

Aplicação da Teoria das Filas para melhorar o nível de serviço em um Restaurante Universitário em Ponta Grossa (PR)

Amanda da Silva Correia (UTFPR) amandacorreia@alunos.utfpr.edu.br
Flávia Zabloski Toporowicz (UTFPR) ftoporowicz@alunos.utfpr.edu.br
Shih Yung Chin (UTFPR) chin@utfpr.edu.br

Resumo:

A demanda no setor de serviços está cada vez maior, principalmente quando se fala em alimentação. Entretanto, apenas oferecer um serviço adequado não é o suficiente. A expectativa de clientes por um serviço de qualidade e rápido também vem aumentando. Este trabalho tem como objetivo utilizar a Teoria das Filas em um restaurante universitário na cidade de Ponta Grossa-PR, o qual possui um elevado número de reclamações devido ao tamanho da fila formada no horário de almoço. O cenário atual do sistema no restaurante é composto por uma única fila de alunos que fazem o pagamento e se direcionam às duas mesas de *self-service* para servir-se. A partir de uma análise quantitativa do sistema foi possível propor uma sugestão de melhoria, na qual objetiva-se definir o ritmo de reposição da mistura principal nas cubas de comida, onde encontra-se o gargalo do sistema. Utilizando os cálculos adequados e considerando um intervalo de tempo médio para a reposição da mistura nos pontos de atendimento, bem como a capacidade das cubas de comida, é possível observar a redução no tamanho da fila e no tempo de espera no período estudado em até 95%. Esse resultado mostra que a Teoria das Filas é eficiente no estudo de atendimento no setor de serviços e, pode aumentar consideravelmente a satisfação dos usuários.

Palavras chave: Pesquisa Operacional, Teoria das Filas, Serviços, Restaurante.

Queueing Theory Application in the improvement of the Customer Service in a University Restaurant in Ponta Grossa (PR)

Abstract

The demand in the service sector is growing, especially when it comes to alimentation. However, only providing an adequate service is not enough. The expectation of customers for a quality and fast service is also increasing. This work aims to use the Queueing Theory in a university restaurant in the city of Ponta Grossa-PR, which has a high number of claims due to the size of the queue formed at lunchtime. The restaurant's current scenario consists in a single queue where people make the payment, and then they direct to two self-service tables to serve themselves. From a quantitative system analysis, it was possible to propose an improvement, which objective is to set the pace of the main food replacement in the food vats, where you will find the bottleneck of the system. Using the appropriate calculations considering an average rate interval for food replacement in service tables and, the capacity of food vats, it is possible to observe the reduction of the queue size and wait time in the period studied up to 95%. This result shows that the Queueing Theory is efficient in the customer service study, and can greatly enhance user satisfaction.

Key-words: Operational Research, Queueing Theory, Services, Restaurant.

1. Introdução

O setor de serviços está em constante crescimento no mercado econômico, atendendo a cada dia um número maior de pessoas. Desse modo, as exigências dos clientes estão aumentando quando se trata da qualidade do serviço oferecido. O cliente não espera apenas obter um bom produto ou serviço a um preço acessível, mas também a rapidez no atendimento e na obtenção de bens de consumo. Entretanto, não se pode obter uma melhor administração na prestação de serviços, sem que haja uma análise do processo de fornecimento de serviços (FITZSIMMONS, 2014).

Ainda é muito comum a formação de filas em estabelecimentos como supermercados, bancos, hospitais etc. Nas universidades, um problema que vem sendo notoriamente discutido é a demasiada espera na fila de restaurantes universitários, causando transtornos, insatisfação e até mesmo perda dos clientes.

Nesse contexto, a teoria das filas consiste em estudar as filas de espera e o comportamento destas por meio de métodos e uso de formulações matemáticas, visando melhorar a eficiência dos sistemas de atendimento, bem como evitar perdas na forma de tempo, produtividade e lucratividade. Por exemplo, é possível fazer dimensionando do número de atendentes em uma agência bancária, para que a fila não se torne tão longa a ponto de intimidar os clientes (PRADO, 2009).

No restaurante universitário analisado, o problema em questão é a formação de grandes filas no horário de almoço (entre 11h40 e 12h45), não somente no caixa de pagamento, mas também nos postos onde a comida é servida. Ainda, reclamações de clientes apontam a maneira como as fichas de almoço são vendidas e a disposição física do caixa e dos postos de comida.

