USO DA TEORIA DAS FILAS PARA ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ATENDIMENTO EM UMA CASA LOTÉRICA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ/PA

ZEN, Eduardo Zimmer[1]; SOUSA, Alefe Mateus Silva[2]; TEIXEIRA, Diego Cabral[3]; JESUS, Herbert Oliveira[4]; BEZERRA, Rodrigo Rangel Ribeiro[5]

[1] Universidade do Estado do Pará, eduardozen2014@hotmail.com

[2] Universidade do Estado do Pará, alefemateus@hotmail.com

[3] Universidade do Estado do Pará, diegocabral77@hotmail.com

[4] Universidade do Estado do Pará, herbertde_jesus@outlook.com

[5] Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, rodrigorangel_rr@hotmail.com

Resumo: *É quase que inevitável nos depararmos com filas em sistemas de atendimento, e as Casas Lotéricas são um grande exemplar dessa situação já que oferecem diversos serviços possuindo uma alta demanda. Tendo em vista a competição acirrada presente na economia nos dias atuais e a necessidade crescente de conquistar clientes e mantê-los fiéis, neste presente estudo de caso foi aplicada a teoria das filas para analisar a aglomeração em casas Lotéricas a fim de verificar o dimensionamento e medidas de desempenho do sistema de atendimento. Para tal objetivo, foram feitas coletas de dados como λ (taxa média de chegada) e μ (ritmo médio de atendimento) que posteriormente geraram parâmetros a fim de conhecer o comportamento da fila e do atendimento no local. Os resultados evidenciaram um sistema de atendimento adequado e estável no qual os dois caixas do estabelecimento são suficientes para atender as necessidades dos seus clientes para o período analisado. Para pesquisas futuras recomenda-se a aplicação dos conceitos de Teoria das filas nos demais períodos de funcionamento da organização para que a as análises do sistema atual sejam mais próximas do real.*

Palavras-chave: *Teoria das Filas, Casa Lotérica, Atendimento.*

USE OF THE QUEUING THEORY FOR ANALYSIS AND DIMENSIONING OF THE SYSTEM OF ATTENDANCE IN A LOTTERY HOUSE IN THE MUNICIPALITY OF MARABÁ / PA

Abstract: *It is almost inevitable that we find queues in customer service systems, and the Lottery Houses are a great example of this situation, since they offer several services with high demand. Given the current fierce competition in the economy and the growing need to win customers and keep them faithful, in this case study the queuing theory was applied to analyze the* *agglomeration in Lottery houses in order to verify the sizing and measures of the service system. For this purpose, data were collected such as λ (average arrival rate) and μ (average attendance rate) that later generated parameters in order to know the behavior of the queue and the attendance at the place. The results showed an adequate and stable service system in which the two boxes of the establishment are sufficient to meet the needs of its clients for the analyzed period. For future research it is recommended to apply the concepts of queue theory in other periods of operation of the organization so that the analyzes of the current system are closer to the real.*

Keywords: *Queue Theory, Lottery House, Service.*

1 Introdução

A Casa Lotérica é definida como um comércio de venda de jogos de loterias e de produtos conveniados da Caixa Econômica Federal (CAIXA), atuando como correspondente não bancário da CAIXA (SEBRAE, 2015).

O serviço oferecido pela Casa Lotérica há muito tempo tem sido de fundamental importância principalmente para atendimento das classes menos favorecidas economicamente. Oferecendo além da oportunidade de mudar de vida por meio dos jogos realizados periodicamente, a Casa Lotérica hoje tem oferecido diversos serviços, uns de rápido atendimento como pagamento de faturas ou até mesmo serviços mais demorados como a abertura de contas.

Desta forma, temas como gestão da capacidade produtiva são de grande relevância, pois, o planejamento das operações de acordo com o processo ou conceito do serviço, pode garantir que as metas de qualidade estabelecidas sejam atendidas de maneira que o cliente receba o que está esperando (GRÖNROOS, 2009).

Em organizações de serviços, são utilizadas várias estratégias para tomada de decisão a respeito da capacidade. Um atendimento rápido e de qualidade é um dos fatores determinantes no mercado competitivo. (HWANG, GAO, JANG, 2010).

A facilidade operacional aliada aos baixos custos inerentes a um estudo de Teoria das Filasse tornam fatores atrativos para a aplicação deste. Sua metodologia, a qual abrange o estudo das variáveis de desempenho de um sistema de filas, permite, ainda, visualizar os fatores que as influenciam de forma direta ou indireta.

Portanto, este artigo apresenta ter como objetivo dimensionar e analisar as medidas de desempenho do sistema de atendimento em uma Casa Lotérica da Cidade de Marabá/Pará.

