

Otimização da Eficiência Logística em Terminais de Caminhões Utilizando a Teoria das Filas

Optimizing Logistics Efficiency in Truck Terminals Using Queuing Theory

Optimización de la eficiencia logística en terminales de camiones mediante la teoría de colas

Jamile da Silva Santana¹

jamile.santana@fatec.sp.gov.br

Erick Eduardo Viana Mendes¹

erick.mendes2@fatec.sp.gov.br

Rafael Ramos de Morais¹

rafael.bizerra@fatec.sp.gov.br

Roberto Ramos de Morais¹

roberto.morais@fatec.sp.gov.br

Palavras-chave:

Fila de caminhões.
Simulação.
Software Arena
Simulador.

Keywords:

Queue of trucks.
Simulation.
Arena Simulator
Software.

Palabras clave:

Cola de camiones.
Simulación.
Software de simulador de
arena.

Enviado em:

05 novembro, 2023

Apresentado em:

05 dezembro, 2023

Publicado em:

04 outubro, 2024

Evento:

6º EnGeTec

Local do evento:

Fatec Zona Leste

Avaliadores:

Eliacy Cavalcanti Lélis
Euclides Reame Junior

Resumo:

O presente trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento dos processos logísticos de uma transportadora de pequeno porte que possui um problema logístico na fila de caminhões que realiza carga e descarga no pátio interno da empresa, ocasionando atrasos nas entregas, aumentando os custos operacionais e causando insatisfação para os motoristas e os clientes. Diante deste cenário, este trabalho teve como objetivo a implementação de um sistema de otimização baseado em simulação, usando o software Arena Simulator. Para tal, foi utilizada a metodologia de estudo de caso, por meio do método qualitativo. Pode-se observar com a elaboração deste trabalho que a simulação é uma importante aliada na análise e planejamento de sistemas, pois, através dela é possível fazer o correto dimensionamento dos recursos utilizados nos processos, na busca por um bom desempenho. Na construção do modelo, a coleta e o tratamento dos dados são de fundamental importância, pois é preciso interpretar de maneira correta a forma de se coletar os dados, para que o modelo reflita corretamente a realidade.

Abstract:

The present work aimed to map the logistics processes of a small transport company that has a logistical problem in the queue of trucks that load and unload in the company's internal yard, causing delays in deliveries, increasing operational costs and causing dissatisfaction for drivers and customers. Given this scenario, this work aimed to implement a simulation-based optimization system, using the Arena Simulator software. To this end, the case study methodology was used, through the qualitative method. It can be observed with the elaboration of this work that simulation is an important ally in the analysis and planning of topics, since, even through it, it is possible to do the correct sizing of the systems used in the basement, in the bus That's a good performance. In the construction of the model, the collection and treatment of data are of fundamental importance, as it is necessary to understand the way in which data is collected, so that the model fully affects reality.

Resumen:

El objetivo de este estudio fue mapear los procesos logísticos de un pequeño transportista que presenta un problema logístico en la cola de camiones que cargan y descargan en el patio interno de la empresa, ocasionando retrasos en las entregas, incrementando los costos operativos y provocando insatisfacción para conductores y clientes. Ante este panorama, el presente trabajo tuvo como objetivo implementar un sistema de optimización basado en simulación, utilizando el software Arena Simulator. Para ello, se utilizó la metodología de estudio de caso, a través del método cualitativo. Se puede observar con la elaboración de este trabajo que la acumulación es un aliado importante en el análisis y planificación del tema, porque es posible hacer de la dimensión de la co-ecuación del uso en el proceso, en el bucca por un buen compromiso. En la construcción del modelo, la recolección y el acoplamiento de los datos de fundamental importancia, porque es una p³ecisión integral de una manera que forma parte de los datos y la recolección de los datos, porque el modelo se aplica de manera cohesiva a la adopción.



¹ FATEC Zona Leste

1. Introdução

A teoria das filas é um campo da pesquisa operacional que aproveita conceitos básicos de processos estocásticos e de matemática aplicada para analisar o fenômeno de formação de filas e seus pormenores. A mesma foi desenvolvida com o intuito de prever o comportamento das filas com finalidade a permitir o dimensionamento adequado de instalações, equipamentos e sua infraestrutura. Esta teoria permite indicar um modelo quantitativo de fila para uma situação em particular, a partir do padrão probabilístico das chegadas dos clientes à fila, do padrão probabilístico dos atendimentos fornecidos pela empresa e a partir do número de canais de atendimento disponíveis. Compreender o comportamento das filas possibilita avaliar sistemas do mundo real, a fim de amenizar situações estressantes que esperas exageradas possam causar (PRADO, 2022).

Deste modo, a teoria das filas estuda a probabilidade das formações das filas a partir de pesquisas exatas, além de possibilitar a análise de congestionamentos decorrentes de paralisações de um fluxo normal e possíveis esperas. Ainda, é capaz de verificar as razões que ocasionam problemas de atrasos, investigando por exemplo o tempo que um cliente aguarda por um atendimento em determinado local. Notavelmente é cotidiano a presença das filas no dia a dia, as quais resultam da falta de programação e organização do curso de chegadas junto a disponibilização de serviços. Como consequência as filas não desejadas acabam se tornando inevitáveis.

