

**Marcia Regina Werner Schneider Abdala  
(Organizadora)**

**A Aplicação do  
Conhecimento  
Científico nas  
Engenharias 2**

**Atena**  
Editora

Ano 2019

Marcia Regina Werner Schneider Abdala  
(Organizadora)

# A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A642 A aplicação do conhecimento científico nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-245-6

DOI 10.22533/at.ed.456190504

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.0072

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

O conhecimento científico é extremamente importante na vida do ser humano e da sociedade, pois possibilita entender como as coisas funcionam ao invés de apenas aceita-las passivamente. Mediante o conhecimento científico é possível provar muitas coisas, já que busca a veracidade através da comprovação.

Sendo produzido pela investigação científica através de seus procedimentos, surge da necessidade de encontrar soluções para problemas de ordem prática da vida diária e para fornecer explicações sistemáticas que possam ser testadas e criticadas através de provas. Por meio dessa investigação, obtêm-se enunciados, leis, teorias que explicam a ocorrência de fatos e fenômenos associados a um determinado problema, sendo possível assim encontrar soluções ou, até mesmo, construir novas leis e teorias.

Possibilitar o acesso ao conhecimento científico é de suma importância para a evolução da sociedade e do ser humano em si, pois através dele adquirem-se novos pontos de vista, conceitos, técnicas, procedimentos e ferramentas, proporcionando o avanço na construção do saber em uma área do conhecimento.

Na engenharia evidencia-se a relevância do conhecimento científico, pois o seu desenvolvimento está diretamente relacionado com o progresso e disseminação deste conhecimento.

Neste sentido, este E-book, composto por dois volumes, possibilita o acesso as mais recentes pesquisas desenvolvidas na área de Engenharia, demonstrando a importância do conhecimento científico para a transformação social e tecnológica da sociedade.

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O BRASIL SABE PLANEJAR?	
Thiago de Oliveira Lima Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.4561904041	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>4</b>
A CONTRIBUIÇÃO DA ACREDITAÇÃO HOSPITALAR PARA A MELHORIA DOS SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE	
Tatyana Karla Oliveira Regis	
Sablina Cibele Fernandes Alves	
DOI 10.22533/at.ed.4561904042	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>15</b>
SÍNDROME DE BURNOUT: NOVOS DESAFIOS PARA GESTÃO DE FUNCIONÁRIOS DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO	
Luís L'Aiglon Pinto Martins	
DOI 10.22533/at.ed.4561904043	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
TEORIA DAS FILAS PARA DIMENSIONAMENTO DE ATENDENTES EM EMPRESA DE SOFTWARE	
Ivete Linn Ruppenthal	
Fernanda Klein Both	
Fabrício Desbessel	
João Serafim Tusi da Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.4561904044	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO ALIMENTÍCIO	
Jeova Santos Gonçalves	
Larisse Oliveira Costa	
DOI 10.22533/at.ed.4561904045	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>46</b>
UTILIZAÇÃO DA PESQUISA OPERACIONAL NA OTIMIZAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS EM UM RESTAURANTE NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE, CEARÁ	
José Oliveira da Silva Júnior	
Kleison de Paiva Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.4561904046	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>50</b>
ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS: CAPACIDADE PRODUTIVA DE UM ATELIÊ NO MUNICÍPIO DE XINGUARA-PA	
Thiago Dos Santos Paula	
Fábia Maria de Souza	
Waleriana Cavalcante Leão	
Mariele Ferreira Gonçalves	
Cristiano Carvalho da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4561904047	

<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>62</b>
ANÁLISE ERGONÔMICA DOS AGENTES DE LIMPEZA PÚBLICA DO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS -MA	
Karolayne Maria Viana Silva	
Basynga Franco da Silva	
Júlio César Moraes Vale	
José Ribamar Santos Moraes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4561904048</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>72</b>
GESTÃO DE RISCOS DE RUPTURAS E ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS	
Márcio Gonçalves dos Santos	
Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4561904049</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>87</b>
MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PRODUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO RAMO DE NAVEGAÇÃO	
Gabriel Lemos Ferreira	
Tábata Stephanie Vilela Morgado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040410</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>98</b>
AVANÇOS DA MANUTENÇÃO EM UMA OFICINA MECÂNICA DE UMA CONSTRUTORA	
Izac de Sousa Vieira	
José Weliton Nogueira Júnior	
Yuri José Luz Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040411</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>103</b>
DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO MARCADOR PARA PLANTIO DE FUMO	
Marlon Vinícius Medeiros	
João Pedro Brentano Uhry	
Anderson Creasso	
Alexandre Chapoval Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040412</b>	
<b>CAPÍTULO 13 .....</b>	<b>115</b>
CONTROLE E MONITORAMENTO DE CARGAS COM SISTEMA SCADABR E ARDUINO	
Chagas Carvalho Teixeira de Oliveira Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040413</b>	
<b>CAPÍTULO 14 .....</b>	<b>128</b>
ANÁLISE DE POTENCIAL EÓLICO UTILIZANDO O SOFTWARE WASP E DADOS DE MEDIÇÃO DE ANEMÔMETRO DE TORRES METEOROLÓGICAS	
Francisco Jeandson Rodrigues da Silva	
Magna Livia Neco Rabelo	
Antonio Marcos Teixeira	
Antônio Wellington Vaz dos Santos	
José Neurismar Bezerra de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040414</b>	

**CAPÍTULO 15 ..... 135**

USO DO SISTEMA GOD PARA DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM MARAU – RS

Gabriel D'Ávila Fernandes  
Willian Fernando de Borba  
Lueni Gonçalves Terra  
José Luiz Silvério da Silva  
Éricklis Edson Boito de Souza  
Mirta Teresinha Petry

**DOI 10.22533/at.ed.45619040415**

**CAPÍTULO 16 ..... 144**

VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ELDORADO DO SUL-RS

Gabriel D'Ávila Fernandes  
Willian Fernando de Borba  
José Luiz Silvério da Silva  
Gustavo Rinaldo Scaburi  
Pedro Daniel da Cunha Kemerich  
Éricklis Edson Boito de Souza  
Jennyfer Selong Redel

**DOI 10.22533/at.ed.45619040416**

**CAPÍTULO 17 ..... 150**

UTILIZAÇÃO DA LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA (LPA) NO CONTROLE DE BOMBAS DE SANGUE DE FLUXO CONTÍNUO

