



Aplicação da teoria das filas em um posto de gasolina localizado na região Centro-Oeste do Estado do Paraná

Regiane Silva do Espírito Santo, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão,
regiane.s.e.s@hotmail.com

Aryelen Caroliny Santos, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão,
aryelencarolinysantos@gmail.com

Karoline Yoshiko Gonçalves, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão,
karol_yoshiko@hotmail.com

Nayara Caroline da Silva Block, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão,
naay_block@hotmail.com

Tainara Rigotti de Castro, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão,
Tainararcastro@hotmail.com

Resumo: O presente trabalho trata da teoria das filas, ramo da Pesquisa Operacional que estuda as relações entre as demandas em um sistema e sua capacidade de atendimento. Este estudo teve por objetivo aplicação da teoria das filas em um posto de gasolina localizado na Mesorregião Centro Ocidental do Paraná. Esta pesquisa classifica-se, quanto aos fins, como descritiva e explicativa e, quanto aos meios como bibliográfica e estudo de caso. A coleta de dados foi realizada por meio de observação da bomba de gasolina aditivada, em horários de maior fluxo de clientes. Com a pesquisa, foi possível verificar que, com uma única bomba nestes horários propícios a grande fluxo de clientes provoca um congestionamento no sistema. Portanto, foi realizado uma simulação para um sistema de fila única e dois canais. Com isso, sugere-se a implantação de uma nova bomba de gasolina aditivada, pois desta forma a taxa de utilização reduziu para 60,71%, o número médio de clientes na fila e o tempo na fila diminuíram em 97,77%.

Palavras-Chave: Pesquisa Operacional; Filas; Simulação.

1. Introdução

As filas de espera aparecem em diversos sistemas de produção, particularmente em sistemas de serviços, tais como bancos e supermercados, sistemas de manufatura, em produtos aguardando processamento e também em sistemas de transporte (ARENALES *et al.*, 2007). Um sistema de filas é caracterizado por elementos que querem ser atendidos em um posto de serviço e que, eventualmente, devem esperar até que o mesmo esteja disponível (ANDRADE, 2000).

A presença de filas, para Moreira (2010), geralmente é associada a um excesso de demanda de um serviço sobre a capacidade de atendimento, ou seja, há mais clientes a atender do que postos de serviço para o atendimento, o que gera um congestionamento.

A teoria das filas, se mostra como uma alternativa para solucionar esses problemas. Segundo Teixeira (2004, apud Silva, 2014) a teoria permite dimensionar um sistema de filas a demanda de seus clientes, evitando gargalos e desperdícios.



Para isso, Moraes, Silva e Rezende (2011) afirmam que, de modo a aferir o comportamento do sistema de filas, associa-se medidas de desempenho como tempo médio de espera dos clientes na fila, tempo médio de chegada de clientes, probabilidade de encontrar o sistema lotado, entre outras. Dessa forma, a teoria das filas tenta por meio de análises matemáticas detalhadas, encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente (ou linha de produção) e seja viável economicamente para o provedor do serviço.

Nesse contexto, o presente trabalho se encaixa, segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABREPRO, 2008), na área de Pesquisa Operacional, sendo que a mesma visa a resolução de problemas envolvendo a tomada de decisão, por meio de modelos matemáticos, como a teoria das filas.

Dessa maneira, a pesquisa tem como objetivo geral aplicar a teoria das filas em um posto de gasolina, tendo-se como objetivos específicos: a) verificar o tempo gasto pelos usuários na fila; b) verificar o tempo de atendimento dos usuários; c) identificar o nível de utilização do sistema, e; d) sugerir melhorias. E se justifica pela importância do desenvolvimento da Teoria das Filas ao posto de gasolina, pois irá identificar o gargalo que está gerando filas e fornecer uma solução para o mesmo. Além disso, irá auxiliar trabalhos futuros.

O artigo se encontra estruturado em seis seções. Primeiramente foi apresentada uma introdução sobre a teoria das filas. A segunda seção consiste na fundamentação teórica, que irá explicar de maneira mais aprofundada sobre o assunto. Na seção três, a metodologia utilizada na elaboração da pesquisa. A revisão de literatura é apresentada na seção quatro. Após, o estudo de caso realizado é apresentado e discutido na seção cinco. A seção seis compreende a conclusão. E por fim, as referências utilizadas.