Em um cenário de crescimento organizacional gradativo é notório as empresas de diversos segmentos buscarem por soluções que visem a otimização de seus processos garantindo o máximo aproveitamento de seus recursos. Diante disso, a teoria das filas se tornou um importante método de avaliação de capacidade em sistemas de atendimento levando em consideração variáveis como número de chegadas, tempo de espera e número de clientes. Para Tavares *et al.* (2021), essas variáveis contêm uma enorme influência no funcionamento do sistema, tanto que o desempenho desta função passa a ser executado a partir de tais variáveis. A partir disso, é importante entender as causas que afetam o andamento de determinadas demandas em sistemas de atendimentos, identificando os custos de serviço, eliminando gargalos e maximizando o desempenho do processo.

Diante deste contexto, o presente estudo busca analisar a formação de filas em um terminal de caminhões em uma organização de São Paulo-Capital, visando otimizar os seus processos logísticos através da simulação. A condução de modelar o seu armazém abrange diversas situações dentro do mercado, desse modo impactam diretamente nos processos realizados perante a rotina de trabalho, contudo sabemos que há uma exigência e petição por um nível de serviço elevado. Um dos pontos que temos a destacar é o tempo de recebimento e armazenagem para a liberação e distribuição da mercadoria. A fila que consiste na expedição, compromete o sistema como um todo, pois quando há processos interligados seja por qual for o motivo, apresentam retrabalho, atraso ou ineficiência, o resultado é a existência de filas. Sendo que o modo em que as filas atingem os processos relacionados, ela cria gargalos e todo o processo oferecido pela armazenagem do produto é colocado a risco.

A criação de fila no setor da expedição desestrutura todo o sistema, inicializando assim um gargalo crescente, ou seja, gerando uma deficiência em um dos processos, tais como, recebimento, conferência e estocagem. Os princípios para uma tomada de decisão com a utilização de um planejamento como este está rapidamente se tornando um instrumento fundamental para o desenvolvimento de uma estrutura organizada e afim de potencializar a organização interna, aumentar sua produção e elevar o monitoramento dos resultados esperados. O layout pode desempenhar um papel muito importante ao abordar a questão de que forma é utilizado o espaço estrutural e como deseja aproveitá-lo para evitar o aumento de custos e desperdício de recurso existentes, a fim de reduzir filas nos processos executado.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Logística e Gestão de Estoque

A Logística, segundo Ballou (2005), é compreendida como o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo de mercadorias de uma maneira eficiente, otimizando os aspectos relacionados ao transporte de uma organização para que, deste modo, possa proporcionar para a empresa a redução dos custos logísticos relacionados ao transporte, bem como realizar a entrega do produto ou serviço cumprindo o prazo estipulado e também que seja de qualidade, para que, deste modo, o cliente se sinta satisfeito com o serviço prestado pela organização.

De acordo com Chirstother (2017), a Logística pode ser caracterizada como um processo que irá gerenciar de maneira estratégica a aquisição, armazenagem de recursos e movimentação do transporte de uma maneira eficaz, o que irá proporcionar uma maximização do lucro por meio da redução dos custos de transporte.

No aspecto empresarial, a logística representa cerca de 20% da receita total, ou seja, mais do que o dobro da margem líquida média das empresas (8%). Assim, qualquer redução nos custos logísticos impacta fundamentalmente nas margens, ou seja, influencia diretamente no lucro da organização e se vincula diretamente na possibilidade da organização obter uma redução em seus custos (MACERAU; MARTINS; GUEDES, 2017). Para Bertaglia (2009), tanto a distância quanto o tempo são parâmetros que irão influenciar diretamente as atividades de transporte.

O transporte quando ocorre de maneira eficiente, por sua vez, deverá ser capaz de respeitar os prazos de entrega o que irá gerar uma redução nos custos finais para a organização, tendo em vista que, de acordo com Tozato e Almeida (2019), os produtos ou serviços que são entregues fora da data estipulada irão implicar em uma possível majoração dos custos desta, devido a necessidade de se armazenar e de se redefinir a programação para entrega de outros produtos ou serviços.

Segundo Ballou (1992), para diversas organizações o transporte se apresenta como uma das atividades de cunho logístico mais importante, tendo em vista que esta chega a absorver em média de um a dois terços dos custos relacionados a Logística de uma empresa. Bertaglia (2009), complementa ainda que o transporte rodoviário apresenta-se como o tipo de transporte mais independente dentro da Logística de Transportes, isto porque ela possui a capacidade de movimentar uma gama diversificada de materiais para quaisquer destinos devido a sua flexibilidade, podendo ser utilizado para o transporte de encomendas que necessitem de um deslocamento curto, médio ou mesmo longo, através de coletas e de entregas realizadas ponto a ponto.

