

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS EM UM SISTEMA DE PESAGEM E DESCARREGAMENTO DE CAMINHÕES DE UM CEREALISTA

Dieinicler Fumegalli¹
Shaiany Bellé Serafini²
Cleusa Teresinha Anschau³
Mara Lucia Grando⁴

RESUMO

As filas estão presentes em diversos tipos de serviços de atendimento, porém o maior desafio é encontrar soluções que visem a minimizar a ocorrência das mesmas, de forma que não prejudiquem a qualidade do atendimento e a satisfação do cliente. Neste sentido, o trabalho tem por objetivo demonstrar a aplicação da Teoria das Filas em um sistema de pesagem e descarregamento de caminhões de um cerealista. O estudo propõe observar e analisar a realidade da empresa com um número relativamente baixo de chegadas de caminhões para pesagem, através de uma fila única. Os estudos amostrais, trazem para o caso em análise um modelo quantitativo de fila do tipo M/M/1, o qual representa o comprimento da fila num sistema que tem um único servidor, onde as chegadas são determinadas por uma distribuição de Poisson. A partir dos cálculos utilizados, observou-se que o sistema em estudo possui grande ociosidade, fato este devido a variáveis relacionadas ao recebimento de soja na empresa.

Palavras-chave: Teoria das Filas. Cerealista. Filas.

1 INTRODUÇÃO

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 (SOARES, 2018).

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

¹ Acadêmico do curso de Engenharia de Produção da UCEFF. E-mail: dieinicler@gmail.com.

² Acadêmico do curso de Engenharia de Produção da UCEFF. E-mail: shaybelle@outlook.com.

³ Docente de Engenharia de Produção da UCEFF. E-mail: cleusaanschau@uceff.edu.br.

⁴ Docente da UFFS. E-mail: mara.grando@uffs.edu.br.

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 Andrade, (2009) essas variáveis contém 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. Sendo assim, é necessário levar em consideração o comportamento dos clientes em um sistema, pois muitas vezes os mesmos não estão dispostos a permanecer em uma fila por longos períodos, em vista que, o mesmo pode trocar, desistir da fila ou abandonar o sistema devido ao longo tempo de espera (SANTOS, et al., 2016).

Ainda, é importante observar que o Sistema Toyota de Produção destaca como uma das sete perdas, a perda por espera, a qual pode ser evidenciada em um sistema de filas. Esta perda pode associar-se a períodos de tempo em que trabalhadores e máquinas não estão sendo utilizados em sua totalidade e de forma produtiva, caracterizando um cenário de atrasos em um processo (ANTUNES, 1995).

Sendo assim, o estudo busca observar a formação de filas em um cerealista localizado no município de União do Oeste - Santa Catarina. A empresa apresenta problemas de filas principalmente em épocas de safra onde o fluxo de caminhões para pesagem e descarregamento é alto. O período de maior movimento na cerealista ocorre no mês de março onde é realizada a colheita da soja na região. A partir deste contexto e para além do sistema produtivo, se faz necessário entender da gestão dos custos do processo e assim obter resultados positivos. Pois, qualquer empreendimento deseja obter retorno econômico.

Diante do exposto questiona-se: **Como aplicar a Teoria das Filas em um sistema de pesagem e descarregamento de caminhões de um cerealista?** Objetivo geral é aplicar a teoria de filas em um sistema de pesagem e descarregamento de caminhões de um cerealista, já o objetivo específico é dimensionar a relação custo-benefício do processo.

Portanto, o estudo busca desenvolver os conceitos estudados nas disciplinas de Pesquisa Operacional II e Economia, tendo como meta analisar a aplicação prática da Teoria das Filas, envolvendo a relação dos custos do processo da soja no cerealista. Por esse motivo o trabalho mostra como é relevante observar as etapas de pesagem e descarregamento na empresa, afim de propor melhorias quanto ao comportamento das filas. Com isso, a pesquisa auxilia no processo de formação de um engenheiro de produção, além de contribuir para pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TEORIA DAS FILAS

A formação de uma fila ocorre quando a procura por um serviço é maior que a capacidade do sistema em atender essa procura. Segundo Chiavenato (2002, p.289) “a teoria das filas é a teoria que cuida dos pontos de estrangulamentos e dos tempos de espera, ou seja, das demoras verificadas em algum ponto de Serviço.” Neste sentido, o estudo de filas leva em consideração a análise de fórmulas matemáticas pré-estabelecidas, a fim de verificar a relação entre uma demanda e o atraso dos clientes em determinados sistemas de atendimento (ARENALES, 2007).

