

(X) Graduação () Pós-Graduação

TEORIA DAS FILAS: ANALISANDO O FLUXO DE ATENDIMENTO EM UM SUPERMERCADO

Ana Rebeca Nascimento Moura
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
rebeca.moura@ufms.br

Caroline Estevo de Jesus
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
caroline.estevo@ufms.br

Ketilen Vital Macedo Nascimento
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
ketilen.vital@ufms.br

Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
mirianbortoluzzi@ufms.br

RESUMO

A teoria das filas tem uma participação essencial para o planejamento e realização de análise de serviços. Através de estudos de implementação da teoria das filas é possível determinar qual o melhor modelo de fila para um determinado empreendimento, para então promover melhorias no funcionamento do sistema de atendimento do serviço prestado. Com o modelo de fila determinado, é possível realizar cálculos para estimar dados a respeito do tempo de espera em uma dada fila e com isso o gestor do sistema pode implantar melhorias para diminuir esse tempo de espera dos clientes. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo coletar os dados de momento de chegada e tempo de atendimento dos clientes de um caixa de um supermercado da cidade de Nova Andradina, Mato Grosso do Sul. Após isso, realizou-se uma análise de teoria das filas, para determinar o modelo de fila para realizar cálculos a partir dos dados coletados pelos autores.

Palavras-chave: Teoria das filas; Teoria das filas em supermercados; Modelo MM1.

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata do fornecimento de algum produto ou serviço, é preciso se atentar a possibilidade do cliente precisar esperar para obtê-los. Para oferecer produtos ou serviços com qualidade, é necessário atender as necessidades dos clientes, projetando os sistemas para auxiliarem no controle e ajuste da demanda, de forma a reduzir a espera e promover a eficiência e eficácia do produto ou serviço concedido (CORRÊA, 2018).

No entanto, diariamente encontra-se problemas de ajuste de fluxo que podem ser solucionados através de métodos de aprendizagem, como o uso de modelagem de sistemas projetados para verificar a força de trabalho ideal e equipamentos de forma a estabelecer o melhor fluxo do sistema de análise, proporcionando ainda a melhora no gerenciamento e layout em que o homem e máquina estão inseridos (TAVARES, 2021).

Para Chin et al. (2014), através dessa necessidade de análise de sistemas mais adequados para um determinado local é que surge, na pesquisa operacional, a teoria das filas, que irá precisamente realizar a análises de filas, buscando adequá-las às quantidades ajustadas de pessoas, instalações, equipamentos e infraestruturas.

A teoria das filas é um estudo muito importante nos dias atuais e está presente em vários campos de telecomunicações para filas normais do cotidiano em supermercados, consultórios médicos, bancos, dentre outros locais. Uma fila é formada quando as chegadas a um sistema excedem o número de solicitações que o sistema pode atender por unidade de tempo, portanto, quando um sistema está congestionado, pode-se dizer que ali contém uma fila (COWDREY et al., 2018).

De acordo com Morabito e Lima (2000), quanto à situação de filas em caixas de supermercados, o congestionamento é digno de atenção porque os o tempo que os consumidores irão gastar no supermercado têm uma ligação com o nível de organização geral do mesmo. Portanto, é importante que os gestores dos supermercados estejam atentos ao comportamento dos clientes, pois os mesmos podem trocar de fila por não querer esperar por muito tempo, ou até mesmo deixar o sistema (SANTOS et al., 2016).

Diante dos fatos apresentados, este artigo tem como objetivo realizar uma análise de teoria das filas em um caixa de um supermercado da cidade de Nova Andradina, Mato Grosso do Sul. Para isso, os dados de tempo de chegada dos clientes e realização dos atendimentos serão coletados e analisados pelos autores.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Teoria das filas

A teoria das filas teve início no princípio do século XX (1908) em Copenhague, Dinamarca, pelo matemático Agner Krarup Erlang, que é considerado o criador da teoria das filas. Ele trabalhava em uma companhia telefônica e ao mesmo tempo estudava os problemas de redimensionamento das centrais telefônicas, mas somente depois da Segunda Guerra Mundial que essa teoria foi aplicada em outros problemas de filas (PRADO, 2017).

