

# **ESTUDO DA TEORIA DAS FILAS APLICADO EM UMA LOJA VAREJISTA DE ROUPAS NA CIDADE DE BELÉM-PA**

Arthur Laercio Correa de Moraes, UEPA, Universidade do Estado do Pará

[arthurlaerciocm@gmail.com](mailto:arthurlaerciocm@gmail.com)

## **Resumo**

*O setor varejista é caracterizado pela proximidade do consumidor com os produtos vendidos, sendo assim as compras seguidas por processos de atendimento sequenciados em filas, as quais demandam por análise e investigação de possíveis gargalos, para manutenção da qualidade dos serviços e a satisfação dos clientes. A fim de se analisar a disposição física de uma fila e o seu processamento temporal, foram utilizadas ferramentas da Teoria das Filas para possíveis melhorias, as quais são precedidas pela observação das chegadas de clientes, o tempo de permanência na fila e de atendimento. Para a realização do estudo foi obtida uma amostra em que se mensurou com auxílio de cronômetro, os tempos de cada cliente na fila, desde sua chegada, atendimento e saída para o tratamento dos dados no Ms Excel. Os resultados obtidos mostraram que para o período estudado, a quantidade de atendentes supria a demanda da loja de forma adequada com os padrões estabelecidos pela metodologia do estudo das filas.*

**Palavras-Chaves:** *Filas, Tempo, Atendimento, Mercado Varejista*

## **1. Introdução**

O setor varejista ganha destaque com as redes que se expandem no território brasileiro, em diferentes cidades como Belém, uma das principais cidades da Região Norte, onde esta grande parte do mercado consumidor paraense. Além disso, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) entre os anos de 2012 e 2017, mostram que as redes de varejo da moda estão entre os 10 principais representantes do setor. Logo, as lojas onde se realizam as atividades de compra e pagamento precisam voltar a atenção para formação de suas filas.

As lojas de vestuário comumente são muito frequentadas, desenvolvendo filas longas que devem ser organizadas de acordo com o layout, adequadas às variações do tamanho das mesmas. Dessa maneira, deve ser determinado o número de caixas para o atendimento rápido e a disciplina para se manter a organização dos clientes que chegam à fila estabelecida. Assim, a partir do supracitado, as filas custam caro e não são atrativas (agradáveis), resultando em possíveis dispêndios à empresa. (PRADO, 2009)

Em diferentes estabelecimentos que prestam serviços se desenvolvem filas que precisam ser controladas, pois o setor pertence ao competitivo cenário econômico, acirrado no país com a busca por clientes e a garantia de satisfação em todos os aspectos que podem significar diferenciação; dessa maneira é indispensável a redução de esperas. Dessa forma, a teoria das filas é fundamental para gerenciar o tempo de espera por um serviço, tornando se um diferencial competitivo no mercado e uma metodologia eficaz para aperfeiçoar o processo.

A teoria das filas dentro da Pesquisa Operacional é uma ferramenta que analisa a formação de filas e um determinado sistema com a finalidade de analisar sua eficiência considerando fatores como tempo de espera (MILANI; MENDONÇA, 2016). Nesse aspecto, o tempo em que se espera na fila de uma loja pode ser um fator atrativo, quando previsto quantitativamente para estabilidade do sistema, ou repulsivo para realização de uma compra, quando a mesma é finalizada com demora até a operação de pagamento nos caixas de atendimento ao cliente.

O objetivo do estudo é descrever de forma quantitativa e balanceada, o tempo de permanência na fila analisada, com o processo de chegada, o processo de atendimento, a disciplina deste, além da capacidade do sistema em diferentes cenários ao se proporem sugestões de melhorias.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1. Teoria das filas**

Segundo Silva et al (2015), O planejamento e o estudo de serviços e uso do espaço são importantes fatores dentro da teoria das filas, utilizando conceitos básicos de processos estocásticos e da matemática elementar para a análise da formação e comportamento das filas e suas características, permitindo a partir de previsão, o melhor dimensionamento possível de instalações, equipamentos e infraestrutura de forma geral.

Definida como teoria das filas, trata se de um dos ramos da probabilidade que estuda a formação de filas. Utilizando modelos para parametrizar o comportamento de sistemas cuja demanda cresce de forma aleatória, possibilitando dessa forma, estabelecer as dimensões do mesmo, oferecendo qualidade ao cliente e viabilidade econômica ao provedor, prevenindo gargalos e desperdícios (GUEDES e ARAÚJO 2013).

