

ESTUDO DA TEORIA DAS FILAS APLICADA A UMA CASA LOTÉRICA NO MUNICÍPIO DE XANXERÊ

Graziela Da Rocha Candaten; Valeska Belusso Oltramari¹
Mara Lucia Grando; Marcel Belusso; Stefan Antônio Bueno²

RESUMO

Este artigo buscou a aplicação do modelo de teoria das filas M/M/s tendo como intuito a análise e dimensionamento da capacidade e qualidade no atendimento de uma casa lotérica de pequeno porte situada na cidade de Xanxerê - SC. A coleta dos dados foi feita num período de cinco dias com duração de dez minutos por amostra, onde foram analisados o número de clientes que entravam no estabelecimento, como também o tempo de cada atendimento com base no atendimento de dois caixas. Após a aplicação dos cálculos constatou-se que modelo atual possui um bom desempenho mesmo nos dias de variação da demanda, a taxa de utilização gira em torno de 84,9%, o que nos dias de pico torna o sistema mais lento, contudo, sem ultrapassar as normais legais do tempo de espera em filas no setor bancário. Para comprovação da viabilidade do modelo M/M/2 foi proposto outros dois métodos com diferentes números de atendentes.

Palavras-chave: Teoria das Filas. Filas de Espera. Casa Lotérica.

1 INTRODUÇÃO

Apesar de fazer parte do cotidiano, as filas são indesejáveis e causam desconforto para quem precisa permanecer por muito tempo esperando ser atendido. Mesmo podendo ser evitadas, as filas são de grande utilidade na utilização de um sistema de maneira eficiente, por organizar de maneira justa a ordem de atendimento por seguir uma disciplina de chegada.

A fila pode ser vista como um fator importante a ser estudado, pois pode implicar economicamente, onde o cliente insatisfeito com a demora no atendimento escolha resolver de outra forma o seu problema. Dessa forma, perdendo clientes e ganhando repercussão negativa quanto a incapacidade do sistema de atendimento.

O estudo da teoria das filas é importante para a análise e planejamento de serviços e utilização do espaço, através de conceitos matemáticos para a correta tomada de decisões quanto à melhoria do desempenho geral, como na manutenção e operação de sistemas, layout, equipamentos e instalações.

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia de Produção da UCEFF. E-mail: gracandaten@gmail.com; valeskabelusso@gmail.com.

² Docentes do curso de Engenharia de Produção da UCEFF. E-mail: maralucia35@gmail.com; marcel.belusso@uceff.edu.br; buenostefan@gmail.com.

Dessa forma, presente artigo aborda uma análise do sistema de filas em uma casa lotérica de pequeno porte. A coleta de dados foi feita no local durante um determinado período para avaliar o fluxo do sistema, a fim de esclarecer se o atendimento é satisfatório, e se possui necessidades de ter mudanças no atual sistema.

Este estudo está estruturado de forma a apresentar inicialmente um referencial teórico que fará uma revisão da literatura produzida recentemente sobre o tema. Será apresentada a metodologia utilizada para realização do estudo. Em seguida será apresentado o estudo em si, levando em consideração os fatores analisados. Na sequência, apresenta-se a análises e discussão sobre os dados coletados e por fim as considerações finais em relação ao estudo proposto.

2 TEORIA DAS FILAS

A teoria das filas é um corpo de conhecimentos matemáticos, aplicado ao fenômeno das filas, e pode ser utilizado em diversas situações que envolvam filas (MOREIRA, 2010). É um setor da pesquisa operacional que utiliza conceitos básicos de processos estocásticos e de matemática aplicada para analisar o fenômeno de formação de filas e suas características. Foi desenvolvida com a finalidade de prever o comportamento das filas de modo a permitir o dimensionamento adequado de instalações, equipamentos e sua infraestrutura.

“A teoria das filas aplica-se a empresas prestadoras de serviços e as indústrias, relacionando a chegada do cliente e as características de processamento do sistema de serviços as características da produção do sistema de serviços” (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

Conforme Arenales *et al.* (2007), os resultados da análise de sistemas de filas também podem ser usados em modelos de otimização, minimizando a soma dos custos de oferecer um nível de serviço no sistema e a soma dos custos dos atrasos ou perdas de usuários.

O estudo da teoria das filas é de grande importância, pois afeta o projeto, o planejamento da capacidade, o planejamento do arranjo físico, o gerenciamento de estoque e a programação, e por isso é de interesse dos gerentes (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

2.1 FILAS DE ESPERA

As filas se tornaram parte do cotidiano, estão presentes no comércio, indústria, escolas, hospitais, entre outros. A fila é constituída por clientes que aguardam atendimento, e não inclui o cliente que está sendo atendido.