Analisando a presente literatura pela qual o tema é composto, é possível observar que existem muitos estudos relacionando a Teoria das Filas em sistemas de restaurantes. Entretanto, a maioria deles abordam a questão da mudança do layout (AZEVEDO et al., 2015) ou da quantidade de funcionários para otimizar o sistema (BONATTO et al., 2014). O presente estudo aborda, de forma simples e sem custos adicionais, a questão da melhoria da taxa de atendimento nas cubas de comida do restaurante universitário.

Sendo assim, o presente artigo tem como objetivo fazer uma análise do tempo de espera dos clientes no atendimento do restaurante universitário comparando-o por meio de três supostos cenários de cenários propostos para alcançar uma melhoria,. Os cenários consistem na reposição da comida a cada 10, 15 e 20 minutos, respectivamente. O resultado da análise resulta na identificação do melhor cenário proposto, o qual visa eliminar ou minimizar o problema das filas formadas no sistema do restaurante. . E, a partir disso, melhorar o fluxo de pessoas e a qualidade do serviço prestado aos usuários neste estabelecimento.

2. Referência Bibliográfica

Em um determinado estudo de filas, os principais elementos do sistema são os clientes, o servidor e a fila (TAHA, 2008). Os clientes podem ser desde pessoas à espera de atendimento, peças em uma linha de produção esperando por uma próxima etapa, até navios esperando para descarga em um porto, entre outros. O servidor pode ser entendido como o canal de atendimento desses clientes. A formação de filas se dá quando a taxa de chegada dos clientes sobrepõe a capacidade de atendimento dessa demanda.

A Teoria das Filas é definida como uma área da Pesquisa Operacional, que abrange problemas

relacionados a congestionamentos de sistemas (ANDRADE, 2009). Por meio de formulações matemáticas, é possível fazer uma análise do comportamento das filas utilizando medidas de desempenho como tempo médio de espera e tempo médio de chegada dos clientes. (ARENALES, 2007). O objetivo é obter soluções para o aperfeiçoamento desses sistemas e aumentar a satisfação dos usuários, bem como minimizar custos.

Para melhor entendimento, a Figura 1 representa o funcionamento de um sistema de filas.

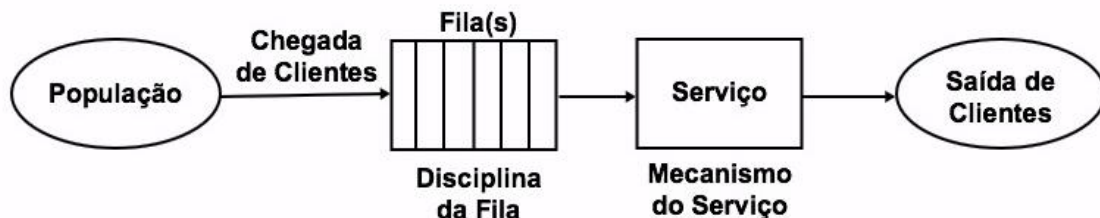


Figura 1- Sistema de Filas
Fonte: Adaptado de Santos (2003)

Segundo Andrade (2009), existem algumas características básicas que influenciam o desempenho da operação de um sistema. Entre essas medidas estão: forma de atendimento, forma de chegada, disciplina da fila e estrutura do sistema.

A chegada dos clientes é medida de acordo com o número médio de usuários que entram no sistema por unidade de tempo (λ – taxa média de chegada). Do mesmo modo, o atendimento é estimado pelo número médio de atendimentos por unidade de tempo (μ – taxa média de atendimento).

As disciplinas de filas definem a ordem em que os clientes serão atendidos e, de acordo com Taha (2008) podem ser:

- a) FIFO (First In, First Out): o primeiro cliente da fila é o primeiro a ser atendido;
- b) LIFO (Last In, Last Out): o último cliente da fila é o primeiro a ser atendido;
- c) Aleatório: não há uma ordem de atendimento relacionada com a ordem de chegada;
- d) Com prioridade: os atendimentos são feitos seguindo prioridades estabelecidas.

