	19,26	36	0	48,391	1,48	74%
2	T03	4	0,38	5,27	34	0	35,73	1,22	61%
2	T04	5	1,5	17,11	42	0	55,634	1,81	90%
2	T05	10	4,29	41,82	43	0	78,533	1,87	93%
2	T06	8	1,93	22,05	41	0	58,152	1,65	82%
2	T07	7	1,34	15,78	39	0	53,413	1,52	76%
2	T08	18	8,47	73,25	41	0	174,256	1,89	94%
2	T09	9	3,53	39,2	43	0	98,759	1,7	85%
2	T10	6	2,15	21,85	43	0	68,97	1,84	92%

Fonte: Autoria própria (2023)

Com isso, observou-se que houve uma redução significativa na fila média que consta 27,2, a utilização dos caixas é 16,66 e a média da taxa de utilização dos colaboradores está em 83%.

5.1.3 Cenário 3 – Considerando três colaboradores nos caixas

Objetivo desse cenário é permitir que o dono da empresa vislumbre se valerá a pena seguir com a implementação do terceiro colaborador, mesmo prevendo uma queda na taxa de utilização dos atendentes, ou seja, em algum momento terá um operador de caixa ocioso. E a fila média está abaixo da quantidade para manter um fluxo contínuo no processo no dia seguinte. Como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Simulação com três atendentes



Fonte: Autoria própria (2023)

Dessa forma, foi necessário a realização de dez simulações que pudessem mostrar o comportamento ao longo do processo, como mostra o Quadro 7.

Quadro 7 - Simulação de três atendentes com amostragem de 10 vezes

Qnt. De Atend	Testes	Fila Maxima	Fila média	Tempo médio aguardo na fila	Qtn de amostras	Tempo Mín	Tempo Max	Utilização dos caixas	Taxa de utilização Atendentes
3	T01	3	0,27	2,66	47	0	17,545	2,1	69%
3	T02	9	2,48	17,14	66	0	52,847	2,78	92%
3	T03	2	0,12	1,3	40	0	10,552	1,82	59%
3	T04	6	1,71	14,36	55	0	46,578	2,42	81%
3	T05	3	0,17	1,79	42	0	13,165	1,58	52%
3	T06	5	0,89	9,16	46	0	30,393	2,06	68%
3	T07	4	0,57	5,01	51	0	21,267	2,2	73%
3	T08	4	0,4	3,92	48	0	15,629	1,86	62%
3	T09	3	0,27	2,92	44	0	22,723	1,75	59%
3	T10	4	0,62	5,28	53	0	18,95	2,25	75%

Fonte: Autoria própria (2023)

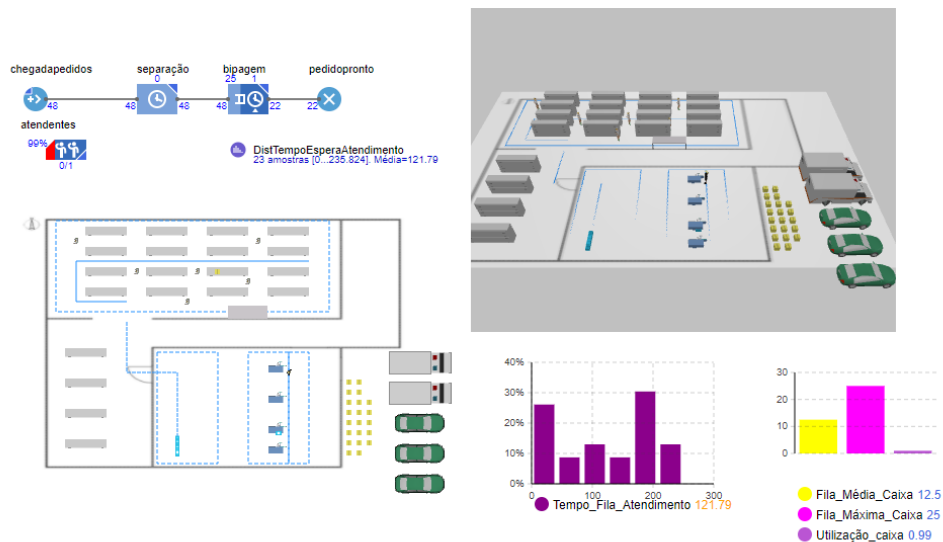
Com dados coletados, observa-se que houve uma redução na utilização de atendentes, a fila média passou a ser (7,5). Dessa forma, reduziu bastante em comparação aos outros cenários.