2. Teoria das Filas

A Teoria das Filas (ou Teoria de Congestão), segundo Arenales *et al.* (2007), é um ramo da Pesquisa Operacional que estuda as relações entre as demandas em um sistema e os atrasos sofridos pelos usuários deste sistema.

De acordo com Andrade (2000), existem diversos fatores que condicionam a operação de um sistema, ou seja, podem interferir tanto que o desempenho do sistema passa a ser função deles, são classificados em: forma dos atendimentos, forma das chegadas, disciplina da fila e estrutura do sistema.

a) Forma dos atendimentos: Diversos elementos, como o dimensionamento da capacidade, o treinamento dos atendentes, as rotinas administrativas, sistemas de informação, entre outros, são passíveis de atuação por parte do administrador, com a finalidade de melhorar o desempenho do sistema. Porém, devem ser considerados dois fatores na definição do sistema de atendimento, são eles: A disponibilidade do serviço e a capacidade de atendimento simultâneo do sistema;

b) Forma das chegadas: A chegada de clientes a um sistema ocorre, na maioria dos casos, de forma aleatória, ou seja, o número de clientes que chegam por unidade de tempo varia por unidade de tempo. Deve-se fazer um levantamento estatístico, para descobrir se o processo de chegadas pode ser caracterizado por uma distribuição de probabilidades. Para isso, as chegadas devem ser “estacionárias”, isto é, a distribuição de probabilidade que identifica o processo hoje deve ser o mesmo de amanhã.

c) Disciplina da Fila: São regras que determinam a ordem em que os clientes serão atendidos. Pode ser feito por ordem de chegada, pela ordem inversa de chegada, com prioridade, etc.



d) Estrutura do sistema: Os sistemas de filas podem ter estruturas muito variadas, e cada caso requer um estudo analítico diferente. A estrutura mais simples, exibida na Figura 1 é a de uma fila e um canal. Na Figura 2, mostra um sistema de uma fila e três canais e na Figura 3 é apresentado um sistema de várias filas e canais em série e em paralelo.

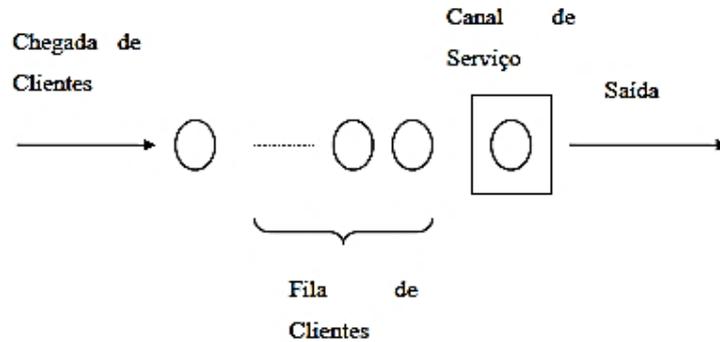


FIGURA 1 – Sistema de uma fila e um canal. Fonte: Adaptado de Andrade (2000).

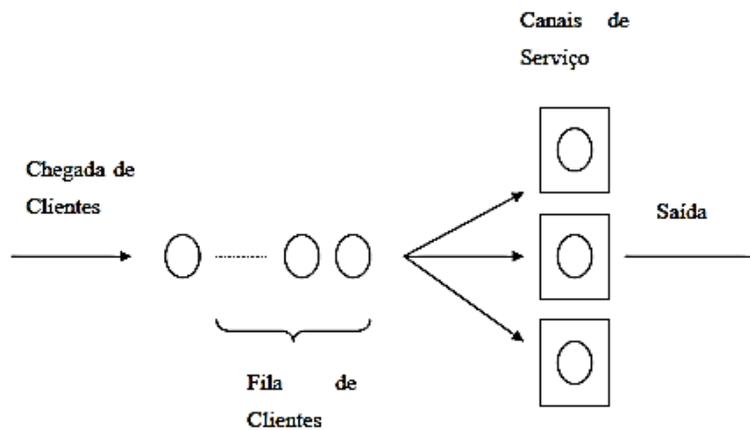


FIGURA 2 – Sistema de uma fila e três canais. Fonte: Adaptado de Andrade (2000).

