

MEC-SETEC
INSTITUTO FEDERAL MINAS GERAIS - *Campus* Formiga
Curso de Ciência da Computação

**SIMULAÇÃO DE ATENDIMENTO DE CHAMADOS DO SETOR DE
SERVICE DESK DE EMPRESA DE INFORMÁTICA DE FORMIGA-MG**

Valquíria Soares Silva

Orientador: Prof. Me. Diego Mello da Silva

FORMIGA- MG

2018

VALQUÍRIA SOARES SILVA

**SIMULAÇÃO DE ATENDIMENTO DE CHAMADOS DO SETOR DE
SERVICE DESK DE EMPRESA DE INFORMÁTICA DE FORMIGA-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal Minas Gerais - *Campus* Formiga, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Me. Diego Mello da Silva

FORMIGA- MG

2018

004

Silva, Valquíria Soares.

Simulação de Atendimento de chamados do Setor de *Service Desk* de empresa de informática de Formiga – MG / Valquíria Soares Silva . -- Formiga : IFMG, 2018.
153p. : il.

Orientador: Prof. Msc. Diego Mello da Silva
Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* Formiga.

1. *Service Desk*. 2. Simulação. 3. Eventos Discretos.
4. Indicadores de Desempenho. 5. Java. I. Título.

CDD 004

VALQUIRIA SOARES SILVA

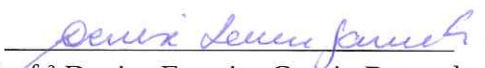
**SIMULAÇÃO DE ATENDIMENTO DE CHAMADOS DO
SETOR DE SERVICE DESK DE EMPRESA DE INFORMÁTICA DE
FORMIGA-MG**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais-Campus
Formiga, como Requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em: 15 de Junho de 2018.

BANCA EXAMINADORA


Prof.º Diego Mello da Silva


Prof.ª Denise Ferreira Garcia Rezende


Prof.º Otávio de Souza Martins Gomes


Prof.º Raí Caetano de Jesus

Dedico este trabalho aos meus pais Djanilza Lourenço e Marcelo Moreira, que sempre lutaram pela minha educação e tornaram possível esta conquista.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por ter me dado ânimo, força, coragem e sabedoria para superar todas as dificuldades que surgiram durante esta caminhada; e a Nossa Senhora, por todas as graças e intercessões concedidas a mim.

Aos meus pais, Djanilza e Marcelo, por me motivarem na busca de maior conhecimento e sabedoria e por não terem medido esforços para que eu pudesse alcançar este sonho. Em especial minha mãe que é minha fonte de inspiração, da qual retiro minhas forças para continuar lutando pelos meus sonhos.

Agradeço imensamente meu orientador Diego Mello da Silva, por todos os conhecimentos passados, pelo profissionalismo, dedicação, esforços durante todo o curso e por estar sempre pronto para ajudar no decorrer de todo o desenvolvimento do trabalho.

Agradeço todo o apoio dado pela empresa Celula Web, especialmente a seu gestor Sr. Chrystian Rezende e equipe, pela disponibilidade de tempo, de informações e paciência. Este trabalho só foi possível graças ao suporte dado.

Aos meus familiares, agradeço por todo o apoio, dedicação e amor de sempre. Principalmente a minha avó (Maria Esmeria) e ao meu avô (Osvaldo) que sempre sonharam com essa conquista e nunca deixaram de rezar por mim.

Aos meus amigos que conquistei durante essa jornada (nao foram poucos, graças a Deus) e companheiros de trabalho que fizeram parte da minha formação, e que vão continuar presentes em minha vida com certeza. Agradeço ao grupo “Iniciação Científica” e em especial, Joelma Moreira, Luciene Cardoso, Gustavo Lobato, Igor Pedroso, Bruno Enes, Thais Sena e Ana Cláudia, que, através dos conselhos, amizade, solidariedade e momentos de descontração, fizeram com que esta jornada se tornasse menos árdua.

Enfim, agradeço de forma geral a todas as pessoas que torcem para o meu sucesso profissional e que de uma alguma forma contribuíram para essa conquista.

*“Quando tudo tiver parecendo ir contra você, lembre-se que o avião decola contra o vento,
e não a favor dele.”*
Henry Ford

Resumo

Este trabalho trata da implementação de um protótipo de simulador para o setor terciário, mais conhecido como setor de serviços, inspirado em processo de atendimento *Service Desk* da empresa Celula Web, localizada no município de Formiga-MG. Por meio dele é possível simular o funcionamento do processo de atendimento da empresa, permitindo inserir diferentes cenários de simulação para o mesmo processo alterando-se a quantidade de funcionários de nível 1 e nível 2, a quantidade de clientes, tempo entre duas chegadas consecutivas de incidente de um mesmo cliente e o tempo total de simulação. Sendo possível mostrar como o número de atendentes e o horizonte de tempo de trabalho do *Service Desk* possuem influencia direta nos atendimentos e resoluções dos chamados. São apresentados diagramas de como o sistema foi modelado, detalhes dos recursos de *hardware* e *software* utilizados, e gráficos gerados durante a mensuração dos indicadores de desempenho. Foi possível construir um simulador capaz de reproduzir todo o funcionamento do processo de atendimento *Service Desk* da empresa em questão, com algumas limitações e simplificações adotadas. Espera-se que o produto deste trabalho seja útil principalmente para a empresa alvo e para que as pessoas visualizem como certas tomadas de decisões impactam no desempenho e produtividade de uma empresa.

Palavras-chave: *Service Desk*, Simulação, Eventos Discretos, Indicadores de Desempenho.

Abstract

This work is about the implementation of a prototype of simulator that simulates a call center process of an enterprise located in the city of Formiga-MG named Celula Web. It permits to set up different configurations of simulation scenarios changing the size of attendant team for two different levels of analysts, the number of customers, the interarrival time between services orders and the simulation horizon, allowing to perceive how the availability of the team and total work time impacts the attendance and the problem solving process. In this work we present system modelling diagrams, details about the hardware/software platform used, and several graphs about four different key performance indicators. The simulator consider much of the complete Service Desk process; some simplifications were done due to scope and time constraints. We hope this work can be useful to the target enterprise make better decision making, and also to the reader understand how the decision process impacts performance and productivity of a business.

Keywords: Service Desk, Simulation, Discrete Event Simulation, Key Performance Indicators.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Valor Adicionado Bruto por setor da economia na cidade de Formiga-MG	22
Figura 2 – <i>Pub</i> Inglês	29
Figura 3 – Eventos em uma Simulação	43
Figura 4 – HashMap utilizada para o tempo de atendimento de cada cliente em relação ao evento.	45
Figura 5 – Processo de Service Desk Mapeado (DCA completo)	49
Figura 6 – DCA da Entidade Cliente	50
Figura 7 – DCA da Entidade Suporte Nível 1	51
Figura 8 – DCA da Entidade Suporte Nível 2	52
Figura 9 – DCA da Entidade Chamado	54
Figura 10 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade de chegada de novo chamado.	56
Figura 11 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade de abrir chamado.	57
Figura 12 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade de completar dados.	58
Figura 13 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade da triagem.	59
Figura 14 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade do atendimento nível 1 com kb.	60
Figura 15 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade do atendimento nível 1 sem kb.	61
Figura 16 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade do documenta na KB nível 1.	62
Figura 17 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade do encerra chamado nível 1.	63
Figura 18 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade do repassa chamado do nível 1 para nível 2.	65
Figura 19 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade do atendimento nível 2 com KB.	66

Figura 20 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade do atendimento nível 2 sem KB.	67
Figura 21 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade do documenta na KB nível 2.	67
Figura 22 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do <i>event listener</i> correspondente ao evento de fim da atividade do encerra chamado nível 2.	69
Figura 23 – Interface do Simulador	73
Figura 24 – Trecho do arquivo de entrada com destaque para os parâmetros globais de simulação e temporização de chegada de chamados.	76
Figura 25 – Trecho do arquivo de entrada com destaque para os parâmetros relacionados à caracterização do tempo de duração da atividade ‘Abrir Chamado’.	77
Figura 26 – Exemplo de distribuição Exponencial com $\lambda = 0.32$ - EXP(0.32).	79
Figura 27 – Exemplo de distribuição Triangular com $\min = 3$, $\text{moda} = 5$ e $\max = 9$ - TRI(3,5,9).	80
Figura 28 – Evolução temporal de alguns atendimentos ocorridos em um cenário com três atendentes	82
Figura 29 – Tempo Médio de Ociosidade da Equipe.	83
Figura 30 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento I.	88
Figura 31 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe, para o Experimento I.	89
Figura 32 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento I	90
Figura 33 – Histogramas da Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento I	91
Figura 34 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento I.	92
Figura 35 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento II.	94
Figura 36 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento II.	95
Figura 37 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento II	96
Figura 38 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento II	96

Figura 39 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento II	97
Figura 40 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento III	99
Figura 41 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento III	100
Figura 42 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento III	101
Figura 43 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento III	102
Figura 44 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento III	102
Figura 45 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento IV	104
Figura 46 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento IV.	105
Figura 47 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento IV	106
Figura 48 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento IV	107
Figura 49 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento IV	107
Figura 50 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento V	109
Figura 51 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento V	110
Figura 52 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento V	111
Figura 53 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento V	111
Figura 54 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento V	112
Figura 55 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento VI	114
Figura 56 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento VI	115
Figura 57 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VI	116

Figura 58 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VI	116
Figura 59 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento VI	117
Figura 60 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento VII.	122
Figura 61 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento VII.	123
Figura 62 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VII	124
Figura 63 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VII	125
Figura 64 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento VII	125
Figura 65 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento VIII	127
Figura 66 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento VIII	128
Figura 67 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VIII	129
Figura 68 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VIII	129
Figura 69 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento VIII	130
Figura 70 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento IX	132
Figura 71 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento IX	132
Figura 72 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento IX	133
Figura 73 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento IX	134
Figura 74 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento IX	134
Figura 75 – Exemplo ilustrativo de resultados de uma simulação em estado transitório versus estado permanente	138

Lista de tabelas

Tabela 1 – Temporização de cada atividade	37
Tabela 2 – Especificação da classe de cada evento	40
Tabela 3 – Atributos da Entidade Cliente	44
Tabela 4 – Entidade Atendente de Suporte (Nível 1 e Nível 2)	46
Tabela 5 – Entidade Chamado	47
Tabela 6 – Listagem das classes implementadas na aplicação.	72
Tabela 7 – Listagem das classes implementadas na aplicação.	75
Tabela 8 – Quantidade de Atendentes por Nível nos Experimentos Iniciais	84
Tabela 9 – Horizonte de Tempo dos Experimentos Secundários	85
Tabela 10 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de <i>log</i> gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento I	87
Tabela 11 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de <i>log</i> gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento II.	93
Tabela 12 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de <i>log</i> gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento III	98
Tabela 13 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de <i>log</i> gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento IV	103
Tabela 14 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de <i>log</i> gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento V	108
Tabela 15 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de <i>log</i> gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento VI	113
Tabela 16 – Resumo Comparativo entre os Indicadores de Desempenho para os Experimentos I, II, III, IV, V e VI	118
Tabela 17 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de <i>log</i> gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento VII	121
Tabela 18 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de <i>log</i> gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento VIII	126

Tabela 19 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de <i>log</i> gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento IX .	131
Tabela 20 – Resumo Comparativo entre os Indicadores de Desempenho para os Experimentos VII, VIII, IX	135

Lista de símbolos

λ Lambda

Sumário

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	O município	19
1.2	A Empresa Alvo	19
1.3	Problema Estudado	20
1.4	Produto Proposto	21
1.5	Justificativa	21
1.6	Objetivos	23
1.6.1	Objetivo Geral	23
1.6.2	Objetivos Específicos	23
1.7	Visão Geral do Documento	23
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1	Pesquisa Operacional	25
2.2	Simulação	25
2.3	Simulação de Eventos Discretos	27
2.4	Modelagem Conceitual por Diagrama de Ciclo de Atividades	28
2.5	<i>Service Desk</i>	29
3	METODOLOGIA	32
3.1	Materiais	32
3.2	Métodos	32
3.2.1	Prospecção de Empresas em Formiga	32
3.2.2	Seleção da Empresa Alvo	33
3.2.3	Levantamento de Dados do Processo	33
3.2.4	Modelagem com <i>Activity Cycle Diagram</i>	35
3.2.5	Validação do Modelo	35
3.2.6	Coleta e Tratamento de Dados	36
3.2.7	Implementação	37
4	DESENVOLVIMENTO	39
4.1	Modelagem do Simulador	39
4.1.1	Eventos	39
4.1.2	Lista de Eventos Futuros	41
4.1.3	Algoritmo de Avanço no Tempo	41
4.1.4	Entidades	43
4.2	Modelo de Processo para <i>Service Desk</i>	47

4.2.1	Ciclo de Vida da Entidade Cliente	50
4.2.2	Ciclo de Vida da Entidade Atendente Nível 1	50
4.2.3	Ciclo de Vida da Entidade Atendente Nível 2	52
4.2.4	Ciclo de Vida da Entidade Chamado	53
4.3	Event Listeners de Término de Atividade	54
4.3.1	Evento 'Fim Chegada Novo Chamado'	54
4.3.2	Evento 'Fim Abrir Chamado'	56
4.3.3	Evento 'Fim Completar Dados'	57
4.3.4	Evento 'Fim Triagem do Chamado'	58
4.3.5	Evento 'Fim Atendimento Nível 1 com KB'	59
4.3.6	Evento 'Fim Atendimento Nível 1 sem KB'	60
4.3.7	Evento 'Fim Documenta na KB Nível 1'	61
4.3.8	Evento 'Fim Encerra Chamado Nível 1'	62
4.3.9	Evento 'Fim Repassa Chamado para Suporte Nível 2'	63
4.3.10	Evento 'Fim Atendimento Nível 2 com KB'	66
4.3.11	Evento 'Fim Atendimento Nível 2 sem KB'	66
4.3.12	Evento 'Fim Documenta na KB Nível 2'	67
4.3.13	Evento 'Fim Encerra Chamado Nível 2'	68
4.4	Implementação do Simulador	70
4.4.1	Linguagem Utilizada	70
4.4.2	Bibliotecas Utilizadas	70
4.4.3	Divisão das Classes	71
4.4.4	Interface para o Usuário	72
4.4.5	Arquivo Executável	73
4.4.6	Arquivo de Log	73
4.5	Cenário Teste	75
4.5.1	Descrição do Cenário e Formato de Arquivo de Entrada	75
4.5.2	Caracterização dos Dados de Entrada	77
4.6	Indicadores de Desempenho (KPI)	80
4.6.1	Tempo Médio de Atendimento da Equipe	81
4.6.2	Ociosidade Média da Equipe	82
4.6.3	Utilização Média da Equipe	83
4.6.4	Efetividade	83
4.7	Projeto Experimental	84
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
5.1	Experimento I	86
5.2	Experimento II	92
5.3	Experimento III	97

5.4	Experimento IV	103
5.5	Experimento V	108
5.6	Experimento VI	112
5.7	Resumo e Discussão dos Experimentos I, II, III, IV, V e VI	117
5.8	Experimento VII	120
5.9	Experimento VIII	126
5.10	Experimento IX	130
5.11	Resumo e Discussão dos Experimentos	135
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	140
7	REFERÊNCIAS	142
	ANEXO A – LISTAGEM DAS EMPRESAS PROSPECTADAS DE FORMIGA-MG	146
	ANEXO B – PACOTE ATIVIDADES	149
	ANEXO C – PACOTE ENTIDADE	150
	ANEXO D – PACOTES COLEÇÃO, DISTRIBUIÇÕES E TELA	151
	ANEXO E – PACOTE SIMULADOR CELULA WEB	152

1 INTRODUÇÃO

1.1 O município

Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - 2010), o município de Formiga – MG, localizado na região centro-oeste mineira, apresenta uma população total de 65.128 habitantes. Considerada uma cidade de pequeno porte, a economia de Formiga-MG destaca-se no setor de serviço/comércio e indústria com preponderância do serviço/comércio que representa cerca de 72,3% do PIB total. Na composição do Valor Adicionado, 82% foram gerados por serviços, 27,2% pela indústria e 8,4% pela agropecuária. Os investimentos com o setor industrial são de cerca de 20% e com setor serviço são cerca de 54%, conforme o recenseamento demográfico de 2010.

Com base nestes dados observa-se a importância dos setores industrial e de serviços para o município. Isto posto, fica evidente a importância em formar-se mão de obra especializada em planejamento de processos e tomada de decisões para suprir as demandas do mercado local na otimização de serviços. Parte da formação de mão de obra pode ser provida através da oferta de cursos técnicos e de graduação (como por exemplo, técnico em administração e bacharelado em administração do IFMG - Instituto Federal de Minas Gerais, e engenharia de produção do UNIFOR - Centro Universitário de Formiga), e a outra parte pode ser formada ao colocar-se alunos de graduação em formação nas áreas de gestão e tecnologias em contato com empresas do setor munidos de ferramental adequado para tomada de decisão. É neste contexto que este trabalho se encaixa.

1.2 A Empresa Alvo

Fundada em 23 de Setembro de 2010, a Célula Web¹ é uma empresa especializada em soluções e serviços para a Internet, que opera no município de Formiga-MG, onde hoje conta com o total de 14 funcionários, no qual são divididos em dois setores, desenvolvimento *web* e *marketing* digital. Ela baseia-se em um conjunto de valores que demonstram a qualidade de seus serviços, sua ética e a busca constante de aprimoramento. Os serviços prestados são sites, aplicativos móveis, loja virtual, sistemas corporativos *web*, *marketing* digital, e-mail corporativo, portais de setor público, gestão de conteúdo e mentoria jaguar².

¹ Disponível em: <<http://www.celulaweb.com.br/>>. Acesso em: 06 fev de 2017.

² *Framework* de integração para o desenvolvimento de aplicações Java EE, sendo uma contribuição da Powerlogic à comunidade de *software* livre, criada a partir do *software jCompany Developer Suite*, atualmente várias empresas privadas e órgãos públicos utilizam o Jaguar. Fonte:<<http://www.celulaweb.com.br/portfolio/mentoria-jaguar>>. Acesso em: 06 fev de 2017.

1.3 Problema Estudado

Lim e Zhang (2003) afirmam que o mercado, em um ponto de vista global, vem se tornando cada vez mais dinâmico, requerendo dos sistemas respostas rápidas e flexibilidade para mudanças de cenários. Isto posto, é preciso desenvolver ou aplicar técnicas e ferramentas que sejam capazes de prover mais produtividade ao setor industrial e serviços para que os empreendimentos sejam mais competitivos no mercado.

Dentre as ferramentas que se propõe a este trabalho destacam-se aquelas associadas à Pesquisa Operacional (PO), sendo constituída por várias subáreas, entre elas Programação Linear, Teoria das Filas, Teoria dos Jogos, Programação dinâmica e Simulação. Atualmente observa-se que a sobrevivência de uma empresa impõe o planejamento e para tal, a pesquisa operacional utiliza informações provenientes de todos os elementos do sistema de ação, tanto com informações da organização, quanto com as relativas ao meio ambiente e a concorrência (MIRSHAWKA, 1981). A PO como ciência aplica-se a pessoas (relações de trabalho, economia, etc), a máquinas (produtividade, eficiência, etc), a logística (distribuição, transporte, etc), planejamento e outras atividades ligadas à empreendimentos.

Em 2011 a Revista Exame publicou matéria falando sobre a importância da PO para redução de custos em empresas, comentando sobre a grande procura de mão de obra qualificada por grandes empresas como Vale, Petrobras, Pirelli e outras. Ao comentar sobre o professor Aguinaldo Ricieri³, um analista de pesquisa operacional muito procurado, o jornalista comentou que “a razão para tanta procura é que Ricieri faz parte de uma categoria de profissionais cada vez mais valiosos para o mundo dos negócios: ele usa cálculos matemáticos avançados para solucionar problemas do cotidiano”. Por meio de complexas equações, esses especialistas são aptos a identificar com precisão a maneira mais ágil de produzir, transportar ou desenhar um produto. A técnica é conhecida pelo nome de Pesquisa Operacional. O acirramento da concorrência, a busca pela eficiência e pela produtividade, no entanto, estão fazendo com que não fique apenas no departamento financeiro das companhias e seja hoje aplicada em áreas distintas — do varejo ao sistema bancário, da indústria ao agronegócio.

As empresas do município de Formiga podem beneficiar-se do uso de Pesquisa Operacional tanto quanto qualquer outra empresa do Brasil ou mundo. Em levantamento realizado pela autora deste trabalho, utilizou-se três critérios para seleção da empresa, nos quais são: facilidade de acesso ao gestor da empresa, a localização geográfica favorável para realização de visitas para levantamento de dados, e a proximidade da empresa com a área de formação da autora deste trabalho. Com isso, identificou-se a empresa Célula Web, que atua no setor de informática em Formiga-MG. Ela foi prospectada nos

³ MEYER, Carolina. **O matemático das empresas**. Fev, 2011. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/revista-exame/o-matematico-das-empresas-m0111601/>>. Acesso em: 14 maio de 2018.

levantamentos iniciais deste trabalho, contactada e, em negociação com o coordenador da empresa, aceitou-se utilizar Pesquisa Operacional em um escopo específico de seus processos internos, mais especificamente o processo de atendimento de casos gerados por clientes por parte de seus analistas. Isto posto, o problema a ser estudado consiste na modelagem e simulação do processo de atendimento de chamados no *Service Desk* Nível 1 e 2 da empresa Célula Web. O desenvolvimento do trabalho buscou capacitar o proponente à modelar processos, identificar problemas e buscar por alternativas via simulação mapeando os detalhes essenciais do processo em modelo computacional, e comparando seus resultados com o desempenho do sistema real.

1.4 Produto Proposto

O produto proposto e desenvolvido neste Trabalho de Conclusão de Curso consiste em um simulador que implementa os processos de *Service Desk* da empresa Célula Web, mais especificamente àqueles relacionados à chegada de chamados, abertura de chamados, resolução de chamados, repasse de chamados com complexidade nível 2, e resolução de chamados de complexidade nível 2. Ele permite inserir diferentes cenários de simulação para o mesmo processo por meio de arquivo de entrada que caracteriza temporização de chegadas e atividades do processo, e devolve a saída por meio de cálculo de alguns indicadores de desempenho básicos.

Por meio dele é possível desenvolver futuramente políticas operacionais para melhorar a performance do sistema, testar novos conceitos antes de sua implementação efetiva e o principal é experimentar diferentes cenários envolvendo dimensionamentos diversos de atendentes nível 1 e nível 2, e esboçar conclusões sobre os cenários testados, com isso a operação atual não será afetada. Detalhes sobre o mapeamento do processo e a implementação do simulador são dados adiante, na Seção 4.

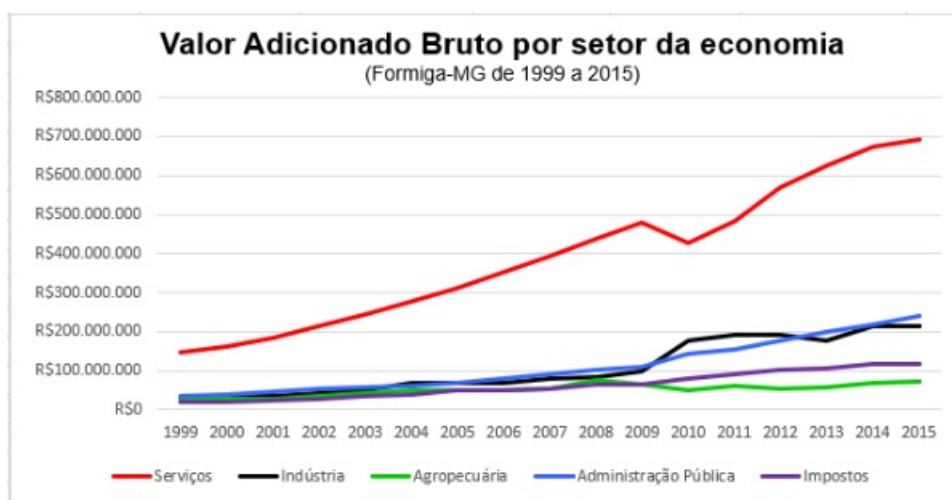
1.5 Justificativa

Existem duas questões determinantes na escolha do referido tema para o Trabalho de Conclusão de Curso. Primeiramente, existe um interesse muito grande da autora em aprofundar o seu conhecimento em simulação computacional. Como observado na [Figura 1](#) essa área está em plena expansão e mostra-se bastante promissora para aqueles que possuem domínio sobre ela.

Além disso, segundo a Folha de São Paulo (2016), no segundo trimestre a retração do PIB brasileiro foi de 0,6% em relação aos três primeiros meses do ano, sendo a mais forte sofrida pelas principais economias globais no período. Neste cenário de crise, pelo qual o Brasil tem passado nos últimos anos, as empresas necessitam investir em inovação

para poder sobreviver em um mercado cada vez mais competitivo. Na região centro-oeste do Estado de Minas Gerais, o setor de serviços vem crescendo continuamente (como sugere a [Figura 1](#), construída a partir de dados históricos obtidos no site DEEPASK⁴ de 1999 a 2015 que mostra o aumento do Valor Adicionado Bruto por setor da economia no município de Formiga-MG) em taxas mais altas que os setores de indústria e agropecuária. Ter produtividade em um cenário de crescimento e competitividade é fundamental. Sendo importante que as empresas sejam suportadas em suas decisões para que cresçam de maneira sustentável e eficiente.

Figura 1 – Valor Adicionado Bruto por setor da economia na cidade de Formiga-MG



Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Cannon e Wheeldon (2007), um bom gerenciamento faz com que a empresa esteja preparada para lidar com uma variedade de requisições de serviços e incidentes, restabelecendo o funcionamento satisfatório do serviço para os usuários em menor tempo possível. Em se tratando de *Service Desk*, o dimensionamento para adequar o tamanho da equipe e dos ativos de TI permite planejar melhor sua capacidade de atendimento, evitando problemas de entrega no prazo estipulado, altos custos, baixa qualidade dos serviços e outras variáveis negativas de desempenho.

Isto posto, o presente trabalho de modelagem e implementação de modelo de simulação capaz de modelar um processo de serviços como dimensionar funcionários justifica-se por permitir que a empresa alvo utilize-o futuramente para tornar-se mais produtiva, e diferenciar-se das concorrentes perante ao mercado local. Os possíveis futuros ganhos de produtividade, redução de etapas e simplificação do processo que irão derivar-se deste trabalho justificam, então, o esforço de implementação desta ferramenta.

⁴ <www.deepask.com/goes?page=Numeros-mostram-evolucao-dos-setores-da-economia-no-Valor-Adicionado-Bruto>.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo Geral

Após a contextualização do objeto de estudo deste trabalho e sua importância, sintetiza-se aqui seu objetivo primário: projetar e implementar um *software* para reproduzir o funcionamento do processo de atendimento *Service Desk* Nível 1 e Nível 2 da empresa Célula Web, por meio de simulação de eventos discretos, que receba como entrada uma representação do ambiente e informações do tempo total de serviço, quantidade de funcionários, quantidade de clientes e o tempo para cada tipo de serviço em relação a cada cliente, e calcule alguns indicadores básicos de desempenho.

1.6.2 Objetivos Específicos

Para cumprir o objetivo geral, são objetivos específicos do trabalho:

- Mapear o processo escolhido e obter informações sobre suas variáveis.
- Realizar a modelagem conceitual do processo, validando com algum representante da empresa o entendimento sobre o processo e a corretude sobre as etapas mapeadas no modelo.
- Construir um modelo computacional com base no modelo conceitual capaz de simular a execução do processo ou parte dele com algum nível de realidade. Além de implementar cada etapa do processo, a duração das atividades deverá ser determinada através das informações coletadas na base de conhecimentos feita pelos funcionários.
- Executar a simulação do modelo computacional considerando várias repetições devido à natureza probabilística das respostas por ele geradas. A quantidade de repetições, o tempo de aquecimento e os cenários envolvidos deverão ser determinados.
- Coletar o resultado da execução do modelo computacional e analisar os resultados obtidos para determinar (i) validade do modelo e (ii) resposta do modelo frente à variação de seus elementos.
- Comparar os resultados obtidos pela empresa com os resultados obtidos pela execução do modelo computacional.

1.7 Visão Geral do Documento

O trabalho desenvolvido está dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo descreve sobre o município onde a empresa em estudo está localizada, o problema estudado,

a empresa e a justificativa. O segundo capítulo descreve os fundamentos teóricos sobre pesquisa operacional, simulação de processos, simulação de eventos discretos, *Service Desk* e também sobre o diagrama de ciclo de atividades (DCA). O terceiro capítulo apresenta os materiais usados para desenvolver a aplicação, assim como a metodologia da escolha da empresa, levantamento de requisitos, a modelagem do processo a simular, validação do modelo e do desenvolvimento do trabalho. O quarto capítulo mostra a modelagem do simulador apresentando seus principais elementos (eventos, a lista de eventos futuros e o algoritmo de avanço no tempo), além do modelo de processo para *Service Desk* levantado, o cenário de teste, o projeto experimental e por fim os resultados finais da simulação. Por fim, o quinto capítulo traz as conclusões e contribuições obtidas neste trabalho, assim como propostas de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Pesquisa Operacional

Para Marcos Arenales (2007), Pesquisa Operacional (PO) é a aplicação de métodos científicos a problemas complexos para auxiliar no processo de tomada de decisões, tais como projetar, planejar e operar sistemas em situações que requerem alocações eficientes de recursos escassos. Mirshawka (1981) comenta que as características da PO são:

Pesquisa sobre as operações de toda a organização, a otimização das operações, aplicação dos mais recentes métodos e técnicas científicas, desenvolvimento e utilização dos modelos analíticos, projeto e utilização de operações experimentais, e, emprego de equipes mistas de pesquisa

Em linhas gerais, Silva et al. (1998) apresentam a Pesquisa Operacional como a utilização de um método de descrição de um sistema organizado, auxiliado por um modelo, de forma que experimentações do modelo levam a maneira ótima de operar o sistema. Andrade (2009) apresenta a Pesquisa Operacional como um método científico para tomar decisões, por meio da elaboração de modelos, que permitem simulações e servem de auxílio para as decisões. Levando-se em conta o que foi observado, a PO conduz e coordena as operações ou atividades dentro de uma empresa, e tem sido aplicada nas indústrias, nos hospitais, nos negócios, etc. Para atingir os resultados descritos acima deve-se fazer emprego de ferramentas de PO, sendo as principais a simulação e a otimização. Para o contexto do presente projeto dar-se-á foco apenas na simulação, cujas definições e aplicações são apresentadas na próxima seção.