Para Taha (2008), a teoria das filas não trata de uma ferramenta para aperfeiçoar processos, mas sim, para determinar a atual situação de fila de um sistema, tendo como medida de desempenho (taxa de serviço, quantidade de entrada, tempo de espera e tempo ocioso) e assim elaborar melhorias que possam satisfazer as necessidades dos clientes. Sendo assim, é possível obter um instrumento de gerenciamento das operações ajustando a procura e oferta de um serviço.

2.2 TIPOS DE FILAS

Conforme Andrade (2011), um sistema de filas é composto de muitos elementos que querem ser atendidos em um posto de serviço e que, eventualmente, devem esperar até que o posto esteja disponível. A estrutura das filas é definida pelo número de clientes que necessitam de atendimento e das restrições que cada sistema apresenta, conforme determinado pelas suas próprias características. Aquilino, et al. (2006 apud ALVES, et al., 2013, p. 3), define que existem diferentes tipos de sistemas de filas:

- Canal único, fase única: este é o modelo simples do qual é constituído de um único atendente e uma única fila;
- Canal único, fases múltiplas: é composta por um único atendente e mais de uma fila;
- Canais múltiplos, fase única: é constituída por mais de um atendente e apenas uma fila, neste sistema a velocidade de atendimento e fluxo da fila não são padronizados;

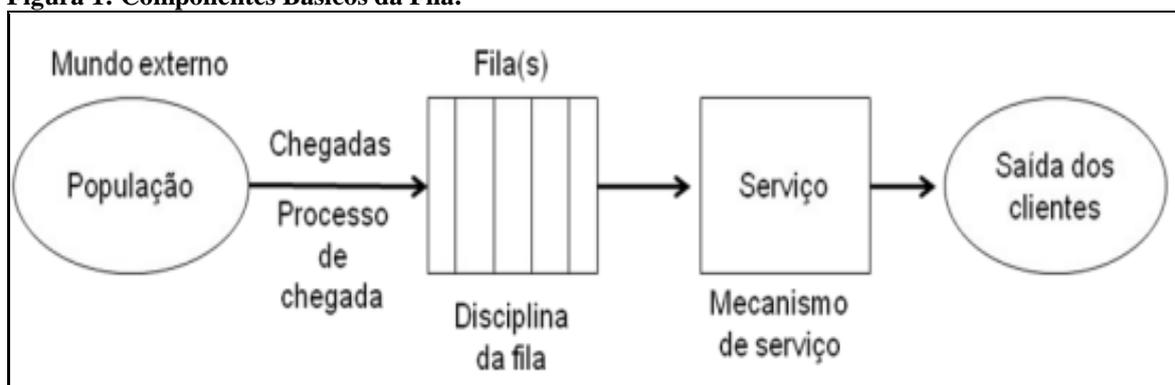
- Canais múltiplos, filas múltiplas: formada por vários canais e várias filas, sendo este caso similar aos canais múltiplos, exceto que dois ou mais atendimentos são realizados em paralelo.

Para Belusso (2016), a especificação de um sistema de fila geralmente requer que as características de desempenho sejam explícitas. Essas características são: processo de chegada, processo de serviço, número de servidores, capacidade do sistema, tamanho da população e disciplina da fila. Com esses dados, é possível calcular e estimar resultados para o desempenho do sistema, com base em propriedades como tempo e número de clientes atendidos em um determinado período de tempo.

2.3 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE FILAS

Para entender a teoria de filas é necessário compreender os componentes do sistema de filas e que pode ser caracterizado, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1: Componentes Básicos da Fila.



Fonte: Santos (2003).

Um sistema de filas consiste no processo de chegada, da distribuição do tempo de serviço, do número de servidores, da capacidade do sistema, da população de usuários e da disciplina de atendimento. Sendo assim, os componentes serão apresentados na sequência.

2.3.1 População ou clientes

Se designa pelo conjunto de seres ou elementos, no qual um cliente é proveniente de uma população. No sistema de filas quando a população é muito grande dizemos ser infinita,

sendo que a chegada de um novo cliente a uma fila não afeta a taxa de chegada de clientes subsequentes tornando as chegadas independentes (PRADO, 2017).

2.3.2 Processo de chegadas

Os elementos que compõem a população caracterizam o processo de chegadas. Neste sentido, as chegadas ocorrem na maioria em processos aleatórios e não ordenados, sendo que para defini-los é necessário utilizar de uma distribuição probabilística (AURÉLIO, 2004).

Deste modo se utiliza de o modelo de Poisson ⁵é utilizado para esta tarefa descrevendo como os consumidores são gerados pela fonte e, bastando apenas possuir a taxa média de chegadas, é possível definir por completo essa distribuição. Ou seja, no modelo de Poisson os tempos entre as chegadas são exponencialmente distribuídos (AURÉLIO, 2004).

2.3.3 Disciplina das filas

Trata-se da regra que define qual o próximo a ser atendido e o comum é que o primeiro da fila é atendido ou, de uma maneira mais ampla, o primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido (em inglês, diz FIFO: First In First Out) PRADO, 2017).