Para isto, é primeiramente feito um resumo teórico dos principais pontos da teoria das filas e dos seus principais aspectos. Em seguida, é desenvolvida uma sucinta indicação para classificar quantitativamente as atividades realizadas no processo de chegada dos clientes nas filas dos caixas da lotérica. Com base na classificação realizada, é feita uma breve análise do processo de atendimento e são propostas sugestões para melhoria das atividades e redução do tempo de espera na fila.

2 Revisão bibliográfica

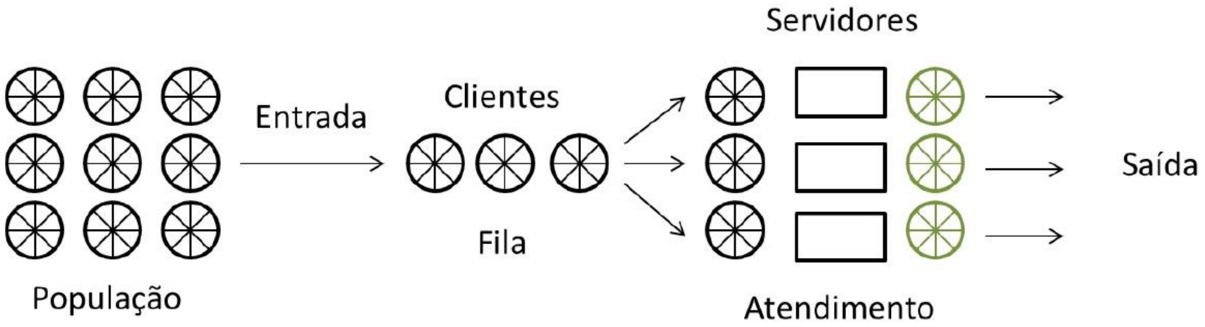
Nesse tópico, tem-se a revisão bibliográfica em prol de compreender os termos e seus significados, para que se tenha um pré-entendimento sobre o assunto a ser abordado.

2.1 Teoria das filas

As filas são sistemas que estão diretamente interligados ao cotidiano das pessoas, sendo vistas de forma bastante desagradável pelas mesmas. Atualmente com as implicações da globalização onde se observa consumidores cada vez mais exigentes, os gerentes veem a formação de filas extensas como uma desvantagem competitiva, passando assim a enfrentar racionalmente este acontecimento (CARDOSO et al., 2010).

De acordo com Serra (2008), a teoria das filas é uma técnica analítica que estuda os parâmetros de uma fila (tempo de médio de espera, tamanho médio de fila, taxa média de utilização do servidor) de um sistema real. As filas se formam quando a demanda por um serviço é maior que a capacidade do sistema em atendê-la. Desta forma a teoria das filas por meio de modelos matemáticos possibilita descobrir um ponto de equilíbrio que atenda o cliente e que seja mais viável de maneira econômica para o prestador de serviços. Seu objetivo é harmonizar interesses tanto de empresários (custo baixo e melhoramento contínuo do processo) como dos clientes (menor tempo de espera). O sistema de filas pode ser melhor visualizado conforme Figura 1.

Figura 1 – Representação de um sistema de filas



Fonte: Serra (2008)

De acordo com Pereira et al. (2009) o cliente entra no sistema para receber a prestação de serviço que necessita e, ao chegar, se depara com outros clientes que possuem necessidades semelhantes as suas, logo, a situação de fila se torna indispensável, já que o servidor não é capaz de um atendimento simultâneo. Ao passar pela fila, o cliente é finalmente atendido e sai do sistema.

Características de chegada

Segundo Davis et al (2001), existem quatro pontos principais que descrevem a chegada:

Padrão de chegadas, que se caracterizam como controláveis ou incontroláveis;

O número de clientes a cada chegada, que pode ser uma chegada unitária (uma unidade representa o menor número tratado no sistema) ou um lote de chegada que é um múltiplo de chegadas;

Distribuição de chegadas, as fórmulas das filas geralmente necessitam de uma taxa de chegada, número médio de clientes ou unidades por período de tempo. O tempo entre duas chegadas é definido como intervalo entre chegadas.

Disciplina da fila

É o método de escolha da sequência de atendimento dos clientes quando há a formação de fila. A disciplina mais utilizada no dia-a-dia é a FCFS (*First Come, FirstServed*) ou FIFO (*First-In-First-Out*), na qual o primeiro a chegar é o primeiro a ser servido. Além de outras formas de disciplina como: LCFS (*Last Come, FirstServed*), onde o último a entrar no sistema é o primeiro a ser atendido, geralmente utilizado em sistemas de controle de estoque; e o SIRO (*Select in RandomOrder*), onde a escolha de prioridade é definida aleatoriamente (ANNES, 2009).