2.2 Simulação

Segundo Law e Kelton (2000) a simulação computacional é a “imitação de um sistema real modelado em computador, no qual serão executados experimentos para avaliação e melhoria de seu desempenho”. Os autores comentam ainda que a simulação é uma técnica que utiliza computadores para reproduzir as operações de vários tipos de processos e facilidades do mundo real, permutando as experimentações de sistemas reais, nos quais os experimentos se tornam inviáveis economicamente.

A simulação está sendo cada vez mais usada para resolver problemas e para ajudar na tomada de decisões. Segundo Sadowski (1990)

Simulação é o processo de projetar e criar um modelo em um computador de um sistema real ou proposto para o propósito de conduzir experimentos

numéricos para nos dar uma melhor compreensão do comportamento de um dado sistema dada uma série de condições.

Banks (2000) menciona que a simulação envolve a criação de uma história artificial da realidade, e com base nela são realizadas observações e inferências nas características de operação do sistema real representado. Com a simulação é possível alterar algumas características do modelo e testá-lo, verificando o que aconteceria se essas alterações fossem feitas no sistema real, portanto com a simulação pode-se evitar erros que teriam gastos inúteis em equipamentos desnecessários ou com mudanças desfavoráveis. Ao fazer uma análise da simulação computacional, pode-se observar que com sua aplicação é possível prever e corrigir prováveis erros observados no modelo. Em todos os contextos em que a simulação foi acima conceituada, observa-se a preocupação de utilizá-la para responder à questionamentos sobre o desempenho do sistema modelado diante de uma alteração no sistema, ou mesmo ainda diante de um sistema ainda inexistente.

A simulação é subdividida em sistemas e métodos. Segundo Seila (2003), um sistema é um conjunto de componentes ou entidades interagindo entre si, trabalhando juntos para atingir algum objetivo. São exemplos de sistema: sistema econômico, sistema bancário, entre outros. Um método, segundo Hillier e Lieberman (2001), é uma representação de um sistema real, onde somente os aspectos relevantes para a análise em questão serão considerados. Com o uso de modelos principalmente em um sistema real muito grande, pode-se reduzir o tempo, o custo e a perda de materiais. Casos em que pretende-se criar um novo projeto para tal sistema, o uso de modelos é inevitável.

Sob o ponto de vista de aplicação, a simulação têm sido amplamente aplicada ao setor industrial e de serviços. Para exemplificar, simulação já foi usada nos seguintes contextos: logística de armazenamento (Cassel R. A. et al. 2002), desenvolvimento de embalagens de banana (Abrahão, Correia e Teruel 2008), matadouro-frigorífico (Douglas 2007), uso dos pisos de madeira de *Eucalyptus sp* e *Corymbia maculata* (Martins M. et al. 2012), logística de distribuição de uniformes (Pastore, Guimarães e Diallo 2010), prensagem de pós ferrosos (Rocco F. O. et al. 2014), gestão dos resíduos das indústrias metalúrgicas (Ruthes S. et al. 2006), entre outros.

Dentre as técnicas existentes o presente trabalho apresenta ênfase na denominada Simulação de Eventos Discretos (ou DES - *Discrete Event Simulation*). A próxima seção apresenta brevemente do que se trata esta técnica, e quais os principais elementos que dela participam.

2.3 Simulação de Eventos Discretos

A simulação de eventos discretos engloba o estudo de modelos de simulação, sendo as variáveis desta simulação valores que são alterados em intervalos discretos de tempo associados com a ocorrência de algum evento que modifica o estado deste sistema. Dessa forma o estado do sistema permanece inalterado até a ocorrência do próximo evento, de forma que a simulação salta no tempo do instante em que ocorre um evento para o instante em que ocorre o próximo evento. Para Banks et al. (2005), uma simulação de sistema evento-discreto é a modelagem de um sistema na qual a variável de estado muda apenas em um conjunto discreto de pontos no espaço, analisado por meio de métodos implementados por procedimentos computacionais. Em simulação de eventos discretos, o estado do sistema é alterado em virtude do avanço do tempo, das entidades que passam pelo sistema, das entidades que caracterizam seus recursos e das atividades e eventos que provocam as suas alterações de estado (BANKS et al., 2005).

Na simulação de eventos discretos um sistema é caracterizado por alguns componentes clássicos:

- **Entidade:** Qualquer objeto do sistema que se mova e interage com os diversos recursos e que exija representação nítida no modelo, ou seja, qualquer componente que conserva sua identidade ao longo do tempo e movimenta-se dentro dele. São responsáveis por alterar o estado de um sistema.
- **Atributos:** As características de uma entidade. Exemplos: idade dos clientes, altura e cor.
- **Sistema:** Um conjunto de entidades que comunicam ao longo do tempo para obter resultados comuns.
- **Modelo:** Uma representação teórica e abstrata de um sistema.
- **Estado:** Uma coleção de variáveis que contêm toda informação necessária para descrever o sistema em um determinado instante. Exemplos: número de peças, pessoas ou tarefas esperando na fila.
- **Fila:** Uma coleção temporária de entidades associadas e ordenadas de forma lógica, ou seja, são acúmulos de entidades geradas por alguma limitação na capacidade do recurso.
- **Evento:** São acontecimentos, programados ou não, que quando ocorrem provocam uma mudança de estado em um sistema, isto é, uma ocorrência momentânea que altera o estado do sistema. Exemplo: a chegada de peças ou clientes, a saída das peças do sistema.

- **Recurso:** são objetos que não se movem dentro do sistema, e são manipulados pelas entidades, ou seja, representam a estrutura do sistema como máquinas, pessoas dentre outros, que participam do processo. Um recurso pode ser configurado para atender simultaneamente mais de uma entidade, ou vice-versa.
- **Future Event List (FEL):** Uma lista que carrega os registros das informações necessárias para a ocorrência futura de um evento, na qual a mesma é ordenada de forma cronológica.
- **Atividade:** É o elemento dinâmico do sistema, sendo realizada a possível cooperação entre as diferentes entidades. Possui duração que é determinada de maneira determinística ou estocástica, mediante sorteio de valores aleatórios com viés de alguma distribuição de probabilidades conhecida.
- **Relógio (Clock):** Variável que representa o próprio tempo simulado. O relógio avança no tempo em intervalos discretos, sempre com a ocorrência de um evento.
- **Tempo de simulação:** Tempo necessário para execução total de uma simulação.

2.4 Modelagem Conceitual por Diagrama de Ciclo de Atividades

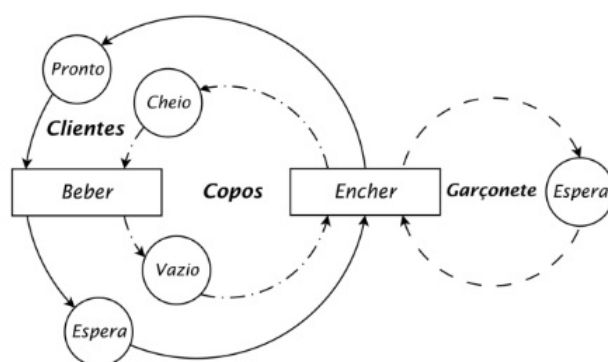
Segundo Chwif e Medina (2007) o *Activity Cycle Diagram*¹ ou, simplesmente, ACD, é uma técnica de descrição de modelos conceituais de simulação capaz de modelar as interações entre as entidades (qualquer componente do sistema que retém sua identidade durante o passar do tempo) através da composição dos seus ciclos de vida. Por ela o modelo real é descrito em ciclos de atividade de recursos e entidades, que alternam-se entre um estado ativo (*i.e.*, uma atividade) e um estado passivo (*i.e.*, um atraso ou fila). Normalmente, o estado ativo de uma entidade é representado por um retângulo e um estado passivo é representado por um círculo.

Um exemplo clássico de diagrama DCA é o funcionamento de um *pub* inglês, exemplo este revisitado por Chwif e Medina (2007). Nesse exemplo o funcionamento de um *pub* é ilustrado por meio de três entidades: o cliente, a garçonete e o copo. Existem apenas duas atividades consideradas no exemplo, que mapeiam o ato de encher um copo, ou de beber o conteúdo do copo. O ciclo de vida do cliente consiste em aguardar até que um copo esteja cheio (situação em que fica aguardando), beber o conteúdo do copo quando cheio, e aguarda até que uma garçonete esteja disponível para encher o copo novamente. O ciclo de vida da garçonete é mais simples, consistindo apenas de aguardar um copo esvaziar, e enchê-lo quando vazio. Por fim, o ciclo de vida do copo consiste em aguardar até ficar cheio, ter seu conteúdo bebido por um cliente, aguardar vazio até que exista uma

¹ Tradução para Português: Diagrama de Ciclo de Atividades.

garçonete para enchê-lo novamente, e aguardar até que este seja esvaziado pelo cliente. A Figura 2 apresenta o modelo acima comentado. Observe que atividades são desenhadas como retângulos, e dependem de recursos para serem iniciadas (por exemplo, para se encher um copo é preciso que (i) exista um copo vazio aguardando na fila VAZIO, e (ii) exista um cliente aguardando que um copo seja preenchido de conteúdo na fila ESPERA, e que (iii) exista uma garçonete disponível, aguardando para que apareça um copo vazio para ter seu conteúdo reposto). O modelo descreve o processo com suas entidades e relacionamentos, mas não um cenário de simulação.

Figura 2 – Pub Inglês



Fonte: Chwif e Medina, 2007.

ACDs são usados em modelagem de simulação para proporcionar a simplificação do formalismo de um problema potencialmente complexo (PIDD,1998). A técnica ACD é constituída seguindo importantes passos, o primeiro é definir as entidades, o próximo passo é construir os ciclos de vida de cada entidade, e por fim basta juntá-los para formar o ACD completo, sendo que uma das regras é alternar atividades com filas.

2.5 Service Desk

Antes de iniciar os conceitos sobre *Service Desk*, é fundamental deixar claro a diferença com o *Help Desk* e com o *Call Center*, pois é comum confundir devido à terminologia. De acordo com Magalhães e Pinheiro (2007), os termos atribuídos são: *Call Center*, que é responsável pelo atendimento das chamadas telefônicas de serviços onde o atendente registra as chamadas e encaminha para a equipe de suporte; *Help Desk*, que possui a função de gerenciar, coordenar e resolver incidentes; e *Service Desk* que é o primeiro ponto de contato, em que os usuários finais e o gerenciamento de serviços de TI se encontram, servindo como meio de comunicação entre usuários e provedores de serviços.

Destes interessa a este trabalho o *Service Desk* como recurso para gerenciar as requisições e chamadas de serviços. Como informa Pinheiro (2006), é o ponto central de contato para os clientes indicarem os problemas ou dificuldades encontradas com produtos ou serviços prestados, tais como: alteração de sites, problemas com envio e recebimento de mensagens, alterações na página, contratos de manutenção, licenças de *software* e gerenciamento de configuração.

Pinheiro (2006) comenta ainda que um *Service Desk* pode estabelecer três formas de organização: local, quando os usuários e o *Service Desk* estão próximos ou no mesmo prédio; central, quando localizado onde todos os usuários de diferentes locais realizam suas solicitações por meio desta central *Service Desk*; e virtual, quando não possui nenhuma localização física, contando com usuários e suporte de diferentes locais.

Na investigação realizada neste trabalho identificou-se os seguintes trabalhos correlatos, descritos a seguir. Em Briganó e Barros (2010), o tema foi abordado por meio da utilização do ITIL² e do PMBOK³ na organização de processos. Utilizando-se um projeto de implantação de um *Service Desk* foram realizados testes, análises e especificações de ferramentas livres, tecnologias, metodologias e *frameworks*, que podem ser aplicadas nas empresas. Utilizou-se o ciclo de vida do serviço, sugerido pelo ITIL V3. Também foram utilizadas técnicas e ferramentas de gerenciamento sugeridas pelo PMBOK. Com a implantação do *Service Desk* os autores conseguiram dados concretos de *performance* do serviço, lições aprendidas e estimativas para auxiliar a diretoria a tomar decisões, bem como identificar os erros e dificuldades mais comuns aos usuários e elaborar meios para solucioná-los com maior eficiência e eficácia. Em Sevilha (2009) o autor tratou da implantação de um *Service Desk* utilizando a metodologia ITIL, com o objetivo de analisar melhores resultados no atendimento dos chamados obtendo a resolução definitiva dos problemas gerados pela área do cliente, assegurando que problemas que afetam diretamente o negócio sejam identificados e resolvidos o mais rápido possível. Na implantação utilizou-se a ferramenta *Solution Manager* fornecida pela empresa SAP⁴. A *Solution Manager* é constituída de vários módulos, sendo que nesta implantação utilizou-se somente o módulo chamado *Service Desk*. Em Wilvert (2008) foi desenvolvido um sistema de apoio a *Service Desk* baseado nas práticas do ITIL. Este sistema permitiu uma maior organização dos processos de atendimento, já que foi centralizado numa única ferramenta. Resultou também em resoluções mais rápidas de casos similares ou iguais a casos anteriores, utilizando soluções dos casos já vivenciados que foram pesquisados na base de dados do histórico de ocorrências onde os atendentes da equipe de *Service Desk* podem registrar e consultar

² Acrônimo para *Information Technology Infrastructure Library*, que em português significa Biblioteca de Informações de Infraestrutura de Tecnologia.

³ Acrônimo para *Project Management Body Of Knowledge*, que em português significa Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos.

⁴ Organização Alemã responsável pelo sistema SAP, um sistema baseado em ERP (*Enterprise Resource Planning*), que significa Planejamento dos Recursos da Empresa.

problemas, visualizar soluções de casos ocorridos no ambiente de trabalho, bem como manter a relação de equipamentos e licenças de *software* existentes na empresa. Freitas e Monteiro (2017) trataram o tema sobre simulação computacional como ferramenta de suporte a decisão. Na construção dos modelos e verificação do resultado da simulação utilizou-se o *software* Arena⁵. Como resultado, obteve-se um modelo de simulação para auxiliar na tomada de decisão sobre o fluxo de atendimento, levando em consideração a nova capacidade de atendimento. Sendo assim, o projeto de simulação envolveu os seguintes passos: formulação do problema e coleta dos dados; identificação das variáveis e condições do processo; construção do modelo; validação do modelo com dados históricos; realização dos experimentos e análise dos resultados. No trabalho foi possível estabelecer o melhor fluxo para o atendimento de demandas do sistema *Help Desk*, tendo em vista a nova capacidade de atendimento. Por fim, Minucelli e Zarpelão (2015) apresentaram um modelo de implantação de *Service Desk*, denominado GAIA *Service Desk*, para auxílio no gerenciamento do suporte aos serviços de TI de pequenas e médias empresas, incluindo geração de relatórios para a avaliação e melhoria do *Service Desk*. A aplicação mapeou todo o ciclo de vida do chamado, desde a sua abertura até o seu encerramento. O sistema também conta com o histórico de cada chamado, tornando as alterações que sofre mais claras e possibilitando o acompanhamento do usuário durante todo o ciclo de vida do mesmo. Isto posto, fica evidente que o uso de *Service Desk* é importante para organizações de qualquer tamanho responderem rapidamente à incidentes, além de permitir que os indicadores por ele medidos permitam à organização alinhar sua governança de TI com os objetivos estratégicos de negócio.

⁵ Disponível em: <<http://www.paragon.com.br/software/arena>>. Acesso em 26 jun 2018.

3 METODOLOGIA

São apresentados neste capítulo os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento do presente trabalho.

3.1 Materiais

Sob o ponto de vista de *hardware* necessário para realizar o Projeto de Conclusão de Curso utilizou-se um computador pessoal cuja especificações são: Modelo: DELL; Processador: Intel Core i7-7500U 2.7GHz; RAM: 8GB; Disco Rígido: 1TB; Sistema Operacional: *Windows 10 Home* - 64 bits. Para a implementação do simulador, a linguagem de programação escolhida foi Java no ambiente de desenvolvimento *Netbeans*¹, um ambiente de *software* livre da *Oracle*. Para a construção do modelo conceitual em diagrama de ciclo de atividades (DCA) utilizou-se o *software* DIA². E para a análises de resultados utilizou-se o *software* *R Language for Scientific Computing*³.

3.2 Métodos

O presente estudo foi desenvolvido para compreender melhor o processo e avaliar o impacto da quantidade de atendentes operando no *Service Desk* em cada nível de atendimento considerando a caracterização do processo real. As informações utilizadas foram levantadas através de visitas na empresa e entrevistas com o gestor e funcionários. Os levantamentos que configuram informações sensíveis do negócio serão omitidas para preservar a empresa, pois podem tratar-se de diferencial competitivo ou informações relevantes para o plano de negócios da empresa estudada. Para chegar ao ponto em que se refere o estudo, diversas foram as etapas desenvolvidas no trabalho, com destaque para a prospecção de empresas do setor de manufatura e serviços de Formiga-MG, seleção da empresa alvo, identificação de processo à estudar, modelagem e validação do processo, e implementação do processo em simulador por linguagem computacional. Cada uma das subseções adiante detalham melhor cada uma destas etapas.

3.2.1 Prospecção de Empresas em Formiga

A primeira etapa realizada neste trabalho foi preparar um levantamento com 71 empresas do setor de manufatura e serviços do município de Formiga. Este levantamento

¹ <<https://netbeans.org/downloads/>>

² <<http://dia-installer.de/>>

³ <<https://www.r-project.org/>>

teve por objetivo conhecer possíveis oportunidades de aplicar simulação de processos. Para cada empresa foram levantados os seguintes dados: nome fantasia, endereço, telefone de contato, site da empresa (quando disponível), site da ferramenta de busca usada para prospecção, setor em que atua, número do CNPJ (cadastro nacional de pessoa jurídica), número do CNAE (cadastro nacional de atividade econômica), data de abertura, número de funcionários e capital social.

Em muitos casos alguns dos campos referidos não puderam ser preenchidos pela ausência de informação disponível nas ferramentas de busca utilizadas, todas gratuitas. A listagem completa das empresas encontra-se disponível no ANEXO A deste trabalho. As empresas registradas na planilha são aquelas em que identificou-se alguma afinidade mínima com um dos objetivos deste projeto, que é simular um processo real. Todas foram identificadas utilizando algumas ferramentas disponíveis na *Web*, com acesso no primeiro semestre de 2017, de onde destacam-se a ferramenta WHOIS do site Registro BR, que registra os domínios no Brasil (disponível em <<https://registro.br/2/whois>>) utilizando o CNPJ como chave; o site Consulta CNAE/CNPJ (disponível em <https://www.receita.fazenda.gov.br/pessoajuridica/cnpj/cnpjreva/cnpjreva_solicitacao.asp>), o site *Find The Company* (disponível em <<http://publicacoes.findthecompany.com.br/>>), e o site Empresas CNPJ (disponível em <<http://www.empresascnpj.com/>>). Alguns dos recursos usados não encontram-se mais disponíveis na presente data, mas estavam acessíveis no início de 2017.

3.2.2 Seleção da Empresa Alvo

A seleção da empresa alvo ocorreu após análise da planilha de prospecção acima mencionada. Dentre os critérios de escolha usados considerou-se principalmente a facilidade de acesso ao gestor da empresa, a localização geográfica favorável para realização de visitas para levantamento de informações, e a proximidade da empresa com a área de formação da autora deste trabalho, que facilitou o entendimento do processo por ser algo relacionado à área de informática. Desta análise resultou a seleção da empresa CélulaWeb, que atua no ramo de desenvolvimento *web* e *marketing* digital. Todo o processo levantado foi discutido exaustivamente com o gestor da empresa, até representar com razoável fidelidade quais as decisões tomadas em seu *Service Desk*.

3.2.3 Levantamento de Dados do Processo

Uma vez que a empresa alvo foi selecionada iniciou-se a coleta de informações para modelagem do processo. Através de entrevistas realizadas com o gestor e com os funcionários da empresa foi possível obter informações suficientes para modelagem do processo e caracterização das informações de entrada. Entre estas informações, por sua

relevância para o resultado a ser gerado, destacam-se:

- Identificação de atividades que são realizadas durante um atendimento em *Service Desk*. Destacam-se a abertura de um chamado; o preenchimento de informações complementares sobre o chamado; a triagem para determinar que nível de atendente é mais adequado para atender o chamado; a existência ou não de informações prévias em base de conhecimento para atender ao chamado; o repasse de informações de um atendente nível 1 (que é o primeiro contato com o cliente, apto a resolver boa parte dos problemas sem envolver o desenvolvimento ou correção de funcionalidades em sistemas suportados pela empresa) para um atendente nível 2 (que é um analista de desenvolvimento envolvido na resolução de problemas que envolvem sistemas); a documentação de como solucionar um chamado inédito em base de conhecimento; e o encerramento do chamado. Estas atividades foram usadas para modelar o processo, que é descrito mais adiante neste documento.
- Quantidade de Atendentes do nível 1. Conforme mencionado, são atendentes que possuem as funções de analistas, atendentes e técnicos de serviço tendo por atividade primária atender o cliente e identificar o tipo de problema. Caso o problema seja considerado simples o atendimento segue neste nível; caso contrário é repassado para um atendente nível 2.
- Quantidade de Atendentes do nível 2. São atendentes com conhecimentos mais profundos de desenvolvimento que recebem os serviços que os profissionais do nível 1 não puderam solucionar, em geral chamados envolvendo alterações mais profundas nos sistemas suportados, correção de bugs e afins.
- Quantidade de horas diárias trabalhadas pela equipe.
- Prioridades de cada chamado. Elas relacionam com a gravidade do problema reportado no chamado. Por motivos de sigilo as prioridades serão tratadas numericamente, de 1 a 5, sem fazer relação direta com o histórico de chamados relacionado.
- Tipos de canais de atendimento. No presente trabalho assume-se que os canais de atendimento de um chamado são telefone, *email*, *whatsapp* e *skype*.
- Utilização ou não de base de conhecimento (*Knowledge Base* - KB) para registro de informações sobre atendimentos já resolvidos.
- Divisão de nível 1 e nível 2 no atendimento.

- Temporização de duração de uma chegada de novo chamado na empresa, por cliente, em relação ao período de tempo analisado na simulação. Para esta implementação assume-se que os chamados são temporizados segundo uma distribuição de probabilidades exponencial, caracterizada por um parâmetro *lambda* que é o inverso da média histórica de chegada.
- Temporização da duração das atividades do processo. Nesta implementação cada atividade foi caracterizada por uma duração estocástica modelada por meio de uma distribuição triangular, que é parametrizada por um valor de duração mínima, máxima e mais provável.

3.2.4 Modelagem com *Activity Cycle Diagram*

O sistema foi representado com o suporte do diretor e o funcionário que está há mais tempo na empresa, e através de várias entrevistas chegou-se ao modelo final que representa o sistema real da empresa. Estabeleceu-se como premissas que o tempo entre chegadas de cada chamado seguiria uma distribuição exponencial (em horas) e o restante dos tempos para cada atividade utilizaria distribuição triangular. O modelo é composto pelo ciclo de vida de cada entidade que a partir de interações entre eles representam o sistema real. Para esta modelagem foram consideradas as seguintes entidades do sistema: **cliente**, que inicia um chamado; **chamado**, que é a entidade que flui pelo sistema desde o momento em que chega na empresa até o momento em que ela é solucionada; o **atendente nível 1**, que abre o chamado, faz sua triagem, resolve se for capaz ou repassa se for mais complexo; e o **atendente nível 2**, que atende o chamado quando trata-se de um problema associado de maior complexidade. Cada uma destas entidades possui um ciclo de vida diferente, com atividades em comum. Na **Seção 4** o DCA completo será apresentado e discutido em partes. Por ora, considere que existe um fluxo lógico de informação de chamados do momento em que surge no sistema até o momento em que tem seu atendimento encerrado.

3.2.5 Validação do Modelo

A validação do modelo conceitual foi feita por meio de uma avaliação detalhada, em conjunto com especialistas da empresa, no qual mostrou-se todo o DCA elaborado com base nas entrevistas anteriores. O objetivo foi verificar as hipóteses feitas, de modo a garantir a autenticidade do modelo. Esta etapa foi fundamental para a continuidade do projeto, uma vez que o sistema é regido por algumas propriedades que são determinantes para o seu funcionamento. Esta etapa foi feita para certificar se o modelo estava fundamentado com o processo real.

3.2.6 Coleta e Tratamento de Dados

A etapa de coleta de dados iniciou logo após as definições iniciais do modelo conceitual. Os dados foram baseados nas informações do sistema de gestão de *Service Desk* adotado pela empresa, com dados referentes ao mês de Abril de 2018, com registros sobre o nome dos clientes, tipo de serviço do chamado, data, horário de início, horário do término, duração, *status* do chamado (aberto, fechado, pausado) e demais detalhes do chamado. Em muitas situações foi preciso simplificar a informação real advinda do gestor de *Service Desk* para adequar-se à modelagem de sistema desenvolvido neste trabalho. Tais simplificações foram: prioridades de 1 a 5 (muito baixa, baixa, normal, alta e muito alta, com probabilidade de assumir estas prioridades dependente de cada cliente); duração das atividades com valores estimados; duração da chegada de novo chamado por cliente dependente de quatro parâmetros (canal de atendimento, incidente correlacionado com solução registrada em base de conhecimento ou não, perfil requerido para atendimento entre nível 1 e nível 2, e prioridades do chamado dependente da gravidade do incidente correlacionado); probabilidade de 60% do chamado ser preenchido; probabilidade de 20% do chamado ser reaberto; probabilidade de 90% do chamado ser completamente solucionado; probabilidade de 30% do chamado ter alteração da prioridade (quando chamado é reclassificado na triagem); atendimento corrente pode sofrer preempção quando chegar novo chamado com maior prioridade e atendente for selecionado para tratar o novo incidente (neste caso o atendimento pausado é retomado quando o novo incidente for completamente solucionado).

Em seguida, verificou-se o tratamento de dados realizando a decisão das distribuições de probabilidade⁴ que melhor representassem o processo, pois adaptar o número de atendentes ao número de clientes que aguardam atendimento é um problema que pode ser resolvido com Teoria das Filas⁵ ou Simulação. A título de curiosidade, a Teoria de Filas envolve investigações baseadas em geração de números aleatórios a partir de distribuições de probabilidades que modelam chegadas de clientes, atendimentos ou quaisquer outros detalhes de um processo. Essa teoria permite determinar um modelo analítico e quantitativo de fila para uma situação em particular, a partir do padrão probabilístico das chegadas dos clientes à fila, do padrão probabilístico dos atendimentos fornecidos pela empresa e a partir do número de canais de atendimento disponíveis.

Embora útil, ela não foi utilizada neste trabalho porque o processo simulado é mais complexo de modelar-se por Teoria de Filas, admitindo comportamentos muito específicos (como por exemplo, preempção de atendimentos por motivo de prioridade de novos chamados) e mesmo separando um atendimento em pedaços menores (abertura, triagem, repasse, etc). Em modelos deste tipo as respostas são determinadas por modelos

⁴ Sobre distribuições de probabilidades, ver Magalhães (2006).

⁵ Sobre Teoria das Filas, ver Andrade (1990).

matemáticos analíticos, que preveem uma resposta exata para o cenário. Em Simulação deixamos de lado a dificuldade de modelar matematicamente o sistema observado e concentramos em analisar seus resultados frente à um experimento aleatório com repetições. Nele, a geração de números aleatórios tem papel essencial, sendo usada para modelar temporização de eventos de chegada e de realização das etapas do processo de atendimento *Service Desk*. Para modelar a chegada de chamados geradas por clientes externos ao sistema utilizou-se a distribuição Exponencial (que possui como um valor (λ) que é estimado pelo inverso da média amostral)⁶ enquanto que para a duração das demais atividades do DCA optou-se por modelar a duração da atividade por uma distribuição Triangular⁷, caracterizada pelos limites min e max, e valor mais provável moda. Os valores utilizados nesta implementação foram obtidos através de entrevista com o funcionário mais experiente do setor de *Service Desk* da empresa, sendo estes valores estimados, cujos valores foram dados na [Tabela 1](#):

Tabela 1 – Temporização de cada atividade

Atividade	Mínimo	Moda	Máximo
Abrir Chamado	3 minutos	4 minutos	5 minutos
Completar Dados	10 minutos	12 minutos	15 minutos
Triagem do Chamado	1 minuto	1,5 minutos	2 minutos
Atendimento nível 1 (com KB)	10 minutos	20 minutos	30 minutos
Atendimento nível 1 (sem KB)	2 horas	3 horas	5 horas
Documentar na KB (nível 1)	30 minutos	45 minutos	1 hora
Encerrar o chamado (nível 1)	1,5 horas	2 horas	3 horas
Repassa o chamado para nível 2	1 minuto	1,5 minutos	2 minutos
Atendimento nível 2 (com KB)	10 minutos	20 minutos	30 minutos
Atendimento nível 2 (sem KB)	2 horas	3 horas	5 horas
Documetar na KB (nível 2)	30 minutos	45 minutos	1 hora
Encerrar o chamado (nível 2)	1,5 horas	2 horas	3 horas

Fonte: Elaboração do autor

3.2.7 Implementação

De maneira concomitante com a maioria das fases descritas na metodologia deste trabalho esteve a implementação do modelo em linguagem computacional. Nesta fase o DCA modelado, as entidades, o sistema simulado, as coleções, eventos, mecanismo de avanço do tempo e indicadores de desempenho foram implementados em linguagem Java,

⁶ Distribuição de probabilidade contínua largamente aplicada para representar tempo ou espaço entre ocorrências (KIEMELE; SCHMIDT; BERDINE, 2000).