A quantidade de fila máxima é diretamente proporcional à quantidade de pedidos que saem do sistema de *picking*.

5.1.4 Cenário 4 – Adicionado um novo equipamento na área de *picking*, com a presença de um colaborador no caixa

Neste cenário, o intuito da simulação foi encontrar a quantidade ideal de funcionários nos caixas após a adoção de um novo equipamento no processo de *picking*, levando em consideração a utilização do cenário atual, com um operador no caixa, conforme a Figura 12.

Figura 12 - Simulação com um colaborador e utilização do carrinho no picking



Fonte: Autoria própria (2023)

Percebe-se que houve um aumento na utilização dos caixas por consequência do número reduzido no tempo de separação, ou seja, o tempo que era levado para realizar a separação de um único, agora de modo otimizado, somam dois pedidos. Para melhor compreensão dos dados, foram realizadas 10 simulações, como mostra o Quadro 8.

Quadro 8 - Simulação com um colaborador e utilização do carrinho

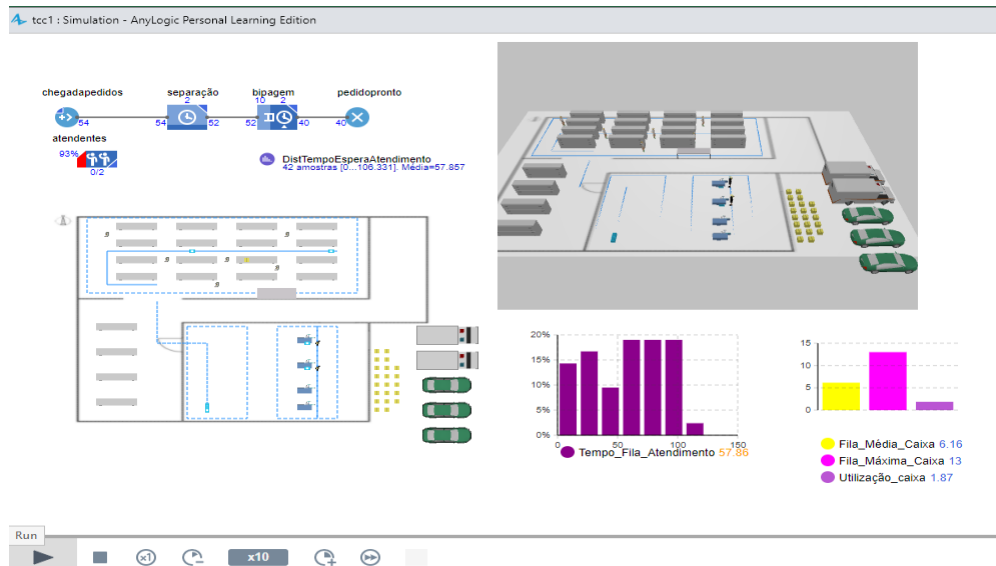
Qnt. De Atend	Testes	Fila Maxima	Fila média	Tempo médio aguardo na fila	Qtn de amostras	Tempo Mín	Tempo Max	Utilização dos caixas	Taxa de utilização Atendentes
1	T01	22	12,48	134.57	24	0	265,772	0,98	97%
1	T02	26	9,81	103.32	19	0	218,817	0,91	90%
1	T03	25	10,53	122	21	0	260,888	0,91	91%
1	T04	19	7,41	82.42	22	0	198,308	0,96	96%
1	T05	28	14,46	128.50	24	0	275,956	0,99	99%
1	T06	24	11,73	126.57	24	0	265,153	0,98	98%
1	T07	28	12,48	121.17	24	0	211,202	0,97	97%
1	T08	22	6,57	83.06	21	0	147,281	0,87	87%
1	T09	32	15,7	126.05	22	0	271,635	0,98	98%
1	T10	25	12,5	121.79	23	0	235,824	0,99	99%