Tamanho médio da fila

Outra importante característica de uma fila é o tamanho médio da fila, sendo prioridade para os consumidores. O tamanho da fila está diretamente ligado com a possibilidade de o cliente consumir ou não o produto ou serviço, filas grandes geram insatisfações tanto para o cliente quanto para a empresa. Por conseguinte, o tamanho da fila implica no tempo médio da fila, outra característica importante na visão do consumidor. É relevante conhecer o tamanho máximo que uma fila pode assumir, para se planejar a área destinada a espera, bem como a capacidade do serviço (RESING, 2015).

Notação de Kendall

Para determinar um modelo de fila foi desenvolvida uma notação que facilitasse a identificação das mesmas. Essa notação é conhecida por Notação de Kendall, pois foi introduzida por A. Kendall Erlang. Esta notação segue a seguinte ordem: A / B / m / K / n/ D.

Onde: “A” indica a distribuição do processo de chegada; “B”, a distribuição do processo de atendimento; “m”, o número de servidores, “k”, o número máximo de clientes no sistema; “n” o tamanho da população; e “D” indica a disciplina da fila (RESING, 2015).

2.2 Fórmulas utilizadas nos cálculos

Na tabela 1 seguem as fórmulas utilizadas para se evidenciar os resultados dos cálculos encontrados após o estudo de caso.

Tabela 1 – Fórmulas e suas descrições

	Equação		Descrição
1	Ritmo médio de chegadas (λ)	$\lambda = \frac{N}{\Delta T}$	N = número de pessoas ΔT = intervalo de tempo
2	Intervalo médio entre chegadas (I.C)	$I.C = \frac{1}{\lambda}$	λ = ritmo médio de chegadas
3	Ritmo médio de atendimento (μ)	$\mu = \frac{1}{T.A}$	T.A = tempo médio de atendimento
4	Número mínimo de atendente (i)	$i = \left\lvert\frac{\lambda}{\mu}\right\rvert$	λ = ritmo médio de chegadas μ = ritmo médio de atendimento
5	Taxa de utilização dos atendentes (ρ)	$\rho = \frac{\lambda}{\mu \times M}$	λ = ritmo médio de chegadas μ = ritmo médio de atendimento M = número de atendentes
6	Número médio de clientes na fila (N.F)	$N.F = \frac{\Sigma\, t.f}{u.t.t}$	Σ t.f = somatório do tempo em fila u.t.t = último tempo de término
7	Número médio de clientes que estão sendo atendidos (N.A)	$N.A = \rho$	ρ = taxa de utilização dos atendentes
8	Número médio de clientes no sistema (N.S)	$N.S = N.F + N.A$	N.F = número médio de clientes na fila N.A = número médio de clientes que estão sendo atendidos
9	Tempo médio de permanência na fila (T.F)	$T.F = \frac{\Sigma\, t.f}{N}$	Σ t.f = somatório do tempo em fila N = número de pessoas
10	Tempo médio de permanência no sistema (T.S)	$T.S = T.F + T.A$	T.F = tempo médio de permanência na fila T.A = tempo médio de atendimento

Fonte: FOGLIATTI (2007)

3 Metodologia

Esta pesquisa se caracteriza como Estudo de Caso, pois é uma verificação, baseada na experiência, que averigua certo fenômeno dentro de seu contexto na vida real, ou seja, é uma confirmação teórica do tema delimitado em um contexto real, sem mudança do ambiente, para a criação do conhecimento (MARTINS, MELLO e TURRIONI, 2014).

Segundo Marconi e Lakatos (2007) a abordagem do problema foi prioritariamente quantitativo, pois essa usou de dados numéricos e aplicações de equações sobre a teoria das filas, para poder gerar dados para análises sobre atendimento e filas.

O estudo utilizado é do tipo exploratório, uma vez que foi analisado o atendimento a uma Casa Lotérica tendo como objetivo coletar dados para possível aplicação da teoria das filas, a fim de conhecer o comportamento da fila e do atendimento.

a) Identificação da organização: procurou-se definir um local onde as filas se formam com facilidade. Assim, a Casa Lotérica encaixou-se à proposta, devido ao fato de realizar diversos serviços, possuindo uma alta demanda;

b) Pesquisas bibliográficas: Nesta etapa, analisaram-se referenciais teóricos, que descrevem as ferramentas que melhor contribuem para a análise dos conceitos de teoria das filas aplicadas a uma Casa Lotérica;

c) Coleta de dados: com o auxílio de um cronômetro, verificou-se o Intervalo de Chegada de cada cliente (IC) e o Tempo de Atendimento (TA). Foi analisado o período de funcionamento de 1 hora (10h a 11h) por 1 dia, sendo coletado 43 amostras nesse intervalo;

d) Análises: foi utilizado a ferramenta *Stat:Fit* do *software ProModel* para a determinação da distribuição estatística que se encaixava melhor ao IC e TA. Posteriormente, em uso das equações e conceitos de teoria da fila determinou-se os dados para avaliação do uso atual do sistema, como: λ (taxa média de chegada); μ (ritmo de atendimento); ρ (taxa de ocupação do funcionário); NF (número de clientes na fila); NS (número médio de pessoas no sistema); TF (tempo médio de espera na fila); TS (tempo médio de espera no sistema).