⁷ A distribuição triangular permite uma boa flexibilidade quanto ao grau de assimetria, permitindo uma característica positiva para a estimação subjetiva da distribuição (Castro et al., 2007). É definida por três parâmetros: mínimo, moda e max.

e verificados para garantir sua correte. Maiores detalhes sobre os resultados obtidos na implementação são dados adiante, na **Seção 4**.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Modelagem do Simulador

Nesta seção será apresentada a modelagem do simulador de eventos discretos utilizada no presente trabalho, mais especificamente como implementou-se os eventos, lista de eventos futuros, mecanismo de avanço no tempo, tratamento de eventos, dentre outros detalhes. Cada subseção a seguir apresenta melhores detalhes sobre cada um dos componentes do simulador.

4.1.1 Eventos

Um evento é representado no simulador por meio de uma classe denominada *Evento*, que incorpora atributos que representam o momento em que o evento irá ocorrer no tempo, além de informações pertinentes à cada situação proposta. No sistema proposto existem 13 diferentes eventos modelados, a saber: Chegada de Chamado, Abertura de Chamado, Triagem de Chamado, Completar Dados, Atendimento nível 1 com KB, Atendimento nível 1 sem KB, Documentar na KB de nível 1, Encerra Chamado de nível 1, Repassa chamado para nível 2, Atendimento nível 2 com KB, Atendimento nível 2 sem KB, Documentar na KB de nível 2 e Encerra Chamado de nível 2. Para cada tipo de evento foi criado uma classe específica para armazenar informações adequadas ao seu tratamento, uma para cada evento, como mostra a [Tabela 2](#). A tabela em questão apresenta as classes em que os eventos foram implementadas, assim como seus atributos e relacionamento com outras classes da aplicação. Esta última coluna é usada aqui apenas para ilustrar estes relacionamentos, e como é a lógica básica de interação entre um evento e demais elementos do sistema simulado. Mais adiante o processamento de cada evento será descrito por meio de seus *Event Listeners*.

Tabela 2 – Especificação da classe de cada evento

Classe	Atributos	Como se relaciona com outras classes
Chegada de Chamado	- Chamado - Cliente - Clock - Duração	- Verifica se existe atendente de nível 1 disponível. (classe Coleção Atendente nível 1) - Retorna atendente de nível 1 com chamado menos prioritário (classe Coleção Atendente nível 1) - Sorteia duração da próxima atividade (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)
Abertura de Chamado	- Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração	- Verifica se chamado foi preenchido (classe Chamado) - Sorteia duração da próxima atividade (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)
Triagem de Chamado	- Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração	- Verifica se o chamado é de nível 1 ou nível 2 (classe Chamado) - Sorteia duração da próxima atividade (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)
Completar Dados	- Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração	- Sorteia duração da próxima atividade que é de triagem (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)
Atendimento nível 1 com KB	- Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração	- Verifica se o chamado foi completamente solucionado (classe Chamado) - Sorteia duração da próxima atividade (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)
Atendimento nível 1 sem KB	- Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração	- Sorteia duração da próxima atividade que é de Documenta na KB Nível 1 (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)
Documenta na KB (nível 1)	- Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração	- Verifica se o chamado foi completamente solucionado (classe Chamado) - Sorteia duração da próxima atividade (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)
Encerra Chamado (nível 1)	- Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração	- Verifica se o chamado será reaberto (classe Chamado) - Verifica a pilha do atendente de nível 1 (Classe Atendente) - Verifica a fila de chamados não atendidos (classe Fila) - Caso exista, retorna o atendente de nível 1 mais ocupado (Classe Coleção Atendente Nível 1) - Sorteia duração da próxima atividade (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)
Repassa chamado para nível2	- Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração	- Verifica se existe atendente nível 2 disponível (Classe Coleção Atendente Nível 2) - Retorna o atendente com chamado menos prioritário (Classe Coleção Atendente nível 2) - Verifica a pilha do atendente de nível 1 (Classe Atendente) - Verifica a fila de não atendidos (Classe Fila) - Caso exista, retorna o atendente de nível 1 que esteja mais ocupado (Classe Coleção Atendente Nível 1) - Sorteia duração da próxima atividade (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)
Atendimento nível 2 com KB	- Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração	- Verifica se o chamado foi completamente solucionado (classe Chamado) - Sorteia duração da próxima atividade (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)
Atendimento nível 2 sem KB	- Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração	- Sorteia duração da próxima atividade que é de Documenta na KB Nível 2 (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)

Classe	Atributos	Como se relaciona com outras classes
Documenta na KB (nível 2)	<ul style="list-style-type: none"> - Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração 	<ul style="list-style-type: none"> - Verifica se o chamado foi completamente solucionado (classe Chamado) - Sorteia duração da próxima atividade (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)
Encerra Chamado (nível 2)	<ul style="list-style-type: none"> - Chamado - Atendente - Cliente - Clock - Duração 	<ul style="list-style-type: none"> - Verifica se o chamado será reaberto (classe Chamado) - Verifica a pilha do atendente de nível 2 (Classe Atendente) - Verifica a fila de chamados repassados (classe Fila) - Caso exista, retorna o atendente de nível 2 mais ocupado (Classe Coleção Atendente Nível 2) - Sorteia duração da próxima atividade (classe Cliente) - Adiciona evento na FEL (classe Coleção FEL)

Fonte: Elaboração do autor

4.1.2 Lista de Eventos Futuros

Conforme mencionado, os eventos modelam as situações que mudam o estado do sistema simulado. Para que a simulação avance no tempo é preciso que eventos sejam consumidos na ordem em que estão cronometrados. Para que isso ocorra, é preciso armazená-los em uma estrutura de dados adequada. Tal estrutura é denominada Lista de Eventos Futuros - FEL (do inglês, *Future Event List*), que basicamente é uma estrutura do tipo FIFO¹ onde eventos estão ordenados pelo tempo cronológico em que estão programados para ocorrer. Normalmente uma FEL é composta das seguintes informações: tipo de evento, *clock* de programação do evento na lista, *clock* de execução do evento e referências para objetos que identificam quais são as entidades envolvidas.

Durante a simulação, a cada iteração retira-se o primeiro evento da FEL, denominado evento iminente, e atualiza o relógio para o instante de ocorrência deste evento. Em seguida executa-se a rotina correspondente ao evento, denominada *event listener*. Caso novos eventos sejam gerados durante o processamento de um *event listener*, então a FEL é atualizada inserindo-os de acordo com o instante programado para sua ocorrência. O simulador é dotado de um relógio representado por uma variável global que tem seu valor atualizado de maneira monotonicamente crescente, sempre avançando no tempo. Este relógio é atualizado apenas quando eventos ocorrem de maneira que o estado do sistema simulado não se altera no intervalo de tempo decorrido entre o momento em que um evento é processado até o momento em que está agendado o próximo evento iminente.

4.1.3 Algoritmo de Avanço no Tempo

Nesta seção são apresentados detalhes sobre o algoritmo de avanço do tempo. Basicamente, este algoritmo é o método computacional que manipula a lista de eventos

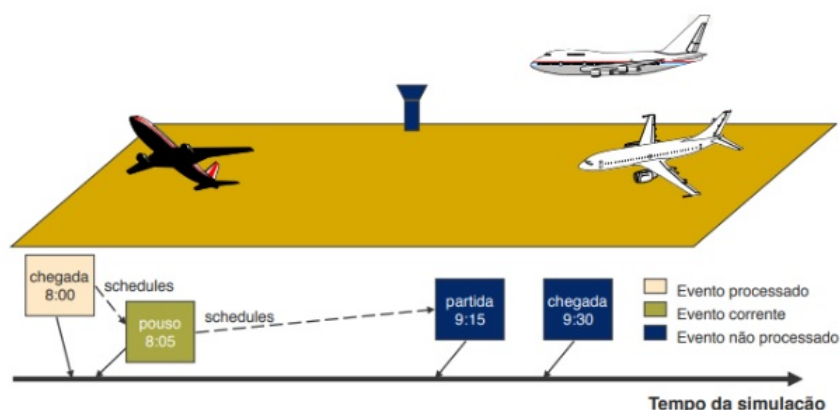
¹ Acrônimo para *First In, First Out*, que em português significa primeiro a entrar, primeiro a sair.

futuros para obter o evento iminente da lista, isto é, aquele que está mais próximo de ocorrer considerando o relógio da simulação.

A seqüência de ações que um simulador precisa realizar para avançar o relógio da simulação e criar uma nova imagem do sistema é baseada em um algoritmo conhecido como algoritmo para avanço do tempo. Ele funciona com base na programação de eventos agendados, o qual faz uso da FEL. Tal algoritmo é executado da seguinte maneira: Remove-se o evento iminente da FEL, avança o relógio para o tempo do evento retirado da FEL, executa o evento (atualizando o estado do sistema e atributos das entidades), caso exista gera futuros eventos e adiciona na FEL.

Para exemplificar, seja um sistema simples simulado apresentado por Teixeira (2016) que representa o funcionamento de um aeroporto. Na FEL correspondente existem eventos de chegada, pouso e partida. O processamento de um evento de chegada agenda um evento de pouso; o processamento de um evento de pouso agenda um evento de partida; e assim segue. Na [Figura 3](#) observa-se uma distinção entre os eventos já processados, o evento iminente (chamado pelo autor de evento corrente) e os eventos ainda não processados. Ao consumir-se a FEL na ordem cronológica dos eventos, o sistema é simulado, alterando seu estado a cada evento executado, até que a fila seja esvaziada ou um evento especial de “fim de simulação” seja executado. O sistema altera seu estado apenas quando um evento iminente é processado, permanecendo imutável durante o “salto” entre eventos. Entende-se por mudança no estado do sistema qualquer alteração nos valores de suas variáveis globais, suas coleções, no atributo de alguma de suas entidades, no valor calculado de suas estatísticas e indicadores de saída, etc. Isto posto, o algoritmo de avanço no tempo é o verdadeiro motor que permite a um sistema modelado como evento discreto funcionar.

Figura 3 – Eventos em uma Simulação



Fonte: Teixeira (2006, p. 32)

4.1.4 Entidades

Nesta seção são apresentadas as entidades, **cliente**, **suporte nível 1**, **suporte nível 2** e **chamado**, presentes no modelo. Cada entidade será descrita por seus atributos, com uma breve descrição sobre a função de cada um deles no referido objeto.

Cliente

Os clientes são responsáveis no sistema simulado por gerar um novo chamado, que será encaminhado ao setor de *Service Desk* da empresa. No entanto, ela também armazena a temporização esperada de chegadas entre dois chamados consecutivos (*interarrival time*, na literatura especializada). Outras informações probabilísticas que a classe armazena é a probabilidade de que o chamado tenha se originado em um dos quatro canais de comunicação: *whatsapp*, *skype*, *email* ou telefone; os parâmetros usados para gerar números aleatórios com viés de probabilidade triangular para representar o tempo de atendimento de um chamado; a probabilidade de um chamado deste cliente ser melhor atendida por atendente nível 1 ou nível 2; a probabilidade do incidente reportado no chamado já ter solução conhecida documentada em base de conhecimento; e a probabilidade de que um chamado tenha prioridade muito baixa, baixa, normal, alta, e muito alta. Estes campos são usados para sortear cada uma das situações descritas. Quando as possibilidades são binárias (como é o caso do sorteio do nível do atendente mais adequado para resolver o incidente, ou existência de documentação prévia disponível para solucionar o caso) a determinação da possibilidade é feita mediante um sorteio do tipo Tentativa de Bernoulli com probabilidade p , enquanto que sorteios que envolvem mais de duas possibilidades foram determinados por meio de uma variante do algoritmo da roleta, usado em algoritmos

genéticos para selecionar indivíduos parentais segundo seu valor de *fitness*². Neste contexto a roleta é interpretada como uma “fatia” de chance de que uma determinada possibilidade ocorra (por exemplo, para determinar qual é o nível de prioridade que um chamado possui dentre os cinco tratados). A classe é definida por um conjunto de atributos que definem todas as características dos clientes, que são dados na [Tabela 3](#).

Tabela 3 – Atributos da Entidade Cliente

Nome da Variável	Tipo	Descrição
ID	int	Identificador do cliente
lambdaChegada	double	Utilizado para sortear o tempo de chegada de dois chamados consecutivos. É o parâmetro da distribuição Exponencial, e guarda o valor inverso do tempo médio de chegada esperado.
probSkype, probTelefone, probEmail, probWhatsapp	double	Probabilidade do chamado ter sido iniciado por um dos quatro canais de atendimento considerados no processo. Em conjunto totalizam 100%.
probNivel1, probNivel2	double	Probabilidade do chamado ser melhor endereçado para solução de atendente nível 1 ou nível 2. Em conjunto totalizam 100%.
probComKB, probSemKB	double	Probabilidade de haver informações prévias registradas para solucionar incidente reportado no chamado em base de conhecimento (KB). Em conjunto totalizam 100%.
probPrioriMuitoBaixa, probPrioriBaixa, probPrioriNormal, probPrioriAlta, probPrioriMuitoAulta	double	Probabilidade de que o incidente reportado no chamado possua prioridade que variam de muito baixa a muito alta. Em conjunto totalizam 100%.
tmpChegadaChamado	Exponencial	Gerador de números aleatórios com viés de distribuição de probabilidade Exponencial. Usado para sortear o tempo entre duas chegadas consecutivas do mesmo cliente.
tmpAbrirChamado, tmpCompletarDados, tmpTriagem, tmpAtend1comKB, tmpAtend1semKB, tmpDoc1, tmpEnc1, tmpRepassa, tmpAtend2comKB, tmpAtend2semKB, tmpDoc2, tmpEnc2	HashMap<CanalAtendimento,HashMap<Nível,HashMap<KB,Triangular>>>	Probabilidade de que o incidente reportado no chamado possua prioridade que variam de muito baixa a muito alta. Em conjunto totalizam 100%.

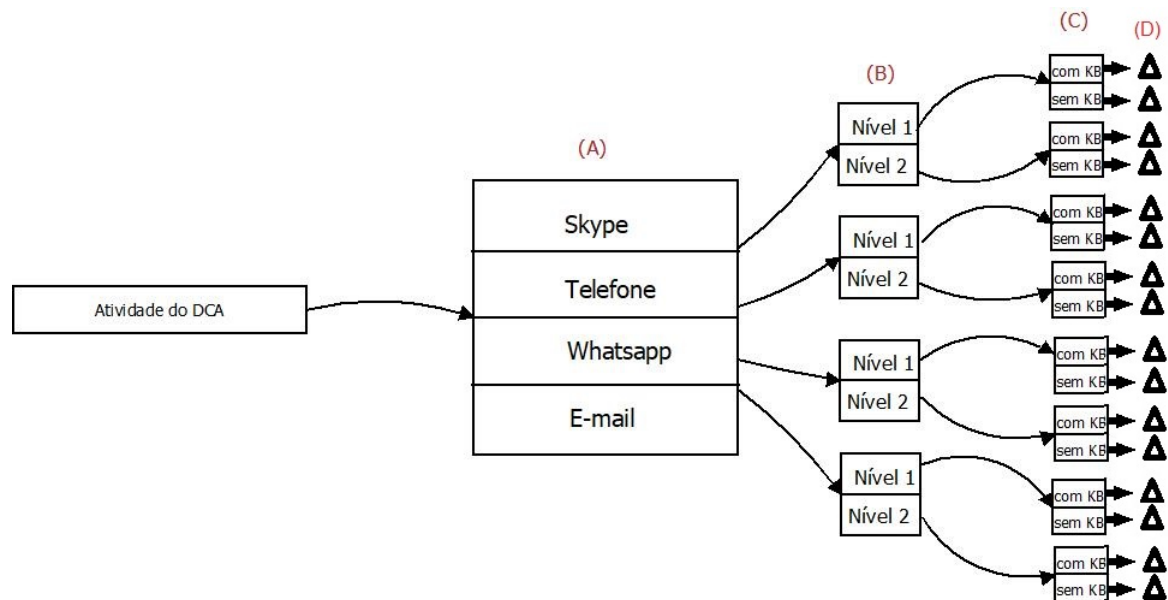
Fonte: Elaboração do autor

Dentre as estruturas apresentadas acima destaca-se as tabelas *hash*. Foram criadas

² Função de avaliação para definir a escolha dos indivíduos.

por meio de HashMaps³, uma para cada atividade do DCA. Internamente cada tabela contém outras *HashMaps*, em três níveis diferentes, que utilizam como chaves o canal de atendimento, o uso de KB para resolução e a prioridade do chamado, respectivamente. No último nível deste encadeamento de tabelas *hash* armazena-se o objeto que implementa um gerador de número aleatório com viés de distribuição de probabilidades Triangular, caracterizada pelos parâmetros **min** (que indica o menor valor aleatório que o objeto pode gerar), **max** (que indica o maior valor aleatório que o objeto pode gerar) e **moda** (que indica o valor mais provável de ser gerado pelo objeto). Com essa granularidade é possível caracterizar a duração de cada atividade do DCA de acordo com a prioridade do chamado, canal de atendimento, e existência prévia de informações para solucioná-lo, de cada cliente diferente do portfólio gerenciado pela empresa. A Figura 4 ilustra esse encadeamento. É importante ressaltar que cada objeto gerador de durações é independente e pode, a princípio, ser gerado com diferentes valores de mim, moda e max, implementando um **hipercubo de tempos** por meio deste encadeamento de tabelas *hash*. Na implementação existe um hipercubo independente para as seguintes atividades: Abrir Chamado, Completar Dados, Triagem, Repassa Chamado, Atendimento sem KB Nível 1, Atendimento com KB Nível 1, Documenta KB Nível 1, Encerra Chamado Nível 1, Atendimento sem KB Nível 2, Atendimento com KB Nível 2, Documenta KB Nível 2, e Encerra Chamado Nível 2.

Figura 4 – HashMap utilizada para o tempo de atendimento de cada cliente em relação ao evento.



Fonte: Elaborado pelo autor

³ A classe *HashMap* é uma implementação da interface Map do pacote java.util, e possibilita trabalhar com mapeamento de objetos no esquema chave/valor, ou seja, informada a chave, resgata-se o valor.

Atendentes de Suporte Nível 1 e Nível 2

As entidades Suporte Nível 1 e Suporte Nível 2 representam os atendentes que operam na resolução dos incidentes reportados pelos chamados. O que diferencia cada um dos níveis é que tipo de atividades estão aptos a realizar. Para os atendentes de Nível 1, são atribuições suas receber os chamados no *Service Desk* (independente do nível de complexidade para resolução), efetuar sua abertura no sistema, completar os dados que faltam quando são reportados com detalhes insuficientes, realizar uma triagem para determinar o nível de atendente requerido para resolver o chamado, realizar o atendimento (com ou sem informações prévias em KB) e repassar o atendimento para algum atendente de Nível 2 quando a complexidade do caso assim o exigir, e encerrar um chamado caso tenha sido atribuído para sua resolução. De maneira semelhante são atribuições dos atendentes Nível 2 realizar um atendimento repassado por atendente Nível 1, com ou sem registro de informações prévias em base de conhecimento, documentar informações em base de conhecimento quando o incidente for inédito, e encerrar um chamado atribuído a ele. As classes são idênticas, diferenciando apenas em qual coleção elas são instanciadas. Apesar disso a separação foi mantida pensando em futuras extensões de comportamento para cada atendente ainda não implementadas (como por exemplo, preempção de atendimento seletiva de acordo com o tempo previsto para encerrar um chamado, que pode ser diferente para cada atendente ou ainda aplicar-se a apenas um dos níveis de suporte). São atributos destas entidades os seguintes campos apresentados na [Tabela 4](#).

Tabela 4 – Entidade Atendente de Suporte (Nível 1 e Nível 2)

Nome da Variável	Tipo	Descrição
ID	int	Identificador do atendente.
nível	ENUMNivel	Enumerador para identificar de qual nível é atendente.
livre	boolean	Identificador para verificação se o atendente está atualmente livre ou ocupado, sendo a evolução temporal da simulação.
chamadoAtual	Chamado	Referência para o objeto que armazena o chamado atualmente em atendimento.
pilhaChamados	<i>Stack</i>	Pilha onde são empilhados/desempilhados os chamados deste atendente que sofrem preempção por motivo de prioridade.
numChamadosSolucionados	int	Contador de chamados que foram solucionados pelo atendente.
numRecebidos	int	Contador de chamados recebidos/atendidos pelo atendente.

Fonte: Elaboração do autor

Chamado

A entidade Chamado corresponde à abstração que representa um chamado aberto por um cliente no sistema de *Service Desk* e que flui ao longo de todo o processo mapeado, de sua abertura por um atendente Nível 1, até seu encerramento por um atendente Nível 1 ou Nível 2, segundo a complexidade do incidente que ele representa. Ele pode ser manipulado por atendentes de ambos os níveis (se houver repasse para Nível 2), e pode sofrer preempção durante sua resolução de acordo com sua prioridade, situação essa em que é “empilhado” por um atendente sempre que chegar um chamado de mais alta prioridade para ser atendido. Um chamado pode também não ser solucionado, mesmo tendo passado por todo o fluxo de atendimento do *Service Desk*; neste caso ele é reaberto, retornando para a fila de chamados do sistema. Para representar esta abstração utilizou-se nesta implementação os seguintes atributos descritos na [Tabela 5](#).

Tabela 5 – Entidade Chamado

Nome da Variável	Tipo	Descrição
ID	int	Identificador do Chamado
reaberto, completoSoluc, preenchido, emAtendimento	boolean	Flags usadas para indicar se o chamado foi reaberto, se foi completamente solucionado após fluir pelo processo de atendimento, se foi reportado pelo cliente com informações suficientes ou se precisa ser completado na abertura, e se está em atendimento no momento ou aguarda na fila de chamados não atendidos, na fila de repassados, ou na pilha de algum atendente caso tenha sofrido preempção.
kb	ENUMKB	Enumerador para identificar se o chamado refere-se à incidente cuja resolução já é conhecida e encontra-se documentada em KB ou não.
canalAtendimento	ENUMCanalAtendimento	Enumerador para identificar em qual canal de atendimento o chamado está sendo atendido.
prioridade	ENUMPrioridade	Enumerador para identificar qual a prioridade do incidente relacionado ao chamado.
nível	ENUMNivel	Enumerador para identificar qual o nível de atendente esperado para operar sobre o chamado, em função de sua complexidade.
atendenteAtual	Atendente	Referência para o objeto atendente que está reservado para operar sobre este chamado.
clienteDoChamado	Cliente	Referência para o cliente que reportou o chamado no <i>Service Desk</i> .
eventoProximo	Evento	Referência para o objeto evento que está relacionado à próxima atividade do DCA que manipula o chamado corrente.
horaChegada	double	Identificador da hora em que o chamado entrou no sistema de <i>Service Desk</i> .
horaSaida	double	Identificador da hora em que o chamado saiu do sistema de <i>Service Desk</i> .

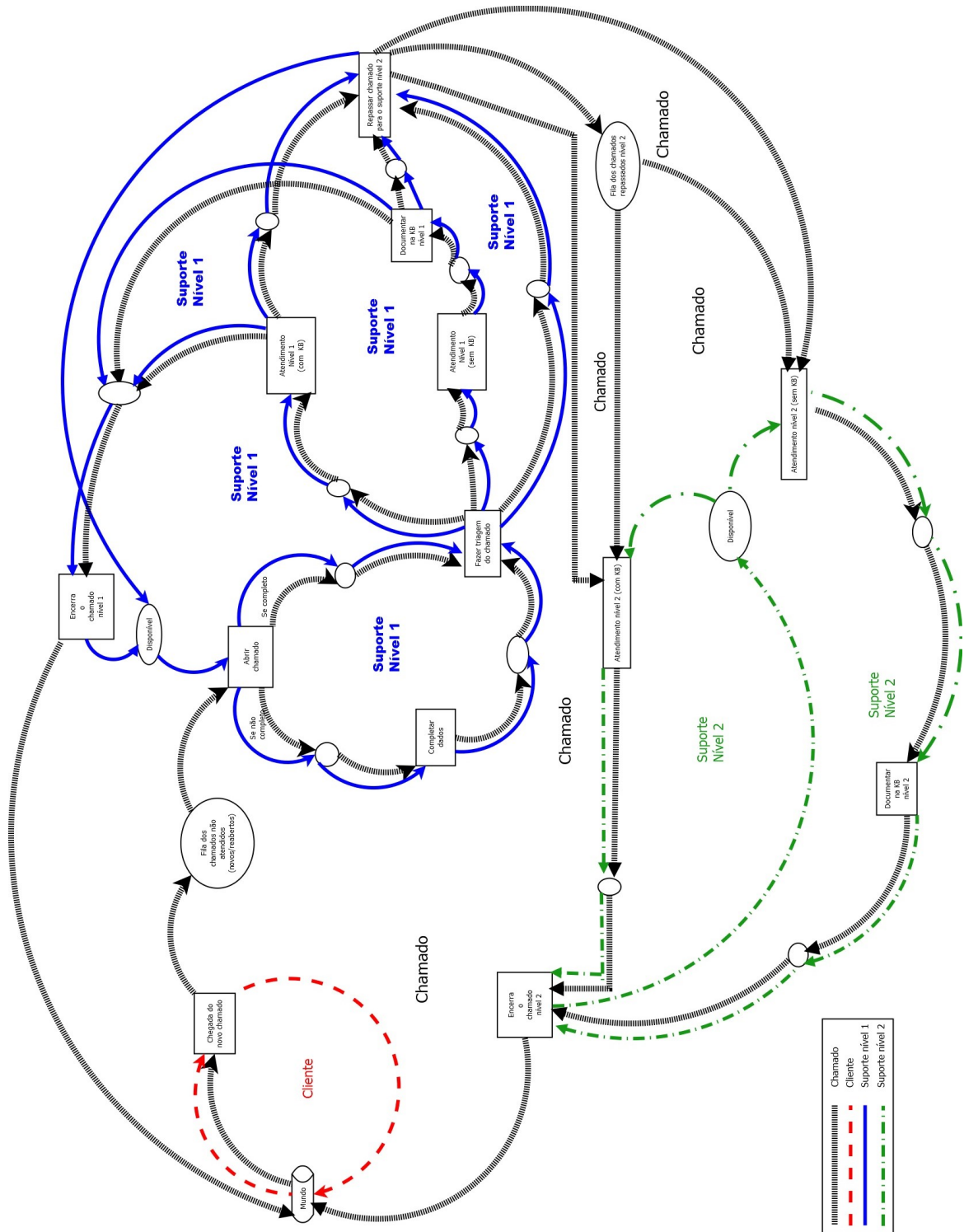
Fonte: Elaboração do autor

4.2 Modelo de Processo para Service Desk

O modelo de simulação em questão trata-se do processo de um *Service Desk*, em que oferece suporte para questões mais complexas e que demandam mais experiência dos

funcionários dentro da empresa. Esse processo possui atendentes de dois níveis (nível 1 e nível 2), quatro canais de atendimento (podendo comunicar através de *Skype*, Telefone, *Whatsapp* ou *Email*), resolvendo incidentes reportados em chamados com prioridades que variam de muito baixa para muito alta, solucionados com ou sem auxílio de informações previamente registradas em base de conhecimento. Neste trabalho o processo foi modelado utilizando diagrama de ciclo de atividades (DCA). A [Figura 5](#) ilustra o processo mapeado com todo os ciclos de vida. Cada entidade e respectivo ciclo de vida será apresentada e discutida em separado.

Figura 5 – Processo de Service Desk Mapeado (DCA completo)

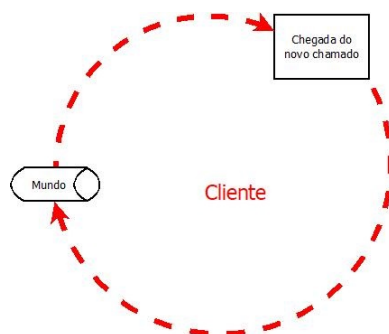


Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.1 Ciclo de Vida da Entidade Cliente

Para a entidade cliente modelou-se apenas uma atividade relacionada que é responsável por abrir um chamado no sistema de *Service Desk* da empresa. Uma vez que participa do processo retorna para o mundo exterior ao sistema fechado representado pelo sistema. O ciclo de vida do cliente é apresentado a seguir, na [Figura 6](#).

