

Aplicação da Teoria das Filas em um Supermercado localizado na região Centro-Oeste do Estado do Paraná

Rafaela Viletti, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão

rafa_viletti@hotmail.com

Valderice Herth Junkes, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão

valdericeh@hotmail.com

Marcos Augusto Antunes Machado Pedroso, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão

marcosaugusto_mp@hotmail.com

Bruna Aparecida de Oliveira, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão

brunadeoliveira1203@gmail.com

Tainara Rigotti de Castro, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão

tainararcastro@hotmail.com

Resumo: A Teoria das Filas é uma ferramenta da Pesquisa Operacional que possui papel fundamental na análise e planejamento de serviços, utilizando conceitos básicos de processos estocásticos e da matemática aplicada analisa o fenômeno de formação de filas e suas características. Por meio do estudo das filas, é possível implantar melhorias que aumentem a eficiência dos serviços nas organizações. Visto que atualmente, os longos tempos de espera em filas é um dos principais motivos de insatisfação dos clientes, otimizar os processos reflete em aumento da qualidade do serviço prestado e satisfação dos clientes. O objetivo da pesquisa é avaliar os parâmetros de efetividade de um sistema de uma fila e dois canais de atendimento (caixa rápido) de um supermercado. A pesquisa foi classificada quanto aos fins como descritiva e quanto aos meios como bibliográfica e estudo de caso, para a coleta de dados realizou-se visitas ao supermercado em horários de pico e foram cronometrados e anotados os tempos de chegada, atendimento e saída dos clientes do sistema, assim, foi possível a obtenção das particularidades desse sistema. Por fim, foi possível concluir que o sistema apresenta uma sobrecarga aceitável, e sugere-se a realização de trabalhos futuros em dias distintos.

Palavras-chave: Pesquisa Operacional; Planejamento de Serviços; Estudo de Filas.

1. Introdução

A Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008) definiu as dez grandes áreas de atuação do engenheiro de produção, entre elas se encontra a Pesquisa Operacional (PO), definida como aquela que abrange a resolução de problemas reais envolvendo situações de tomada de decisão, por meio de modelos matemáticos, aplicando conceitos e métodos de outras disciplinas científicas na concepção, no planejamento ou na operação de sistemas para atingir seus objetivos.

A Teoria das Filas é um setor da PO que utiliza conceitos básicos de processos estocásticos e de matemática aplicada para analisar o fenômeno de formação de filas e suas

características, visando prever o comportamento da mesma a fim de dimensionar instalações, equipamentos e infraestrutura (BRUNS; SONCIM; SINAY, 2001).

Nesse contexto, a Teoria das Filas busca tratar de problemas de congestionamento de sistemas, bem como os atrasos sofridos pelos usuários do sistema, podendo ser aplicado nas variadas áreas da administração, desde política do atendimento ao cliente, a programação de linhas de montagem (CAIXETA FILHO, 2004).

De acordo com Figueiredo e Rocha (2010) o congestionamento de clientes em filas para a aquisição ou o pagamento de mercadorias, de serviços telefônicos, bancários, conexão de internet ou, ainda, o congestionamento de tarefas a serem executadas por um equipamento, como uma impressora, por exemplo, é um problema fundamental com que a administração de um negócio deve lidar, pois o tempo de espera em uma fila é um dos itens que retrata a qualidade do atendimento do estabelecimento comercial, do prestador de serviço ou do equipamento, sendo que geralmente apresentam filas ambientes onde há um excesso de demanda sobre o sistema de fornecimento.

No que se diz respeito a filas que se formam em caixas rápidas de supermercados, os congestionamentos merecem atenção, visto que os consumidores correlacionam o tempo total gasto no supermercado com a falta de organização geral do mesmo (MORABITO; LIMA, 2000). Sendo assim, é necessário que o responsável pelo estabelecimento leve em consideração o comportamento dos clientes, pois muitas vezes os mesmos não estão dispostos a permanecer na fila durante longos períodos, e conseqüentemente o mesmo pode trocar, desistir da fila ou abandonar o sistema devido ao tempo de espera (SANTOS, et al., 2016).

Nesse contexto, o trabalho é elaborado com a justificativa de se desenvolver os conceitos de Teoria das Filas perante a Engenharia de Produção. O objetivo é avaliar os parâmetros de efetividade de um sistema de uma fila que se forma no acesso de dois canais de atendimento (caixa rápido) de um Supermercado localizado na região Centro-Oeste do estado do Paraná.

