

# **ANÁLISE DO SISTEMA DE FILAS EM UMA CASA LOTÉRICA NA CIDADE DE MONTEIRO-PB ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO E TEORIA DAS FILAS.**

Anadyne Backes Dal Maso (UFCG/CDSA) anadynedalmaso@hotmail.com

Bruno Victor Delmondes de Moura (UFCG/CDSA) brunodemoura\_@hotmail.com

Daniele Joyce Pereira de Oliveira (UFCG/CDSA) danijoyceoliveira@gmail.com

Gonçalo Vitor dos Santos Silva (UFCG/CDSA) goncalovitorss@hotmail.com

## **Resumo**

A simulação é uma poderosa ferramenta no estudo de sistemas reais e hipotéticos, possibilitando assim a vantagem de simular diferentes cenários sem fazer alterações no sistema físico. O principal objetivo deste trabalho é a realização da modelagem de dados de entrada bem como a análise do sistema de fila em uma casa lotérica, localizada na cidade de Monteiro- PB. A partir de observações in loco foi feita uma coleta de dados para uma amostragem que foi tabulada no Microsoft Excel e compilados no software Minitab. Assim, o presente estudo permitiu a análise do fluxo de pessoas em uma fila, onde se constatou a influência da mesma dentro do sistema, podendo verificar as causas do seu surgimento e propor melhorias na produtividade e eficiência do processo, de modo que cause uma maior satisfação ao cliente.

**Palavras-Chaves:** (Modelagem de dados; Teoria das filas; Atendimento do cliente).

## **1. Introdução**

Em virtude das constantes mudanças do atual cenário globalizado e o aumento das exigências dos consumidores, as organizações passaram a buscar diferentes alternativas para atender de forma eficiente, eficaz e com qualidade os seus clientes, para que assim, consigam dessa forma se manter no mercado competitivo que a cada dia aumenta. A fim de garantir que todos esses aspectos sejam cumpridos, é necessário analisar os serviços prestados bem como o fluxo de pessoas dentro de uma organização.

A formação de filas já é algo comum no cotidiano das pessoas, e ocorrem em diferentes situações. Segundo Arenales (2007) as filas de espera existem tanto em sistemas de produção

quanto de serviços, e para o surgimento delas basta haver uma demanda por certo serviço ou produto.

O estudo da teoria das filas é um método utilizado, com a finalidade de encontrar um ponto de equilíbrio entre a demanda e os atendimentos, para que haja a organização do sistema e a adequação do serviço. De acordo com Taha (2008), esse estudo trata da quantificação da espera em filas utilizando medidas de desempenho, como o tempo médio de um fila, tempo médio de espera em fila e a média de utilização do serviço.

Este artigo tem como principal objetivo a modelagem e a análise do comportamento do sistema de filas em uma casa lotérica localizada na cidade de Monteiro-PB. Os dados foram coletados em um único dia, através de observações in loco, com a utilização de equipamento de cronometragem.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Simulação de Sistemas**

Simulação é um método utilizado pela Pesquisa Operacional, que de acordo com Shannon (1975), é apresentado como o “processo de desenvolvimento de um modelo de um sistema real e a condução de experimentos nesse modelo, com o propósito de entender o comportamento do sistema e/ou avaliar várias estratégias (com os limites impostos por um critério ou conjunto de critérios) para a operação do sistema”.

Segundo Filho (2008, apud PEGDEN, 1991), a simulação pode ser também entendida como o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir os experimentos atendendo o propósito do comportamento e da avaliação das estratégias da operação. Simular é submergir o ambiente real para um ambiente controlado de forma que o seu comportamento possa ser estudado sob várias condições e sem a presença de riscos físicos ou grandes custos envolvidos (LAW et al, 1991).

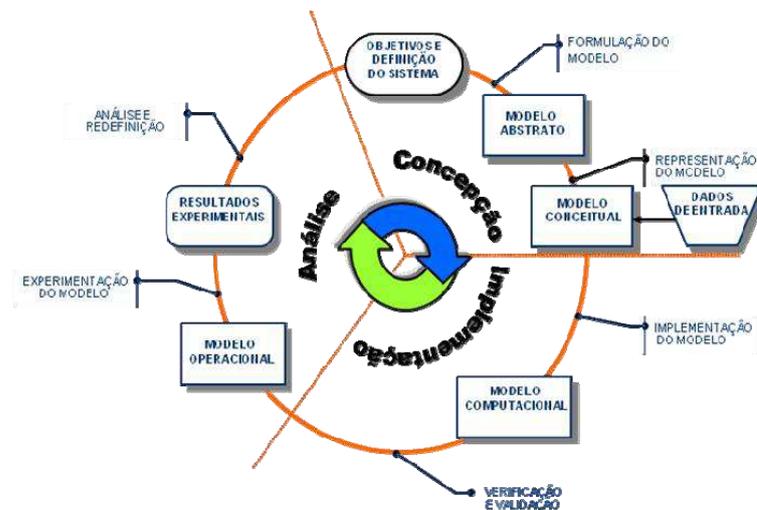
A simulação pode ser aplicada em diversas áreas, como linhas de produção, processamento de dados, logística, entre outros. O processo permite buscar respostas referentes a questionamento de “o que acontece se?” sem haver alterações no real, visto que, os estudos são realizados no computador (FILHO, 2008).