A estrutura do sistema leva em consideração o número de canais de atendimento, a capacidade do sistema e as etapas de serviço. A estrutura mais simples é composta por apenas uma fila e um canal de atendimento, mas podem existir variações como mais de uma fila, múltiplos canais de serviço, serviços em série ou em paralelo etc. (ANDRADE, 2009).

Com base nos fundamentos apresentados, os quatro medidores de desempenho mais usados na literatura e usados neste trabalho, como: fila máxima ($Lq_{máx}$), fila média ($\bar{Lq}$), espera máxima ($Wq_{máx}$) e espera média ($\bar{Wq}$).

3. Metodologia

3.1 Local de Estudo

O estudo foi desenvolvido no restaurante universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa, a fim de analisar o tempo em que os alunos esperam na fila, em média, para almoçar, já que este assunto é foco de discussão entre os acadêmicos há

bastante tempo. O restaurante oferece serviço do tipo *self-service* no almoço e no jantar, pelo preço de R\$ 2,50 por refeição para alunos e servidores da instituição, com reposição de poucas quantidades de mistura em tempos aleatórios.

A Figura 2 ilustra o espaço físico do local em estudo, que é composto por um caixa, duas mesas de buffet, dois reservatórios de suco e mesas com cadeiras acopladas, conduzindo a fila nesse sentido, respectivamente.