Segundo Taha (2008), ainda existem outras definições:

- Last In, First Out: último a chegar é o primeiro a ser atendido (LIFO);
- Aleatório: Isto é, os atendimentos são feitos na medida em que os clientes entram no sistema de filas sem qualquer preocupação com a ordem de chegada;
- Com prioridade: quer dizer, os atendimentos são feitos de acordo com prioridades estabelecidas;
- Last Come, First Served: Último a chegar, primeiro a ser atendido (LCFS);

2.3.4 Número de Servidores

O sistema mais simples de filas é aquele de um único servidor que atende a um único cliente de cada vez. Conforme se aumenta o ritmo da chegada pode-se manter a qualidade do serviço aumentando convenientemente o número de servidores. Esta é, portanto, uma das

⁵ A distribuição de Poisson é uma distribuição discreta de probabilidade aplicável a ocorrências de um número de eventos em um intervalo específico.

características de uma fila que se pode utilizar para modelar um sistema de filas (PRADO, 2017).

2.3.5 Medidas de desempenho

Entende-se que o tempo que um cliente perde em uma fila pode gerar custos para as organizações tornando necessário melhorar as características deste método. Para isso é útil quantificar o desempenho de cada sistema através de medidas de desempenho que constituem uma valiosa informação para quem decide. Para Pinto (2011), as medidas se constituem em:

- Número Médio de Clientes na Fila de Espera (L_q)
- Número Médio de Clientes no Sistema (L)
- Tempo Médio que um cliente Espera na Fila (W_q)
- Tempo Médio que um cliente Espera na Fila (W)
- Probabilidade de que o sistema esteja ocupado (ρ)
- Probabilidade de que o sistema esteja desocupado (P_0)

2.4 MODELO M/M/1

Para Pinto (2011) o modelo M/M/1 corresponde a um modelo básico onde o sistema possui uma distribuição das chegadas de Poisson e dos tempos de atendimento exponencial e contém apenas um servidor. A disciplina da fila é FIFO é a capacidade do sistema e da população é infinita, neste sentido, corresponde a quem entra primeiro no sistema é o primeiro a ser atendido.

As fórmulas utilizadas para calcular um sistema M/M/1 podem ser representadas conforme a Figura 2:

Figura 2 - Fórmulas do Sistema M/M/1.

Descrição	Fórmulas
Probabilidade de que o Sistema Esteja Ocupada	$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$
Probabilidade de que n Clientes Encontrem-se no Sistema	$P_n = (1 - \rho)\rho^n$
Probabilidade de que o sistema esteja Desocupada	$P_0 = (1 - \rho)$
Numero Médio de Clientes no Sistema de Atendimento	$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$
Numero Médio de Clientes na Fila de Espera	$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$
Tempo Médio Gasto no Sistema pelo Cliente	$W = \frac{1}{\mu - \lambda}$
Tempo Médio de Espera na Fila por Cliente	$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$

Fonte: Pinto (2011).

Este modelo é um dos mais simples dentre os existentes, no entanto, é um dos modelos mais utilizados. Para Cuyabano e Jung (2009) o processo de fila para este modelo pode ser considerado em dois estados, estado ocupado, quando o servidor estiver continuamente em atendimento, e o estado vazio, quando não há clientes na fila.

2.5 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O sistema Toyota de produção (STP) surgiu no período após a Segunda Guerra Mundial, e teve seu início nas indústrias do Japão, em especial na fábrica de automóveis da Toyota. Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno, são considerados os principais fundadores dessa filosofia responsável por revolucionar os sistemas produtivos da época. O STP tem como principal objetivo aumentar a eficiência e a qualidade das linhas de produção, alcançando a melhoria contínua e principalmente a eliminação de desperdícios.

Bartz e Ruppenthal (2011) afirmam que para Ohno (1997), “a essência do Sistema Toyota de Produção consiste em conceber um sistema de produção que seja capaz de produzir competitivamente uma série restrita de produtos diferenciados e variados”. Assim sendo, depois de aprimorar os processos e implantar novas ferramentas poderá se alcançar o objetivo esperado. Porém, para se alcançar uma produtividade maior e com qualidade é necessário buscar a eliminação de algumas perdas, para os autores Ohno (1997) e Liker (2007) são sete:

superprodução, espera, transporte, estoque, processamento, produtos defeituosos e movimento”.

2.5.1 As sete perdas da produção

Produzir eliminando desperdícios esse foi o conceito que se tornou referência no Sistema Toyota de produção e mais futuramente em todos os segmentos que buscavam pela eliminação das perdas em seus processos. Para Ohno (1997, p. 39), “a eliminação completa desses desperdícios pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem. Para fazê-lo, devemos produzir apenas a quantidade necessária, liberando assim a força de trabalho extra”. Desta forma, o STP destaca sete grandes perdas, as quais serão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – As sete perdas da Produção.