2.2. Teoria das Filas

Teoria das filas é o estudo quantitativo de sistemas em linhas de espera, ou filas. As linhas de espera podem se formar, ainda quando o sistema tiver uma capacidade suficiente em média para suprir a demanda, pois o tempo de chegada e o tempo de serviço para os clientes são aleatórios e variáveis (LACERDA *et al.*, 2021). A fila é consequência de um descompasso entre a capacidade de atendimento do serviço oferecido e a demanda de seus usuários. Embora seja geralmente associada a um efeito maléfico, a fila representa um importante papel na gestão de operações de serviços, pois em muitos casos seria impraticável a oferta de uma infra-estrutura suficiente para atender a procura de todos os usuários.

Prado (2022) enfatiza que um sistema com filas e gerenciamento são muito importantes na percepção do cliente quanto à qualidade do serviço prestado, necessitando assim de muita atenção gerencial. A teoria das filas consiste na modelagem analítica de processos ou sistemas que resultam em espera, dessa forma, permite modelar previamente o comportamento de um sistema de serviços com demanda crescente e aleatória, permitindo melhor dimensionamento de sua capacidade, redução de desperdícios e gargalos, maiores resultados econômicos e satisfação dos clientes, portanto Sempre haverá fila quando a demanda for superior a capacidade de atendimento do serviço.

O cliente é uma unidade que deve ter um determinado atendimento, classificado por máquinas, peças ou pessoas; a fila se refere ao número de clientes que espera ser atendido, não inclui o cliente que está passando pelo atendimento; canal de atendimento se trata do processo que realiza os atendimentos

aos clientes, podendo ser único ou múltiplos, indicado por S significado por números de canais; taxa de chegada se refere ao tempo que os clientes são atendidos; e por fim tamanho da população é o grupo que pertence os clientes, se houver um grupo de apenas alguns clientes potenciais diz que a população é finita, se houver um número maior de clientes que não se consiga apurar a população é finita. (SILVA *et al.*, 2021;)

Assim sendo, pode-se observar que a Teoria das Filas é uma modelagem analítica que aborda as filas por meio de fórmulas matemáticas, caracterizando as filas pelo tempo de espera e tempo de atendimento, aliado às características peculiares como capacidade de atendimento, capacidade máxima do sistema, tamanho da população e disciplina de fila. A qual por meio de fórmulas matemáticas, como já exposto, procura encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente e que seja economicamente viável para o prestador do serviço. Os principais elementos de um sistema de filas são: a) cliente (unidade que requer atendimento, podendo ser máquina, pessoas e, neste trabalho específico, navios); b) fila (representa os clientes que esperam para serem atendidos); e c) canal de atendimento (processo ou sistema que realiza o atendimento do cliente) (FOGLIATTI; MATTOS, 2007; MEDEIROS; MOSER; SANTOS, 2015).

2.3. Simulação e Ferramentas de Modelagem

De acordo com Prado (2022) a simulação é um método que utiliza um modelo matemático para possibilitar o estudo e a análise do comportamento de um sistema sem que seja necessário realizar alterações no sistema real. Pode-se assim, prever o comportamento e ajudar no processo de tomada de decisão. Medeiros, Moser e Santos (2015) afirmam que a simulação não deve ser utilizada quando existe a possibilidade de um procedimento menos oneroso, capaz de fornecer as mesmas ou melhores informações sobre o sistema. Geralmente a simulação apenas é utilizada quando o sistema estudado é muito complexo para ser analisado por modelos matemáticos, de forma satisfatória.

Bessa *et al.* (2020) definem simulação como sendo a imitação da operação de um processo ou sistema ao longo do tempo. Ela envolve a geração e análise de um “histórico artificial” com o objetivo de inferir acerca das características do sistema. O comportamento de um sistema real ou hipotético ao longo do tempo é estudado a partir de um modelo de simulação, que é formado por uma série de considerações lógicas, matemáticas e simbólicas sobre o relacionamento entre os objetos de interesse do sistema. A simulação pode ser efetuada manualmente, mas demanda para tal um grande esforço para a realização de cálculos, tornando o computador uma ferramenta essencial. Uma vez concebido, o modelo auxilia a determinação de melhorias nos sistemas, tanto com a simulação de mudanças em sistemas já existentes, como com a previsão do comportamento de sistemas ainda em desenvolvimento em circunstâncias hipotéticas.

Simular um processo industrial, considerado um sistema complexo, é de suma importância nos dias atuais como alternativa de tomada de decisão, para isso necessita-se desenvolver um modelo que vise retratar a realidade da melhor forma possível. Segundo Silva *et al.* (2018), modelar um sistema físico e/ou industrial qualquer, significa obter uma representação matemática de forma lógica que permita um estudo analítico coerente com o comportamento do sistema na prática.

