



Auguster Guilherme Tolfo

**APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS PARA DIMENSIONAMENTO DE
ATENDENTES EM UM DEPARTAMENTO DE CONTROLADORIA DE UMA
EMPRESA DO RAMO AGRÍCOLA**

Horizontina - RS

2021

Auguster Guilherme Tolfo

**APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS PARA DIMENSIONAMENTO DE
ATENDENTES EM UM DEPARTAMENTO DE CONTROLADORIA DE UMA
EMPRESA DO RAMO AGRÍCOLA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia de produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação da Prof. Me. Ivete Linn Ruppenthal.

Horizontina - RS

2021

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

“Aplicação da teoria das filas para dimensionamento de atendentes em um departamento de controladoria de uma empresa do ramo agrícola”

**Elaborada por:
Auguster Guilherme Tolfo**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

Aprovado em: 01/07/2021
Pela Comissão Examinadora

Mestre Ivete Linn Ruppenthal
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Mestre Sirnei César Kach
FAHOR – Faculdade Horizontina

Mestre Fabrício Desbessel
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS
2021**

Aos meus pais e minha irmã que acreditaram e me ajudaram a seguir em frente nos momentos de dificuldade. À família que sempre apoiou e se manteve perto incentivando a seguir em busca de novas conquistas.

Muito Obrigado!

RESUMO

Devido a procura por maior produtividade e melhoria nos processos das empresas, aliado ao crescimento sustentável e, visando gerir melhor os departamentos, tem-se a necessidade de dimensionar adequadamente a equipe do setor de controladoria da empresa SLC Máquinas para atender as demandas provenientes dos clientes internos e externos da empresa. O dimensionamento correto das equipes aliado com a otimização dos processos, faz com que as tarefas sejam entregues nos períodos especificados pelas lideranças, não tendo impacto na satisfação dos funcionários que dependem de outros setores da empresa para exercerem suas funções corretamente. Neste sentido, o estudo em questão tem como objetivo geral aplicar a teoria das filas visando o adequado dimensionamento do setor de controladoria da empresa, para otimizar as tarefas e cumpri-las dentro dos prazos estabelecidos. O problema da pesquisa é determinar quantos atendentes são necessários para não haver a espera nos atendimentos. Para delinear a pesquisa foram utilizadas a pesquisa exploratória, pesquisa descritiva e de estudo de caso. A coleta de dados se deu por meio de pesquisa bibliográfica, observação, entrevista e cronoanálise para que assim, fosse possível chegar aos resultados. Para determinar os resultados foi necessário calcular as taxas médias de chegada e de atendimentos dos chamados do departamento, para dimensionar corretamente o número de atendentes necessários para suprir todas as demandas. Através deste estudo foi possível identificar que, com o Quadro funcional composto por cinco atendentes, o departamento de controladoria não conseguiria realizar todas as atividades, o sistema congestionaria, pois a fila tende ao infinito. Dessa forma, sugere-se, baseado nos cálculos matemáticos, que o departamento deveria adequar a equipe para oito atendentes para deixar o departamento dimensionado corretamente.

Palavras chave: Teoria das filas. Dimensionamento. Tomada de decisão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de produção	14
Figura 2 - Etapas de estudo da pesquisa operacional	16
Figura 3 - Modelo de uma formação de fila	19
Figura 4 - Sistema de uma fila e um atendente	23
Figura 5 - Sistema de uma fila e dois atendentes	24
Figura 6 - Sistema de múltiplas filas e múltiplos servidores em paralelo	24
Figura 7 - Sistema de fila única e servidores em série	25
Figura 8 - Comparação entre 2019 e 2020 do valor bruto de produção no Brasil	28
Figura 9 - Fluxograma do processo	38
Figura 10 - Fluxograma do sistema <i>Qualitor</i>	40
Figura 11 - Fila de atendimento do sistema <i>Qualitor</i>	41
Figura 12 - Chegada x atendimento	44
Figura 13 - Cálculos para determinar o número de atendentes na efetivação de notas fiscais	46
Figura 14 - Cálculos para determinar o número de atendentes no setor de controladoria	49
Figura 15 - Gráfico de taxa de ocupação do setor de controladoria	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Taxa de atendimento de clientes em um sistema de filas	21
Quadro 2 - Taxa de chegada de clientes em um sistema de filas	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Médias das taxas de chegada e atendimento	43
Tabela 2 - Médias dos tempos de execução das atividades	45
Tabela 3 - Simulações da taxa de ocupação	48

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

λ - Taxa de chegada

μ - Taxa de atendimento

ρ - Taxa de utilização do servidor

L_q - Número médio de clientes na fila

L - Número médio de clientes no sistema

W_q - Tempo médio de clientes em espera na fila

W - Tempo médio de clientes em espera no sistema

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

PO - Pesquisa Operacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	TEMA	10
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	10
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	10
1.4	HIPÓTESES	11
1.5	JUSTIFICATIVA	11
1.6	OBJETIVOS	12
1.6.1	Objetivo Geral	12
1.6.2	Objetivo específico	12
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1	ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO	13
2.1.1	Pesquisa Operacional	15
2.1.1.1	Tomada de decisão	17
2.1.1.2	Teoria das filas	18
2.1.1.2.1	Características das filas	20
2.1.1.2.2	Processo de atendimento.....	20
2.1.1.2.2.1	Processo de chegada.....	21
2.1.1.2.2.2	Disciplinas das filas	22
2.1.1.2.3	Canais de atendimento.....	23
2.1.1.2.4	Distribuição Exponencial e de Poisson.....	25
2.1.1.2.5	Medidas de desempenho	25
2.1.1.2.6	Dimensionamento das filas	26
2.2	AGRONEGÓCIO BRASILEIRO.....	27
3	METODOLOGIA	29
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	29
3.1.1	Métodos de abordagem	30
3.1.2	Métodos de procedimentos	31
3.1.3	Técnicas de coleta de dados	32
3.1.4	Técnicas de análise de dados	34
3.2	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	35
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	36
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	36
4.1.1	Caracterização do problema	36
4.2	FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE ATENDIMENTO.....	37
4.3	COLETA DOS DADOS.....	42
4.4	APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS PARA DIMENSIONAMENTO DO NÚMERO DE ATENDENTES.....	45
4.5	SUGESTÕES DE MELHORIAS	50
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1 INTRODUÇÃO

Com a busca constante por aumento de produtividade nas empresas e melhor rentabilidade nos negócios, aliado com a satisfação dos clientes se faz necessário muitas vezes adequar alguns setores e reduzir a carga de atividades dos funcionários, entregando as atividades em menor tempo e com mais qualidade. O dimensionamento correto das equipes de uma empresa gera impactos positivos, tanto nos clientes internos da empresa, quanto ao cliente final que busca um melhor atendimento resultando assim, na fidelização com a marca.

As filas, atualmente presentes na maioria dos estabelecimentos que entregam algum tipo de serviço, são necessárias e inevitáveis e, na maioria das vezes, causam incômodo ao usuário que pertence à fila. Normalmente as filas se formam por uma falha de adequação nos processos produtivos de uma empresa, dessa forma, causa um congestionamento que pode afetar a satisfação dos clientes.

Diante disso, o presente estudo apresenta um sistema de atendimento de um departamento de uma empresa do ramo agrícola, desde a chegada até o atendimento da solicitação. Após uma análise detalhada do processo produtivo e do atendimento aos usuários finais, constatou-se que seria necessário um estudo da formação da fila de espera que estaria prejudicando algumas entregas que possuem prazo definido estipulado pela diretoria, dessa forma, realizou-se um dimensionamento da equipe para suprir as necessidades da empresa. A análise do número exato de atendentes no departamento visa otimizar as entregas perante a seus clientes internos e externos.

Para o estudo e aplicação de teoria das filas realizou-se uma verificação *in loco* de todos os atendimentos. Para isso foi realizado um levantamento das atividades realizadas com o sistema de atendimento que a empresa já possui e também, através dos outros canais de atendimento disponíveis no departamento. Algumas medidas de desempenho foram necessárias para obtenção dos dados como, o total de números de pedido por dia analisando a ferramenta de chamados da empresa e o total de números de pedidos que chegam por hora, analisando os outros canais de atendimento. Além disso, também foram analisados o tempo médio de espera e de atendimento e a taxa de ocupação do sistema, a fim de dimensionar corretamente o número de atendentes para suprir as demandas.

Além das medidas de desempenho utilizadas, também foi necessário realizar

uma simulação para determinar o número correto de atendentes que o departamento necessita para atender as demandas. Através da análise e resultados obtidos com as simulações, o responsável pelo departamento conseguirá adequar a sua equipe para atender as expectativas dos clientes e da diretoria, tomando decisões assertivas e cumprindo assim, com os prazos de entrega estipulados.

1.1 TEMA

O tema deste estudo é aplicação da teoria das filas para otimização de processos e no atendimento a clientes internos e externos, no departamento de controladoria corporativo de uma empresa do ramo agrícola.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A delimitação desta pesquisa é aplicação da teoria das filas para otimização de processos e no atendimento a clientes internos e externos, no departamento de controladoria corporativo de uma empresa do ramo agrícola. A pesquisa foi realizada utilizando dois processos que impactam no atendimento aos clientes internos e externos da empresa.

Para o período de pesquisa e levantamento de dados utilizou-se quinze meses para aplicação dos cálculos do número de atendentes necessários no departamento utilizando o processo de entrada de notas fiscais no sistema. Da mesma forma, utilizaram-se dois meses para aplicação dos cálculos referente ao número exato de atendentes para atender todas as demandas do departamento. A empresa fica localizada na região noroeste do Rio Grande do Sul e possui em sua região de atendimento 18 unidades, atendendo 213 municípios.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema consiste na falta de otimização dos processos do setor de controladoria, que está demandando dos funcionários muito tempo e trabalho manual nas suas atividades diárias e mensais, elevando assim o número de horas extras, que pode resultar em falhas de informações e levantamento de dados, prejudicando assim, a produtividade dos atendentes que estão diretamente ligados aos outros departamentos da empresa.

Com base no problema descrito, com este estudo visou-se responder: Qual a

quantidade de funcionários necessários para suprir todas as demandas do departamento de controladoria?

1.4 HIPÓTESES

Partindo do princípio que a empresa está buscando otimização em seus processos para cumprir os prazos de entrega perante a outros departamentos da empresa, se determinou as seguintes hipóteses:

- Com a melhor utilização do tempo disponível durante o dia para cumprir com as entregas, as atividades serão entregues em um menor prazo;
- Atualmente com 5 atendentes para exercer todas as atividades do departamento, o sistema não possui capacidade para atender a demanda.

1.5 JUSTIFICATIVA

O dimensionamento é um processo fundamental para medir a quantidade de colaboradores necessários em um departamento, para atender as expectativas dos clientes e atingir, em um curto espaço de tempo, o objetivo proposto por diretores e acionistas da empresa. Um departamento bem dimensionado traz mais segurança e conforto aos funcionários para exercerem suas funções de maneira ágil, não tendo retrabalho de atividades e falha na entrega aos clientes internos. Uma boa gestão, aliada a processos bem definidos, pessoas treinadas e capacitadas mantém a empresa no mercado de trabalho e a torna mais competitiva no mercado.

A empresa objeto de estudo atua no setor agrícola e necessita de processos bem otimizados para melhorar a satisfação dos clientes e atender suas expectativas, para isso precisa de colaboradores bem capacitados e sistemas que vão favorecer a melhoria contínua das atividades. A falta de otimização em alguns processos do setor de controladoria está demandando dos colaboradores muito tempo para realizar as atividades, com base nisso, se faz importante para o negócio da empresa aplicar a teoria das filas para diminuir o gargalo e melhorar o atendimento e cumprimento dos prazos de entrega.

Através da aplicação da teoria das filas será possível avaliar o número de colaboradores necessários para suprir e atender todas as atividades do departamento de controladoria da empresa. Se faz importante a otimização dos processos na empresa para a satisfação dos clientes, tendo em vista a melhoria em

atividades que estão demandando muito trabalho manual dos colaboradores da empresa e que, podem em algum momento, ocasionar problema e discrepância nas informações geradas pelo departamento.

Com o cálculo das filas será possível identificar através dos tempos cronometrados quantos atendentes são necessários para que todas as atividades sejam executadas no prazo sem que se tenha a insatisfação dos clientes internos e externos. Além disso, pode-se fazer simulações com números de atendentes e determinar o número exato que o setor de controladoria precisa para exercer suas funções.

1.6 OBJETIVOS

Os objetivos são a direção para que se possa realizar algo no futuro, são divididos entre objetivo geral e específicos, os quais foram estruturados para responder o problema de pesquisa, auxiliando na otimização dos processos e tomada de decisões.

1.6.1 Objetivo Geral

O estudo em questão tem como objetivo geral aplicar a teoria das filas visando o adequado dimensionamento do setor de controladoria da empresa, para otimizar as tarefas e cumpri-las dentro dos prazos estabelecidos.