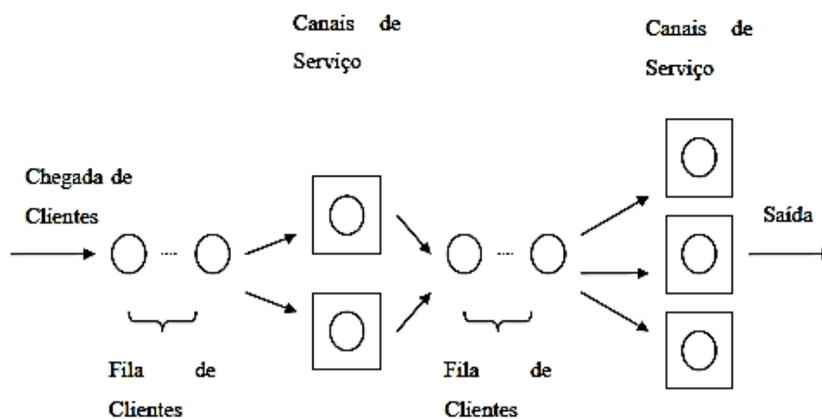


FIGURA 3 – Sistema de várias filas e vários canais. Fonte: Adaptado de Andrade (2000).

Para este trabalho serão aplicados os conceitos dos sistemas de uma fila e um canal e do sistema de uma fila e diversos canais.



2.1 Sistema de uma fila e um canal

Segundo Andrade (2000) algumas das características relevantes para medir o desempenho desse modelo são:

- Os clientes chegam de uma população infinita;
- O atendimento é feito por ordem de chegada;
- Não há abandono da fila;
- A taxa média de chegada é dada por (λ), seguindo uma distribuição de Poisson;
- A taxa média de atendimento (μ) e segue uma distribuição exponencial;
- A condição de estabilidade do sistema é $\lambda < \mu$.

De acordo com Moraes (2011), o modelo de sistema de um canal e uma fila com população infinita, possui equações que se baseiam nas características dos processos de chegada e de serviço (atendimento).

A taxa média de chegada dos clientes (λ), dada pela Equação 1.

$$\lambda = \frac{\text{chegada}}{\text{tempo}} \quad \text{Equação 1}$$

A taxa média de atendimento dos clientes (μ), dada pela Equação 2.

$$\mu = \frac{1}{\text{Tempo de Atendimento}} \quad \text{Equação 2}$$

A probabilidade (P) de que não haja clientes esperando na fila, representada pela Equação 3.

$$P(n = 0) = \frac{\mu - \lambda}{\mu} \quad \text{Equação 3}$$

A probabilidade de que o sistema esteja sendo utilizado (ρ), é calculada a partir da Equação 4.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad \text{Equação 4}$$

O número de clientes que está esperando na fila (NF), sem contar os que estão sendo atendidos, se calcula pela Equação 5.

$$NF = \frac{\lambda^2}{\mu - (\mu - \lambda)} \quad \text{Equação 5}$$

E para o número de clientes na fila (NF), considerando que há uma fila, utiliza-se a Equação 6.

$$NF = \frac{\mu}{\mu - \lambda} \quad \text{Equação 6}$$

O número de clientes no sistema (NS), englobando os que estão na fila e sendo atendidos, calcula-se a partir da Equação 7.

$$NS = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad \text{Equação 7}$$

Utiliza-se a Equação 8 para encontrar o tempo médio de espera (TF) dos clientes na fila, sem contar o tempo de atendimento.



$$TF = \frac{\lambda}{\mu - (\mu - \lambda)} \quad \text{Equação 8}$$

9. E para calcular o tempo médio que o cliente espera no sistema (TS), utiliza-se a Equação

$$TS = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad \text{Equação 9}$$

De acordo com Moreira (2010), caso seja necessário encontrar os valores de NF, NS, TF e TS novamente, são utilizadas relações entre as equações anteriores.

