

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS EM SISTEMA DE ATENDIMENTO AO CLIENTE: ESTUDO DE CASO NUMA LOJA DE VAREJO DO ESPÍRITO SANTO

Jonas Paluci Barbosa

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica
Rod. Gov. José Sete, s/n - Itacibá, Cariacica - ES, 29150-410
jpalucibarbosa@hotmail.com.br

Sara de Souza Vitor

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica
Rod. Gov. José Sete, s/n - Itacibá, Cariacica - ES, 29150-410
sara.vittor@gmail.com

Larissa Coelho Motta

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica
Rod. Gov. José Sete, s/n - Itacibá, Cariacica - ES, 29150-410
lalacmota@gmail.com

Isabella Oliveira de Almeida

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica
Rod. Gov. José Sete, s/n - Itacibá, Cariacica - ES, 29150-410
isabella.almeida@hotmail.com.br

Fabricio Broseghini Barcelos

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica
Rod. Gov. José Sete, s/n - Itacibá, Cariacica - ES, 29150-410
fabricio.barcelos@ifes.edu.br

RESUMO

Este artigo trata o sistema de atendimento em um comércio varejista da Grande Vitória/ES. Para mitigar os efeitos negativos de espera na fila, aplicou-se a Teoria das Filas com a finalidade de analisar as características da fila, prever seu comportamento e dimensionar adequadamente os recursos. O trabalho justifica-se, pois atualmente a taxa de chegada de clientes no horário de pico é maior que a taxa de atendimento, ocasionando longas filas. Um modelo M/M/s é proposto para analisar o fenômeno de formação de filas e testar cenários com um número maior de atendentes. Observa-se uma melhora no tempo de espera em fila ao aumentar o número de atendentes no horário de pico de 2 para 4, resultando em um tempo médio de espera em fila equivalente a 18% do cenário atual.

PALAVRAS CHAVE: Teoria das Filas, Comércio Varejista, Tempo de Espera

Tópico - PO em Serviços

ABSTRACT

This paper deals with the service system in a retail business in the metropolitan region of Vitória/ES. To mitigate the negative effects of waiting in lines, the Queueing Theory was applied to analyze the queue characteristics, to predict its behavior and to properly size the resources. The work is justified because the customer arrival rate at peak times is greater than the service rate, causing long queues. A M/M/s model is proposed to analyze the queueing phenomenon and to test

scenarios with more attendants. An improvement in the waiting time in queue was observed by increasing the number of attendants during peak time from 2 to 4, resulting in an average waiting time in queue equivalent to 18% of the current scenario.

KEYWORDS: Queueing Theory, Retail Business, Waiting Time.

Paper Topic - OR in Services.

1. Introdução

O serviço de atendimento ao cliente ordena os entrantes no sistema por ordem de chegada com o intuito de oferecer melhor nível de serviço. A velocidade de atendimento demonstra a prontidão da organização e de seus atendentes na prestação do serviço [Matos 2000]. Quando há um número muito grande de clientes à espera de atendimento ou quando os atendentes ficam ociosos a maior parte do tempo, há evidências de que o número de atendentes não está adequadamente dimensionado [Andrade 1989]. Assim, observa-se a ocorrência de filas em restaurantes, no trânsito, em serviços bancários, filas para pagamento e aquisição de mercadorias e até mesmo de atividades a serem executadas por um equipamento.

O tempo esperado em filas pode ter uma dimensão real ou percebida. A primeira consiste no tempo físico de espera em minutos, horas ou dias, que pode ser reduzido com investimentos que promovam modificações no processo ou adição de capacidade; a segunda abrange a percepção dos clientes sobre o tempo que precisam esperar no atendimento [Matos 2000]. Segundo Slack *et al.* [1997], bancos, serviços públicos, organizações de vendas e fornecimento de eletricidade têm padrões de demanda semanais, diários ou mesmo horários que exigem ajuste de capacidade.

O entendimento do processo de atendimento à clientes pode proporcionar aos provedores de serviços condições satisfatórias para implementação de processos de melhoria [Almeida 2003]. Assim, é necessário analisar o *tradeoff* entre o nível de serviço a ser oferecido ao cliente e a escolha de capacidade do sistema de atendimento, pois ao aumentar o número de caixas em operação, o tempo médio de espera em fila reduz enquanto os custos operacionais do sistema aumentam [Morabito e Lima 2000].