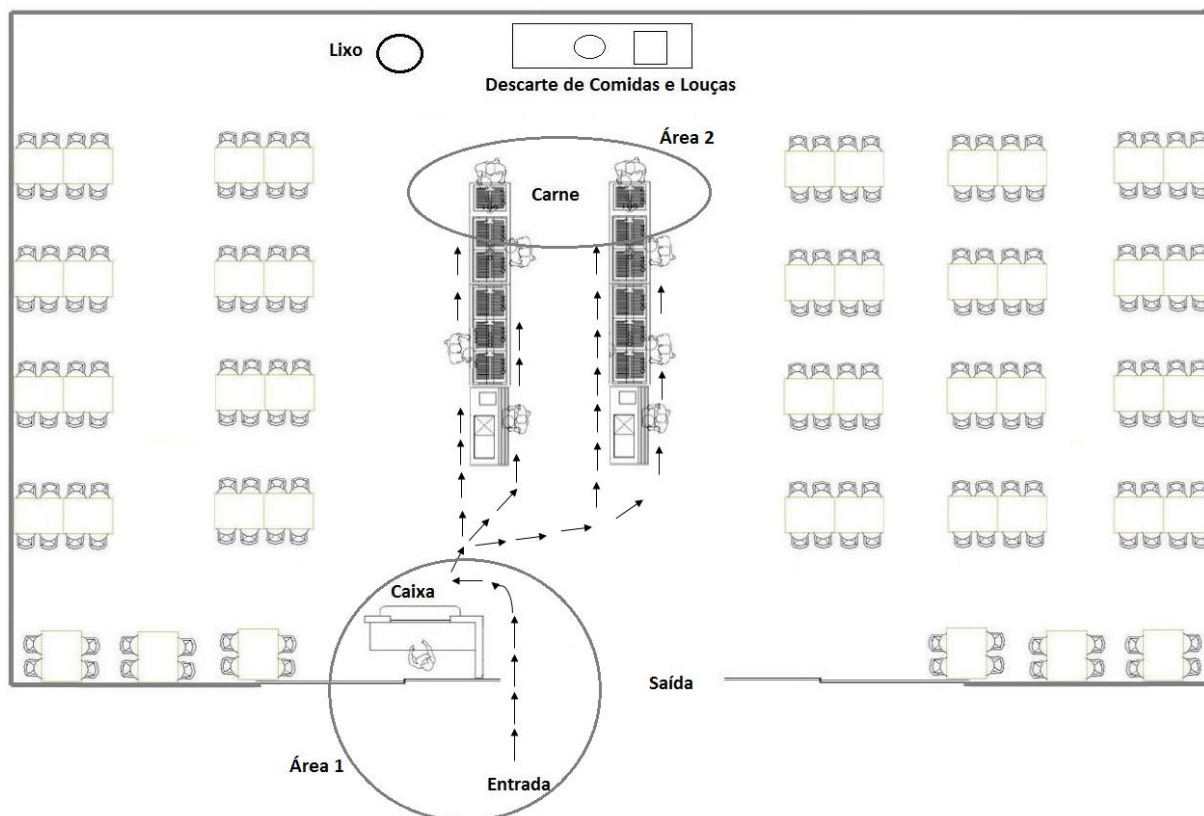


Figura 2- Espaço Físico do Restaurante Universitário
Fonte: Autoria Própria

A partir do reconhecimento do sistema de atendimento como uma disciplina FIFO e observação dentro do local de estudo, denotou-se que os serviços de gargalo que provocam a fila de clientes no horário de pico do almoço, entre 11h40 e 12h45, são: a compra do vale-almoço e a espera pela mistura ofertada, sendo possível então a separação dessas áreas para o foco dos estudos e coleta de dados. As áreas foram divididas da seguinte forma:

- Área 1: Caixa-Compra do vale-almoço;
- Área 2: Carros self service-Local para servir a mistura.

3.2 Coleta de Dados

Com o intuito de coletar dados verídicos e comprobatórios da formação de fila na determinada prestação de serviços descrita anteriormente, a coleta de dados ocorreu no período de maior fluxo e sem desistências, entre 11h40 e 12h45, já que após esse horário o tamanho da fila e o tempo de espera diminuem.

Com finalidade de organizar os dados coletados, uma tabela de verificação foi preparada para facilitar as anotações necessárias, contendo espaço para anotação de número de indivíduos que chegam em intervalos de 5 minutos e quantidade de clientes atendidos nos intervalos de tempo determinado na Área 1, assim como na Área 2.

3.2.1 Área 1

As informações referentes a esta área, que inclui a chegada no estabelecimento e o atendimento no caixa para compra do vale-almoço, foram registradas e podem ser visualizadas no gráfico 1.

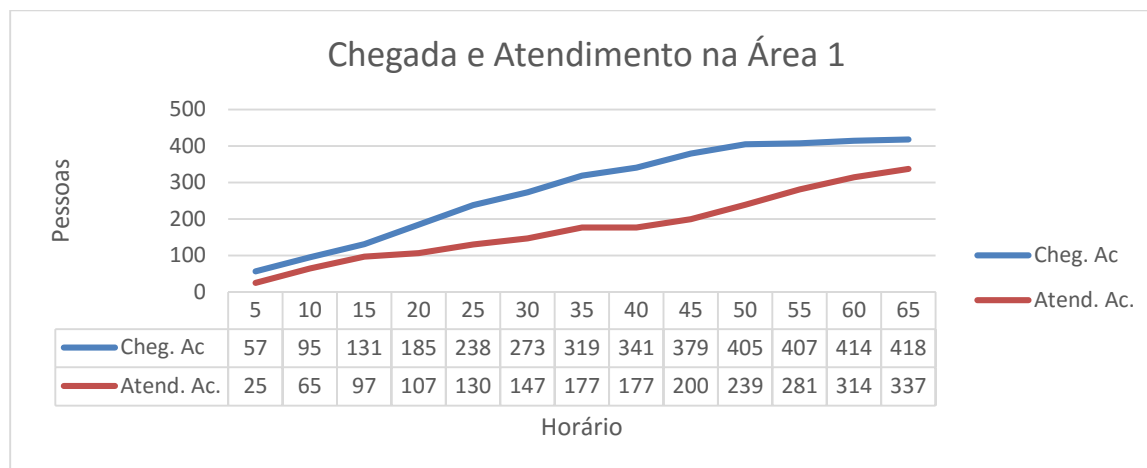


Gráfico 1 - Chegada e Atendimento na Área 1
Fonte: Autoria Própria

Ao visualizar o gráfico 1, pode-se concluir que apesar de alteração da curva acumulada, diferente de uma crescente, ainda segue um padrão se divididos em períodos, sendo assim dados de natureza determinística e portanto podem ser representados por taxas. Desse modo na curva de chegada acumulada, de 0 a 15 minutos (λ_1), de 15 minutos a 50 minutos (λ_2) e de 50 minutos a 65 minutos (λ_3). Assim como na curva de atendimento acumulado, de 0 a 15 minutos (μ_1), de 15 minutos a 50 minutos (μ_2) e 50 minutos a 65 minutos (μ_3).