Pereira (2009), relata que mesmo o modelo de Erlang seja simples, ele ainda serviu como base para a matemática que está por trás dos estudos das redes telefônicas de hoje, e após se torna sócio da Companhia Telefônica de Copenhague, começou a aplicar a teoria de probabilidade a problemas de tráfego de telefones que provaria que essa ligação distribuída aleatoriamente seguia a lei de distribuição de Poisson.

Para Bruns et al. (2001), a teoria das filas é um setor da pesquisa operacional que utiliza conceitos básicos de processos aleatórios e de matemática aplicada, que analisa o fenômeno da formação de filas e suas características, onde foi desenvolvida para prever o comportamento das filas que permite o dimensionamento adequado de instalações, equipamentos e infraestrutura.

Contudo Figueiredo e Rocha (2010), falam que essa teoria permite determinar um modelo quantitativo de fila para uma determinada situação, a partir do padrão probabilístico das chegadas dos clientes na fila, dos atendimentos fornecidos pelo estabelecimento e do número de canais de atendimento disponíveis.

2.2 Características da Teoria das filas

Uma fila, em muitos casos, é o primeiro contato do cliente com a organização, porém é considerado um momento cansativo, pois há um grande desperdício de tempo e muitas vezes isso ocorre pela falta de profissionais, gestão inapropriada dos recursos e infraestrutura, e assim, comprometendo a qualidade do atendimento e a eficácia do sistema (JUNIOR; CARVALHO, 2017).

Moraes et al. (2020), falam que é importante observar que nem sempre as filas são compostas por pessoas, mas também podem ser carros em um congestionamento, peças em indústrias e de aviões aguardando para decolar. Filas também existem em ambientes de produção, em caminhões esperando para ser carregado, pode ser algo abstrato, como uma lista em um computador referentes a pedidos de manufatura em uma fábrica, uma pilha de papéis referente a solicitações de reparos de máquinas (PRADO, 2017).

Uma das características principais de que um sistema não está funcionando de maneira adequada, é o congestionamento e a formação de filas dos clientes à espera de atendimento (ANDRADE, 2009). Dessa forma a teoria das filas é uma ferramenta com a finalidade de eliminar gargalos, auxiliar em tomadas de decisões e diminuir filas e tempo nas mesmas.

Um sistema de filas é caracterizado como: cliente, fila e canal de atendimento. O cliente é quem ou o que requer atendimentos. A fila representa os clientes que esperam por atendimento. E o canal de atendimento é o sistema que realiza o atendimento do cliente (CAMELO et al., 2010).

Porém, há diversas características que condicionam a operação de um sistema, classificadas em: forma dos atendimentos, forma das chegadas, disciplina da fila e estrutura do sistema (ANDRADE, 2009).

Grossl et al. (2017), falam que a disciplina da fila determina a ordem em que os clientes serão atendidos, como por exemplo em um terminal, o primeiro que chega é o primeiro a ser atendido, os portos trabalham com horários pré-programados para a chegada das embarcações, logo a fila gerada já está na ordem programada para o atendimento.

2.3 Classificações das filas

Para Torres (1966), uma fila resulta da falta estipulada ou não de programação, se fosse possível organizar chegadas e os serviços iria evitar completamente a espera dos clientes e não existiria filas, porém é impossível programar as filas.

Torres (1966), ainda, caracteriza uma fila por três processos:

- Regime de chegada - que possui os seguintes elementos: especificação da população de clientes e a distribuição da probabilidade do intervalo de tempo entre chegadas;
- Regime de Serviço - que considera três aspectos: disponibilidade do serviço, capacidade do sistema (clientes atendidos simultaneamente duração do tempo de serviço), duração do tempo de serviço de cada cliente (constante ou aleatória, estacionária ou não);
- Disciplina da Fila - um conjunto de regras que determinam a ordem em que os clientes são atendidos, sendo pelo atendimento de ordem de chegada, atendimento aleatório, prioridade para certas categorias de clientes etc.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O Supermercado X, onde este estudo foi realizado, atende ao público de segunda-feira

a sábado, das 07:00 às 20:00 horas, e no domingo, das 07:00 às 12:00 horas. Para o atendimento, o supermercado em questão possui 10 (dez) guichês de caixas, onde há um rodízio dos colaboradores dentre os mesmos.