1.6.2 Objetivo específico

Os objetivos específicos deste estudo se constituem em:

- Desenvolver um fluxograma do processo de atendimento;
- Cronometrar todas as atividades do setor da controladoria;
- Analisar as atividades fiscais e de efetivação de notas fiscais no setor de controladoria;
- Desenvolver cálculos para dimensionamento das filas;
- Analisar o número de atendentes necessários para executar as atividades da controladoria.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresenta-se os assuntos mais relevantes utilizados como base de revisão de literatura, para embasar o estudo em questão. Dentre os principais assuntos que serão utilizados na revisão bibliográfica, cita-se com principal a teoria das filas, tendo em vista a importância do dimensionamento das filas no processo de gestão dos departamentos empresariais, com foco na tomada de decisão.

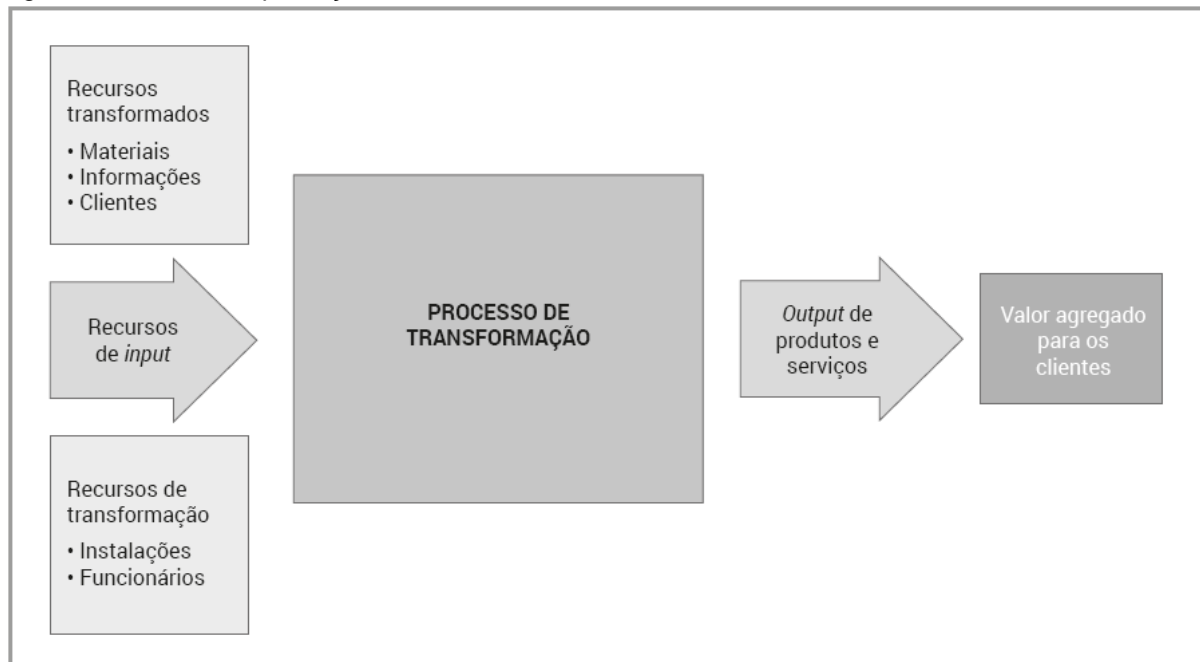
2.1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

O gerenciamento de produção e operações é uma função vital em qualquer organização, seja ela orientada para a manufatura ou para os serviços. Isso requer um trabalho muito organizado, metódico e detalhado. Operações são todos os processos, sejam eles de produção de produtos ou de prestação de serviços. Em outras palavras, a soma de todas as atividades e tarefas é o produto ou serviço final fornecido. O maior desafio nas operações é como equilibrar produtos e serviços realizados com a mais alta qualidade, menor custo e o mais rápido possível. O alcance dos padrões operacionais é fundamental, pois permite que as empresas tenham maior confiabilidade e flexibilidade no processo produtivo, resultando em enormes diferenças competitivas (ROCHA; NONOHAY, 2016).

Para Rocha e Nonohay (2016), a empresa é um sistema aberto. É composto por várias partes que interagem e recebem interações de fora do sistema. Todos os departamentos da empresa são importantes para que possam atingir seus objetivos. As áreas de produção e operação são responsáveis pela conversão dos insumos em bens ou serviços fornecidos pela empresa. Pode ser a força motriz da estratégia organizacional e da vantagem competitiva. Às vezes, mudanças simples e pequenas podem causar grandes mudanças no processo de produção e nas operações.

Uma operação é um processo composto por um conjunto de recursos de entrada, que são usados para transformar algum conteúdo ou na saída de serviços e produtos. Apesar de todas as operações seguirem no formato de *input*, transformação e *output*, elas diferem na natureza de suas entradas e saídas específicas. A Figura 1, apresentada a seguir, demonstra o modelo geral do processo de transformação, que é o suporte de todas as operações (SLACK *et. al.*, 2018).

Figura 1 - Sistema de produção



Fonte: Slack; *et. al.*, 2018

Rocha e Nonohay (2016) afirmam que os inputs são todas as entradas ou matérias-primas que entram no processo de transformação. Já para SLACK *et. al.* (2018), um conjunto de entradas de qualquer processo operacional forma o recurso transformado. Estes são os recursos que são processados, transformados ou convertidos no processo desejado.

Segundo Rocha e Nonohay (2016) a tarefa de conversão determina as especificações principais do produto e as características de qualidade que devem ser seguidas. Uma vez determinado, o gerente projetará todas as atividades e como estas devem ser realizadas. Nesse ponto, é possível encontrar algumas oportunidades de melhorias e pontos de controle. Uma vez que tudo isso tenha sido determinado, o planejamento e controle da produção será responsável por determinar a sequência de atividades e ajustar a demanda prevista para a capacidade instalada da empresa.

Assim que a entrada for selecionada corretamente e o processo de conversão estiver em linha com o planejado, o mesmo será encerrado, para que o produto ou serviço seja finalizado. Nesse ponto, pode-se produzir os produtos ou processos enviados aos clientes internos, os serviços realizados e as informações preparadas. Independentemente do tipo de insumo, os campos de produção e operação devem focar no controle e monitoramento de todas as partes do sistema (ROCHA;

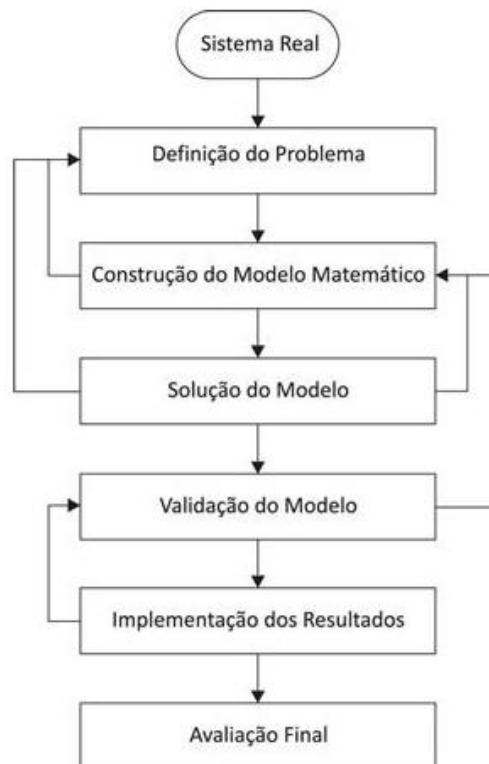
NONOHAY, 2016).

2.1.1 Pesquisa Operacional

A pesquisa operacional trabalha e estuda problemas para conduzir e coordenar certas operações em uma instituição, desde então tem sido aplicada a diversos setores nas indústrias. A pesquisa operacional é a área de estudos em que são aplicados métodos analíticos para auxiliar os colaboradores de uma empresa a tomar melhores decisões para o seu negócio. Através da utilização de técnicas como a modelagem matemática para examinar situações complicadas, a pesquisa operacional fornece aos executivos a autoridade de tomar decisões mais assertivas e de produzir sistemas mais produtivos, baseados em informações mais completas, considerando todas as opções possíveis, previsões cuidadosas dos resultados analisados e também, estimativas de risco nos mais modernos instrumentos e técnicas de tomada de decisão (MOREIRA, 2017).

A pesquisa operacional auxilia o processo de tomada de decisão por meio de modelos que podem representar sistemas reais. Depois de estabelecido o modelo, a próxima etapa é resolvê-lo usando as técnicas de pesquisa operacional. A solução obtida precisa ser validada para atingir o objetivo discutido. A Figura 2 mostra cada fase de preparação do estudo em pesquisa operacional. No entanto, a implementação de cada etapa pode variar dependendo do tipo de problema e do ambiente considerado (FÁVERO; BELFIORE, 2013).

Figura 2 - Etapas de estudo da pesquisa operacional



Fonte: Fávero; Belfiore, 2013

Portanto, Fávero e Belfiore (2013) afirmam que o modelo matemático em pesquisa operacional consiste em um conjunto de equações e desigualdades que visam otimizar a eficiência do sistema e fornecer subsídios para que os tomadores de decisão identifiquem suas limitações. Um problema pode ser abordado, utilizando as técnicas da pesquisa operacional que são: Modelo de programação linear, planejamento de rede, programação binária, planejamento geral, teoria das filas, teoria dos jogos e modelo de simulação.

Um modelo pode ser compreendido como a representação matemática, de um grupo de eventos físicos, ou aspectos subjetivos, vistos como significativos para determinar a decisão. As variáveis de um problema matemático podem ser divididas em controláveis e não controláveis. As variáveis controláveis são aquelas que são possíveis de agir para atingir o objetivo; já as variáveis não controláveis são aquelas que afetam os resultados de uma decisão (LONGARAY, 2013).

Ainda segundo Moreira (2017), quando possível, a pesquisa operacional procura alcançar a solução ótima de um problema. É importante destacar que a solução ótima é determinada do ponto de vista matemático, e na maioria das vezes não é capaz de levar em conta alguns aspectos, principalmente os aspectos comportamentais. Quando uma solução é obtida, ainda que ela seja ótima do ponto

de vista matemático, faz-se necessária um estudo de viabilidade de sua implantação, analisando as características do problema que não foram consideradas anteriormente na modelagem matemática do problema original.

Conforme Andrade (2015) afirma, uma característica muito importante da pesquisa operacional, que auxilia no processo de análise de decisão, é a utilização de modelos. Essa aproximação permite experimentar a possibilidade de uma tomada de decisão ser mais avaliada e testada antes de ser efetivamente implementada. Por sua vez, os recursos economizados e a experiência adquirida com os experimentos comprovam o conhecimento e a utilização da pesquisa operacional como ferramenta de gestão.

2.1.1.1 Tomada de decisão

Para Gomes (2007) a decisão é o processo que leva, direta ou indiretamente, à escolha de diferentes alternativas, todas estas candidatas a resolver determinado problema. O desempenho de alguém como tomador de decisão não depende apenas de sua inteligência ou capacidade de resolver problemas, depende também da cultura da organização. Ao mesmo tempo, pode ser uma decisão da qual participam outros membros de sua equipe e que deve ser tomada rapidamente.

A pesquisa Operacional representa a utilização de métodos de suporte para a tomada de decisão, é importante estudar os princípios básicos de conceitos envolvidos nesse processo, para compreender como a PO pode auxiliar para que a estrutura seja coerente. Os objetivos da organização estão em linha com a tomada de decisão, dessa forma, para que as incertezas sejam minimizadas, os riscos e a complexidades ligadas ao processo, torna-se fundamental e de suma importância o valor e a qualidade da informação (FÁVERO; BELFIORE, 2013).

Fávero e Belfiore (2013) afirmam que, a comunicação entre os funcionários envolvidos no processo, tanto na fase de coleta de dados, quanto no plano do objetivo e raciocínio do grupo, influencia também as medidas a serem tomadas. E, é exatamente com foco na tomada eficaz de decisão, que a PO coloca-se como campo do conhecimento, a fim de assegurar ao agente tomador de decisão maior embasamento e melhor conhecimento na análise do problema.

A tomada de decisão é o resultado de um processo que se desenvolve a partir do momento em que o problema é descoberto, geralmente por meio da percepção dos sintomas. Portanto, quando uma pessoa ou grupo de pessoas sente

que algo saiu do estado normal desejado ou planejado, o processo de tomada de decisão de negócios é iniciado. A partir desse entendimento, inicia-se a fase de identificação do problema, que é o verdadeiro início do processo de tomada de decisão (ANDRADE, 2015).

Ainda para Andrade (2015), a maioria das decisões segue um padrão de raciocínio mais óbvio, portanto, pelo menos com base em nossa formação cultural e visão de mundo, podemos determinar certas características das decisões de qualidade. Pode-se dizer que uma decisão é de alta qualidade ao garantir a realização de um objetivo traçado de forma efetiva e eficaz, com os meios e recursos reservados para tal. Esta definição permite distinguir três características principais que permitem avaliar a qualidade das decisões eles estão:

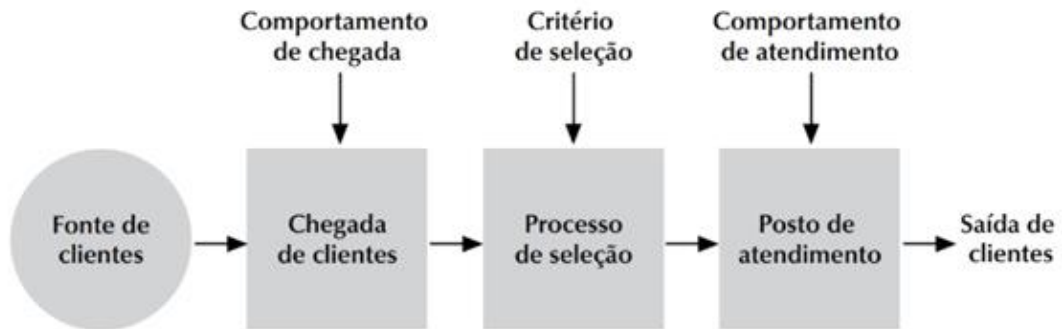
- Satisfação dos interesses envolvidos;
- Adaptação dos meios necessários para alcançar os objetivos traçados;
- Consistência do que está sendo executado.