Este estudo está estruturado em seis seções. Na primeira, a pesquisa foi contextualizada, além da justificativa e o objetivo da pesquisa apresentados. Na segunda seção é apresentada a Fundamentação Teórica em torno das peculiaridades das filas. Na seção três encontra-se uma Revisão de Literatura em torno de pesquisas que objetivaram a aplicação do conceito de Teoria das Filas. Na quarta seção, os procedimentos metodológicos serão descritos. Na quinta e sexta seções, respectivamente, se encontram os resultados e discussões e considerações finais. Por fim, apresentam-se as referências utilizadas.

2. Teoria das Filas

A Teoria das Filas trata de problemas da espera em todas as formas, utilizando-se modelos de filas para representar os diversos tipos de sistemas de filas que surgem na prática, ou seja, sua característica principal é a presença de clientes solicitando serviços de alguma forma, onde a espera desse serviço faz com que forme uma fila (HILLIER, 2006).

Com esse estudo, é possível analisar e determinar qual a quantidade correta de equipamentos (serviço), qual o melhor layout e o melhor fluxo dentro do sistema (FOGLIATTI, MATTOS, 2007).

De acordo com Hillier (2006), fornecer uma capacidade de atendimento em excesso na operacionalização do sistema ocasionará em custos demasiados, porém, não fornecer

capacidade de atendimento suficiente resultara em um congestionamento de clientes com esperas excessivas.

Há duas características principais das filas de espera:

a) Os padrões de chegada são aleatórios e irregulares, impossibilitando a certeza dos números de chegadas e o tempo médio de chegada.

b) Os tempos de atendimento variam entre as chegadas.

De acordo com Prado (2006), há quatro elementos básicos que compõem um sistema de filas:

a) Forma dos atendimentos: é um levantamento estatístico do número de clientes atendidos por uma unidade de tempo, para assim determinar a distribuição de probabilidades do número de atendimentos ou da duração de cada atendimento, uma vez que esse tempo pode ser regular ou aleatório, onde o ultimo caso é o mais comum. Além disso, há dois fatores que devem ser analisados na definição do regime de atendimento: a disponibilidade de serviço e a capacidade de atendimento simultâneo do sistema (número de postos de serviços para o atendimento do cliente);

b) Forma das Chegadas: é um levantamento estatístico com a finalidade de descobrir se o processo de chegadas pode ser caracterizado por uma distribuição de probabilidades, cujo processo de chegada é aleatório (o número de clientes que chegam por unidade de tempo varia ao acaso). Além disso, há 2 características principais: o processo de chegadas pode estar no estado estacionário, em que a distribuição de probabilidades que identifica o processo hoje será a mesma de amanhã, ou no estado não-estacionário, em que a distribuição de probabilidades de um evento varia com o tempo;

c) Disciplina da Fila: é um conjunto de regras que determina o comportamento da fila, ou seja, a ordem em que os clientes podem ser atendidos, esse atendimento pode ser feito pela ordem de chegada, primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido (FIFO - First In First Out), último a chegar é o primeiro a ser atendido (LIFO - Last In First Out), aleatório, ou com prioridades.

d) Estrutura do Sistema: Os sistemas de filas podem ter estruturas muito variadas, e cada caso exige um estudo analítico diferente, como demonstra o tópico a seguir.

2.1 Sistemas das filas

Um sistema de filas, ou estrutura do sistema, é um processo qualquer em que as pessoas chegam para receber um serviço na qual as mesmas estavam esperando (FOGLIATTI, MATTOS, 2007). De acordo com Chase, Jacobs e Aquilano (2004), as filas podem estar dispostas nas seguintes configurações:

a) Sistema de uma fila e um canal: é o tipo mais simples de filas, que consiste em um único atendente e uma fila, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