Figura 6 – DCA da Entidade Cliente



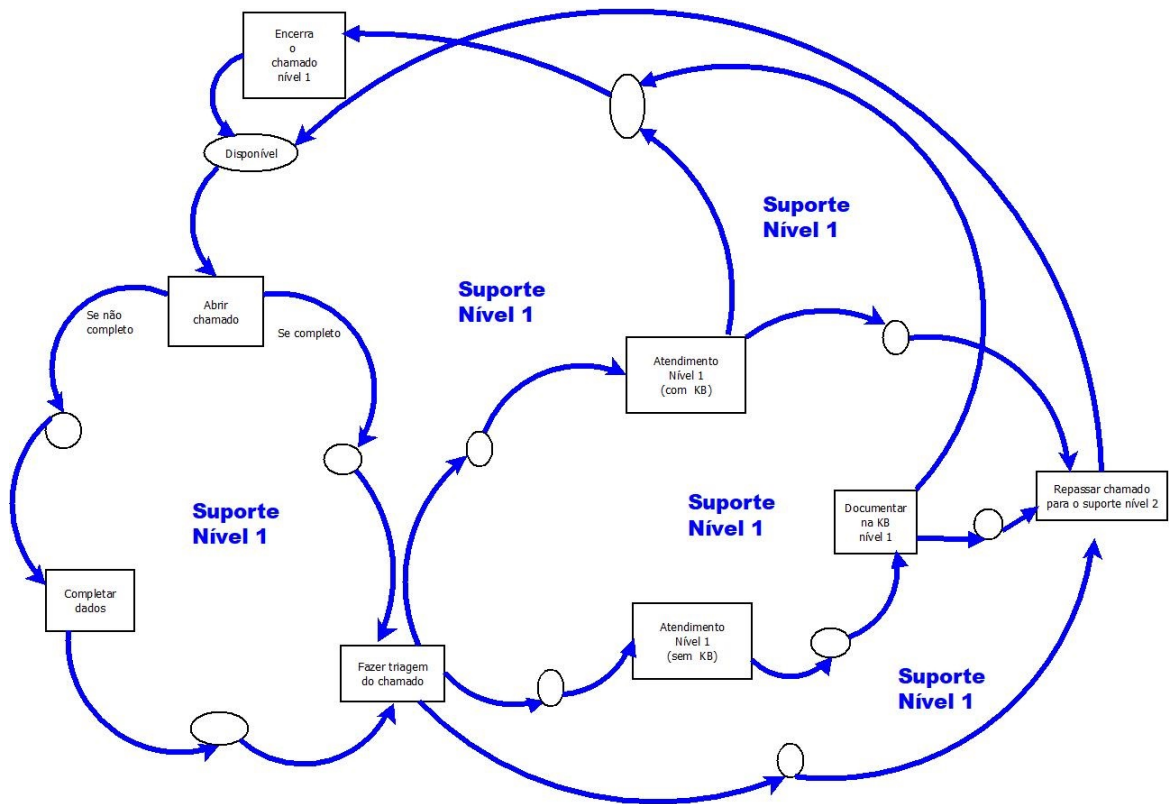
Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2 Ciclo de Vida da Entidade Atendente Nível 1

O ciclo de vida da entidade atendente nível 1 descreve o fluxo de atividades e atrasos/filas que uma entidade desta natureza pode ocupar. Estes atendentes fazem o primeiro contato entre um cliente e a empresa, e tentam solucionar o incidente reportado primeiramente sozinhos, sem envolver analistas como atendentes de nível 2. A lógica de seu ciclo de vida inicia-se quando um novo chamado é gerado por um cliente e chega no sistema de *Service Desk* simulado. Neste momento, existem três possibilidades para ele. Na primeira, existe algum atendente de nível 1 disponível (representado no DCA correspondente por uma fila de nome ‘Disponível’) que é atribuído imediatamente para resolução do novo chamado. Na segunda possibilidade todos os atendentes considerados pelo modelo estão ocupados atendendo a um chamado que chegou antes. Mesmo neste caso um atendente nível 1 pode operar, desde que o chamado que ele atualmente atende tenha menor prioridade do que o chamado que acaba de chegar. Se este for o caso, ocorre a preempção do atendimento corrente para dar espaço ao atendimento do chamado que acaba de chegar com maior prioridade. No terceiro caso, não existem atendentes de nível 1 disponíveis e os que estão ocupados já atendem a algum chamado de maior prioridade do que o que chegou. Resta apenas colocá-lo na **fila de chamados não atendidos**, que será melhor ilustrado no ciclo de vida da entidade Chamado. Quando inserido nesta estrutura os chamados ficam ordenados de acordo com sua prioridade de resolução, do mais prioritário para o menos prioritário.

Se o chamado foi atribuído à algum atendente, então a entidade atendente nível 1 correspondente segue o seu ciclo de vida, devendo abrir o chamado, verificar se todos os dados informados pelo cliente são suficiente para a resolução do caso, checar qual o melhor nível de atendente para solucioná-lo na triagem, resolvê-lo se for do mesmo nível de complexidade que atende, ou repassá-lo se não for. O atendimento é dividido em resolução e documentação, quando o incidente é inédito e ainda não consta registrado na base de conhecimento (KB). Por fim o chamado é encerrado, podendo voltar para a **fila de chamados não atendidos** se não for completamente solucionado. Se houve repasse, o chamado é colocado na **fila de chamados repassados** se não houver atendente nível 2 disponível ou apto para preempção. Sempre que um atendente nível 1 encerra o atendimento ele tem a opção de reiniciar o atendimento de um chamado que ele tenha paralisado e que esteja em sua pilha de execução, ou então retirar um novo chamado da **fila de chamados não atendidos** para resolver. Caso não existam chamados nem em sua pilha, nem na fila geral de chamados não atendidos, então o atendente nível 1 entra no estado de ociosidade, aguardando novas demandas enquanto permanece na fila de disponível. A lógica deste ciclo de vida encontra-se ilustrada na [Figura 7](#).

Figura 7 – DCA da Entidade Suporte Nível 1

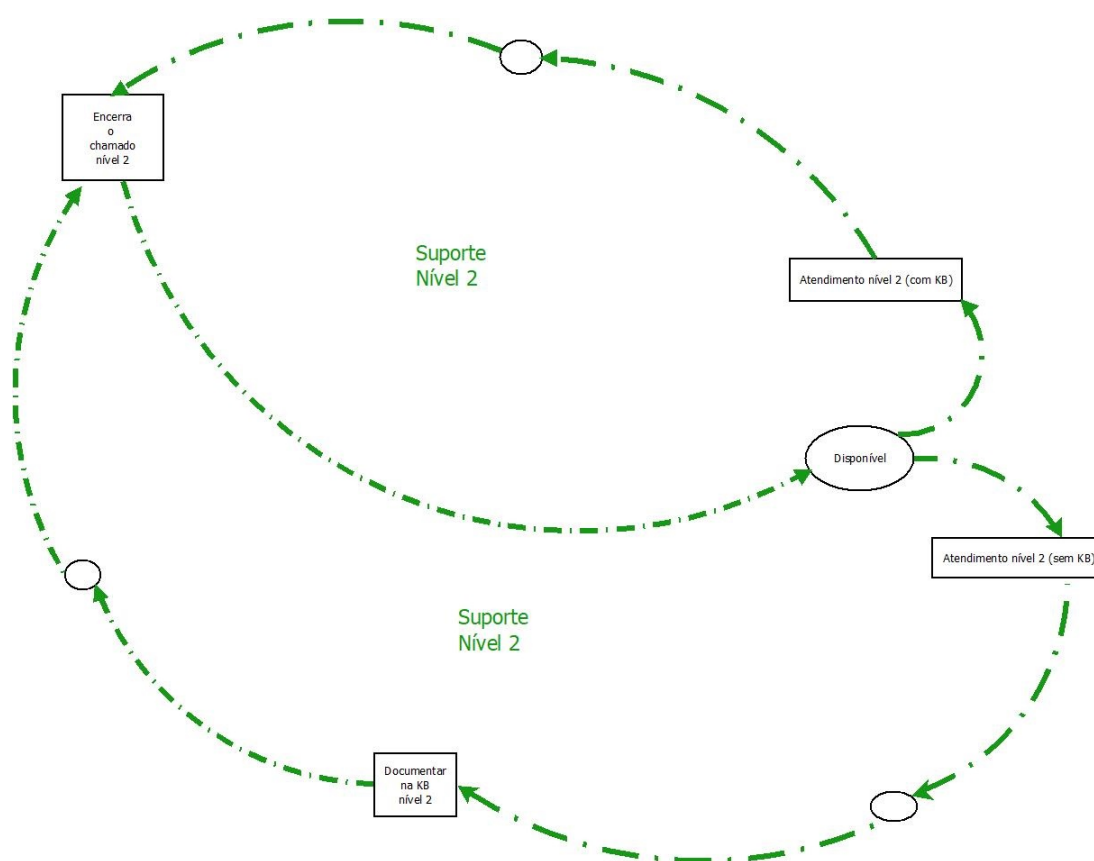


Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.3 Ciclo de Vida da Entidade Atendente Nível 2

O DCA de suporte nível 2 é semelhante ao suporte nível 1, apenas diferenciando-se dos atendentes nível 1 pelo fato de que os chamados por eles atendidos advêm não dos clientes, mas sim de repasse feito por atendentes nível 1. Atendentes nível 2 iniciam um atendimento sempre que estão ociosos e ocorre repasse, ou quando estão atendendo chamados de prioridade mais baixa do que o chamado repassado, situação esta em que realizam a preempção de atendimento para o chamado atual para atender o novo chamado repassado. Quando encerra um atendimento, os atendentes nível 2 podem buscar um chamado na **fila de chamados repassados**, e iniciar seu atendimento. Caso não existam chamados para atender que tenham sido paralisados mas estejam sob sua responsabilidade, ou a **fila de chamados repassados** esteja vazia, então os atendentes nível 2 tornam-se ociosos e aguardam novas demandas na fila de **Disponíveis**. A lógica do diagrama de ciclo de vida de uma entidade atendente nível 2 é apresentada a seguir, na [Figura 8](#), com destaque para as atividades a realizar e transições de estado possível.

Figura 8 – DCA da Entidade Suporte Nível 2



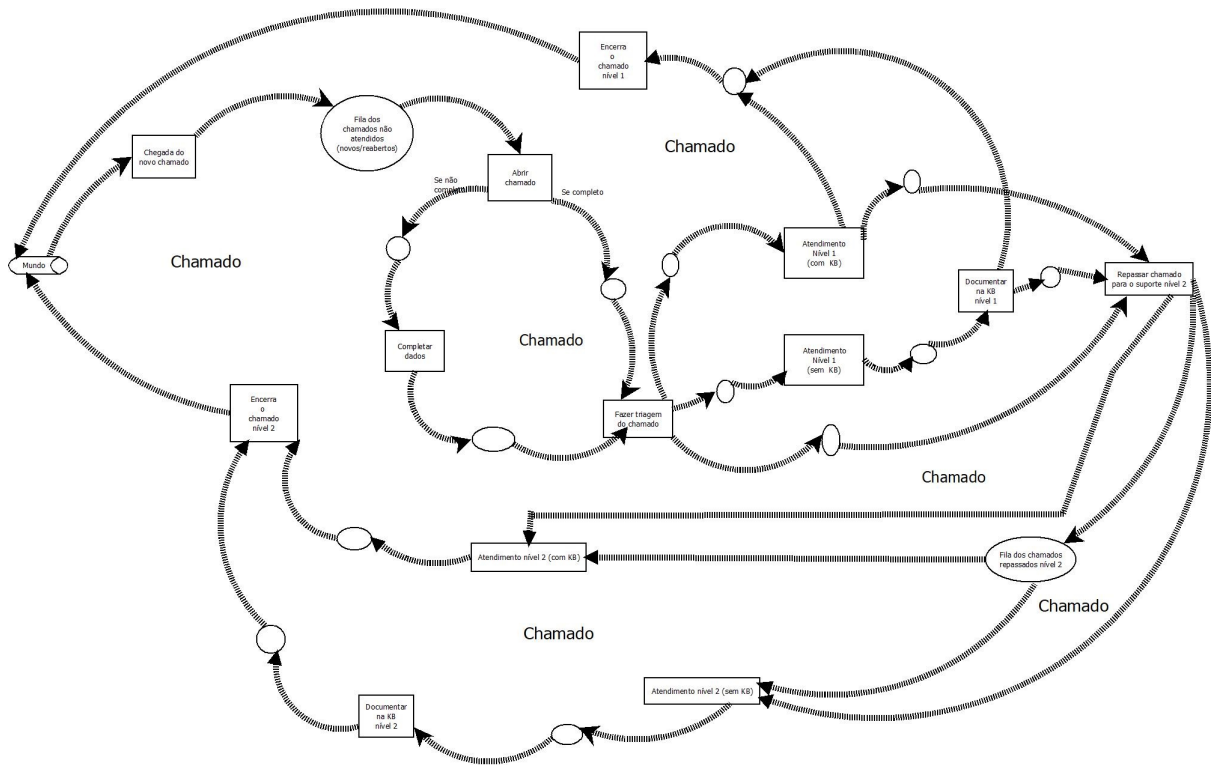
Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.4 Ciclo de Vida da Entidade Chamado

Das entidades apresentadas, o Chamado é a única que flui pelo sistema, participando de todas as atividades possíveis. É através dela que computa-se o desempenho do sistema simulado; ela é essencial ao processo e não reside no sistema fechado como é o caso dos atendentes e clientes - ela é dinâmica, criada do ambiente externo, visita as atividades do ciclo de vida das demais entidades, e sai do sistema assim que sua função é cumprida. Todo chamado surge quando é gerado por um cliente em intervalos aleatórios que seguem uma distribuição Exponencial.

Deste ponto em diante o chamado pode ser atendido de imediato, se houver atendente nível 1 disponível ou em atendimento menos prioritário, ou aguardar atendimento na **fila de chamados não atendidos**. Deste ponto em diante ele segue, quando atribuído a um atendente nível 1, para sua abertura, conferência de dados registrados pelo cliente, triagem, atendimento com ou sem conhecimento prévio de como solucioná-lo, documentação de incidentes inéditos, encerramento, ou repasse caso sua complexidade exija o atendimento de um atendente de suporte nível 2. Se houver repasse, então o chamado pode ser atendido por algum atendente nível 2 ocioso, ou por algum atendente nível 2 ocupado atendendo um chamado de menor prioridade. Se não houver atendente disponível em nenhum dos casos apresentados resta apenas que o chamado aguarde para ser atendido na **fila de chamados repassados**. De lá ele é retomado apenas quando um dos atendentes ocupados encerrarem seus atendimentos correntes. Se isso ocorre, o chamado passa para o atendimento propriamente dito: ele ocorre com ou sem auxílio de informações prévias em base de conhecimento. Para os casos inéditos, o chamado passa por uma atividade de documentação, para só depois ser encerrado. Se no encerramento detectar-se que o caso não foi completamente solucionado, então este reinicia o ciclo de vida, sendo reinserido na **fila de chamados não atendidos**. Essa dinâmica segue até que o chamado seja encerrado e solucionado, situação esta em que ele sai do sistema, deixando de existir no ambiente simulado. A [Figura 9](#) apresentada a seguir ilustra esse ciclo de vida.

Figura 9 – DCA da Entidade Chamado



Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 Event Listeners de Término de Atividade

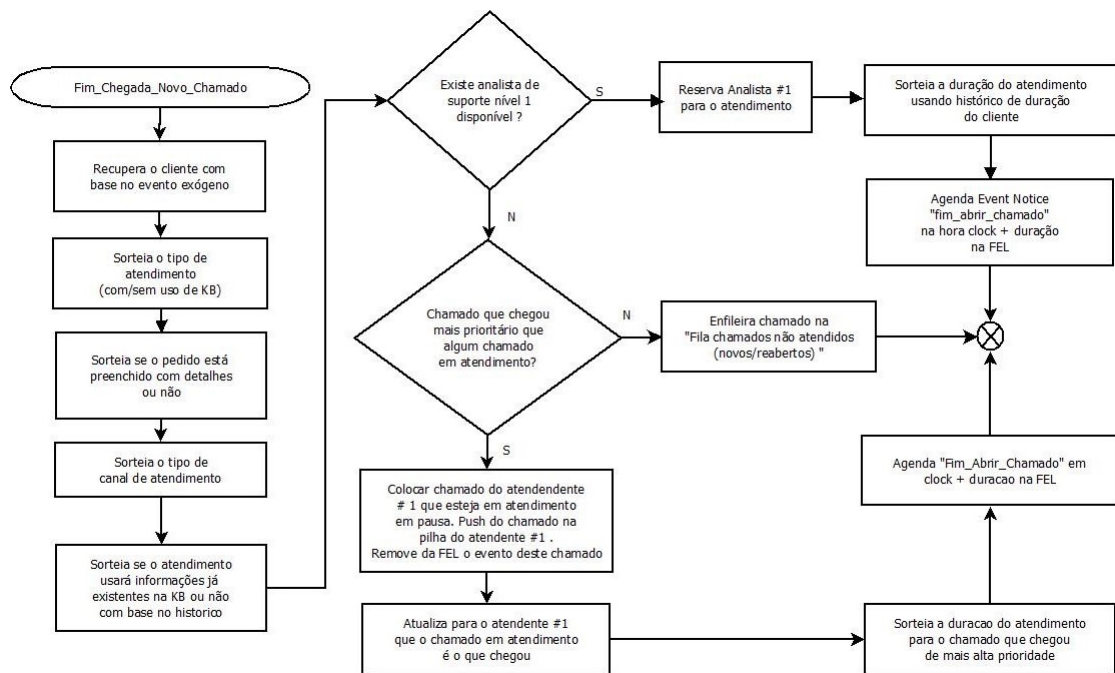
Nesta seção são apresentados os diagramas construídos para representar a lógica de tratamento de cada evento do sistema de simulação evento discreto modelado. Detalhes sobre o funcionamento de cada tratamento são dados nas subseções que seguem. É importante destacar que nesta simulação considerou-se como evento o **término de uma atividade**, sendo este o momento em que o estado do sistema se altera (modificando variáveis, entidades ou estatísticas). Para cada *event listener* será descrito, em fluxograma, a lógica de seu tratamento.

4.3.1 Evento 'Fim Chegada Novo Chamado'

Este evento representa o término da atividade de chegada de um novo chamado na empresa simulada. Quando um evento de chegada de chamado é removido da FEL, seu processamento inclui verificar se existe atendente nível 1 disponível para atender o chamado. Caso exista, reserva-se o atendente e coloca-o para abrir o chamado, preenchendo detalhes para sua resolução. Caso não existam atendentes disponíveis, pode-se pausar o atendimento de um chamado por atendente nível 1 se a prioridade do chamado atual for maior do

que a do chamado atualmente em atendimento. Se isso ocorrer, chaveia-se o atendimento para o novo chamado que chegou, retomando o anterior quando encerrar o corrente. Se não existem atendentes disponíveis e o chamado é de baixa prioridade, então este fica disponível na fila de atendimento nível 1, de onde será removido futuramente quando houver disponibilidade de atendentes. Essa lógica está descrita de maneira algorítmica por fluxogramas no diagrama da [Figura 10](#).

Figura 10 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade de chegada de novo chamado.

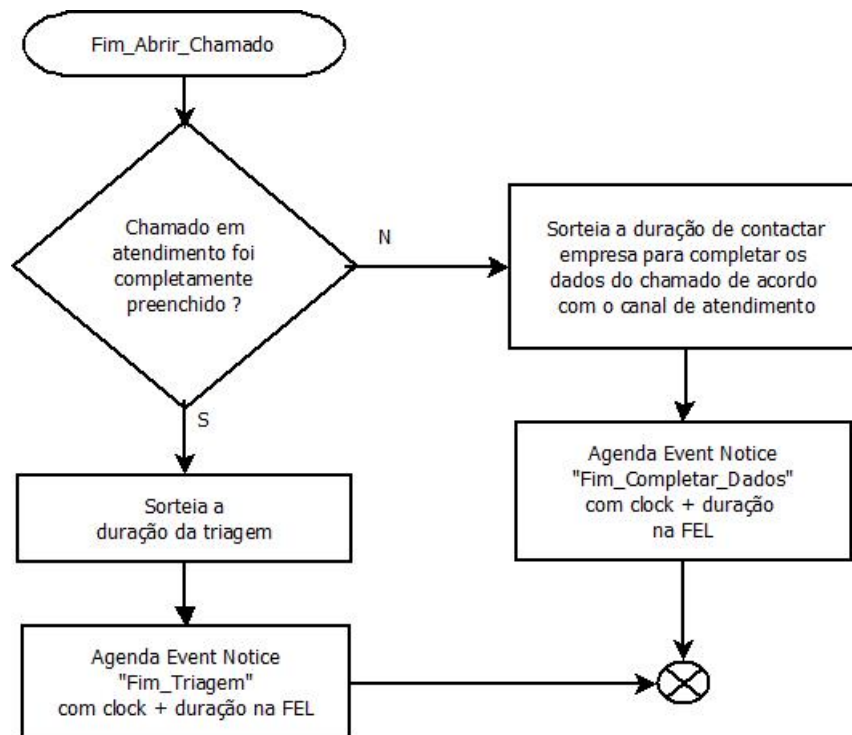


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.2 Evento 'Fim Abrir Chamado'

Para o evento de término da atividade de abrir chamado realiza-se a verificação se o chamado em atendimento possui todos os dados necessários. Em caso positivo o chamado irá para a triagem, e caso negativo o chamado terá que passar por um processo de complemento dos dados, ou seja, precisará contatar a empresa/cliente novamente e preencher os dados que estiverem em falta. Essa lógica está descrita a seguir no fluxograma da [Figura 11](#).

Figura 11 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade de abrir chamado.

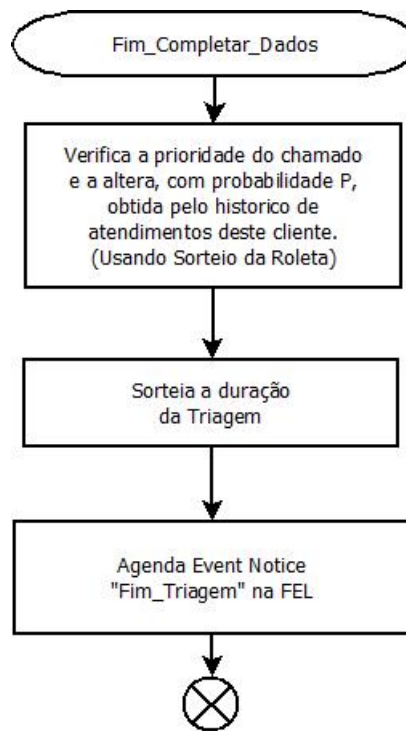


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.3 Evento 'Fim Completar Dados'

O evento de término da atividade de completar dados. Um dos destaques desta atividade é que existe uma probabilidade de que o chamado tenha sido mal caracterizado pelo cliente que o registrou no *Service Desk*, por desconhecimento técnico de como solucioná-lo. Se porventura o chamado que está sendo completado estiver nessa situação, então ele deve ter sua prioridade reclassificada. A verificação de má classificação é feita por uma tentativa de Bernoulli, com probabilidade baixa, enquanto que a atribuição de nova prioridade segue o algoritmo da roleta. A lógica descrita é apresentada no fluxograma da [Figura 12](#).

Figura 12 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade de completar dados.

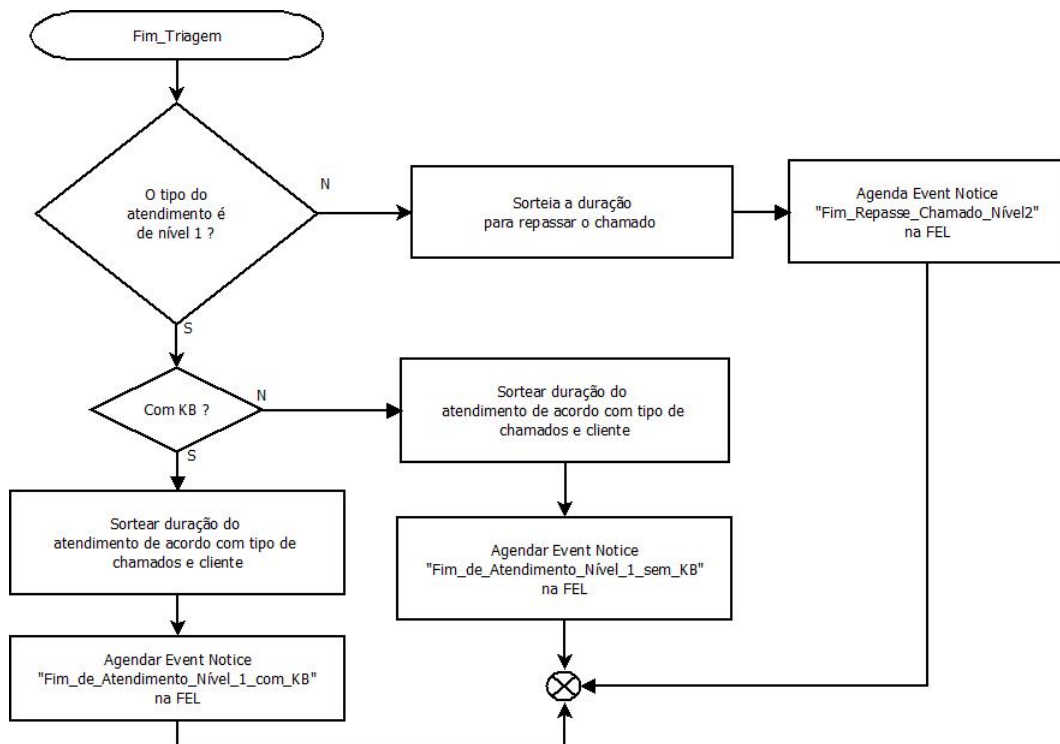


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.4 Evento 'Fim Triagem do Chamado'

Este outro evento verifica se o chamado em questão é do tipo de atendimento nível 1 ou atendimento nível 2, caso seja nível 1 agenda-se o atendimento nível 1 com ou sem KB, observando os dados que foram incluídos junto ao chamado. Caso o atendimento exija conhecimentos de um analista nível 2 então o chamado será repassado para algum atendente desta categoria, ou será enfileirado na **fila de chamados repassados** caso não exista nenhum disponível. O tratamento para a triagem é apresentado de maneira ilustrada na [Figura 13](#).

Figura 13 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade da triagem.

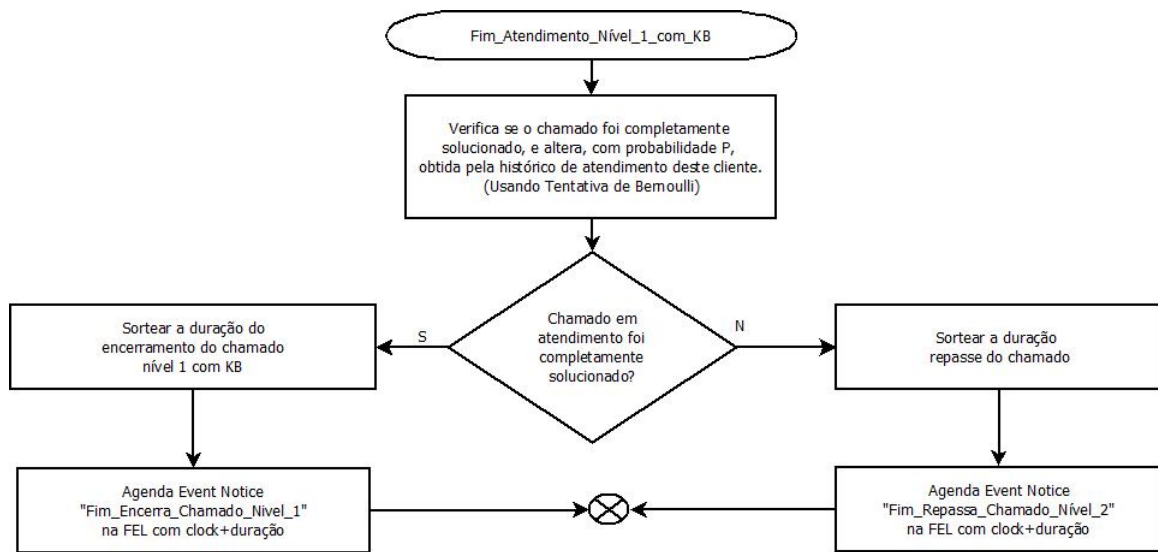


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.5 Evento 'Fim Atendimento Nível 1 com KB'

O evento de término da atividade atendimento nível 1 com KB verifica se o chamado em atendimento foi completamente solucionado por meio de uma Tentativa de Bernoulli, em que é aplicado nas distribuições de estatísticas onde para cada tentativa tem apenas duas possibilidades excludentes de ocorrência (sucesso e fracasso, por exemplo). Após a verificação, decide-se se o chamado foi solucionado e pode ser encerrado, ou se não foi possível solucioná-lo por um atendente de nível 1. Se este último caso ocorrer, então é preciso realizar um repasse do chamado para atendente nível 2. A [Figura 14](#) apresenta a lógica deste tratamento de eventos.

Figura 14 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade do atendimento nível 1 com kb.

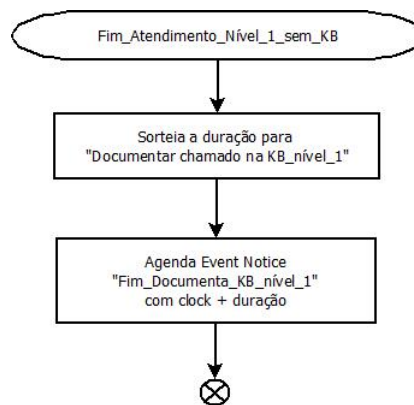


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.6 Evento 'Fim Atendimento Nível 1 sem KB'

Caso o chamado tenha ocorrido por meio de atendimento sem informações prévias registradas em base de conhecimento, ao término de seu atendimento é preciso que se registre na base os procedimentos usados para solucionar o caso. Este evento tem apenas o propósito de simular esta situação, sendo muito simples como mostra a lógica ilustrada na [Figura 15](#).

Figura 15 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade do atendimento nível 1 sem kb.