Portanto, conforme Andrade (2015), pode-se dizer que quanto maior o grau de participação dessas três características no processo, maior a qualidade da tomada de decisão. Uma decisão de alta qualidade é uma tarefa muito difícil e controversa, e é quase impossível chegar a um consenso sobre isso. Às vezes, a decisão de hoje parece inadequada ou mesmo irracional para algumas pessoas e se tornará um sucesso no futuro, o que irá despertar a admiração das pessoas.

2.1.1.2 Teoria das filas

A teoria das filas é uma estrutura de conhecimentos matemáticos, aplicado ao fenômeno das filas. É uma área de conhecimento em constante evolução, também um campo de trabalho em que muitos profissionais de pesquisa operacional se especializam. Não apenas as pessoas passam por filas, nas indústrias por exemplo, os produtos e peças podem estar aguardando processamento em uma fila de espera. A palavra fila é usada para caracterizar todas essas situações, onde as pessoas esperam atendimento ou objetos que aguardam sua vez de processamento (MOREIRA, 2017). Na Figura 3 pode-se observar o modelo que ilustra o processo de formação das filas, tanto de pessoas como também, de processos produtivos.

Figura 3 - Modelo de uma formação de fila



Fonte: Moreira, 2017

Para Moreira (2017), os clientes originam-se de uma população que é chamada de fonte de clientes. Os clientes chegam até o local onde será prestado o atendimento mostrando o comportamento de chegada, isto é, nem sempre será na mesma fila. Embora, às vezes, não possam ser atendidos de imediato, nesse caso ficarão aguardando em uma fila. Com isso, passam por um processo de seleção, onde, segundo algum critério estabelecido, estes serão selecionados para o atendimento imediato. Entretanto, como todos conhecem, na maioria das vezes os clientes são atendidos por ordem de chegada.

Segundo Arenales *et. al.* (2007) se a demanda exceder a capacidade do sistema de fornecer serviços por um período de tempo, ocorrerá fila. A teoria das filas ajuda o projeto e a operação do sistema a encontrar um equilíbrio apropriado entre o custo de fornecimento de serviços no sistema e o custo de atraso sofrido pelos usuários do sistema. Dependendo do sistema, o custo associado ao atraso pode ser muito alto.

Já para Hillier e Lieberman (2013) a característica da fila é o número máximo de clientes que podem ser acomodados. A fila é chamada de infinita ou finita, dependendo se esse número é infinito ou finito. Suponha que a maioria dos modelos de fila use filas ilimitadas por padrão, mesmo se o número de clientes permitidos for de fato um limite superior limitado (relativamente grande), porque lidar com esse limite superior será um fator que complica a análise. No entanto, para sistemas de enfileiramento em que esse limite superior é pequeno o suficiente para que possa realmente ser alcançado em uma certa frequência, é necessário assumir uma fila finita.

2.1.1.2.1 Características das filas

A características das filas deve analisar de que forma se processam as chegadas de clientes ao sistema para que se possa desenhar o sistema de atendimento, definindo local do atendimento, o ambiente de espera, quantidade de postos de espera, quantidade dos postos de atendimento, número de pessoas ou máquinas necessárias para atender a fila e dar-lhe a solução esperada no tempo esperado (VIRGILLITO, 2018).

2.1.1.2.2 Processo de atendimento

No processo de atendimento, de acordo com Andrade (2015) os postos de atendimento se formam com pessoas, equipamentos e instalações que operam para prestar um bom serviço ao cliente. Dessa forma, existem muitos elementos para aprimorar o desempenho de todo o sistema. Dimensionamento da capacidade, treinamento dos atendentes, rotinas administrativas e sistemas de informações são elementos que podem, no decorrer do processo, serem aprimorados e melhorados.

Para o cliente, o resultado da interação desses fatores é demonstrado pelo tempo gasto em cada serviço ou pela quantidade de serviços que o sistema pode oferecer. O primeiro passo para estudar o sistema de filas é realizar uma investigação estatística sobre o número de clientes atendidos por unidade de tempo ou o tempo gasto em cada serviço. Este tempo pode ser fixo, ou seja, todas as chamadas têm a mesma duração, ou pode ser aleatório, é a situação mais comum, neste caso cada cliente necessita do seu tempo para resolver o problema (ANDRADE, 2015).

Segundo Moreira (2017) o processo de atendimento é especializado pelo comportamento do fluxo de usuários do serviço, e suas características são semelhantes ao processo de chegada. Como no modelo de chegada, existem duas nomenclaturas comuns associadas a este parâmetro:

- O número de chamadas no tempo;
- O tempo decorrido entre duas chamadas consecutivas.

Para cada uma dessas grandezas, têm uma distribuição de probabilidade, conforme ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Taxa de atendimento de clientes em um sistema de filas

Grandezas	Distribuição de Atendimento	Médias
Número de atendimentos na unidade de tempo (Taxa de Atendimento)	Poisson	μ
Tempo entre dois atendimentos consecutivos	Exponencial	$1/\mu$

Fonte: Adaptado de Moreira, 2017

Segundo Moreira (2017) a taxa de atendimento é identificada pela sigla μ e representa o número de atendimentos que chegam em uma unidade de tempo na distribuição de Poisson. Já para realizar a representação da distribuição exponencial, onde o tempo médio de atendimento é calculado, é utilizada a fórmula $1/\mu$.

2.1.1.2.2.1 Processo de chegada

No processo de chegada, na maioria dos casos de interesse do sistema, a chegada de clientes ao sistema ocorre de forma aleatória, ou seja, o número de clientes que chegam por unidade de tempo varia, conforme a oportunidade. Portanto, é importante conduzir investigações estatísticas para descobrir se o processo de chegada pode ser caracterizado por uma distribuição de probabilidade. Para realizar esta caracterização, o processo de chegada deve estar no chamado "estado estacionário". Isso significa que a distribuição de probabilidade do processo de determinação de hoje será a mesma de amanhã. Ao contrário, quando a distribuição de probabilidade de um evento muda com o tempo, pode-se dizer que o sistema está em um estado "não estacionário" ou "transitório" (ANDRADE, 2015).

Segundo Moreira (2017) o processo de chegada do usuário é especificado pelo comportamento do usuário para chegar ao sistema. Ao conhecer o número de chegadas e o tempo de chegada, este processo é chamado de processo determinístico, caso contrário, existem comportamentos aleatórios que constituem um processo aleatório, caracterizado por distribuição de probabilidade. Para essa distribuição, é necessário especificar um parâmetro denominado taxa de chegada, que representa a média de usuários que chegam ao sistema por unidade de tempo.

Ainda para Moreira (2017), existem duas formas tradicionais de falar sobre os clientes que chegam a um serviço:

- O número de clientes que chegam em um determinado intervalo de tempo;

- O tempo decorrido entre duas chegadas consecutivas.

Na teoria das filas, é muito comum usar a distribuição de Poisson para configurar a proporção da fila de chegadas e atendimento. A seguir, no Quadro 2 apresenta-se a distribuição de chegadas das filas.

Quadro 2 - Taxa de chegada de clientes em um sistema de filas

Grandezas	Distribuição de Chegada	Médias
Número de Chegadas na unidade de tempo (Taxa de Chegada)	Poisson	λ
Tempo entre duas chegadas consecutivas	Exponencial	$1/\lambda$

Fonte: Adaptado de Moreira, 2017

Moreira (2017) afirma que o número médio de ocorrências é definido pela sigla λ , ou seja, clientes que chegam ao sistema em um determinado período de tempo, essa sigla significa taxa de chegada na distribuição de Poisson. Já na distribuição exponencial é utilizado a fórmula $1/\lambda$ para descrever o intervalo entre duas chegadas consecutivas como ilustrado no Quadro 2.

2.1.1.2.2.2 Disciplinas das filas

Para Andrade (2015) às regras de enfileiramento são um conjunto de regras que determinam a ordem de atendimento ao cliente. O serviço pode ser concluído por ordem de chegada, seguido pela ordem inversa de chegada (O último a chegar é o primeiro a ser atendido) ou ainda pode ter algumas prioridades de certas classes de clientes.

Para um sistema de enfileiramento prioritário, pode-se ter um caso com ou sem interrupção. Em um sistema interrompido, mesmo se um usuário com uma prioridade mais baixa tiver sido atendido, um usuário com uma prioridade mais alta será atendido imediatamente após chegar na fila. Já em um sistema sem interrupção, o serviço do usuário de prioridade mais baixa não será interrompido até concluir o seu atendimento (ARENALES *et. al.* 2007).

Conforme Prado (2017) afirma, a disciplina da fila trata-se da regra que determina qual o próximo a ser atendido, o mais comum é que o primeiro que comparecer na fila é atendido ou ainda, de um modo mais amplo, o primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido. Na nomenclatura americana esse termo é usado

como FIFO (“*First in first out*”). Ainda em outras disciplinas que existem, tais como o último a chegar é o primeiro a ser atendido, da mesma forma, esse termo em inglês é utilizado como LIFO (“*Last in first out*”).

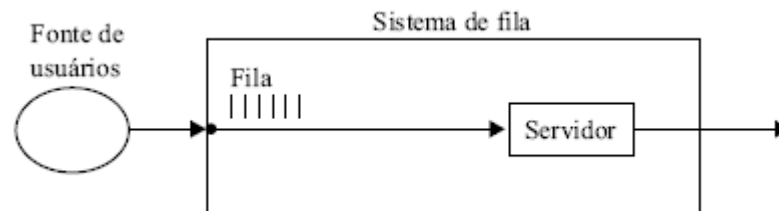
2.1.1.2.3 Canais de atendimento

Segundo Hillier e Lieberman (2013) o método de serviço de atendimento é construído por uma ou mais instalações de atendimento, e cada instalação de serviço cobre um ou mais canais de atendimento em paralelo. Se tiver várias instalações de serviço de atendimento, poderá fornecer serviços aos clientes por meio de uma série desses atendimentos, ou seja, canais de serviço série. O modelo de filas deve especificar o layout da instalação e o número de atendentes em cada instalação (canais paralelos).

O período transcorrido, desde o início do atendimento até o término do atendimento pelo cliente, na unidade de atendimento, é denominado tempo na fila. O modelo de um determinado sistema de filas deve caracterizar a distribuição de probabilidade de tempo de serviço para cada servidor, apesar que, seja geralmente assumido que a distribuição de tempo de serviço de todos os servidores é a mesma (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Segundo Arenales *et al* (2007) as Figuras a seguir mostram os diferentes tipos de filas e seus comportamentos perante ao nível de chegada de clientes. As Figuras 4, 5 e 6 representam um único estágio, com uma ou mais filas sendo atendidas por mais de um servidor até sair do sistema, já a Figura 7 representa multiestágios, onde necessariamente deve-se passar por mais de um atendente para sair do sistema.

Figura 4 - Sistema de uma fila e um atendente

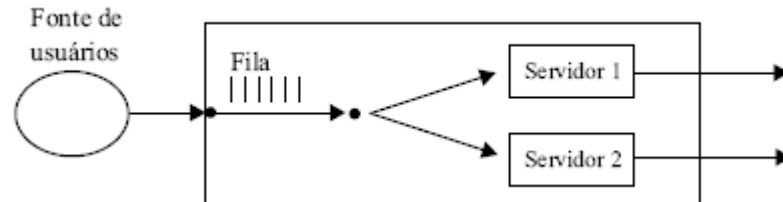


Fonte: Arenales *et. al.*, 2007

A Figura 4 faz a representação de quando há uma instalação de serviço, onde tem apenas uma fila, essa fila é chamada de fila de canal único. Esta instalação

pode ser realizada por uma única estação e realizar todos os serviços, ou pode ser composta por várias estações em série, sendo que cada estação realiza parte desse serviço (MOREIRA, 2017).

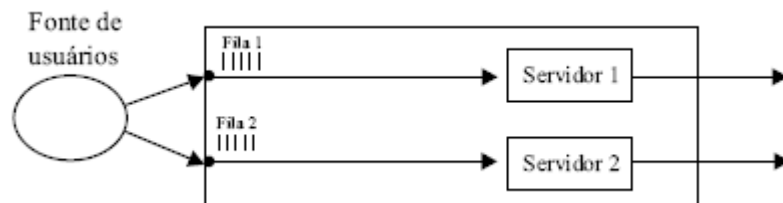
Figura 5 - Sistema de uma fila e dois atendentes



Fonte: Arenales *et. al.*, 2007

A representação da Figura 5 possui um sistema de uma fila única sem restrições de chegada, agora com dois servidores para atender, dessa forma, o atendimento se dá pela disponibilidade de um dos dois servidores e não necessariamente é preciso ter um atendente em específico, pois os dois atendentes realizam a mesma atividade (ARENALES *et. al.*, 2007).