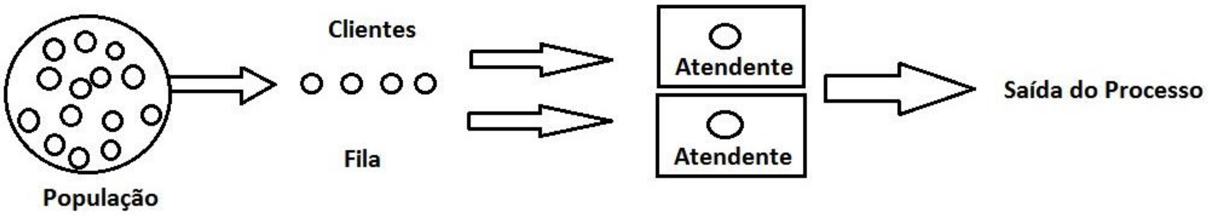
4 Estudo de caso

4.1 Descrição do sistema

O processo de sistema de fila atual da área de atendimento da Casa Lotérica analisada é do tipo concreto, formado por uma única fila e por dois servidores em paralelo. Assim, o cliente é atendido quando o primeiro servidor fica disponível. Todos os 2 caixas executam a mesma tarefa (pagamentos, saques, abertura de conta, etc.), a disciplina de fila deste sistema funciona como FIFO (*First In First Out*), ou seja, o primeiro cliente que chega é o primeiro a ser atendido (ANNES, 2009).

Dessa maneira, seguindo à notação de Kendall a qual possui a modelagem: (M/M/2/∞/∞/FIFO). O sistema é exemplificado na Figura 2.

Figura 2 - Representação da fila do sistema estudado



Fonte: Os Autores (2017)

5 Resultados

5.1 Processo de chegada

A coleta de dados do referente estudo foi realizada por meio do registro de tempo de chegada de cada cliente.

Tabela 2 – Horário de chegada dos clientes

Cliente	Horário de Chegada	Cliente	Horário de Chegada	Cliente	Horário de Chegada
1º	10:04:07	**16º**	10:25:15	**31º**	10:43:26
2º	10:05:13	**17º**	10:25:46	**32º**	10:44:00
3º	10:06:17	**18º**	10:26:19	**33º**	10:44:18
4º	10:06:38	**19º**	10:26:22	**34º**	10:44:57
5º	10:07:19	**20º**	10:34:07	**35º**	10:46:02
6º	10:08:23	**21º**	10:35:23	**36º**	10:46:14
7º	10:08:23	**22º**	10:36:51	**37º**	10:48:19
8º	10:14:58	**23º**	10:37:47	**38º**	10:54:35
9º	10:15:41	**24º**	10:38:56	**39º**	10:55:44
10º	10:17:16	**25º**	10:39:13	**40º**	10:56:21
11º	10:19:11	**26º**	10:39:24	**41º**	10:56:38
12º	10:20:05	**27º**	10:39:43	**42º**	10:59:37
13º	10:23:33	**28º**	10:40:52	**43º**	10:59:53
14º	10:23:46	**29º**	10:41:19	**-**	-
15º	10:24:48	**30º**	10:41:49	**-**	-

Fonte: Autores 2016

Por meio dos dados da Tabela 2, foi possível analisar os intervalos entre chegadas dos clientes.

Tabela 3 – Intervalo de chegada dos clientes, em minutos.

Cliente	Intervalo	Cliente	Intervalo	Cliente	Intervalo
1º	4,12	**16º**	0,45	**31º**	1,61
2º	1,10	**17º**	0,52	**32º**	0,57
3º	1,06	**18º**	0,55	**33º**	0,3
4º	0,35	**19º**	0,05	**34º**	0,65
5º	0,69	**20º**	7,75	**35º**	1,08
6º	1,06	**21º**	1,26	**36º**	0,20
7º	0,00	**22º**	1,47	**37º**	2,09
8º	6,59	**23º**	0,93	**38º**	6,26
9º	0,71	**24º**	1,15	**39º**	1,15
10º	1,59	**25º**	0,29	**40º**	0,62
11º	1,91	**26º**	0,18	**41º**	0,28
12º	0,90	**27º**	0,32	**42º**	2,99
13º	3,47	**28º**	1,15	**43º**	0,26
14º	0,22	**29º**	0,45	**-**	-
15º	1,03	**30º**	0,50	**-**	-

Fonte: Autores 2016

Após analisar os fatores referentes ao processo de chegada; pôde-se calcular suas variáveis: Ritmo médio de chegada (λ) e o Intervalo médio entre chegadas (I.C).