Este trabalho apresenta o caso de uma loja varejista. Segundo a Sociedade Brasileira de Varejo e Consumo - SBVC, o setor emprega um a cada cinco trabalhadores e impacta dois terços do PIB do país [SBVC 2015]. O varejo de bens de consumo, foco deste artigo, representa 26,29 % deste montante, seguido do varejo de serviços, com 23,16% e do varejo de veículos e combustíveis em terceiro lugar com 6,26% de representação. No relatório Análise Setorial Varejo – Um setor em transformação, divulgado pela Deloitte, o setor apresenta a necessidade de melhoria e adequações tanto nos processos de gestão como nos operacionais para alcançar um novo padrão de competitividade. Neste ramo, é importante ressaltar que o tempo percebido em fila é associado à falta de organização geral da loja.

Desta forma, este artigo visa realizar um estudo sobre a capacidade de atendimento de uma loja varejista com grande número de clientes na região da Grande Vitória - Espírito Santo. O objetivo é analisar as características da fila de atendimento para prever o seu comportamento e determinar o número de caixas que deverão estar em funcionamento no horário de pico, de modo a reduzir o tempo de espera na fila para um nível aceitável.

2. Fundamentação Teórica

A Teoria das Filas é uma técnica da Pesquisa Operacional que utiliza conceitos de matemática aplicada para analisar o fenômeno de formação de filas e suas características e, resolver problemas de gargalos e dimensionamento de instalações [Praia e Gomes 2013].

Consiste na modelagem analítica de processos ou sistemas que resultam em espera, dessa forma, permite modelar previamente o comportamento de um sistema de serviços com demanda

crescente e aleatória, permitindo melhor dimensionamento de sua capacidade, redução de desperdícios e gargalos, maiores resultados econômicos e satisfação dos clientes [Prado 2009]. Sempre haverá fila quando a demanda for superior a capacidade de atendimento do serviço, contudo Moreira [2007] argumenta que nem sempre esta associação é verdadeira, pois tanto a variabilidade no intervalo entre chegadas como no tempo de atendimento irão influenciar.

Na visão dos clientes a existência de filas significa um excesso de demanda de um serviço sobre a capacidade de atendimento, ou seja, que há mais elementos a atender do que postos de serviço para atendimento [Moreira 2007]. Assim, o sistema com filas e seu gerenciamento são importantes na percepção do cliente quanto à qualidade do serviço prestado, necessitando muita atenção gerencial [Gianesi e Corrêa 2007].

Sistema com fila é qualquer processo em que usuários de uma determinada população chegam para receber um serviço pelo qual esperam, se for necessário, saindo do sistema assim que o serviço é completado [Fogliatti e Mattos 2007]. De acordo com Bronson *apud* Barbosa [2009], o sistema de filas é caracterizado por cinco componentes:

- a) Modelo de chegada dos usuários: distribuição de probabilidade dos períodos de tempo entre as chegadas e as saídas dos usuários da fila.
- b) Modelo de Serviço: probabilidade dos tempos de serviço para cada usuário.
- c) Número de Atendentes: Quantidades de atendentes [servidores] disponíveis.
- d) Capacidade do Sistema: número máximo de usuários que podem permanecer ou entrar na fila, ser atendido e sair.
- e) Disciplina da Fila: ordem que os usuários aguardam para acessar os serviços. Pode ser FIFO [First In First Out], LIFO [Last In First Out], SIRO [Selection In Random Order] ou PRI [conforme prioridade estabelecida pela gerência]. A mais utilizada é a primeira.