Segundo Prado (2022), a abordagem temática sobre sistema deve ser definida como uma parte conjunta comparada ao corpo humano, ou seja, deve ser tratada como partes distintas que se reunindo formam finalidades coordenadas com o objetivo de realização nos processos. Sendo assim temos que (CHURCHMAN, 1971) acredita que devido as constantes mudanças que ocorrem em um determinado sistema, a maior síntese de uma base é como ela é vista, dessa maneira identificamos que um sistema precisa ser passado por manutenções até que seja apto ao processo realizado. O sistema possui pares ordenados de informações com a intenção de alcançar metas para o entendimento de conceitos e constituição de diversas variáveis.

Um sistema “é um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função” (SILVA *et al.*, 2021, p.

234). Isso estabelece, enquanto aspecto mais importante para um sistema, o conceito de que cada elemento individual, ou parte, ao relacionar-se e elencarem interligação e interdependência, formam um conjunto maior, cuja totalidade é imensamente superior à individualidade de suas partes.

Um sistema possui, obrigatoriamente, duas características básicas: o propósito ou objetivo, e a totalidade ou globalidade; os objetivos são definidos a partir dos arranjos de suas partes, enquanto a totalidade refere-se ao fato de que, havendo qualquer estímulo a um dos componentes do sistema, este estímulo se refletirá no sistema como um todo.

As diversas formas de atuação dos sistemas permitem que as empresas conheçam a si, ou seja, conheçam o seu potencial interno, e estejam preparadas para atuar no meio externo e sobreviver aos incessantes ataques do mercado competitivo. Empresarialmente, sistema “é um conjunto de funções logicamente estruturadas, com a finalidade de atender a determinados objetivos” (TAVARES *et al.*, 2021, p. 1279).

Assim, os resultados obtidos devem representar da maneira mais fidedigna possível, o sistema físico analisado. Tavares *et al.* (2021), classificam os modelos de simulação em: estático ou dinâmico – modelos estáticos representam o estado do sistema para dado instante, enquanto os dinâmicos descrevem as alterações de estado do sistema em função do avanço da variável tempo; e em determinístico ou estocástico – os modelos determinísticos não empregam variáveis aleatórias diferentes dos estocásticos; e discreto ou contínuo – em modelos discretos o avanço da variável tempo está associado à ocorrência de eventos, enquanto em modelos contínuos os avanços são feitos em incrementos pré-definidos.

Visando complementar a técnica da teoria das filas, Correa e Correa (2013) evidencia a técnica da simulação; uma técnica conhecida há muito tempo que se tornou viável recentemente devido ao desenvolvimento tecnológico que permitiu a geração de modelos de forma relativamente simples e análise das opções com um baixo custo. Ou seja, alternativas podem ser mais facilmente testadas e o analista pode contar com saídas gráficas que podem dar uma ideia visual dos efeitos de alterações nas variáveis de decisão. Note-se que os modelos de simulação, se bem desenhados e utilizados, representam uma alternativa bem menos restritiva que o uso dos modelos analíticos da teoria das filas.

Corroborando com esse pensamento, Mirshawka (1977) destaca que apenas com os dados de chegadas e com os dados de tempo de serviço, pode-se realizar a simulação de qualquer sistema de filas. Isso em conjunto com o avanço tecnológico dos computadores, o processo de simulação se tornou muito mais simples e rápido. Tanto a execução da simulação se tornou mais rápido, como a preparação de softwares, através de módulos ou pacotes de simulação, ou ainda através de programas que trabalham exclusivamente com simulação.

Já Ferreira, Mendes Junior e Carnieri (2017), fizeram uso de simulação ao analisar o desempenho do segmento de granéis sólidos do porto de Paranaguá. A escolha feita por eles de utilizar a simulação, é destacada por possibilitar o teste de diferentes configurações e estratégias, sem ocasionar grandes custos ou riscos. Além disso, eles mostram que a ferramenta se adequa a situações que se tem muitas variáveis e um alto grau de aleatoriedade.

Medeiros, Moser e Santos (2015) discute a técnica de simulação e destaca o conjunto de saberes necessários para o seu domínio como a programação, otimização e programação dinâmica. Segundo este mesmo autor, a simulação pode ser considerada um processo de evolução natural dos seres vivos, por causa da possibilidade de simulação de modelos não reais com uma abordagem interdisciplinar, o que tornou a ferramenta importante para diversas áreas do conhecimento. A simulação está intimamente ligada a construção e conceito do que é um modelo, no qual um modelo é a interligação de várias variáveis de um sistema que determina o comportamento do conjunto.

São ferramentas usadas para facilitar o processo de modelagem do objeto de estudo, alguns deles fazem auxílios a computações gráficas, os mesmos são utilizados para verificação e análise do processo. Os conceitos básicos utilizados na modelagem de um sistema baseada numa abordagem por eventos discretos são segundo Prado (2022) os seguintes: □ Eventos: São os instantes de observação e de

mudança de estado do sistema; \square Atividades: São as caixas-pretas utilizadas para recuperar e esconder a evolução do sistema físico entre dois eventos. Portanto, os eventos correspondem em geral ao início e ao fim de uma atividade; \square Processos: São sequências de eventos e de atividades interdependentes. Por exemplo, um exemplo provoca uma atividade, que provoca um evento de fim de atividade, que por sua vez pode provocar outra atividade e assim por diante.