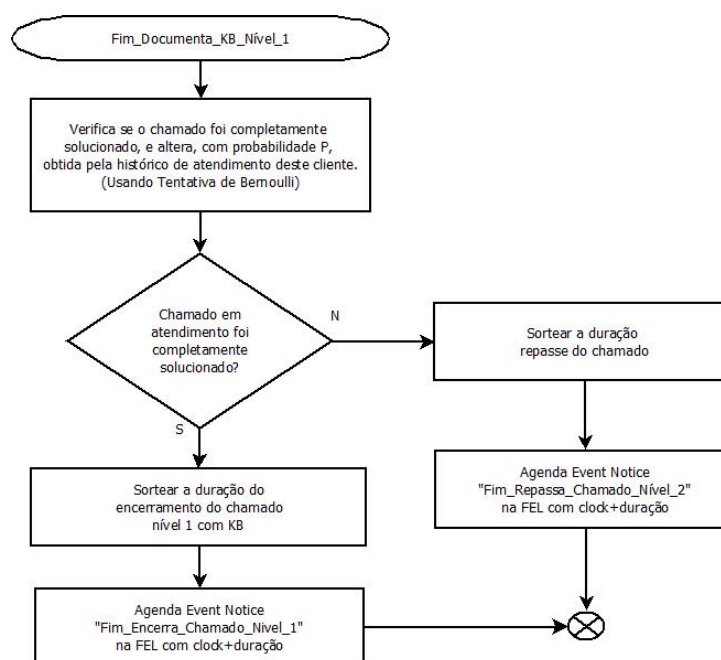


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.7 Evento 'Fim Documenta na KB Nível 1'

Este evento verifica se o chamado em atendimento que foi documentado está completamente solucionado por meio de sorteio em uma Tentativa de Bernoulli. Caso o teste resulte em sucesso, então avança-se para o encerramento do chamado; caso contrário o chamado é repassado para atendimento de nível 2. A [Figura 16](#) ilustra este caso.

Figura 16 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade do documenta na KB nível 1.

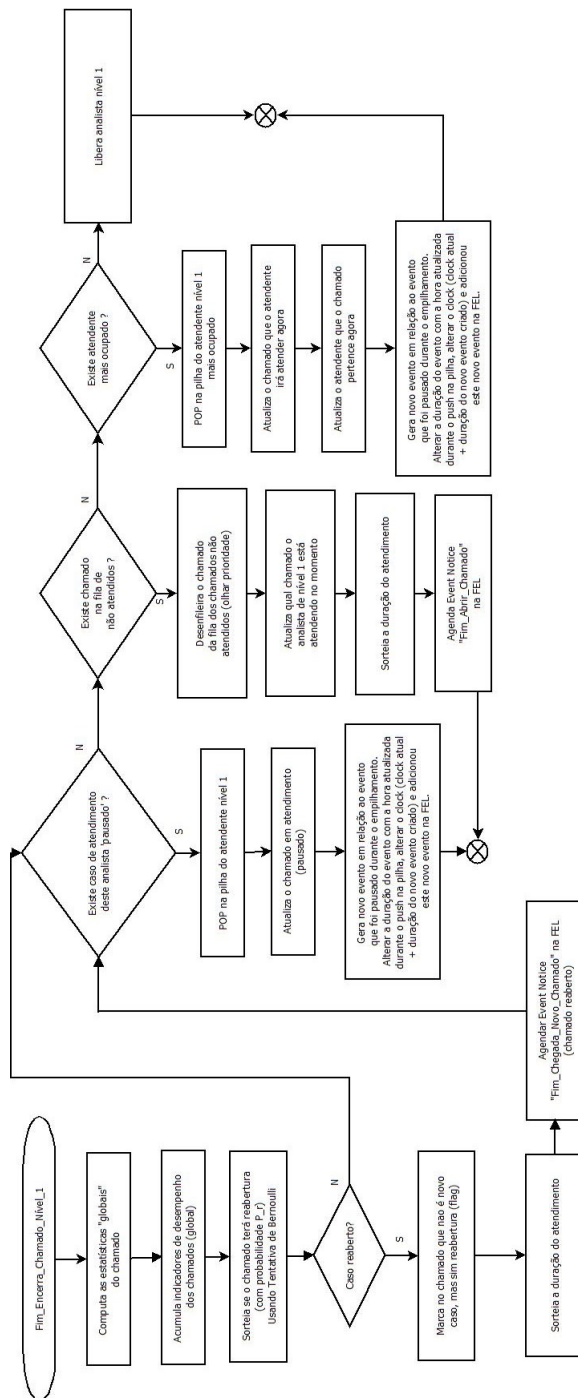


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.8 Evento 'Fim Encerra Chamado Nível 1'

Neste evento utiliza-se o teste de Bernoulli, onde verifica-se se o chamado em atendimento terá reabertura. Caso tenha, um novo evento de chegada de chamado será adicionado na FEL, caso contrário o chamado sai do sistema e encerra seu ciclo de vida. O atendente nível 1 pode atender um chamado paralisado de sua pilha se houve alguma preempção por motivo de prioridade; ou inspeciona a **fila dos chamados não atendidos** em busca de um chamado que lá esteja aguardando. Se a fila não estiver vazia, desenfileira o chamado por ordem de prioridade e gera um evento de 'fim abrir chamado', pois este chamado ainda não foi aberto por nenhum atendente. Caso a **fila de chamados não atendidos** esteja vazia verifica-se se algum atendente de mesmo nível mais ocupado com chamados empilhados. Denominamos nesta implementação uma transferência de atendimento, onde o chamado paralisado continua seu processamento por um atendente diferente do que o abriu. **Embora descrito no diagrama abaixo, este comportamento não foi validado neste trabalho em virtude da redução do escopo do mesmo para atender aos prazos previstos no regulamento de TCC.** Por fim, se não existe nenhum chamado aguardando para ser atendido nem na fila, nem no atendente corrente, nem em outro atendente de mesma categoria, então o atendente corrente torna-se ocioso e retorna para a fila de **Disponíveis**. A [Figura 17](#) apresenta o comportamento descrito acima de maneira resumida.

Figura 17 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade do encerra chamado nível 1.



Fonte: Elaborado pelo autor

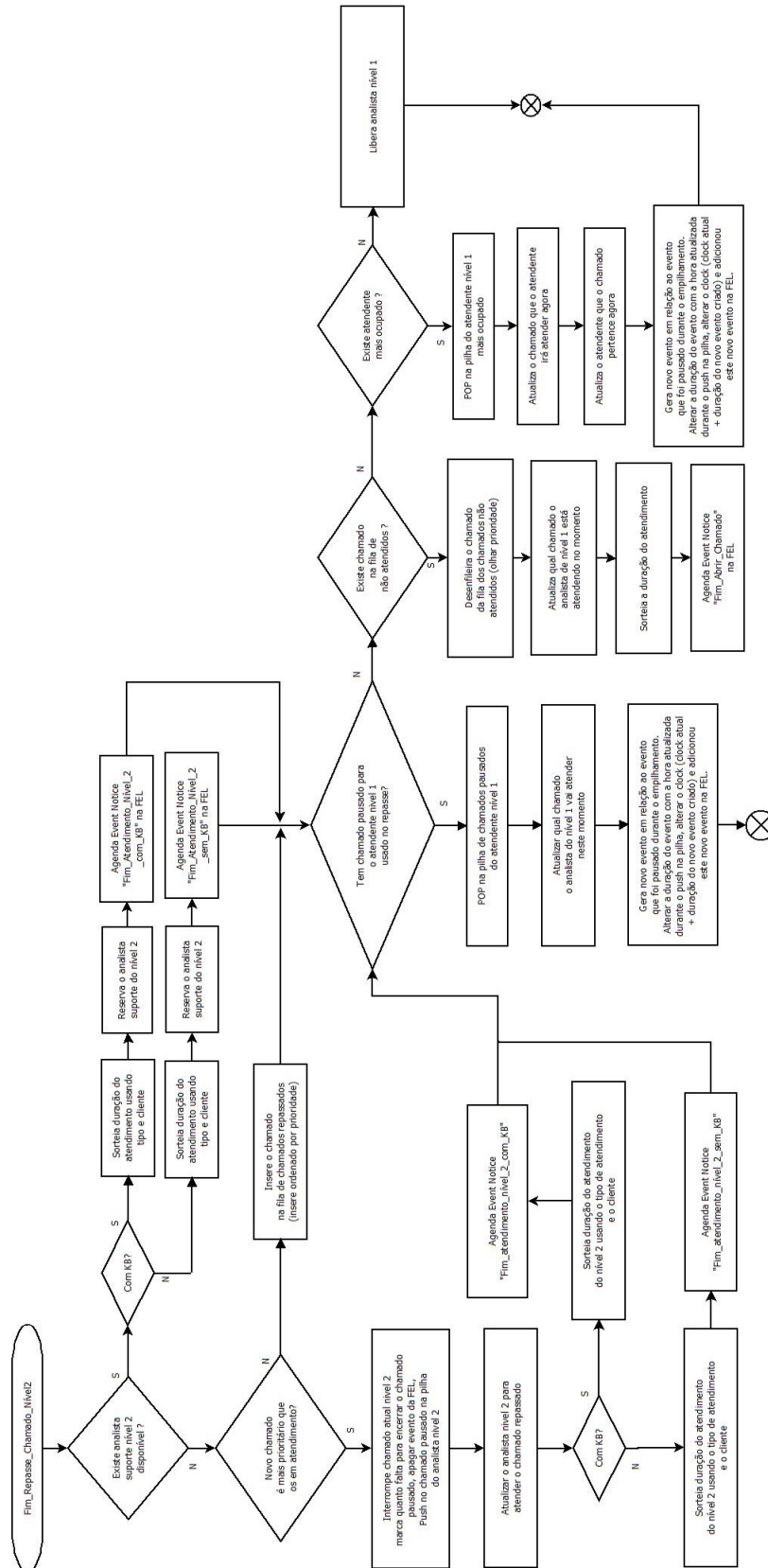
4.3.9 Evento 'Fim Repassa Chamado para Suporte Nível 2'

Este evento ocorre sempre que um chamado não conseguiu ser solucionado por atendente nível 1, ou que desde sua triagem identificou-se que não é um chamado adequado

para resolução por atendente nível 1. Quando ocorre, seu tratamento consiste em verificar se existe atendente nível 2 disponível para atender o chamado repassado. Caso exista, reserva-se o atendente e agenda-se um evento para realizar o atendimento nível 2 com KB ou sem KB, dependendo das informações contidas no chamado. Caso não existam atendentes disponíveis pode-se pausar o atendimento de um chamado de mais baixa prioridade que esteja sendo processado por algum atendente nível 2. Se isso ocorrer, modifica-se o atendimento para o novo chamado que chegou, paralisando o atual, ocorrendo preempção de seu atendimento e reservando-o na pilha para que se retome seu atendimento quando o atendente nível 2 estiver livre. Se depois de todas essas verificações concluir-se que não existem atendentes nível 2 disponíveis ou capazes de paralisar um atendimento, então o chamado repassado deve aguardar seu atendimento na **fila de chamados repassados**. De lá só sai quando algum atendente nível 2 estiver disponível para retirá-lo.

Em teoria, o atendente nível 1 já fez o repasse do chamado para que siga seu procedimento nas mãos de algum atendente nível 2. Ele próprio pode tornar-se ocioso se as seguintes condições não forem satisfeitas: existe ainda algum chamado de sua responsabilidade paralisado em sua pilha por motivo de prioridade que precisa ser atendido, no qual ele reassume seu atendimento; ou existe algum chamado com atendimento pendente na **fila de chamados não atendidos** que pode ser atendido por ele; ou ainda existe algum chamado paralisado na pilha de outro atendente nível 1 que pode ter seu atendimento assumido pelo analista que repassou o chamado adiante. Se em todos os casos a verificação resultar em insucesso, então não existe mais trabalho a ser feito pelo analista nível 1 e este torna-se ocioso, aguardando na fila de **Disponíveis**. A transferência só ocorre para o atendimento de um novo chamado gerado pelo sistema. Novamente, a transferência de responsabilidade de atendimento foi modelada mas não implementada neste trabalho. Desta forma, atualmente o atendente nível 1 torna-se livre ou ocioso se não houver atendimento pendente sob sua responsabilidade, e nem na **fila de chamados não atendidos**. Toda essa lógica está descrita de maneira algorítmica por fluxogramas no diagrama da [Figura 18](#).

Figura 18 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade do repassa chamado do nível 1 para nível 2.

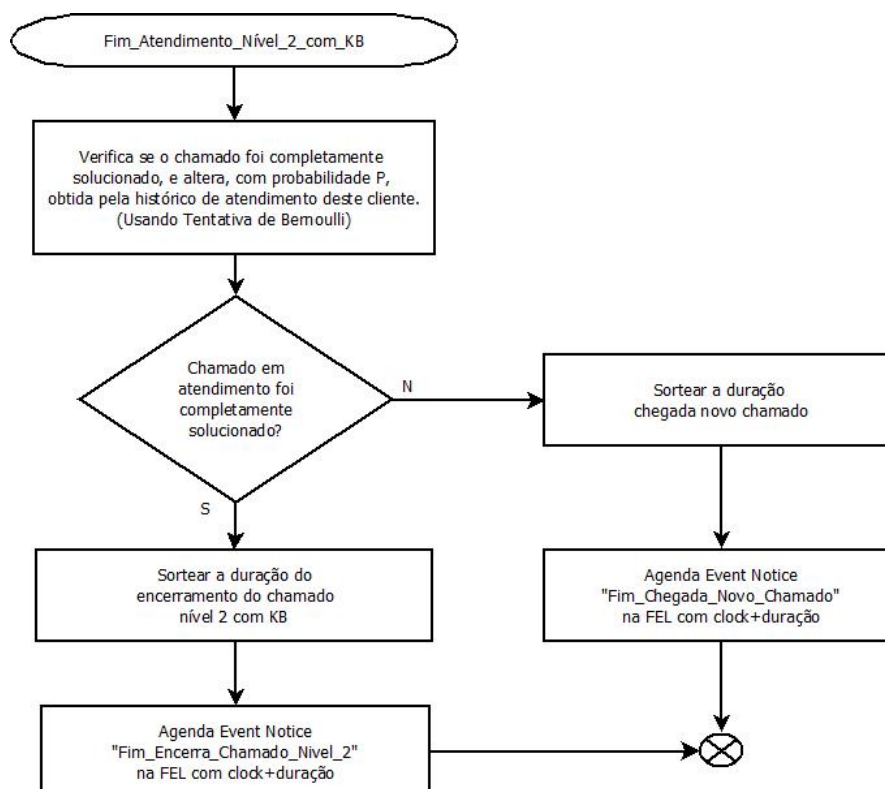


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.10 Evento 'Fim Atendimento Nível 2 com KB'

O evento de término da atividade atendimento nível 2 com KB verifica se o chamado em atendimento foi completamente solucionado por meio de um teste de Bernoulli. Se o teste for bem sucedido, então o chamado será encerrado; caso contrário o chamado será reaberto gerando assim um novo evento de chegada de chamado. A seguir, na [Figura 19](#) essa lógica está representada por um fluxograma.

Figura 19 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade do atendimento nível 2 com KB.

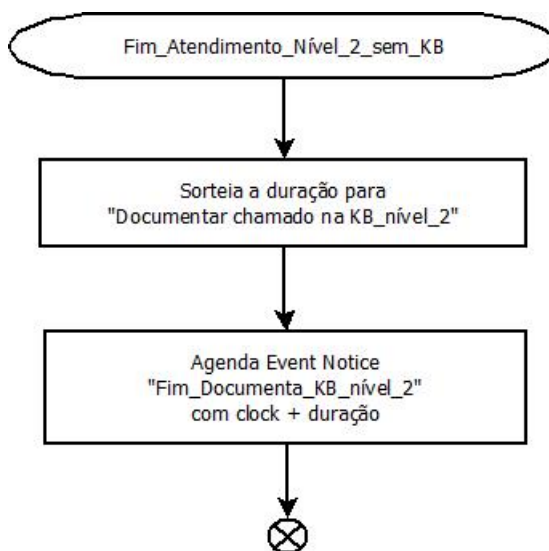


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.11 Evento 'Fim Atendimento Nível 2 sem KB'

O término da atividade atendimento nível 2 sem KB faz com que o próximo passo do processo seja documentar as informações geradas no atendimento do incidente inédito na base de conhecimento, por atendente de nível 2. Segue abaixo o fluxograma da [Figura 20](#).

Figura 20 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade do atendimento nível 2 sem KB.

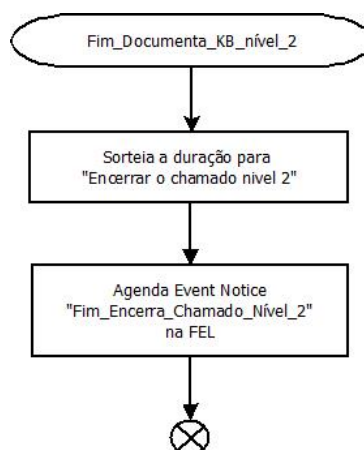


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.12 Evento 'Fim Documenta na KB Nível 2'

O término desta atividade prevê que o próximo passo do processamento do chamado por atendente de nível 2 seja realizar seu encerramento. Tal operação é documentada a seguir, no fluxograma da [Figura 21](#).

Figura 21 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade do documenta na KB nível 2.

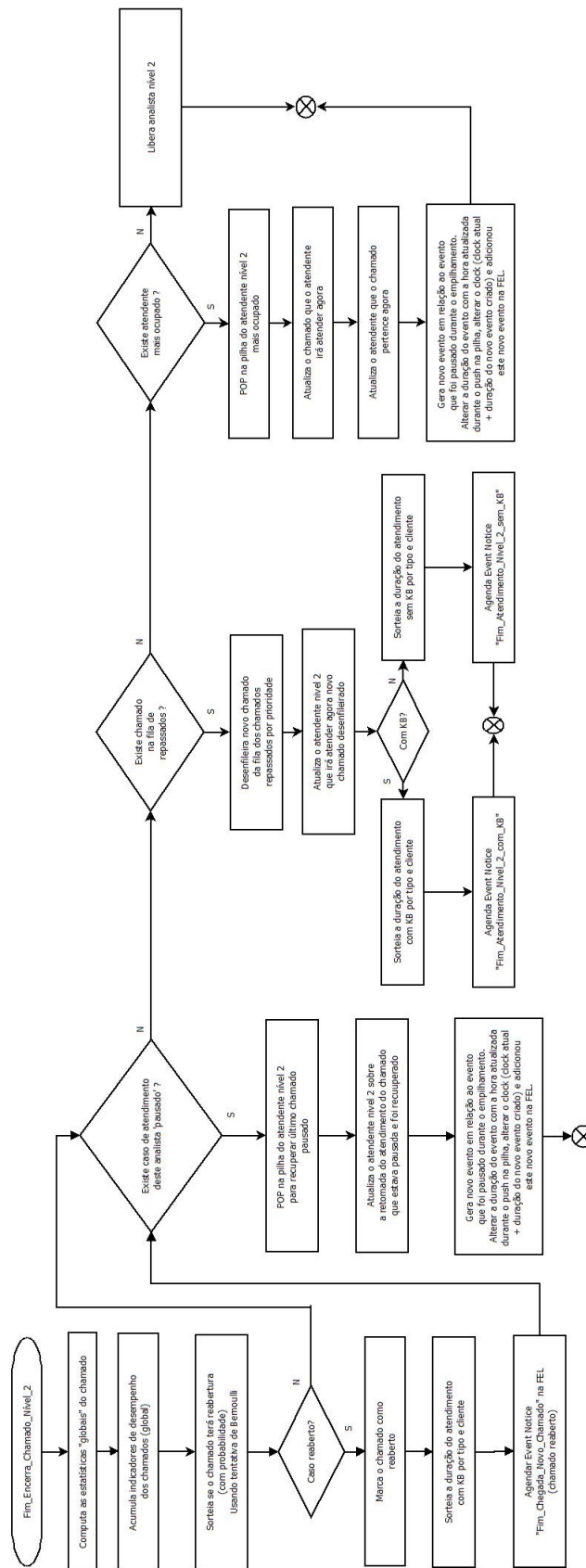


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.13 Evento 'Fim Encerra Chamado Nível 2'

O término da atividade 'encerra chamado nível 2' verifica se o chamado foi solucionado ou será reaberto por meio de um Teste de Bernoulli. Se o teste resultar em sucesso, o tratamento deste evento deverá gerar um novo evento de chegada de novo chamado, representando a reabertura deste; caso contrário o chamado será encerrado com sucesso e sairá do sistema. O atendente nível 2 torna-se ocioso e pode parar caso (i) não exista nenhum chamado sob sua responsabilidade interrompido por motivo de prioridade, ou (ii) não existam chamados pendentes na **lista de chamados repassados**, ou ainda (iii) que não existam chamados interrompidos pendentes na pilha de algum outro atendente nível 2 atualmente ocupado. Se as três condições falharem, logo não existe mais trabalho a ser feito e o atendente nível 2 pode aguardar novos atendimentos da fila de **Disponíveis**. Essa lógica está descrita de maneira algorítmica por fluxogramas no diagrama da [Figura 22](#).

Figura 22 – Fluxograma que representa a lógica de tratamento do *event listener* correspondente ao evento de fim da atividade do encerra chamado nível 2.



Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 Implementação do Simulador

A seção anterior apresentou o modelo conceitual do processo de *Service Desk* a simular, com os tratamentos previstos para cada evento de término de atividade. Com ela é possível replicar o funcionamento do sistema utilizando qualquer pacote comercial de simulação, tal como Arena⁴, Simul8⁵, Promodel⁶ e outros. Entretanto, o presente trabalho de conclusão de curso prevê demonstrar conhecimentos equivalentes à um bacharel em Ciência da Computação, de forma que o sistema modelado foi completamente implementado em linguagem de programação, sem apoio de qualquer pacote comercial ou produto pronto. Esta seção é, portanto, dedicada à detalhar a implementação do simulador sob o ponto de vista computacional.

4.4.1 Linguagem Utilizada

Implementou-se o trabalho na linguagem de programação Java. A escolha da linguagem considerou o fato de que esta é multiplataforma, e por prover suporte nativo à orientação a objetos permite que a modelagem do sistema seja feita de maneira natural e descomplicada, permitindo a reutilização de código. Por ser versátil, eficiente, com plataforma portátil e segura, decidiu-se que Java era a linguagem ideal para este projeto. A grande disponibilidade de estruturas de dados disponíveis também foi um fator considerado, visto que coleções do tipo conjuntos, pilhas, filas e *hash* são o cerne do simulador.

4.4.2 Bibliotecas Utilizadas

Uma das vantagens de se usar o Java, é seu vasto número de bibliotecas embutidas e bibliotecas externas, as quais dão diversas facilidades ao resolver problemas simples do dia a dia até problemas mais complexos. Para o desenvolvimento do projeto foram utilizadas algumas bibliotecas que estão embutidas no Java, sendo essenciais para que o resultado esperado fosse obtido. As bibliotecas utilizadas foram: **java.io**, para operações de entrada (*input*) e saída (*output*) através do sistema de fluxos de dados; **java.util** para tarefas gerais, tais como manipulação de vetores, *string* de *tokens*, coleções, entrada de dados (via *Scanner*), componentes de data e hora, dentre outros; e **java.math**, para operações matemáticas e constantes matemáticas. Ressalta-se que a geração de números aleatórios com viés de distribuição Exponencial e Triangular foram implementadas pela autora deste trabalho, utilizando técnicas de geração de números aleatórios.

⁴ Disponível em: <http://www.paragon.com.br/software/arena/>

⁵ Disponível em: <https://www.simul8.com/>

⁶ Disponível em: <http://www.belge.com.br/downloads.php/>

4.4.3 Divisão das Classes

As classes são divididas entre pacotes, com isso o código fica organizado, com melhor manutenção, compreensível por outros desenvolvedores e reutilizável em outros projetos. Um pacote ou *package* em Java nada mais é do que um conjunto de classes localizadas na mesma estrutura hierárquica de diretórios. Para ter uma idéia de como este código foi dividido, os ANEXO B, ANEXO C, ANEXO D e ANEXO E deste trabalho, mostram a distribuição das classes entre os pacotes. A Tabela 6 contém uma listagem das classes implementadas, destacando a quantidade de atributos de cada classe, quantidade de métodos, identificando se a classe implementa o modelo de *Service Desk* ou implementa parte da *engine* do simulador, em qual pacote está organizada, e a quantidade de linhas de código implementada. Em conjunto estas classes resultam em aproximadamente 5.500 linhas de código.

Tabela 6 – Listagem das classes implementadas na aplicação.

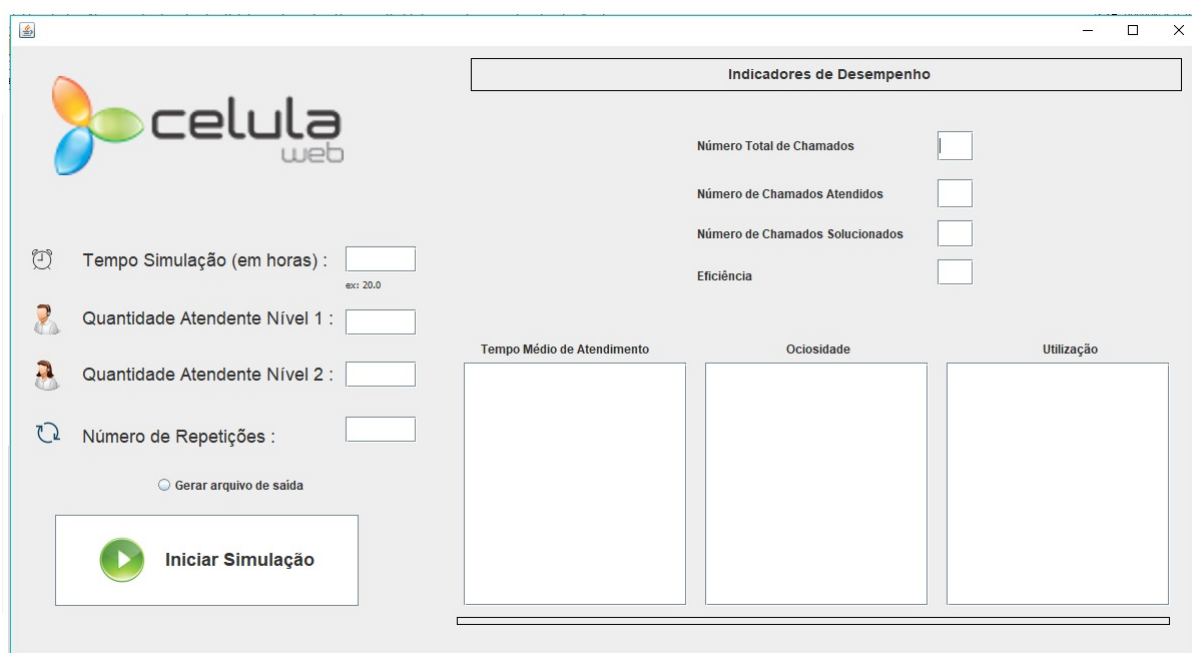
	Classe	Linhas de Código	N.Atributos	N.Métodos	Categoria	Pacote
1	Evento	57	5	8	Modelo	Atividades
2	EvtChegadaChamado	162	2	3	Modelo	Atividades
3	EvtAbrirChamado	92	3	3	Modelo	Atividades
4	EvtAtend1comKB	105	3	3	Modelo	Atividades
5	EvtAtend1semKB	60	3	3	Modelo	Atividades
6	EvtAtend2comKB	98	3	3	Modelo	Atividades
7	EvtAtend2semKB	57	3	3	Modelo	Atividades
8	EvtCompletaDados	72	3	3	Modelo	Atividades
9	EvtTriagem	122	3	3	Modelo	Atividades
10	EvtDocumenta1	102	3	3	Modelo	Atividades
11	EvtDocumenta2	59	3	3	Modelo	Atividades
12	EvtEncerra1	233	3	4	Modelo	Atividades
13	EvtEncerra2	249	3	4	Modelo	Atividades
14	EvtRepassa	365	3	4	Modelo	Atividades
15	ColecaoAtend1	138	1	7	Modelo	Colecoes
16	ColecaoAtend2	138	1	7	Modelo	Colecoes
17	ColecaoCliente	50	1	5	Modelo	Colecoes
18	FEL	56	1	6	<i>Engine</i> ⁷	Colecoes
19	Fila	75	1	7	<i>Engine</i>	Colecoes
20	Exponencial	27	2	2	Modelo	Distribuicoes
21	Triangular	45	4	2	Modelo	Distribuicoes
22	Atendente	182	11	24	Modelo	Entidade
23	Chamado	184	14	28	Modelo	Entidade
24	Cliente	438	31	55	Modelo	Entidade
25	ContadorMetrica	199	5	15	<i>Engine</i>	SimuladorCelulaWeb
26	ENUMCanalAtend	76	5	6	Modelo	SimuladorCelulaWeb
27	ENUMKb	70	3	6	Modelo	SimuladorCelulaWeb
28	ENUMNivel	70	3	6	Modelo	SimuladorCelulaWeb
29	ENUMPriorid	75	6	6	Modelo	SimuladorCelulaWeb
30	EntradaDados	22	5	0	<i>Engine</i>	SimuladorCelulaWeb
31	Escrita	52	2	6	<i>Engine</i>	SimuladorCelulaWeb
32	Leitura	352	7	42	<i>Engine</i>	SimuladorCelulaWeb
33	Metricas	378	7	42	<i>Engine</i>	SimuladorCelulaWeb
34	Simulador	350	12	7	<i>Engine</i>	SimuladorCelulaWeb
35	TelaPrincipal	665	9	5	Modelo	Tela

Fonte: Elaboração do autor

4.4.4 Interface para o Usuário

A [Figura 23](#) mostra a tela de interface do *software*, no qual realiza simulações de forma interativa com o usuário, ou seja, é possível criar vários cenários, através das entradas de: tempo total de simulação em horas, quantidade de atendentes nível 1, quantidade de atendentes nível 2 e o número de execuções independentes da simulação a replicar para cada cenário de entrada. Caso deseje-se gerar um arquivo texto com os resultados dos indicadores de desempenho, deve-se selecionar o botão “Gerar arquivo de saída”. Após a execução da simulação, os resultados dos indicadores de desempenho serão apresentados na tela do lado direito, como mostra abaixo.