De acordo com Guedes e Araújo (2013), uma fila representa o conjunto de clientes que estão aguardando o atendimento e os clientes que estão sendo atendidos dentro de um sistema, de forma que, conhecendo esta definição primitiva, as organizações podem usar o gerenciamento de filas como vantagem competitiva, suprindo a necessidade do cliente e superando suas expectativas.

Para Hillier e Lieberman (2010) a Teoria de filas é um estudo de espera das diversas formas de filas. Sendo usando modelos para representação dos tipos de sistemas de filas que surgem na prática. As fórmulas utilizadas para cada modelo indicam como sistema de filas correspondente deve funcionar.

### **2.2. Classificação de um sistema de filas**

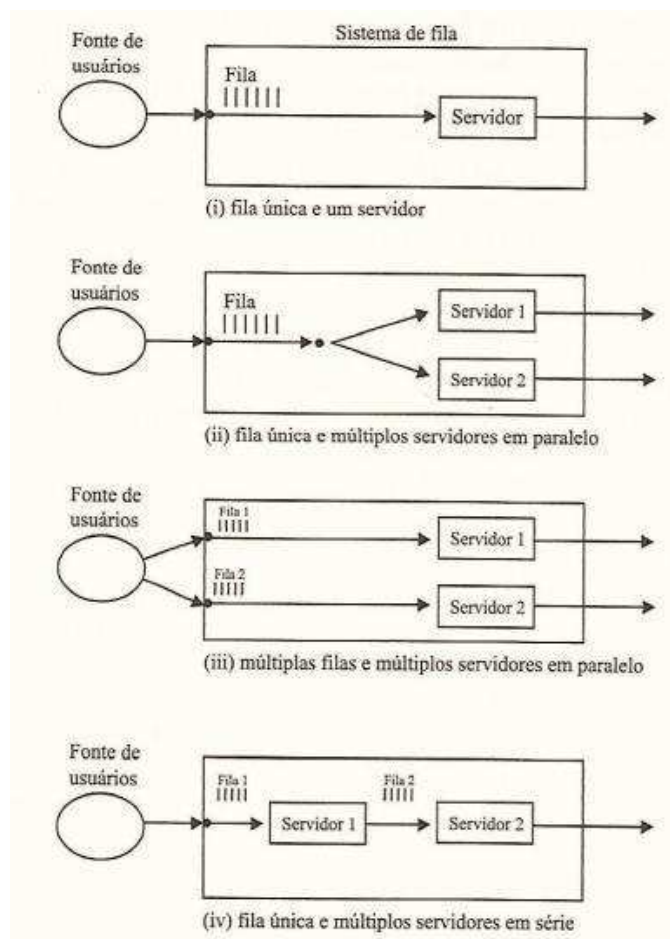
Para obter-se um estudo preciso e encontrar um modelo matemático que faça referência a um sistema real, é necessário conhecer o tipo de sistema de filas. Diante disso, neste trabalho foi utilizado um modelo ilustrado por Arenales et al. (2007).

A figura 1 ilustra diferentes tipos de sistemas de filas. Sendo:

- (i) Fila única e um servidor;
- (ii) Fila única e múltiplos servidores em paralelo;
- (iii) Múltiplas filas e múltiplos servidores em paralelo;
- (iv) Fila única e múltiplos serviços em série.
- (v) O estilo "Lista" pode ser usado para que a formatação pré-definida seja corretamente empregada.

Os sistemas (i), (ii), e (iii) possuem único estágio enquanto o (iv) possui múltiplos estágios. Um exemplo de sistema de múltiplos estágios é o drive-in encontrado de alguns restaurantes de fast-food, onde o usuário passa por mais de um dispositivo de serviço antes de sair do sistema. Os sistemas do tipo (i) e (ii) são encontrados em bancos e agências de correios, quanto o do tipo (iii) múltiplas filas em paralelo podem ser vistas em supermercados, etc.

Figura 1 - Classificação do sistema de filas



Fonte: Arenales et al. (2007)

### 2.1.2. Modelo de fila M/M/C

O modelo de M/M/C se caracteriza pelo intervalo entre as chegadas e o tempo de atendimento que admite distribuições exponenciais. Sendo que existe uma única fila e mais de um canal de serviço de atendimento. Em relação a disciplina da fila, o Atendimento o primeiro a ser atendido é o primeiro que chega, além disso, a população do sistema é infinita. Prado (2006) cita algumas variáveis randômicas fundamentais: Variáveis referentes ao processo de chegada:

1.  $\lambda$  = ritmo médio de chegada;
2. IC = intervalo médio entre chegadas, sendo  $IC = \frac{1}{\lambda}$
3. Variáveis referentes ao processo de atendimento:
4. TA = tempo médio de atendimento ou de serviço;
5. c = capacidade de atendimento ou quantidade de atendentes;
6.  $\mu$  = ritmo médio de atendimento de cada atendente, sendo,  $TA = \frac{1}{\mu}$

De acordo com Prado (2006) um sistema será estável caso,  $\rho < 1$ , diante dessa situação os atendentes serão capazes de atender ao fluxo de chegada de clientes.