Gabriel Furlan  
Tarcisio Fernandes Leão  
José William Rodrigues Pereira  
Victor Freitas Souto  
Eduardo Guy Perpétuo Bock

**DOI 10.22533/at.ed.45619040417**

**CAPÍTULO 18 ..... 162**

CONFECÇÃO DE BIOMODELOS PARA PACIENTES RECÉM-NASCIDOS E CRIANÇAS MAIORES COM COARCTAÇÃO DA AORTA

Rosana Nunes dos Santos  
Vinicius Oliveira Nascimento Louro  
Nadine Rubliauskas Wahbe  
Tiago Senra Garcia dos Santos  
Aron José Pazin de Andrade  
Bruno Utiyama da Silva  
Carlos Augusto Cardoso Pedra

**DOI 10.22533/at.ed.45619040418**

**CAPÍTULO 19 ..... 173**

CONTROLE DO CONVERSOR BUCK PARA MÓDULOS DA CADEIRA DE RODAS COM USO DE LMIs

Ruberlei Gaino  
Márcio Roberto Covacic  
Rodrigo da Ponte Caun  
Pedro Henrique Bonilha Mantovani

**DOI 10.22533/at.ed.45619040419**

**CAPÍTULO 20 ..... 186**

METODOLOGIA PARA A CRIAÇÃO DE UMA ROTINA DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA EM IMPLANTES DE QUADRIL

Jorge Arturo Hinostroza Medina

Bianca Aleixo

Claudio Teodoro dos Santos

Rafael de Abreu Vinhosa

Mauricio de Jesus Monteiro

Ieda Vieira Caminha

André Maués Brabo Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.45619040420**

**CAPÍTULO 21 ..... 199**

DESENVOLVIMENTO DE UM ELETROMIÓGRAFO PARA AVALIAR PADRÕES DE RESPOSTAS MUSCULARES E EFICÁCIA DE TRATAMENTOS

Suany dos Santos Chagas

Deriks Karlay Dias Costa

Wellington José Figueiredo de Lima

Luciana de Azevedo Vieira

Rildo Cesar Dias Arrifano

Kleiber Tenório de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.45619040421**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 212**

## TEORIA DAS FILAS PARA DIMENSIONAMENTO DE ATENDENTES EM EMPRESA DE SOFTWARE

### Ivete Linn Ruppenthal

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai  
e das Missões – URI  
Santo Ângelo – Rio Grande do Sul

### Fernanda Klein Both

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai  
e das Missões – URI  
Santo Ângelo – Rio Grande do Sul

### Fabício Desbessel

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai  
e das Missões – URI  
Santo Ângelo – Rio Grande do Sul

### João Serafim Tusi da Silveira

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai  
e das Missões – URI  
Santo Ângelo – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** A análise de filas visa proporcionar um serviço considerado satisfatório aos clientes em espera por atendimento e, viável economicamente para o provedor do serviço. Por meio da Teoria das Filas podem-se determinar medidas de desempenho para dimensionar o sistema, de forma a suprir as demandas existentes. Neste sentido, realizou-se este estudo em uma empresa de Software, a qual presta serviço ao cliente através de um setor de atendimento. O objetivo é dimensionar o número adequado de atendentes de suporte, baseado em cálculos matemáticos da Teoria das

Filas. O problema de pesquisa é saber quantos atendentes de suporte são necessários para não haver acúmulo de chamados em espera. Para delinear a pesquisa, a mesma foi classificada em dois aspectos, quanto aos fins, foi de natureza descritiva, explicativa e aplicada. Quanto aos meios, a pesquisa foi bibliográfica, documental e estudo de caso. A coleta de dados se deu por meio de pesquisa bibliográfica, documental e entrevista, para posterior análise e discussão dos resultados. Foi necessário verificar a quantidade média de chamados que chega ao suporte, estimar o tempo médio de atendimento dos chamados, para poder dimensionar o número de atendentes necessários no suporte para não ocasionar o congestionamento do sistema. Através deste estudo foi possível identificar que ao operar com sete atendentes, o sistema entra em congestionamento, pois a fila cresce infinitamente. Por fim, pode-se sugerir que o suporte seja composto por uma equipe de nove colaboradores, para que o sistema esteja adequadamente dimensionado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Teoria das Filas. Dimensionamento. Suporte.

**ABSTRACT:** Queuing analysis aims to provide a service considered satisfactory to customers waiting for service and also economically viable for the service provider. through the Queuing Theory it is possible to determine performance

measures to size the system in order to meet the existing demands. In this sense, this study was applied in a Software company, which provides customer service through a service sector. The goal is to size the appropriate number of support assistants, based on mathematical calculations of Queue Theory. The research problem is to know how many support desk attendants are needed to avoid the accumulation of call waiting. To delineate the research, it was classified in two aspects, in terms of purposes, it is descriptive, explanatory and applied. As for the means, the research is bibliographical, documentary and case study. The data collection was done through bibliographical research, documentary and interview, for analysis and discussion of the results. It was necessary to verify the average number of calls arriving at the support to estimate the average time of the call's attendance, in order to be able to measure the number of attendants needed in the support to not cause the congestion of the system. Through this study it was possible to identify that when operating with seven attendants, the system enters into congestion, because the queue grows infinitely. Finally, it can be suggested that the support be composed of a team of nine employees, so that the system is properly sized.

**KEYWORDS:** Queue Theory. Sizing. Support.

## 1 | INTRODUÇÃO

No dia a dia é comum a formação de filas de espera em diversas situações, como em supermercados, agências bancárias, no trânsito, processamento de dados, peças esperando por manufatura, atendimento a clientes. É notório que não é possível eliminar totalmente a fila de espera, porém o que pode ser feito é um adequado dimensionamento, procurando estabelecer tempos de espera toleráveis, buscando satisfazer os envolvidos.

Andrade (2015, p. 94) destaca que “um dos sintomas mais frequentes de funcionamento deficiente de um sistema é o congestionamento de clientes”. Quando o número de clientes esperando por atendimento, constantemente for muito elevado, pode-se entender que o número de atendentes não está dimensionado de forma a suprir as demandas existentes. Neste sentido, torna-se importante o estudo das filas para que se possa, através de cálculos matemáticos, dimensionar o número adequado de profissionais para efetuar o atendimento de forma a manter o andamento da fila em um ritmo adequado.