As 7 perdas da Produção	
Superprodução	Produzir mais do que se pode vender ou antes do tempo correto.
Espera	Produtos ou serviços esperando pela próxima etapa do processo.
Estoque	Produtos e materiais que não estão em processo.
Movimentação	Movimentos desnecessários realizados pelos trabalhadores.
Transporte	Movimentação de produtos de um local para outro.
Processamento	Adição de etapas de processo ou nível de qualidade desnecessário.
Defeitos	Produtos que foram processados, mas não podem ser vendidos.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

É importante observar todos os setores de uma empresa, de modo que, os mesmos possam estar alinhados com os reais objetivos produtivos e financeiros da mesma. Para isso, é necessário que os gestores possam analisar todos os indicadores estratégicos e táticos a fim de definir a melhor metodologia de custos a ser utilizada.

2.6 CUSTOS

Para Koliver (2009, p. 31) “os custos correspondem ao valor de mutação patrimonial qualitativa, ocorrida no ciclo operacional interno de uma entidade”. Neste sentido entende-se que os custos se tratam de gastos da empresa com o produto final e estão ligados com a aquisição ou a produção de mercadorias. Ainda, podemos classificar os custos como:

- Custos diretos: Identificam-se diretamente ao produto fabricado e de acordo com o processo produtivo da companhia, como exemplos podemos citar custos com matéria-prima e embalagem (FERREIRA, 2003).
- Custos indiretos: São classificados por dar sustentação ao funcionamento das atividades e apresentam como característica a impossibilidade de ser medidos, identificados e quantificados diretamente em cada unidade comercializada. Exemplificam-se como custos de locações de prédios, seguros e material de limpeza (BERTÓ e BEULKE, 2013).
- Custos variáveis: Conforme Silva (2008), os custos variáveis variam de acordo com a produção em determinado estágio de tempo. Para Berto e Beulke (2013) o foco destes custos está relacionado com o volume vendido. Constituem valores que se modificam em relação direta com o volume vendido.
- Custos fixos: Se mantêm inalterados face ao volume da atividade, ou seja, não se modificam em razão do crescimento ou da retração do volume de negócios dentro destes limites (BERTÓ e BEULKE, 2013).

2.7 PRODUTIVIDADE

Segundo Longenecker, Moore e Petty (1997), a produtividade é a eficiência com a qual os insumos transformam-se em produção. Neste sentido, a organização e o planejamento devem sustentar as condutas de um negócio, o que torna necessário estruturar a execução de processos idealizados, sendo que a redução de custos pode estar alinhada à melhoria da produtividade, por meio do controle de perdas e desperdícios.

Para Cerqueira Neto (1991, p. 43):

As grandes empresas se empenham na implementação de programas de qualidade total, cujos resultados não só garantem a plena satisfação dos clientes como também reduzem os custos de operação, minimizando as perdas, diminuindo consideravelmente os custos com serviços externos otimizando a utilização dos recursos existentes.

O mercado atual torna necessário a sincronização de estratégias que garantam a melhoria contínua da produtividade nas empresas. É notório que as organizações necessitam aprimorar constantemente a produtividade com qualidade e eficiência o que, conseqüentemente exige ações que conduzam a competitividade no mercado. Para isso, as empresas devem adequar e readequar técnicas de qualidade como queima de linhas de produtos não competitivos, adoção

de fluxo de produção mais eficiente, dentre outros processos que a tornem mais competitiva (MARINO, 2006).

2.8 A SOJA NO BRASIL: CONTEXTUALIZAÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta oriunda da China, de comportamento primordial rasteiro e descoberta pelo Ocidente na segunda metade do século XX (EMBRAPA, 2005). O grão possui grande importância no mercado nacional e internacional, uma vez que, é uma das principais fontes de óleo vegetal comestível, além de ser amplamente utilizado na formulação de ração animal. Todos esses fatos culminam no aumento crescente da demanda do produto e na multiplicação de áreas de suas lavouras (BARROS, MENEGATTI, 2007).

O Brasil é considerado o maior produtor e exportador de soja do mundo. Segundo Lopes (2004) tamanho crescimento na produção se deve ao aumento de produtividade dos fatores de produção, por consequência o aumento da oferta permite que a cultura seja uma grande fonte geradora de divisas econômicas para os países produtores. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias próprias permite ao Brasil um sistema diferenciado no manejo do grão e do solo, facilitando assim a possibilidade de o país ter até três safras durante o ano.