Fonte: Autoria própria (2023)

Com base no cenário 2, percebe-se que o fator de utilização dos caixas aumentou e a taxa de utilização dos atendentes aumentou em 1%. O tempo médio dos produtos aguardando na fila aumentou devido ao equipamento fornecer uma produtividade ao colaborador maior que no cenário com a utilização das sacolas plásticas, pois permite ao colaborador coletar mais produtos de uma vez.

5.1.5 Cenário 5 - Adicionado um novo equipamento na área de *picking*, com a presença de dois colaboradores nos caixas

Ainda com a utilização do carrinho como projeto de melhoria no setor de *picking*, foi adicionado mais um colaborador totalizando dois operadores de caixas, como mostra a Figura 13.

Figura 13 - Simulação com dois colaboradores e utilização do carrinho no picking

Fonte: Autoria própria (2023)

No entanto, foram realizadas 10 amostras com dois atendentes para melhor verificação do problema, como mostra o Quadro 9.

Quadro 9 - Simulação com dois colaboradores, com amostragem de 10 vezes.

Qnt. De Atend	Testes	Fila Máxima	Fila média	Tempo médio aguardo na fila	Qtn de amostras	Tempo Mín	Tempo Max	Utilização dos caixas	Taxa de utilização Atendentes
2	T01	4	1,29	15,29	40	0	36,186	1,71	85%
2	T02	14	7,28	60,02	43	0	130,021	1,83	91%
2	T03	13	6,16	57,86	42	0	106,331	1,87	93%
2	T04	4	0,92	9,6	43	0	33,211	1,65	83%
2	T05	10	3,56	32,42	41	0	101,262	1,7	85%
2	T06	7	2,36	25,11	44	0	62,977	1,77	89%
2	T07	13	3,74	31,95	46	0	54,673	1,94	97%
2	T08	15	5,45	45,85	40	0	120,337	1,66	83%
2	T09	4	0,73	11,23	31	0	37,999	1,27	63%
2	T10	14	8,6	82,8	42	0	131,321	1,85	92%

Fonte: Autoria própria (2023)

Com as 10 observações percebe-se que houve um aumento de cerca de 10 min, mas em compensação a fila máxima houve um aumento mediante a utilização do carrinho no processo. Por consequência disso, os demais valores aumentaram, mediante a quantidade de pedidos entrando no sistema.

5.1.6 Cenário 6 - Adicionado um novo equipamento na área de *picking*, com a presença de três colaboradores nos caixas

O objetivo deste cenário é encontrar a quantidade de colaboradores para atender a demanda de pedidos e analisar seu desempenho. A distinção deste cenário para os anteriores é que agora são três colaboradores operando os caixas. Como mostra a figura 14.



Fonte: Autoria própria (2023)

Para melhor compreensão dos dados forma realizadas 10 simulações com mostra a Quadro 10.

Quadro 10 - Simulação com três colaboradores, com amostragem de 10 vezes

Qnt. De Atend	Testes	Fila Maxima	Fila média	Tempo médio	Qnt de amostras	Tempo Mín	Tempo Max	Utilização dos caixas	Taxa de utilização
3	T01	4	0,45	4,36	50	0	26,837	2,09	69%
3	T02	2	0,22	2,33	41	0	15,944	1,83	59%
3	T03	1	0,06	0,91	32	0	15,913	1,27	42%
3	T04	2	0,17	1,88	44	0	10,117	1,87	62%
3	T05	5	0,28	2,52	45	0	17,367	1,79	60%
3	T06	3	0,18	2,01	44	0	12,817	1,81	60%
3	T07	5	1,09	8,93	57	0	29,676	2,47	81%
3	T08	4	0,45	4,1	48	0	28,144	2,13	69%
3	T09	5	0,52	5,71	43	0	25,119	1,77	58%
3	T10	4	0,38	3,95	46	0	21,603	1,93	64%

Fonte: Autoria própria (2023)

Dessa forma, observa-se que a fila média é de até um pedido, o tempo médio aguardando na fila é de até 8,93 minutos. A taxa de utilização e utilização dos caixas percebe-se que em algum momento teremos um colaborador ocioso.