Vários estudos foram desenvolvidos em sistemas de filas. Conforme Hillier e Lieberman (2013), a empresa Xerox Corporation ao adotar um sistema novo de cópia, os técnicos da empresa teriam que reduzir o tempo de espera dos clientes para reparar as máquinas. Foi aplicado o estudo de filas para verificar como atender as exigências de forma eficiente, onde se definiu pela substituição das “zonas de atendimentos” com um técnico, por “zonas” com três técnicos. O impacto desta alteração reduziu os tempos médios de espera dos clientes, bem como resultou no aumento da utilização

dos técnicos em 50%.

Ainda, os autores destacam o estudo de filas realizado na L.L.Bean, a maior empresa de telemarketing e vendas por correio, para definir como alocar seus atendentes. Os aspectos a serem definidos pelo estudo era a quantidade de linhas necessárias para suprir a demanda de telefonemas que chegavam ao *call center*; a quantidade de atendentes de telemarketing necessários; e, quantas linhas de espera deveriam ser fornecidas para os clientes que aguardavam por atendimento.

Diante deste contexto, realizou-se um estudo em uma empresa desenvolvedora de Software, a qual presta serviço de auxílio às dúvidas do usuário final do sistema através de um setor de atendimento ao cliente, e possui a necessidade de mensurar a quantidade de atendentes para que os chamados fiquem na fila de espera em um período considerado aceitável pelo cliente e pelo provedor do serviço, buscando um equilíbrio. Neste sentido, surge o problema de pesquisa: Quantos atendentes de suporte são necessários para não haver acúmulo de chamados em espera?

Desta forma, visou-se dimensionar o número de atendentes de suporte em uma empresa de Software, baseado em cálculos matemáticos da Teoria das Filas. Para tal, foi necessário verificar a quantidade média de chamados que chega ao suporte, estimar o tempo médio de atendimento dos chamados, e por fim, analisar os fatores que ocasionam o congestionamento do sistema.

Este artigo está estruturado em seções, onde na introdução apresenta-se o tema central do estudo, o objetivo, bem como o problema de pesquisa. Na segunda seção encontra-se o referencial teórico que teve a finalidade de demonstrar os principais conceitos relacionados à Teoria das Filas. Após, consta a metodologia utilizada para a realização do estudo. Na seção quatro consta a análise e discussão dos resultados e por fim, as considerações finais do estudo e sugestão de trabalhos futuros.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Teoria das filas

A Pesquisa Operacional é uma ciência aplicada, com diversas aplicações na Administração das organizações para a tomada de decisão, utilizando conceitos e métodos de várias áreas científicas para o planejamento e operação de sistemas. De acordo com Andrade (2015) uma das ferramentas de tomada de decisão da Pesquisa Operacional é a Teoria das Filas, a qual aborda problemas de “congestionamento de sistemas”, que consiste na chegada de clientes em busca de algum serviço. Um sistema de filas pode ser definido como um processo de clientes chegando, que querem ser atendidos e que, se não forem atendidos imediatamente, deverão esperar até que o serviço solicitado possa ser prestado e, após serem atendidos, saem do sistema.

Para Hillier e Lieberman (2013) a decisão mais comum a ser tomada em um sistema de filas é a quantidade de atendentes necessários para suprir a demanda.

Contudo, há várias outras decisões a serem consideradas, como o número de atendentes em um posto de atendimento; a eficiência dos atendentes; o número de postos de atendimento; o dimensionamento do tempo de espera do cliente na fila; e, quaisquer prioridades para categorias de clientes.

Os mesmos autores ponderam que as principais considerações para a tomada de decisões são basicamente: o custo da capacidade de atendimento gerado pelo sistema de filas, e as implicações de fazer os clientes esperarem. Considera-se que disponibilizar muita capacidade de atendimento provoca custos elevados e, disponibilizar pouca capacidade provoca muito tempo de espera. Neste sentido, o objetivo é procurar um equilíbrio entre o custo de atendimento e tempo de espera pelo cliente.

Existem duas abordagens básicas para procurar alcançar esse equilíbrio. Uma é estabelecer um ou mais critérios para um nível de atendimento satisfatório em termos de quanto tempo de espera seria aceitável. Por exemplo, um critério poderia ser que o tempo de espera previsto no sistema não poderia exceder determinado número de minutos. Outro poderia ser que pelo menos 95% dos clientes deveriam esperar não mais de certo número de minutos no sistema. Critérios similares em termos do número de clientes previstos no sistema (ou a distribuição probabilística desse número) também poderiam ser usados. Os critérios também poderiam ser colocados em termos do tempo de espera ou do número de clientes na fila em vez de no sistema. Assim que o critério ou critérios tiverem sido selecionados, então, normalmente é simples usar um método de tentativa e erro para encontrar o desenho do sistema de filas menos oneroso que satisfaça todos os critérios (HILLIER E LIEBERMAN, 2013, p. 774).

Pode ocorrer que, em determinado momento do dia, não há clientes solicitando por atendimento, enquanto que em determinado período o número de clientes solicitando atendimento é superior à capacidade de atendimento dos atendentes, provocando congestionamento no sistema. “São essas irregularidades nas ocorrências dos eventos que determinam o funcionamento desse tipo de sistema e que serão expressas em termos probabilísticos no estudo da Teoria das Filas” (ANDRADE, 2015, p. 94).

Hillier e Lieberman (2013) destacam a necessidade de especificar o padrão estatístico pelos quais os clientes são gerados ao longo do tempo. Normalmente eles são gerados de acordo com um processo de Poisson, ou seja, o número de clientes gerado até determinado momento tem uma distribuição de Poisson. Nesse caso as chegadas ao sistema de filas ocorrem aleatoriamente, porém, a certa taxa média fixa, independentemente de quantos clientes já se encontrarem lá.

Geralmente os postos de atendimento são compostos por pessoas, instalações e equipamentos que devem operar em sintonia para prestar um serviço de qualidade. Neste sentido, há diversos elementos possíveis de serem administrados visando aperfeiçoar o desempenho do sistema, sendo o dimensionamento da capacidade, o treinamento dos atendentes, as rotinas administrativas e, os sistemas de informações, entre outros (ANDRADE, 2015).