Andrade (2009) elenca alguns benefícios que justificam o uso da simulação, entre eles, destacam-se:

- Previsão de resultados na execução de uma determinada ação;
- Redução de riscos na tomada decisão;
- Identificação de problemas antes mesmo de suas ocorrências;
- Eliminação de procedimentos em arranjos industriais que não agregam valor a produção;
- Realização de análises de sensibilidade;
- Redução de custos com o emprego de recursos (mão-de-obra, energia, água e estrutura física);

De acordo com Chwif e Medina (2010) um modelo de simulação é dividido em três grandes etapas, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1- Metodologia da simulação



Fonte: Chwif e Medina (2010)

Na primeira etapa o analista da simulação deve entender o sistema de forma clara todo o sistema que será simulado bem como, seus objetivos. Deve-se decidir com clareza qual será o escopo do modelo, suas hipóteses e o seu nível de detalhamento, para que o modelo abstrato seja representado através de alguma técnica, o tornando um modelo conceitual. (CHWIF; MEDINA 2010).

Chwif e Medina (2010) explica que, na segunda etapa, de “implementação”, o modelo conceitual é convertido em um modelo computacional através da utilização de alguma

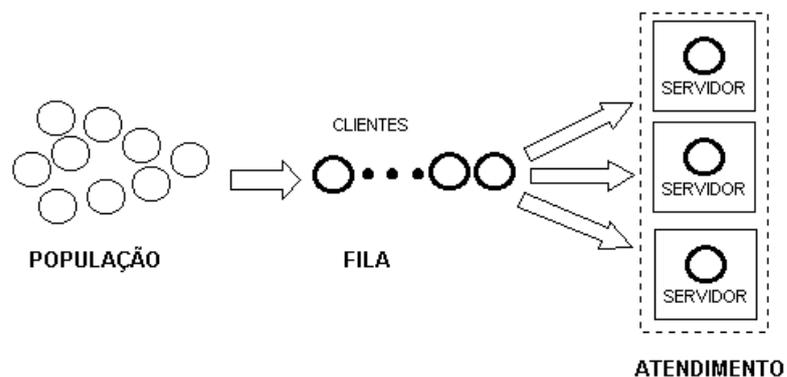
linguagem de simulação ou de um simulador comercial. Na terceira etapa o modelo computacional deve estar pronto para a realização dos experimentos, dando origem ao modelo operacional. Para que os resultados possam ser analisados, é necessário que as simulações sejam realizadas várias vezes, e assim, documentas e concluídas, bem como com as possíveis recomendações de melhorias (CHWIF; MEDINA 2010).

## 2.2 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 Prado (2009) uma fila é composta pela população, entidade e o serviço, onde por meio da população que são denominados clientes há formação de uma fila para assim obter algum tipo de serviço. Na figura 2 observe a demonstração do modelo conceitual de funcionamento das filas.

Figura 2- Modelo conceitual de funcionamento de filas



Fonte: (Disponível em < <http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAf4PUAJ-0.jpg>>)

Podemos exemplificar o aproveitamento das teorias das filas das quais podem ser descobertos nos mais diversos setores, sendo eles: telecomunicações, call center, bancos, hospitais, supermercados, programação de ônibus, aeroportos, restaurantes. (BROWN et al., 2002; BRUIN et al., 2005; GREEN, 2006; JOSHI et al., 1992; XIAO, ZHANG, 2010).

Segundo Serra (2008), a teoria das filas é um método analítico que estuda os parâmetros de uma fila (tempo médio de espera, tamanho médio de uma fila, taxa média de utilização do servidor) de um sistema real. As filas se constituem 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 práticas matemáticas possibilita descobrir um ponto de equilíbrio que vai atender o cliente, sendo viável de maneira econômica para o prestador de serviços.

### 2.2.1 Modelo de filas- Notação de Kendall

De uma forma geral o modelo de filas pode ser apresentado através da notação de Kendall. Segundo Ferreira Filho (2007), em 1953, D. G. Kendall desenvolveu um modelo que representasse os sistemas de filas, no qual é hoje comumente usada. Tal representação é expressa da seguinte forma  $A/S/m/B/K/SD$ , onde:

- A (Arrival Process): descreve a distribuição do tempo entre chegadas
- S (Service Time Distribution): a distribuição do tempo de serviço;
- m: o número de servidores;
- B (Buffer): a capacidade total de usuários no sistema;
- SD (Service Discipline): a disciplina de atendimento.

### 2.2.2 Variáveis fundamentais

Em um sistema de filas estável, aonde os clientes chegam e esperem para serem atendidos pelos servidores há algumas importantes variáveis de desempenho que estão demonstradas na figura abaixo.

Figura 3 – Medidas de desempenho

<b>Referentes ao sistema</b>
TS = Tempo médio que o cliente gasta no sistema NS = Número médio de clientes no sistema
<b>Referentes à fila</b>
TF = Tempo médio que o cliente gasta na fila de espera NF = Número médio de clientes na fila ou tamanho médio da fila
<b>Referente à utilização e ao tempo ocioso dos servidores</b>
$P_0$ = Índice de ociosidade das instalações $\rho$ = Taxa de utilização dos atendentes

Fonte: Prado (2006, p. 43)

Na figura 4 demonstrada a seguir, há descrição das relações de uma fila com suas variáveis básicas.