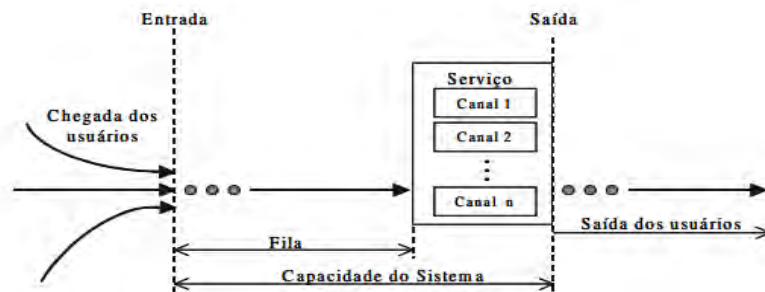
As informações analisadas pela Teoria das Filas são os tempos de espera dos clientes, o número de clientes na fila e a razão entre o tempo de espera e o tempo de prestação de serviço [Corrêa 2005]. As relações entre as demandas e os atrasos sofridos pelos usuário do sistema também são analisadas para avaliação das medidas de desempenho dessa relação em função da disposição deste sistema [Arenales et al. 2007]. As medidas de desempenho mais utilizadas, de acordo com Hillier e Lieberman [2001] e Fogliatti e Mattos [2007], são:

- Número médio de clientes no sistema;
- Número médio de clientes na fila;
- Tempo médio de espera no sistema de um cliente qualquer;
- Tempo médio de espera na fila por um cliente qualquer;
- Probabilidade de que se tenha no sistema um número de clientes, no máximo;
- Probabilidade de que um cliente tenha que esperar mais que um tempo na fila; e
- Probabilidade de que um sistema com postos de atendimento tenha algum servidor ocioso.

Segundo Hillier e Lieberman [2001], a Teoria das Filas estuda a espera em diversas formas de filas. As fontes de entrada podem ser determinísticas, quando se conhece o número de chegadas e os instantes de tempo em que elas acontecem; ou, estocásticas, quando tem comportamento aleatório [Fogliatti e Mattos 2007]. A segunda é caracterizada por uma distribuição de probabilidade, sendo Poisson a mais utilizada. Os mecanismos de atendimento podem ser finitos, como guichês, ou infinitos, como em atendimentos self-services.

A Figura 01 representa um Sistema com Filas genérico formado pela fila e pelo mecanismo de atendimento, que consiste no servidor e qualquer elemento que esteja sendo servido no momento. Este sistema possui como fontes de entrada os elementos que chegam para receber um serviço, seguindo uma distribuição de Poisson, e como saída, os clientes atendidos. Os tempos de atendimento seguem uma distribuição exponencial; o atendimento a fila é feito por ordem de chegada (FIFO); e, o número de cliente potenciais é suficientemente grande para que a população possa ser considerada infinita.

Figura 01 – Representação esquemática de um sistema de filas



Fonte: Sinay, 2005.

De acordo com Kendall [1953], a forma utilizada para organizar o comportamento do sistema é representada por $A / S / m / B / D$, onde:

- A: distribuição de tempo sucessivo entre chegadas;
- S: distribuição de tempo de atendimento;
- m: número de canais de atendimento em paralelo;
- B: capacidade do sistema;
- D: disciplina de atendimento.

Segundo Fogliatti e Matos [2007], dentre as possibilidades para as distribuições de tempo entre chegadas A e tempo de atendimento S, as mais comuns são: D para distribuição determinística ou degenerada (tempos constantes); M para distribuição exponencial (sem memória ou Markoviana); E_k para distribuição Erlang do tipo k; G para distribuição geral (qualquer distribuição permitida).

3. Metodologia da Pesquisa

Os dados foram coletados em um grande varejista na região da Grande Vitória - Espírito Santo no momento em que o processo estava ocorrendo, por meio de observação. Para tanto, foi realizada uma entrevista prévia com o supervisor da loja que informou o horário de 17h às 18h como sendo o horário de pico, e em seguida, com o auxílio de cronômetro digital foram coletados os seguintes dados:

- Registro do instante em que o cliente chegou à fila;
- Tempo do intervalo de chegada entre os clientes na fila;
- Quantidade de caixas disponível;
- Registro do instante em que inicia o atendimento do cliente pelo caixa;
- Registro do instante em que finaliza o atendimento do cliente;
- Tempo gasto para o atendimento.

Estes foram organizados e preparados em um software de planilha eletrônica com o intuito de realizar análises estatísticas e ajustar valores discrepantes (*outliers*). Esta etapa foi baseada de acordo com o proposto por Chwif e Medina [2010].

Em seguida, utilizou-se a ferramenta *Input Analyser*, disponível no software Arena 10.0. Esta tem por objetivo analisar os dados e identificar uma distribuição de probabilidade que melhor se ajusta à base de dados. Com esta ferramenta encontra-se o *p-value*, que está associado ao teste de hipóteses, que visa comprovar ou não os fatos levantados por meio de testes estatísticos, como o Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov.