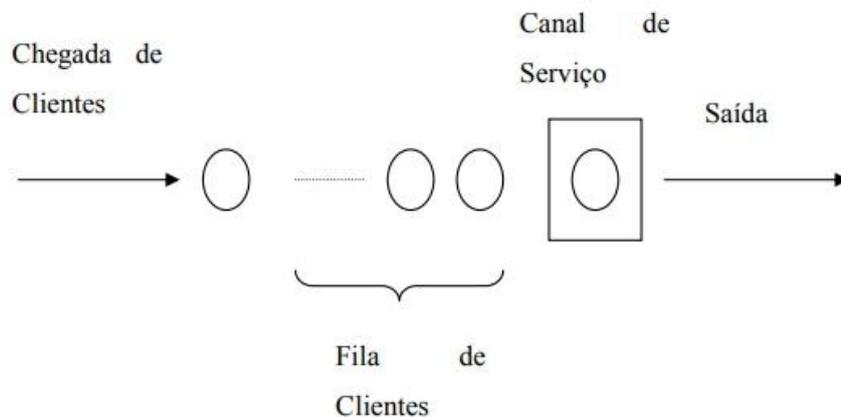


FIGURA 1 - Sistema de Uma Fila e Um Canal. Fonte: Moraes, 2014.

b) Sistema de uma fila e múltiplos canais: consiste em vários atendentes para uma única fila (Figura 2), resultando em dificuldade em diferentes tempos de serviço para cada cliente, velocidade e fluxo desigual entre os mesmos.

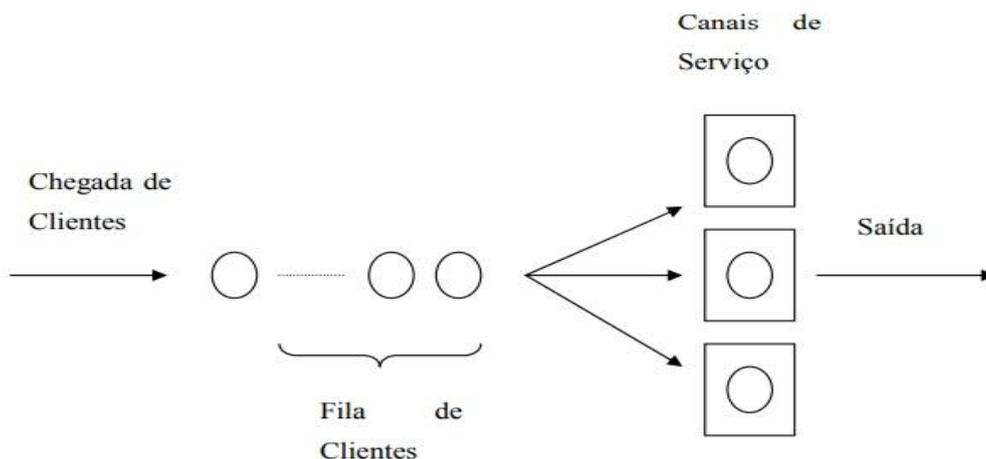


FIGURA 2 - Sistema de Uma Fila e Múltiplos Canais. Fonte: Moraes, 2014.

c) Sistema complexo de filas e canais em série e paralelo: possui vários canais e várias filas, sendo que dois ou mais serviços são efetuados em sequência, conforme pode ser visualizado na Figura 3.

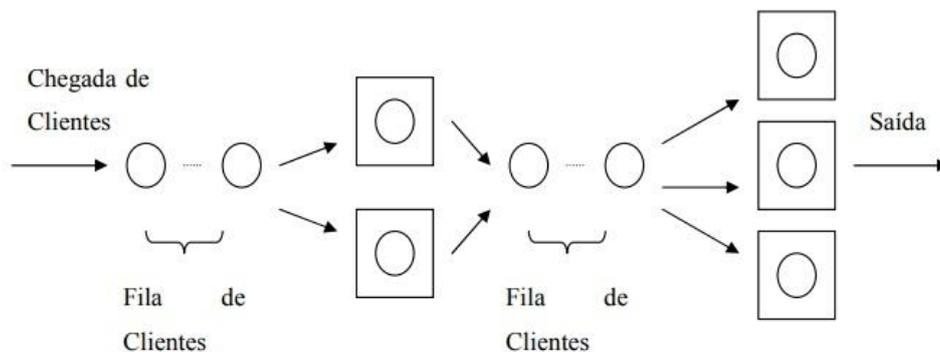


FIGURA 3 - Sistema complexo de filas e canais em série e paralelo. Fonte: Moraes, 2014.

Nesta pesquisa, serão aplicados os conceitos do sistema de filas para uma fila e diversos canais.