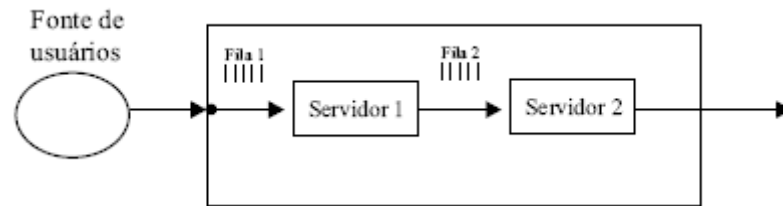
Figura 6 - Sistema de múltiplas filas e múltiplos servidores em paralelo



Fonte: Arenales *et. al.*, 2007

Conforme ilustrado na Figura 6, tem-se duas filas de clientes onde possui uma designação específica, no qual os clientes que chegam a essa fila são atendidas por um único servidor que atende especificamente para um determinado serviço, nesse caso, deve ser respeitada a sequência pelo serviço que foi escolhido (MOREIRA, 2017).

Figura 7 - Sistema de fila única e servidores em série



Fonte: Arenales *et. al.*, 2007

Já na Figura 7 é apresentado um sistema de fila único, onde necessariamente deve-se passar por dois atendentes em série para concluir o atendimento, cada um como uma atividade específica que vai determinar o término da atividade que se deseja executar (ARENALES *et. al.*, 2007).

2.1.1.2.4 Distribuição Exponencial e de Poisson

Na maioria dos sistemas de filas, a chegada do usuário ocorre de forma aleatória, ou seja, a chegada do usuário não é afetada pelo momento atual ou pelo tempo decorrido desde a última chegada ou término do serviço. Nesse caso, esses intervalos de tempo X completamente aleatórios são descritos como distribuídos exponencialmente (ARENALES *et. al.*, 2007).

Ainda para Arenales *et. al.* (2007) a distribuição de Poisson pode ser vista como um modelo simples de nascimento, ou seja, descreve um sistema em que os usuários apenas chegam ao sistema e são atendidos individualmente (saem ou morrem) no sistema. Suponha que o intervalo de tempo entre a chegada e o tempo de atendimento, seja exponencialmente distribuído, ou seja, a chegada do usuário e o processo de atendimento possuem distribuição de Poisson. Geralmente, pensa-se que, tanto a taxa de chegada, quanto a taxa de serviço dependem do estado do sistema, ou seja, do número de usuários que existem sozinhos no sistema.

2.1.1.2.5 Medidas de desempenho

Segundo Moreira (2017) as características da fila são chamadas de características operacionais, que na verdade são números ou indicadores de desempenho calculados com o auxílio do modelo adotado e mostram o comportamento da fila.

Entre as várias medidas de desempenho citadas por vários autores, as seguintes variáveis foram selecionadas na definição e cálculo do desempenho do

sistema de filas (MOREIRA, 2017).

- λ = Taxa de chegada;
- μ = Taxa de atendimento;
- ρ : Taxa de utilização do servidor; é uma medida de congestionamento do servidor;
- $P(0)$: Probabilidade de que o sistema esteja ocioso;
- $P(n)$: Probabilidade de que haja n clientes esperando ou sendo atendidos no sistema;
- $P(N > k)$: Probabilidade de que haja mais de “ k ” clientes na fila;
- L_q : Número médio de clientes na fila;
- L : O número médio de clientes no sistema;
- W_q : Tempo médio de clientes em espera na fila;
- W : Tempo médio de clientes em espera no sistema.

Apesar de essas não serem as únicas características operacionais que pode-se calcular para uma fila, estas representam um bom conjunto de indicadores de desempenho. Ao calcular as características operacionais, pode-se tentar modificar uma delas. Com base no modelo, se saberá como as mudanças em certas características afetam as outras e, com estimativas de custo adequadas, entende-se se as mudanças esperadas valem a pena ou não (MOREIRA, 2017).

2.1.1.2.6 Dimensionamento das filas

A análise de muitos sistemas de filas é baseada principalmente no comportamento do sistema em um estado estável, após um tempo de execução suficientemente longo. Esses modelos pressupõem que o sistema atinge um estado de equilíbrio ou estado permanente, ou seja, são baseados no comportamento padrão do sistema por um longo período de tempo. Em outras palavras, os resultados do modelo descrevem o comportamento médio de longo prazo de um sistema estático, ou seja, um sistema onde não existem parâmetros, como a taxa média de chegada dos usuários ou o tempo médio de atendimento dos usuários. Isso não quer dizer que essas taxas não possam mudar com o estado do sistema, mas apenas que não podem mudar com o tempo para o mesmo estado (ARENALES *et. al.*, 2007).

Ainda para ARENALES *et. al.* (2007) este tipo de análise ignora o comportamento transitório do sistema, que ocorre dentro de um período de tempo,

após o sistema começar a funcionar, e o estado do sistema nesse momento ainda depende em grande parte do estado inicial e do tempo subsequente. Sob certas condições, pode-se esperar que o sistema de filas atinja o equilíbrio após um tempo de execução suficientemente longo.

O comportamento dos clientes em filas exerce um papel na análise da fila de espera. Os clientes podem trocar de uma fila para outra na esperança de diminuir o tempo de espera na fila. Da mesma forma, podem desistir de se unirem a uma fila por causa de uma longa espera prevista ou podem afastar-se de uma fila por que estão esperando há muito tempo (TAHA, 2008).

2.2 AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

Segundo a CNA (2020) atualmente, tem-se uma agricultura ajustada às regiões tropicais, e muitos produtores rurais estão cientes de sua responsabilidade com o meio ambiente e a produção de alimentos no Brasil. Os agricultores constituem o setor produtivo mais moderno do mundo e estão mudando para melhor a economia brasileira. A agricultura gerou cada vez mais superávits, expandiu suas vendas para todas as partes do mundo e com isso conquistou novos mercados, liberando assim a economia brasileira. O impacto transformador da revolução agrícola dos últimos 40 anos é, sem dúvida, o fato mais importante da história econômica recente do Brasil e continua abrindo perspectivas para o desenvolvimento futuro do país.

O agronegócio tem sido declarado como um importante transportador do crescimento econômico do Brasil. Em 2019, o total de bens e serviços produzidos pelo agronegócio atingiu 1,55 trilhão de reais, respondendo por 21,4% do PIB brasileiro. Nestes segmentos de mercado, a maior participação vem sendo o setor agrícola, que responde por 68% do valor, ou seja, 1,06 trilhão de reais e, além disso, tem a pecuária que corresponde por 32%, ou 494,8 bilhões de reais (CNA, 2020).

Conforme ilustrado pela CNA (2020) e mostrado na Figura 8 a soja (grãos) é o principal produto da produção agrícola brasileira, respondendo por cerca de 1,00 real para cada 4,00 reais da agricultura brasileira.

Figura 8 - Comparação entre 2019 e 2020 do valor bruto de produção no Brasil



Fonte: CNA, 2020

Conforme observado pela CNA (2020) a indústria absorve 1 em cada 3 trabalhadores brasileiros. Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), em 2015, de um total de 94,4 milhões de trabalhadores brasileiros, 32,3% (30,5 milhões) trabalhavam no agronegócio. Desses 30,5 milhões, 13 milhões (42,7%) desenvolveram atividades agrícolas, 6,43 milhões (21,1%) no comércio agropecuário, 6,4 milhões (21%) nos serviços agrícolas e 4,64 milhões (15,2%) no agronegócio.

3 METODOLOGIA

O método pode ser entendido como um roteiro, processos e tecnologia utilizado para atingir um fim ou um objetivo em específico. O método científico é um conjunto de procedimentos e técnicas usados regularmente, que podem ser repetidos para atingir objetivos substantivos ou conceituais, para compreender o processo de pesquisa. Ou seja, é um roteiro apoiado por um programa lógico para atingir a verdade científica (PEREIRA, 2019).

Ainda conforme Pereira (2019) deve-se notar que não existe um método científico único. Entre os vários métodos científicos, alguns envolvem lógica, tiram conclusões ou inferências de suposições ou até mesmo determinam o significado lógico da causalidade com base em condições necessárias ou suficientes. A metodologia é a lógica dos procedimentos científicos e tem caráter normativo, o que é obviamente diferente da teoria substantiva. Portanto, na pesquisa e na prática, é difícil separar teoria e método. É inegável que uma investigação sem premissas teóricas não é apenas sem resultados, mas também impossível.

Os resultados e dados apresentados foram apurados através de uma análise e levantamento de campo realizado em uma empresa do ramo agrícola, que fica localizada na região noroeste e norte do Rio Grande do Sul. Realizou-se um acompanhamento de todas as informações que deram corpo a esse trabalho, analisando, desde o início, o levantamento de todas as atividades e dos resultados obtidos após o término da coleta de dados.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

De acordo com Filho e Santos (2011) o método nada mais é do que o caminho a seguir para atingir os objetivos propostos. De acordo com a proposta de trabalho ou área de foco da pesquisa, pode-se definir o método a ser utilizado. É importante ressaltar que existem métodos gerais e específicos aplicáveis aos diversos estudos, e seu uso dependerá do tema proposto ou do trabalho a ser desenvolvido.

As técnicas de investigação são um processo específico pelo qual os pesquisadores coletam e classificam os dados antes de enviá-los para operações lógicas ou estatísticas. Essas técnicas referem-se aos elementos do método científico e não devem ser confundidas com o método em si (PEREIRA, 2019).

3.1.1 Métodos de abordagem

Segundo Filho e Santos (2011) o processo dedutivo pode ocorrer de duas maneiras; quando uma conclusão é tirada de uma única proposição, é chamada de inferência imediata. Quando obtida a partir de várias proposições, é chamada de inferência mediata. A inferência imediata é uma conclusão tirada de uma proposição, que pode ser concluída por meio de dois processos, enquanto a inferência imediata é uma conclusão tirada de uma proposição. Na inferência mediata, a conclusão é obtida a partir de duas proposições chamadas premissas, das quais, por intermédio de duas ideias, obtém-se uma terceira.

O presente estudo se classifica como um método dedutivo pois partiu de teorias da pesquisa operacional já constituídas e baseou-se no conhecimento da analista fiscal responsável por coordenar as atividades do departamento de controladoria, aplicando a teoria das filas para dimensionamento de equipes e tomada de decisão, que foram aplicados a um estudo específico.

A investigação quantitativa inclui a investigação da pesquisa empírica, cujo objetivo principal é resumir ou analisar as características dos fatos ou fenômenos e, avaliar procedimentos ou isolar variáveis principais. Qualquer um desses estudos pode usar métodos formais semelhantes a projetos experimentais, que se caracterizam pela precisão e controle estatístico para fornecer dados para a validação de hipóteses. São uma forma de pesquisa quantitativa que se refere à descoberta de variáveis relacionadas a um determinado problema ou situação da mesma forma que a descoberta de correlações entre variáveis. Normalmente, nem hipóteses preditivas nem questões específicas pressupostas são formuladas, de modo que a pesquisa inclui um grande número de variáveis potencialmente relevantes e o foco está em encontrar variáveis com valor preditivo (MARCONI; LAKATOS, 2021).

Para este trabalho, foram utilizadas as análises de dados quantitativas, a representação desses dados se deu através de informações numéricas levando em conta os tempos médios e quantidades médias de clientes na fila. Com a obtenção desses dados foi possível efetuar os cálculos aplicando as fórmulas de teoria das filas e, em seguida foi realizada uma análise através da utilização de planilhas eletrônicas disponibilizadas no software *Microsoft Office Excel*.

3.1.2 Métodos de procedimentos

Para embasar e estruturar os objetivos da pesquisa, foram utilizados para esse estudo a pesquisa exploratória e descritiva, para isso, também foi utilizado o estudo de caso através da pesquisa exploratória que determina o local a ser realizado o estudo, bem como, a pesquisa descritiva que visa analisar as características da população a qual foi estruturado o dimensionamento adequado, para agilizar as atividades diárias.

Para Pereira (2019) a pesquisa exploratória visa tornar o problema mais familiar, para que seja claro e possa se construir hipóteses a partir disso. Além de analisar exemplos que estimulam a compreensão, também inclui levantamentos bibliográficos e entrevistas com pessoas que têm experiência prática com a questão de pesquisa. Normalmente, assume a forma de estudos bibliográficos e estudos de caso.

A pesquisa exploratória visa determinar o campo de investigação, as expectativas das partes relevantes e o tipo de assistência que podem fornecer ao longo do processo de pesquisa. Na pesquisa clássica, a etapa exploratória costuma ser caracterizada pela imersão sistemática na literatura existente sobre o tema, enquanto na pesquisa essa etapa tende a estar em contato direto com o campo pesquisado. Isso significa identificar visualmente o local, consultar diferentes documentos e, o mais importante, discutir com representantes das categorias sociais envolvidas na pesquisa (GIL, 2018).