Ainda de acordo com o autor, os elementos das filas podem ser observados, estudados, avaliados e melhorados. “O resultado da interação desses fatores aparece,

para o cliente, como o tempo gasto em cada atendimento ou como o número de atendimentos que o sistema consegue fornecer. Assim, essas são as variáveis que o administrador deve observar em primeiro lugar”. Inicialmente no estudo de um sistema de filas deve-se fazer o levantamento do número de clientes atendidos por unidade de tempo, ou do tempo que leva cada atendimento. Esse tempo pode ter a mesma duração, ou pode ser aleatório, sendo que esta é a situação mais comum, em que cada atendimento possui um tempo diferente.

Neste sentido, Taha (2008) corrobora afirmando que na maioria dos casos, a chegada dos clientes acontece de forma totalmente aleatória. Neste caso, a aleatoriedade significa que a ocorrência de um evento não sofre influência pelo tempo decorrido desde a ocorrência do último evento. “Intervalos de tempo entre chegadas aleatórias e tempos de serviço também aleatórios são descritos quantitativamente em modelos de fila pela distribuição exponencial [...]” (TAHA, 2008, p. 248).

Taha (2008) afirma que a disciplina da fila é um importante fator na análise das filas, pois representa a ordem em que os clientes serão atendidos. Esse atendimento pode ser feito por ordem de chegada (o primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido), por ordem inversa de chegada (o último a chegar é o primeiro a ser atendido), ou também, os clientes podem ser selecionados por prioridade, por exemplo, serviços urgentes ou emergências, primeiro.

Andrade (2015) expõe ainda que os sistemas de filas possuem diversas estruturas, e cada situação necessita de uma análise diferente. A estrutura mais simples de filas é apresentada na figura 1, onde se tem um sistema de uma fila e um canal.



Figura 1: Sistema de uma fila e um canal

Fonte: Andrade (2015).

Neste contexto, para Virgillito (2018) a solução dos problemas de filas deve analisar de que forma as chegadas dos clientes são processadas, para que seja possível delinear o sistema de atendimento, definindo o local do atendimento, local destinado à espera, quantidade de postos de atendimento, número de pessoas ou máquinas necessárias para processar a fila e realizar o atendimento no tempo esperado e considerado satisfatório.

### 2.1.1 Modelos de filas com diversos servidores

Taha (2008) cita que as variações que ocorrem nos elementos e situações de fila originam variados modelos de filas. Neste estudo será considerado o modelo de filas com diversos servidores. Para Andrade (2015) as principais características deste modelo são:

- As chegadas são processadas conforme a distribuição de Poisson, com média de chegadas por unidade de tempo;
- Os tempos de atendimento, por canal, seguem a distribuição exponencial negativa;
- O atendimento é feito por ordem de chegada;
- O número de canais de serviço no sistema é  $S$ ;
- O número de clientes é suficientemente grande para que a população possa ser considerada infinita.

Pode-se verificar na figura 2 um exemplo de uma fila e vários canais de atendimento:

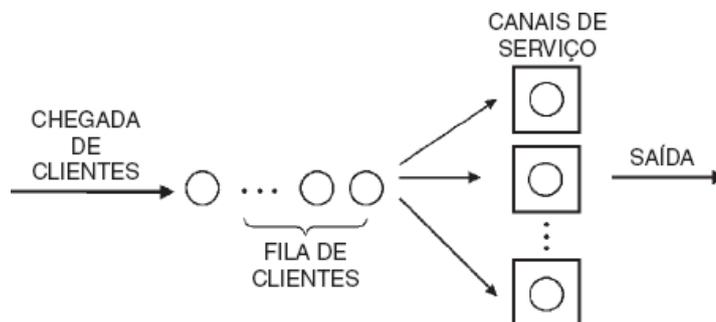


Figura 2 - Modelo de sistemas com uma fila e vários canais

Fonte: Andrade (2015).

Moreira (2010) destaca que este tipo de modelo consiste em uma fila de espera, com dois ou mais canais de atendimento, cada qual atendendo de maneira independente das demais.

### 2.1.2 Medidas da efetividade de um sistema

O objetivo da análise das filas é proporcionar um serviço considerado satisfatório aos clientes em espera por atendimento. Através da teoria das filas pode-se determinar medidas de desempenho de filas de espera, como por exemplo, o tempo médio de espera na fila e a produtividades do provedor do serviço, medidas estas que podem ser utilizadas para delinear a instalação do serviço. “O estudo de filas trata da quantificação do fenômeno da espera em filas usando medidas representativas de desempenho” (TAHA, 2008, p. 247).

Andrade (2015) cita alguns exemplos de medidas de efetividade do sistema de filas, as quais visam indicar seu desempenho:

- O percentual de tempo em que o posto de atendimento fica ocioso ou ocupado;
- O tempo médio que cada cliente gasta na fila de espera;
- O tempo médio que o cliente fica no sistema, ou seja, a média dos tempos desde o momento de entrada até a sua saída;
- O número médio de clientes na fila, em um determinado período de tempo;
- O número médio de clientes no sistema em um determinado período de tempo;
- A probabilidade de haver um número  $n$  de clientes no sistema.

## 2.2 Softwares

Atualmente, os softwares tornam-se cada vez mais importantes nos processos estratégicos das organizações. Segundo Pressmann e Maxim (2016), software pode ser considerado tanto um produto como um veículo que distribui um produto. Em suma, ele é um produto, pois fornece um potencial computacional de hardwares (equipamentos) para transformar informações que são produzidas, gerenciadas, modificadas, exibidas ou transmitidas. Como distribuidor de um produto ele distribui o produto mais importante, “a informação”.

Segundo Watson (1997, *apud* LAGEMANN, 1998), empresas criadoras de software que são prestadoras de serviço, tem na eficiência da assistência técnica um dos diferenciais de competitividade no mercado. Muitas dessas empresas estão preocupadas, cada vez mais em melhorar o atendimento aos clientes. São muitas as formas de atendimento aos clientes: suporte telefônico, via internet, sistemas de chamado, por exemplo.

De acordo com Koole e Mandelbaum (2001, *apud* WOLFF, 2003) o atendimento aos clientes em uma empresa de software é realizado através de uma central de atendimento composto basicamente por pessoas, computadores e equipamentos de telecomunicação que possibilitam a entrega de serviços aos clientes. As solicitações ou, também conhecidas como chamados ou ainda, atendimentos, são registrados em um sistema computacional para que os dados resultados desses atendimentos sejam utilizados para referência em problemas semelhantes e até mesmo, para estatísticas e análises.