Figura 23 – Interface do Simulador



Fonte: Elaborado pelo autor

4.4.5 Arquivo Executável

Este trabalho gera um arquivo no formato jar⁸, tomando como entrada arquivos compilados de 32 unidades Java (.class). Através deste arquivo compilado de extensão .jar é possível executar o programa desenvolvido. Para sua execução necessita-se que o arquivo de entrada no formato .txt contenha os dados dos clientes e caracterização de tempo de processamento de cada atividade do DCA. É preciso que tal arquivo esteja no mesmo diretório do código compilado para que a execução ocorra com êxito.

4.4.6 Arquivo de Log

Quando se constrói um modelo de simulação baseado em um processo real, espera-se com ele responder à diversas hipóteses sobre o desempenho do sistema frente a diferentes cenários. Para que isso seja possível é preciso que o modelo seja replicado uma quantidade razoável de vezes, visto que suas variáveis são estocásticas e que cada replicação independente resulta em uma saída diferente. Neste trabalho o processo de *Service Desk* foi analisado considerando-se a diferença de desempenho observado quando o processo é simulado com diferentes quantidades de atendentes nível 1 e nível 2. Para quantificar

⁸ Arquivo que contém o código executável. Sendo uma versão mais sofisticada do popular arquivo de extensão zip (arquivo compactado).

o desempenho é preciso escolher algumas métricas de desempenho, e registrá-las a cada replicação. Para atender a este propósito, implementou-se a geração de arquivo de *log* contendo o resultado de métricas de desempenho, uma linha por replicação, de forma que ao final obtêm-se um *dataset* completo para análise.

O arquivo de *log* consiste em um arquivo em formato texto plano (ASCII) contendo na primeira linha o nome das variáveis analisadas, e nas linhas subsequentes os resultados numéricos obtidos após a simulação. Cada uma das variáveis é separada por uma tabulação para que possa ser interpretada por *softwares* de análise ou planilhas eletrônicas. Cada replicação adicional à primeira é concatenada ao final do arquivo, uma replicação por linha. Cada cenário diferente simulado gera um arquivo de log diferente de saída, com nomenclatura que segue o padrão **experimento-tempo-AA-rep-XX -n1-YY-n2-ZZ.txt**, onde:

- **AA**: é o tempo total de simulação;
- **XX**: é a quantidade de replicações (i.e., quantas vezes rodou-se o mesmo modelo com os mesmos parâmetros);
- **YY**: é a quantidade de atendentes de nível 1 disponíveis;
- **ZZ**: é a quantidade de atendentes de nível 2 disponíveis.

Para exemplificar quais são os dados gravados no arquivo de *log* a cada replicação, a [Tabela 7](#) apresenta um exemplo simples ilustrando o seu formato. Por registrar muitas variáveis, será feito uma simplificação por questão de espaço. Nela optou-se por registrar aqui neste texto o nome de cada coluna por uma letra maiúscula do alfabeto latino, cada qual com um significado. A discussão sobre as métricas utilizadas e sua interpretação será feita adiante, na [Seção 4.6](#), bastando para o propósito desta seção apenas reportar o que cada uma das letras significa, da seguinte maneira: **A = Número da Replicação**; **B = Quantidade de Atendentes Nível 1**; **C = Quantidade de Atendentes Nível 2**; **D = Total de chamados gerados**; **E = Total de chamados atendidos**; **F = Total de chamados solucionados**; **G = Total de Chamados Atendidos por Atendentes de Nível 1**; **H = Total de Chamados Atendidos por Atendentes de Nível 2**; **I = Total de Chamados Solucionados por Atendentes de Nível 1**; **J = Total de Chamados Solucionados por Atendentes de Nível 2**; **L = Tempo Médio de Atendimento da Equipe de Atendentes de Nível 1**; **M = Tempo Médio de Atendimento da Equipe de Atendentes de Nível 2**; **N = Ociosidade Média da Equipe de Atendentes de Nível 1**; **O = Ociosidade Média da Equipe de Atendentes de Nível 2**; **P = Utilização Global Média da Equipe de Atendentes de Nível 1**; e **Q = Utilização Global Média da Equipe de Atendentes de Nível 2**.

Tabela 7 – Listagem das classes implementadas na aplicação.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Q
1	2	2	90	88	88	85	25	63	25	3.36	7.02	0.10	0.11	0.89	0.88
2	2	2	70	70	69	70	39	50	19	2.94	5.20	0.16	0.11	0.83	0.88
3	2	2	85	79	75	79	42	70	5	2.91	6.46	0.12	0.41	0.87	0.58

Fonte: Elaboração do autor.

4.5 Cenário Teste

Esta seção apresenta o cenário de teste usado no simulador, obtido a partir de informações cedidas pela empresa. As informações são desidentificadas para evitar que informações de inteligência do negócio sejam expostas.

4.5.1 Descrição do Cenário e Formato de Arquivo de Entrada

Nesta seção será apresentado o cenário base da simulação, que representa as operações da empresa simulada no momento atual. Nele são apresentados os quantitativos de funcionários para atendimento nível 1 e 2, número de clientes atuais, quais canais de atendimento atualmente existem, e informações sobre os parâmetros das distribuições de probabilidade para chegada de chamados por cliente e para realização das atividades simuladas por cliente, canal de atendimento, nível do atendente que opera sobre o chamado, e se o chamado possui antecedentes registros em base de conhecimento.

Cada cenário é dado por um arquivo de entrada em formato texto plano (ASCII) que possui um formato de entrada fixo. Nele, cada linha é iniciada com um caractere seguido de outra sequência de caracteres marcadores que indicam que tipo de informação será disponibilizada na linha. Nesta implementação os caracteres são enumerados abaixo e ilustrados nas [Figura 24](#) e [Figura 25](#), que ilustram trechos de um arquivo de entrada de exemplo com destaque para a parametrização de tempos de chegada de chamados e temporização de duração de atividades.

- **T TSM:** ponto flutuante que indica o tempo total de simulação, em horas, que deve-se utilizar em cada replicação do modelo implementado. No exemplo mostrado, o cálculo foi obtido considerando simulação de 21 dias vezes 8 horas por dia, totalizando 168 horas;
- **A QTD:** inteiro que indica o total de atendentes de nível 1 disponíveis no cenário. No exemplo, 2 atendentes de nível 1;
- **B QTD:** inteiro que indica o total de atendentes de nível 2 disponíveis no cenário. No exemplo, 2 atendentes de nível 2;

- **C QTD:** inteiro que indica o total de clientes descritos no cenário. No exemplo, 40 clientes diferentes têm chamados atendidos durante o tempo de simulação;
- **C CC:** temporização de chegada de cada cliente, sendo que cada cliente possui as seguintes especificações: o primeiro número é o ID, na sequência é o lambda de chegada (utilizado na distribuição Exponencial como mencionado na **Seção 3.2.6**, probabilidade do chamado ser iniciado no canal de atendimento *Skype*, probabilidade do chamado ser iniciado no canal de atendimento Telefone, probabilidade do chamado ser iniciado no canal de atendimento *Whatsapp*, probabilidade do chamado ser iniciado no canal de atendimento *E-mail*, probabilidade do chamado ser de nível 1, probabilidade do chamado ser de nível 2, probabilidade do chamado ter incidente já reportado em base de conhecimento (KB), probabilidade do chamado não ter incidente já reportado em base de conhecimento (KB), probabilidade do chamado possuir prioridade muito baixa, probabilidade do chamado possuir prioridade baixa, probabilidade do chamado possuir prioridade normal, probabilidade do chamado possuir prioridade alta e probabilidade do chamado possuir prioridade muito alta;
- **C NomeAtividade:** para cada atividade do DCA é preciso caracterizar sua distribuição de tempo de duração. Tem-se o ID do cliente seguido por dados formados a partir da combinação de 16 possibilidades para cada ID (quatro canais de atendimento, dois níveis de atendimento e duas possibilidades de uso ou não de base de conhecimento resultam em $4 \times 2 \times 2 = 16$ possibilidades). Cada uma das possibilidades de atividade é parametrizada com os parâmetros mínimo, moda e máximo (em horas), usado pela distribuição Triangular.

Figura 24 – Trecho do arquivo de entrada com destaque para os parâmetros globais de simulação e temporização de chegada de chamados.

```

1 T TSM 168.0
2 A QTD 2
3 B QTD 2
4 C QTD 40
5
6 C CC 1 0.001 0.75 0.083 0.083 0.083 0.8 0.2 0.9 0.1 0.2 0.066 0.6 0.066 0.066
7 C CC 2 0.001 0.03 0.03 0.03 0.9 0.9 0.1 0.9 0.1 0.5 0.125 0.125 0.125 0.125
8 C CC 3 0.03167 0.066 0.8 0.066 0.066 0.5 0.5 0.5 0.5 0.1 0.05 0.7 0.1 0.05
9 C CC 4 0.001 0.025 0.9 0.025 0.025 0.9 0.1 0.9 0.1 0.9 0.025 0.025 0.025 0.025

```

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 25 – Trecho do arquivo de entrada com destaque para os parâmetros relacionados à caracterização do tempo de duração da atividade ‘Abrir Chamado’.

```

67 C TAbriChamado 1 1 1 1 0.05 0.066 0.0833
68 C TAbriChamado 1 2 1 1 0.05 0.066 0.0833
69 C TAbriChamado 1 3 1 1 0.05 0.066 0.0833
70 C TAbriChamado 1 4 1 1 0.05 0.066 0.0833
71 C TAbriChamado 1 1 2 2 0.05 0.066 0.0833
72 C TAbriChamado 1 2 2 2 0.05 0.066 0.0833
73 C TAbriChamado 1 3 2 2 0.05 0.066 0.0833
74 C TAbriChamado 1 4 2 2 0.05 0.066 0.0833
75 C TAbriChamado 1 1 1 2 0.05 0.066 0.0833
76 C TAbriChamado 1 2 1 2 0.05 0.066 0.0833
77 C TAbriChamado 1 3 1 2 0.05 0.066 0.0833
78 C TAbriChamado 1 4 1 2 0.05 0.066 0.0833
79 C TAbriChamado 1 1 2 1 0.05 0.066 0.0833
80 C TAbriChamado 1 2 2 1 0.05 0.066 0.0833
81 C TAbriChamado 1 3 2 1 0.05 0.066 0.0833
82 C TAbriChamado 1 4 2 1 0.05 0.066 0.0833
83 C TAbriChamado 2 1 1 1 0.05 0.066 0.0833
84 C TAbriChamado 2 2 1 1 0.05 0.066 0.0833
85 C TAbriChamado 2 3 1 1 0.05 0.066 0.0833
86 C TAbriChamado 2 4 1 1 0.05 0.066 0.0833
87 C TAbriChamado 2 1 2 2 0.05 0.066 0.0833
88 C TAbriChamado 2 2 2 2 0.05 0.066 0.0833
89 C TAbriChamado 2 3 2 2 0.05 0.066 0.0833
90 C TAbriChamado 2 4 2 2 0.05 0.066 0.0833
91 C TAbriChamado 2 1 1 2 0.05 0.066 0.0833
92 C TAbriChamado 2 2 1 2 0.05 0.066 0.0833
93 C TAbriChamado 2 3 1 2 0.05 0.066 0.0833
94 C TAbriChamado 2 4 1 2 0.05 0.066 0.0833
95 C TAbriChamado 2 1 2 1 0.05 0.066 0.0833
96 C TAbriChamado 2 2 2 1 0.05 0.066 0.0833
97 C TAbriChamado 2 3 2 1 0.05 0.066 0.0833

```

Fonte: Elaborado pelo autor

Com base nas informações dadas é possível estimar o tamanho do arquivo de entrada para um cenário qualquer. Para cada um dos 40 clientes do modelo existem 16 possibilidades diferentes de temporização para cada atividade do DCA. Isso totaliza 640 linhas do arquivo de entrada por atividade. Cada cliente tem, portanto, parâmetros distribuídos em 12 atividades vezes 640 linhas - resultando em 7.680 linhas para guardar a temporização de atividades dos 40 clientes, mais a temporização de chegada de chamado para cada cliente, mais os parâmetros gerais da simulação que chegam em aproximadamente 7724 linhas. Se o cenário aumentar em número de clientes a mesma lógica pode ser aplicada para estimar o tamanho do arquivo de entrada.

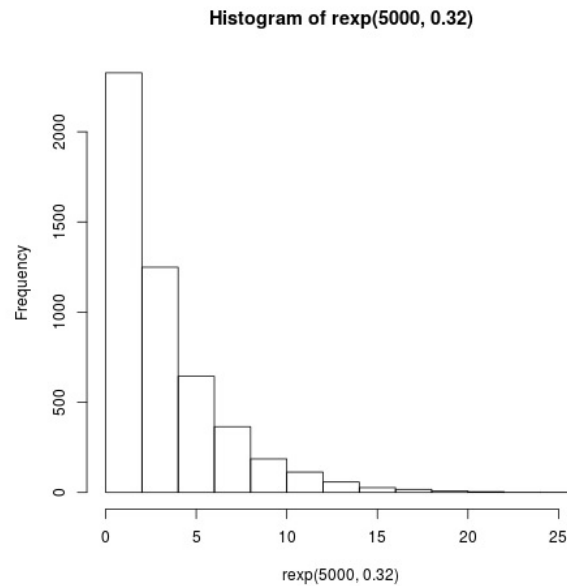
4.5.2 Caracterização dos Dados de Entrada

Esta seção tem por objetivo esclarecer as distribuições de probabilidades usadas para modelar as decisões probabilísticas tomadas durante uma rodada de simulação. Tais decisões são tomadas em diferentes momentos, com destaque para o sorteio com viés

de distribuição Exponencial que define o intervalo entre duas chegadas consecutivas de chamados do mesmo cliente, para o sorteio com viés de distribuição Triangular para determinar o tempo de duração de atividades que processam o chamado no DCA do modelo de *Service Desk*, sorteio via roleta para decidir a prioridade do chamado que acaba de chegar no sistema, sorteio via roleta para determinar o canal de atendimento usado para comunicar o chamado, sorteio usando tentativa de Bernoulli para determinar o nível de atendente requerido para solucionar o chamado, sorteio usando tentativa de Bernoulli para determinar a existência prévia de informações registradas sobre o incidente em base de conhecimento, sorteio usando tentativa de Bernoulli para determinar se o chamado foi aberto com todas as informações necessárias para realizar o atendimento, e sorteio usando tentativa de Bernoulli para determinar se o chamado foi solucionado ao final de seu ciclo de vida ou precisa ser reaberto.

Os sorteios envolvendo tentativas de Bernoulli são os mais simples de realizar, pois envolvem apenas duas possibilidades de escolha, uma delas com probabilidade p e outra com probabilidade $(1-p)$. Realiza-se um sorteio a partir da distribuição uniforme $r \sim U(0,1)$, e compara se o valor sorteado r é menor que p . Em caso positivo, a primeira escolha é feita, caso contrário a segunda escolha é feita. O valor da distribuição $U(0,1)$ foi obtido utilizando o método `nextDouble()` do objeto **Random** disponível no pacote **java.util.Random**.

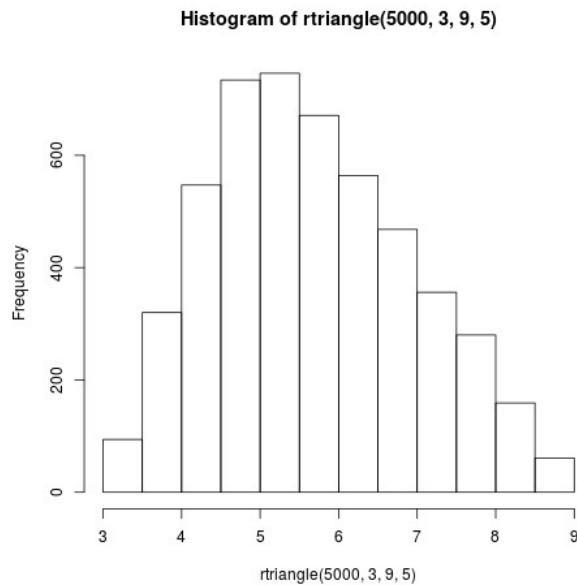
Os sorteios envolvendo a distribuição Exponencial e Triangular foram realizados a partir de uma implementação computacional adaptada do relatório técnico ARL-TR-2168 denominado “*Computer Generation of Statistical Distributions*”, de Richard Saucier do *Army Research Laboratory* americano. Para a distribuição Exponencial utiliza-se um parâmetro *lambda* (λ) que é determinado pelo inverso da média amostral dos dados da distribuição. Ela é uma distribuição contínua que possui formato da sua função de densidade ilustrada na [Figura 26](#), que representa uma amostra contendo 5000 valores observados a partir de um gerador de números aleatórios com *lambda* igual a 0,32. Observe que o formato da curva sugere um decaimento exponencial, sendo que os valores mais próximos de zero são mais prováveis de serem sorteados do que os mais distantes de zero.

Figura 26 – Exemplo de distribuição Exponencial com $\lambda = 0.32$ - EXP(0.32).

Fonte: Elaborado pelo autor

Já a distribuição Triangular é caracterizada por três parâmetros: o valor mínimo, o valor mais provável e o valor máximo. Ela é utilizada para descrever durações de fenômenos e atividades em que é difícil obter dados históricos exatos sobre sua duração, mas que podem ser razoavelmente representados a partir de estimativa de três pontos fornecidas por um especialista do processo. É uma aproximação razoável de se utilizar quando informações históricas detalhadas são inexistentes. A [Figura 27](#) mostra um exemplo simples de distribuição triangular, com 5000 observações amostradas a partir de um gerador de números aleatórios com viés triangular que foi parametrizado para gerar números entre 3 e 9, sendo os mais prováveis ao redor de 5. O formato da curva sugere justamente que o valor esperado de um novo número está ao redor da moda, representada por 5.

Figura 27 – Exemplo de distribuição Triangular com $\min = 3$, $\text{moda} = 5$ e $\max = 9$ - $\text{TRI}(3,5,9)$.



Fonte: Elaborado pelo autor

4.6 Indicadores de Desempenho (KPI)

Indicadores de Desempenho (*Key Performance Indicators* - KPI) ou Métricas são ferramentas de gerenciamento que são usadas no contexto deste trabalho para verificação do nível de desempenho resultante frente às diferentes políticas simuladas, neste caso específico a quantidade de atendentes de nível 1 e nível 2 utilizados para simular um período do tamanho do horizonte de tempo da simulação. As métricas consideradas foram implementadas no simulador, e computadas para cada replicação independente, sendo registradas em arquivo de *log* conforme mencionado em seções anteriores. Para este trabalho optou-se por medir qual o desempenho obtido do *Service Desk* em relação aos quatro KPIs básicos: um indicador de produtividade da equipe, dado pelo **tempo médio de atendimento**, dois indicadores de uso dos recursos humanos alocados no atendimento, que são a **ociosidade média da equipe de atendentes** e a **utilização média da equipe de atendentes** (ambos em relação ao percentual de tempo disponíveis para as equipes), e um indicador de efetividade da política associada à **quantidade de chamados solucionados**. As próximas subseções discutem em maiores detalhes como cada uma destas métricas é calculada.

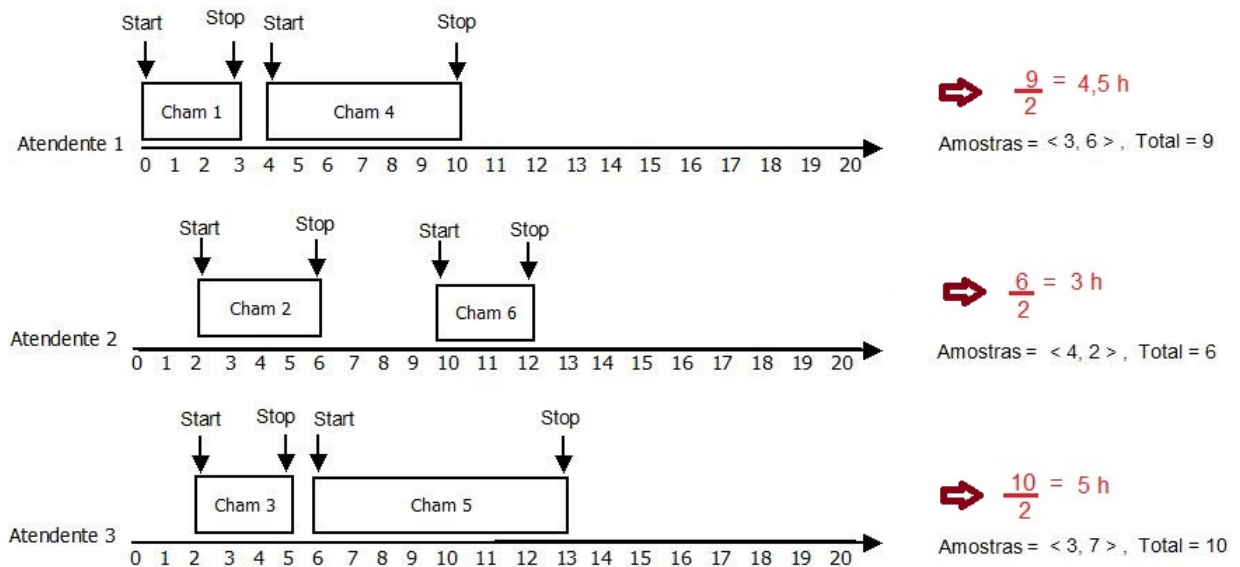
4.6.1 Tempo Médio de Atendimento da Equipe

Relaciona-se com a produtividade média de cada atendente considerando, na média, quanto tempo é gasto com cada atendimento de chamado individual. Para calcular o tempo médio de atendimento global é preciso registrar o tempo gasto no atendimento de cada chamada para cada atendente. Em uma estrutura de dados do tipo `ArrayList`⁹ registram-se observações de duração de atendimento, que em conjunto formam uma amostra. Uma duração de atendimento é calculada através da diferença entre a hora em que um chamado foi encerrado com a hora em que este chamado iniciou seu atendimento, ou seja, ela agrega todas as durações parciais existentes no fluxo do chamado, como tempo de abertura, de triagem, de atendimento, de repasse, de documentação, etc. Para exemplificar, veja a [Figura 28](#) que representa de maneira esquemática a evolução temporal de alguns atendimentos ocorridos em um cenário com três atendentes. Pelo exemplo, o atendimento do atendente 1 inicia-se no tempo $t = 0$ hs, encerrando no tempo $t = 3$ hs, ou seja, com duração de atendimento de 3 hs. Em seguida este mesmo atendente inicia o atendimento de um novo chamado em $t = 4$ hs, encerrando este atendimento em $t = 10$ hs. Se observarmos seus atendimentos, existem dois registros de duração, um de 3 hs e outro de 6 hs. Ao todo, o atendente 1 trabalhou efetivamente nos chamados durante 9 hs, com tempo médio de atendimento individual de 4,5 hs por chamado. Este mesmo cômputo é feito para cada atendente do exemplo. Considere agora que os três atendentes descritos no exemplo pertencem à mesma equipe (ou seja, são atendentes de mesmo nível). Para determinar o tempo médio de atendimento da equipe calcula-se a razão entre a soma dos tempos totais de atendimento de cada atendentes pelo total de atendimentos realizados. Para este exemplo hipotético o tempo médio de atendimento da equipe é dado por:

$$TMA = \frac{9 + 6 + 10}{6} = \frac{25}{6} = 4,16 \text{ horas} \quad (4.1)$$

⁹ É um tipo de lista implementado como um `Array(Vetor)` que é dimensionado dinamicamente, ou seja, sempre que é necessário o seu tamanho aumenta em 50% do tamanho da lista.

Figura 28 – Evolução temporal de alguns atendimentos ocorridos em um cenário com três atendentes



Fonte: Elaborado pelo autor

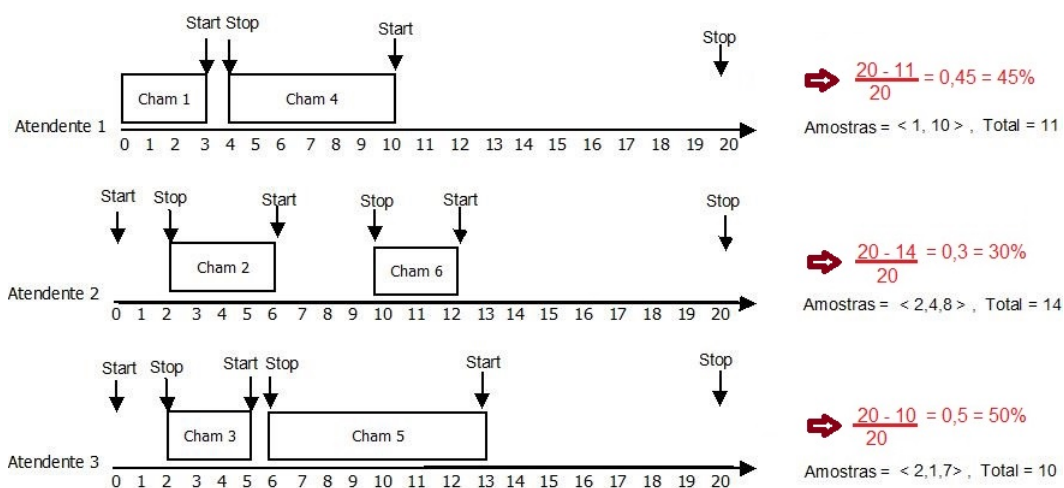
4.6.2 Ociosidade Média da Equipe

Este indicador refere-se à quanto tempo os atendentes de um determinado nível estiveram à disposição para atendimento, por ausência de chamados não atendidos no sistema, em relação ao tempo total disponível para a equipe no *Service Desk*. Ele representa o percentual de tempo em que a equipe esteve ociosa, sem trabalhar efetivamente no atendimento de um chamado. O cômputo deste indicador opera de maneira semelhante ao cômputo apresentado para o tempo médio de atendimento: registram-se os intervalos de tempo em que os atendentes tornam-se ociosos por falta de chamados, e ao final do horizonte de tempo calcula-se qual é o percentual do tempo total disponível não utilizado. Para exemplificar, seja a [Figura 29](#) que apresenta a mesma situação descrita anteriormente, com ênfase na determinação de início e término de um intervalo de ociosidade. Pela figura observa-se que os intervalos observados são computados agora quando um atendente torna-se livre de atendimento. A ociosidade média é calculada pela razão entre a diferença entre o tempo total disponível e tempo ocioso sobre o tempo total disponível. Desta forma, o resultado obtido representa um percentual de tempo ocioso, na média, para cada atendente da equipe. Neste exemplo, a ociosidade média da equipe é de 41%, valor este obtido pelos cálculos parciais dados abaixo. Observe que o horizonte de tempo é multiplicado pelo total

de atendentes, pois este é o tempo total de atendimento disponível.

$$OCIO = \frac{(60 - (11 + 14 + 10))}{60} = \frac{(60 - 35)}{60} = \frac{(25)}{60} = 0.41 = 41\% \quad (4.2)$$

Figura 29 – Tempo Médio de Ociosidade da Equipe.



Fonte: Elaborado pelo autor

4.6.3 Utilização Média da Equipe

Este indicador tem por objetivo medir o inverso do que é reportado pela métrica ociosidade. Ela mede a utilização efetiva da equipe, isto é, qual o percentual do tempo total disponível em que a equipe operou efetivamente no atendimento de um chamado. Nesta implementação ela é computada descontando-se de 100% do tempo total disponível o percentual de tempo médio ocioso. As duas métricas são complementares e totalizam 100% do tempo medido. Operar com valores percentuais permite avaliar-se uso da equipe de maneira normalizada, sem deixar-se levar pelas discrepâncias que valores absolutos podem trazer na interpretação dos resultados quando considerando diferentes dimensionamentos de equipe.

4.6.4 Efetividade

No contexto deste trabalho a efetividade, do atendimento é medida para determinar quanto de vazão as equipes de nível 1 e nível 2 juntas consegue dar em relação à todos os chamados que chegam no sistema (solucionados ou não). Ela é computada pela razão entre o total de chamados solucionados (independente do nível) pelo total de chamados

que foi gerado por um cliente no *Service Desk*. Novamente, esta medida é dada em valores percentuais. Em termos de fórmula, o indicador é calculado como segue:

$$Efetividade = \frac{TotaldeChamadosSolucionados}{TotaldeChamadosGerados} \quad (4.3)$$

4.7 Projeto Experimental

Nesta seção são apresentados detalhes sobre o projeto experimental conduzido para mapear o comportamento e desempenho do *Service Desk* diante de diferentes cenários com quantitativo variável de atendentes de nível 1 e nível 2. Nele foram realizados 6 experimentos iniciais, variando-se a quantidade de atendentes de cada nível, durante 1 mês de operação (168 horas = 21 dias x 8 horas) considerando um portfólio de 40 clientes. A [Tabela 8](#) apresenta a quantidade de atendentes utilizados em cada um dos experimentos.

Tabela 8 – Quantidade de Atendentes por Nível nos Experimentos Iniciais

Rótulo do Experimento	Qtd.Atend.N1	Qtd.Atend.N2	Horizonte de Tempo	Num. Replicações
Experimento I	1	1	168 hs	3000
Experimento II	1	2	168 hs	3000
Experimento III	2	1	168 hs	3000
Experimento IV	2	2	168 hs	3000
Experimento V	3	1	168 hs	3000
Experimento VI	3	2	168 hs	3000

Fonte: Elaboração do autor.

Após executar os experimentos iniciais foi feita uma análise sobre os resultados individuais dos experimentos para determinar em qual dos casos o dimensionamento de funcionários foi melhor, balizando os resultados de tempo médio de atendimento, ociosidade da equipe, utilização da equipe, e efetividade da equipe. O cenário que teve o melhor desempenho obtido foi executado novamente em mais três experimentos adicionais, considerando seu dimensionamento de equipe e um horizonte de tempo de 3 meses, 6 meses e 1 ano, considerando como premissa que as características de atendimento se mantiveram durante este tempo.