2.2 Características do Sistema de Uma Fila e Diversos Canais

Andrade (2009), explica diversos modelos de Sistemas de Filas, dentre eles, as características para o modelo do sistema de uma fila e diversos canais são as seguintes:

- a) As chegadas se processam segundo a distribuição de Poisson, com média de λ chegadas/unidades de tempo;
- b) Os tempos de atendimento, por canal, seguem a distribuição exponencial negativa, com média de $1/\mu$;
- c) O atendimento é feito por ordem de chegada;
- d) O número de canais de serviço no sistema é S ;
- e) O número de clientes é suficientemente grande para que a população possa ser considerada infinita;
- f) O ritmo de serviço é $\mu \cdot S$;
- g) A condição de estabilidade do sistema é $\lambda < \mu \cdot S$.

2.2.1 Modelagem do Sistema de Uma Fila e Diversos Canais

Por se tratar de um modelo de filas Markovianas, que possuem chegadas e atendimentos seguindo as distribuições de Poisson, é possível utilizar equações para o modelo, utilizando a modelagem proposta por Prado (2006).

Sabendo a Taxa de Chegada (λ) e a Taxa de Atendimento (μ), é possível calcular a Probabilidade de ociosidade do sistema (Equação 1).

$$P(0) = \frac{1}{\sum_{j=0}^{S-1} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^S}{(S-1)!(S-\rho)}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: S é o Número de serviços (atendentes); ρ é o Fator de utilização (calculado por meio da Equação 2).

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (\text{Equação 2})$$

A Probabilidade de que todos os canais estejam ocupados é calculada utilizando a Equação 3.

$$P_{\text{ocup.total}} = (P(n \geq S)) = \frac{\rho^S}{(S-1)!(S-\rho)} \cdot P(0) \quad (\text{Equação 3})$$

É possível determinar o Número de clientes na Fila (NF) a partir da Equação 4.

$$NF = \frac{\rho}{S-\rho} \cdot P_{\text{ocup.total}} \quad (\text{Equação 4})$$

Para o cálculo do Tempo médio de espera na Fila (TF), utiliza-se a Equação 5.

$$TF = NF \cdot \frac{1}{\lambda} \quad (\text{Equação 5})$$

Pode-se calcular também o Número médio de clientes no Sistema (NS) (Equação 6).

$$NS = NF + \rho \quad (\text{Equação 6})$$

Finalmente, determina-se o Tempo médio gasto no Sistema (TS), utilizando a Equação 7.

$$TS = NS \cdot \frac{1}{\lambda} \quad (\text{Equação 7})$$

3. Revisão de Literatura

Para a revisão de literatura, buscaram-se trabalhos referentes a aplicação de Teoria das Filas, a fim de contextualizar a pesquisa realizada e buscar base para o desenvolvimento do estudo.

Autores/Ano	Título do artigo	Descrição
CUNHA et al. (2016)	Estudo de caso sobre Teoria das Filas em uma secretaria escolar do estado do Pará	Os autores integraram os conceitos da Teoria das Filas afim de oferecer suporte à formulação e avaliação de estratégias viáveis para a melhoria da gestão de serviços públicos oferecidos por uma secretaria escolar. A pesquisa fez uso de informações sobre como os atendentes de comportam na secretaria e por fim propuseram melhorias como a contratação de um novo atendente afim de otimizar o atendimento.
GADELHA et al. (2016)	Aplicabilidade de Teoria de Filas e simulação de Monte Carlo em uma loja de departamentos em Castanhal/Pará	Os autores aplicaram a teoria das filas para analisar um problema de congestão em caixas de uma loja de departamentos. A pesquisa foi voltada a análise do número de atendentes em relação à demanda do estabelecimento, a taxa de ocupação dos atendentes e o tempo médio de espera nas filas. Ao término do artigo, é possível demonstrar conceitos envolvidos por trás de uma fila e evidenciar problemas, bem como sugerir melhorias.
SILVA et al. (2015)	Estudo realizado sobre Teoria das Filas aplicado a uma casa lotérica no município de Marabá	Os autores analisaram o sistema de filas de uma casa lotérica através de duas ferramentas de Pesquisa Operacional: teoria das filas e simulação, com o intuito de fazer um comparativo entre ambas. De acordo com a pesquisa, determinou-se que a simulação é a melhor escolha no caso em questão.
LIMA et al. (2016)	Estudo da Teoria das Filas aplicado a uma empresa prestadora de serviços de postagem	Os autores utilizaram a teoria das filas em uma empresa prestadora de serviços de postagem, os resultados demonstraram a probabilidade de o sistema estar vazio, com a capacidade totalmente utilizada, entre outros cenários. Com esses resultados, a empresa pode buscar melhorias e resolver problemas de insatisfação dos clientes.
ALMEIDA et al. (2016)	Aplicação da Teoria das Filas em uma panificadora localizada na cidade de Belém/PA	Os autores aplicaram os conceitos da teoria das filas para analisar o comportamento da fila de uma panificadora, os resultados mostraram que a capacidade do sistema da empresa é adequada com a utilização dos dois postos de atendimentos presentes no local.
CUMINO et al. (2016)	Teoria das Filas aplicada a uma drogaria localizada na região metropolitana de Belém	No estudo realizado, os autores aplicaram o estudo da teoria das filas para avaliar os indicadores de desempenho da prestação de serviços, como o tempo médio de espera em fila e a produtividade da instalação de serviço em uma drogaria. Com os dados foi possível simular os limites da taxa de chegada ideais para quatro postos de atendimento.