O Arena é um dos softwares de simulação mais utilizado no mundo. Por meio da análise dinâmica, e da interação entre os elementos do sistema, é possível identificar os gargalos, as melhores condições de operação, e visualizar tamanhos das filas, ocupação de recursos e verificar qual é o comportamento do sistema. (PRADO, 2022) Segundo Lacerda et al. (2021) o funcionamento conceitual de um modelo no Arena acontece de um jeito muito simples e rápido: o usuário descreve, constrói o modelo, também os elementos estáticos como recursos e outros, e também as regras de comportamento a serem seguidas. Ao se iniciar a simulação os elementos interagem-se com os fatores estáticos e circulam conforme as regras que foram modeladas.

O ProModel é um dos mais avançados softwares de simulação de eventos discretos que tem como finalidade ajudar na tomada de melhores decisões em um menor período de tempo. Usualmente utilizado para planejar, projetar e aperfeiçoar processos de manufatura, logística, serviços e outros sistemas estratégicos, táticos ou operacionais, o ProModel permite a visualização, reprodução e complexidade de processos reais, possibilitando a realização de poderosas análises e mudanças com o intuito de otimizar sistemas e melhorar indicadores (LACERDA et al., 2021).

O software de simulação Simio, possui uma modelagem rápida, que combina eventos discretos, agentes e pedestres, e consegue criar objetos personalizados sem o uso de programação. Com ele é possível criar modelos em 3D (TAVARES et al., 2021). O uso de software de simulação pode ser uma ótima solução para a empresa, eles favorecem a redução de custos, uma vez que as simulações podem ser feitas por meio virtual, reduzindo assim o número de testes físicos efetuados. A diminuição do tempo de desenvolvimento do produto é outro fator importante que pode ser considerado, isso também reduz custos de diversos tipos e acelera o lançamento para o mercado.

Neste sentido, a Teoria das Filas, amparada pela simulação poderá proporcionar uma melhor tomada de decisão para a organização otimizar os seus processos. A Teoria da Decisão é o estudo das escolhas de uma pessoa ou de outros agentes. Ela ajuda a entender a lógica por trás da decisão que consumidores, profissionais e até mesmo os eleitores fazem (TAVARES et al., 2021).

3. Materiais e Métodos

Segundo Yin (2001) a Metodologia do estudo de caso é uma abordagem qualitativa e é geralmente utilizada para coleta de dados em estudos organizacionais, as apreensões existentes em relação a metodologia do estudo de caso são expostas em declarações dos dados, pois eles possuem uma facilidade de serem alterados pelo pesquisador. Para esclarecer teses de maneira eficaz os estudos de caso não fornecem base para criações científicas, portanto é necessário que se tenha pró atividade e disciplina para realizar um estudo de natureza científica.

De acordo com Stake (2007) o estudo de caso é um sistema restrito, onde ele alterna em buscar uma resposta dentro do sistema e isso resulta uma alternativa para o problema, sendo assim teremos o início da investigação, verificando o momento para definir os aspectos dos fatos para uma definição consolidada. A base de um estudo de caso é a preparação de recebimento onde a tática pode ser desenvolvida, visando a busca de uma solução e uma resposta próxima do estudo de caso. Sendo assim é gerado a precisão de utilização de fórmulas para chegar a reposta próxima do estudo, sequencialmente agregando conhecimentos.

O presente estudo foi realizado em uma transportadora de médio porte que enfrenta um problema a crônico em sua operação logística: a fila de caminhões em seu pátio de carga e descarga. Essa fila de

caminhões gera atrasos nas entregas, aumenta os custos operacionais e causa insatisfação tanto para os motoristas quanto para os clientes da empresa. A loja ora estudada é uma empresa de Porte Médio, com 120 funcionários e realiza o atendimento de cerca de 450 a 500 clientes.

Foi realizada a implementação de um sistema de otimização baseado em simulação através da utilização do software Arena Simulador, visando com isso reduzir o tempo de espera da fila de caminhões durante o processo de carga e descarga, processo que estava com problemas ocasionando diversos problemas logísticos para a transportadora.

4. Resultados e Discussões

Para que existisse a possibilidade de se modelar, simular e criar cenários novos alternativos para a transportadora ora estudada foi necessário em um primeiro momento visita-la, buscando entender o serviço ofertado, as entradas, processos e saídas. Posteriormente, realizou-se um fluxograma do serviço ofertado pela loja. Na coleta de dados pode-se observar que a empresa contava com a portaria, a qual gerenciava as operações de carga e descarga, essas operações eram feitas por meio de caminhões em um pátio próprio para este serviço. Foi coletado ainda o espaço para manobra do caminhão e como era realizada a saída do caminhão.