As características exploratórias foram obtidas através de pesquisas bibliográficas e uma vasta análise de estudo de caso em projetos similares a área de pesquisa operacional aplicada à teoria das filas, que esclarece e deixa mais objetivo as formulações de perguntas e análises do local do estudo, tendo em vista a satisfação no levantamento dos dados.

Para Gil (2018) a pesquisa descritiva visa descrever as características de uma determinada população ou fenômeno e, para determinar as possíveis relações entre as variáveis, elas também podem ser desenvolvidas. Há um grande número de pesquisas que podem ser classificadas como pesquisas descritivas, e a maioria das pesquisas conduzidas para fins profissionais pode se enquadrar nesta categoria. As pesquisas neste grupo são projetadas para investigar as opiniões, atitudes e crenças da população.

Para as características descritivas, foi realizado um levantamento e armazenamento dos dados observados no local do estudo, a fim de analisar o sistema de filas que vai se formando através das atividades realizadas no dia de trabalhos dos usuários do sistema, as entrevistas, mesmo que informal contribuíram para a obtenção dos dados, que fez com que, o processo fosse descrito da melhor forma.

Os estudos de caso são um tipo de pesquisa amplamente utilizado nas ciências sociais. Traduz-se no estudo aprofundado e detalhado de um ou de alguns casos, para que possa adquirir conhecimentos extensos e detalhados, tarefa quase impossível de realizar através de outros projetos que foram considerados (GIL, 2018).

O estudo de caso realizado na empresa buscou analisar detalhadamente todos os processos, a fim de elencar as atividades mais importantes. Ainda, com auxílio da analista fiscal, identificou-se onde estão as possíveis melhorias para aplicar o estudo da teoria das filas. O estudo de caso busca detalhar as tarefas e elencar as mais importantes e as que mais impactam na organização, exaustivamente analisando e tendo o maior conhecimento possível na atividade.

3.1.3 Técnicas de coleta de dados

Para este estudo foram utilizadas a pesquisa bibliográfica que buscou embasamento em livros para obter informações relevantes para este trabalho, bem como a observação, entrevista e cronoanálise que foram utilizados para a coleta de dados no setor de controladoria na empresa objeto de estudo. Torna-se importante as observações e entrevistas realizadas com os atendentes para entender da melhor forma o processo de atendimento, assim como a cronometragem de todas as atividades para os posteriores cálculos e análise de resultados.

Segundo Filho e Santos (2011) antes de iniciar qualquer trabalho científico, é importante que o pesquisador tenha uma compreensão abrangente do estágio do assunto a ser estudado. A pesquisa bibliográfica preliminar fornece toda a informação necessária à sequência, nomeadamente o desenvolvimento de determinadas áreas do conhecimento. Nunca deve-se tentar reinventar a roda, ou seja, deve-se sempre partir da perspectiva mais avançada para agregar algo ao que já é conhecido. Como é impossível estudar com todo o universo, é necessário determinar cientificamente a amostra e tirar conclusões dela. Após a definição da

amostra, o pesquisador deve determinar os critérios de coleta e registro das informações, a fim de tirar as devidas conclusões.

Para o estudo se classificar como observação e coleta de informações, foi revisada a literatura em livros sob todos os aspectos abordados no trabalho, que leva claramente como deve-se prosseguir para que os dados sirvam de análise para a tomada de decisão na empresa. Na pesquisa bibliográfica buscou-se entender a pesquisa operacional para aplicar o conceito e os cálculos de teoria das filas no processo de atendimento aos usuários.

De acordo com Filho e Santos (2011) uma vez determinado o trabalho a ser realizado, a primeira coisa é observar e estudar os objetos do grupo social. Portanto, este é o primeiro método de contato denominado pesquisa de campo. Para que uma observação seja científica, ela deve atender a certas condições, como um objeto perfeitamente definido e um planejamento e registro sistemáticos, que devem provar sua validade e confiabilidade. Também, é importante observar perfeitamente o ambiente em que ocorrem os eventos sociais, pois o ambiente pode ser determinante para o tipo de comportamento pessoal. Deve-se atentar também para a determinação dos motivos e objetivos da existência de grupos sociais, ou seja, os motivos de agregar esses elementos. É importante atentar para o que acontece entre os elementos que compõem esse grupo social, incluindo o que eles fazem, o que compartilham com eles e seu comportamento na sociedade como um todo.

A pesquisa de campo que foi realizada na empresa objeto de estudo, foi realizada através de uma acompanhando *in loco* no setor de controladoria, com acompanhamento da analista fiscal responsável pelas atividades, na oportunidade foram mostrados os processos e como estes são distribuídos entre a equipe. Além das análises das atividades, foram verificados os sistemas de gestão que organizam as atividades diárias e fazem o controle dos chamados recebidos.

Para melhorar os resultados de uma pesquisa poderá ser utilizada uma entrevista com a empresa. Assim, poderá dar ao entrevistado as garantias necessárias para expressar seus verdadeiros sentimentos sobre o tema discutido. Inicialmente, o entrevistador deve se identificar como a pessoa autorizada a realizar a entrevista após a apresentação de suas credenciais. O entrevistador deve explicar rapidamente ao entrevistado o motivo do trabalho, o entrevistador deve ter um conhecimento completo do trabalho a ser realizado e um domínio completo do conteúdo do questionário para eliminar as dúvidas que possam surgir no momento

e, também é importante evitar fugir de tópicos relacionados (FILHO; SANTOS, 2011).

Segundo Filho e Santos (2011) de acordo com o padrão ideal estabelecido pelo pesquisador, as informações necessárias podem ser obtidas de diversas formas de acordo com a pesquisa solicitada. A entrevista é uma forma de coleta de dados que requer a colocação de uma ou mais questões que atendam plenamente aos objetivos propostos. Também, pode-se utilizar o formulário preenchido pelo entrevistador, tendo em consideração os requisitos estabelecidos e as respostas dadas pelo entrevistado.

A entrevista, mesmo que informal, auxilia na análise e estruturação dos dados que foram apresentados para realizar os cálculos necessários para dimensionamento do sistema, e para que isso seja possível, deve-se haver uma análise nas atividades que são executadas no setor da empresa. Portanto, foi realizada uma entrevista com a analista fiscal responsável por coordenar as atividades no departamento de controladoria e dessa forma, conseguiu-se chegar de fato no problema de pesquisa.

Segundo Lozada (2016) a cronoanálise, ou seja, a cronometragem das atividades, surgiu na administração de Taylor através do estudo dos tempos e movimentos e tem como principal objetivo o cronômetro como ferramenta para mensurar os tempos entre uma atividade e outra, técnica pela qual se determinam diversos parâmetros de medição, promovendo a racionalização dos processos.

Para obter os dados que estão apresentados neste trabalho, foi realizada uma medição dos tempos de cada atividade. Essa medição foi realizada por cronômetro para elencar as principais atividades que são realizadas no dia e o tempo de cada atividade, tal como, a coleta de dados realizado no sistema de chamados que a empresa possui chamado *Qualitor*, que faz a gestão de chamados de efetivação de todas as notas fiscais relacionados ao setor de peças da empresa.

3.1.4 Técnicas de análise de dados

A análise e acompanhamento realizado na empresa foi de suma importância para entender os processos produtivos do setor de controladoria. Ao analisar os dados busca-se compreender onde estão os principais gargalos no processo produtivo, conforme afirma Hernández *et al* (2013) a análise de conteúdo trabalha preferencialmente com dois tipos de fonte, com os materiais resultantes de

comunicações verbais, como pessoais, livros, ou jornais, ou ainda a documentação oral através de conversas para deixar mais claro o processo. Quando se realizam cálculos e simulações se encontra a real causa da dificuldade no atendimento aos processos da empresa, que busca melhorar ainda mais a produtividade de seus colaboradores em busca de resultados positivos para a empresa.

Os cálculos realizados, baseados nas medições obtidas através dos sistemas *Qualitor* e de cronoanálise realizada pela empresa, esses dados foram armazenados em uma planilha eletrônica disponibilizada pelo software *Microsoft Office Excel*, que gera resultados através de aplicações de fórmulas e gráficos que fica de fácil entendimento para quem está analisando, para que as melhores decisões sejam obtidas através dessa ferramenta importante.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Os materiais e equipamentos utilizados neste estudo para o levantamento de informações necessárias para obter dados referente a entrada de notas fiscais no sistema, foram extraídos da ferramenta *Qualitor*, uma ferramenta específica criada pela empresa para registro de chamados. Os dados obtidos através da ferramenta *Qualitor* foram analisados e organizados na planilha Excel, além de todas as simulações realizadas para determinar o número de atendentes.

Da mesma forma, para determinar o número exato de atendentes para suprir todas as necessidades do departamento de controladoria, foi criada uma planilha onde consta a data, nome da atividade, início e término das atividades, todos cronometradas pelos 5 atendentes que atualmente fazem parte do departamento. Após o preenchimento da planilha, os dados foram consolidados no Excel e com isso realizaram-se os cálculos e simulações, aplicando os modelos matemáticos da teoria das filas.

Os fluxogramas das atividades foram feitos utilizando a ferramenta *draw.io*, uma ferramenta online para criar fluxogramas de processos. Além disso, foram utilizados os resultados obtidos através da aplicação de teoria das filas dos dois processos do departamento de controladoria, para que fosse possível construir todos os gráficos e tabelas deste trabalho que serviram para demonstrar os resultados.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa do presente estudo apresenta-se, de forma detalhada, todas as coletas de dados no setor de controladoria da empresa, além das discussões dos resultados obtidos através dos cálculos de filas e apresentando a solução ótima em cima do processo estudado.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa SLC Máquinas Ltda, está localizada na região norte e noroeste do Rio Grande do Sul e conta atualmente com 18 unidades que estão localizadas nas cidades de Cruz Alta, onde fica localizada a Matriz e suas filiais que são: Horizontina, Santo Ângelo, Ijuí, Tupanciretã, Palmeira das Missões, Sarandi, Três Passos, Ibirubá, Frederico Westphalen, Passo Fundo, Erechim, Casca, Carazinho, Tapejara, Espumoso, Arroio do Tigre e Soledade.

A empresa foi fundada em 16 de julho de 1984, e abrange 213 municípios na sua região de atuação, além de contar com 531 funcionários em suas 18 unidades. As principais atividades da SLC Máquinas são a venda de equipamentos agrícolas John Deere, venda de peças de reposição e venda de mão de obra especializada para seus clientes. Seu horário de funcionamento é das 07:45 min às 12:00h e das 13:27 min às 18:00h, totalizando 08:48 min de horas trabalhadas.

4.1.1 Caracterização do problema

A empresa, objeto de estudo, está enfrentando problemas para manter suas atividades em dia considerando todas as demandas do departamento. A falta de otimização no processo produtivo faz com que o setor de controladoria da empresa não tenha um fluxo correto de atendimento das demandas que chegam de todos os departamentos da empresa. O Quadro de funcionários atual é de 5 atendentes e a empresa está tendo um alto número de horas extras, tendo que trabalhar uma hora a mais por dia e muitas vezes no final de semana, isso pode ocasionar problemas com falhas de informações e uma carga horária excessiva.

O processo de entrada de notas fiscais no sistema é um processo que impacta diretamente no cliente externo. A mercadoria assim que é comprada do fornecedor, pelo setor de peças da empresa, passa necessariamente pelo setor de controladoria para registro de entrada no sistema, com esse processo parado ou em

atendimento pelo setor, o departamento de peças não consegue efetuar a venda do produto existente nessa nota fiscal e causando assim, impacto ou insatisfação por parte do cliente que está aguardando a peça.