QUADRO 1 - Revisão de literatura (Continua).

XI EEPA

XI ENCONTRO DE ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL

Anais ISSN - 2176-3097

Autores/Ano	Título do artigo	Descrição
CARVALHO, COSTA e SILVA (2016)	Aplicação da Teoria das Filas para estudo de capacidade de atendimento em caixas eletrônicos numa agência bancária	Os autores realizaram um estudo de caso com base na teoria das filas para avaliar a capacidade de autoatendimento de uma agência bancária. Com o levantamento das taxas de chegada e atendimentos médios, foi possível simular e analisar a situação real e novos cenários, e propor medidas preventivas que otimizassem o processo.
LOBATO <i>et al.</i> (2016)	Aplicação da Teoria das Filas em uma unidade de cinema	Os autores avaliaram o comportamento das filas de atendimento em uma unidade de cinema, os dados coletados foram trabalhados nos softwares: excel e stat fit, sendo observado que o sistema atual é instável. Através dos dados, os autores propuseram melhorias através de um ciclo PDCA, afim de proporcionar um melhor desempenho na gestão de filas da empresa.
PADOVAN <i>et al.</i> (2016)	Aplicação da Pesquisa Operacional para análise do atendimento em agência da Previdência Social	Os autores aplicaram a teoria das filas em uma agência de previdência social, com o objetivo de observar o tempo de espera nas filas. Foram determinados indicadores afim de analisar o desempenho do sistema. Com os dados, foi possível concluir a melhor semana para os clientes utilizarem a agência, visando diminuir a ociosidade e apresentar formas de melhorar a alocação de recursos nas operações de atendimento.
LIMA <i>et al.</i> (2015)	A Teoria das Filas como ferramenta de apoio para análise de uma empresa de lava-rápido em Volta Redonda	Os autores aplicaram o estudo da teoria das filas em um serviço de lava-rápido, verificando que 17,3% dos seus clientes potenciais vão embora por não achar vaga para estacionar e esperar o atendimento, em relação aos demais resultados encontrados, realizou-se uma pesquisa com os clientes para determinar seus níveis de satisfação.

QUADRO 1 - Revisão de literatura (fim).

A partir dos trabalhos levantados acerca do tema da Teoria das Filas é possível observar a importância de analisar o sistema de filas em todos os estabelecimentos independente do ramo de atuação da empresa, visando sempre manter o nível de satisfação do cliente alto e sem sobrecarga dos canais de atendimento. Com o estudo da ferramenta, pode-se identificar as falhas e buscar melhorias, como observado nos casos descritos dispostos no Quadro 1. A revisão de literatura é indispensável, pois busca expor resultados obtidos com pesquisas referentes ao tema proposto.

4. Metodologia

Para realização deste estudo o método de abordagem utilizado foi o misto, que de acordo com Creswell (2007) é empregado quando se utiliza tanto de dados quantitativos quanto qualitativos na busca de um melhor entendimento do problema de pesquisa.

A pesquisa foi classificada quanto aos fins como descritiva, visto que tem por foco descrever as características de um determinado fenômeno (FREITAS; GONÇALVES, 2015), com a preocupação com a atuação prática do mesmo (GIL, 2008). Assim, objetivou-se identificar as características das filas do sistema em questão e avaliar seus parâmetros de efetividade.