É importante destacar que a cadeia produtiva da soja está intimamente interligada a outras, o que permite explorá-la de diferentes maneiras. Para Oliveira Junior et.al (2018) (apud Lobbe, 1945, p. 75) este grão oleaginoso tem inúmeros outros usos, dentre os quais, geração de energia e bens de consumo (e.g. tinta e vernizes), conhecidos desde antes da soja se tornar a principal cultura agrícola brasileira. Neste cenário, a soja surge como um produto essencial na agricultura do Brasil, sendo peça chave no agronegócio nacional, movimentando indústrias e diversos setores da economia (MARTINS, et.al., 2018).

3 METÓDO DE PESQUISA

O trabalho proposto utiliza como metodologia para o estudo o método indutivo. Para Rodrigues (2007) o método indutivo é um processo mental que, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Neste método parte-se da observação de fatos ou fenômenos cujas causas se deseja conhecer, procurando compará-los com a finalidade de descobrir as relações existentes entre eles (GIL, 2008).

Empregou-se a pesquisa de natureza descritiva que se caracteriza por fazer uma análise precisa do objeto de estudo (população, empresa, governo, problema). De acordo com Gil (2002), com a pesquisa descritiva é possível formular uma estratégia para resolução de um problema e posterior apresentação para a empresa. Na pesquisa descritiva os dados do processo não sofrem alterações, apenas são analisados, e é esse o tipo de pesquisa que visa construir ligações entre as variáveis, sem manipulá-las.

Como instrumentos de coleta de dados utilizou-se da vista in loco na empresa estudada. Com isso, no momento da visita a gerência da empresa disponibilizou um relatório, o qual indica os horários das pesagens e posterior descarregamento dos caminhões. O relatório disponibilizado foi referente ao período de 01/03/2021 à 10/03/2021. A coleta dos dados foi realizada levando em consideração o período de maior movimento na cerealista que ocorre no mês de março, onde é realizada a colheita de soja na região.

A população deste estudo leva em consideração a cerealista e o respectivo processo de pesagem dos caminhões. Os dados foram coletados por meio de uma técnica de amostragem, que consiste em escolher uma parte representativa do todo para o estudo, de maneira que os resultados referentes à amostra da pesquisa sejam suficientes para gerar conclusões a respeito da população total (MARCONI; LAKATOS, 2006).

A abordagem da pesquisa é quantitativa. De acordo com Gerhard e Silveira (2009) o método quantitativo caracteriza-se pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento dessas através de técnicas estatísticas, desde as mais simples até as mais complexas para a análise das informações, que foram coletadas dentro do contexto da pesquisa e são objetivas.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

4.1 ASPECTOS ECONÔMICOS DO CEREALISTA

A empresa estudada é responsável pelo recebimento e comércio de diversos grãos, entre eles: soja, milho, feijão, trigo e aveia. Além disso conta com a venda de agrotóxicos e acessórios de uso agrícola. No entanto, é importante ressaltar que a soja é o principal produto de comércio da cerealista, tendo destaque em relação ao restante dos grãos comercializados. A empresa trabalha com o recebimento de soja em grande quantidade, a média é de 1000 sacas por dia, em épocas de safra.

O cerealista atua a cerca de 4 anos no município, entretanto, a empresa estudada é uma das filiais do negócio. Responsável pela geração de sete empregos, a empresa possui cargos de auxiliar administrativo, engenheiro agrônomo, motorista e auxiliar de armazém. Além disso, o cerealista conta com cerca de 700 clientes e atua no recebimento de soja de produtores de oito municípios da região. A quantidade negociada gira em torno de 90 mil sacas anuais de soja, sendo que, a semente passa por diversos processos na empresa, até sua destinação final há uma indústria multinacional do setor de agronegócio responsável pela produção de Biodiesel.

4.2 PROCESSO ATUAL

4.2.1 Etapas que envolvem a soja na cerealista

A soja é o principal grão recebido e comercializado na cerealista. Portanto, foi essencial entender e observar o estudo das etapas que envolvem o recebimento dos grãos na empresa, dando enfoque ao recebimento de soja. Neste sentido, é importante compreender os processos acerca do grão na cerealista, sendo estes, apresentados abaixo:

- 1) Colheita: Etapa onde é feita a colheita da soja nas propriedades;
- 2) Transporte: Nesta etapa a soja é transportada até a cerealista sendo este realizado pelos caminhões da empresa;
- 3) Recebimento: Aqui ocorre a pesagem e demais controles;
- 4) Descarregamento: Etapa a qual é realizado o descarregamento da semente no armazém;
- 5) Limpeza e secagem: Neste processo a soja passa pelo elevador e pelas máquinas responsáveis pela retirada das sujeiras⁶;
- 6) Estoque: Etapa onde a semente permanece armazenada nos silos;
- 7) Carregamento: Aqui ocorre o carregamento da soja, este realizado pelas carretas graneleiras;

⁶ Poeira, fragmentos de vagem da semente de soja e fragmentos de ervas daninhas encontradas em meio a soja na plantação.