É importante ressaltar que em todos os casos, o modelo de simulação considerou que o atendimento de chamados ocorreu de maneira ininterrupta (isto é, o modelo não considerou quaisquer efeitos de quebra de turnos ou de dias, em uma suposição razoável de que toda a operação foi abstraída como uma sequência ininterrupta de trabalho, linearizada em 168 horas diretas (para as simulações de 1 mês de horizonte), 504 horas diretas (para a simulação de 3 meses de horizonte), 1.008 horas diretas (para a simulação de 6 meses de

horizonte) e 2.016 horas diretas (para a simulação de 12 meses de horizonte). É provável que exista alguma diferença de desempenho se o modelo considerasse a quebra de um atendimento em um dia, no final do turno de trabalho, e seu recomeço no próximo dia subsequente. No entanto essa simplificação foi adotada, ficando esta situação mais realista para ser analisada em futuros trabalhos que deste venham a se originar. Os detalhes sobre esses experimentos de mais longo horizonte de tempo são dados a seguir na [Tabela 9](#).

Tabela 9 – Horizonte de Tempo dos Experimentos Secundários

Rótulo Experimento	Qtd.Atend.N1	Qtd.Atend.N2	Tempo	Replicacoes
Experimento VII	igual ao do experimento de melhor desempenho dentre I, II, III, IV, V, e VI	igual ao do experimento de melhor desempenho dentre I, II, III, IV, V, e VI	504 hs	3000
Experimento VIII	igual ao do experimento de melhor desempenho dentre I, II, III, IV, V, e VI	igual ao do experimento de melhor desempenho dentre I, II, III, IV, V, e VI	1.008 hs	3000
Experimento IX	igual ao do experimento de melhor desempenho dentre I, II, III, IV, V, e VI	igual ao do experimento de melhor desempenho dentre I, II, III, IV, V, e VI	2.006 hs	3000

Fonte: Elaboração do autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos a partir da execução de cada um dos experimentos planejados acima. A seção contém gráficos e resultados numéricos resultantes da análise estatística das replicações de cada um dos cenários envolvidos nos experimentos. As Seções **5.1 a 5.3** apresentam as informações de cada experimento em separado. A Seção **5.7** resume os resultados de cada experimento para determinar qual foi o melhor dimensionamento encontrado para 1 mês de horizonte de tempo. Uma vez detectado, três novos experimentos são realizados com horizonte de tempo de 3 meses, 6 meses e 12 meses, respectivamente, e reportados nas Seções **5.8 a 5.10**.

5.1 Experimento I

Neste experimento, o cenário com 40 clientes foi executado por 168 horas, considerando 1 atendente de nível 1 e 1 atendente de nível 2, replicado 3.000 vezes de maneira independente. Os resultados obtidos a partir das replicações são apresentados a seguir, ao longo do texto desta seção. Para começar, a [Tabela 10](#) apresenta o sumário estatístico dos dados gerados pela replicação do cenário correspondente aos quantitativos descritos no Experimento I. Nela são apresentados os valores mínimo, máximo, 1o. quartil, mediana, 3o. quartil e média de cada variável usada na análise. Para propósito de análise, os valores de média ou mediana são considerados representativos do caso médio esperado para o cenário.

Tabela 10 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de *log* gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento I

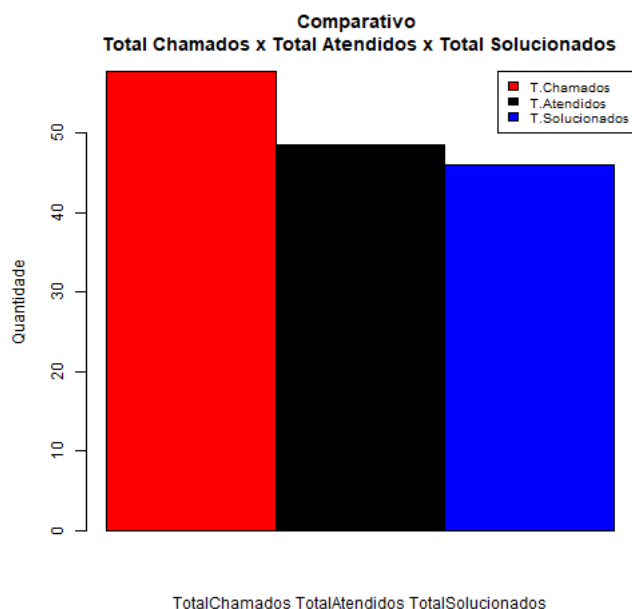
REPETICAO	ATEND1	ATEND2	TOTAL.CHAMADOS	TOTAL.ATENDIDOS
Min. : 1.0	Min. :1	Min. :1	Min. :34.00	Min. :29.0
1st Qu.: 750.8	1st Qu.:1	1st Qu.:1	1st Qu.:53.00	1st Qu.:46.0
Median :1500.5	Median :1	Median :1	Median :58.00	Median :49.0
Mean :1500.5	Mean :1	Mean :1	Mean :57.86	Mean :48.6
3rd Qu.:2250.2	3rd Qu.:1	3rd Qu.:1	3rd Qu.:63.00	3rd Qu.:52.0
Max. :3000.0	Max. :1	Max. :1	Max. :90.00	Max. :62.0
TOTAL.SOLUCIONADOS	TOTAL.ATEND.N1	TOTAL.ATEND.N2	TOTAL.SOLUC.N1	
Min. :27.00	Min. :29.0	Min. : 8.00	Min. :12.00	
1st Qu.:43.00	1st Qu.:46.0	1st Qu.:20.00	1st Qu.:21.00	
Median :46.00	Median :49.0	Median :23.00	Median :23.00	
Mean :45.96	Mean :48.6	Mean :23.27	Mean :23.43	
3rd Qu.:49.00	3rd Qu.:52.0	3rd Qu.:26.00	3rd Qu.:26.00	
Max. :58.00	Max. :62.0	Max. :37.00	Max. :36.00	
TOTAL.SOLUC.N2	TMA.N1.GLOBAL	TMA.N2.GLOBAL	OCIO.N1.GLOBAL	
Min. : 7.00	Min. :2.398	Min. :2.287	Min. :0.0000612	
1st Qu.:20.00	1st Qu.:3.027	1st Qu.:3.693	1st Qu.:0.0271385	
Median :22.00	Median :3.185	Median :3.986	Median :0.0637966	
Mean :22.53	Mean :3.207	Mean :3.999	Mean :0.0795001	
3rd Qu.:25.00	3rd Qu.:3.366	3rd Qu.:4.318	3rd Qu.:0.1159762	
Max. :37.00	Max. :4.445	Max. :6.041	Max. :0.4092448	
OCIO.N2.GLOBAL	UTIL.N1.GLOBAL	UTIL.N2.GLOBAL		
Min. :0.05622	Min. :0.5908	Min. :0.1641		
1st Qu.:0.37204	1st Qu.:0.8840	1st Qu.:0.4738		
Median :0.44982	Median :0.9362	Median :0.5502		
Mean :0.44788	Mean :0.9205	Mean :0.5521		
3rd Qu.:0.52622	3rd Qu.:0.9729	3rd Qu.:0.6280		
Max. :0.83591	Max. :0.9999	Max. :0.9438		

Fonte: Elaboração do autor.

Sob o ponto de vista de **efetividade** deste dimensionamento, reporta-se como resultado que o total de chamados gerados foi, na média, da ordem de 57 chamados, sendo destes 48 atendidos, na média, e 45 foram solucionados, na média, até o término do horizonte de tempo, resultando em uma efetividade de 78,94%. Estas informações são

apresentadas de maneira visual na [Figura 30](#), que mostra o total de chamados gerados no sistema, atendidos e efetivamente solucionados.

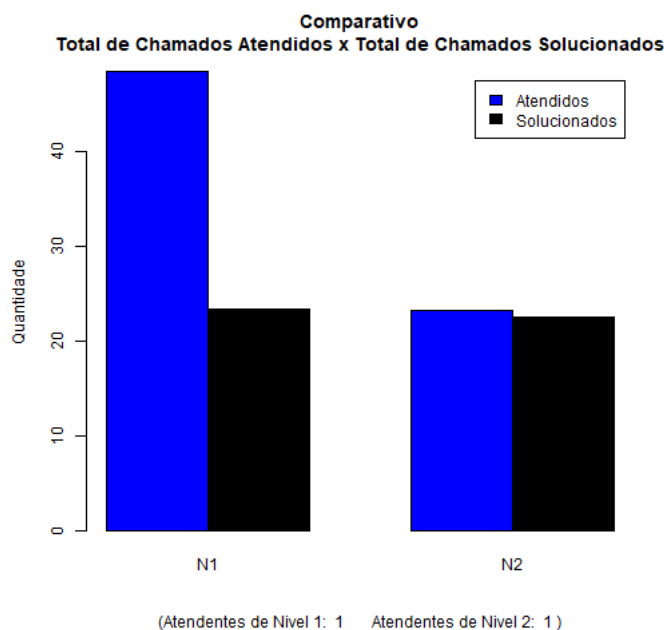
Figura 30 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento I.



Fonte: Elaborado pelo autor

Se esta análise for estendida para compreender a contribuição por equipe, temos os seguintes resultados apresentados na [Figura 31](#). O total de chamados efetivamente solucionados pela equipe de nível 1 foi de 23, contra 21 solucionados pela equipe nível 2, na média. Existe um detalhe que deve ser esclarecido aqui: a equipe nível 1 atende e abre todos os chamados, sem distinção de qual nível de complexidade ele possui. Desta forma, todo chamado repassado é computado duas vezes: a primeira quando é atribuído a um analista nível 1 na sua chegada ao *Service Desk*, e a segunda quando é atribuído a um analista nível 2 quando ocorre repasse de chamados.

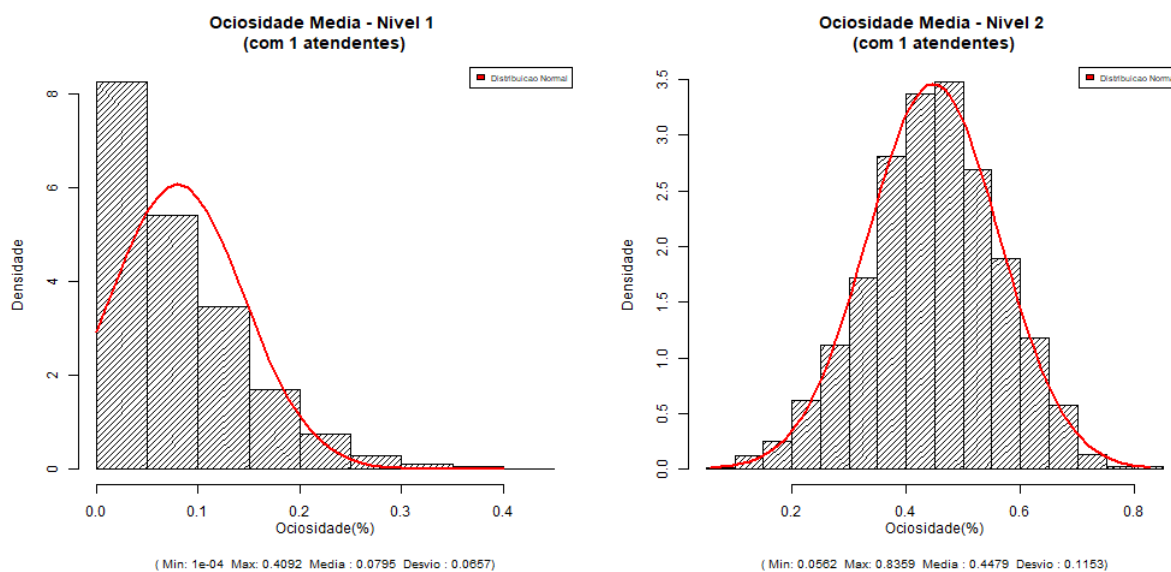
Figura 31 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe, para o Experimento I.



Fonte: Elaborado pelo autor

Sob o ponto de vista de uso da equipe, analisou-se a **utilização média** e **ociosidade média** das equipes de nível 1 e nível 2. Com o quantitativo de 1 analista nível 1 observou-se uma variação nos valores de **ociosidade média** que oscilaram de 0% a 40% entre as 3.000 replicações, sendo a maioria dos valores observados em até 10% de ociosidade, com valor médio de 7%. Observa-se ainda que a grande maioria das replicações (cerca de 85% dos casos) a ociosidade do único analista nível 1 utilizado foi de 0%. Isto posto, fica claro que o analista em questão é um gargalo do processo para que todos os casos gerados no *Service Desk* sejam atendidos. Uma potencial mudança no sistema que pode alterar a efetividade do *Service Desk* consiste em considerar um redimensionamento desta equipe. De maneira similar, vamos estender a análise para a equipe de nível 2, sendo que as ociosidades observadas variam de 50% a 89%, com valor médio de 71%. Os histogramas contendo os resultados desta variável é dado na [Figura 32](#).

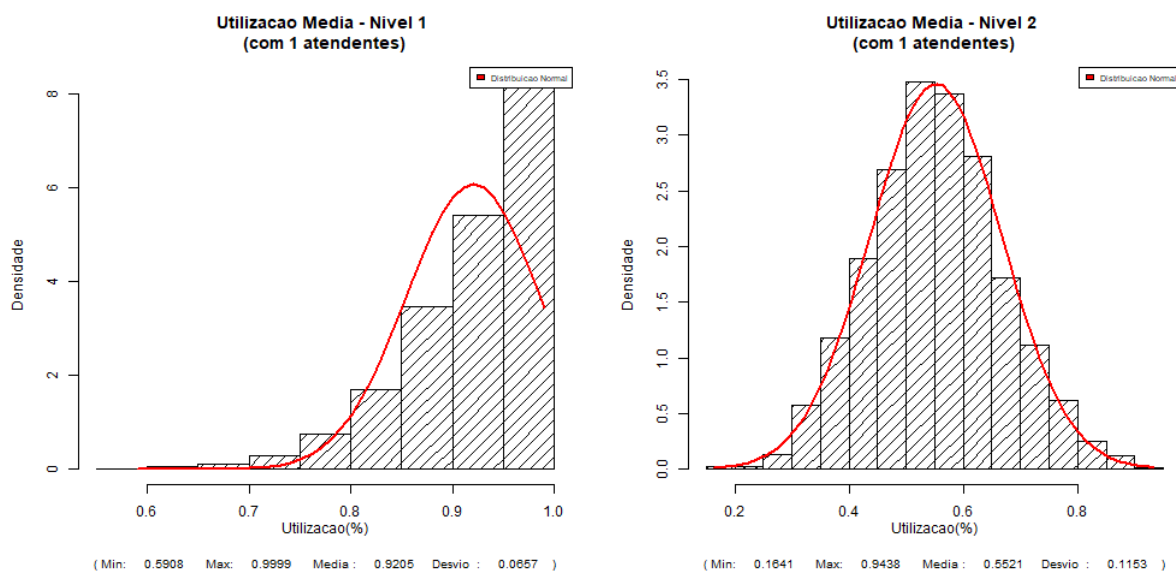
Figura 32 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento I



Fonte: Elaborado pelo autor

Por similaridade, os histogramas da métrica **utilização** é apresentado na [Figura 33](#). Pelos valores observados, reforça-se a hipótese de que o atendente nível 1 é um dos gargalos do cenário, tendo uma utilização média de 92,3%. No nível 2 há registros de utilização, na média, de apenas 28% da equipe, formada de apenas um analista de nível 2. Isso sugere que apenas um analista de nível 2 é suficiente para cumprir as demandas de repasse de chamados, mesmo se a quantidade de chamados atendidos em 1 mês de simulação aumentar significativamente. É mais provável que o gargalo do processo esteja no dimensionamento da equipe nível 1 do que da equipe nível 2.

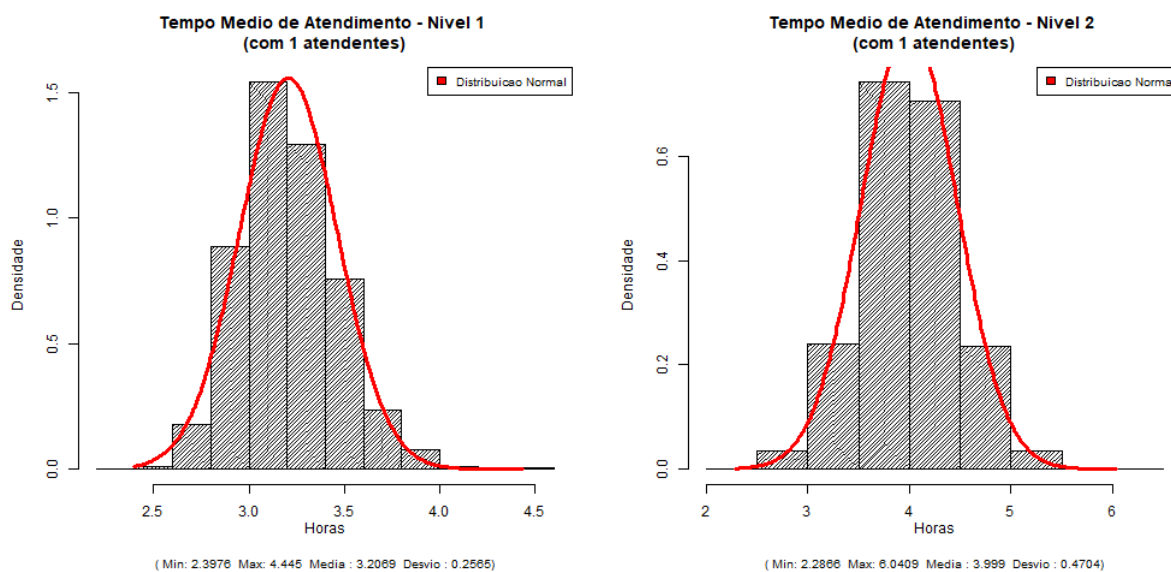
Figura 33 – Histogramas da Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento I



Fonte: Elaborado pelo autor

Para finalizar a análise do cenário, são apresentados os histogramas do **tempo médio de atendimento** das equipes nível 1 e nível 2. É preciso lembrar que o tempo de atendimento das equipes é diferente em virtude de como este tempo é composto. O atendimento de nível 1 possui um *overhead* de tempo adicional devido ao processo de receber o chamado, abrir o chamado, completar o chamado, realizar sua triagem para só depois atendê-lo efetivamente. O tempo de atendimento pode ainda variar de acordo com a existência de informações prévias sobre como resolver o incidente relacionado com o chamado na base de conhecimento, variando de 30 minutos a 1 hora com uso de KB, ou de 1,5 horas a 3 horas se não houver registro em KB. Os atendentes de nível 2 não possuem esse *overhead*; no entanto, assume-se que um chamado com complexidade de nível 2 é mais difícil de ser resolvido, o que está refletido na parametrização de tempo de atendimento, que varia de 2 horas a 5 horas com atendimento sem registro de incidente em KB. Estes dados foram previamente apresentados na Seção 3.2.6, e podem ser verificados na referida seção. Isto posto, após a execução das replicações, observou-se um tempo médio de atendimento variando de aproximadamente 2,5 horas a 4,5 horas para chamados de nível 1, e de 2,3 horas a 6 horas para chamados de nível 2, sendo que em média tem-se consumido **3,2 horas** para atendimentos nível 1 e **3,9 horas** para atendimento nível 2.

Figura 34 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento I.



Fonte: Elaborado pelo autor

Nos próximos experimentos, o cenário básico não é alterado, ou seja, número de clientes, horizonte do tempo de simulação e a quantidade de replicações continuam com os mesmos valores, admitindo variação apenas no quantitativo de atendentes. Desta forma, a análise será apresentada de maneira mais breve e direta, abstraindo os detalhes já apresentados.

5.2 Experimento II

O Experimento II considera que o número de atendentes do nível 2 alterou-se para 2 e número de atendentes do nível 1 não foi alterado, ou seja, manteve com 1 atendente. A [Tabela 11](#) apresenta o sumário estatístico dos dados gerados pela replicação do cenário em questão.

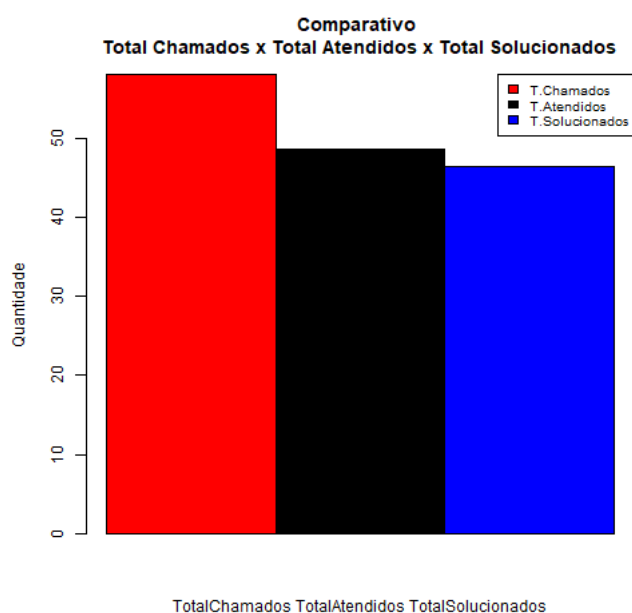
Tabela 11 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de *log* gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento II.

REPETICAO	ATEND1	ATEND2	TOTAL.CHAMADOS	TOTAL.ATENDIDOS
Min. : 1.0	Min. :1	Min. :2	Min. :33.00	Min. :32.0
1st Qu.: 750.8	1st Qu.:1	1st Qu.:2	1st Qu.:53.00	1st Qu.:46.0
Median :1500.5	Median :1	Median :2	Median :58.00	Median :49.0
Mean :1500.5	Mean :1	Mean :2	Mean :58.21	Mean :48.6
3rd Qu.:2250.2	3rd Qu.:1	3rd Qu.:2	3rd Qu.:63.00	3rd Qu.:52.0
Max. :3000.0	Max. :1	Max. :2	Max. :88.00	Max. :63.0
TOTAL.SOLUCIONADOS	TOTAL.ATEND.N1	TOTAL.ATEND.N2	TOTAL.SOLUC.N1	
Min. :30.00	Min. :32.0	Min. :11.00	Min. :12.00	
1st Qu.:44.00	1st Qu.:46.0	1st Qu.:21.00	1st Qu.:21.00	
Median :47.00	Median :49.0	Median :24.00	Median :23.00	
Mean :46.51	Mean :48.6	Mean :23.79	Mean :23.36	
3rd Qu.:49.00	3rd Qu.:52.0	3rd Qu.:27.00	3rd Qu.:26.00	
Max. :60.00	Max. :63.0	Max. :42.00	Max. :35.00	
TOTAL.SOLUC.N2	TMA.N1.GLOBAL	TMA.N2.GLOBAL	OCIO.N1.GLOBAL	
Min. :10.00	Min. :2.388	Min. :2.372	Min. :0.000018	
1st Qu.:20.00	1st Qu.:3.038	1st Qu.:3.694	1st Qu.:0.026213	
Median :23.00	Median :3.200	Median :3.998	Median :0.058626	
Mean :23.15	Mean :3.216	Mean :4.006	Mean :0.077047	
3rd Qu.:26.00	3rd Qu.:3.375	3rd Qu.:4.305	3rd Qu.:0.109820	
Max. :41.00	Max. :4.291	Max. :5.927	Max. :0.384263	
OCIO.N2.GLOBAL	UTIL.N1.GLOBAL	UTIL.N2.GLOBAL		
Min. :0.4979	Min. :0.6157	Min. :0.1079		
1st Qu.:0.6786	1st Qu.:0.8902	1st Qu.:0.2428		
Median :0.7198	Median :0.9414	Median :0.2802		
Mean :0.7171	Mean :0.9230	Mean :0.2829		
3rd Qu.:0.7572	3rd Qu.:0.9738	3rd Qu.:0.3214		
Max. :0.8921	Max. :1.0000	Max. :0.5021		

Fonte: Elaboração do autor.

Em relação a **efetividade** deste experimento, o total de chamados gerados foi na média de 58 chamados e um média de 49 chamados atendidos, com 47 chamados solucionados, na média. Com estes dados conclui-se que a efetividade computada é de **81,03%**. Os referidos quantitativos são apresentados na [Figura 35](#).

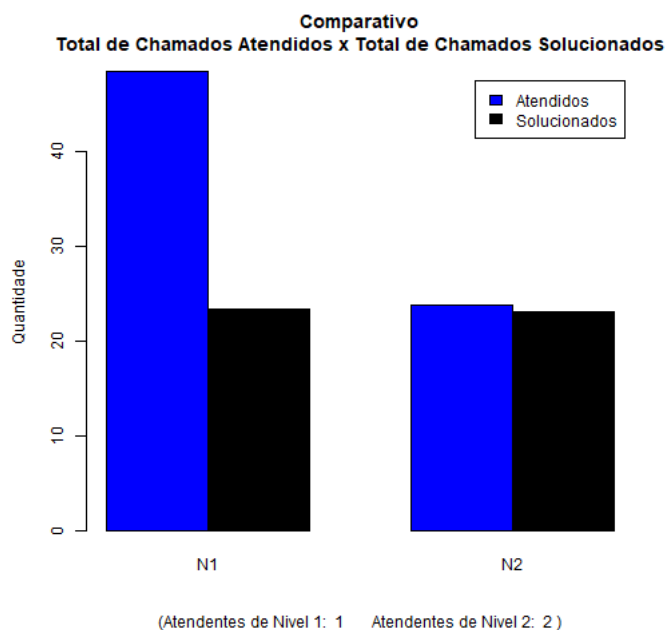
Figura 35 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento II.



Fonte: Elaborado pelo autor

O detalhamento desta análise por equipe de atendentes é dado na [Figura 36](#) com o comparativo entre os níveis, sendo que o total de chamados solucionados pela equipe de nível 1 foi de 23, e o mesmo valor para os solucionados pela equipe nível 2, na média.

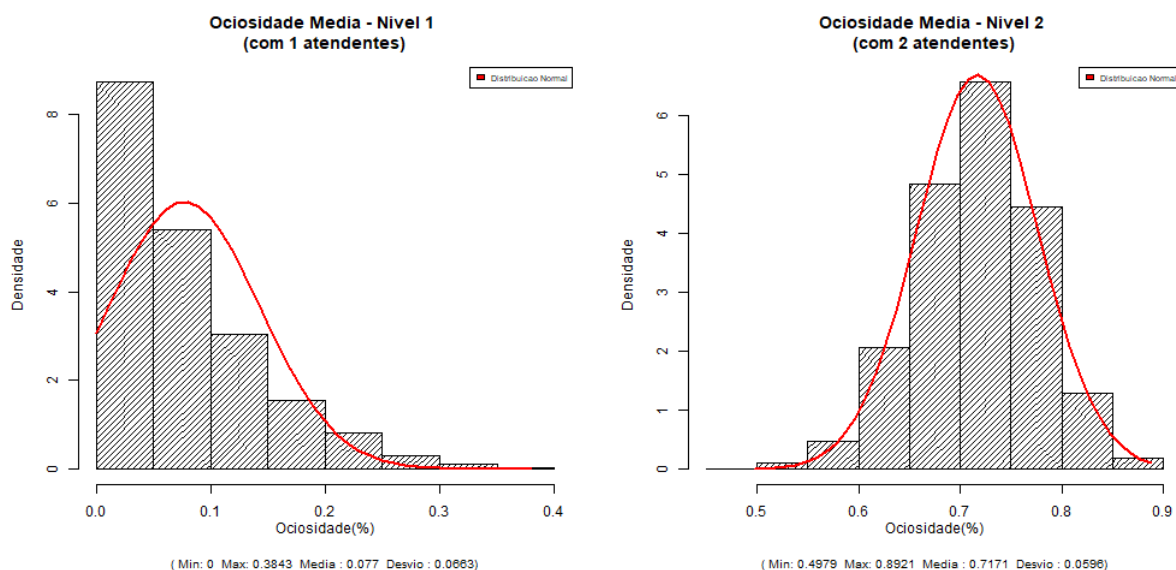
Figura 36 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento II.



Fonte: Elaborado pelo autor

Sobre a análise da **ociosidade média** das equipes de nível 1, os valores variam entre 0% a 38%, sendo a maioria dos valores observados em até 10% de ociosidade, com valor médio de **5,8%**. Já os valores de ociosidade média nível 2 variam entre 49% a 89%, sendo a ociosidade média observada de **71%**. Os histogramas contendo os resultados desta variável para o nível 1 e nível 2 são dados na [Figura 37](#)

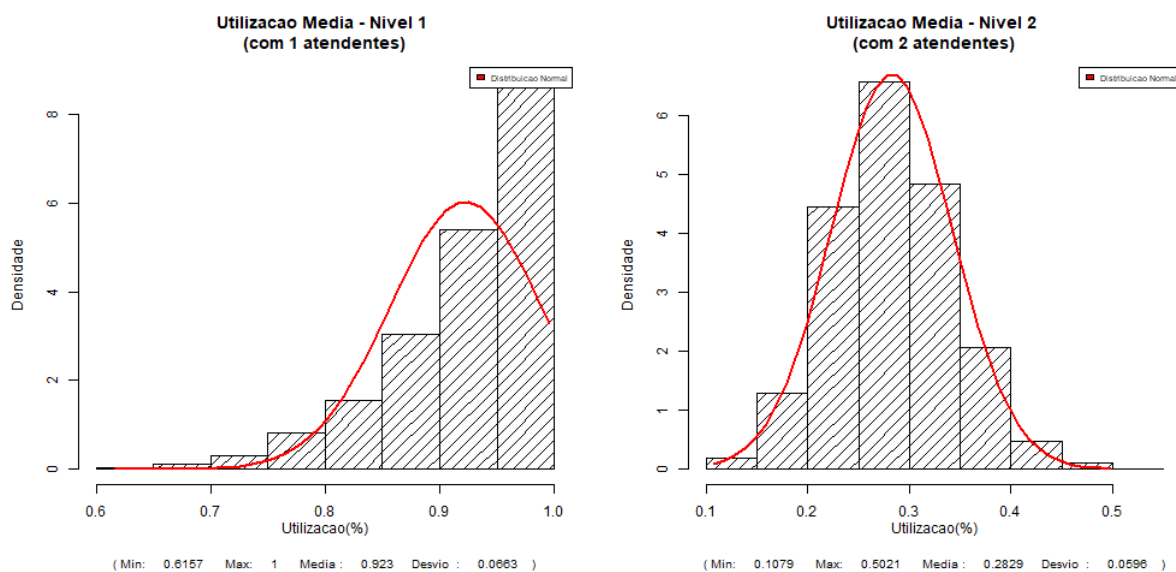
Figura 37 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento II



Fonte: Elaborado pelo autor

A respeito da **utilização média** das equipes de nível 1 e nível 2, a média de utilização do nível 1 é de **92%**, variando entre 61% e 100% de uso. Já para o nível 2 o valor médio de utilização observado é de apenas **28%** (com 2 atendentes), com variação entre 10% e 50%, sugerindo até então apenas 1 atendente de nível 2. Os detalhes são dados na [Figura 38](#).