## 3 | METODOLOGIA

Este estudo foi realizado em uma empresa de Software, para dimensionar o número de atendentes de suporte, baseado em cálculos matemáticos da Teoria das Filas. Para delinear a pesquisa, utilizou-se a sistemática apresentada por Vergara (2011), que classifica a pesquisa em dois aspectos, quanto aos fins e os meios.

- (a) Quanto aos fins, a pesquisa foi de natureza:

- Descritiva, porque em um primeiro momento descreveu a caracterização das filas e seus elementos; em um segundo momento, apresentou a análise dos resultados apresentados pelos cálculos das fórmulas das filas.
- Explicativa, porque buscou tornar compreensível e justificar os motivos, além de identificar a quantidade ideal de atendentes no suporte.
- Aplicada, pois desejou aprofundar conhecimentos a respeito da Teoria das filas com base em estudo teórico, o qual foi aprofundado e após, foram realizadas as análises de resultados.

(b) Quanto aos meios, a pesquisa foi:

- Bibliográfica, por meio de fundamentação teórica desenvolvida através de material já elaborado e publicado em livros, revistas, redes eletrônicas, e demais materiais já publicados.
- Documental, pois fez-se uso de documentos internos relacionados a dados dos chamados, para realizar o levantamento dos tempos de atendimento, dos chamados que chegam por dia, para posteriormente aplicar as fórmulas da Teoria das Filas.
- Estudo de caso, pois desejou-se aprofundar conhecimentos a respeito do estudo de filas na empresa em questão, com base em estudo teórico aprofundado e simulações de resultados, além disso, seus resultados não podem ser generalizados a outros casos devido as suas particularidades.

A coleta de dados se deu por meio de pesquisa bibliográfica, documental e entrevista informal com o gestor do suporte a fim de realizar o levantamento dos dados necessários para os cálculos matemáticos, para posterior análise e discussão dos resultados.

Os dados coletados foram tratados de forma quantitativa, por meio da análise de conteúdo. Os resultados foram tabulados e demonstrados de forma sistematizada.

## 4 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Caracterização da empresa

A empresa em estudo é responsável pelo desenvolvimento de um Software de Gestão de Empresas que tem por objetivo auxiliar o cliente a planejar a alocação dos seus recursos de forma eficaz, criativa e lucrativa. O sistema, além de ter a finalidade de informatizar os processos administrativos da empresa, também busca gerar informações que agilizam, auxiliam e aperfeiçoam a tomada de decisão.

O sistema é projetado para empresas que atuam nas áreas de atacado e varejo, oferecendo as ferramentas específicas necessárias para o controle e acompanhamento de todos os processos do ramo. Para elucidação de dúvidas, os clientes entram em contato com o departamento de atendimento da empresa através de ligações telefônicas, Skype e abertura de chamados no Portal de Relacionamento com o Cliente.

Via de regra, o serviço de atendimento ao cliente é prestado por uma equipe de

oito colaboradores, porém há momentos em que o sistema opera com apenas sete atendentes de suporte. Isso ocorre em casos de férias de colaboradores, faltas ou alocações temporárias dos colaboradores em outros departamentos para execução de tarefas específicas. Aos sábados, o atendimento ocorre em regime de plantão com uma equipe reduzida, sendo ocasionalmente necessário destinar colaboradores para reduzir o número de chamados em espera.

Diante deste contexto, realizou-se um estudo de filas para, além de compreender os motivos pelos quais as filas de espera possuem crescimento contínuo, identificar a quantidade de atendentes necessários para que os chamados de suporte sejam atendidos no mesmo dia em que são abertos pelos clientes. Para este estudo foram considerados os chamados dos últimos 12 meses.

#### 4.2 Modelagem e resolução do problema

Para a análise dos dados, buscou-se no sistema de gerenciamento dos atendimentos utilizado pela empresa, a informação referente à quantidade de chamados que são recebidos diariamente pelo departamento de suporte, considerando o período de maio de 2016 a abril de 2017. Com base nestes dados, foi possível identificar a taxa média de chegada ( $\lambda$ ), (figura 3).

MESES/DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL	MÉDIA	
MAIO	0	74	79	72	72	72	0	0	84	75	87	73	57	0	0	71	76	71	71	69			64	78	62		67			78	81	1586	75,52	
JUNHO	80	69	50			76	61	70	88	55			61	52	86	56	40			69	57	55	45	54			57	52	59	58		1378	62,64	
JULHO	80			70	59	84	70	62			81	66	72	69	54			59	74	71	71	72			65	63	68	68	59			1472	70,10	
AGOSTO	60	69	80	78	60			55	68	55	55	69			77	79	73	58	67			64	71	49	55	56			53	67	82	1549	67,35	
SETEMBRO	63	89			85	67	0	52	60			60	69	64	54	47			62	34	62	56	45			67	84	59	70	56		1345	64,05	
OUTUBRO			54	69	51	48	67			61	58		63	52			52	81	58	74	63		72	62	80	78	61			78	1315	65,75		
NOVEMBRO	86		77	66			48	79	84	78	76			64	0	77	78	61			69	85	85	54	69			54	84	50		1450	72,50	
DEZEMBRO	84	69			69	65	57	66	58			104	51	58	64	71			67	53	74	59	60			47	60	59	55	54		1420	64,55	
JANEIRO		71	80	73	81	71			64	49	93	79	79			75	62	109	73	62						79	79	92	83	91			1671	75,95
FEVEREIRO	72	86	121			90	82	72	82	70			82	86	79	72	68			84	69	69	80	69				29				1462	76,95	
MARÇO	84	71	71			77	73	96	99	73			73	88	63	84	80			68	73	58	112	85			53	106	79	72	85	1823	79,26	
ABRIL			106	94	109	84	95			104	84	80	69				88	69	94	58				83	70	82	74	57			1500	83,33		

Figura 3 - Quantidade de chamados por dia de maio de 2016 a abril de 2017

Conforme pode ser observado, coletou-se a quantidade de chamados abertos por dia nos últimos 12 meses, e obteve-se a média mensal. Ao final, fez-se o cálculo da taxa média de chegada dos chamados, que neste período é de  $\lambda=71,50$ . Devido a aleatoriedade das chegadas, pode-se inferir que as mesmas ocorrem segundo uma distribuição de Poisson. Para Anderson, Sweeney e Williams (2000) *apud* Virgillito (2018), devido ao fato de que não se pode prever o tempo exato das chegadas, “cientistas do gerenciamento” observaram que o padrão das chegadas é melhor descrito pela distribuição de probabilidades de Poisson.