A pesquisa teve por objetivo observar e analisar a etapa de recebimento, especificado no item 3. Tal etapa leva em consideração o processo de pesagem, onde a partir da coleta de dados encontrou-se as amostras para a aplicação da Teoria das filas. A etapa estudada é fundamental para o processo, uma vez que, a partir da pesagem, verifica-se a quantidade de soja presente em cada caminhão, bem como que, após a realização deste estágio, são coletadas pequenas amostras das sementes para seguir aos demais controles, sendo estes de classificação das sementes e verificação de umidade.

4.3 ESTUDOS DAS FILAS

O desenvolvimento deste trabalho teve início com uma visita a empresa para a coleta de dados. Durante a visita, foi disponibilizado um relatório com os horários de pesagens dos caminhões de acordo com o período de coleta, como citado anteriormente. Os dados selecionados para estudo são, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Dados relacionados a chegada dos caminhões.

Data de Entrada	Horário de Chegada	Data de Entrada	Horário de Chegada
01/03/2021	08:02:38	08/03/2021	16:38:35
01/03/2021	10:19:33	08/03/2021	16:42:48
01/03/2021	11:21:29	08/03/2021	18:41:52
01/03/2021	13:58:25	09/03/2021	07:58:29
01/03/2021	15:02:37	09/03/2021	08:49:28
01/03/2021	16:22:09	09/03/2021	09:06:58
01/03/2021	17:05:11	09/03/2021	14:55:41
01/03/2021	17:11:54	09/03/2021	15:19:18
01/03/2021	17:20:37	09/03/2021	16:01:17
02/03/2021	08:37:59	09/03/2021	17:29:12
02/03/2021	08:51:46	09/03/2021	18:25:55
02/03/2021	08:54:56	09/03/2021	18:38:25
02/03/2021	10:11:23	10/03/2021	08:03:21
02/03/2021	10:23:42	10/03/2021	08:20:53
02/03/2021	13:42:36	10/03/2021	08:28:23
02/03/2021	17:18:33	10/03/2021	10:17:33
03/03/2021	08:45:09	10/03/2021	11:23:37
03/03/2021	14:32:19	10/03/2021	13:31:28
03/03/2021	16:06:29	10/03/2021	14:09:09
04/03/2021	13:39:19	10/03/2021	14:57:48
04/03/2021	13:46:11	10/03/2021	15:28:23
04/03/2021	17:29:05	10/03/2021	15:32:04
05/03/2021	15:06:12	10/03/2021	16:15:48
07/03/2021	09:07:44	10/03/2021	18:35:33
07/03/2021	11:13:48	10/03/2021	18:58:26
08/03/2021	08:59:41	10/03/2021	19:20:57

Data de Entrada	Horário de Chegada	Data de Entrada	Horário de Chegada
08/03/2021	09:44:23	10/03/2021	19:58:19
08/03/2021	13:58:26	10/03/2021	20:06:40
08/03/2021	14:38:36	10/03/2021	20:43:25

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

4.2.1 Análise e descrição dos dados

O sistema de Filas analisado pelo presente trabalho é baseado em um sistema de pesagem e descarregamento de caminhões. O método utilizado foi o de visita em loco, no qual a empresa disponibilizou um relatório com as datas e horários de chegada dos respectivos caminhões. O estudo teve por objetivo a utilização do sistema M/M/1, pois a empresa dispõe apenas de uma balança para realização das pesagens.

Os usuários chegam ao sistema e deslocam-se inicialmente até a balança posicionando os caminhões para a pesagem. Além do preenchimento de cadastro dos clientes referente a quantia de soja recebida são realizadas outras burocracias necessárias ao atendimento dos clientes na empresa. A fila é caracterizada pelo sistema FIFO, ou seja, o primeiro caminhão que entra é pesado, descarregado e conseqüentemente torna-se o primeiro a ser despachado do local.

De acordo com as observações e coleta de informações feitas na empresa, decidiu-se por calcular as probabilidades de n clientes no sistema. Com os dados em mãos foi possível calcular os valores de λ (6,44 clientes/dia) e μ cujo resultado foi de (32). Através das fórmulas do sistema M/M/1 calculou-se também o fator de utilização ρ resultando em 0,1875, aproximadamente 19% de utilização do sistema de pesagem da cerealista.

Com os valores de μ e λ , sabendo que o sistema possui 1 atendente, utilizou-se das fórmulas apresentadas na revisão bibliográfica para obter os resultados quanto ao número de clientes no sistema, número médio de clientes na fila, ociosidade, dentre outros resultados, os quais podem ser visualizados no Quadro 2.

Quadro 2 – Resultados através da aplicação das fórmulas do sistema M/M/1.