Ritmo médio de chegadas (λ)

De acordo a Equação 1, no referencial teórico, obteve-se um Ritmo Médio de Chegadas (λ) igual a 43 clientes/hora, representando que ao decorrer de uma hora, período utilizado para o estudo, 43 clientes utilizaram os serviços da Caixa Lotérica.

Intervalo médio entre chegadas (I.C)

Pode-se observar por meio da Equação 2, que o Intervalo Médio entre Chegadas (I.C) representa uma relação inversa ao Ritmo Médio de Chegadas (λ); logo encontrou-se um resultado de 0,0233 hora/cliente ou 1,4 minutos/cliente. Diz respeito que aproximadamente a cada 1,4 minutos um cliente chega ao local.

Teste de aderência

A fim de identificar a melhor distribuição para os dados da Tabela 3 (Intervalos entre chegadas), utilizou-se a ferramenta (*Stat::fit*); assim realizou-se o teste de aderência e, obteve-se como resultado a distribuição (*LogLogistic*, como a distribuição que mais se ajustou aos dados coletados). Ver Figuras 3 e 4.

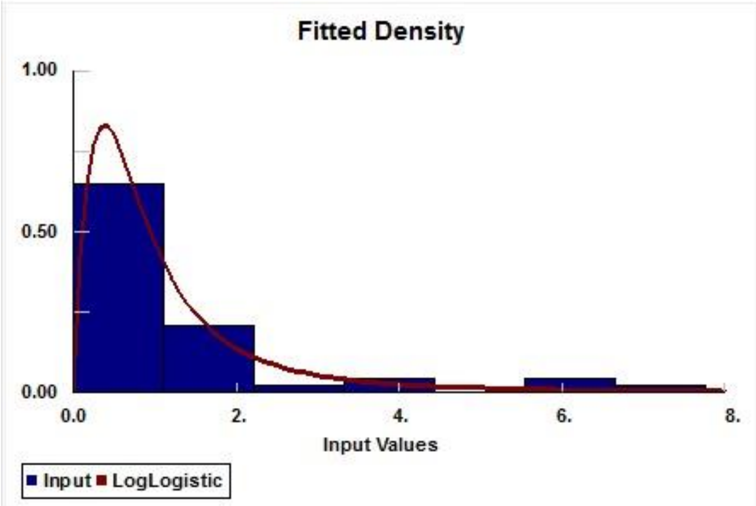
Figura 3 – Teste de Aderência, Intervalo entre Chegadas

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
LogLogistic(0., 1.72, 0.817)	99.9	do not reject
Pearson 6(0., 0.64, 2.58, 2.09)	95.	do not reject
Lognormal(0., -0.185, 1.04)	79.1	do not reject
Inverse Gaussian(0., 0.729, 1.39)	74.	do not reject
Inverse Weibull(0., 0.943, 2.02)	43.8	do not reject
Pearson 5(0., 1.04, 0.499)	37.1	do not reject
Erlang(0., 1., 1.26)	19.9	do not reject
Exponential(0., 1.39)	7.4	do not reject
Weibull(0., 0.968, 1.4)	7.25	do not reject
Gamma(0., 1.1, 1.26)	4.86	do not reject
Beta(0., 4.36e+003, 1.07, 3.25e+003)	3.64	do not reject
Chi Squared(0., 1.68)	0.841	do not reject
Power Function(0., 8., 0.442)	3.68e-005	reject
Triangular(-1., 8.07, 0.265)	0.	reject
Uniform(0., 7.75)	0.	reject
Rayleigh(0., 1.59)	0.	reject
Pareto	no fit	reject
Johnson SB	no fit	reject

Fonte: Autores 2016

Figura 4 – Distribuição do Intervalo entre Chegadas por (*LogLogistic*)