Quanto aos meios, classificou-se como bibliográfica e estudo de caso (GIL, 2008). Bibliográfica, pois foram coletadas informações em materiais publicados em livros e mídias eletrônicas para a base da fundamentação e revisão teórica. Para elaboração da Revisão de Literatura, buscaram-se publicações recentes (2015 e 2016) que tratavam da aplicação da Teoria das Filas. As buscas foram realizadas nos anais de eventos de Engenharia de Produção:

o Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) e o Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), bem como a base de dados Scielo. Estudo de caso, pois se procurou conhecer o funcionamento e particularidades do sistema de filas em questão.

Para a coleta de dados, as visitas no supermercado ocorreram nos dias 27, 28 e 29 de junho de 2017 no horário de funcionamento das 17h40min às 19h20min. O horário foi escolhido devido ao grande fluxo de clientes, de acordo com as observações previamente realizadas e relatos dos proprietários. Os dados foram coletados nos dois caixas rápidos que se encontravam em funcionamento no referido horário, caracterizando o sistema como de uma fila e diversos canais. Vale destacar que o atendimento é realizado por ordem de chegada. Com o auxílio de um cronômetro, papel e caneta, foram anotados: o horário em que o cliente chegava na fila; o horário em que começava a ser atendido; o horário em o atendimento terminava. Assim, foi possível conhecer a quantidade de clientes que chegavam por minuto, o total de clientes atendidos, bem como o tempo de atendimento de cada um. Todos os dados coletados foram tratados por meio da planilha do Microsoft Office Excel 2010.

5. Resultados e discussões

5.1. Estudo de caso

A Empresa analisada é um supermercado situado na região Centro-Oeste do Paraná. Atualmente, o estabelecimento conta com 48 funcionários, mas apenas 21 possuem contato direto com os clientes. O funcionamento acontece em horário comercial, de segunda à sábado das 08h30min às 19h20min.

Este estabelecimento foi escolhido para a realização do estudo de caso devido a disponibilidade de informações e a qualidade do serviço que essa Empresa fornece para a população, além da grande quantidade de pessoas que realizam compras no estabelecimento. Identificou-se que existe apenas uma fila no caixa rápido (limitado a 10 produtos por cliente) e dois canais de serviço para atendimento. Cada caixa é responsável por realizar a cobrança das compras efetuadas, através de um sistema informatizado, e empacotar os produtos. O pagamento pode ser realizado em dinheiro, cheque ou cartão. O último é uma forma de pagamento que leva um pouco mais tempo para ser realizado, pois depende da conectividade com a operadora do cartão.

5.2. Aplicação da Teoria das Filas

A partir dos conceitos teóricos já expostos, aplicou-se a Teoria das Filas em um caso prático de caixa rápido de supermercados. O período observado foi de 306,88 minutos (5,11h), e, nesse período, foram atendidos 332 clientes. Os dados coletados encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 – Dados obtidos dos dois caixas nos três dias observados.

Caixa	Dia	Atendimentos	Minutos de Trabalho
1	27	54	76,20
	28	55	68,92
	29	62	95,45
2	27	52	59,90
	28	53	56,10
	29	56	87,40
Total		332	443,97
Tempo observado			306,88

Com os dados da Tabela 1, calculou-se a taxa de chegada (λ) (332 clientes/306,88 minutos), o Tempo de Atendimento (TA) (443,97 minutos de trabalho total/332 clientes), e a taxa de atendimento (μ) (1/TA). Os cálculos foram realizados em minutos para uma melhor manipulação dos números. Calculou-se também o fator de utilização ρ , resultando 1,44.

Número médio de clientes na Fila (NF) (Equação 4), posteriormente o Tempo médio de espera na Fila (TF) (Equação 5). Em seguida, foi determinado o Número de clientes no Sistema (NS) utilizando a Equação 6, e finalmente calculou-se o Tempo médio gasto no Sistema (TS) a partir da Equação 7.

Os parâmetros de λ , S, μ , ρ , NS, NF, TS e TF estão descritos na Tabela 2.

TABELA 2 - Parâmetros.