De acordo com Chwif e Medina [2010] usa-se o teste de hipóteses para se verificar se há evidências contra a hipótese de aderência, ou seja, se a distribuição se ajusta bem aos dados coletados. O resultado do *p-value* avalia de forma quantitativa a significância da hipótese e quanto

menor o valor deste, mais razões há para rejeitar a hipótese de aderência, conforme Quadro 01. Os níveis de significância normalmente adotados são 10, 5% e 1%.

Quadro 01 - Critérios usuais para classificação do *p-value*.

VALOR	CRITÉRIO
$p\text{-value} < 0,01$	Evidência forte contra hipótese de aderência
$0,01 \leq p\text{-value} < 0,05$	Evidência moderada contra hipótese de aderência
$0,05 \leq p\text{-value} < 0,10$	Evidência potencial contra hipótese de aderência
$0,10 \leq p\text{-value}$	Evidência fraca ou inexistente contra hipótese de aderência

Fonte: Chwif e Medina, 2010.

Para o cálculo do modelo matemático da fila, foi utilizado o método de Teoria das Filas. Este é utilizado em um sistema onde o cliente, seja ele interno ou externo, necessita esperar para ser atendido ou executar uma atividade, como forma de identificar as variáveis em questão e assim resolver o problema [Romero et al. 2010].

Nesse artigo, o sistema será representado como um modelo Markoviano, M/M/s, de fila única, no qual as distribuições da taxa de chegada e dos tempos de atendimento são respectivamente de Poisson e exponencial, sendo s o número de servidores em paralelo para atendimento dos clientes. Ressalta-se que o atendimento ao cliente realizado pelos caixas da loja consiste num sistema de caixas em paralelo com fila única de atendimento seguindo a ordem de chegada dos clientes - FIFO (*First In First Out*).

Dessa forma, foram utilizadas as equações a seguir para analisar o modelo M/M/s, onde λ é referente à taxa de chegada, independentemente do número de clientes, S é o número de atendentes no sistema e μ é a taxa de atendimento individual, de modo que $S\mu$ é a taxa de atendimento do sistema.

A seguir são apresentadas, conforme Pereira [2009], as equações dos indicadores de desempenho da fila. A taxa de utilização ρ é dada por:

$$\rho = \lambda / s\mu < 1 \quad \text{Onde: } \lambda_n = \lambda \quad \text{para } n = 0, 1, 2, 3 \dots$$

e

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & \text{se } 0 \leq n \leq S \\ S\mu & \text{se } n \geq S \end{cases}$$

A probabilidade (P_0) de não existirem clientes no sistema em função da taxa de utilização ρ é:

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

A probabilidade (P_n) de existirem n clientes no sistema em função da taxa de utilização ρ :

$$P_N = \begin{cases} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0}{n!} & \text{se } 0 \leq n \leq S \\ \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0}{S! S^{n-S}} & \text{se } n > S \end{cases}$$

Comprimento médio da fila (L_Q):

$$L_Q = \sum_{n=S}^{\infty} (n-S) P_n = \frac{P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S \rho}{S!(1-\rho)}$$

Tempo médio na espera da fila (W_Q):

$$W_Q = L_Q / \lambda$$

Tempo médio de espera no sistema (W_S):

$$W_S = W_Q + 1/\mu$$

Número médio de clientes no sistema (L_S):

$$L_S = L_Q + \lambda/\mu$$

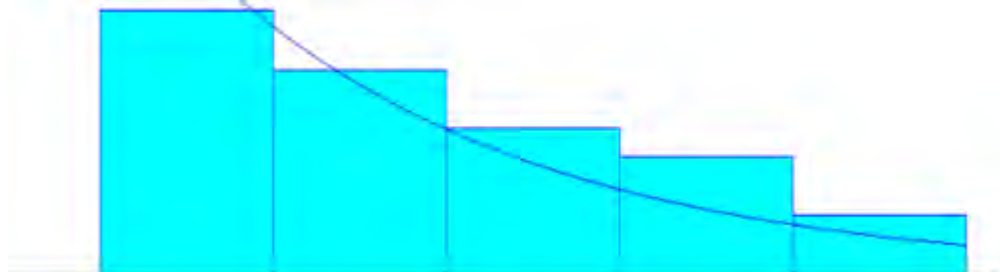
Conforme demonstrado na equação da taxa de utilização ρ , a taxa de atendimento do sistema $S\mu$ deve ser igual ou maior do que a taxa de chegada λ . Caso contrário, a fila analisada tenderia ao infinito e as equações referentes aos demais indicadores de desempenho não são válidas.