Figura 4- Relações básicas entre variáveis

Variáveis	Fórmula
Intervalo entre chegadas	$IC = 1/\lambda$
Tempo de atendimento	$TA = 1/\mu$
Taxa de utilização dos atendentes	$P = \lambda / c \mu$
Relação entre fila, sistema e <u>atendente</u>	$NA = \lambda/\mu$
Fórmula de Little	$NF = \lambda. TF$

Fonte: Prado (2006, p. 43)

As principais variáveis utilizadas como medidas de desempenho em um sistema de filas com um único atendente é apresentada na Tabela 1, veja a seguir.

Tabela 1- Fórmulas para um único atendente

Nome	Descrição	Fórmula
P	Taxa e Utilização	$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$
NF	Número Médio de Clientes na Fila	$NF = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$
NS	Número Médio de Clientes no Sistema	$NS = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$
TF	Tempo médio o qual o Cliente fica na Fila	$TF = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$
TS	Tempo Médio durante o qual o cliente fica no Sistema	$TS = \frac{1}{\mu - \lambda}$
$P_0$	Probabilidade de existirem n Clientes no Sistema	$P_n = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n$

Fonte: Autoria Própria (2018)

### **2.3 Software Minitab**

O software Minitab é um pacote de estatístico que foi criado em 1972 por três professores e desenvolvido na Universidade Estadual da Pensilvânia. O intuito inicial era facilitar o ensino de estatística aos seus alunos para que os mesmo tivesse maior compreensão sobre conceitos estatísticos e o que os mesmo representavam, assim começou como uma versão light do OMNITAB, um programa de análise estatística pelo NIST; a documentação para OMNITAB 1986 foi publicado, e não houve desenvolvimento significativo desde então (MINITAB, 2017).

### **3. Metodologia**

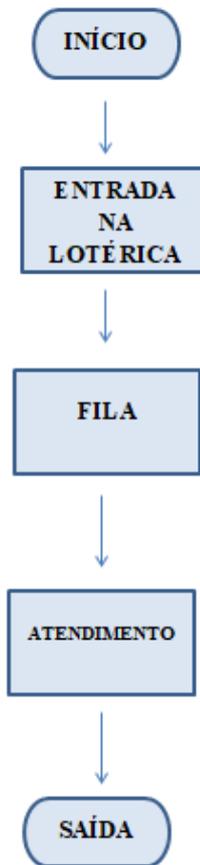
O desenvolvimento do estudo teve início a partir da observação do grande tempo de espera de clientes em uma fila na casa lotérica da cidade de Monteiro-PB. Para o melhor entendimento bem como auxilio, foram feitas consultas bibliográficas em artigos, revistas, teses, para que assim fosse desenvolvido o sistema de simulação.

O artigo é de caráter quantitativo, que de acordo com Prodanov e Freitas (2013), considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.

O objetivo principal é analisar a chegada de clientes em uma fila direcionada para atendimento em um caixa. Como instrumento de medição, utilizou-se um cronômetro que marcava o instante em que o cliente chegava à fila, o instante em o cliente começava a ser atendido e o instante em que o mesmo terminava seu atendimento.

A figura 5 representa o fluxograma do processo de atendimento no local de observação.

Figura 5- Fluxograma do processo de atendimento



Fonte: Autoria Própria (2018).

O estudo ocorreu no dia 29 de janeiro de 2018 das 8h:42min:24s até 11h:14min:58s, e resultou em uma amostra de dados de 100 pessoas, onde as marcações foram registradas na tabela 2 e tabulados no Microsoft Excel e posteriormente compilados no Software Minitab.