5.2 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Para o dono da empresa, precisa-se levar em consideração a média de 15 minutos para o processo de *packing*, ou seja, são necessários no mínimo de 4 pedidos para o início do outro

dia, o objetivo não é zerar pois não se trata de atendimento físico ao cliente, e sim, aos pedidos gerados por eles. Então, para que se tenha um fluxo contínuo do processo, se faz necessário deixar essa quantidade para o dia seguinte. A não ser que seja proposto a mudança de horário, para o *packing*. Ao invés de chegarem no mesmo horário do processo de picking, os colaboradores cheguem uma hora depois.

O Quadro 11, mostra a média das simulações de todos cenários com a amostragem 10 vezes.

Quadro 11 - Média dos cenários

CENARIOS	Fila Maxima	Fila média	Tempo médio aguardo na fila	Qtn de amostras	Tempo Mín	Tempo Max	Utilização dos caixas	Taxa de utilização Atendentes
CENARIO 1	27,3	12,271	114,518	22,8	0	233,24	0,942	0,939
CENARIO 2	8,6	2,72	27,105	40,3	0	71,6302	1,666	0,831
CENARIO 3	4,3	0,75	6,354	49,2	0	24,9649	2,082	0,69
CENARIO 4	25,1	11,367	114,945	22,4	0	235,084	0,954	0,952
CENARIO 5	9,8	4,009	37,213	41,2	0	81,4318	1,725	0,861
CENARIO 6	3,5	0,38	3,67	45	0	20,3537	1,896	0,624

Fonte: Autoria própria (2023)

Com as médias dos cenários, podemos observar e concluir qual o cenário mais eficiente para as duas situações na empresa. No primeiro momento serão analisados os três primeiros cenários, onde o primeiro a fila máxima de pedidos (27,3), e o tempo médio aguardando a fila (144,518), são os valores atuais da empresa, então conclui-se que é um número muito alto no tempo de espera dos pedidos, o que permite que muitos pedidos acabam ficando para o outro dia e assim acarreta um acúmulo de pedidos durante a semana. Assim, percebe-se uma utilização do caixa e do atendente acima de 90%, o que pode ser bom para o proprietário. Porém, gera um desconforto nos clientes, devido ao tempo de espera.

O segundo cenário, mostra a média da fila máxima de 8,6 pedidos e a média com 2,72, aproximadamente 3 pedidos. Um tempo médio aguardando na fila de 27,10 minutos, percebe-se que a utilização dos caixas e a taxa de utilização dos atendentes é menor que a do cenário um, pois se tem mais um colaborador na atividade. Assim, com as restrições dadas pelo empresário no qual ele gostaria que o operador do caixa tivesse uma média da taxa de utilização de 85%, onde no cenário dois é de 83%. Ao observar o terceiro cenário, percebe-se que a taxa

de utilização do é de 69%, o que corresponde que para a empresa não seria tão vantajoso, mesmo possuindo um tempo médio dos pedidos aguardando na fila de 6,354 e a fila média ser menor que um pedido.

Diante dessas análises, percebe-se que o melhor cenário para tomada de decisão e para a resolução da situação atual é o segundo cenário.