Não apenas pessoas passam por filas, nas indústrias, produtos e peças podem estar aguardando processamento. A palavra fila representa entre dentre essas várias situações do cotidiano, em que as pessoas aguardam atendimento ou objetos, que aguardam seu processamento (MOREIRA, 2010).

Em sua forma mais familiar uma fila é gerada quando unidades (clientes), chegando a um posto de serviço, não possam ser atendidas prontamente, tendo, ocasionalmente, que esperar para sê-lo. O grupo que espera é a fila; porém, esse termo geralmente indica todos os clientes presentes, isto é, os que esperam e os que estejam sendo atendidos (TORRES, 1966).

Um exemplo clássico de fila compõe-se de dois elementos: os clientes que chegam ao sistema de fila esperam em linha até serem atendidos, ou se o sistema estiver vazio, o recém-chegado poderá ser atendido imediatamente (STEVENS JR.; SHAMBLIN, 1979).

2.2 PROBLEMAS DE FILA DE ESPERA

Filas são geralmente associadas a um excesso de demanda de um serviço sobre a capacidade de atendimento. Não somente por um problema na capacidade do atendimento, mas também devido a variabilidade tanto no intervalo entre chegadas de clientes como no tempo de atendimento desses clientes (MOREIRA, 2010).

“A estrutura básica do problema é bastante geral, de modo que muitas situações práticas, que aparentemente não constituem filas, podem ser estudadas através da teoria das filas” (TORRES, 1966).

Segundo Ritzman; Krajewski (2004), a análise do problema das filas de espera começa com uma descrição dos elementos básicos da situação, onde cada situação específica terá características diferentes, mas quatro elementos são comuns a todas as situações:

1. A população de clientes gera clientes potenciais;
2. Uma fila de espera de clientes;
3. A instalação do serviço, constituindo de pessoas e/ou máquinas, são necessários para executar o serviço para o cliente.
4. Regras de prioridade selecionam o próximo cliente a ser atendido.

2.2.1 Disciplina da fila

A disciplina da fila é a ordem em que os usuários da fila são selecionados para o atendimento. Geralmente, segue a ordem de chegada que será o primeiro a ser atendido. No

caso de filas com prioridade, acontece interrupções no atendimento, e o usuário com prioridade é atendido logo que chega no sistema. (ARENALES *et al.*, 2007).

2.2.2 Número de filas

As filas de espera podem ser únicas ou múltiplas. A fila única mantém os clientes uniformemente ocupados e são atendidos na ordem em que chegaram. Já as filas múltiplas são melhores quando os atendentes fornecem um conjunto limitado de serviços, onde os clientes selecionam o serviço que precisam e esperam na fila onde o serviço é prestado (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

2.2.3 População de clientes

Arenales *et al.* (2007), descreve o processo de chegadas de usuários do sistema é descrito pelo intervalo de tempo entre chegadas sucessivas de usuários. Geralmente, somente um usuário pode chegar no mesmo instante. A chegada em lote com mais de um usuário é admitida quando o sistema é possui essa possibilidade (como a chegada de um casal em um restaurante, por exemplo).

A fonte de clientes pode ser finita ou infinita. Assume-se que a fonte é infinita naqueles casos em que a probabilidade de uma chegada não é afetada de forma significativa pelo fato de que alguns clientes já estão aguardando na fila (o tamanho da fila não interfere em uma nova chegada). Isso acontece basicamente quando o número de chegadas em um dado momento é tão-somente uma pequena fração das chegadas potenciais. Fontes infinitas são tipicamente os sistemas abertos ao público em geral, como cinemas, teatros, postos de gasolina, clientes em um supermercado, eleitores em um posto de votação, carros chegando a um sinal de tráfego e assim por diante. A rigor, nenhuma dessas populações é infinita, mas o fato de alguns clientes já estejam na fila não interfere nas chegadas de outros clientes que queiram juntar-se a ela (MOREIRA, 2010).

Clientes na fila de espera podem ser considerados pacientes ou impacientes. O cliente paciente, entra na fila e aguarda ser atendido, já o impaciente, não entra no sistema ou não permanece na fila até ser atendido. No estudo da teoria das filas, todos os clientes são considerados pacientes (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia da pesquisa define como será conduzida a pesquisa. Segundo Marconi e Lakatos (2003), método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando nas decisões do cientista.

Este artigo se classifica como método científico o indutivo de pesquisa. “O objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusão cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam” (MARCONI; LAKATOS, 2003).

A pesquisa para este estudo foi definida como exploratória, pois visa maior familiaridade com o problema estudado, tornando-o mais explícito para construir uma análise. Segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória tem como principal objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Através dela pode-se criar uma visão geral de determinado assunto.

No delineamento da pesquisa esse trabalho foi classificado como um estudo de campo, pois é utilizado a observação e coleta dos dados referente ao estudo das filas em uma determinada agência bancária da cidade de Xanxerê, Santa Catarina, no período de 8 a 12 de maio de 2017.