Tabela 2- Dados de entrada coletados na casa lotérica

Cliente	Horário de Chegada (h:min:s)	Horário de Atendimento (h:min:s)	Término do Atendimento (h:min:s)	Tempo de Atendimento(s)	Intervalo entre as chegadas dos Clientes(s)
1	08:42:24	08:50:29	08:51:25	56	0
2	08:45:01	08:51:30	08:53:03	93	157
3	08:46:11	08:54:06	08:58:45	99	70
4	08:46:54	08:55:50	08:58:17	146	43
5	08:47:58	08:58:21	09:00:58	157	64
6	08:49:16	09:01:03	09:01:40	37	78
7	08:51:01	09:01:47	09:03:24	97	105
8	08:52:43	09:03:28	09:03:57	29	102
9	08:52:56	09:04:00	09:05:36	66	13
10	08:55:25	09:05:41	09:08:14	153	149
11	08:55:33	09:07:15	09:08:49	94	8
12	08:56:11	09:08:54	09:11:05	131	38
13	08:57:16	09:11:10	09:12:26	76	65
14	08:58:01	09:12:30	09:12:57	27	45
15	09:02:13	09:13:04	09:14:31	87	252
16	09:06:12	09:14:37	09:15:17	40	239
17	09:08:35	09:15:22	09:16:55	93	143
18	09:08:38	09:16:58	09:18:10	72	3
19	09:09:09	09:18:11	09:19:29	78	31
20	09:11:27	09:19:32	09:21:52	140	138
21	09:13:48	09:21:54	09:24:31	157	141
22	09:13:56	09:22:34	09:25:17	163	8
23	09:15:46	09:25:20	09:25:55	44	110
24	09:15:52	09:25:57	09:27:29	92	6
25	09:19:32	09:27:31	09:29:23	112	220
26	09:20:37	09:29:28	09:30:26	58	65
27	09:22:33	09:30:30	09:32:26	116	116
28	09:23:49	09:32:30	09:34:20	110	76
29	09:23:51	09:34:23	09:36:05	102	2
30	09:27:21	09:36:08	09:37:53	105	150
31	09:27:39	09:37:55	09:38:34	39	78
32	09:27:43	09:38:36	09:40:20	104	4
33	09:28:20	09:40:22	09:41:41	79	37
34	09:32:51	09:41:47	09:43:20	93	151
35	09:33:14	09:43:23	09:44:26	63	143
36	09:35:49	09:44:27	09:45:26	59	155
37	09:38:01	09:45:26	09:50:19	293	132
38	09:39:39	09:50:20	09:50:57	37	98
39	09:39:48	09:51:00	09:51:37	37	9
40	09:40:31	09:51:39	09:59:41	482	43
41	09:42:58	09:59:42	10:01:39	117	146

42	09:44:10	10:01:40	10:03:35	55	73
43	09:47:20	10:02:38	10:04:21	103	190
44	09:51:45	10:04:41	10:05:03	22	265
45	09:52:01	10:05:05	10:06:58	113	16
46	09:53:13	10:07:00	10:07:19	19	72
47	09:54:46	10:07:22	10:09:41	139	93
48	09:54:51	10:09:44	10:12:49	185	5
49	09:57:51	10:12:50	10:14:41	111	180
50	09:58:01	10:14:43	10:15:36	53	10
51	10:02:06	10:15:37	10:16:42	65	245
52	10:02:14	10:16:44	10:17:41	57	8
53	10:02:21	10:17:42	10:18:13	31	7
54	10:04:31	10:18:15	10:19:30	75	130
55	10:05:17	10:19:33	10:20:23	50	46
56	10:05:33	10:20:25	10:21:02	37	16
57	10:05:46	10:21:05	10:23:01	116	13
58	10:06:01	10:23:05	10:23:43	38	15
59	10:06:07	10:23:54	10:25:51	117	6
60	10:09:01	10:25:56	10:26:16	20	174
61	10:09:29	10:26:20	10:27:30	70	28
62	10:12:22	10:27:30	10:30:51	201	173
63	10:15:00	10:30:56	10:32:01	65	159
64	10:16:40	10:32:03	10:33:07	64	99
65	10:19:01	10:33:10	10:33:48	38	141
66	10:29:09	10:36:37	10:37:36	59	608
67	10:31:41	10:37:40	10:38:06	26	152
68	10:32:07	10:38:07	10:38:58	51	26
69	10:32:11	10:39:00	10:40:36	96	4
70	10:32:21	10:40:40	10:42:01	81	10
71	10:32:26	10:42:06	10:45:27	201	5
72	10:32:41	10:45:30	10:47:58	148	15
73	10:32:58	10:48:00	10:49:35	95	17
74	10:33:17	10:49:40	10:50:56	76	19
75	10:40:07	10:50:57	10:53:31	154	410
76	10:40:19	10:53:35	10:57:23	228	12
77	10:40:51	10:57:28	10:58:36	68	32
78	10:45:08	10:58:37	11:01:33	176	257
79	10:45:29	11:01:35	11:02:40	65	21
80	10:46:01	11:02:43	11:03:13	30	32
81	10:50:51	11:03:15	11:04:19	64	290
82	10:50:56	11:04:22	11:11:30	428	5
83	10:56:02	11:11:32	11:12:01	29	306
84	10:56:51	11:12:05	11:14:31	146	49
85	10:59:41	11:14:34	11:15:01	27	170
86	11:00:31	11:15:06	11:15:46	40	50

87	11:03:28	11:15:47	11:17:54	127	177
88	11:04:13	11:17:56	11:22:31	275	45
89	11:04:21	11:22:32	11:25:57	205	8
90	11:05:21	11:26:00	11:28:11	131	60
91	11:05:31	11:28:14	11:29:51	97	10
92	11:05:36	11:29:55	11:31:29	94	5
93	11:06:24	11:31:32	11:32:11	39	48
94	11:12:21	11:32:16	11:32:32	16	357
95	11:12:33	11:32:37	11:33:26	49	12
96	11:13:01	11:33:27	11:34:25	58	28
97	11:13:13	11:34:27	11:36:47	140	12
98	11:14:11	11:36:50	11:41:01	251	58
99	11:14:23	11:41:22	11:43:32	130	12
100	11:14:58	11:43:45	11:47:03	198	35
<b>Tempo Médio</b>				<b>101,75</b>	<b>91,54</b>

Fonte: Autoria Própria (2018)

#### 4. Resultados

Esta seção apresenta o tratamento dos dados e inferência.