### 2.3. Aplicações

Alguns exemplos de aplicação de Teoria de Filas são: o estudo de operações de caixa (bancos, supermercados), estudo de terminais de transporte, serviços em rede de dados, tráfego aéreo em aeroportos, estudo da operação de um centro de processamento de dados, número de berços de atracação em portos, número de guichês em bancos, postos de pedágios, número de linhas em uma central telefônica, de equipes de manutenção, entre outros.

## 3. Metodologia

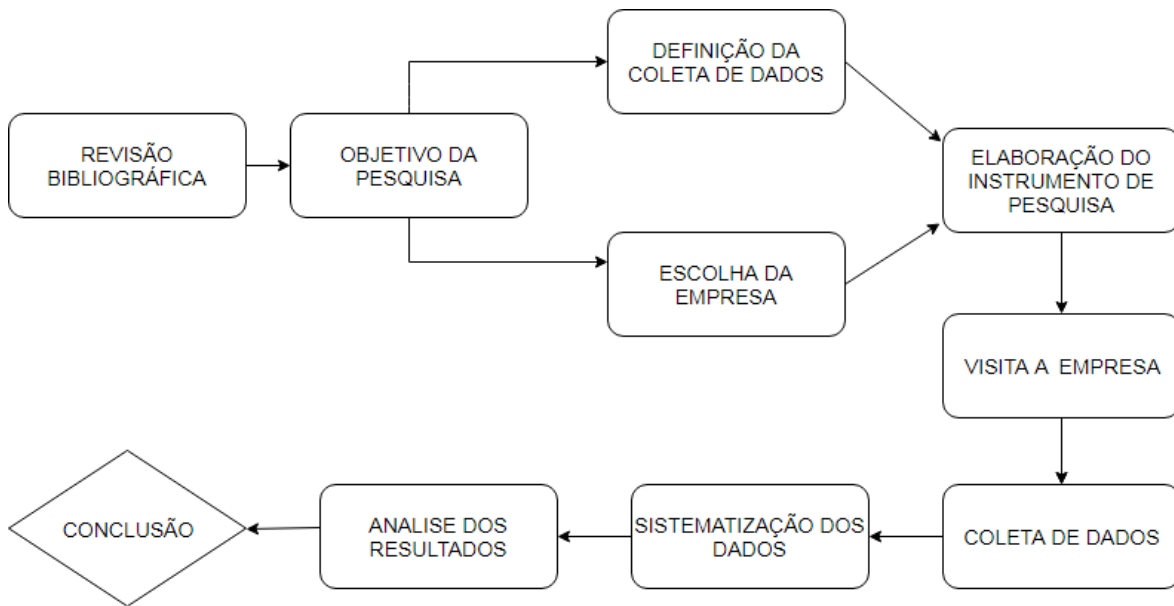
A pesquisa partiu do levantamento bibliográfico primeiramente, para compreensão quantitativa dos sistemas de filas conhecidos modelados, com a utilização de métodos estatísticos para organização de dados coletados in loco, por meio da observação do ambiente e mensuração do tempo requerido. Ademais, foram elaborados formulários de coleta de dados para o registro do tempo de espera e atendimento.

O estudo foi realizado após a definição da empresa, logo uma das unidades da rede foi escolhida conforme a estabilidade de seu sistema anteriormente determinada, observando-se o número de caixas com seus respectivos atendentes e o prosseguimento da fila. Para isso, foi calculado o número de pessoas em um intervalo de tempo de 60 minutos com auxílio de um cronômetro para mensuração, além do posicionamento estratégico dos agentes envolvidos ao longo da disposição da fila desde o processo de chegada até o atendimento.

Com isso, foram obtidos dados da fila de disposição única com 3 canais, conforme permitia o layout. Assim, foram sistematizadas as informações quantitativas em uma planilha do Microsoft Excel, recebendo o tratamento adequado ao sistema estável com taxa de ocupação de 64,4%, com distribuição de probabilidade exigida como pressuposto.