Para calcular as taxas de chegada de cada período proposto, utilizou-se a seguinte equação:

$$\lambda_n = \frac{Cheg.Ac.(t) - Cheg.Ac.(t-1)}{\Delta t} \quad (1)$$

Portanto, calculou-se o valor de λ_1 :

$$\lambda_1 = \frac{131 - 0}{15 - 0} = 8,73 \text{ pessoas/minuto}$$

Utilizando o mesmo procedimento, é possível obter os valores de λ_2 e λ_3 , 7,83 pessoas/minuto e 0,87 pessoas / minuto, respectivamente.

Enquanto que para calcular as taxa de atendimento para os determinados períodos, a seguinte equação foi aplicada:

$$\mu_n = \frac{Atend.Ac(t) - Atend.Ac(t-1)}{\Delta t} \quad (2)$$

Chegando na conclusão dos seguintes valores de $\mu_1 = 6,47$ pessoas/minuto, $\mu_2 = 4,06$ pessoas/minuto e $\mu_3 = 6,53$ pessoas/minuto.

Para análise dos dados coletados, calculou-se a fila (Lq) do local de estudo no instante t , que é a diferença entre a chegada acumulada e o atendimento acumulado, utilizando a equação seguinte:

$$Lq(t) = \text{Cheg. Ac}(t) - \text{Atend. Ac}(t) \quad (3)$$

A partir da equação 3, é possível calcular a fila média ($\overline{Lq}$) da primeira área analisada

$$\overline{Lq} = \frac{Lq_1 + Lq_2 + \dots + Lq_n}{n} \quad (4)$$

Utilizado a equação 4, calculou-se a fila média da área estudada

$$\overline{Lq} = \frac{32+30+34+78+108+126+142+164+179+166+126+100+81}{13}$$

$$\overline{Lq} = 105,08 \text{ pessoas}$$

Concluindo, tamanho médio da fila de aproximadamente 105 pessoas.

Após o cálculo das filas de cada intervalo observado, pode-se notar em que período houve a fila máxima e qual é o tamanho desta:

$$Lq_{max} = 179 \text{ pessoas}$$

Observou-se, então, fila máxima, nesta área, de 179 pessoas, que ocorre após 45 minutos de observação, período entre 12h20 e 12h25.

Outra equação auxiliar para interpretação dos dados coletados, é a de tempo de espera (Wq) *in loco*, que corresponde à diferença entre o instante que o usuário foi atendido e o instante que ele chegou.

$$Wq = \left(\frac{Lq}{\mu} \right) \quad (5)$$

No caso desse estudo, os valores somados das filas respectivas ao períodos pré determinados serão divididos pelas taxas de atendimento calculadas anteriormente.

Posteriormente, é possível calcular a espera média pelo atendimento na área 1.

$$\overline{Wq} = \frac{Wq_1 + Wq_2 + Wq_3}{n} \quad (6)$$

$$\overline{Wq} = \frac{5,26 + 40,89 + 12,40}{3}$$

$$\overline{Wq} = 19,52 \text{ minutos}$$

Totalizando média de espera pelo atendimento de aproximadamente 20 minutos.

Além da espera média pelo atendimento do caixa, pode-se verificar qual foi o maior tempo de espera ($Wq_{\text{máx}}$) e em que instante de observação aconteceu.

$$Wq_{\text{máx}} = 40,89 \text{ minutos}$$

Esse tempo de espera ocorreu no 2º período determinado, correspondente ao horário entre 11h55 e 12h30.

Durante o período de observação, denotou-se que as operações realizadas no caixa para que o atendimento seja realizado são básicas e rápidas, sendo estas:

- a) Verificação do código de barras do aluno ou servidor;
- b) Recebimento do pagamento;
- c) Devolução do troco, caso necessário;
- d) Entrega do vale-almoço.

A soma de tempo de todas as atividades giram em torno de menos de um minuto, por ser um tempo consideravelmente pequeno, não é utilizado para o cálculo da espera do sistema (W_s), ou seja, o tempo de espera em fila equivale ao tempo de espera do sistema.

O arranjo físico do restaurante universitário é pensado de maneira que o fluxo dos clientes seja sair da Área 1 e já formar fila para a prestação de serviços da Área 2, sendo assim, é de opção do funcionário, que o atendimento seja suspenso enquanto há grandes filas durante o *self-service*, forjando a formação de filas fora do restaurante e não no seu interior, como forma de precaver o impedimento de descolamento no interior do estabelecimento. Portanto, apesar das atividades serem realizadas rapidamente, o tempo de espera é elevado por decorrência da fila gerada na Área 2.