##### 4.1 Tratamento dos Dados e Inferência

Figura 6 –Estatísticas Descritivas sobre o tempo de Atendimento

##### Estatísticas

Variável	Contagem							
	Total	Média	DesvPad	Variância	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
Tempo de Atendimento	100	101,75	77,05	5937,14	75,73	16,00	89,50	482,00

Variável	N de		
	Moda	Moda	Assimetria
Tempo de Atendimento	37	4	2,35

Fonte: Autoria própria (2018)

Como visto na figura 6, o tempo de atendimento tem uma média de 101,75 segundos, ou seja, não é um tempo muito longo, pois é aproximadamente um minuto e quarenta segundos, porém devido a concorrência de outras agências, deve-se tentar diminuir ao máximo este tempo, de forma que aumenta a satisfação dos clientes. Os dados apresentados mostram que o tempo máximo é de quatrocentos e oitenta e dois segundos, equivalente à oito minutos e dois

segundos, de forma que esse longo tempo afetará totalmente no tempo de espera do cliente para ser atendido. O mesmo estudo foi realizado sobre o intervalo entre as chegadas.

Figura 7 – Estatística descritiva para os intervalos entre chegadas

**Estatísticas**

Variável	Contagem				CoefVar	Mínimo	Mediana
	Total	Média	DesvPad	Variância			
Intervalo entre chegada de Clie	100	92,5	102,5	10498,2	110,81	2,0	58,0

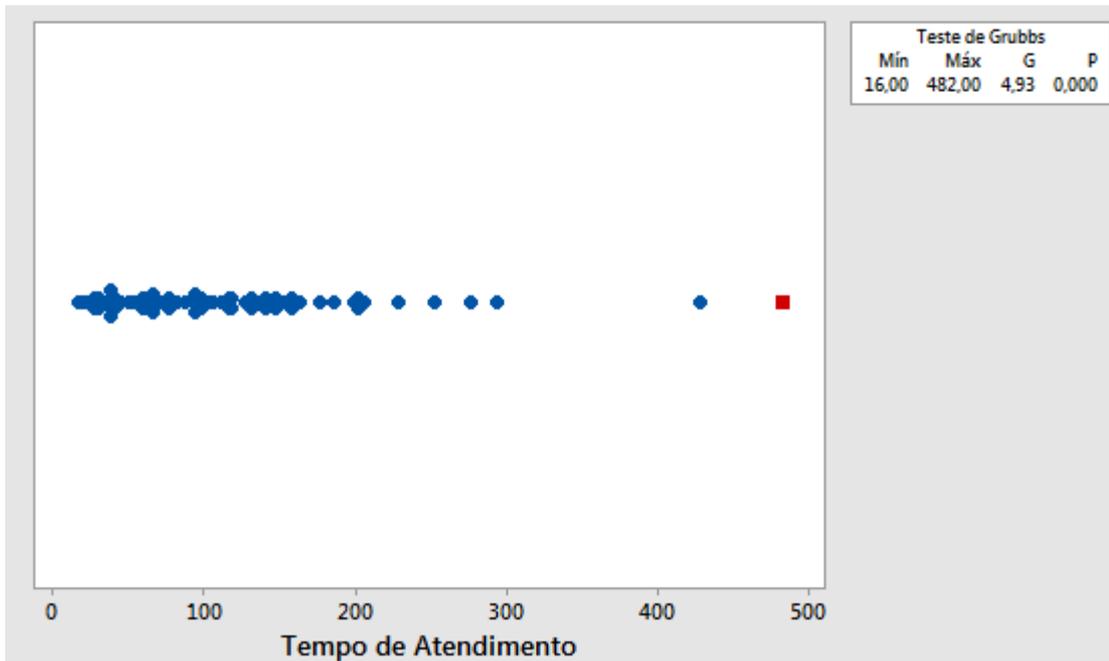
Variável	Máximo	N de		Assimetria
		Moda	Moda	
Intervalo entre chegada de Clie	608,0	5; 8; 12	4	2,06

Fonte: Autoria própria (2018)

De acordo com a figura 7, o intervalo entre chegada dos clientes tem uma média de de 92,5 segundos, tendo em vista que em um expediente do turno da manhã tem a duração de quatro horas, o número em média de clientes atendidos é em torno de cento e cinquenta e seis pessoas, o que corresponde a aproximadamente uma hora e vinte minutos para cada 50 pessoas. Calculando esses dados, temos que a média dessa agência é de noventa e seis segundos para cada pessoa atendida, de forma que o intervalo de chegada dos clientes está menor do que o tempo de atendimento, ocasionando a necessidade de mais um caixa para suprir a demanda da agência.

Foi realizado um estudo referente ao *outlier* de atendimento, com o intuito de analisarmos quais amostras estariam fora do comum e que afeteria diretamente na média e no tempo em que os clientes posteriores aguardariam em fila. Segue o resultado, na figura a seguir.