Foi necessária ainda, a informação da capacidade de atendimento dos chamados. Para levantar esse indicador, coletou-se a quantidade de chamados fechados por dia de maio de 2016 a abril de 2017, para ser possível identificar a taxa média de atendimento ( $\mu$ ), conforme apresentado na figura 4:

MESES/DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL	MÉDIA		
MAIO		69	81	85	89	89			82	93	100	76	80			98	87	72	91	80			69	84	70		72			78	88	1808	86.10		
JUNHO	68	80	53		73	68	62	78	76			69	66	91	65	53				62	65	67	66	63			65	62	56	69		1560	70.91		
JULHO	76			84	76	85	87	70			72	69	80	79	64			76	88	68	89	67			84	73	87	76	85			1719	81.86		
AGOSTO	63	74	66	95	79			70	71	68	75	76			84	77	73	71	67			87	89	54	67	56			67	84	84	1753	76.22		
SETEMBRO	75	106			96	69	0	62	55			67	60	69	64	67			74	41	66	81	57				81	78	64	78	72		1529	72.81	
OUTUBRO			57	85	55	63	87				75	75			91	65			65	75	48	78	66		81	71	69	75	81		79	1510	75.50		
NOVEMBRO	85		80	74			59	89	84	86	88			64		79	80	73				80	106	92	64	76			69	94	64		1637	81.85	
DEZEMBRO	78	91			64	83	58	79	70				96	68	61	79	74			78	61	76	64	64			48	76	67	64	79		1605	72.95	
JANEIRO	63	72	70	91	75				80	50	87	91	83			83	53	98	88	70			71	86	89	77	103			68	56	1704	72.45		
FEVEREIRO	87	75	123			77	100	65	75	71				80	92	80	82	65			79	74	65	79	80							1512	79.58		
MARÇO	82	69	64			88	63	97	95	82				78	82	72	81	71				64	83	55	118	109			65	112	81	88	80	1879	81.70
ABRIL			94	98	100	101	84				98	97	84	69				77	75	106	60					82	80	80	89	69		1543	85.72		

Figura 4 - Dados de atendimento dos chamados por dia de maio de 2016 à abril de 2017

Considerando a quantidade de chamados fechados por dia no período em estudo, fez-se a média mensal e ao final, obteve-se o cálculo da capacidade média de atendimento individual dos atendentes, a qual é de  $\mu=9,82$ . Conforme pode ser observado, os atendimentos dos chamados possuem tempo aleatório, segundo uma distribuição exponencial. Segundo Anderson, Sweeney e Williams (2000) *apud* Virgillito (2018), de uma maneira geral, em problemas não muito complexos, quase sempre admite-se que as chegadas se distribuam segundo Poisson e a distribuição do tempo de serviço, uma distribuição exponencial.

A seguir apresenta-se um gráfico para visualização dos dados relacionados a taxa média de chegada e de atendimentos do período de maio de 2016 a abril de 2017.

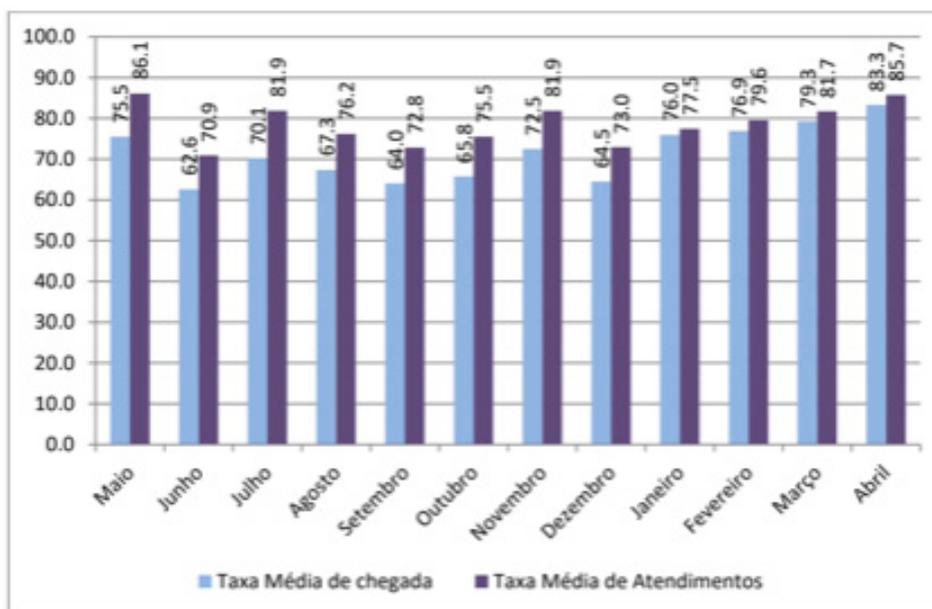


Gráfico 1 – Taxa média de chamados que chegam versus taxa média de atendimento de maio de 2016 a abril de 2017

Observando o gráfico 1 percebe-se que o acúmulo de chamados é um problema recorrente, que vem se acumulando ao longo do tempo, pois em média, em todos os meses do período analisado, a taxa média de atendimento é superior à taxa média de chegadas dos chamados ao suporte. Isto significa que sempre tem chamados na fila de espera.