No que tange os outros três cenários, houve uma redução no tempo de separação dos pedidos. Observa-se que no cenário quatro e cinco, houve um aumento na taxa de utilização dos atendentes, em comparação com os cenários um e dois. Acredita-se que esse aumento foi proveniente da quantidade de pedidos gerados pelo *picking*. No cenário cinco, observa-se que a fila máxima é de 9,8, enquanto a média é cerca de 4 pedidos, a taxa de utilização do colaborador ultrapassa os 85% esperado pelo dono. Então, à medida que vou aumentando meu quadro de funcionários no *software*, a taxa de utilização diminui. Por esse motivo não foi elaborada a simulação com quatro funcionários, pois o objetivo da empresa é não ter colaboradores ociosos nos processos, mas que tenham tempo suficiente para atender a demanda e resolução de problemas que vão surgindo no dia a dia.

Com isso, dentre os cenários que foram utilizados os carrinhos como projeto de melhoria no setor do *picking*, o que melhor se enquadra na tomada de decisão é o cenário cinco. Assim pode-se dizer que dentre os seis cenários realizados na modelagem e simulação do processo, o que melhor atenderia a todos os critérios estabelecidos pelo proprietário da empresa é o cenário 5, onde o mesmo possui dois colaboradores no processo de *packing* e a utilização do carrinho como melhoria do processo.

6 CONCLUSÃO

Esse estudo dedicou-se a obter a quantidade de colaboradores nos caixas, por meio da simulação computacional, que serviram de base e análise a viabilidade de contratação dentro da empresa para auxiliar no atendimento dos pedidos. Para isso, foram construídos, bem como simulados, cenários distintos, nos quais se recorreu a números estáticos e análises gráficas, desse modo, tornou-se possível deixar entendível a necessidade de contratação para o *packing* da empresa estudada.

A presente pesquisa, utilizou de dados reais, coletados *in loco*, assim, foi possível obter-se resultados persuasivos e precisos, que indicassem a viabilidade de contratação, assim como o quantitativo de colaboradores necessários, que contribuísse para o melhoramento da qualidade de serviço na entrega dos pedidos da organização. Apesar da limitação do *software AnyLogic* em sua versão gratuita, onde não foi permitido realizar o tratamento dos dados, isto não afetou a qualidade dos resultados obtidos.

Dessa forma, concluiu-se que para as descrições listadas pelo empresário no primeiro momento para a resolução do problema atual no qual ele queria que, a taxa de utilização dos seus colaboradores tivesse uma média da taxa em 85%, mediante as simulações dos cenários, onde foi possível reduzir o tempo de espera dos pedidos na fila na qual não ultrapassou de nove pedidos o que pra ele seria ideal para a continuidade do processo, pois se ao final do turno se tem essa quantidade na espera, é suficiente para no dia seguinte iniciar o turno sem precisar esperar a realização do *picking* e gerar ociosidade no processo.

Com isso, foi constatado que o melhor cenário mediante restrições é o cenário cinco, onde a média da taxa de utilização dos colaboradores é 86%, ele é o cenário ideal para a resolução do problema.

Uma observação feita diante a elaboração dos cenários, foi que é entregue ao *picking* 150 pedidos, diante dos levantamentos realizados através das análises nos cenários, percebem-se que no terceiro dia de jornada de trabalho já existirá a necessidade de mais uma remessa de pedidos liberadas pelo setor financeiro, então para que o *picking* não pare por falta de pedidos, se faz necessário a organização de no segundo dia está pré-pronto os pedidos para serem separados.

Como análises, foi visto que o cenário cinco satisfaria a empresa, pois no cenário três a taxa de utilização dos colaboradores era inferior do esperado e a taxa da média de pedidos está inferior ao que desejava. Dessa forma, como um ponto de melhoria para o processo de *picking* foi a elaboração de um carrinho para análise e buscar graficamente que a produtividade dos

colaboradores aumentara, mediante as simulações realizadas, pôde-se perceber o aumento no quantitativo de pedidos entrando nas filas, então foi possível comprovar que houve o aumento, mas que com dois colaboradores atendia a demanda. Com isso, a média da taxa de utilização dos colaboradores é de 86%.