Parâmetros	Resultados
Chegadas (λ)	1,08 clientes/minuto
Servidores (S)	2 canais
Tempo de Atendimento (TA)	1,34 minutos/cliente
Atendimento (μ)	0,75 clientes/minuto
Fator de Utilização (ρ)	1,44 = 144%
Número de clientes no sistema (NS)	2,98 \cong 3 clientes
Número de clientes na fila (NF)	1,54 \cong 2 clientes
Tempo no sistema (TS)	2,76 minutos
Tempo na fila (TF)	1,43 minutos

Analisando a Tabela 1 percebeu-se pelo fator de utilização que o sistema está com sobrecarga, porém, levando em consideração que o estudo foi realizado no horário de maior movimento de clientes, esta sobrecarga é aceitável.

Sugere-se um estudo no começo de mês, onde há maior circulação de pessoas, dias de feriados, e até mesmo em dias normais, a fim de verificar se realmente há necessidade da implantação de um novo caixa ou mudança de layout, para evitar tanto a sobrecarga quanto a ociosidade.

6. Considerações finais

O estudo da teoria das filas aplicado aos caixas rápidos do supermercado, demonstra a utilização da ferramenta de Pesquisa Operacional (PO) em tarefas simples do cotidiano da sociedade, sendo possível observar que mesmo em pequenos processos podem ser realizados um diagnóstico do desempenho atual a fim de sugerir melhorias com o intuito de otimizar estes processos.

O sistema de atendimento objeto de estudo, apresenta uma única fila para dois canais de atendimento, e suporta apenas um cliente por vez em cada um dos canais. De acordo com os dados levantados, observou-se que um cliente passa em média 1,43 minutos na fila e 2,76 minutos no sistema, verificando-se que o sistema está com sobrecarga, entretanto, aceitável, por se tratar de um horário de maior movimento, na qual a implementação de um novo caixa irá deixar o sistema ocioso e resultar em custos altos e desnecessários para o supermercado.

Em relação ao nível de satisfação dos clientes, sugere-se a realização de uma pesquisa a fim de determinar se atualmente o tempo de espera (TF) pelo atendimento é satisfatório. Para estudos futuros, sugere-se uma coleta e análise de dados em dias e horários distintos ao desta pesquisa: feriados, início de mês e em dias normais, para verificar se há necessidade de implementação de um novo caixa ou mudança de *layout*.

Referências

- ALMEIDA, A.C. et al. *Aplicação da Teoria das Filas em uma panificadora localizada na cidade de Belém/PA*. Anais do XXIII Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru – SP, 2016. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=11&art=114&cad=22579&opcao=com_id> Acesso em: 07/07/2017.
- ANDRADE, E. L. Problemas de Congestionamento das Filas. In: ANDRADE, E. L. *Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para análise de decisões*. Ed. 4. Rio de Janeiro : LTC, 2009. Cap. 6, p. 104-120.
- ARENALES, M. et al. *Pesquisa operacional*. 1. ed., 6. reimpr. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ABEPRO. *Áreas da Engenharia de Produção*. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&s=1&c=362>>. Acesso em: 03 jun. 2017.
- ATANAZIO JUNIOR, P. A. *Modelagem De Um Problema De Programação Binária Para Auxílio Na Alocação De Mão De Obra De Manutenção: Um Estudo De Caso*. Monografia De Graduação Em Engenharia De Controle E Automação - CECAU - Colegiado Do Curso De Engenharia De Controle E Automação, Universidade Federal De Ouro Preto Escola De Minas, Ouro Preto, 2012. Disponível em: <<http://www.em.ufop.br/cecau/monografias/2012/Paulo%20Antonio%20Atanzio%20Junior.pdf>> Acesso em: 26 jun. 2017.
- BRUNS, R. SONCIM, S. P; SINAY, M. F. D; *Pesquisa Operacional: Uma Aplicação Da Teoria Das Filas A Um Sistema De Atendimento*. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), Salvador – BA, 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR60_0158.pdf> Acesso em: 03 jun. 2017.
- CAIXETA-FILHO, J. V.. *Pesquisa operacional: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais*. São Paulo: Atlas, 2004.
- CARVALHO, L. M. R.; COSTA, R. E.; SILVA, R. M. *Aplicação da Teoria das Filas para estudo de capacidade de atendimento em caixas eletrônicos numa agência bancária*. Anais do XXIII Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru – SP, 2016. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=11&art=817&cad=25216&opcao=com_id> Acesso em: 07/07/2017.
- CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. *Administração da Produção para a Vantagem Competitiva*. 10. ed. Porto Alegre, RS.: Bookman, 2004.
- CRESWELL, J. W. *Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- CUMINO, D. M. et al. *Teoria das Filas aplicada a uma drogaria localizada na região metropolitana de Belém*. Anais do XXIII Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru – SP, 2016. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=11&art=143&cad=22182&opcao=com_id> Acesso em: 07/07/2017.