Após a coleta dos dados, realizaram-se os cálculos das equações do modelo de uma fila e diversos canais de atendimento, adaptado de Hillier e Lieberman (2013). A seguir apresentam-se as equações, bem como sua resolução:

- Unidade de tempo: Dias
- Taxa de chegada:  $\lambda = 71,50$
- Taxa individual de atendimento:  $\mu = 9,82$
- Número de atendentes:  $s = 8$

Probabilidade de haver 0 cliente no sistema ( $P_0$ ):		
$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s}{s!} \times \frac{1}{1 - \frac{\lambda}{s\mu}}$	<b><math>P_0 = 0,00033</math></b>	(1)
Número médio de clientes na fila ( $L_q$ ):		
$L_q = \frac{P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \rho}{s!(1 - \rho)^2}$	<b><math>L_q = 7,39</math></b>	(2)
Taxa de ocupação dos atendentes ( $\rho$ ):		
$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$	<b><math>\rho = 0,91</math></b>	(3)
Tempo médio de espera na fila ( $W_q$ ):		
$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$	<b><math>W_q = 0,10</math></b>	(4)
Número médio de clientes no sistema ( $L$ ):		
$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$	<b><math>L = 14,67</math></b>	(5)
Tempo médio gasto no sistema ( $W$ ):		
$W = W_q + \frac{1}{\mu}$	<b><math>W = 0,21</math></b>	(6)

Figura 5- Cálculos do modelo de uma fila e oito atendentes

Como demonstrado na equação 1, a probabilidade de não haver nenhum chamado no sistema é de 0,033%. A equação 2 apresenta o número médio de

chamados na fila, e teve como resultado o valor de 7,39. Isto significa que geralmente há aproximadamente sete chamados aguardando por atendimento.

A equação 3 apresenta a taxa de ocupação dos atendentes, sendo que os cálculos demonstram que para atender as demandas existentes, é necessário que os mesmos se mantenham ocupados por um período que corresponde a 91% da sua carga horária diária. Quando o indicador para essa análise traz um resultado elevado como o encontrado, pode haver um comprometimento na qualidade dos atendimentos, uma vez que os atendentes, por estarem muito ocupados, não conseguirão efetuar as análises com o nível de detalhamento necessário para caracterizar um bom atendimento ao cliente.

Já a equação 4 retorna o tempo médio que um chamado aguarda na fila para ser atendido, o resultado encontrado é de 0,10 dias na fila, ou seja em média 2,4 horas aguardando por atendimento. A equação 5 demonstra o número médio de chamados no sistema, ou seja a quantidade de chamados na fila de espera, acrescidos os chamados que estão sendo atendidos. O resultado é de 14,67 chamados em média. A equação 6 apresenta o tempo médio dos chamados no sistema, sendo este o tempo médio percebido pelo cliente para ter a solução de seu chamado. O resultado demonstra que o tempo é de 0,21 dias no sistema, o que equivale a uma média de 5,04 horas para o cliente ser atendido.

Como é recorrente a ausência de um atendente na composição do quadro total de colaboradores da equipe, foram realizados também os cálculos considerando sete atendentes. Neste caso identificou-se que a fila cresce ininterruptamente, acumulando chamados, pois o sistema não tem capacidade suficiente para atender a demanda.

A taxa de utilização de 91%, associada à alta probabilidade (0,997 ou 99,7%) de haver chamados na fila de espera, considerando uma equipe de oito atendentes, indica que o atendimento deve ser melhorado. Em virtude desta constatação, realizou-se a simulação dos cálculos considerando o aumento de um colaborador na equipe, mantendo desta forma uma equipe de nove atendentes com a mesma taxa de chegada e de atendimento. Os cálculos seguem a seguir:

Probabilidade de haver 0 cliente no sistema ( $P_0$ ):		
$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s}{s!} \times \frac{1}{1 - \frac{\lambda}{s\mu}}}$	$P_0 = 0,00055$	(1)
Número médio de clientes na fila ( $L_q$ ):		

$L_q = \frac{P_o \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^s \rho}{s!(1-\rho)^2}$	<b>Lq = 1,92</b>	(2)
Taxa de ocupação dos atendentes ( $\rho$ ):		
$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$	$\rho = 0,81$	(3)
Tempo médio de espera na fila ( $W_q$ ):		
$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$	<b>Wq = 0,03</b>	(4)
Número médio de clientes no sistema (L):		
$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$	<b>L = 9,20</b>	(5)
Tempo médio gasto no sistema (W):		
$W = W_q + \frac{1}{\mu}$	<b>W = 0,13</b>	(6)

Figura 6 - Cálculos do modelo de uma fila e nove atendentes

Pode ser observado na equação 2 que, com nove atendentes o número médio de chamados na fila reduz significativamente, passando para 1,92. Isto significa que geralmente haverá em torno de 2 chamados aguardando para serem atendidos. A taxa de ocupação dos atendentes também é reduzida, passando para uma ocupação de 81% da carga horária diária. Com relação ao tempo médio que um chamado aguarda na fila para ser atendido, o resultado passaria a ser de 0,03 dias na fila, o que equivale a 0,72 horas aguardando por atendimento (aproximadamente 43 minutos).

O número médio de chamados no sistema (na fila, mais sendo atendidos) passaria para 9,20. Já o tempo médio dos chamados no sistema, passaria para 0,13 dias, o que equivale a uma média de 3,12 horas para o cliente receber o retorno. Acredita-se que este tempo para o cliente seria o mais adequado, deixando o mesmo mais satisfeito.

Também, pode-se considerar que com nove atendentes a taxa de ocupação não é tão elevada, não comprometendo desta forma a qualidade do atendimento. Com essa estrutura, a ausência de um colaborador por motivo de férias ou afastamento não acarretaria em um acúmulo significativo de chamados em espera. Ou seja, com o aumento de um colaborador, se teria a estrutura necessária para realizar a prestação do serviço de atendimento com garantia de qualidade para o cliente.

#### 4.2.1 Distribuição de probabilidades de ocupação do sistema

A fim de apresentar a distribuição de probabilidades de ocupação do sistema, elaboraram-se gráficos para melhor compreensão da situação atual (figura 7) e, poder comparar com a sugestão proposta para a empresa.