Assim, para analisar o cenário atual utilizou-se a equação da utilização, tendo como dados de entrada as taxas de chegada e atendimento médio dos dados coletados, com o intuito de evidenciar a atual situação do sistema. Posteriormente, com base nas mesmas taxas de chegada e atendimento, foram propostos cenários com o número de atendentes suficientes para uma taxa de utilização inferior a 100%, permitindo calcular os indicadores de desempenho para os mesmos, que estão expostos na seção de análise de resultados.

4. Análise de Dados

Com o tratamento dos dados, obteve-se os seguintes gráficos gerados pelo *Input Analyzer*, determinando o tempo de atendimento dos dois caixas visto na figura 02 e 03, e o intervalo de chegada de clientes na fila na figura 04. Os dados estatísticos gerados para o tempo de atendimento do caixa 1 e 2 pode ser visualizado no quadro 02 e 03, assim como para o intervalo de chegada de clientes no quadro 04.

Figura 02 – Gráfico do tempo de atendimento caixa 1



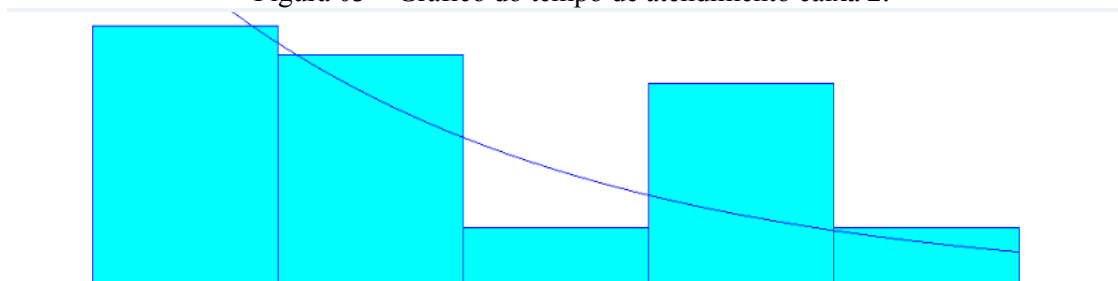
Fonte: Elaboração própria

Quadro 02 – Dados estatísticos do tempo de atendimento 1

Tipo de distribuição		Teste Kolmogorov-Smirnov	
Distribuição	Exponencial	Teste estatístico	0.199
Expressão	EXP (1.37)	p-value	>0.15
Erro quadrático	0.013550	Dados	
Teste Qui-quadrado		Numero de dados	27
Numero de intervalos	3	Valor mínimo	0.27
Graus de liberdade	1	Valor máximo	3.35
Teste estatístico	3.61	Média	1.37
p-value	0.0603	Desvio Padrão	0.894

Fonte: Elaboração própria

Figura 03 – Gráfico do tempo de atendimento caixa 2.