Para se determinar qual o modelo de fila seria o mais adequado para o estudo, foram realizadas análises do sistema de fila selecionando aleatoriamente amostras do intervalo de tempo entre as chegadas consecutivas dos clientes, bem como da duração do tempo de atendimento nos caixas. A partir destas amostras, procurou-se obter a distribuição de probabilidade de cada uma dessas variáveis.

Para estudar o processo de chegada, a permanência dos consumidores na fila dos caixas e o tempo de atendimento do supermercado em questão, foi realizado um levantamento de dados no período de 5 (cinco) dias consecutivos de observação com duração de uma hora diária. O quadro 1 apresenta o período e horários da coleta de dados.

Quadro 01: Horários de Coletas de dados

Período de coleta de dados	08/11/2021 Segunda-feira	09/11/2021 Terça-feira	10/11/2021 Quarta-feira	11/11/2021 Quinta-feira	12/11/2021 Sexta-feira
Horário de coleta dos dados	16h às 17h	16h às 17h	16h às 17h	16h às 17h	16h às 17h

Fonte: As autoras 2021.

Essa coleta de dados foi realizada, conforme o quadro 1, nos dias, 08, 09, 10, 11 e 12 de novembro, sempre no período das 16h até às 17h. A partir desta coleta de dados foi construída a tabela 1.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Coleta de dados

Durante cinco dias corridos, no supermercado estudado, coletou-se dados a respeito da hora de chegada dos clientes na fila do caixa de número 5 e o tempo de atendimento do mesmo. A tabela 1 é referente ao primeiro dia de coleta e apresenta os dados dos parâmetros analisados.

Tabela 1: Parâmetros analisados na fila do supermercado.

Cliente	Horário de Chegada	Tempo de Atendimento (Min)
1	16:01:20	2,02

2	16:02:15	6,51
3	16:09:01	2,27
4	16:14:26	0,93
5	16:15:22	7,36
6	16:23:00	0,88
7	16:24:03	3,38
8	16:26:19	1,13
9	16:26:21	0,7
10	16:28:45	3,38
11	16:33:12	0,83
12	16:34:35	1,06
13	16:35:18	0,95
14	16:35:38	0,55
15	16:35:39	2,51
16	16:39:43	0,82
17	16:40:31	2,33
18	16:41:56	1,13
19	16:43:56	2,11
20	16:46:17	2,29
21	16:46:27	6,14
22	16:53:34	3
23	16:56:36	1,35

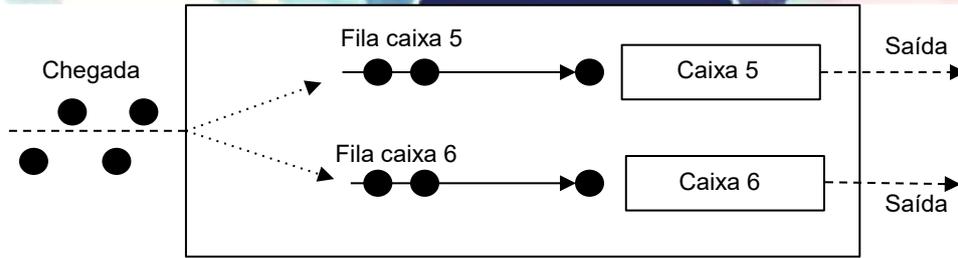
Fonte: As autoras 2021.