Figura 8 – Gráfico Outlier do tempo de Atendimento

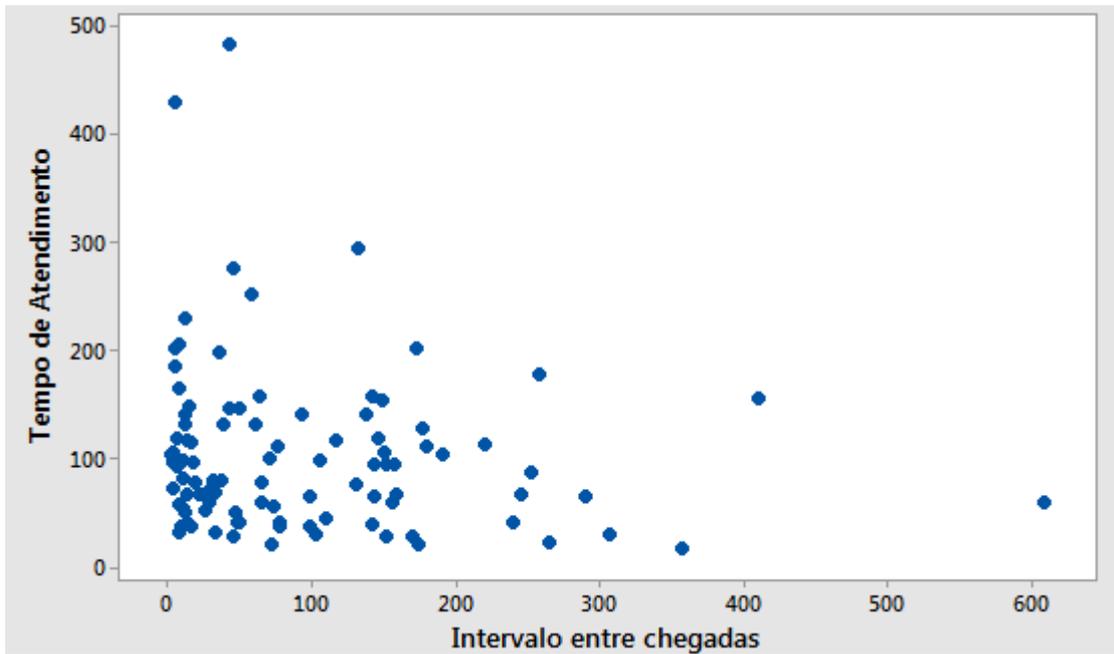


Fonte: Aatoria Própria(2018).

Pode-se observar através do resultado gerado, que o cliente esperou mais de vinte e oito minutos, devido ao tempo de atendimento maior que o normal, causando uma maior insatisfação, no entanto, são casos isolados, com uma baixíssima frequência de ocorrência.

Para obtermos uma visão sobre o comportamento dos dados, se faz necessário a simulação do gráfico de dispersão, que está demonstrado na figura 9.

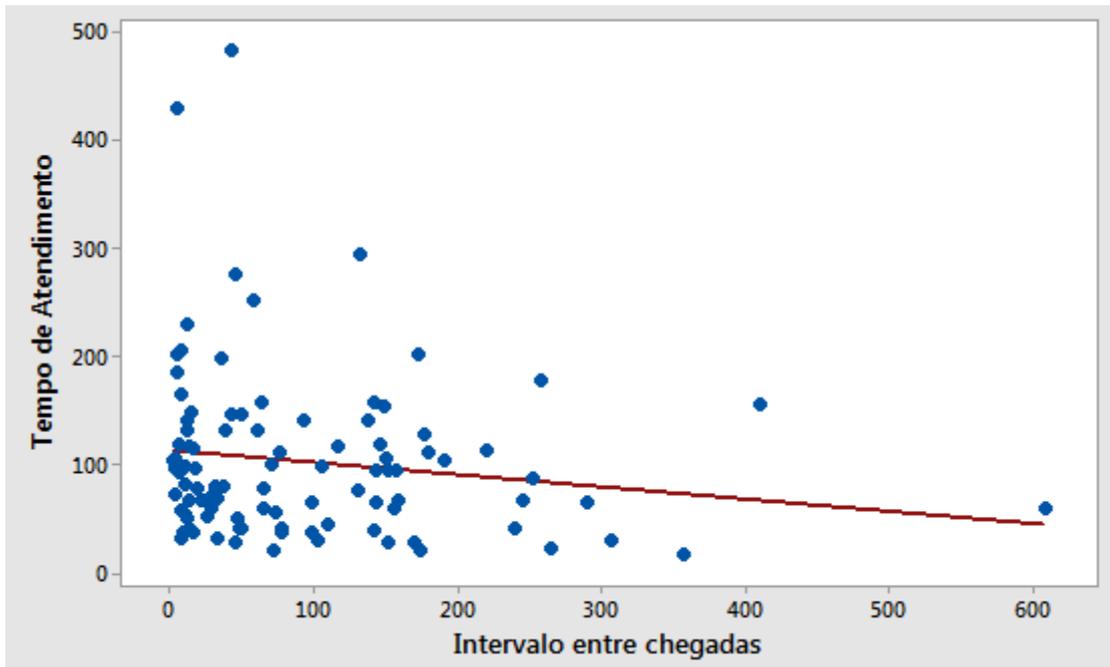
Figura 9- Gráfico de Dispersão Intervalo entre Chegadas X Tempo de Atendimento



Fonte: Aatoria Própria(2018).