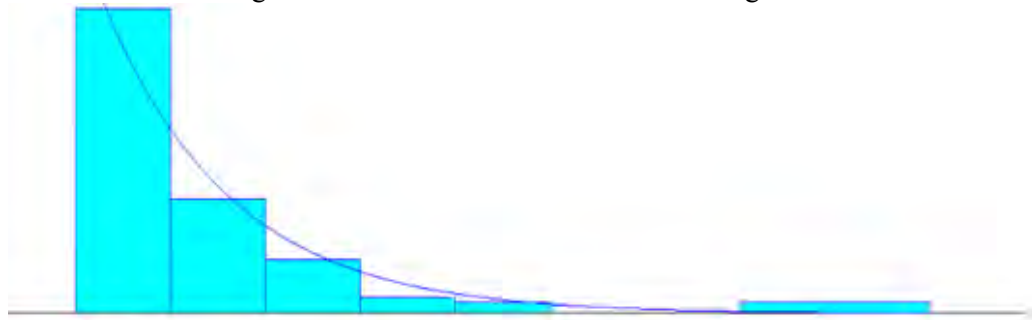
Fonte: Elaboração própria

Quadro 03– Dados estatísticos do tempo de atendimento 2

Tipo de distribuição		Teste Kolmogorov-Smirnov	
Distribuição	Exponencial	Teste estatístico	0.203
Expressão	EXP (1.35)	p-value	>0.15
Erro quadrático	0.038574	Dados	
Teste Qui-quadrado		Numero de dados	26
Numero de intervalos	3	Valor mínimo	0.16
Graus de liberdade	1	Valor máximo	3.02
Teste estatístico	2.57	Média	1.35
p-value	0.114	Desvio padrão	0,843

Fonte: Elaboração própria

Figura 04 – Gráfico dos intervalos entre chegadas.



Fonte: Elaboração própria

Quadro 04 – Dados estatísticos do intervalo de chegada

Tipo de distribuição		Teste Kolmogorov-Smirnov	
Distribuição	Exponencial	Teste estatístico	0.138
Expressão	EXP (0.176)	p-value	0.050
Erro quadrático	0.006367	Dados	
Teste Qui-quadrado		Numero de dados	96
Numero de intervalos	4	Valor mínimo	0.01
Graus de liberdade	2	Valor máximo	1,06
Teste estatístico	3.76	Média	0,176
p-value	0.169	Desvio Padrão	0,226

Fonte: Elaboração própria

As distribuições disponíveis no *software Input Analyzer* que mais se adequam são a Weibull para o tempo entre chegadas e a beta para os tempos de atendimento. Entretanto o modelo resultante seria o Gi/G/m, cujas equações analíticas relativas ao desempenho do sistema ainda são desconhecidas.

Portanto optou-se por utilizar o M/M/s como aproximação, sendo válida pelos *p-values* que são maiores ou iguais a 0,05. Logo não há evidências fortes ou moderadas contra a hipótese de aderência, ou seja, para rejeitar a distribuição exponencial.

5. Análise de Resultados

A seguir, são apresentadas no Quadro 05 as taxas de chegada e atendimento utilizadas, bem como o tempo médio de espera em fila do cenário atual. Foi também realizado o cálculo da utilização de acordo com as taxas coletadas

Quadro 05 - Resultados Gerais para o Cenário Atual

Cenário Atual - Sistema com 2 atendentes	Resultados
Taxa de Chegada (Clientes/hora)	124,14
Taxa de Atendimento Caixa 1 (Clientes/hora)	38,3
Taxa de Atendimento Caixa 2 (Clientes/hora)	36,73
Taxa de Atendimento Média (Clientes/hora)	37,52
Tempo Médio de Espera na Fila (Minutos)	08:23
Utilização Calculada (p)	1,65

Fonte: Elaboração própria

Pelos resultados do quadro 05, pode-se observar que a taxa de chegada de clientes na fila é de 124,14 clientes por hora, ou seja, com uma taxa de chegada de clientes a cada 29 segundos. Vale ressaltar que alguns clientes chegam em grupos de dois ou mais. Obteve-se como tempo médio de atendimento aos clientes pelos caixas 1 e 2 os tempos de 1min34seg e 1min38seg, respectivamente. Dessa forma a taxa de atendimento média de cliente por hora é 37,52 resultando na capacidade de atender aproximadamente 75,04 clientes por hora no sistema.

Deve-se destacar a taxa de utilização calculada encontrada acima de 100%. Este fato deve-se a taxa de chegada de clientes neste período do dia ser superior a capacidade de atendimento, ocasionando longas filas. Dessa forma, a fila tende ao infinito, impossibilitando calcular analiticamente o número médio de clientes no sistema e na fila, e tempo médio no sistema e na fila. Com tais dados, é possível afirmar que há uma ineficiência no sistema de atendimento durante o horário de estudo.

Com o intuito de melhorar o serviço de atendimento ao cliente da loja, foram realizadas análises de cenários visando à melhoria do sistema. Estas análises consideraram as taxas de chegada e de atendimento média do cenário atual, alterando somente a quantidade de caixas disponíveis para atendimento.