CUNHA, B. B. et al. *Estudo de caso sobre Teoria das Filas em uma secretária escolar do estado do Pará*. Anais do XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa – PB, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_316_30219.pdf> Acesso em: 07/07/2017.

FIGUEIREDO, D. D.; ROCHA, S. H. *Aplicação Da Teoria Das Filas Na Otimização Do Número De Caixas: Um Estudo De Caso*. 2010. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/1348/1/IC_FIGUEIREDO%2c%20Danielle%20Durski_2010.pdf> Acesso em: 26 jun. 2017.

FOGLIATTI, M. C.; MATTOS, N. M. C. *Teoria de Filas*. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2007.

FREITAS, A. R.; GONÇALVES, M. N. *Trabalho de conclusão de curso: o processo de construção de artigo científico*. Maringá: Eduem, 2015.

GADELHA, G. R. O.; et al. *Aplicabilidade de Teoria de Filas e simulação de Monte Carlo em uma loja de departamentos em Castanhal/Pará*. Anais do XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa – PB, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_231_350_29259.pdf> Acesso em: 07/07/2017.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HILLIER, Frederick S. *Introdução à pesquisa operacional*. Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman; tradução Ariovaldo Griesi; revisão técnica João Chang Junior. - São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

LIMA, B. P.; MEDEIROS, B. M. B.; MELO, C. M.; PINTO, J. M. G. *A Teoria das Filas como ferramenta de apoio para análise de uma empresa de lava-rápido em Volta Redonda*. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza- CE, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/tn_stp_211_252_28194.pdf> Acesso em: 07/07/2017.

LIMA, K. J. R.; MARTINS, C. S.; DIAS, G. D.; REATEGUI, L. L.; COSTA, L. B. *Estudo da Teoria das Filas aplicado a uma empresa prestadora de serviços de postagem*. Anais do XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa – PB, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_233_360_28859.pdf> Acesso em: 07/07/2017.

LOBATO, B. C.; MARTINS, H. S.; RODRIGUES, S. D.; MELO, A. N.; SANTOS, I. G. *Aplicação da Teoria das Filas em uma unidade de cinema*. Anais do XXIII Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru – SP, 2016. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=11&art=1876&cad=3194&opcao=com_id> Acesso em: 07/07/2017.

MARINS, F. A. S. *Introdução à Pesquisa Operacional*. São Paulo: Cultura Acadêmica, Pró Reitoria de Graduação, 2011.

MORABITO, R.; LIMA, F. C. R. *Um Modelo Para Analisar O Problema De Filas Em Caixas De Supermercados: Um Estudo De Caso*. *Pesqui. Oper.* vol.20 no.1 Rio de Janeiro June 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-74382000000100007&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em: 26 jun. 2017.

MORAIS, Márcia de Fátima. *Notas de Aula: Pesquisa Operacional II*. 2014. UNESPAR, Campo Mourão.

PADOVAN, A. G.; OLIVEIRA, P. A.; RODRIGUES, S. A.; CERVI, R. G. *Aplicação da Pesquisa Operacional para análise do atendimento em agência da Previdência Social*. *Tekhne e Logos*, Dec 2016, Vol. 7, n. 3, p. 16-28. ISSN 2176-4808. Disponível em: <<http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/431/278>> Acesso em: 07/07/2017.

PRADO, D. S. *Teoria das Filas e da Simulação*. Nova Lima (MG): INDG, 2006.

SANTOS, J. B. D. et al. *Estudo Da Teoria Das Filas Em Uma Unidade Farmacêutica Situada No Município De Abaetetuba, Pará*. 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_316_29765.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2017.

SILVA, S. S. et al. *Estudo realizado sobre Teoria das Filas aplicado a uma casa lotérica no município de Marabá*. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza- CE, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_211_252_26707.pdf> Acesso em: 07/07/2017.