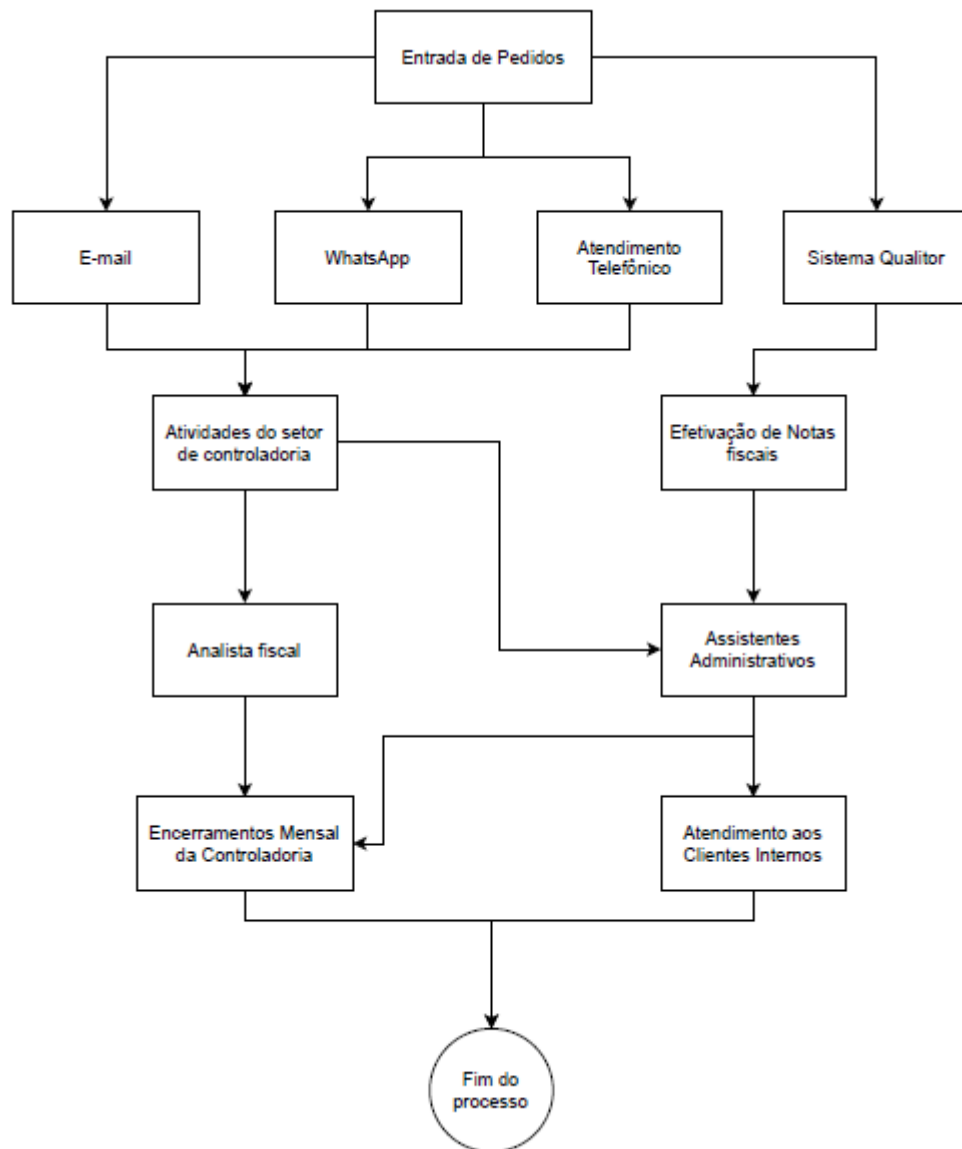
Além disso, outro problema existente na empresa é a entrega do fechamento mensal por parte do setor de controladoria, atualmente todos os 5 atendentes estão focados em todas as atividades, não tendo uma divisão exata para cada atendente, o que dificulta a entrega nos prazos previstos pela direção da empresa. A ausência de organização no processo de atendimento para os clientes internos da empresa, causa atraso e desconforto por parte dos colaboradores que muitas vezes necessitam de atendimento urgente para alguma demanda que impacta no atendimento ao cliente externo.

4.2 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE ATENDIMENTO

As atividades executadas no setor de controladoria da empresa são realizadas através dos diversos canais de atendimento, esses canais estão divididos em atendimento por e-mail, *Whatsapp*, atendimento telefônico e o sistema de atendimento *Qualitor*, que armazena todos os chamados abertos pelo setor de peças para efetivação de notas fiscais.

Atualmente a equipe conta com 5 atendentes que desempenham todas as atividades do setor. Essa equipe se divide entre 1 analista, que coordena as atividades do setor e divide as tarefas entre os 4 assistentes administrativos, que auxiliam tanto nas atividades do departamento, como na efetivação de notas fiscais através do sistema *Qualitor*. A seguir, na Figura 9 apresenta-se o fluxograma do processo de recebimento de pedidos do setor de controladoria.

Figura 9 - Fluxograma do processo



Fonte: Autor, 2021

Conforme ilustrado na Figura 9, os atendimentos que chegam ao setor da controladoria são realizados através dos canais de atendimento citados anteriormente. Para o atendimento das demandas diárias a equipe se divide através do conhecimento que cada um possui sobre as tarefas, nesse sentido, a analista fiscal que coordena todas as atividades, é quem distribui conforme o nível de conhecimento que os assistentes possuem e, no entanto, é quem realiza as atividades mais complexas do setor. Para o fechamento do mês, tanto a analista fiscal como os assistentes fazem o fechamento para atender as exigências fiscais e governamentais, bem como, os prazos estipulados pela diretoria.

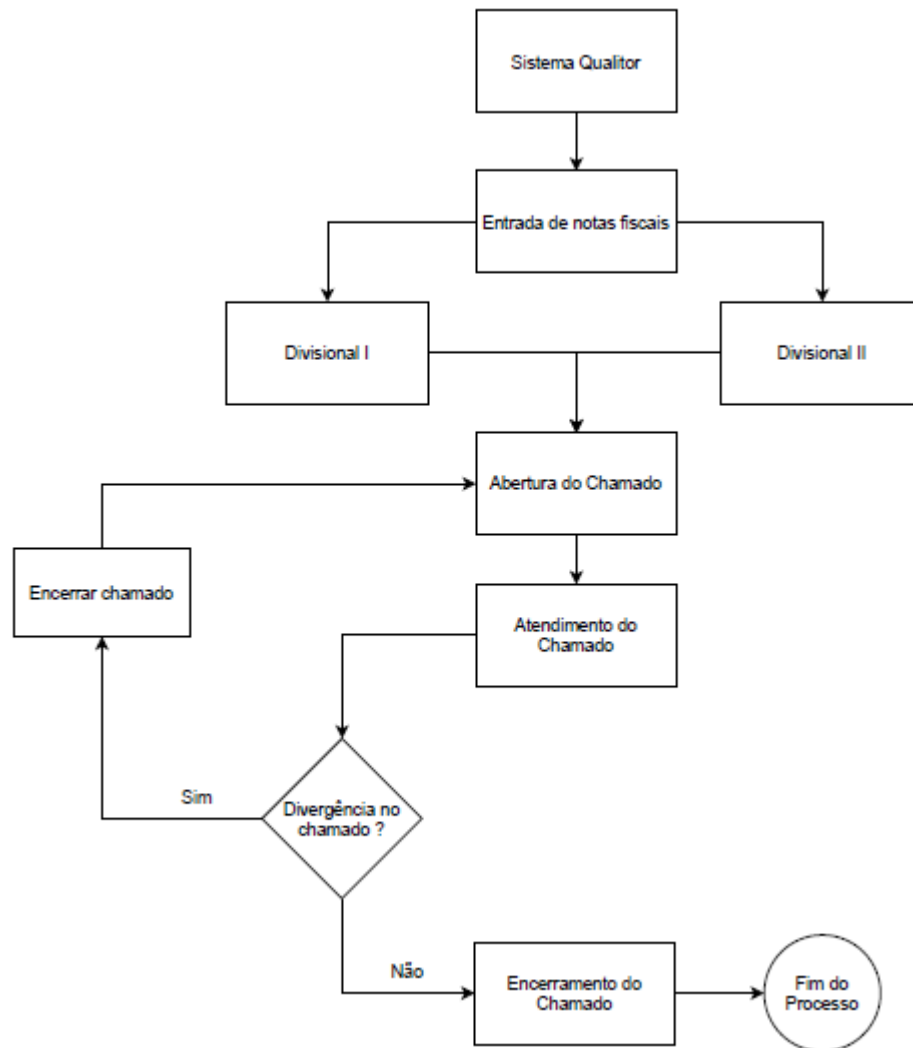
O canal de atendimento por e-mail, atualmente é o mais utilizado para

receber as demandas internas da empresa. A equipe de controladoria possui um e-mail padrão onde todos estão inseridos e todos recebem a mesma mensagem, dessa forma, para assuntos mais importantes e complexos, toda a equipe possui a mesma informação. Sendo assim, dependendo da complexidade da solicitação, os assistentes ou a analista fiscal podem tratar do tema e agilizar o processo.

Uma ferramenta que vem sendo muito utilizada na empresa, tanto para troca de ideias como, para solicitações de atividades é o *whatsapp*, uma ferramenta que proporciona rapidez na comunicação e facilita o atendimento de usuários que necessitam que o atendimento seja feito de imediato. Apesar da orientação da empresa ser utilizar o e-mail como forma de registro, ainda em muitos casos, os clientes internos solicitam prioridades nas demandas através dessa ferramenta.

O atendimento telefônico é um canal de atendimento utilizado para passar orientações quando um colega não compreende como deve ser realizada alguma atividade dentro da empresa que envolve diretamente o setor de controladoria. Embora, isso ocupe muito do tempo de trabalho da analista e dos assistentes, essa ferramenta é de suma importância para manter os processos bem alinhados, evitando erros na operação e diminuindo o retrabalho.

Os atendimentos realizados pelo sistema de gestão de chamados *Qualitor* são somente atendidos pelos assistentes administrativos, onde através da abertura de chamado pelo setor de peças de todas as unidades (18 filiais), os assistentes atendem o chamado, realizam a efetivação de notas fiscais de peças e assim que concluído, os colaboradores encerram o atendimento. Após esse processo de atendimento ser concluído, a equipe de peças poderá realizar a venda dos itens ao cliente final. Todo o processo de atendimento da equipe de controladoria atende, tanto os clientes internos, quanto os externos. A seguir, na Figura 10 apresenta-se o fluxograma do sistema de gestão de chamados *Qualitor*.

Figura 10 - Fluxograma do sistema *Qualitor*

Fonte: Autor, 2021

O sistema de gestão de chamado *Qualitor*, é uma ferramenta disponibilizada para gerir todos os processos que necessitam de um registro de chamado para que o mesmo seja atendido, essa ferramenta é usada tanto na SLC Máquinas, como também em todo o grupo SLC. Na SLC Máquinas, esse sistema é utilizado unicamente para atender as demandas de efetivação de notas fiscais de peças, ou seja, toda a mercadoria comprada que se refere a peças de reposição, passa, necessariamente por um processo de atendimento, até que seja concluída e liberada para venda. Essa ferramenta foi criada para agilizar o processo de atendimento e para manter uma padronização nos processos de peças e também do setor de controladoria, pois além de garantir a confiabilidade das informações, deixa um registro dentro da ferramenta que pode ser acessado em caso de dúvidas ou possíveis problemas que possam vir a ocorrer.

mesmos. Já na coluna identificada pela letra C, está a descrição do chamado, que traz todas as informações necessárias para realizar o atendimento, tais como: Número da nota fiscal, fornecedor e condição de pagamento; através dessas informações os assistentes administrativos conseguem identificar e priorizar o fornecedor que mais fornece peças, bem como, saber se a nota fiscal está perto do prazo de vencimento. Outro ponto importante para realizar o atendimento priorizando a urgência, é avaliar qual a prioridade que as unidades da SLC Máquinas atribuíram para aquele chamado.

Atualmente, conforme ilustrado com a letra E, o sistema possui 4 níveis de priorização, são eles: Baixo, médio, urgente e cliente aguardando, vale ressaltar que a prioridade de “Cliente aguardando” é a mais crítica de todas, pois nesse momento o cliente está na unidade da SLC e, necessita da peça que acabou de chegar, sendo assim, se torna imprescindível os assistentes concluírem o chamado o mais rápido possível, para que o cliente saia satisfeito e com nota fiscal do item que acabou de adquirir. Além de ser possível identificar a prioridade, os colaboradores que atendem o chamado, também conseguem visualizar qual é a unidade da SLC Máquinas que fez a abertura do chamado, conforme ilustrado pela letra F.

4.3 COLETA DOS DADOS

A coleta de dados do sistema *Qualitor* foi realizada utilizando um relatório disponibilizado pela ferramenta, onde foi possível extrair as datas de início do atendimento e término do atendimento de todos os chamados em um período de 15 meses, compreendido entre janeiro de 2020 e março de 2021. Para identificar a taxa de chegada e a taxa de atendimento, foi realizado um levantamento de quantas atividades chegaram por mês, dividido pelo número de dias trabalhados durante o mês.