No primeiro cenário foi proposto o número mínimo de 4 atendentes, conforme mostrado na equação abaixo:

$$s > \frac{\lambda}{\mu} > \frac{124,14}{37,52} > 3,3$$

$$s_{min}=4 \text{ atendentes}$$

Assim, foi analisado o sistema com quatro atendentes, conforme mostrado no Quadro 06.

Quadro 06 - Cenário 1: Sistema com quatro atendentes

Sistema com 4 atendentes	Resultados
Utilização (p)	0,83
Número Médio de Clientes no sistema (Ls)	6,4
Número Médio de Clientes na fila (Lq)	3,09
Tempo Médio no Sistema em minutos (Ws)	03:06
Tempo Médio na Fila em minutos (Wq)	01:30

Fonte: Elaboração própria

Configurando o sistema dessa forma, com quatro atendentes, obteve-se em média um sistema com 3 clientes em espera na fila e 6,4 no sistema. Observa-se também o tempo médio de espera na fila por cliente de 01min30seg e no sistema 03min06seg. O cálculo da taxa de ocupação resultou em 83%, mostrando que é uma taxa aceitável de modo que o sistema deixe de ficar sobrecarregado.

A seguir, foi proposto um cenário com cinco atendentes (quadro 07). Neste cenário, o sistema possui em média 0,63 clientes em espera na fila e 3,9 no sistema. O tempo médio que cada cliente espera na fila 00min18seg e no sistema 01min54seg. A taxa de ocupação diminui para 66% aumentando dessa forma o tempo de ociosidade para 34%.

Quadro 07 - Cenário 2: Sistema com cinco atendentes

Sistema com 5 atendentes	Resultados
Utilização (p)	0,66
Número Médio de Clientes no sistema (Ls)	3,93
Número Médio de Clientes na fila (Lq)	0,63
Tempo Médio no Sistema em minutos (Ws)	01:54

Tempo Médio na Fila em minutos (Wq)	00:18
-------------------------------------	-------

Fonte: Elaboração própria

Como afirmado anteriormente, o cenário atual com dois atendentes é ineficiente dentro do horário de pico. No Quadro 08, apresentado a seguir, encontram-se os dados de utilização e tempo médio de espera na fila do cenário atual e dos cenários propostos 1 e 2.

Quadro 08 – Comparação entre cenários

Cenários	Utilização	Tempo médio na Fila em Minutos
Cenário Atual com 2 Atendentes	1,65	08:23
Cenário Proposto 1 com 4 Atendentes	0,83	01:30
Cenário Proposto 2 com 5 Atendentes	0,66	00:18

Fonte: Elaboração própria

Como é possível observar, os cenários propostos com quatro e cinco atendentes respectivamente reduzem drasticamente o tempo médio na fila. Apesar do cenário com cinco atendentes possuir o menor tempo de espera, este possui uma taxa de utilização relativamente baixa.

O cenário com quatro atendentes possui uma taxa de utilização dentro dos padrões aceitáveis, tornando-se uma escolha mais viável e com um tempo médio de fila equivalente a 18% do atual. Portanto, define-se que o melhor cenário é a utilização de quatro atendentes durante o horário de pico.

6. Conclusão e Considerações Finais

Este artigo apresentou o funcionamento do sistema de atendimento aos clientes na fila do caixa de uma loja varejista. Foi possível identificar que a forma como o sistema opera atualmente não atende de maneira eficiente a quantidade de clientes que o utilizam durante o horário de pico. Operar com dois atendentes ocasiona em uma formação de fila muito grande, pois a taxa de chegada é maior do que a taxa de atendimento.

O intuito do artigo em utilizar a Teoria das Filas para analisar as características e o comportamento da fila no horário de pico para dimensionar a capacidade foi atendido. O resultado da proposta de utilizar de quatro atendentes alcança um bom nível de serviço com uma boa taxa de utilização.

Vale ressaltar que não se deve necessariamente contratar mais dois funcionários, visto que a necessidade de mais atendentes acontece apenas no horário estudado. Assim, propõe-se que seja feito um realocamento de funcionários de outros setores para o atendimento exclusivamente nesse período.

Apesar dos resultados obtidos mostrarem que é possível reduzir o tempo de espera em fila, esta análise possui fatores limitantes que, havendo o interesse, podem resultar em novos estudos. Tais fatores podem ser exemplificados como a falta da análise de custos mediante alocação de novos funcionários e de restrições de realocamento de funcionários, bem como o período restrito de coleta de dados.