A fim de atingir os objetivos propostos nesse estudo buscou-se coletar dados e informações importantes referente aos atendimentos prestados e para isso, utilizou-se como instrumento de coleta de dados a observação que de acordo com Figueiredo (2012), tem como maior vantagem que as informações sejam obtidas quando acontecem, mas podem ser questionadas conforme o pesquisador se integra ao grupo.

Foi realizado o estudo em amostras de pessoas participantes da área aplicada, pois como o estudo é em um pequeno espaço de tempo apenas parte do grupo que passará durante o período de trabalho será estudado. A amostra é probabilística aleatória simples, pois segundo Figueiredo *et al* (2012), “cada membro da população possui iguais chances de ser selecionado, é como um sorteio entre os membros da população”.

Com o objetivo de fornecer respostas perante a pesquisa elaborada se optou pela técnica de análise qualitativa, nesse tipo de enfoque o pesquisador escolhe um tipo de pesquisa que já possui suas próprias características, fazendo com que o pesquisador escolha opções pelas quais se enquadram melhor com o problema abordado na pesquisa.

4 ESTUDO

Em primeiro momento buscou-se analisar a empresa e o ramo de atuação, entender seu segmento e como o processo de trabalho ocorria. Após análise, foi aplicado o estudo de teoria das filas por meio de observação durante uma semana em dois horários diferentes do dia, em uma Casa Lotérica.

4.1. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O artigo em questão estudou os atendimentos de uma casa lotérica situada em Xanxerê - SC. O local dispõe de três pontos para atendimento, no entanto um guichê efetua apenas atendimentos prioritários e foi desconsiderado na amostragem. Contudo, foram analisados apenas dois caixas (obedecendo o modelo de filas M/M/S).

A lotérica tem como função realizar serviços financeiros como o pagamento de boletos, abertura de contas, empréstimo, jogos de sorte e apostas. A coleta dos dados foi feita no mês de Maio de 2017 durante uma semana em dois horários diferentes do dia o primeiro horário das 8:30 as 8:50 e a segunda análise do dia efetuada as 12:00 as 12:20 horas.

A análise das filas foi focada em identificar o número de clientes que chegam na fila a cada 10 minutos, o tempo de espera dos mesmos na fila, o tempo de atendimento e com isso o tempo final que o cliente passa no sistema, como também a taxa de utilização que o funcionário da casa lotérica atua.

4.2 DADOS COLETADOS

A chegada dos clientes foi cronometrada durante dez minutos em um período de seis dias. O Quadro 1, apresenta os dados de chegada dos clientes, o tempo de atendimento referente a uma hora e o número de clientes que buscou atendimento durante a pesquisa, são apresentadas coletas de cinco dias sendo elas dos dois caixas que trabalhavam juntos com o atendimento convencional e abertura de conta na lotérica estudada.

Quadro 1 – Tempo de Atendimento e quantidade de entradas no sistema

		CAIXA 1	CAIXA 2
Dia 1	Tempo Em Atendimento	59:24:00	53:41:00
	Tempo médio para atendimento	1:38:00	01:07:00
	Quantidade de chegadas	72	72
Dia 2	Tempo em atendimento	54:47:00	54:23:00

	Tempo médio para atendimento	01:50:00	02:15:00
	Quantidade de chegadas	96	36
Dia 3	Tempo em atendimento	54:07:00	53:05:00
	Tempo médio para atendimento	01:48:00	01:28:00
	Quantidade de chegadas	48	66
Dia 4	Tempo em atendimento	57:23:00	39:11:00
	Tempo médio para atendimento	02:23:00	01:37:00
	Quantidade de chegadas	66	30
Dia 5	Tempo em atendimento	60:35:00	57:46:00
	Tempo médio para atendimento	02:31:00	01:36:00
	Quantidade de chegadas	78	108
Dia 6	Tempo total de atendimento	286:16:00	258:06:00
	Tempo médio para atendimento	2:02:00	01:36:36
	Quantidade total de chegadas	360	312

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.2.1 Dimensionamento e Medias de Desempenho

O modelo usado foi o segundo modelo de filas M/M/S, os cálculos a serem aplicados são:

- P (Taxa de utilização do sistema) =

$$\rho = \frac{\lambda}{m \cdot \mu_{\text{médio}}}$$

- P₀ (Probabilidade de não haver ninguém no sistema) =

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right)}$$

- LQ (Número de clientes na fila) =

$$P_n = \begin{cases} \frac{1}{s! s^{n-s}} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n P_0, & n \geq s \\ \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n P_0, & n < s \end{cases}$$

- L (Número de clientes no sistema) =

$$L = \frac{\lambda\mu(\lambda/\mu)^s}{(s-1)!(s\mu - \lambda)^2}P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

- W (Tempo médio de permanência no sistema) =

$$W_q = W - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda}$$

- WQ (Tempo médio de espera na fila) =

$$W = \frac{L}{\lambda}$$

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aplicadas as contas do modelo M/M/S correspondente a tabela acima pode-se chegar aos resultados no Quadro 2.