3.2.2 Área 2

Como dito anteriormente, após o atendimento da Área 1, automaticamente o cliente já entra na fila do atendimento da Área 2, sendo assim, o horário em que o indivíduo foi atendido na Área 1 corresponde ao horário que o mesmo chegou na fila da Área 2. Entretanto, é importante ressaltar que além disso, deve-se considerar a quantidade de clientes que adquirem o vale-almoço antecipadamente ao horário de almoço, a partir das 10h, e ingressam diretamente na fila da Área 2.

A área 2, consiste no ato do cliente esperar, após o *self-service* da comida, pelo serviço de entrega da mistura. Esta é uma atividade que depende de um funcionário do estabelecimento, e consiste apenas em duas atividades:

- a) Servir a mistura;
- b) Receber o vale-almoço.

Como há dois pontos de atendimento (carros de self service) no estabelecimento e os clientes atendidos na Área 1 se subdividem nesses pontos, os dois fluxos foram analisados, resultando

no número de atendimento acumulado a cada cinco minutos. Os dados referentes a estas observações podem ser visualizados e analisados no gráfico 2.

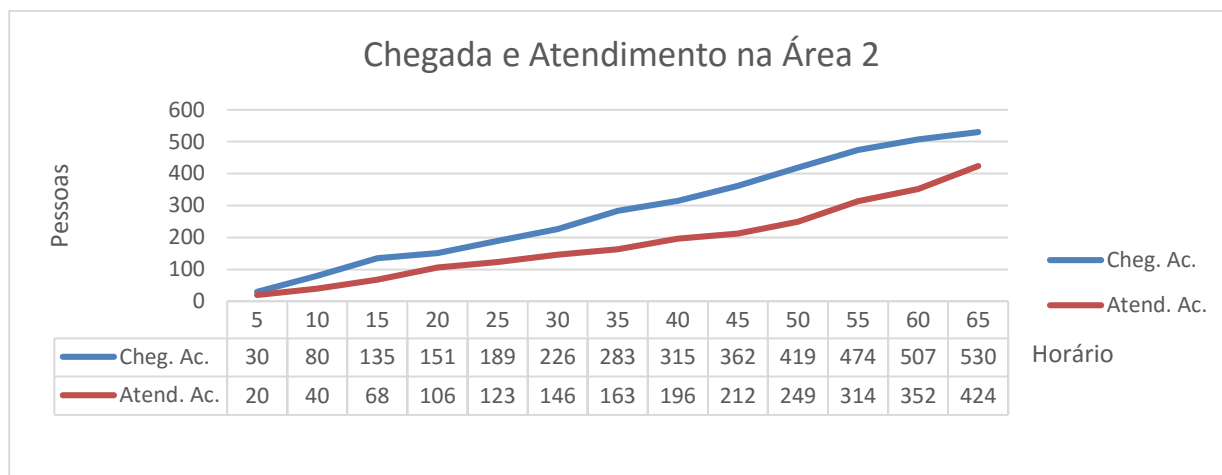


Gráfico 2 - Chegada e Atendimento na Área 2
Fonte: Autoria Própria

Utilizando a equação 1, calculou-se o tamanho da fila em todos os instantes de observação, sendo possível realizar o cálculo de fila média:

$$\overline{Lq} = \frac{10+40+67+45+66+80+120+119+150+170+160+155+106}{13}$$

$$\overline{Lq} = 99,07 \text{ pessoas}$$

Que totaliza o tamanho médio da fila, aproximadamente, em 99 pessoas.

Pode-se notar, também, o tamanho da fila máxima gerada:

$$Lq_{max} = 170 \text{ pessoas}$$

Que ocorre no 10º instante de observação, correspondente ao intervalo de horário entre 12h25 e 12h30.

Assim como no tópico anterior, o tempo de espera (Wq) no local de estudo foi calculada por meio da equação 3 e a taxa de atendimento, também foi estimada pela equação 4 e levou-se em consideração que a espera dos clientes que chegavam no mesmo instante foi aproximadamente igual.