Além disso, analisar a fila como M/M/s usualmente resulta em superdimensionamento do recurso. Portanto, cabe como sugestão para trabalhos futuros a análise da fila através de simulação computacional, usando as distribuições mais adequadas encontradas pelo *Input Analyzer* (distribuição Weibull para intervalo entre chegadas e a distribuição Beta para o atendimento).

7. Referências Bibliográficas

Almeida, D.A. e Leal, F. (2003). Uma análise da aplicação integrada de técnicas de mapeamento de processo com foco no cliente: estudo de caso do processo de atendimento de uma agência bancária, *X SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção*.

Andrade, E. L. (1989). Introdução à pesquisa operacional. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, p.156-171.

Arenales, M. Armetano, V. A., Morabito, R., Yanasse, H. H. (2007). Pesquisa Operacional: Para Cursos de Engenharia. Elsevier, Rio de Janeiro.

Barbosa, R. A. (2009). Modelagem e análise do sistema de filas de caixas de pagamento em uma drogaria: uma aplicação da teoria das filas. In: *XXIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção: A engenharia de produção e o desenvolvimento sustentável integrando tecnologia e gestão*. Salvador, Ba, Brasil.

Chwif, L. e Medina, A. C. (2010). Modelagem e simulação de eventos discretos. São Paulo: ed. Do autor.

Corrêa, H. L. (2005). Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas.

Deloitte. (2009). Análise setorial varejo: um setor em grande transformação. Disponível em: <[Http://www.deloitte.com/assets/dcombrasil/local%20assets/documents/analise%20setorial%20varejo.pdf](http://www.deloitte.com/assets/dcombrasil/local%20assets/documents/analise%20setorial%20varejo.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2016.

Fogliatti, M. C. e Mattos, N. M. C. (2007). Teoria de filas. Rio de Janeiro: Interciência.

Gianesi, I. G. N. e Corrêa, L. H. (2005). Administração estratégica de serviços: operações para a satisfação do cliente. Bookman, Porto Alegre.

Hillier, F. e Lieberman, G. J. (2001). Introduction to Operations Research. 7. Ed. São Paulo: McGraw-Hill.

Kendall, D.F. (1953). Stochastic processes occurring in the theory of queues and their analysis by the method of the imbedded markov chains. *Ann. Math. Statist.*, v. 24, p.338-354.

Matos, C. L. (2000). Avaliação e análise do desempenho dos processos de serviço, numa agência bancária, sob a ótica de seus clientes e funcionários da “linha de frente”. Dissertação [Mestrado Em Eng. Produção] Programa de Pós-Graduação em Engenharia De Produção, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, SC.

Morabito, R., e Lima, F.C.R. (2000). Um modelo para analisar o problema de filas em caixas de supermercados: um estudo de caso. *Pesqui. Oper.* Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 59-71.

Moreira, D. A. (2007). Pesquisa operacional: curso introdutório. São Paulo: Thomson.

Pereira, C. R. V. (2009). Uma Introdução às Filas de Espera. Rio de Janeiro: UERJ, 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade da Madeira, Funchal, Portugal.

Prado, D.S. (2009). Teoria das filas e da simulação. 4. Ed. Nova lima: INGD Tecnologia e Serviços LTDA.

Praia, C. R. e Gomes C. F. S. (2013). Simulação computacional aplicada à modelagem do processo de recebimento de uniformes na marinha do brasil. Natal. *XLV SBPO*.

Romero, C. M., Sales, D. S., Vilaça, I. L., Chavez, J. R. A.; Cortes, J. M. (2010). Aplicação da teoria das filas na maximização do fluxo de paletes em uma indústria química. *Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, v.2, n.3, p.226-231.

Slack, N; et al. (1997). Administração da produção. São Paulo: Atlas.

Sinay, M.C.F. (2005) Teoria das Filas. Apostila do curso de especialização em transporte ferroviário de cargas do Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro.

Sociedade Brasileira de Varejo e Consumo. (2015). Estudo o papel do varejo na economia brasileira. Disponível em: <http://www.sbv.com.br/2014/wp-content/uploads/2015/04/o-papel-do-varejo-na-economia_apresenta%3a7%c3%a3ooficial1.pdf> acesso em: 10. mai. 2016.