Quadro 2- Parâmetros do Sistema

Parâmetros	Valor	Unidade
Taxa de utilização do sistema (p)	84,9	% (por cento)
Probabilidade de não haver ninguém no sistema (p ₀)	0,081	% (por cento)
Número de clientes na fila (l _q)	4,36	Pessoas
Número de clientes no sistema (l)	6,058	Pessoas
Tempo médio de espera na fila (w _q)	3,89	Minutos
Tempo médio de permanência no sistema (w)	5,34	Minutos

Fontes: Dados da pesquisa (2017).

Verificando os dados do Quadro 2, percebe-se que a taxa de utilização (P) é de 84,9% o que comprova o congestionamento no atendimento da lotérica durante a coleta dos dados.

Ainda assim, se fosse considerado a redução no número de atendentes para uma pessoa a mesma taxa de utilização apresentada na tabela acima giraria em torno de 169,86% o que tornaria o sistema inviável trazendo inúmeros prejuízos à lotérica.

De outro modo, pode-se tentar viabilizar o aumento no número de atendentes para três pessoas, com isso a taxa de utilização cairia para 56,6% índice considerado mediano, tendo que ser analisado os dias de picos e redução do número de clientes já que lotérica possui grande variações conforme a época do mês, e deixar colaboradores ociosos não seria uma opção viável.

Analisando o tempo de espera na fila, segundo a lei nº 12.573/2003 dispõe sobre o atendimento a agências e conveniados bancários do estado de Santa Catarina o tempo de atendimento máximo de até 15 minutos em dias normais e até 30 minutos em véspera e dia seguinte à feriados.

Tendo essa lei como referência, é possível constatar que apesar de a lotérica ter um fluxo elevado de pessoas durante a amostra o tempo de espera no sistema ficou em 5,34 minutos, o que não ultrapassa a lei estadual de atendimento bancário.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nesse estudo pode-se observar que o atendimento desta lotérica é satisfatório estando com a taxa de utilização excelente e o tempo de espera dentro das leis do consumidor, utilizando apenas 2 funcionários de atendimento normal e 1 de atendimento prioritário, o qual foi desconsiderado na observação.

Com base nos cálculos de hipóteses analisadas anteriormente constatou-se que a redução no número de atendentes para apenas 1 seria inviável já que a taxa de utilização passaria a ser superior aos 100%, no segundo caso aumentou-se o número de atendentes para 3 pessoas reduzindo a média de utilização para 56,6%, o que para os clientes poderia ser algo favorável já que com isso o tempo de espera seria reduzido, mas analisando o lado empresarial a lotérica como os demais serviços bancários sofrem muito irregularidade na demanda conforme os dias do mês, com isso a taxa de 56,6% deixaria o funcionário boa parte do tempo ocioso o que não é nada vantajoso a casa lotérica.

Para isso, o treinamento contínuo e aperfeiçoamento dos colaboradores colaboram para o melhoramento desses índices, como também a disponibilidade de algum funcionário interno para dias de aumento da demanda seria uma boa tática a ser analisada, sabendo que essa lotérica em questão não possui um grande fluxo de pessoas se comparada a alguns de seus concorrentes na cidade.

REFERÊNCIAS

ARELALES, Marcos; *et al.* **Pesquisa operacional para cursos de engenharia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2007.

BRUNS, Rafael de; SONCIM, Sérgio Pacífico. **Pesquisa operacional: uma aplicação da teoria das filas a um sistema de atendimento**. Disponível em:

http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2001_tr60_0158.pdf. Acesso em maio 2017.

FIGUEIREDO, A. M. B. et al. **Pesquisa científica e trabalhos acadêmicos**. Chapecó: UCEFF, 2012. 119 p.

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

Lei ordinária nº 12573, de 4 de abril de 2003. Disponível em:

<http://www.leisestaduais.com.br/sc/lei-ordinaria-n-12573-2003-santa-catarina-dispoe-sobre-o-atendimento-ao-consumidor-nos-caixas-das-agencias-bancarias>. Acesso em maio 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Pesquisa Operacional: curso introdutório**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

RITZMAN, Larry P; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração Da Produção e Operações**. 1. ed. São Paulo Pearson Education Brasil, 2004.

STEVENS JR, G.T; SHAMBLIN, James E. **Pesquisa Operacional: Uma abordagem básica**. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1979.

TORRES, Oswaldo Fadigas. **Elementos da teoria das filas**. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901966000300005. Acesso em maio 2017.