No primeiro dia de coleta dos dados da fila do caixa 5 do supermercado, assim que os clientes chegavam na fila do caixa, registrava-se o horário de chegada e quando o atendimento era iniciado, a duração do mesmo era cronometrada. E dessa forma, realizou-se também a coleta de dados nos outros quatro dias analisados.

4.2 Análise da fila

Após a coleta dos dados e análise da fila, foi possível constatar que a fila do caixa do supermercado X é do modelo MM1, pois o mesmo possui um sistema de filas em paralelo. A figura 1 ilustra o sistema de filas adotado pelo supermercado em questão.

Figura 1: Sistema de filas do supermercado.



Fonte: As autoras 2021.

Foi observado que os clientes se aglomeravam na frente dos caixas para decidir em qual fila iriam entrar. Após isso, com a fila escolhida, aguardavam até serem atendidos, individualmente, e logo após deixavam o sistema.

4.3 Análise dos dados coletados

Para os dados referente a hora de chegada e tempo de atendimento, foram calculados o intervalo médio entre as chegadas e o tempo médio de atendimento de cada dia analisado. A tabela 2 apresenta esses cálculos.

Tabela 2: Intervalos médios entre chegadas e tempos médios de atendimento do caixa 5.

	Intervalo Médio Entre as Chegadas (Min)	Tempo Médio de Atendimento (Min)
Dia 1	2,26	2,33
Dia 2	4,78	5,28
Dia 3	3,41	2,43
Dia 4	2,39	1,39
Dia 5	3,09	2,35
Média	3,19	2,75
Desvio Padrão	1,01	1,47

Fonte: As autoras 2021.

A média geral dos intervalos médios entre as chegadas no caixa 5 é de 3,19 minutos. A média geral dos tempos médios de atendimento no caixa 5 é de 2,75 minutos. Como o supermercado opera com o sistemas de caixas em paralelo, ou seja, adota o modelo de fila MM1, a partir desses dados coletados foram obtidos os seguintes parâmetros de análise, apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros de análise da fila do caixa 5.

Parâmetros	Valores	Unidades
Ritmo Médio de Chegadas (λ)	0,29	Clientes/Minuto
Intervalo Médio Entre Chegadas (I.C)	3,45	Minutos
Ritmo Médio de Atendimento (μ)	0,73	Clientes/Minuto
Número Médio de Clientes na Fila (N.F)	0,26	Clientes
Número Médio de Clientes Sendo Atendidos (N.A)	0,40	Clientes
Número Médio de Clientes no Sistema (N.S)	0,65	Clientes
Tempo Médio de Permanência na Fila (T.F)	0,89	Minutos
Tempo Médio de Permanência no Sistema (T.S)	2,25	Minutos

Fonte: As autoras 2021.

Com esses dados pode-se analisar que a fila do caixa 5 não é muito extensa pois o ritmo médio de chegada é de menos de um cliente por minuto (0,29 clientes por minuto), a fila possui um intervalo médio entre chegadas de 3,45 minutos e o número médio de clientes esperando na fila é de 0,26 clientes. Isso justifica o número médio de clientes sendo atendidos ser igual a 0,40 clientes, o número médio de clientes no sistema (0,65 clientes), o tempo médio de permanência na fila (0,89 minutos) e o tempo médio de permanência no sistema (2,25 minutos).

5 CONCLUSÕES

Durante os dias de coleta no supermercado estudado, foi observado que o fluxo e o tempo de atendimento dos clientes eram distintos. No dia em que o clima estava chuvoso, havia um número menor de clientes dentro do supermercado e nas filas do caixa. Outro fator presenciado em alguns dos dias de coleta, foi que quando chegava mais perto das 17 horas menos tempo o cliente demorava para ser atendido, pois os mesmos estavam com poucos produtos. Isso nos mostrou que no horário escolhido (16 às 17 horas) é o horário que os consumidores vão em busca de alimentos para o café da tarde, desse modo o tempo de espera

na fila e de atendimento são menores.