Pode-se observar analisando os processos e recursos desta transportadora, que o problema se encontrava no processo de carga e descarga dos caminhões, tendo em vista que o pátio em que é realizado este processo não é otimizado. Isto ocasiona filas longas de caminhões, atrasos nas operações de carga e descarga, ineficiência no uso do espaço do pátio e também custos operacionais elevados de vido a horas extras e tempos de espera.

Diante do cenário encontrado na empresa ora estudada, pode-se observar que a transportadora possui as seguintes problemáticas: 1. Priorização de Caminhões: Como determinar a ordem de carga e descarga dos caminhões?; 2. Uso do Espaço: Como otimizar o espaço do pátio para alocar caminhões de forma eficiente?; 3. Alocação de Recursos: Quantos funcionários e equipamentos são necessários para atender à demanda?

Deste modo, foi proposto para solucionar o problema da fila de caminhões na transportadora a implementação de um sistema de otimização baseado em simulação, usando o software Arena Simulador. Segundo Nunes e Rangel (2009) o software de simulação Arena se caracteriza pela lógica de modelagem fundamentada em módulos de fluxograma e de dados, denominados templates. Os módulos de fluxograma representam a dinâmica do modelo, ou seja, através de interconexões em um diagrama de bloco, descrevem como as entidades percorrerão os fluxos, transitando por todos os elementos estáticos e regras estabelecidas, desde a sua origem até a saída do modelo.

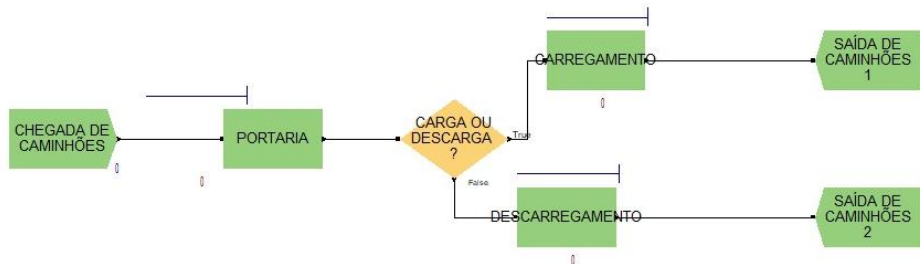
A edição dos dados de entrada, no fluxograma, pode ser realizada através da seleção do módulo na área da planilha ou na abertura de uma janela específica onde serão configuradas as ações. Já nos módulos de dados, através da área da planilha, são fornecidas as especificações aos elementos que compõem o fluxo, tais como as entidades, filas, recursos, variáveis, cronogramas e grupos. Entretanto, apesar dessas características influenciarem no comportamento do modelo, as suas ações não são estruturadas e visualizadas diretamente no fluxo. Essa interface relacional de fluxos e dados possibilita que o modelo computacional seja construído com uso apenas dos comandos lógicos fornecidos no próprio software.

Este sistema pode ser dividido em várias etapas: 1. Modelagem do Pátio de Carga e Descarga; 2. Simulação de Operações; 3. Coleta de dados; 4. Otimização de Processos; 5. Implementação de Mudanças; 6. Monitoramento Contínuo. Por meios destas ferramentas pode-se criar um ambiente virtual para testar diferentes cenários, este ambiente virtual auxiliará na tomada de decisões por meio dos dados que foram coletados na organização.

Como a maioria dos softwares de simulação, o ARENA visualiza o sistema a ser modelado como constituído de um conjunto de estações de trabalho que contêm um ou mais recursos que prestam

serviço a clientes, que se movem através do sistema (PRADO, 2022). O estudo foi replicado 3 vezes que são os dados usados de 3 dias em meses diferentes, e duração de replicação foi no formato 24 horas em base minutos. O software Arena disponibilizou também um cenário de solução após identificar o tempo médio de fila e o gargalo das operações, que pode ser observada na Figura 1.

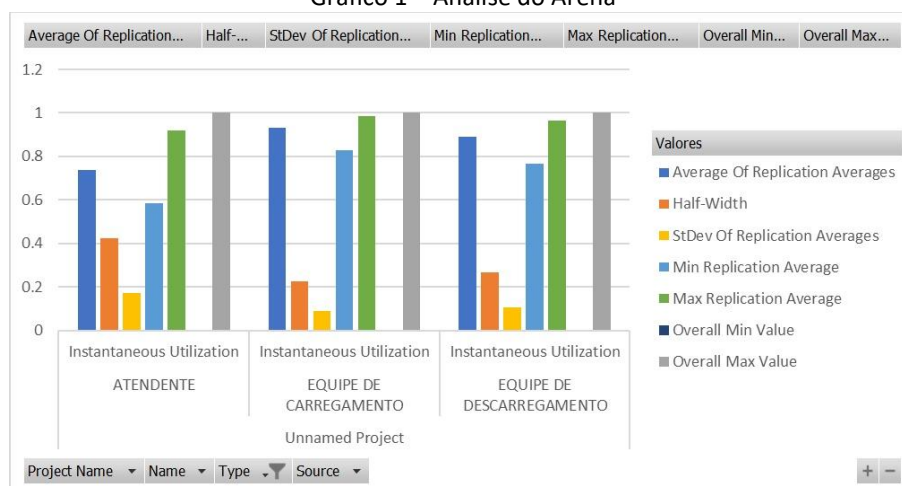
Figura 1 - Modelo do cenário com o Software Arena