Por fim, conforme o fluxograma abaixo é concluído o ciclo de análise com os resultados da taxa de chegada e o tempo médio de espera na fila. Dessa maneira, as conclusões são decorrentes da estabilidade comprovada do sistema, eliminados tempos de espera discrepantes e desistências, entre outros problemas que foram cuidadosamente modelados com precisão para confiabilidade do estudo.

Figura – Fluxograma para o método de pesquisa



Fonte: Os autores (2018)

## 4. Resultado e discussão

### 4.1. Descrição do sistema

A loja de departamento em questão, no qual esta pesquisa foi realizada, encontra-se no bairro do Reduto, na metrópole de Belém-PA, situada em um estabelecimento comercial de grande circulação de pessoas, onde grande parte dos seus clientes são fidelizados. Entretanto, a mesma está sempre em busca de melhorias para satisfazer seus clientes.

Neste estudo três atendentes foram avaliados, sendo que um caixa responsável pelo atendimento preferencial não foi considerado no estudo, sendo assim, cada caixa tem a função de fazer cobranças das compras efetuadas pelos clientes, possuindo um atendimento informatizado. O pagamento pode ser efetuado através de dinheiro ou pelo cartão.

### 4.2. Período de chegada dos clientes

Os clientes chegam e aguardam em uma fila única e são atendidos de acordo com a sua ordem de chegada. Registrou-se a quantidade de clientes que chegavam a cada minuto por um período de uma hora (frequência

observada), alcançando um montante de 43 dados, como visto na Tabela 1, onde o comportamento dos intervalos de chegada pôde ser observado e, por conseguinte passaram a constituir a base de dados para o estudo realizado.

Tabela 1 - Frequência observada no momento de chegada por minuto

<b>Minuto</b>	<b>F.O</b>	<b>Minuto</b>	<b>F.O</b>	<b>Minuto</b>	<b>F.O</b>
1°	2	21°	0	41°	0
2°	0	22°	0	42°	0
3°	0	23°	1	43°	0
4°	0	24°	2	44°	1
5°	0	25°	3	45°	3
6°	0	26°	1	46°	1
7°	0	27°	1	47°	3
8°	0	28°	2	48°	1
9°	0	29°	0	49°	0
10°	0	30°	1	50°	0
11°	0	31°	0	51°	2
12°	2	32°	0	52°	1
13°	0	33°	2	53°	3
14°	1	34°	1	54°	0
15°	0	35°	0	55°	0
16°	2	36°	1	56°	1
17°	0	37°	1	57°	0
18°	0	38°	2	58°	0
19°	0	39°	1	59°	1
20°	0	40°	0	60°	0

Fonte: Os autores (2018)

De acordo com a frequência observada no processo de chegada dos clientes, pode-se classificar a quantidade de clientes que chegam em cada minuto, e através da razão da frequência observada com o total, encontra-se a frequência relativa e por fim somando-se as frequências encontra-se a acumulada, como pode ser observado na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 - Frequência observada no processo de chegada

<b>N<sup>a</sup> de chegada por minuto</b>	<b>Frequência Absoluta Observada (OI)</b>	<b>Frequência Relativa Observada</b>	<b>Frequência Acumulada Observada</b>
0	33	0,6	0,6
1	15	0,3	0,8
2	8	0,1	0,9
3	4	0,1	1,0
TOTAL	60	1	

Fonte: Os autores (2018)

De acordo com os dados da tabela 1 e 2, é possível encontrar o valor da frequência calculada e em seguida fazer o teste de aderência e do Qui-quadrado, ou seja, testar se a variável em questão, número de chegadas por unidade de tempo, segue uma distribuição de Poisson com taxa 0,71 clientes por minuto, a 5% de significância. Como pode ser observado na tabela 3 abaixo:

Tabela 3 - Frequência calculada no processo de chegada

<b>N<sup>a</sup> de chegada por minuto</b>	<b>Frequência Calculada</b>	<b>Frequência Relativa Acumulada</b>	<b>Frequência Absoluta Calculada (EI)</b>
0	0,488377471	0,488377471	29,30264824
1	0,350003854	0,838381325	21,00023124
2	0,125418048	0,963799372	7,525082861
3	0,029960978	0,99376035	1,797658683
TOTAL	0,99376035		59,62562102

Fonte: Os autores (2018)

#### 4.3.1. Teste de aderência gráfica chegada dos clientes

Os dados da tabela anterior foram plotados nos gráficos abaixo com a finalidade de realizar um teste de aderência gráfica para uma distribuição de Poisson com parâmetro  $\lambda = 0,71$  clientes por minuto para a fila.