Através da imagem acima, observa-se que é um evento aleatório, que não se pode prever nada, nem quando chegará e nem quanto tempo será o próximo cliente, pois o diagrama de dispersão mostra os dados um pouco dispersos. Depois foi acrescentado pelo minitab uma reta que mostra o ajuste de regreção, de maneira que melhor representa a relação em o intervalo de chegas e o tempo de atendimento.

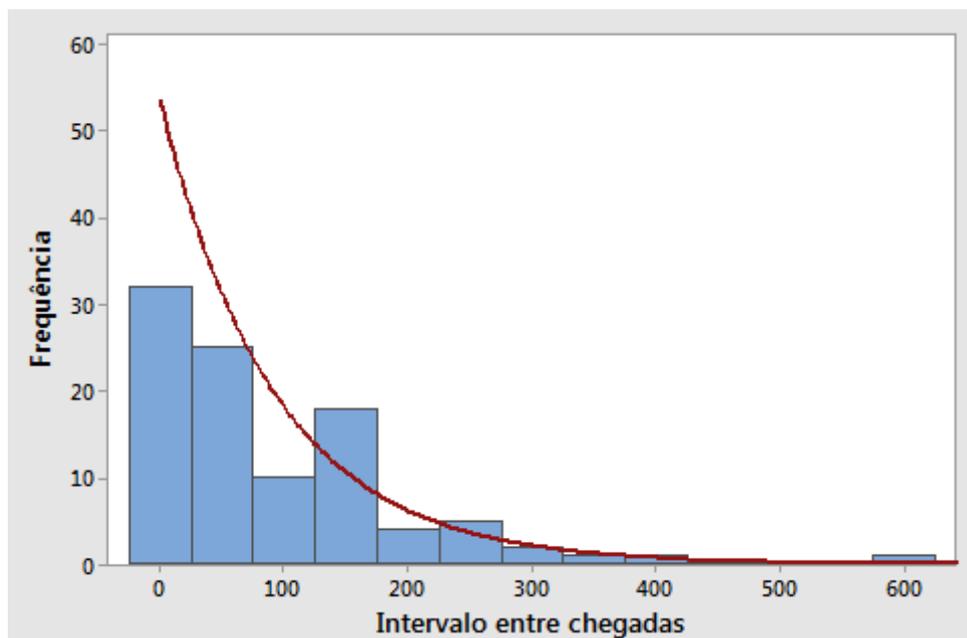
Figura 10- Gráfico de Dispersão Intervalo entre Chegadas X Tempo de Atendimento



Fonte: Autoria Própria (2018)

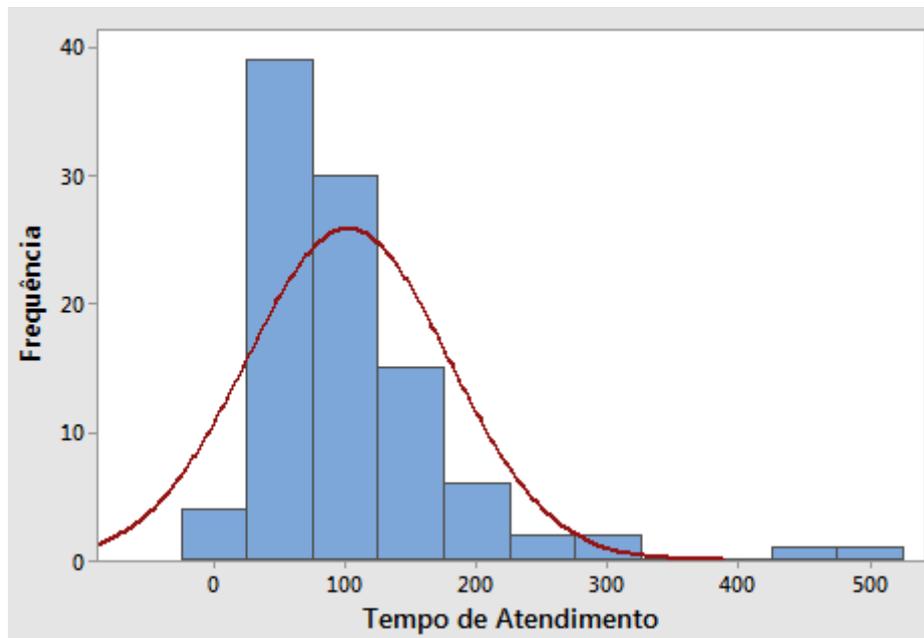
Após o gráfico de dispersão, foi construído um Histograma, ferramenta utilizada com o objetivo de analisar e representar os dados de forma quantitativa, passando uma confiança através dela, de forma que concede uma visão mais ampla da variação que ocorre nesse conjunto de dados.

Figura 11 – Histograma entre a chegada dos clientes, em segundos



Fonte: Autoria própria

Figura 12 – Histograma dos tempos de atendimento dos clientes, em segundos



Fonte: Autoria própria

As figuras 11 e 12 representam os histogramas formulados através da amostra de dados coletada. A primeira simboliza os intervalos entre as chegadas de clientes na fila e a segunda o tempo de atendimento dos clientes.