Para o cálculo do número médio de clientes na fila (NF), pode-se relacionar com o tempo médio na fila, como demonstra a Equação 10.

$$NF = \lambda \cdot TF \quad \text{Equação 10}$$

Também pode-se encontrar o número médio de clientes na fila (NF), relacionando com o número de clientes no sistema, como na Equação 11.

$$NF = NS - \frac{\lambda}{\mu} \quad \text{Equação 11}$$

Utiliza-se a Equação 12, na qual se relaciona o tempo médio de espera no sistema (TS), para encontrar a quantidade de clientes que está no sistema (NS).

$$NS = \lambda \cdot TS \quad \text{Equação 12}$$

Por fim, se relaciona o tempo médio de espera no sistema (TS), para calcular o tempo médio dos clientes no sistema (TF), pela Equação 13.

$$TF = TS - \frac{1}{\mu} \quad \text{Equação 13}$$

2.2 Sistema de uma fila e vários canais

Conforme Andrade (2000), as características desse modelo são as seguintes:

- A taxa média de chegada é dada por (λ), seguindo uma distribuição de Poisson;
- A taxa média de atendimento (μ) e segue uma distribuição exponencial;
- O atendimento é feito por ordem de chegada;
- O número de canais de serviço no sistema é de S;
- O número de clientes é suficientemente grande para que a população possa ser considerada infinita;
- O ritmo de serviço é $\mu \cdot S$;
- A condição de estabilidade do sistema é $\lambda < \mu \cdot S$.

De acordo com Viletti *et al.* (2017), 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).

A probabilidade de não haver clientes no sistema ($P(0)$), sendo calculada pela Equação 14.

$$P(0) = \frac{1}{\sum_{j=0}^{S-1} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^S}{(S-1)!(S-\rho)}} \quad \text{Equação 14}$$



A Equação 15 é usada para o cálculo da probabilidade de haver n clientes do sistema (P_n), caso o n seja menor que o número de canais ($n < S$).

$$P_n = \rho^n \cdot \frac{1}{n!} \cdot P(0) \quad \text{Equação 15}$$

Se o n for maior ou igual ao S , se calcula a probabilidade de haver n clientes no sistema ($P(n)$) por meio da Equação 16.

$$P(n) = \rho^n \cdot \frac{1}{S! \cdot S^{n-S}} \cdot P(0) \quad \text{Equação 16}$$

Para o cálculo da probabilidade de que todos os sistemas estejam ocupados ($P_{ocup.total}$), utiliza-se a Equação 17.

$$P_{ocup.total} = (P(n \geq S)) = \frac{\rho^S}{(S-1)! \cdot (S-\rho)} \cdot P(0) \quad \text{Equação 17}$$

O número médio de clientes na fila (NF) é encontrado pela Equação 18.

$$NF = \frac{\rho}{S-\rho} \cdot P_{ocup.total} \quad \text{Equação 18}$$

O tempo médio de espera na fila (TF) é calculado com a Equação 19.

$$TF = NF \cdot \frac{1}{\lambda} \quad \text{Equação 19}$$

A Equação 20, é utilizada para calcular o número médio de clientes no sistema (NS).

$$NS = NF + \rho \quad \text{Equação 20}$$

E para encontrar o tempo médio que os clientes gastam no sistema (TS), usa-se a Equação 21.

$$TS = NS \cdot \frac{1}{\lambda} \quad \text{Equação 21}$$

3. Metodologia

O método de abordagem adotado é o qualitativo-quantitativo. Qualitativo devido à interpretação das informações coletadas, tendo como objetivo esclarecê-las e quantitativo devido à realização de cálculos para a aplicação da teoria das filas.

Quanto aos fins, foi classificada como explicativa, conforme Lakatos e Marconi (2011) pois registra fatos, analisa-os, interpreta-os e identifica suas causas. E descritiva, de acordo com Barros e Lehfeld (2007), pois realiza-se o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador.

Quanto aos meios classifica-se como bibliográfico, estudo de caso e estudo de campo. Bibliográfico por ser, conforme Gil (2009) elaborada a partir de materiais publicados. Para a revisão de literatura, buscou-se por trabalhos em anais de três eventos de Engenharia de Produção, sendo eles, Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (CONBREPRO), Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) e Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP) nos anos de 2014 a 2016. A pesquisa teve por foco trabalhos que aplicaram os conceitos de teoria das filas, utilizou-se as palavras-chaves “Teoria das filas” e “Teoria das filas em posto de gasolina”. Selecionaram-se os que possuíam objetivos mais similares ao presente trabalho. Estudo de caso, por ser uma aplicação realizada em um posto de gasolina, situado na Mesorregião Centro Ocidental do Paraná, que por questões de sigilo



será denominada como EMPRESA X. E estudo de campo, se justifica devido à coleta de dados ser realizada nas visitas *in loco* na empresa.