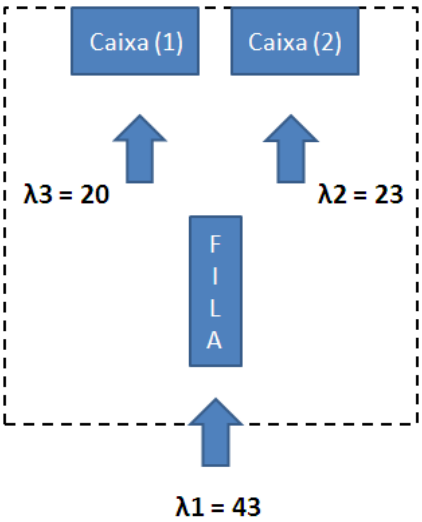


Fonte: Autores 2016

5.2 Processo de atendimento

Também foram registrados e cronometrados, os tempos de atendimento de cada cliente, respectivo ao seu atendente (Caixa). Por se tratar de um modelo com dois atendentes, dentre os 43 clientes, o caixa (1) atendeu 20 clientes e o caixa (2) atendeu 23 clientes.

Figura 5 – Fluxo de clientes



Fonte: Autores 2016

Tempo médio de atendimento

Conforme a Tabela 4 foi possível obter o Tempo Médio de Atendimento (T.A) de cada atendente (Caixa), por meio da média de seus respectivos tempos de atendimento. Após, calculou-se a Média Total das médias obtidas, conforme a Tabela 5. A fim de obter o Tempo Médio de Atendimento do Sistema; em que, (T.A = 1,74 minutos/cliente).

Tabela 4 – Tempo de atendimento dos clientes, em minutos

Caixa (1)		Caixa (2)	
Cliente	**Tempo de Atendimento**	**Cliente**	**Tempo de Atendimento**
1º	1,68	**2º**	1,25
3º	3,58	**4º**	0,33
6º	1,07	**5º**	3,83
7º	0,35	**9º**	3,52
8º	2,83	**11º**	1,77
10º	2,38	**13º**	2,27
12º	2,92	**16º**	2,3
14º	1,87	**19º**	1,35
15º	0,9	**21º**	1,08
17º	0,33	**24º**	0,83
18º	2,22	**25º**	0,57
20º	1,45	**27º**	1,57
22º	0,7	**28º**	1,68
23º	2,52	**29º**	0,95
26º	3,47	**31º**	1,95
30º	1,68	**33º**	1,08
32º	6,05	**34º**	2,18
38º	0,9	**35º**	0,83
39º	3,98	**36º**	0,73
43º	0,6	**37º**	0,25
-	-	**40º**	0,48
-	-	**41º**	0,8
-	-	**42º**	0,8
Média	**2,07**	**Média**	**1,41**

Fonte: Autores 2016

Tabela 5 – Tempo médio de atendimento do sistema, em minutos

Média	
Caixa (1)	2,07
Caixa (2)	1,41
Média Total	**1,74**

Fonte: Autores 2016

Ritmo médio de atendimento (μ)

Com o valor do Tempo Médio de Atendimento, e compreendendo a relação de função inversa com o Ritmo Médio de Atendimento (μ) demonstrada pela Equação 3; pôde-se obter um Ritmo Médio Atendimento (μ) aproximado de 0,5747 clientes/minuto ou 34,48 clientes/hora. Esse resultado significa que o sistema atende ao decorrer de uma hora, aproximadamente 34,48 clientes.

Teste de aderência

Novamente com auxilio da ferramenta (*Stat::fit*), buscou-se obter a melhor distribuição paras os dados da tabela 4 (Tempos de atendimento).

Para esse conjunto de dados, a distribuição mais significativa obtida foi (Pearson de grau 6). Ver Figuras 6 e7.

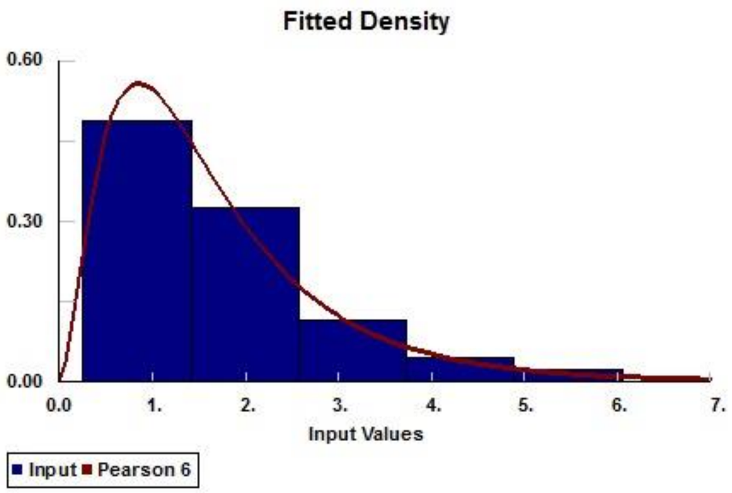
Figura 6 – Teste de Aderência, Tempo de Atendimento