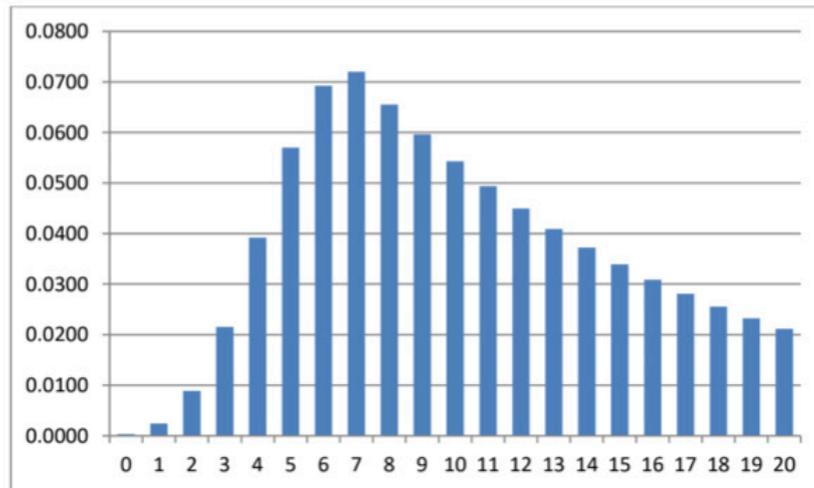


Figura 7 – Distribuição de probabilidades de ocupação do sistema com oito atendentes

Pode-se observar que, com oito atendentes a probabilidade de não haver nenhum chamado em espera é praticamente nula e a probabilidade de haver sete chamados em espera é de 7,2% e 2,11% de haver vinte chamados esperando por atendimento. Da mesma forma, gerou-se o gráfico de distribuição de probabilidades com nove atendentes, que é a sugestão para a empresa (figura 8).

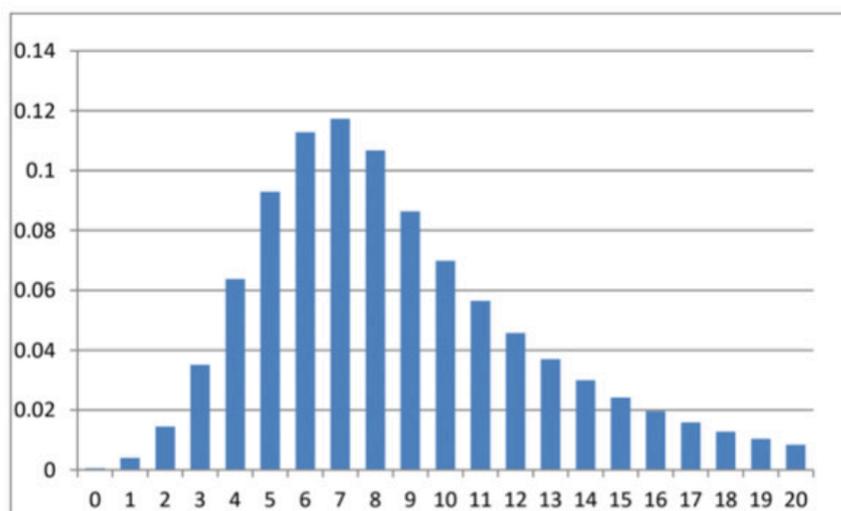


Figura 8 – Distribuição de probabilidades de ocupação do sistema com nove atendentes

A situação proposta, com nove atendentes no suporte, apresenta uma probabilidade de 0,05% de não haver nenhum chamado em espera, melhorando o índice se comparado com a atual situação, operando com oito atendentes. Já a probabilidade de ter sete chamados em espera passa a ser de 11,7%, e a probabilidade

de ter vinte chamados em espera, cai para apenas 0,83%, sendo esta uma redução significativa. Portanto, pode-se evidenciar a viabilidade de possuir uma equipe de nove atendentes no suporte.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de filas prevalecem na sociedade. Ajustar esses sistemas pode resultar em produtividade e qualidade no atendimento. Os estudos de filas fornecem informações importantes para dimensionar, de forma eficaz, a quantidade de atendentes para não congestionar o sistema.

Neste sentido, este estudo teve por objetivo dimensionar o número adequado de atendentes de suporte em uma empresa de Software, através de cálculos matemáticos da Teoria das Filas. Para tal, foi necessário estimar a quantidade média de chamados que chegam ao suporte, bem como encontrar o tempo médio de atendimento dos chamados, e a partir destes dados foi possível dimensionar o número de atendentes no suporte, onde pode considerar-se que com oito atendentes alocados diretamente ao suporte, não haverá congestionamento no sistema.

Por meio deste estudo é possível demonstrar que para o caso analisado, o fator que ocasiona congestionamento no sistema é operar com apenas sete atendentes. Em resposta ao problema de pesquisa, “quantos atendentes de suporte são necessários para não haver acúmulo de chamados em espera?”, pode-se afirmar que, através dos cálculos matemáticos evidenciou-se que o número adequado de atendentes, para não acumular chamados é um total de oito.

Porém, considerando que estes colaboradores têm direito a trinta dias de férias, e por diversos motivos poderiam precisar se afastar do trabalho, como doença, por exemplo, em oito meses no ano o sistema operaria com apenas sete atendentes no suporte. Como foi evidenciado através dos cálculos, este número de atendentes não tem capacidade suficiente para atender as demandas diárias dos chamados abertos pelos clientes, o que faz com que a fila cresça infinitamente.

Diante destes fatos, sugere-se que o sistema conte com uma equipe de nove atendentes. Com este número de colaboradores, no momento que alguém precise se afastar, o suporte contará com oito atendentes e com este número o sistema não acumulará chamados em espera. Por fim, sugere-se como trabalho futuro realizar o estudo de filas no departamento do desenvolvimento, visando dimensionar o número de programadores necessários para que, em conjunto com o departamento de atendimento, os chamados sejam atendidos dentro dos prazos definidos pelo Acordo de Nível de Serviço (SLA) da empresa com os clientes.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à Pesquisa Operacional**: métodos e modelos para

análise de decisões. 5. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

HILLIER, Frederick S. LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução** à pesquisa operacional. Tradução Ariovaldo Griesi; revisão técnica Pierre J. Ehrlich. 9. Ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Pesquisa Operacional: curso introdutório**. 2. Ed. São Paulo: Thomson Learning, 2010.

LAGEMANN, Gerson Volney. **RBC para o Problema de Suporte ao cliente nas Empresas de Prestação de Serviço de Software: O Caso Datasul**. Florianópolis: UFSC, 1998.

PRESSMAN, Roger S. MAXIM, Bruce R. **Engenharia de Software**. Uma abordagem profissional. 8. Ed. São Paulo: McGRAW-HILL EDUCATION, 2016.

TAHA, Hamdy A. **Pesquisa Operacional: uma visão geral**. 8. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 13. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

VIRGILLITO, Salvatore Benito. **Pesquisa Operacional: Métodos de modelagem quantitativa para a tomada de decisões**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

WOLFF, Juvenile Fitzgerald. **Simulação de uma central de atendimento: uma aplicação**. Florianópolis: UFSC, 2003.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA** Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-245-6