Para a aplicação da teoria das filas foi realizado por meio de observações e entrevistas informais com o proprietário da EMPRESA X, a identificação da sequência das etapas do processo produtivo do abastecimento com a bomba de gasolina aditivada no período de 20 a 22 de setembro de 2017 entre as 07:30 e 08:30, devido ao maior fluxo de clientes segundo o relato do próprio proprietário. Após, foi necessária uma coleta de três amostras de tempos em que cada veículo chegava na fila, o horário em que começava a ser atendido e o horário em que o atendimento terminava; para isso utilizou-se um cronômetro e um notebook. Posteriormente, os dados foram organizados e tratados pelo *software* Microsoft Excel 2016 para calcular a taxa de chegada, de atendimento e de utilização, tempo de atendimento, número de clientes no sistema e na fila, tempo no sistema e na fila para um sistema de fila única e um canal. E por fim, realizou-se uma simulação para um sistema de fila única e dois canais.

4. Revisão de literatura

Para a realização da revisão de literatura foram levantados artigos nos anais de eventos de Engenharia de Produção, dentre os quais foram selecionados 6 que possuíam objetivos relacionados com o estudo desenvolvido. Os trabalhos se encontram dispostos no Quadro 1.

AUTOR/ANO	TÍTULO	OBJETIVO
Carvalho <i>et al.</i> (2016)	Teoria das filas para a análise de estacionamento em centros universitários	Avaliou em seu trabalho se a área de estacionamento de uma universidade está dimensionada corretamente, atendendo a demanda satisfatoriamente. Após a aplicação da teoria das filas, os autores concluíram que o espaço ainda precisava de 36% de vagas oficiais para que se torne ideal a quantidade de pessoas que frequentam o local.
Correia, Toporowicz e Chin (2016)	Aplicação da Teoria das Filas para melhorar o nível de serviço em um Restaurante Universitário em Ponta Grossa (PR)	Aplicaram a teoria das filas em um restaurante universitário, com o objetivo de reduzir ou minimizar o problema de filas no local. A partir da análise realizada, os autores encontraram que o problema estava no ritmo de preparação e reposição da mistura principal nas cubas de comida. Por fim, foi determinando um tempo médio para a reposição da mistura nos pontos de atendimento.
Lima <i>et al.</i> (2016)	Estudo da teoria das filas aplicado a uma empresa prestadora de serviços de postagem	Realizaram um estudo das filas geradas em uma unidade dos Correios, buscando compreender e analisar o comportamento das mesmas. Foram calculados o número de clientes e sua espera na fila e no sistema, bem como as probabilidades de o sistema estar ocupado ou vazio, alcançando o objetivo da pesquisa.
Silva <i>et al.</i> (2015)	Estudo realizado sobre a teoria das filas aplicado a uma casa lotérica no município de Marabá	Analisaram as filas geradas em uma casa lotérica. Os resultados obtidos se mostrou um dimensionamento satisfatório, atendendo a demanada sem causar um congestionamento ou gerar ociosidade dos atendentes.

QUADRO 1 – Revisão dos artigos selecionados (continua...).



AUTOR/ANO	TÍTULO	OBJETIVO
Barbosa <i>et al.</i> (2015)	Análise de contratação de funcionários por meio do estudo de tempos e teoria das filas: Um estudo de caso em um posto de gasolina	Fizeram um estudo das filas de um posto de gasolina para analisar a necessidade da contratação de novos funcionários. Concluindo que o posto precisava contratar mais um atendente, pois estava trabalhando com uma capacidade abaixo da necessária.
Melo <i>et al.</i> (2014)	Aplicação da teoria das filas em uma agência dos correios	Aplicaram a teoria das filas em uma agência de correios, com o objetivo de dimensionar o sistema e avalia-lo do ponto de vista operacional. Observando-se que o dimensionamento atual é ideal para atender a demanda, entretanto, deve-se haver um estudo contínuo na movimentação das filas, para manter a eficiência e verificação de diversos fatores.