Fonte: Autores (2023)

Para a obtenção deste planejamento foram realizadas três simulações, na qual foi incluído como variável 2 atendentes, 2 caminhões, 2 equipes de carregamento e 2 equipes de descarregamento. No resultado, obteve-se um tempo mínimo de 44 e máximo de 78 minutos, quanto que para o carregamento obteve-se o mínimo de 16 e o máximo de 23 minutos, por fim, o descarregamento, ficou entre 11 e 18 minutos, deste modo, pode-se observar uma otimização no processo elaborado, no qual o setor de logística estudado foi dividido em duas docas, sendo que a entrada de caminhões será realizada por uma entrada única, o caminhão fará uma triagem na portaria que indicará para qual das duas docas o veículo deverá seguir. Uma das docas corresponderá ao setor de carregamento enquanto que a outra doca será o setor de descarregamento. Cada doca possui sua própria saída, facilitando o processo final.

Gráfico 1 – Análise do Arena



Fonte: Autores (2023)

Através da utilização de duas docas, uma para a carga e outra para descarga elevou o nível de serviço, implicando em uma maior organização dos veículos e, conseqüentemente, reduzindo o gargalo que estava na falta de planejamento do pátio para carga e descarga. Essas alterações logísticas, que inseriu em cada doca um funcionário que irá verificar apenas o processo correspondente a sua doca, foi importante, porque facilitou o planejamento e o conceito de padronizar a otimização dos processos, ou seja, devemos enfatizar o aproveitamento de tempo e demonstrar que a melhor distribuição dos processos é eficiente para um bom fluxo de nível de serviço e produção, podendo levar os processos aos menores custos.

O Arena e facilitou o planejamento e o conceito de padronizar a otimização dos processos, ou seja, devemos enfatizar o aproveitamento de tempo e demonstrar que a melhor distribuição dos processos é eficiente para um bom fluxo de nível de serviço e produção, podendo levar os processos aos menores custos.

Pode-se observar com este estudo, que são muitas as aplicações possíveis que a teoria das filas permite, sendo possível nos mais diversos tipos de áreas e problemas como em bancos, logística, hospitais e call centers. Na logística, Silva (2016) afirma que os retornos são mais evidentes, pois ao descobrirem a distribuição com melhor aderência aos canais de atendimento do Porto de Itajaí, foi possível diagnosticar que acrescentando mais um ponto de atendimento, o tempo médio dos navios no sistema seria reduzido e a taxa de utilização do Porto seria aumentada.

A aplicação da Teoria das Filas traz ganhos práticos a empresa na gestão das filas e dos gargalos que constem na produção. Andrade (2015) cita que a aplicação traz ganho de produtividade para a empresa além de redução de custos, pois quando o tamanho da fila ultrapassa o valor esperado ou considerado normal, podemos dizer que o sistema está entrando em congestionamento e, nessa situação, a qualidade e a produtividade do sistema caem e o custo total de operação tende a crescer sem controle.

Pode-se também ressaltar o ganho na fluidez e diminuição do congestionamento do processo onde for aplicado a teoria das filas, ganho que, segundo Hillier e Lieberman (2013), se dá através de uma análise carga-capacidade. Dessa forma, a teoria das filas contribui no gerenciamento dos gargalos, diminuindo o tempo de espera e equacionando o correto dimensionamento dos canais de serviço a fim de diminuir os custos empresariais (evitando ociosidade) e diminuindo o custo total da operação com filas com elevado tempo de espera. Neste sentido, este trabalho teve como intenção utilizar a teoria das filas através do simulador proporcionado pelo software Arena, o qual utiliza um método quantitativo e probabilístico para auxiliar na otimização do sistema de filas. Assim sendo, o que se buscou através da utilização do Arena foi uma otimização do sistema logístico da organização através de simulação, é o processo de procurar o melhor conjunto de especificações do modelo, ou seja, os parâmetros de entrada e as premissas estruturais, em que o valor objetivo é a saída do desempenho do modelo de simulação para o sistema subjacente.

5. Conclusão

A simulação é uma importante aliada na análise e planejamento de sistemas, pois, através dela é possível fazer o correto dimensionamento dos recursos utilizados nos processos, na busca por um bom desempenho. Na construção do modelo, a coleta e o tratamento dos dados são de fundamental importância, pois é preciso interpretar de maneira correta a forma de se coletar os dados, para que o modelo reflita corretamente a realidade.