RESULTADOS OBTIDOS	
S (Atendentes)	1
λ (Chegadas)	6 / dia
μ (Atendimentos)	32 / dia
P (Taxa de Utilização)	0,1875 (19%)
P (n=0) (Probabilidade de que o sistema esteja ocioso)	0,8125 (81%)
NS (Número médio de clientes no sistema)	0,2307

NS = NF (Número médio de clientes sendo atendidos)	0,1875
NF (Número médio de clientes na fila)	0,0432
TF (Tempo médio de espera na fila)	0,0072 dia ou 10,36 minutos
TS (Tempo médio gasto no sistema)	0,0384 dia ou 55,29 minutos

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A partir dos valores de λ e μ e sabendo que o sistema possui 1 atendente calculou-se também os tempos médios de espera dos clientes. Os dados encontrados foram de 0,0072, cerca de 10,36 minutos de espera na fila e 0,384 resultando em 55,29 minutos gastos no sistema. Ainda, foi possível verificar a quantidade de clientes sendo atendidos, resultando em 0,1875, número relativamente baixo de clientes em atendimento. Conseqüentemente percebe-se que a probabilidade de o sistema estar vazio é de aproximadamente 81% o que indica grande ociosidade.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise realizada na empresa cerealista, e com os apontamentos da teoria de filas percebe-se que há aproximadamente 81% de ociosidade no sistema. Fato relevante este, pois, a maior incidência de filas ocorre no período de safra. A região estudada é produtora de grãos, tais como soja e milho em maior quantidade, a qual coincide com o período de safra. Já os outros tipos de grãos como feijão, trigo e aveia possuem menor escala produtiva o que não acarreta na geração de filas nos períodos de colheita destas culturas.

Considerando tais fatos é importante pontuar que a dispersão na geração de filas também se dá devido a intempéries climáticas as quais desafiam o cultivo dos grãos, principalmente no que tange a falta ou excesso de chuvas o que compromete o recebimento de soja na cerealista. O clima sempre é elencado como uma preocupação constante para os agricultores, levando em consideração que não se tem consciência do gerenciamento climático, fato este que acarreta na perda ou baixa produtividade dos grãos, a exemplo da soja.

O cenário encontrado caracterizado pela ociosidade também compromete o sistema em períodos de colheita onde o recebimento de soja é mais acentuado, uma vez que, os caminhões que chegam permanecem no sistema por um período de aproximadamente 55 minutos, tal como apresentado no Quadro 2. Isto, sugere a uma das sete perdas dos Sistema Toyota de Produção, a perda por espera. Essa perda interfere no andamento do processo, evidenciando o atraso dos caminhões para as etapas de verificação das sementes e descarregamento.

Além disso, leva-se em consideração que a empresa abrange uma pequena área da região, caracterizada por municípios pequenos e com poucos produtores. Por outro lado, deve-se considerar também a existência de uma empresa concorrente localizada na mesma cidade, responsável também pelo recebimento e comercialização de soja. Sendo assim, este cenário compromete o recebimento de grão na empresa, por consequência, torna a afetar a ocorrência de filas de caminhões para pesagem na cerealista.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A teoria das filas estuda a probabilidade de formação de filas através de cálculos provendo modelos para demonstrar o número de chegadas e de atendimento de clientes, tentando assim encontrar um ponto de equilíbrio que possa satisfazer o cliente e o servidor.

A partir disso e com o estudo realizado na cerealista, foi possível identificar e analisar a aplicação da teoria das filas no sistema de pesagem dos caminhões. As probabilidades estudadas indicaram que o sistema se encontra com alta ociosidade. Por outro lado, o fato se dá devido a ocorrências relacionadas a quantidade de soja recebida e sazonalidade na colheita da cultura estudada.

Sendo assim, com os valores calculados, o principal objetivo do trabalho foi alcançado, já que se buscava por estudar e compreender o comportamento das filas na empresa escolhida. Portanto, destaca-se a importância da aplicabilidade da teoria das filas na gestão de operações e serviços, possibilitando a análise e discussão dos resultados obtidos e contribuindo para novos estudos relacionados a formação de filas em sistemas de atendimento.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. de. **Problemas de Congestionamento das Filas**. In: ANDRADE, E. L. Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para análise de decisões. Ed. 4. Rio de Janeiro: LTC, 2009. Cap. 6, p. 104-120.

ANDRADE, Eduardo Leopoldino. **Introdução a Pesquisa Operacional**. 4ª Ed, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, Rio de Janeiro, RJ, 2011.

ANTUNES, JOSÉ AV. A lógica das perdas nos Sistemas de Produção: uma análise crítica. **Anais do XIX ENANPAD, João Pessoa, [sn]**, v. 1, p. 357-371, 1995.