QUADRO 1 – Revisão dos artigos selecionados (Fim.).

Por meio dos trabalhos citados, observou-se que a teoria das filas é de crucial importância para as empresas que querem estar alinhados quanto a satisfação dos seus clientes, bem como reduzir custos e tempo com filas. O levantamento destes trabalhos foi de grande relevância, possibilitando uma visão mais ampla de como a teoria das filas pode ser empregada em diferentes seguimentos, como: estacionamento universitário, restaurante universitário, serviços de postagem, casa lotérica, posto de gasolina e uma agência de correios. Após uma análise dos artigos selecionados observou-se que o de Barbosa *et al.* (2015) é o mais semelhante ao presente trabalho, devido a sua aplicação em um posto de gasolina. Porém, a pesquisa que mais contribuiu para a realização foi a de Melo *et al.* (2014), que apesar de aplicar os conceitos da teoria em em uma agência de correios, serviu como base para o desenvolvimento do estudo.

5. Resultados e Discussões

5.1 Caracterização da empresa

A EMPRESA X, encontra-se no mercado desde 1986. Atualmente, conta com oito funcionários que alocam-se em cinco processos, sendo: abastecimento com gasolina comum, abastecimento com gasolina aditivada, abastecimento com etanol, abastecimento com *diesel* comum, abastecimento com *diesel* S-10 e atendimento em loja de conveniência. O funcionamento acontece de segunda-feira à domingo das 06:00hs às 22:00hs.

O funcionamento do posto de combustível inicia-se com a chegada dos clientes no local, que seguem para o processo de decisão referente a escolha do combustível. Após decisão, dirigem-se para a bomba onde será realizado o abastecimento do veículo, formando filas. Posteriormente ao abastecimento, os clientes ainda passar por outro processo de decisão quanto a dirigir-se a loja de conveniência ou se o está finalizado.

O estudo foi desenvolvido a fim de analisar o tempo médio de atendimento dos clientes no processo de abastecimento para a bomba de gasolina aditivada, sendo que esta é o principal motivo das reclamações, devido à alta demanda.



5.2 Aplicação da teoria das filas para um sistema de fila única e um canal

A partir da coleta de dados, foi possível elaborar a Tabela 1, que apresenta a quantidade de chegada de clientes, tempo total de atendimento e o Tempo Médio de Atendimento (TA) dos mesmos no período de uma hora durante os três dias de análise.

TABELA 1 – Tempo de Atendimento e quantidade de entradas no sistema.

BOMBA DE GASOLINA ADITIVADA		
DIA 20/09/2017	TEMPO DE ATENDIMENTO	3602 segundos
	TEMPO MÉDIO PARA ATENDIMENTO	76,64 segundos
	QUANTIDADE DE CHEGADAS	45 clientes
DIA 21/09/2017	TEMPO DE ATENDIMENTO	3687 segundos
	TEMPO MÉDIO PARA ATENDIMENTO	80,92 segundos
	QUANTIDADE DE CHEGADAS	40 clientes
DIA 22/09/2017	TEMPO DE ATENDIMENTO	3658 segundos
	TEMPO MÉDIO PARA ATENDIMENTO	83,17 segundos
	QUANTIDADE DE CHEGADAS	41 clientes
TOTAL GERAL	TEMPO DE ATENDIMENTO	10947 segundos
	TEMPO MÉDIO PARA ATENDIMENTO (TA)	80,24 segundos
	QUANTIDADE DE CHEGADAS	126 clientes

Com base nos dados da Tabela 1, foi possível calcular a Taxa de Chegada (λ), a Taxa de Atendimento (μ), Taxa de Utilização (ρ), Número de Clientes no Sistema (NS), Número Médio de Clientes na Fila (NF), Tempo Médio Gasto no Sistema (TS) e o Tempo Médio de Espera na Fila (TF), com o auxílio das Equações 1, 2, 4, 7, 10, 12 e 13, respectivamente. Os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – Parâmetros do sistema de fila única e um canal.