Gráfico 1 – Distribuição do numero de chegada



Fonte: Os autores (2018)

#### 4.3.2. Teste não paramétrico para a distribuição de poisson

Com base nos dados da Frequência Calculada, verificam-se as seguintes possibilidades para a Média de 0,71 clientes por minuto na fila:

$H_0$  = a variável que representa o número de chegadas por unidade de tempo, segue uma distribuição de Poisson com taxa 0,71 clientes por minuto na fila, a 5% de significância.

$H_1$  = a variável que representa o número de chegadas por unidade de tempo, não segue uma distribuição de Poisson com taxa 0,71 clientes por minuto na fila, a 5% de significância.

Graus de Liberdade:  $G = K - M - 1$  então para a fila do Caixa =  $4 - 1 - 1 = 2$ , onde k é o número de intervalos e m é o número de variáveis em questão.

Se  $\chi^2 * V = \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} > \chi^2_{\alpha, v}$ , a então rejeita  $H_0$  ao  $\alpha$  % de significância, onde  $\chi^2_{\alpha, v}$ ,  $\alpha$  é um valor tabelado e  $\chi^2_{\alpha, v}$  foi obtido da tabela 2. Para a chegada aos Caixas  $\chi^2 * V = 4,90902099190123 < \chi^2_{\alpha, v} = 5,991$ , então não há indícios para se rejeitar  $H_0$  a 5% ( $\alpha$ ) de significância.

#### 4.4. Atendimentos dos clientes

A coleta de dados para o atendimento dos clientes foi feitas com o auxílio de um cronometro e questionários, no qual o pesquisador através das observações definia o tempo que o cliente chegava para ser atendido no caixa, o tempo de atendimento, e que horas o atendimento era finalizado, sendo assim oferecendo a duração total do processo.



Para a delimitação do tipo de distribuição que se enquadram os tempos de atendimento, consideraram-se os tempos de atendimento entre 34 segundos, obtendo-se a Frequência Observada para cada intervalo considerado, como pode ser observada na tabela 4 abaixo:

Tabela 4 – Frequência Absoluta Observada

<b>Tempo segundo</b>		<b>Média</b>	<b>Atendente1</b>	<b>Atendente 2</b>	<b>Atendente 3</b>
64	98	81	3	2	4
98	132	115	3	1	3
132	166	149	2	2	3
166	200	183	3	3	2
200	234	217	2	2	2
234	268	251	1	1	1
268	290	279	1	1	1
TOTAL			15	12	16
TA			160	174	153
TA Médio				162	
$\mu$ (seg)			0,006252605	0,005747126	0,00654129
Médio (min)			0,006180341	0,370820472	

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 5 – Frequência relativa observada

<b>Tempo segundo</b>		<b>Média</b>	<b>Atendente1</b>	<b>Atendente 2</b>	<b>Atendente 3</b>
64	98	81	0,20	0,17	0,25
98	132	115	0,20	0,08	0,19
132	166	149	0,13	0,17	0,19
166	200	183	0,20	0,25	0,13
200	234	217	0,13	0,17	0,13
234	268	251	0,07	0,08	0,06
268	290	279	0,07	0,08	0,06

Fonte: Os autores (2018)

Analisando-se os dados da tabela de Frequência Observada e Frequência Relativa Observada, o seguinte passo foi a mensuração da Frequência Calculada e a realização do teste Qi-quadrado. Para se testar com o método estatístico a variável estudada, o tempo de atendimento, seguindo uma Distribuição Exponencial com taxa média de 0,370820472 clientes por minuto para 5% de significância.

Tabela 6 – Frequência absoluta observada

Tempo segundo		Média	Atendente1	Atendente 2	Atendente 3
64	98	81	1,839718618	1,761148625	1,88051043
98	132	115	1,487391711	1,448551259	1,50552145
132	166	149	1,202539388	1,191438769	1,20530831
166	200	183	0,992339505	0,979962795	0,9649601
200	234	217	0,966044652	0,806023024	1,77260482
234	268	251	0,865508217	0,662956919	1,61856989
268	290	279	0,344791513	0,364872504	0,33282182
TOTAL			7,698333605	7,214953896	9,28029682

Fonte: Os Autores (2018)