O desenvolvimento do estudo revelou que a simulação computacional tem potencial para auxiliar a tomada de decisões que lidam com problemas complexos, permitindo a realização de experimentos que liberem ou mitiguem drasticamente os riscos do negócio, tornando a análise uma mudança crível, ou seja, melhorando também, visualizando suas consequências em um ambiente real. Além disso, tem a capacidade de contribuir diretamente para o aumento dos resultados operacionais das organizações, seja em termos de crescimento de capital ou minimização de custos. O método de simulação computacional mostrou-se eficiente, porém complexo.

Desta forma, com as aplicações utilizadas neste estudo, bem como com os resultados alcançados, futuros projetos poderão aproveitar os benefícios oferecidos pela obra, embasar a tomada de decisões, simplificá-las e subsidiar o desenvolvimento da simulação computacional como ferramenta fundamental para redução de riscos, aumento de resultados operacionais e inovação, sobretudo no campo da cadeia de suprimentos.

REFERÊNCIAS

- ADDE, Talitha (2022). **O que é o packing e qual a sua importância na logística**. Nuvemshop. Disponível em: <https://www.nuvemshop.com.br/blog/packing/>. Acesso em: 08 de junho de 2023
- AGUILAR, R. S. **Adequação de um sistema de picking no armazém de produtos acabados de uma empresa de produtos elétricos**. 2004. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
- BOZUTTI, D. F, BUENO-DA-COSTA e MIGUEL. A. **Visão geral sobre picking**. In: Simpósio de engenharia de produção, 18. 2010, Bauru. Anais [...]. Bauru: FAPESP, 2010. p. 1-13.
- BRUTTA, Filipe (2021). **Packing**. Saclogística. Disponível em: <https://saclogistica.com.br/packing/>. Acesso em: 16 de junho de 2023
- ESCOBAR, J. A. (2015). **O uso de tecnologias para o processo de preparação de pedidos: implicações e proposições**. Florianópolis, SC, v.15, n.1, p.188 a 212: Revista Produção Online.
- FOGLIATTI, M. C.; MATTOS, N. M. C. **Teoria de Filas**. Editora Inter ciência. Rio de Janeiro, 2007.
- GIANESI e BIAZZI. **Gestão estratégica dos estoques**. Revista de Administração, São Paulo, v. 46, n. 3, p. 290-304, set. 2011.
- HERMANN. **Design principles for industrie 4.0 scenarios: aliterature review**. In: Annual Hawaii International Conference on System Sciences 49., 2016, Estados Unidos. Proceedings... Washington, DC:IEEE Computer Society, 2016. p. 3928–3937.
- MENDONÇA. **Teoria de filas markovianas e aplicações**, 2014. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/5265/1/PDF%20%20Edn%C3%A1rio%20Barbosa%20de%20Mendon%C3%A7a.pdf>. Acesso: 26 de maio 2023.
- OSWALDO, Fadigas (2018). **Processo das filas**. Departamento de Métodos Quantitativos, da Escola de Administração de Empresas. de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas.
- PARAGON (2005). **Arena é copyright da Rockwell Software/EUA**. Windows, Office, Word, Excel e Powerpoint são copyrights da Microsoft/EUA.
- PINTO, A. R. Faia. **Algoritmo genético aplicado ao sequenciamento de picking e faturamento**. Dissertação (Mestrado)–Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2012
- PRADO, Darci. **Teoria das Filas e da Simulação**. v.2. 4. Ed. Belo Horizonte: editora de Desenvolvimento Gerencial. Serie Pesquisa Operacional, 2009.

RODRIGUES et al. **Model for reduction in loading time, using modeling and simulation techniques.** Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 5, n. 11, p.25386-25401 nov. 2019 ISSN 2525-8761

SACOMANO et al. **Industria 4.0 conceito e fundamentos.** São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2018. 182 p.

SANTOS et al. **Indústria 4.0: Desafios e oportunidades.** Revista Produção e Desenvolvimento, v.4, n.1, p.111-124, 2018<http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento>

SANTOS, Leandro Bruno. **A indústria de cimento no Brasil: origens, consolidação e internacionalização.** Soc. nat. (Online), 2011, vol.23, no.1, p.77-94. ISSN 1982-4513