Contudo, presenciou-se também algumas limitações durante os dias de coleta de dados como: o operador do caixa se ausentou em vários momentos do posto de atendimento, os clientes mudavam constantemente de fila quando a mesma estava extensa ou possuía clientes com muitos itens, dificuldades para cronometrar o tempo de atendimento de clientes que com um ou dois produtos eram atendidos muito rápido e, principalmente, momentos em que o sistema não possuía nenhum cliente para a formação de fila.

Por fim, chegamos a conclusão que a realização de estudos de caso sobre a teoria das filas aplicada a caixas de supermercados mostra a possibilidade da utilização de ferramentas de pesquisa operacional em cenários simples do dia a dia, podendo-se constatar que mesmo pequenos processos que é possível diagnosticar o desempenho atual do empreendimento, a fim de sugerir melhorias para otimizar esses processos.

Neste capítulo devem ser apresentadas as principais conclusões ou considerações finais do trabalho.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio de um supermercado da cidade de Nova Andradina, Mato Grosso do Sul”.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2009.

CAMELO, Gustavo Rossa et al. Teoria das filas e da simulação aplicada ao embarque de minério de ferro e manganês no terminal marítimo de ponta da madeira. In: XXX Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 2010, São Carlos. **Anais...** . São Carlos: Abepro, 2010.

CHIN, S. Y. et al. Aplicação da Teoria das Filas em um Centro de Atendimento de Saúde em Ponta Grossa. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 34. Curitiba, PR, Brasil, 2014.

CORRÊA, Henrique Luiz. **Administração estratégica de serviços: operações para a experiência e satisfação do cliente**. 2. São Paulo Atlas 2018 1 recurso online ISBN 9788597018578.

COWDREY, Kevin WG et al. Applying queueing theory for the optimization of a banking model. **Journal of Internet Technology**, v. 19, n. 2, p. 381-389, 2018.

DE BRUNS, Rafael; SONCIM, Sérgio Pacífico; DE SINAY-PHD, Maria Cristina Fogliatti. Pesquisa operacional: uma aplicação da teoria das filas a um sistema de atendimento. Instituto

Militar de Engenharia – IME. 2001.

FIGUEIREDO, Danielle Durski; ROCHA, Silvana Heidemann. Aplicação da teoria das filas na otimização do número de caixas: um estudo de caso. **Revista Iniciação Científica**, 2010.

GROSSL, Bruna; BECKERT, Daiane; FERNANDES, Christiane Wenck Nogueira; LIMA, Elyelton Cesar de Souza. APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS NA MOVIMENTAÇÃO DE NAVIOS NO COMPLEXO PORTUÁRIO DE ITAJAÍ. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Joinville, SC, Brasil. p. 1-388–416, 2017.

JÚNIOR, Fernando Rocha Passos; CARVALHO, Lilian Milena Ramos. APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS: MELHORIA DO ATENDIMENTO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO MARIA APARECIDA PEDROSSIAN. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Joinville, SC, Brasil. p. 1-388–416, 2017.

MORABITO, Reinaldo; DE LIMA, Flavio CR. Um modelo para analisar o problema de filas em caixas de supermercados: um estudo de caso. **Pesquisa Operacional**, v. 20, p. 59-71, 2000.

MORAES, Nathalia et al. APLICAÇÃO DE TEORIA DAS FILAS EM UMA AGÊNCIA BANCÁRIA DA CIDADE DE FARROUPILHA - RS. **VIII Simpósio de Engenharia de Produção**. 2020.

PRADO, Darci. **Teoria das Filas e da Simulação**. Falconi Editora, 2017.

PEREIRA, Cláudia Rossana Velosa. Uma introdução às filas de espera. 2009. **Tese de Doutorado**. Universidade da Madeira.

SANTOS, J. B. D. et al. Estudo Da Teoria Das Filas Em Uma Unidade Farmacêutica Situada No Município De Abaetetuba, Pará. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. João Pessoa/PB, Brasil, 2016.

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.

TORRES, Oswaldo Fadigas. Elementos da teoria das filas. **Revista de Administração de Empresas**, v. 6, p. 111-127, 1966.