Para construir o histograma, é necessário calcular a quantidade ótima do intervalo de classes, porém o software nos passa automaticamente o melhor número de intervalo de classes, para a figura 1, que foram mostrados 12 intervalos, Já na figura 2, foram utilizados 11 intervalos.

Tendo em vista que o Tempo de Atendimento se comporta muito parecido como uma distribuição normal, em contra partida o intervalo entre as chegadas dos clientes se comporta como uma distribuição exponencial.

De acordo com os dados de chegada e atendimento de clientes na casa lotérica, durante duas horas e trinta minutos, tem-se (Tabela 3):

Tabela 3 – Dada de chegada e atendimento dos clientes

Parâmetros	Resultados
Ritmo Médio de Chegada ( $\lambda$ )	0,011

Intervalo Médio entre Chegadas (IC)	91,54s
Ritmo Médio de Atendimento ( $\mu$ )	0,0098
Tempo Médio de Atendimento (TA)	101,75s

Fonte: Autoria Própria (2018)

Após obter os resultados dos Parâmetros, viu-se que o IC é menor do que a TA, ou seja, apenas um atendente não está suprimindo a demanda nos dias de pico, de maneira que a fila fica enorme durante todo o dia.

## 5. Conclusão

Neste trabalho foi realizado um estudo de filas em uma casa lotérica, localizada na cidade de Monteiro, Paraíba. O objetivo prescrito para o estudo foi a realização da modelagem dos dados obtidos através de observações no tempo de chegada de cada cliente a fila e os tempos de atendimento dos mesmos. O método de teoria das filas foi aplicado a fim de otimizar o processamento interno entre clientes e o atendimento prestado, buscando alternativas que proporcionam a diminuição do tempo médio de espera na fila.

A eficiência no andamento das filas, bem como o tempo de atendimento é uma variável que não pode ser considerada constante, pois os atendimentos podem apresentar diferentes durações.

A partir do uso das ferramentas MiniTab e Excel, pode-se extrair os dados e compreender melhor o comportamento da fila no estabelecimento.

O estudo pode contribuir para demonstrar que em dias de pico no atendimento, a casa lotérica apresenta uma maior demanda de clientes, com tempo de atendimento médio maior do que o intervalo médio entre chegadas. Assim, para haver a melhoria no serviço prestado, de forma que a demanda seja suprida, se faz necessário à presença de mais um ponto de atendimento, resultando em filas menores.

## 6. Referencias

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

ARENALES, M., ARMENTANO, V. A., MORABITO, R., YANASSE, H. H. **Pesquisa Operacional**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BROWN, L., GANS, N., MANDELBAUM, A., SAKOV, A., SHEN, H., ZELTYN, S., ZHAO, L. *Statistical Analysis of a Telephone Call Center: A Queueing-science Perspective*. Wharton Financial Institutions Center, Pennsylvania, n. 4, p.1-37, 5 out. 2004.

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.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações**. 3. Ed. rev. São Paulo: Ed. do Autor, 2010.

FERREIRA FILHO, V. J. M. **Processos Estocásticos e Teoria das Filas**. Disponível em: <[http://www.iceb.ufop.br/deest/p3f11\\_d3p4rt4m3nt03st/arquivos/0.661335001390983227.pdf](http://www.iceb.ufop.br/deest/p3f11_d3p4rt4m3nt03st/arquivos/0.661335001390983227.pdf)> Acesso em: 07 de fevereiro de 2018.

FILHO, P.F.F. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas**. 2. Ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

GREEN, L. V., SOARES, J., GIQLIO, J.F., GREEN, R.A. *Using Queueing Theory to Increase the Effectiveness of Emergency Department Provider Staffing. Academic Emergency Medicine*, Boston, v. 13, n. 1, p.61-68, 1 jan. 2006.

JOSHI, P. L., BHATTACHARYA, M., KUMAR, D., RAJ, B.C., AGARWAL, V.K.. *Application of Queueing Theory in Hospital Management*. Indian Journal of Community Medicine, Allahabad, v. 17, n. 2, p. 102-108, 01 jul. 1992.

LAW, Averill M.; KELTON, W. David. *Simulation Modeling and Analysis*. 2 ed. New York: McGraw-Hill, 1991.

MINITAB. Sobre nós. 2017. Disponível em: <<https://www.minitab.com/ptbr/News/Aprendendo-estat%C3%ADstica--Antes-e-depois-do-Minitab/>>. Aceso em: 07 de fevereiro de 2018.

PRADO, D. S. 2010. **Usando o Arena em Simulação**. 4. Ed. Série Pesquisa Operacional - Volume 3. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2010.

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

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

SHANNON, R.E. *System simulation: the art and science*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall, 1975.

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

TAHA. H. A. **Pesquisa operacional**. 8ª edição. Editora Pearson Education do Brasil. São Paulo 2008.

XIAO, H.; ZHANG, G.. *The Queuing Theory Application in Bank Service Optimization*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LOGISTICS SYSTEMS AND INTELLIGENT MANAGEMENT, 24., 2010, Harbin. Anais... Harbin: ICLSIM, 2010. p. 1097-1100.