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Pearson 6(0., 4.03, 2.8, 7.54)	99.	do not reject
Erlang(0., 2., 0.859)	93.5	do not reject
LogLogistic(0., 2.28, 1.36)	88.3	do not reject
Lognormal(0., 0.284, 0.75)	86.2	do not reject
Gamma(0., 2.09, 0.82)	86.	do not reject
Beta(0., 113, 2.02, 130)	85.3	do not reject
Weibull(0., 1.49, 1.91)	79.5	do not reject
Inverse Gaussian(0., 2.36, 1.72)	62.9	do not reject
Inverse Weibull(0., 1.33, 1.1)	27.4	do not reject
Pearson 5(0., 1.87, 1.86)	26.5	do not reject
Chi Squared(0., 2.22)	5.17	reject
Exponential(0., 1.72)	1.5	reject
Rayleigh(0., 1.49)	0.198	reject
Triangular(0., 6.28, 0.438)	0.103	reject
Johnson SB(0., 4.82, 0.761, 0.904)	1.12e-014	reject
Uniform(0., 6.05)	0.	reject
Power Function(0., 8.63, 0.534)	0.	reject
Pareto	no fit	reject

Fonte: Autores 2016

Figura 7 – Distribuição do Tempo de Atendimento por (*Pearson*6)



Fonte: Autores 2016

ISSN 2447-0635 • www.simprod.ufs.br

5.3 Análise dos funcionários (Atendentes)

Após conseguir os dados referentes ao (λ e μ), pôde-se verificar se realmente faz-se necessidade ter dois atendentes na lotérica.

Intensidade de trafego ou número mínimo de atendente (i)

Conforme a Equação 4, obteve-se que o Número Mínimo de Atendente (i), equivale a aproximadamente 1,25. Entretanto, por se tratar de pessoas (Atendentes), esse valor é arredondado para o próximo valor inteiro, logo i = 2 atendentes.

Percebe-se, que a lotérica trabalha com o número mínimo de atendentes necessários para suprir sua demanda, em vista disso, o passo seguinte foi observar a Taxa de Utilização dos Atendentes (ρ).

Taxa de utilização dos atendentes (ρ)

Pelo fato do número de atendentes ser o número mínimo de atendentes, tem-se que (M = i = 2 atendentes), em que (M) significa o número de atendentes. De acordo com a Equação 5 obtém-se para o valor de (ρ) aproximadamente 0,6235, que representa 62,35%.

Essa Taxa de Utilização (ρ) caracteriza o sistema como estável, haja vista o ($\rho \leq 1$), de modo que os funcionários conseguem atender a demanda, onde 62,35% representa a taxa em que os atendentes estão ocupados e o seu complementar 37,65% a taxa de ociosidade dos atendentes.

5.4 Análise da tabela

Em busca de analisar o comportamento da fila do presente estudo, fez-se necessário o auxílio da Tabela 6, a qual possui dados já vistos ao decorrer do trabalho, os quais são fundamentais para obtenção dos demais dados necessários. Deve-se dar atenção para os tempos de término, em busca de obter o atendente (caixa) desocupado; pelo qual o cliente será atendido.

Tabela 6 – Dados gerais

Cliente	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	43º
Intervalo	4,12	1,1	1,06	0,35	0,69	1,06	0	6,59	0,71	1,59	0,26
Duração	1,68	1,25	3,58	0,33	3,83	1,07	0,35	2,83	3,52	2,38	0,6
Momento	4,12	5,22	6,28	6,63	7,32	8,38	8,38	14,97	15,68	17,27	59,88
Tempo-Fila	0	0	0	0	0	1,48	2,55	0	0	0,53	0
Término	5,8	6,47	9,86	6,96	11,15	10,93	11,28	17,8	19,2	20,18	20,97
Caixa	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1

Fonte: Autores 2016

Por tratar-se de uma tabela extensa, optou-se por demonstrar os dados até o 10º cliente, e do 43º (o último cliente), pois possuem dados a serem utilizados em cálculos posteriores.

5.5 Análise da fila

Compreendendo a Tabela 6, e a relação dos dois caixas no sistema; foi possível calcular fatores relevantes à análise de uma fila.

Número médio de clientes na fila (N.F)

A partir da Equação 6, encontrou-se o Número Médio de Clientes na Fila, aproximadamente 0,58 clientes; esse resultados demonstra que a lotérica quase não possui clientes em fila no horário analisado pelo presente estudo.

Número médio de clientes que estão sendo atendidos (N.A)

Em relação ao Número Médio de Clientes que estão sendo atendidos, nota-se por meio da Equação 7, um resultado aproximado de 0,6235 clientes, corresponde a um valor pequeno e significativo para lotérica, haja vista ser menor que (1 cliente), logo um ritmo de atendimento aceitável, sem exceder a taxa de utilização.