A empresa SLC Máquinas possui uma carga horária de 08:48 min diários, totalizando 44 horas semanais, além de uma média de 25 dias trabalhados por mês, devido a alta demanda de atividades. Para realizar o levantamento de todas as informações, bem como os cálculos de médias de todas as atividades relevantes para esse estudo, foi utilizada uma planilha em *Excel* para organizar as informações e obter os resultados, conforme ilustrado na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1- Médias das taxas de chegada e atendimento

Mês	Quantidade de dias no mês	Taxa de chegada do Mês	Taxa média de chegada no dia	Taxa de atendimento no mês	Taxa média de atendimento no dia
jan/20	24	587	24,46	556	23,17
fev/20	25	705	28,20	731	29,24
mar/20	29	843	29,07	836	28,83
abr/20	25	699	27,96	691	27,64
mai/20	23	717	31,17	724	31,48
jun/20	21	708	33,71	700	33,33
jul/20	24	826	34,42	832	34,67
ago/20	25	865	34,60	856	34,24
set/20	23	891	38,74	878	38,17
out/20	27	997	36,93	1015	37,59
nov/20	25	891	35,64	874	34,96
dez/20	25	766	30,64	789	31,56
jan/21	24	725	30,21	681	28,38
fev/21	20	810	40,50	825	41,25
mar/21	28	1453	51,89	1482	52,93
Média	25	832	33,88	831	33,83

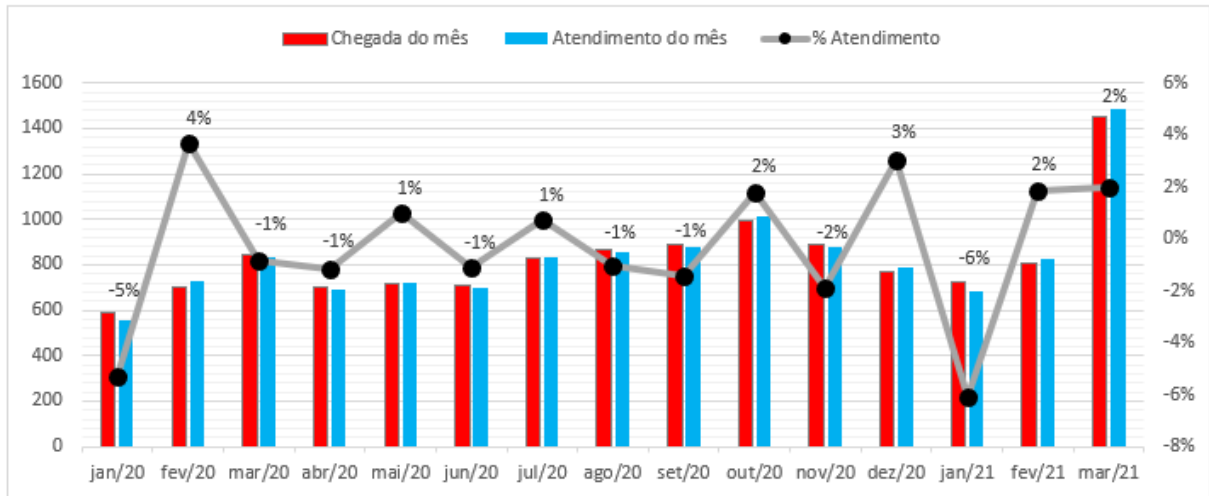
Fonte: Autor, 2021

Com os cálculos das médias de atividades realizadas por dia, obtidas através do sistema *Qualitor* encontrou-se a taxa de chegada (λ) de 33,88 chamados por dia e a taxa de atendimento (μ) 33,83 chamados por dia, ou seja, chegam em média por mês 832 pedidos e desses são atendidos em média 831 pedidos por mês.

Buscando aprimorar ainda mais as análises no setor de controladoria da SLC Máquinas, foram levantadas todas as atividades que são exercidas na empresa além do lançamento de notas fiscais no sistema. Com isso foi cronometrada a execução dessas atividades nos meses de fevereiro e março de 2021 e juntamente com as informações obtidas do sistema *Qualitor*, foram obtidas as médias de chegada e atendimento de todas as atividades realizadas no departamento.

A empresa, por atuar no ramo agrícola, trabalha com períodos sazonais, onde em algumas épocas específicas do ano possui um número maior de demandas, devido ao plantio e colheita. No plantio e na colheita as principais culturas cultivadas na região de atuação da SLC Máquinas são soja, milho, trigo e podendo ainda ter em alguns locais o cultivo de aveia. Atualmente o maior número de demandas que a empresa possui é no início do ano, onde se prepara com itens em estoque para a safra de soja, que normalmente acontece nos meses de março, abril e maio. Com base nos períodos sazonais existentes na empresa, a Figura 12 a seguir, ilustra o percentual de atendimento sobre as chegadas de pedidos no lançamento de nota fiscal no sistema.

Figura 12 - Chegada x atendimento



Fonte: Autor, 2021

Conforme mostra a Figura 12, no mês de janeiro de 2020 e janeiro de 2021 não foi possível atender as demandas referente a efetivação de notas fiscais de peças, isso se deve ao fato de a empresa estar se preparando para a safra de soja e com isso necessita abastecer o estoque para não faltar peças e deixar o cliente insatisfeito. Nesse período, também se concentra o maior número de compras de peças, que aumenta conforme as vendas realizadas, ou seja, quanto mais vendas ocorrerem no período de pré safra e safra, maiores serão as compras no ano.

Da mesma forma, analisando a Figura 12, percebe-se que nos meses de fevereiro de 2020 e fevereiro de 2021, os atendimentos começaram a se normalizar, isso porque, nesse período são feitas compras específicas para atender um determinado cliente que necessita do atendimento urgente, para isso, toda vez que solicitada uma entrada de mercadoria no estoque, essa por sua vez, é atendida no exato momento em que é solicitado, uma vez que se trata de um atendimento urgente.

Para realizar a simulação da quantidade de atendentes necessários em todo o departamento da controladoria para suprir todas as demandas, realizou-se um levantamento de todas as atividades executadas nos meses de fevereiro e março de 2021. Para a coleta de dados, utilizou-se uma planilha em Excel onde os atendentes colocaram o nome das atividades que estavam realizando durante o dia, além do tempo de demora para concluí-la. Os dados obtidos através das informações extraídas a partir do preenchimento das planilhas que foram realizadas pelos colaboradores da empresa estão ilustrados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Médias dos tempos de execução das atividades

08:48																
Fevereiro																
Dias do Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Taxa de Chegada	16	4	2	2	4	4	4	27	46	29	25	38	3		28	2
Horas totais/dia	44:12:00	35:14:00	21:36	23:36	45:42:00	41:37:00	36:27:00	52:44:00	49:46:00	56:37:00	51:19:00	78:17:00	16:48		72:33:00	18:36
Tempo médio/hora	02:45:45	08:48:30	10:48:00	11:48:00	11:25:30	10:24:15	09:06:45	01:57:11	01:04:55	01:57:08	02:03:10	02:03:36	05:36:00		02:35:28	09:18:00
Taxa de atendimento/dia	3,186	0,999	0,815	0,746	0,770	0,846	0,966	4,506	8,134	4,508	4,287	4,272	1,571		3,396	0,946
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
Taxa de Chegada	37	39	29			49	36	42	25	13						
Horas totais/dia	52:52:00	71:24:00	70:36:00			78:43:00	67:48:00	86:17:00	85:33:00	34:21:00			18:36			
Tempo médio/hora	01:25:44	01:49:51	02:26:04			01:36:23	01:53:00	02:03:16	03:25:19	02:38:32			09:18:00			
Taxa de atendimento/dia	6,159	4,807	3,615			5,478	4,673	4,284	2,572	3,330			0,946			
Março																
Dias do Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Taxa de Chegada	34	39	21	32	25	2	2	29	22	20	26				38	25
Horas totais/dia	83:29:00	91:09:00	48:15:00	85:10:00	57:11:00	18:06:00	18:15	80:48:00	84:50:00	84:38:00	29:46:00	66:39:00			94:12:00	77:29:00
Tempo médio/hora	02:27:19	02:20:14	02:17:51	02:39:41	02:17:14	09:03:00	09:07:30	02:47:10	03:51:22	03:50:49	01:29:18	02:33:48			02:28:44	03:05:58
Taxa de atendimento/dia	3,584	3,765	3,830	3,306	3,847	0,972	0,964	3,158	2,282	2,288	5,913	3,433			3,550	2,839
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Taxa de Chegada	26	29	22	2		37	40	33	37	42	13		34	31	41	
Horas totais/dia	67:11:00	64:28:00	48:37:00	2:45:00		87:53:00	97:33:00	83:03:00	65:20:00	79:31:00	19:24:00		74:46:00	76:37:00	88:22:00	
Tempo médio/hora	02:35:02	02:13:23	02:12:35	01:22:30		02:22:31	02:26:19	02:31:00	01:45:57	01:53:36	01:29:32		02:11:56	02:28:17	02:09:19	
Taxa de atendimento/dia	3,406	3,959	3,982	6,400		3,705	3,608	3,497	4,984	4,648	5,897		4,002	3,561	4,083	

Fonte: Autor, 2021

Conforme mostra a Tabela 2, para ser possível identificar a taxa de chegada e a taxa de atendimento, precisou-se realizar um levantamento de quantas atividades são atendidas por dia e qual o tempo médio de conclusão de todas essas atividades. Para calcular a taxa de chegada, foi realizada uma média de todas as atividades, incluindo alguns finais de semana que foram trabalhados, da mesma forma, para se obter a taxa de atendimento foi feito o tempo médio por hora dividido pelas 08:48 min que são trabalhados todos os dias. Com isso, chegou-se a uma taxa de chegada (λ) de 24,11 atividades por hora e a taxa de atendimento (μ) 3,43 atividades por hora.

4.4 APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS PARA DIMENSIONAMENTO DO NÚMERO DE ATENDENTES

Buscando aprimorar os processos no setor de controladoria e melhorar a distribuição de atividades na empresa, buscou-se aplicar os cálculos de teoria das filas para determinar o número de atendentes necessários para suprir todas as necessidades do setor. Na Figura 13 a seguir, realizou-se uma simulação com o número de atendentes necessários para a efetivação de notas fiscais considerando 1 e 2 atendentes exercendo somente essa atividade, o número de atendentes está representado pelo (S). Todas as fórmulas que estão na Figura 13, foram realizados com a taxa de chegada (λ) de 33,88 pedidos por dia e a taxa de atendimento (μ) 33,83 pedidos por dia.

Para que o sistema de filas esteja com o dimensionamento adequado, a taxa

de ocupação representado por (ρ) deverá ser menor que 100%, caso contrário, os atendentes não possuem capacidade de atendimento. A atividade de efetivação de notas fiscais foi simulada utilizando 2 atendentes, uma vez que a taxa de ocupação com 1 atendente resultou em 100,14% (33,88 pedidos dividido 33,83 pedidos, resultando em uma taxa de ocupação de 100,14%), ou seja, não possui capacidade de atendimento e com isso não será possível manter as atividades em dia. Já com a simulação realizada com 2 atendentes, a taxa de ocupação resultou em 50%, nesse caso, o sistema possui capacidade para atender as demandas e ainda teria tempo para exercer outra atividade no departamento de controladoria.

Figura 13 - Cálculos para determinar o número de atendentes na efetivação de notas fiscais

Parâmetro	Fórmula	Número de Atendentes
		S = 2
Taxa de ocupação	$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$	50,00%
Quantidade de atividades no sistema	$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$	Média 1,33
Quantidade de atividades na fila	$L_q = \frac{P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \rho}{s!(1-\rho)^2}$	Média 0,33
Tempo no sistema	$W = W_q + \frac{1}{\mu}$	0,03 dias ou 00:43:12
Tempo de espera na fila	$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$	0,01 dias ou 00:14:24
Probabilidade de 0 atividades no sistema	$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s}{s!} \times \frac{1}{1 - \frac{\lambda}{s\mu}}}$	33,00%

Fonte: Autor, 2021

Considerando a carga horária de 08:48 min, a empresa, assim como em qualquer atividade, existe as perdas programadas e não programadas durante o expediente, isso inclui os lanches, paradas para higiene pessoal, possíveis falhas de conexão com sistema ERP, internet e organização das mesas antes de encerrar as atividades do dia. Segundo a responsável por coordenar as demandas do setor de

controladoria na empresa, uma taxa de perdas aceitável seria de 5,68% durante o dia todo, o que representa 00:30 min de perdas durante o dia de trabalho. As fórmulas matemáticas utilizadas para determinar o número exato de atendentes foram embasadas em Hillier e Lieberman (2013), assim como a simulação com 2 atendentes no processo de entrada de nota fiscal no sistema.

Com o cálculo de 2 atendentes e com a taxa de ocupação (ρ) em 50%, o tempo médio de atividades esperando na fila (Wq) resultou em 0,01 dias ou 00:14:24 s e uma média de atividade na fila (Lq) de 0,33 atividades. Como a taxa de ocupação é baixa, o segundo atendente poderia exercer outra atividade dentro do departamento, já que estaria com um período do dia livre. O tempo médio de atividade sendo atendidas e esperando no sistema (W) é de 0,03 dias ou 00:43:12 s e a quantidade média de atividades sendo atendidas e esperando no sistema (L) é de 1,33 atividades. Considerando a entrada de notas fiscais no sistema, onde teria um atendente específico para essa função e o outro com uma taxa de ocupação (ρ) em 50%, o processo estaria de acordo com o que é esperado pela empresa, pois atende as demandas do setor facilitando o processo de venda de peças a clientes finais.

O setor de controladoria da SLC Máquinas atualmente conta com 5 atendentes, sendo que todos exercem diversas atividades que incluem efetivações de notas fiscais de todas as 18 unidades do grupo, atividades fiscais necessárias para estar de acordo com a legislação e ainda, prestam todo o suporte necessário em processos nas diversas áreas da empresa. Para suprir as necessidades e atendimentos que chegam através dos diversos canais de atendimento, realizou-se uma simulação analisando todas as atividades que hoje fazem parte da rotina do departamento e, com isso se obteve as taxas de ocupações (ρ) conforme segue a seguir na Tabela 3.

Tabela 3 - Simulações da taxa de ocupação

Número de Atendentes	Taxa de Ocupação
1	701,8%
2	350,9%
3	233,9%
4	175,4%
5	140,4%
6	117,0%
7	100,3%
8	87,7%
9	78,0%

Fonte: Autor, 2021

Para determinar a taxa de ocupação (ρ) adequada, realizou-se uma simulação de 1 à 9 atendentes para identificar a quantidade de atendentes necessários para deixar as atividades em dia e suprir todas as demandas do setor. Considerando o Quadro atual de funcionários do departamento, nota-se que com 5 atendentes a taxa de ocupação (ρ) ainda fica em 140,4%, com o número de funcionários atual o departamento não consegue atender todos os pedidos que chegam, para isso, foi preciso fazer a simulação com mais atendentes, visando identificar a quantidade ótima.