AQUILANO, N.J.; CHASE, R.B.; JACOBS, F.R. **Administração da Produção e Operações para Vantagens Competitivas**. 11ª.ed. São Paulo, 2006.

ARENALES, M. ET al. **Pesquisa operacional: para cursos de engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

AURELIO, MARCO. **Teoria das filas e das simulações (apostila)**. Santo André: UNIA, 2004.

BARROS.A.L.M.; MENEGATTI.A.L.A. **Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul**. 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/resr/a/Tr8TyLVnWCvfkn8SSQVGVnt/?lang=pt>. Acesso em: 10 de set. de 2021.

BARTZ, Ana Paula Barth. RUPPENTHAL, Janis Elisa. Melhoria da produtividade através da análise das sete perdas clássicas de produção. In: **XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011.

BELUSSO, C. L. M. A. Study of Petri Nets, Markov Chains and Queueing Theory as Mathematical Modelling Languages Aiming at the Simulation of Enterprise Application Integration Solutions: a first step. **ScienceDirect**, Porto- Portugal, v.100, p. 229-236. 2016.

BERTÓ, D.J.; BEULKÉ, R. **Gestão de Custos**. 3.ed. Saraiva Editora, 2013.

CERQUEIRA, A.; NETO, B.P. **Gestão da qualidade princípios e métodos**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1991.

CHIAVENATO, I. (2002). **Teoria Geral da Administração**. 6ª. ed. Rev. atualizada. Rio de Janeiro: Campus.

CUYABANO, B.C.D.; JUNG, K.M. **Teoria de Filas Trabalho da Disciplina MI625 - Processos Estocásticos**. 2009. Disponível em: https://www.ime.unicamp.br/~nancy/Cursos/me501/filas_final.pdf. Acesso em: 08 de set. de 2021.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil 2004**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 237 p.

FERREIRA, Ricardo J. **Contabilidade de Custos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ferreira, 2003.

GERHARD, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisas**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KOLIVER, Olivio. **Contabilidade de Custos**. Curitiba: Juruá, 2009.

LIKER, J.K.; MEIER, D.P. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LOBBE, H. **A cultura da soja no Brasil**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1945. 75 p.

LONGENECKER, J.; MOORE, C.; PETTY, J.W. **Administração de pequenas empresas**. São Paulo: Makron Books, 1997.

LOPES, I. V. Uma liderança ameaçada. **Revista Conjuntura Econômica**. Rio de Janeiro, v. 12, n. 58 p. 40- 41.

MARCONI, M. de A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MARINO, Lúcia Helena Fazzane de Castro. Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores chave para produtividade e competitividade empresarial. **XIII SIMPEP**, 2006.

MARTINS, Mônica Cagnin. **Desempenho produtivo de três cultivares de soja em duas épocas de semeadura e em cinco densidades de plantas**. 1998. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

OLIVEIRA JUNIOR.A.de. et al. **Diagnóstico da produção de soja na macrorregião sojícola 5**. 1 ed. Londrina: Embrapa, 2018. Disponível em:<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1100587/1/Doc405OL.pdf>. Acesso em: 10 de set. de 2021.

PINTO, Ângelo Santos. **Aplicação da Teoria de Filas na Análise da Capacidade Operacional de um Sistema - Estudo Caso BCA Porto Novo**. Disponível em: <http://www.portaldoconhecimento.gov.br/bitstream/10961/497/2/Trabalho%20Fim%20de%20Curso.pdf>. Acesso em 15 de jul. de 2021.

PRADO, Darci Santos do. **Teoria das Filas e da Simulação**. 6. ed. Nova Lima. Falconi Editora, 2017.

RODRIGUES, Willian Costa. **Metodologia Científica**. Paracambi. 2007. Disponível em: http://pesquisaemeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/etch/64878127/Willian%20Costa%20Rodrigues_metodologia_cientifica.pdf. Acesso em: 05 de out. de 2021.

SANTOS, J. B. D. et al. **Estudo Da Teoria Das Filas Em Uma Unidade Farmacêutica Situada No Município De Abaetetuba, Pará**. 2016. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_316_29765.pdf. Acesso em: 12 de jul. de 2021.

SANTOS, Maurício dos. **Apostila de Pesquisa Operacional da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)**, R. J., Brasil, 2003.

SILVA, Antônio Carlos Ribeiro. Metodologia da pesquisa aplicada à contabilidade: orientações de estudos, projetos, artigos, relatórios, monografias, dissertações, teses. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SOARES, Fernando. **Teoria das Filas: entenda como funciona no cotidiano**. CM Tecnologia, 2018. Disponível em: <https://blog.cmtecnologia.com.br/teoria-das-filas/>. Acesso em: 12 de jul. de 2021.

TAHA, H. A. **Pesquisa Operacional**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2008.