Parâmetros	Resultados
Taxa de Chegadas (λ)	0,01151 clientes/segundo
Tempo de Atendimento (TA)	80,24 segundos
Taxa de Atendimento (μ)	0,01246 clientes/segundo
Taxa de Utilização (ρ)	0,9229
Número de Clientes no Sistema (NS)	12,1158 clientes
Número de Clientes na Fila (NF)	11,19 clientes
Tempo no Sistema (TS)	1052,56 segundos
Tempo na Fila (TF)	972,30 segundos

Com base nos dados da Tabela 2, é possível observar a partir da taxa de utilização (ρ) que o sistema está sobrecarregado. Segundo Melo *et al.* (2014) taxas muito baixas (menores que 50%) representam ociosidade no sistema e acima de 80%, um congestionamento, ou seja, o ideal é que o sistema esteja situado entre esses dois limites. No entanto, essa taxa



justifica-se devido ao horário da coleta de dados, pois há um maior fluxo de clientes, segundo o relato do proprietário.

5.2.1 Simulação para um sistema de fila única e dois canais

Diante da alta taxa de utilização no sistema com uma única bomba, propõe-se a simulação dos dados para duas bombas de gasolina aditivada. Com base nos dados da Tabela 1, foi possível calcular a probabilidade de haver 0 clientes na fila ($P(0)$), probabilidade de que todos os canais estejam ocupados ($P_{ocup.total}$), número médio de clientes no Sistema (NS), número médio de clientes na Fila (NF), tempo médio gasto no Sistema (TS) e o tempo médio de espera na Fila (TF), com o auxílio das equações 14, 17, 20, 18, 21 e 19 respectivamente para um sistema de fila única e dois canais. Os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 – Parâmetros da simulação de um sistema de fila única e dois canais.

Parâmetros	Resultados
Probabilidade de haver 0 clientes na fila ($P(0)$)	0,3685
Probabilidade de que todos os canais estejam ocupados ($P_{ocup.total}$)	0,2914
Número de clientes no sistema (NS)	1,1726 clientes
Número de clientes na fila (NF)	0,2497 clientes
Tempo no sistema (TS)	101,87 segundos
Tempo na fila (TF)	21,69 segundos

Com base nos dados da simulação apresentados na Tabela 3, pode-se observar que com a utilização de duas bombas a taxa de utilização do sistema caiu para 0,6315, de modo que esse valor respeitou os limites citados por Melo *et al.* (2014).

5.2.2 Comparação entre os dois sistemas simulados

Com base nos dados das Tabelas 2 e 3, é possível observar que a taxa de utilização caiu 31,58% com a utilização da simulação para sistemas de dois canais, já o número de clientes no sistema (NS) e o tempo no sistema (TS) reduziram 90,33%, enquanto que o número médio de clientes na fila (NF) e o tempo na fila (TF) diminuíram em 97,77%.

Diante disso, sugere-se a implantação de uma nova bomba de gasolina aditivada para que o sistema possa trabalhar dentro das margens de limite (>50% e <80%) de modo que permaneça em equilíbrio, além disso os tempos, tanto no sistema quanto na fila e os números de clientes caíram significativamente, sendo que o atendimento passará a acontecer mais rapidamente, conquistando e fidelizando os clientes que prezam por velocidade em serviços.

6. Considerações Finais

O estudo da teoria das filas aplicados à bomba de gasolina aditivada, demonstra a utilização das ferramentas da Pesquisa Operacional (PO) até mesmo em tarefas simples no atendimento em um posto de serviço, sendo possível observar que mesmos em pequenos processos podem ser realizados um diagnóstico do desempenho atual.



O sistema de atendimento do processo em estudo apresenta uma única fila para um canal de atendimento, atendendo apenas um veículo por vez. De acordo com os dados coletados observou-se que um cliente fica no sistema em média de 80,24 segundos, e ao realizar os cálculos verificou-se que o sistema está com sobrecarga de 92,29%, ultrapassando o limite estabelecido na teoria.

Para que a taxa de utilização do sistema esteja situada entre os dois limites, realizou-se novos cálculos simulando uma fila e dois canais, os resultados são aceitáveis, pois a taxa de utilização reduziu para 60,71%, o número médio de clientes na fila (NF) e o tempo na fila (TF) diminuíram em 97,77%. Sendo assim, a implantação de uma nova bomba de gasolina aditivada seria capaz de tornar o atendimento mais rápido.