Como atualmente a empresa possui 5 atendentes e uma taxa de ocupação (ρ) em 140,4%, o índice de horas extras também aumenta, pois muitas vezes trabalham de final de semana ou 1 hora a mais durante o dia para suprir as demandas do departamento. Supondo que a hora trabalhada de cada atendente é R\$ 10,00 e esse mesmo atendente precisa ficar 1 hora a mais por dia, a hora de trabalho desse atendente será acrescido de 50%, ou seja, a hora passará a ser de R\$ 15,00 por essa 1 hora trabalhada a mais, aumentando o custo da hora trabalhada.

Ainda analisando a Tabela 3, e verificando a taxa de ocupação com 6 e 7 atendentes, percebe-se que a taxa de ocupação fica respectivamente em 117% e 100,3% ainda ficando acima de 100%, portanto, mesmo contratando mais 2 funcionários para o setor da controladoria, a empresa não consegue atender as demandas oriundas de todos os departamentos da empresa e dos clientes externos, o que pode impactar nas entregas mensais que o departamento necessita realizar, além da satisfação dos clientes que adquirem produtos e serviços na empresa. Na

Figura 14 a seguir, estão sendo esclarecidos os cálculos simulando a utilização de 8 e 9 atendentes no setor de controladoria.

Figura 14 - Cálculos para determinar o número de atendentes no setor de controladoria

Parâmetro	Fórmula	Número de Atendentes	
		S = 8	S = 9
Taxa de ocupação	$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$	87,72%	77,97%
Quantidade de atividades no sistema	$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$	Média 11,59	Média 8,39
Quantidade de atividades na fila	$L_q = \frac{P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \rho}{s!(1-\rho)^2}$	Média 4,57	Média 1,37
Tempo no sistema	$W = W_q + \frac{1}{\mu}$	0,48 horas	0,34 horas
Tempo de espera na fila	$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$	0,18 horas	0,05 horas
Probabilidade de 0 atividades no sistema	$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s}{s!} \times \frac{1}{1 - \frac{\lambda}{s\mu}}}$	0,05%	0,08%

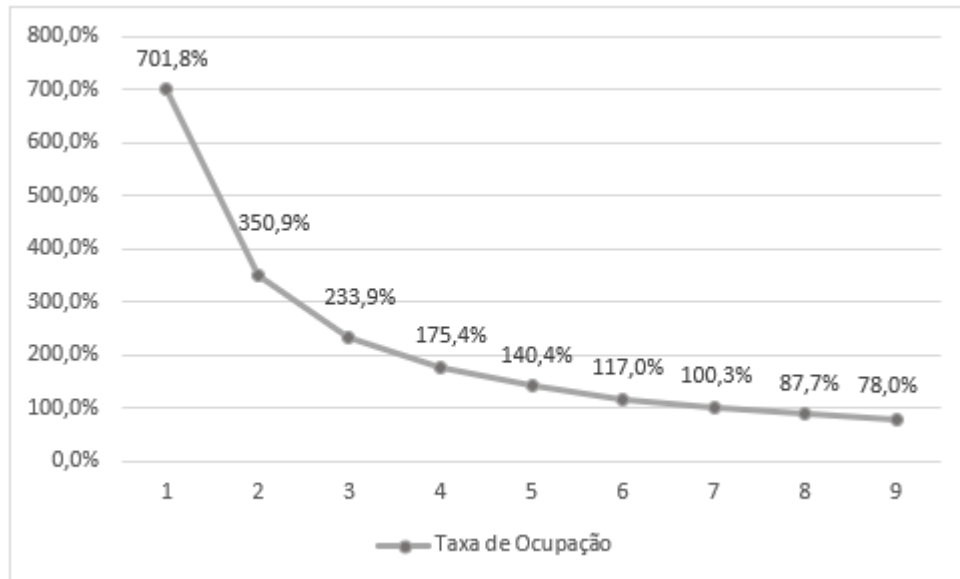
Fonte: Autor, 2021

Observando a taxa de ocupação (ρ) da Figura 14, verifica-se que com 8 atendentes no departamento de controladoria seria possível manter as atividades em dia, sem atraso e impactos aos departamentos ligados ao setor, pois a taxa de ocupação (ρ) resultou em 87,72% o que fica abaixo de 100%, nesse caso será possível atender as demandas da empresa e realizar as entregas diárias e mensais. Comparando com a simulação realizada com 9 atendentes a taxa de ocupação (ρ) resultaria em 77,97%, diminuindo 9,75%, além de uma diminuição da média da atividade na fila (L_q) de 3,2 atividade (4,57 - 1,37). A média de tempo de espera na fila (W_q), também reduziria bastante de 0,18 horas (10,8 min) para 0,05 horas (3 min), sobrando mais tempo durante o dia para realizar as tarefas.

Além da diminuição das atividades na fila, também há uma diminuição de atividades no sistema, que são as atividades que estão sendo realizadas mais as

que estão aguardando por atendimento. Com isso se obteve uma diminuição da quantidade de atividades no sistema (L) de 11,59 atividades para 8,39, e uma média de tempo de atividades no sistema (W) de 0,14 horas, ou 8,4 minutos (0,48 horas - 0,34 horas). A seguir, na Figura 15, será apresentado um gráfico com a taxa de ocupação de 1 a 9 atendentes.

Figura 15 - Gráfico de taxa de ocupação do setor de controladoria



Fonte: Autor, 2021

Com base na Figura 15, observa-se através de uma representação gráfica a simulação realizada com 1 a 9 atendentes, exercendo as atividades do setor de controladoria. A importância de realizar a simulação e os cálculos aplicando a teoria das filas se torna importantíssimo para a empresa, pois através dos resultados pode rever os seus processos procurando aprimorar a entrega aos seus clientes internos e externos, buscando uma maior produtividade de seus colaboradores. Conforme mostra a Figura 15, a simulação realizada com 8 atendentes no departamento já atenderia as expectativas da empresa, pois teria uma taxa de ocupação que ficaria em 87,72% e, com esse número de colaboradores as atividades não atrasarão e a insatisfação dos clientes não existiria, pois não estaria havendo um atraso na emissão de nota fiscal para o cliente que está aguardando na empresa.

4.5 SUGESTÕES DE MELHORIAS

Com base nas simulações e cálculos realizados na empresa SLC Máquinas no setor de controladoria, percebe-se que há uma demanda muito alta de atividades

e que o Quadro atual de funcionários não está conseguindo suprir e atender toda a demanda diariamente. Através da simulação realizada na efetivação de notas fiscais e nas atividades gerais do departamento, observou-se que a empresa necessitaria de mais 3 atendentes para deixar as atividades em dia e realizar todas as entregas para os clientes internos e externos.

A atividade de efetivação de notas fiscais é um processo muito importante e que impacta diretamente na satisfação dos clientes, no entanto, atualmente a empresa possui várias pessoas realizando essa mesma atividade. Com a simulação realizada com 2 atendentes a taxa de ocupação (ρ) resultou em 50%, portanto uma melhoria que poderia ser implementada na empresa, seria a utilização de 2 funcionários que ficariam focadas especificamente nessa atividade. Para não gerar desconforto e improdutividade e, como essa atividade exige muita atenção dos funcionários, seria interessante fazer um revezamento mensal entre os funcionários, assim não baixaria o nível de assertividade do departamento. Além disso, como a taxa de ocupação está em 50%, um dos funcionários poderia exercer outra atividade em um período do dia, auxiliando assim na solução de outras pendências do setor.

Como a empresa possui um sistema de gerenciamento de pedidos chamado *Qualitor*, torna-se possível implementar uma melhoria nesse processo, pois todos os chamados que são atendidos ficam gravados em um banco de dados e podem servir para futuras análises do responsável pelo departamento. Uma dessas análises muito utilizada e importante nas organizações é o tempo médio que cada atividade demora para ser concluída, a partir disso, obtém-se a produtividade dos atendentes, que poderá servir para análises para ajustar o Quadro funcional, caso a empresa necessite.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As filas estão presentes no cotidiano da maioria das pessoas que entregam algum tipo de serviço. Vale ressaltar que um sistema de filas ajustado e adequado com as expectativas da empresa, faz com que os clientes se sintam mais satisfeitos com as entregas da empresa aumentando sua rentabilidade e fidelização à marca. Com a realização deste estudo foi possível realizar um dimensionamento correto de um departamento de uma empresa do ramo agrícola, que possuía uma falha de otimização nos processos produtivos dificultando e atrasando as entregas diárias e mensais, sendo assim, o estudo em questão teve como objetivo geral aplicar a teoria das filas visando o adequado dimensionamento do setor de controladoria da empresa, para otimizar as tarefas e cumpri-las dentro dos prazos estabelecidos.

Para atingir o objetivo geral deste estudo apresentou-se os objetivos específicos que se relacionam a seguir: “desenvolver um fluxograma do processo de atendimento”, através da análise *in loco* na empresa foi possível criar o fluxograma do processo, desde a chegada dos chamados até a finalização dos mesmos. Para “Cronometrar todas as atividades do setor da controladoria” foi necessário extrair informações do sistema *Qualitor* e das atividades em geral cronometradas pela equipe do departamento e assim sendo, foi possível identificar os tempos através da “analisar as atividades fiscais e de efetivação de notas fiscais no setor de controladoria”, como resultado do levantamento de informações e da realização das médias de chegada e de atendimento foi possível “desenvolver cálculos para dimensionamento das filas” e “analisar o número de atendentes necessários para executar as atividades da controladoria” auxiliando a empresa na tomada de decisão assertiva.

Nesse sentido, com o estudo em questão, buscou-se responder o seguinte problema de pesquisa: Qual a quantidade de funcionários necessários para suprir todas as demandas do departamento de controladoria? Assim, através do levantamento de dados e das simulações realizadas levando em consideração todas as atividades executadas pela controladoria, constatou-se que, com 8 pessoas no departamento, seria possível suprir todas as atividades, pois resultou em uma taxa de ocupação menor que 100%.

Para esse estudo, foi estabelecida a seguinte hipótese: Atualmente com 5 atendentes para exercer todas as atividades do departamento, o sistema não possui

capacidade para atender a demanda, pois possui uma taxa de ocupação de 140,4%. Dessa forma, avaliando os cálculos realizados no departamento através da utilização da teoria das filas, chegou-se no número ideal de atendentes que resultaria em uma taxa de ocupação 87,72% e a quantidade de atividades no sistema (L) de 11,59 atividades e uma média de tempo de atividades no sistema (W) de 0,48 horas. Sendo assim, quanto maior o número de atendentes menor será o tempo de atividades no sistema, além também de uma diminuição do número de horas extras dos funcionários. Com base nos resultados obtidos faz-se necessário aplicar os cálculos para dimensionar a quantidade correta de atendentes para atender as demandas do departamento, sem deixar o sistema congestionado e também sem deixar os funcionários com tempo ocioso.

Como forma de auxiliar na melhor decisão a ser tomada no departamento de controladoria da empresa, sugeriu-se deixar dois atendentes focados especificamente no processo de efetivação de notas fiscais, sendo que esse é o processo que mais impacta na satisfação dos clientes externos. Com a simulação realizada com dois atendentes chegou-se a uma taxa de ocupação de 50%, portanto, um funcionário poderia focar totalmente nessa atividade e o outro poderia auxiliar somente em um período do dia e, para não causar desconforto e improdutividade deverá haver um revezamento mensal, levando em conta que a atividade necessita de uma atenção especial. O estudo e aplicação de teoria das filas é muito importante para direcionar a empresa a ter uma boa produtividade em seus setores, nesse sentido e avaliando os resultados obtidos a empresa poderia aplicar esse estudo em outros departamentos da empresa buscando sempre a melhoria em seus processos e a satisfação de seus clientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.
- ARENALES, M. *et al.* **Pesquisa operacional**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- CNA. **Panorama do agro**. 2020. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>> Acesso em: 25 fev. 2021.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Pesquisa operacional para cursos de engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- FILHO, P. D.; SANTOS, J. A. **Metodologia científica**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- GOMES, L. F. A. M. **Teoria da decisão**. São Paulo: Cengage Learning, 2007.
- HERNÁNDEZ, S. R.; *et al.* **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- LONGARAY, A. A. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: Saraiva, 2013.
- LOZADA, G. **Administração da produção e operações**. Porto Alegre: SAGAH, 2016.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- MOREIRA, D. A. **Pesquisa operacional: Curso introdutório**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2017.
- PEREIRA, M. J. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- PRADO, D. S. **Teoria das filas e da simulação**. 6. ed. Nova lima: Falcon editora, 2017.
- ROCHA, H. M.; NONOHAY, R. G. **Administração da produção**. Porto Alegre: SAGAH, 2016.
- SLACK, N.; *et al.* **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- TAHA, H. A. **Pesquisa operacional: Uma visão geral**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- VIRGILLITO, S. B. **Pesquisa Operacional: Método de modelagem quantitativa para**

a tomada de decisões. São Paulo: Saraiva, 2018.