Tabela 7 – Frequência Relativa Calculada

Tempo segundo		Média	Atendente1	Atendente 2	Atendente 3
64	98	81	0,238976214	0,244097003	0,20263473
98	132	115	0,193209568	0,200770688	0,16222773
132	166	149	0,156207752	0,165134634	0,12987821
166	200	183	0,128903157	0,135823847	0,10397944
200	234	217	0,125487502	0,111715617	0,19100734
234	268	251	0,112427996	0,091886508	0,17440928
268	290	279	0,044787811	0,050571703	0,03586327

Fonte: Os Autores (2018)

#### 4.5.1. Testes Não Paramétricos para Distribuição Exponencial

Foram testadas as hipóteses de que os tempos de atendimento nos caixas estão idênticos e exponencialmente distribuídos aproximadamente a uma média de 0,370820472 clientes por minuto a 5% de significância, onde

$$\mu = \frac{1}{2} * \sum_{i=1}^2 (\mu_{PO}, i)$$

$H_0$  = a variável que representa o tempo de atendimento segue uma distribuição Exponencial com média igual 0,370820472 clientes por minuto para a 5% de significância.

$H_1$  = a variável que representa o tempo de atendimento não segue uma distribuição Exponencial com média igual 0,370820472 clientes por minuto para atendentes a 5% de significância.

Se  $X^2 * V = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} > X^2 * V, \alpha$ , então rejeita  $H_0$  ao  $\alpha\%$  de significância;

Tabela 8 – Qui – Quadrado

Tempo segundo		Atendente1	Atendente 2	Atendente 3
64	98	0,731771	0,032394	2,388839
98	132	1,538252	0,138896	1,483517
132	166	0,528834	0,548724	2,672277
166	200	4,061816	4,163985	1,110209
200	234	1,106640	1,768660	0,029171
234	268	0,020899	0,171351	0,236399
268	290	1,245095	1,105556	1,337433
TOTAL		9,233307	7,929566	9,257845
TABELA		9,488		
GRAU DE		5		
LIBERDADE				

Fonte: Os Autores (2018)

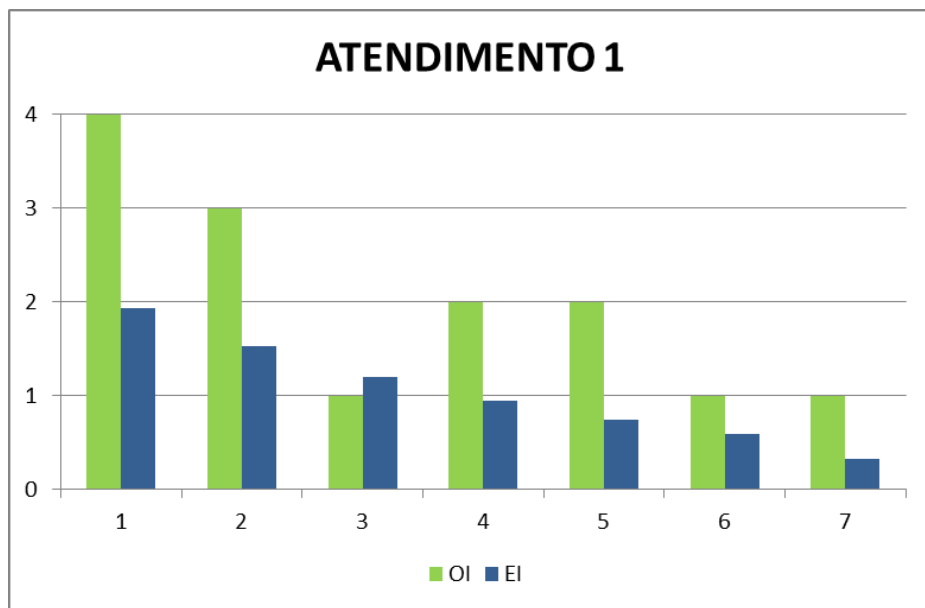
Como  $X^2 v < X^2 v, \alpha$ , para os atendimentos dos atendentes (canais) e para o caixa então não há indícios para se rejeitar  $H_0$  ao 5% de significância.