Referências

ANDRADE, E. L. de. *Introdução a Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para a Análise de Decisão*. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. *Pesquisa Operacional – Para Cursos de Engenharia*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO. *Áreas e Subáreas de Engenharia de Produção*, 2008. Disponível em <<https://www.abepro.org.br/interna.asp?m=424&s=1&c=362>> Acesso em 21 de novembro de 2017 as 10h58.

BARBOSA, J. S.; VIEGAS, R. A.; TELES, F.; ROCHA, F. P.; BORBA, M. S. *Análise de contratação de funcionários por meio do estudo de tempos e teoria das filas: Um estudo de caso em um posto de gasolina*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22, 2015, Bauru. Anais eletrônicos... XXII SIMPEP, 2015. Disponível em <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=10> Acesso em setembro de 2017.

CARVALHO, W. L.; BARBOSA, P. H. C.; CISCAR, L. F. C.; CAMPOS, R. S. T. D. S. *Teoria das filas para a análise de estacionamento em centros universitários*. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 6, 2016, Ponta Grossa. Anais eletrônicos... VI CONBREPPO, 2016. Disponível em <<http://aprepro.org.br/conbrepro/2016/anais2016.php>> Acesso em setembro de 2017.

CORREIA, A. S. da; TOPOROWICZ F. Z.; CHIN S. Y. *Aplicação da Teoria das Filas para melhorar o nível de serviço em um Restaurante Universitário em Ponta Grossa (PR)*. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 6, 2016, Ponta Grossa. Anais eletrônicos... VI CONBREPPO, 2016. Disponível em <<http://aprepro.org.br/conbrepro/2016/anais2016.php>> Acesso em setembro de 2017.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BARROS, A. J. P; LEHFELD, N. A. S. Fundamentos de metodologia científica. 3 ed. São Paulo: Makron Books, 2007.

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*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36, 2016, João Pessoa. Anais eletrônicos... XXXVI ENEGEP, 2016. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_233_360_28859.pdf> Acesso em setembro de 2017.

MELO, I. M; MIRANDA, C. C.; BARBOSA, H. S.; MOREIRA, C. R. M; SANTOS, Y. B. I. *Aplicação da teoria das filas em uma agência dos correios*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, 2014, Bauru. Anais eletrônicos... XXI SIMPEP, 2014. Disponível em <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=9> Acesso em setembro de 2017.

MORAES, F. G.; SILVA, G. F. da.; REZENDE, T. A. *Introdução a Teoria das Filas*. Universidade Federal do Paraná. 2011. Disponível em <<https://www.sbm.org.br/docs/coloquios/CO-2.06.pdf>> Acesso em 16 de julho de 2017.

MOREIRA, D. A. *Pesquisa Operacional: Curso Introdutório*. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

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

SILVA, M. S. da. *Teoria das filas – M/M/1*. 2014. Disponível em



XII EEPA ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL

Campo Mourão, Paraná, Brasil, 20 a 22 de novembro de 2018

ANAIS ISSN 2176-3097



<http://ssmarlucia.blogspot.com.br/2014/05/teoria-das-filas-mm1_28.html> Acesso em 26 de setembro de 2017.

SILVA, S. S.; DINIZ, M. F. S.; SIQUEIRA, R. R.; SILVA, E. L. da.; SILVA, J. C. K. *Estudo realizado sobre a teoria das filas aplicado a uma casa lotérica no município de Marabá*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25, 2015, Fortaleza. Anais eletrônicos... XXV ENEGEP, 2015. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/tn_stp_211_252_26707.pdf> Acesso em setembro de 2017.

VILETTI, R.; JUNKES, V. H.; PEDROSO, M. A. A. M.; OLIVEIRA, B. A. de. CASTRO, T. R. de. *Aplicação da Teoria das Filas em um Supermercado localizado na região Centro-Oeste do Estado do Paraná*. ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 11, 2017, Campo Mourão. Anais eletrônicos... XI EEPA, 2017. Disponível em <http://anais.unespar.edu.br/xi_eeпа/data/uploads/artigos/3/3-06.pdf> Acesso em setembro de 2017.