Número médio de clientes no sistema (N.S)

O Número Médio de Clientes no Sistema representa o somatório de clientes em Fila e em Atendimento, de acordo a Equação 8. Logo, o número médio de clientes no sistema é de aproximadamente 1,2 clientes; esse resultado representa o número médio de pessoas que um cliente tem que esperar desde a entrada na fila ao término do atendimento.

Tempo médio de permanência na fila (T.F)

Calcula-se por meio da média, referente ao tempo em fila, conforme Equação 9; em que se obteve aproximadamente 0,81 minutos; período de tempo que o cliente espera em fila para ser atendido.

Tempo médio de permanência no sistema (T.S)

De acordo a Equação 10, e utilizando (T.A = 1,74 minutos/cliente) obtido anteriormente, tem-se que, o Tempo Médio de Permanência no Sistema, que representa desde a entrada em fila até o termino do atendimento, é de aproximadamente 2,55 minutos.

6 Considerações finais

O estudo de caso apresentado neste trabalho exemplifica uma aplicação de teoria das filas em um sistema cotidiano, mostrando que é possível aplicar de forma simples a pesquisa operacional no setor de serviços a fim de otimizar espaços, balancear sistemas, melhorar atendimentos e aumentar a satisfação de clientes e funcionários.

O objetivo deste trabalho foi alcançado, na medida em que foi possível conhecer o comportamento do sistema, ou seja, determinaram-se parâmetros (IC, TA, λ, μ, ρ, NF, NS, TS, TF). Essas informações são fundamentais, pois permitem à gerência planejar antecipadamente a forma como os atendimentos serão feitos. Evitando tanto o excesso de trabalho para um grupo de funcionários como uma grande ociosidade de parte de seus colaboradores, a partir da redistribuição dos atendentes conforme a análise dos comportamentos das filas.

Na pesquisa pode ser observado que o dimensionamento atual da Casa Lotérica é satisfatório para atender a demanda que procura esse tipo de serviço. Os resultados evidenciaram um sistema de atendimento adequado e estável no qual os dois caixas do estabelecimento são suficientes para atender as necessidades dos seus clientes, haja vista que a taxa de ocupação (ρ) ficou em aproximadamente 62,35%, sendo considerado um bom índice segundo a literatura.

O estudo de caso apresenta algumas limitações que devem ser tomadas em observação. Assim, será necessário ter em consideração que a amostra utilizada não é totalmente representativa, ou seja, os resultados alcançados não podem ser generalizados.

Por fim, recomendam-se pesquisas futuras como a aplicação dos conceitos de Teoria das filas nos demais períodos da organização, e também, analisar variáveis de parâmetros em outras localidades de Casas Lotéricas na mesma cidade e comparar o desempenho de cada um dos sistemas.

Referências Bibliográficas

ADAN, I., RESING, J. Queueing Systems. Department of Mathematics and Computing Science. 2015.

ANDRADE, E.L. de. Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para Análise de Decisão. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

ANNES, R. Noção de Teoria das Filas. Disponível em: <http://pucrs.campus2.br/~annes/aqs_3.doc>. Acesso em: 28 de janeiro de 2009.

CARDOSO, F. S.; JUNIOR, Ronaldo Figueiredo Fernandes; SANTOS, Yvelyne Bianca Iunes. Aplicação de teoria de filas no sistema de uma panificadora. In: Anais do XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, SP, 2010.

DAVIS, M. M. et al. Fundamentos da administração da produção. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FOGLIATTI, M. C. e Mattos, N. M. C. Teoria de filas, Rio de Janeiro, 2007.

GRÖNROOS, C. Marketing Gerenciamento e Serviços. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

HWANG, J.; GAO, L.; JANG, W. Joint Demand and Capacity Management in a Restaurant system. European Journal of Operational Research. Vol. 207, pp. 465-472, 2010.

MARCONI, M.A; LAKATOS, E.M Metodologia Científica. São Paulo: Atlas, 2007.

MARTINS, R.A.; MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B. Guia para Elaboração de Monografia e TCC em Engenharia de Produção. São Paulo: Atlas, 2014.

PEREIRA, F. L. M.; COSTA, F. N.; AMARAL, T. B. P.; CARVALHO, C. A. S. Análise da eficiência do atendimento em um setor de coleta sanguínea de um laboratório: Estudo de caso de teoria das filas. In: Anais do XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, BA, 2009.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas. Como montar uma casa lotérica disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-casa-lot%C3% A9rica>. Acesso em: 26 de Abril de 2015

SERRA, C. M. V. Curso de Pesquisa Operacional. Notas de Aula. 2008.