Calculou-se então, com os dados de tempo de espera de cada intervalo de observação, a espera média e o maior tempo de espera pelo atendimento na área 2:

$$\overline{Wq} = \frac{14,78 + 17,40 + 0}{3}$$

$$\overline{Wq} = 10,73 \text{ minutos}$$

A espera média totaliza, aproximadamente, o valor de 11 minutos.

$$Wq_{\max} = 17,40 \text{ minutos}$$

Enquanto que a espera máxima, se aproxima a 18 minutos, correspondente ao intervalo de horário entre 11h55 e 12h30.

Os valores de tamanho de fila e de tempo de espera máxima pelo atendimento são menores na área 2 do que na área 1.

As atividades desta área, assim como na anterior, são simples, e não exigem mais do que um minuto. Sendo assim, conclui-se que a espera do sistema desta área é igual a espera calculada para a fila de atendimento da área 2. Apesar dos valores de tamanho de fila e de tempo de espera pelo atendimento serem menores que na primeira área analisada, diante das observações pode-se afirmar que o motivo das grandes filas e dos maiores tempos de espera pelo atendimento, é a pequena quantidade de carne ofertada durante pequenos intervalos de tempo, incitando a prestação de serviço a poucos cliente durante o intervalo de 5 minutos.

4. Sugestões de Melhorias

Nesse tópico, será apresentada uma sugestão de melhoria que tem por finalidade guiar ideias para os responsáveis do estabelecimento, a fim de diminuir o tamanho de fila e o tempo de espera, com o intuito de deixar os clientes mais satisfeitos com os serviços prestados.

Após o período de observação e coleta de dados, entende-se como o maior problema do restaurante universitário da UTFPR-PG a demora na preparação e reposição da mistura, gerando a fila na área 2 e decorrente desta fila, o atendimento no caixa é comprometido, implicando na fila da área 1.

Diante desses fatos, propõe-se como melhoria o cálculo de intervalo de tempo necessário para a reposição da mistura nos pontos de atendimento.

Para que esse tempo seja de conhecimento é necessário se atentar aos dados coletados e calculados anteriormente, especificamente da área 2, precursora de toda espera e fila gerada. A estimativa de pessoas que frequentam o restaurante durante o horário de pico é de 613 pessoas, sendo o tempo de espera média na área 2 de 10,73 minutos.

As sugestões de melhoria se baseiam apenas em uma questão, o tempo de reposição da mistura nos pontos de atendimento. Foram trabalhadas com três cenários, que consiste em reposição a cada 10 minutos, 15 minutos e 20 minutos.

Tomando como base que 613 pessoas frequentam o estabelecimento durante o período de 11h40 e 12h45, a média de pessoas a cada 5 minutos é:

$$\bar{x} = \frac{613}{13} = 47,15 \text{ pess/5 min}$$

$$\therefore 141,45 \text{ pess/15 min}$$

Por contrato a instituição deve servir 100g de mistura por pessoa, levando em consideração que a cuba de carne tem capacidade média de 6kg e que há duas cubas disponíveis no buffet, no cenário 2 determinou-se que a reposição ocorreria a cada 15 minutos, então pode-se concluir que a taxa de atendimento do estabelecimento seria:

$$\mu = 120 \text{ pessoas/15 minutos}$$

$$\therefore \mu = 8 \text{ pessoas/minuto}$$

O mesmo cálculo foi realizado para determinar as respectivas taxas de atendimento para o cenário 1 e 3.

Sendo assim, o tamanho de fila e tempo de espera, calculados com o auxílio das equações apresentadas anteriormente, de todos os cenários abordados podem ser conferidos na tabela 1:

Cenário	Atual	Intervalo	Cheg. Ac.	Atend. Ac.	Qtde Rest.	Fila	μ (pess/min)	Espera (min)
		1	135	68	0	67	4,53	14,77
		2	339	249	0	90	5,17	17,40
		3	168	424	256	0	11,67	0
Cenário 1	10 min	Intervalo (10 min)	Cheg. Ac.	Atend. Ac.	Qtde Rest.	Fila	μ (pess/min)	Espera (min)
		1	80	80	40	0	8	0
		2	151	151	89	0	7,1	0
		3	226	226	134	0	7,5	0
		4	315	315	165	0	8,9	0
		5	419	419	181	0	10,4	0
		6	507	507	213	0	8,8	0
Cenário 2	15 min	Intervalo (15 min)	Cheg. Ac.	Atend. Ac.	Qtde Rest.	Fila	μ (pess/min)	Espera (min)
		1	135	120	0	15	8	1,88
		2	226	226	14	0	7,07	0
		3	362	360	0	2	8,93	0,22
		4	507	480	0	27	8	3,38
Cenário 3	20 min	Intervalo (20 min)	Cheg. Ac.	Atend. Ac.	Qtde Rest.	Fila	μ (pess/min)	Espera (min)
		1	151	120	0	31	6	5,17
		2	315	240	0	75	6	12,5
		3	507	360	0	147	6	24,5