Tabela 9 – Teste de Aderência Gráfica

ATENDIMENTO 1		ATENDIMENTO 2		ATENDIMENTO 3	
OI	EI	OI	EI	OI	EI
4	1,9373	2	1,7609	4	1,8803
3	1,528	1	1,4484	3	1,5054
1	1,2051	2	1,1914	3	1,2053
2	0,9505	3	0,98	2	0,965
2	0,7496	2	0,8061	2	1,7726
1	0,5912	1	0,663	1	1,6186
1	0,3274	1	0,3804	1	0,3469
15	7,289	12	7,2303	16	9,2941

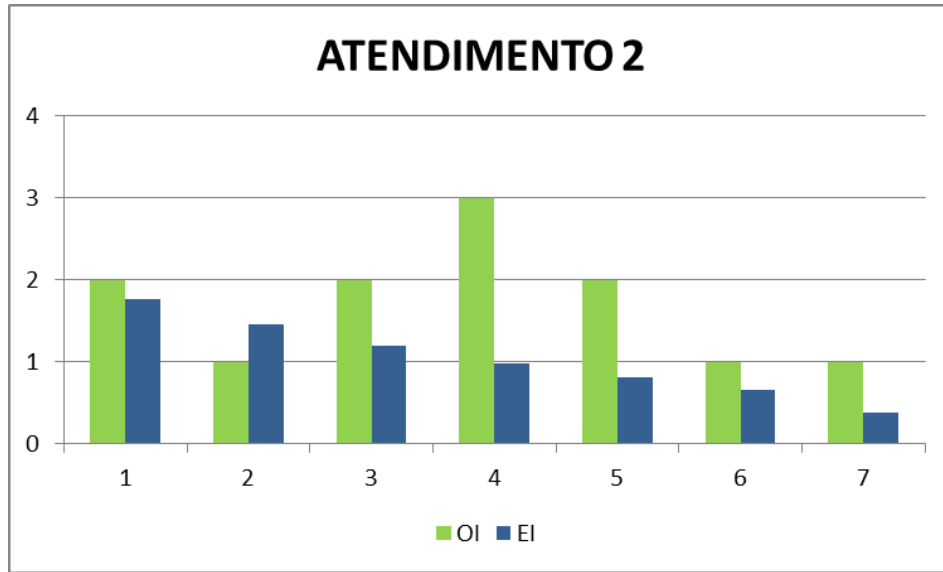
Fonte: Os Autores (2018)

Gráfico 1 – Teste de Aderência Gráfica no Caixa 1



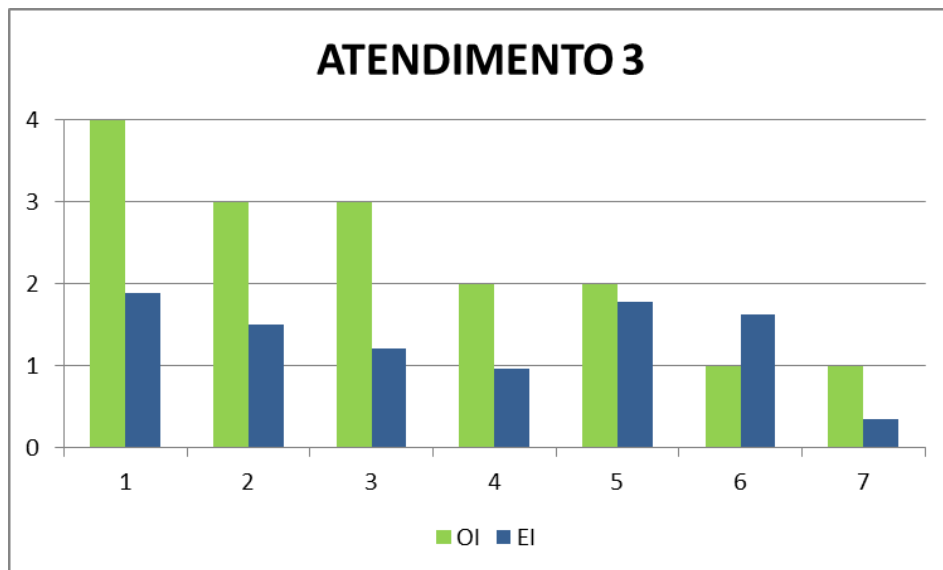
Fonte: Os autores (2018)

Gráfico 2 – Teste de Aderência Gráfica no Caixa 2



Fonte: Os Autores (2018)

Gráfico 3 – Teste de Aderência Gráfica no Caixa 3



Fonte: Os autores (2018)

#### 4.6. Modelos de filas

O modelo ajustado segundo os dados obtidos é  $M / M / 3 / \infty / FIFO$ , com  $\lambda = 0,71$  clientes por minuto e  $\mu = 0,370820472$  clientes por minuto. Os parâmetros a serem calculados e que representam a operacionalidade do sistema são:

- $L(c)$  = Número médio de clientes no sistema;