Concluiu-se, com este trabalho, que a teoria das filas tem como base o empenho no filtro de qualidade na execução e análise dos processos, visando trabalhar com os índices de desempenho ou proatividade, além de buscar recursos para maximizar a qualidade nos processos realizados. Esta teoria acompanhada ao programa de simulação dos processos logísticos proporcionado pelo software Arena proporciona a otimização da cadeia de suprimentos da organização.

Através da simulação arena obteve-se um modelo virtual do pátio da transportadora, no qual foram realizadas três simulações para verificar qual seria a melhor solução para melhorar o gargalo. A simulação apresentou que a melhor solução seria a inclusão de duas docas, sendo uma doca seria para a carga e a outra para a descarga, cada doca possui a sua própria saída.

Antes de irem para as docas os caminhões passam pela entrada e se direcionam para a portaria para serem direcionados para as docas. , obteve-se um tempo mínimo de 44 e máximo de 78 minutos, quanto que para o carregamento obteve-se o mínimo de 16 e o máximo de 23 minutos, por fim, o descarregamento, ficou entre 11 e 18 minutos, deste modo, pode-se observar uma otimização no processo elaborado, no qual o setor de logística estudado foi dividido em duas docas, sendo que a

entrada de caminhões será realizada por uma entrada única, o caminhão fará uma triagem na portaria que indicará para qual das duas docas o veículo deverá seguir. Uma das docas corresponderá ao setor de carregamento enquanto que a outra doca será o setor de descarregamento. Cada doca possui sua própria saída, facilitando o processo final. Assim, pode-se concluir a importância do estudo da teoria das filas em transportadoras de pequeno porte, melhorando a sua eficiência no dia a dia.

Referências

- ANDRADE, Eduardo de. **Introdução à Pesquisa Operacional: Método e Modelos para Análise de Decisões**. São Paulo: LTC, 2015.
- BALLOU, Ronald h. **Logística Empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1992.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos /Logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2009.
- BESSA, Tiago Moreira et al. Análise Bibliométrica em Publicações Brasileiras Associadas à Teoria das Filas e Sistemas de Processos de Filas. **Anais do VIII Simpósio de Engenharia de Produção-SIMEP. Anais... Caruaru (PE) UNIVAFIP**, 2020.
- CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos – Estratégia para redução de custos e melhoria dos serviços**. São Paulo: Pioneira, 2017.
- CHURCHMAN, C. W. **Introdução à Teoria dos Sistemas**. 1ª ed. Petrópolis: Vozes, 1971.
- CORRÊA, Henrique L., CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2013.
- FERREIRA, Marcos Antonio Masnik; JUNIOR, Ricardo Mendes; CARNIERI, Celso. Análise de desempenho de sistemas portuários usando simulação matemática e estatística. **Revista Produção Online**, v. 7, n. 3, 2017.
- FOGLIATTI, M. C.; MATTOS, N. M. C. **Teoria de Filas**. Editora Inter ciência. Rio de Janeiro, 2007.
- HILLIER, Frederick S., LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. São Paulo: AMGH, 2013.
- LACERDA, Lucas Portes et al. Aplicação da teoria de filas via modelagem computacional em uma empresa de lavagem de veículos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e21910817188-e21910817188, 2021.
- MACERAU, Walkiria Maria; MARTINS, Ana Beatriz Tozzo; GUEDES, Terezinha Aparecida. Teoria de Filas: um estudo de simulação. In: **I Encontro de Modelagem Estatística**. 2017.
- MEDEIROS, Luciano Frontino; MOSER, Alvino; SANTOS, Neri. A simulação computacional como técnica de pesquisa na administração. **Revista Intersaberes**, v. 9, p. 463-485, 2015.
- MIRSHAWHA, Victor, **Elementos da Pesquisa Operacional**. São Paulo: Nobel, 1977.
- NUNES, Alessandro Fernandes; RANGEL, JJ de A. Aspectos da aplicação do idf-sim na construção de modelos de simulação com arena. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL**, v. 41, 2009.
- PRADO, Darci. **Teoria das Filas e da Simulação**. Falconi Editora, 2022.
- SILVA, Maycon et al. O uso da simulação computacional para melhoria nos processos produtivos: uma aplicação da teoria de filas com o uso de simuladores. **Exacta**, v. 16, n. 3, p. 167-180, 2018.

SILVA, Maurício Randolfo Flores et al. Proposta de otimização dos processos logísticos do porto de Itajaí utilizando simulação e indicadores da teoria das filas. **Revista Produção Online**, v. 21, n. 1, p. 231-258, 2021.

SILVA, Vanina Macowski Durski. Teoria das filas aplicada ao caso: Porto de Itajaí-SC. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 1, n. 1, p. 696-707, 2016.

STAKE RE. **Investigación com estúdio de casos**. 4ª ed. Madrid (ES): Ediciones Morata; 2007.

TAVARES, Diego Moah Lobato et al. Revisão Sistemática de Publicações Brasileiras Associadas à Teoria das Filas e Sistemas de Processos de Filas. **Brazilian Applied Science Review**, v. 5, n. 2, p. 1273-1285, 2021.