Tabela 1- Dados da Sugestão de Melhoria
Fonte: Autoria Própria

Analisando os dados calculados, o cenário 1 não possui espera, a reposição das cubas de carne a cada 10 minutos resulta no atendimento de todos os clientes, entretanto também ocasiona em uma quantia significativa que não serão servidas a ninguém, provocando desperdício da mistura ofertada. O cenário 3, não possui valores maiores que o desempenho atual do restaurante universitário analisado, mas, ainda assim, com o intervalo maior de 20 minutos a cada reposição, a fila e a espera não apresentam resultados satisfatórios.

Enquanto que no cenário 2, a fila e o tempo de espera pelo atendimento não são eliminados totalmente, porém quando esse valores são comparados com o cenário atual, 1 e 3, se torna a opção mais viável e cabível. No intervalo 2, a capacidade máxima de atendimento é superior a chegada acumulada, portanto há uma quantia de mistura que resta, e ajuda a suprir a prestação de serviço nos próximos instantes, diminuindo a fila gerada e o tempo de espera a cada 15 minutos. Esse, também é um dos motivos pelo qual a taxa de atendimento neste instante é inferior aos demais.

Em comparação com a situação atual do restaurante universitário, a sugestão de implementação de uma taxa de atendimento implica em diminuição de 95,27% de fila e 96,51% de tempo de espera pelo atendimento.

Consequentemente, o tamanho da fila e o tempo de espera pelo atendimento na área 1 também diminuiriam.

5. Conclusão

O uso do estudo e metodologia da Teoria das filas para análise e proposta de melhoria, no sistema de restaurante universitário, se mostrou aplicável e eficiente. Os dados levantados por meio das observações e cálculos realizados, trouxe resultados satisfatórios e pôde fornecer informações relevantes para os responsáveis do restaurante universitário da UTFPR-PG.

Apesar do sistema de atendimento tentar amenizar a situação demonstrada por meio da venda antecipada de vale-almoço, ainda implica na geração de filas e tempo de espera pelo atendimento.

Em vista desta questão, o estudo realizado buscou a causa primária do problema e a sugestão de melhoria mostrou estar contextualizada, ao funcionar e atender a demanda de alunos e servidores da instituição de ensino no período do almoço.

Para finalizar, o estudo será encaminhado para a gerência do restaurante universitário para auxílio da programação da preparação das misturas ofertadas.

E para trabalhos futuros, estudos baseados em fila única e múltiplas filas podem ser realizados para que em conjunto com os dados já apresentados, demais sugestões de melhorias possam ser postas em questão

6. Referências

ARENALES, M. et al. *Pesquisa operacional*. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 524 p.

ANDRADE, E. L. *Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para análise de decisões*. Ed. 4. Rio de Janeiro : LTC, 2009

DOS SANTOS, Maurício. *Apostila de Pesquisa Operacional da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)*. R. J., Brasil, 2003.

PRADO, D. S. DO. *Teoria das filas e da simulação*. 4. ed. Nova Lima, MG: INDG - Tecnologia e serviços, 2009.

TAHA, H. A. *Pesquisa Operacional*. Ed. 8. São Paulo: Person Prentice Hall, 2008.

AZEVEDO, N.M.G., ALENCAR, P.S., PALADINO, A.A.B, ONETY, R.E, CABETE, N.P.F. (2015). “Estudo da Dinâmica das Filas do Restaurante Universitário da Escola Superior de Tecnologia da UEM-AM.”

BONATTO, F., DA SILVA, T.C., DA COSTA, L.A., DUARTE, R. (2014). “Proposta de Melhoria da Dinâmica Operacional de um restaurante utilizando simulação: Um estudo de caso.”