- $W(c)$  = Tempo médio de permanência de um cliente qualquer no sistema;
- $Lq(c)$  = Número médio de clientes na fila aguardando atendimento;
- $Wq(c)$  = Tempo médio de permanência de um cliente qualquer na fila;
- $Po$  = Probabilidade de o sistema estar vazio (ociosidade total do sistema);

#### 4.7. Situação usual do sistema

Por meio da utilização das fórmulas descritas no quadro abaixo, tem-se:

Modelo de fila	M/M/3/∞/FIFO
$\lambda$ médio	0,716666667
$\mu$ médio	0,370820472
C	3

Utilizando as fórmulas para o sistema M/M/C/∞/FIFO, foi possível chegar a conclusão de que ocorre uma ociosidade de 36 % para atendimento caixa e também um tempo de espera na fila de 0,996 minutos, neste caso, o cliente chega e praticamente se dirige ao atendimento, logo, é possível concluir que o sistema está superdimensionado, do ponto de vista da gerência.

#### 4.8. Projeção de aumento da demanda

Na projeção dos dias de pico sugerimos um estudo em que a taxa de ocupação ficará 80%, a partir disso utilizando a fórmula da taxa de ocupação  $\lambda = t_{xo} * c * \mu$  médio para calcular  $\lambda$  médio de cada número de atendentes.

Tabela 11 – Variação da Taxa de Chegada

Numero de Atendentes (C)	Variação da Taxa de Chegada		
1	0	$\lambda \leq$	0,296656378
2	0,296656378	$< \lambda \leq$	0,593312755
3	0,593312755	$< \lambda \leq$	0,889969133
4	0,889969133	$< \lambda \leq$	1,18662551
5	1,18662551	$< \lambda \leq$	1,483281888
6	1,483281888	$< \lambda \leq$	1,779938265
7	1,779938265	$< \lambda \leq$	2,076594643
8	2,076594643	$< \lambda \leq$	2,37325102
9	2,37325102	$< \lambda \leq$	2,669907398
10	2,669907398	$< \lambda \leq$	2,966563775

Fonte: Os Autores (2018)

## 5. Conclusão

A procura por melhorias na qualidade de atendimento e pela garantia de retorno dos clientes é indispensável, no cenário de competitividade existente entre as empresas. Assim, é importante o conhecimento e utilização adequada de ferramentas que auxiliem os gestores na tomada de decisão, sejam em pequenas ou grandes empresas. Devido a isso, o estudo das filas torna-se viável à medida que avalia o estado e a forma como se faz o atendimento na organização, assim identificando os possíveis problemas que ocorrem para que as filas fiquem extensas e procurando uma maneira adequada de corrigi-los, por meio do dimensionamento adequado do estabelecimento.

Portanto, com a conclusão desse trabalho, verifica-se que a organização em estudo, no horário da coleta de dados (diurno) apresentava uma fila fluida com bons tempos de atendimento, e três atendentes eram suficientes para atender a demanda.

## 6. Referencias

- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. McGraw Hill, 2010.
- MARINS, F. A. S. **Introdução à Pesquisa Operacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, 2011.
- PRADO, D. S. **Teoria das filas e simulação. Desenvolvimento Gerencial**. Série Pesquisa Operacional, Belo Horizonte, 2009.
- ARENALES, M. et al. **Pesquisa Operacional**. 3. impressão. Rio de Janeiro : Elsevier, 2007. MILANI, M. O.; MENDONÇA, F. C. **Aplicação de teoria das filas para a modelagem e análise de desempenho no setor de recursos humanos de uma indústria alimentícia**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXVI, 2016, João Pessoa, PB: ENEGEP, 2016.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 8.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010
- MARTINS, F. A. S. **Introdução à Pesquisa Operacional**. São Paulo : Cultura acadêmica : Universidade Estadual Paulista. 2011.
- PRADO, D. **Teoria das Filas e da Simulação**. 3. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2006
- GUEDES D. B.; ARAÚJO, A. C. **Gestão de filas: um estudo de caso em torno da qualidade dos serviços numa agência bancária da região metropolitana do recife – PE**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXIII, 2013, Salvador, BA: ENEGEP, 2013.
- SILVA S. S.; DINIZ M. F. S.; SIQUEIRA R. R.; SILVA E. L.; SILVA J. C. K. **Estudo realizado sobre teoria das filas aplicado a uma casa lotérica no município de Marabá – PA**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXV, 2015, Fortaleza, CE: ENEGEP, 2015.