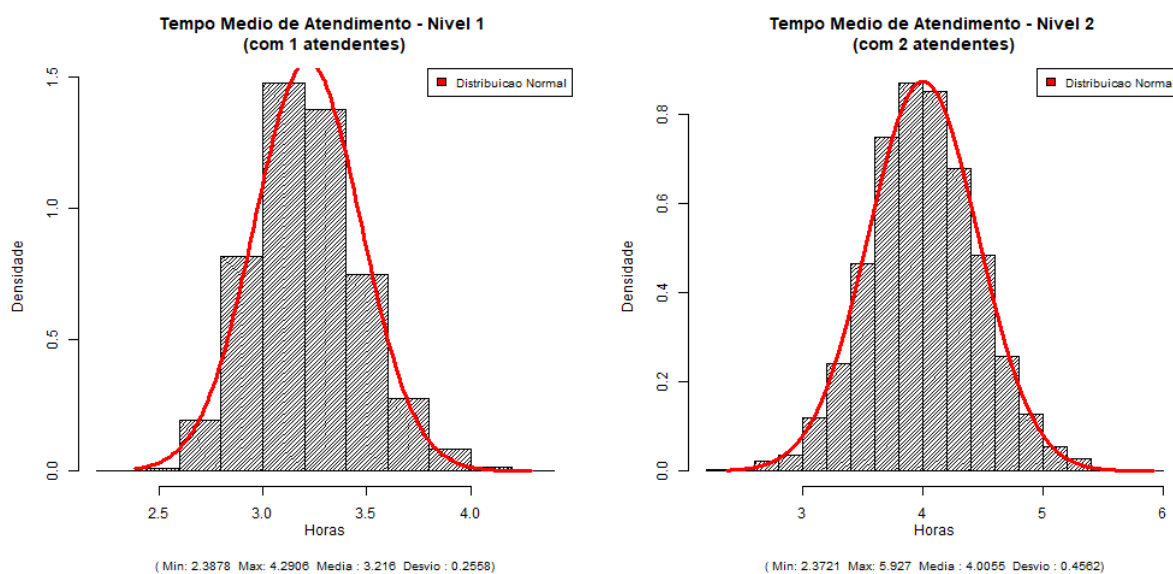
Figura 38 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento II



Fonte: Elaborado pelo autor

E por fim, a [Figura 39](#) apresenta os histogramas do tempo médio de atendimento das equipes nível 1 e nível 2. Observa-se um tempo médio de atendimento nível 1 entre 2,4 horas a 4,3 horas, e de 2,3 horas a 5,9 horas para o nível 2, sendo que em média tem-se utilizado **3,2 horas** para atendimentos nível 1 e **4,0 horas** para atendimento nível 2.

Figura 39 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento II



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3 Experimento III

Neste experimento o número de atendentes nível 1 foi alterado para 2 e o número de atendentes de nível 2 alterou-se para 1. O sumário estatístico dos dados gerados pela replicação são apresentados na [Tabela 12](#).

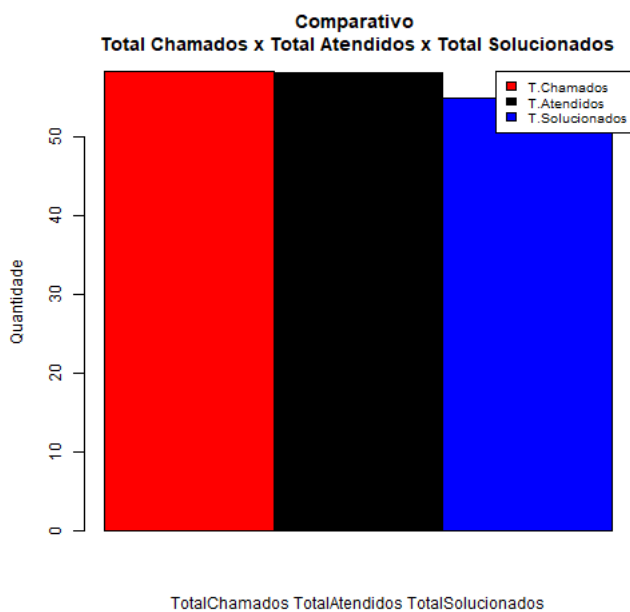
Tabela 12 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de *log* gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento III

REPETICAO	ATEND1	ATEND2	TOTAL.CHAMADOS	TOTAL.ATENDIDOS
Min. : 1.0	Min. :2	Min. :1	Min. :33.00	Min. :33.0
1st Qu.: 750.8	1st Qu.:2	1st Qu.:1	1st Qu.:53.00	1st Qu.:53.0
Median :1500.5	Median :2	Median :1	Median :58.00	Median :58.0
Mean :1500.5	Mean :2	Mean :1	Mean :58.36	Mean :58.1
3rd Qu.:2250.2	3rd Qu.:2	3rd Qu.:1	3rd Qu.:63.25	3rd Qu.:63.0
Max. :3000.0	Max. :2	Max. :1	Max. :85.00	Max. :85.0
TOTAL.SOLUCIONADOS	TOTAL.ATEND.N1	TOTAL.ATEND.N2	TOTAL.SOLUC.N1	
Min. :32.00	Min. :33.0	Min. :12.00	Min. : 9.00	
1st Qu.:50.00	1st Qu.:53.0	1st Qu.:24.00	1st Qu.:25.00	
Median :55.00	Median :58.0	Median :27.00	Median :29.00	
Mean :54.89	Mean :58.1	Mean :27.01	Mean :28.76	
3rd Qu.:60.00	3rd Qu.:63.0	3rd Qu.:30.00	3rd Qu.:32.00	
Max. :78.00	Max. :85.0	Max. :40.00	Max. :45.00	
TOTAL.SOLUC.N2	TMA.N1.GLOBAL	TMA.N2.GLOBAL	OCIO.N1.GLOBAL	
Min. :12.00	Min. :2.394	Min. :2.618	Min. :0.1723	
1st Qu.:23.00	1st Qu.:3.026	1st Qu.:3.679	1st Qu.:0.3967	
Median :26.00	Median :3.174	Median :3.948	Median :0.4510	
Mean :26.13	Mean :3.185	Mean :3.967	Mean :0.4505	
3rd Qu.:29.00	3rd Qu.:3.334	3rd Qu.:4.239	3rd Qu.:0.5056	
Max. :39.00	Max. :4.210	Max. :5.846	Max. :0.7376	
OCIO.N2.GLOBAL	UTIL.N1.GLOBAL	UTIL.N2.GLOBAL		
Min. :0.01351	Min. :0.2624	Min. :0.2889		
1st Qu.:0.28284	1st Qu.:0.4944	1st Qu.:0.5524		
Median :0.36495	Median :0.5490	Median :0.6351		
Mean :0.36533	Mean :0.5495	Mean :0.6347		
3rd Qu.:0.44760	3rd Qu.:0.6033	3rd Qu.:0.7172		
Max. :0.71111	Max. :0.8277	Max. :0.9865		

Fonte: Elaboração do autor.

Analisando a **efetividade**, observa-se que o total de chamados gerados foi de 59 chamados em média, sendo destes 58 atendidos, e 55 solucionados, resultando uma efetividade de aproximadamente **93,22%**. As referidas medidas são exibidas na [Figura 40](#).

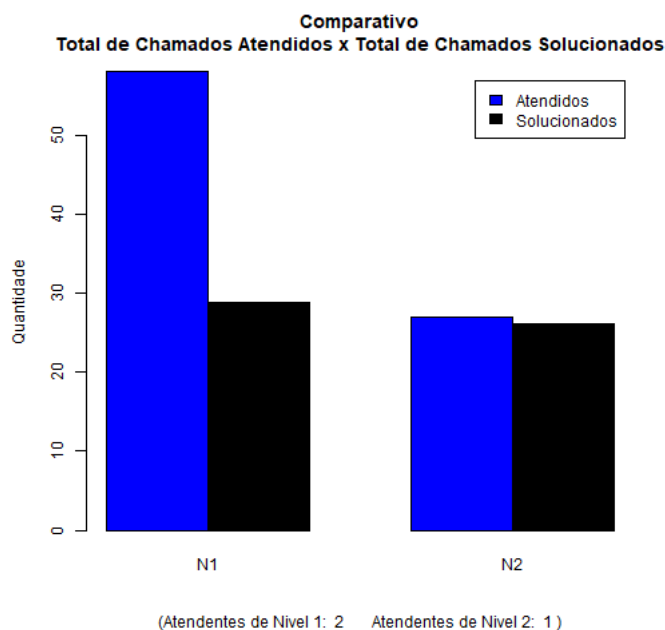
Figura 40 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento III



Fonte: Elaborado pelo autor

Especificando cada nível, o total de chamados efetivamente solucionados pela equipe de nível 1 foi de 29, e de nível 2 foram 26 solucionados, como mostra a [Figura 41](#).

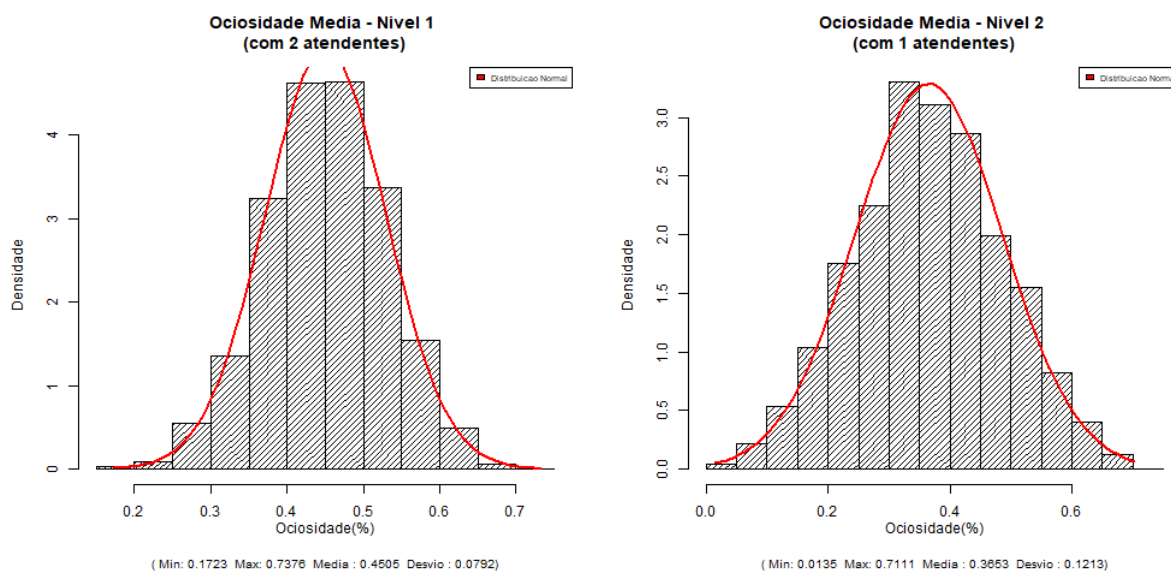
Figura 41 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento III



Fonte: Elaborado pelo autor

Prosseguindo com a análise, em relação aos valores obtidos de **ociosidade média**, observou-se uma variação de 17% a 73% na equipe de nível 1, enquanto que a equipe de nível 2 teve uma variação entre 1% e 71%, sendo que o valor médio observado para a equipe nível 1 foi de **45%**, e para a equipe nível 2 ficou em torno de **36%**. O histograma contendo os resultados destas variáveis é dado na [Figura 42](#).

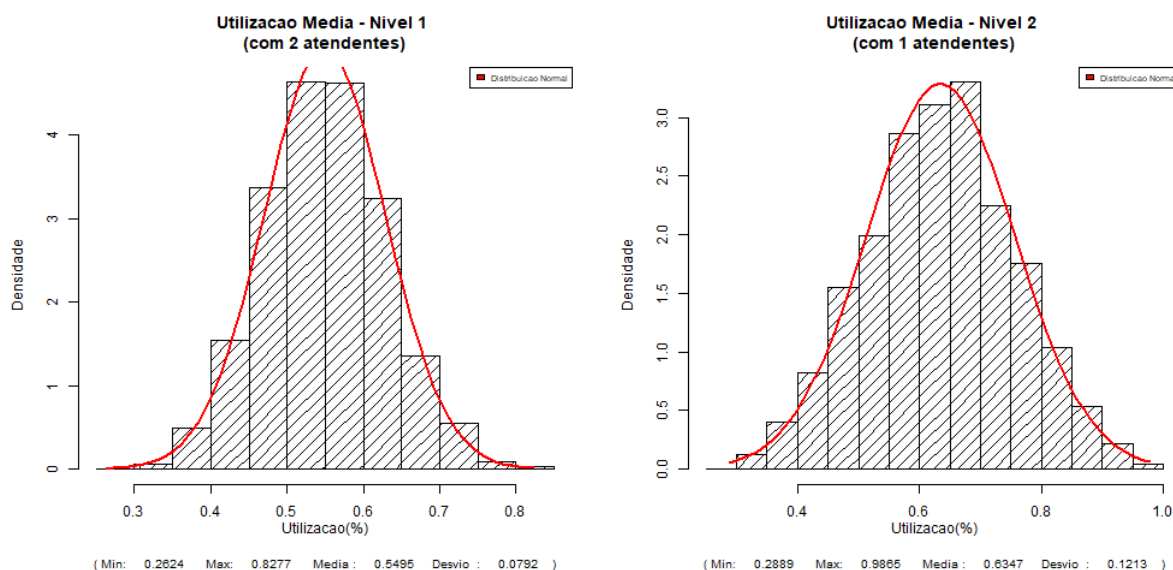
Figura 42 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento III



Fonte: Elaborado pelo autor

Sobre o indicador **utilização média** entre as equipes de nível 1 e 2, há registros de utilização da equipe de nível 1 que variam de 26% a 82%, sendo que na média observa-se utilização de **54,9%** da equipe, está formada por 2 atendentes. Quando aplica-se a mesma avaliação sobre a equipe nível 2 observa-se variação da utilização entre 28% e 98%, sendo o valor médio registrado em 3.000 replicações de **63,4%**. Maiores detalhes podem ser consultados na [Figura 43](#).

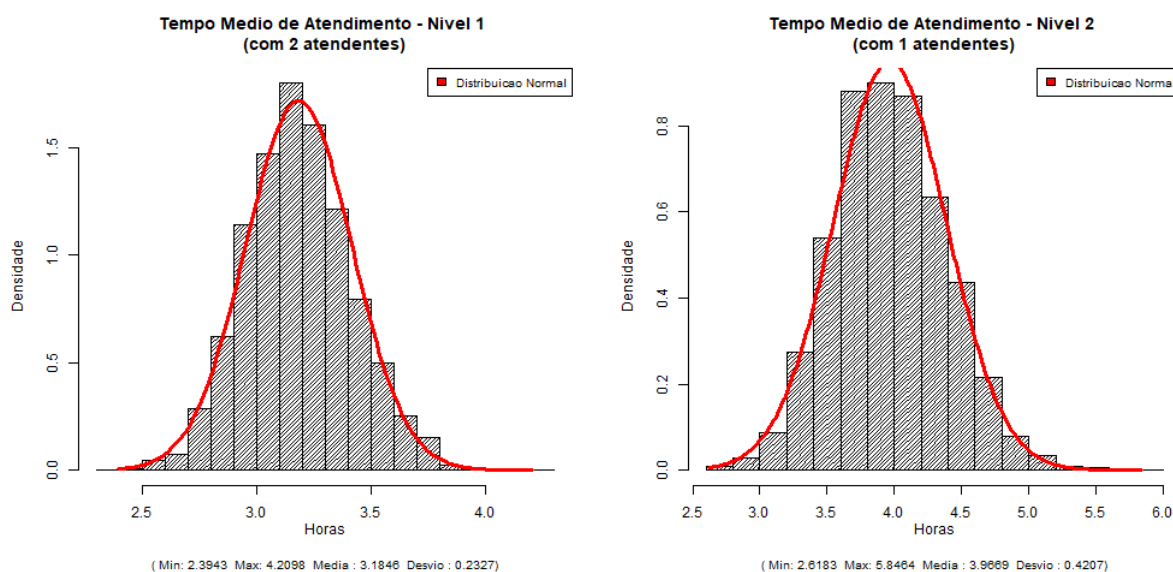
Figura 43 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento III



Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 44 exibe os histogramas do **tempo médio de atendimento** das equipes nível 1 e nível 2. Pelo gráfico observa-se uma variação de 2,39 horas a 4,2 horas para a equipe de nível 1, com média de **3,18 horas**. Para a equipe de nível 2 os valores oscilaram entre 2,6 horas e 5,8 horas, com média de **3,96 horas**.

Figura 44 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento III



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4 Experimento IV

Neste quarto experimento replicou-se o modelo de simulação considerando como quantitativos de atendentes: 2 atendentes de nível 1 e 2 atendentes de nível 2. A [Tabela 13](#) apresenta o sumário estatístico das variáveis presentes no arquivo de *log* consideradas nesta análise.

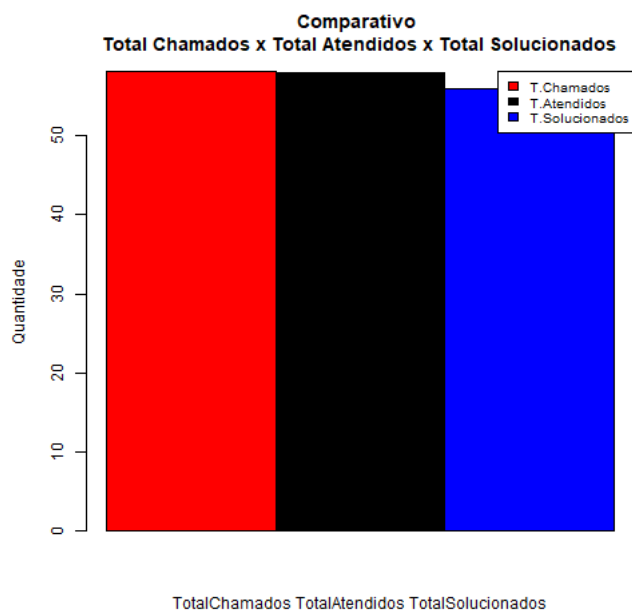
Tabela 13 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de *log* gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento IV

REPETICAO	ATEND1	ATEND2	TOTAL.CHAMADOS	TOTAL.ATENDIDOS
Min. : 1.0	Min. :2	Min. :2	Min. :35.00	Min. :35.00
1st Qu.: 750.8	1st Qu.:2	1st Qu.:2	1st Qu.:53.00	1st Qu.:53.00
Median :1500.5	Median :2	Median :2	Median :58.00	Median :58.00
Mean :1500.5	Mean :2	Mean :2	Mean :58.28	Mean :58.06
3rd Qu.:2250.2	3rd Qu.:2	3rd Qu.:2	3rd Qu.:63.00	3rd Qu.:63.00
Max. :3000.0	Max. :2	Max. :2	Max. :93.00	Max. :90.00
TOTAL.SOLUCIONADOS	TOTAL.ATEND.N1	TOTAL.ATEND.N2	TOTAL.SOLUC.N1	
Min. :34.00	Min. :35.00	Min. :10.00	Min. :13.00	
1st Qu.:51.00	1st Qu.:53.00	1st Qu.:24.00	1st Qu.:25.00	
Median :56.00	Median :58.00	Median :28.00	Median :29.00	
Mean :55.96	Mean :58.06	Mean :28.03	Mean :28.66	
3rd Qu.:61.00	3rd Qu.:63.00	3rd Qu.:32.00	3rd Qu.:32.00	
Max. :86.00	Max. :90.00	Max. :50.00	Max. :49.00	
TOTAL.SOLUC.N2	TMA.N1.GLOBAL	TMA.N2.GLOBAL	OCIO.N1.GLOBAL	
Min. :10.0	Min. :2.493	Min. :2.167	Min. :0.1751	
1st Qu.:24.0	1st Qu.:3.026	1st Qu.:3.680	1st Qu.:0.4014	
Median :27.0	Median :3.168	Median :3.958	Median :0.4548	
Mean :27.3	Mean :3.177	Mean :3.962	Mean :0.4519	
3rd Qu.:31.0	3rd Qu.:3.326	3rd Qu.:4.250	3rd Qu.:0.5054	
Max. :50.0	Max. :4.179	Max. :5.338	Max. :0.6954	
OCIO.N2.GLOBAL	UTIL.N1.GLOBAL	UTIL.N2.GLOBAL		
Min. :0.4049	Min. :0.3046	Min. :0.09239		
1st Qu.:0.6259	1st Qu.:0.4946	1st Qu.:0.28236		
Median :0.6723	Median :0.5452	Median :0.32770		
Mean :0.6703	Mean :0.5481	Mean :0.32967		
3rd Qu.:0.7176	3rd Qu.:0.5986	3rd Qu.:0.37407		
Max. :0.9076	Max. :0.8249	Max. :0.59511		

Fonte: Elaboração do autor.

A **efetividade** medida neste experimento considerou que na média foram gerados 58 chamados, sendo o número médio de chamados atendidos igual a 58. Apesar de todos os chamados terem seu atendimento iniciado até o término do horizonte de simulação, 55 foram solucionados dentro do tempo de simulação.. Calculando a razão dos solucionados sobre os atendidos obtêm-se uma efetividade de **94,82%**. Os quantitativos são apresentados na [Figura 45](#).

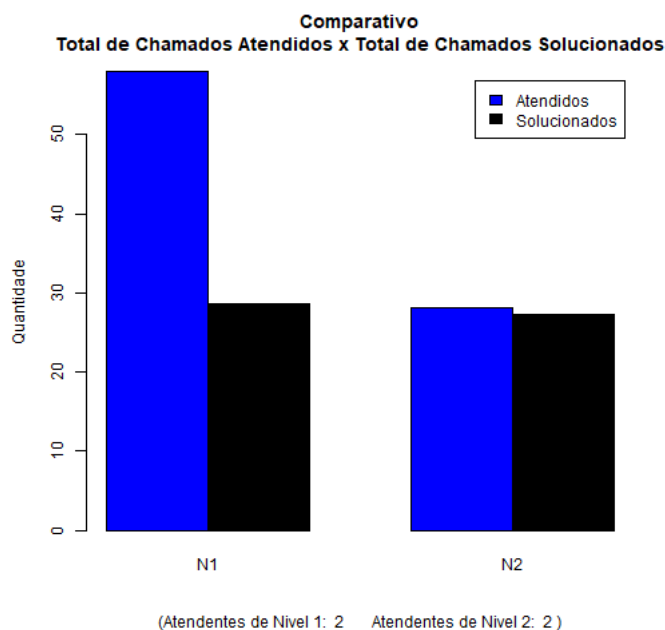
Figura 45 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento IV



Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação à contribuição de cada equipe, observa-se pela [Figura 46](#) que, em média, o total de chamados solucionados pela equipe de nível 1 foi de 28, e de nível 2 foram 27.

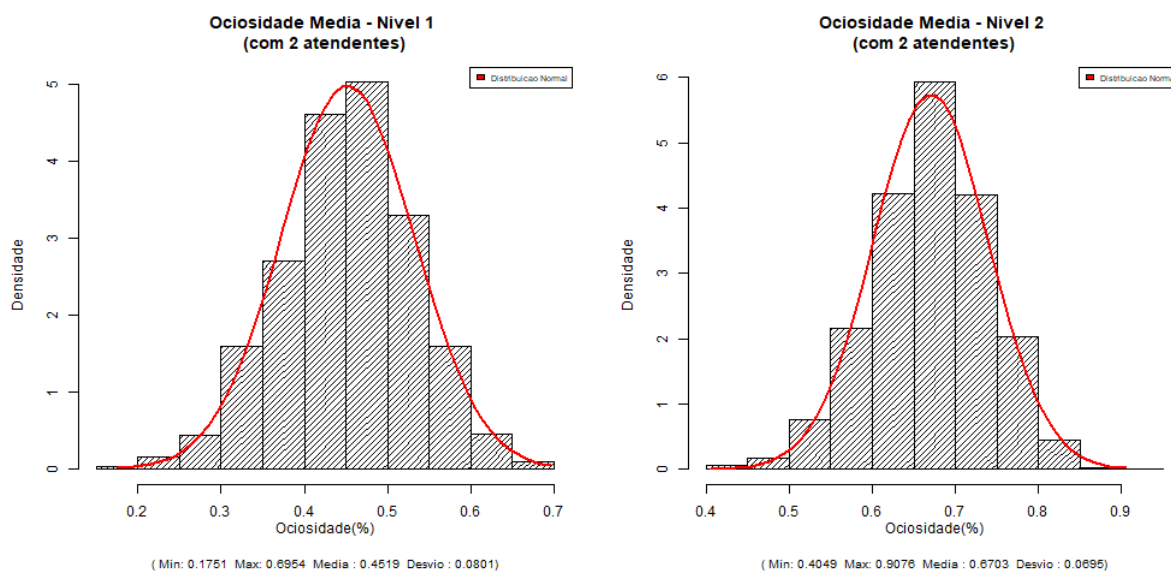
Figura 46 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento IV.



Fonte: Elaborado pelo autor

Sobre o indicador **ociosidade média** das equipes de nível 1 e nível 2, os valores de ociosidade média nível 1 oscilam entre 17% a 69%, com valor médio de **45,19%**. Já os valores de ociosidade média para a equipe de atendentes nível 2 têm média de **67,03%**, com variação observada entre 40% a 90%. Maiores detalhes podem ser consultados na [Figura 47](#).

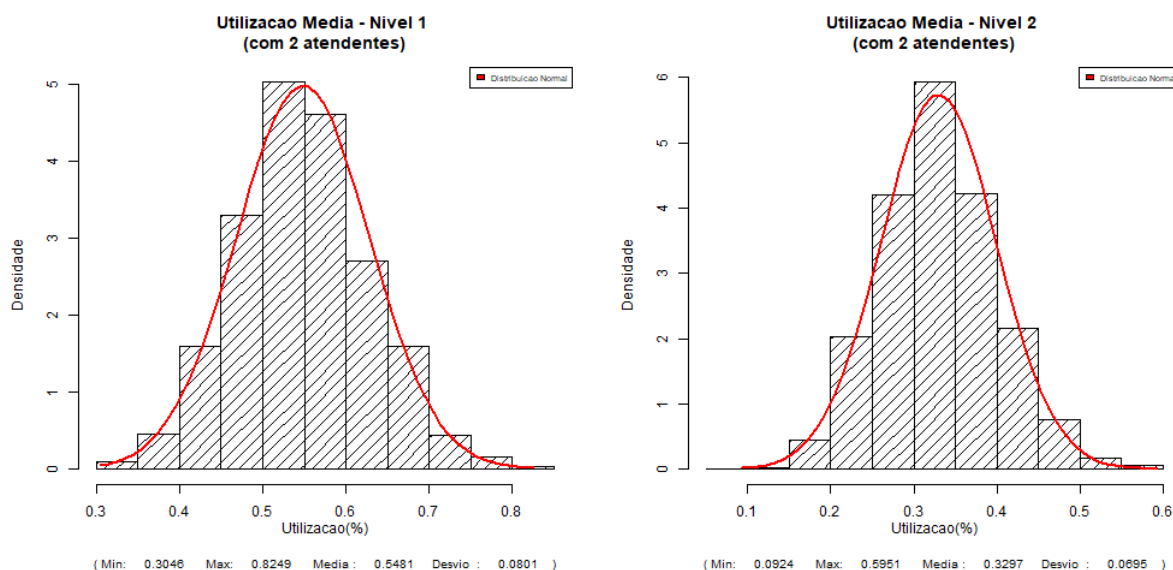
Figura 47 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento IV



Fonte: Elaborado pelo autor

Sobre **utilização média** das equipes, o histograma apresentado na [Figura 48](#), mostra que o valor de utilização média da equipe de atendentes de nível 1 é de **54,5%** (com variação entre 30% e 82%). Para os atendentes de nível 2, a utilização é de apenas **32%**, com valores oscilando entre 9% e 59%. Observando-se o resultado corrente em relação ao Experimento III (que foi até o momento o experimento que apresentou melhor variação positiva na efetividade), verifica-se a redução de praticamente 50% na utilização da equipe de nível 2, sugerindo até o presente momento que o melhor dimensionamento observado é formado por 2 atendente de nível 1 e apenas 1 atendente de nível 2, cenário este descrito no Experimento III.

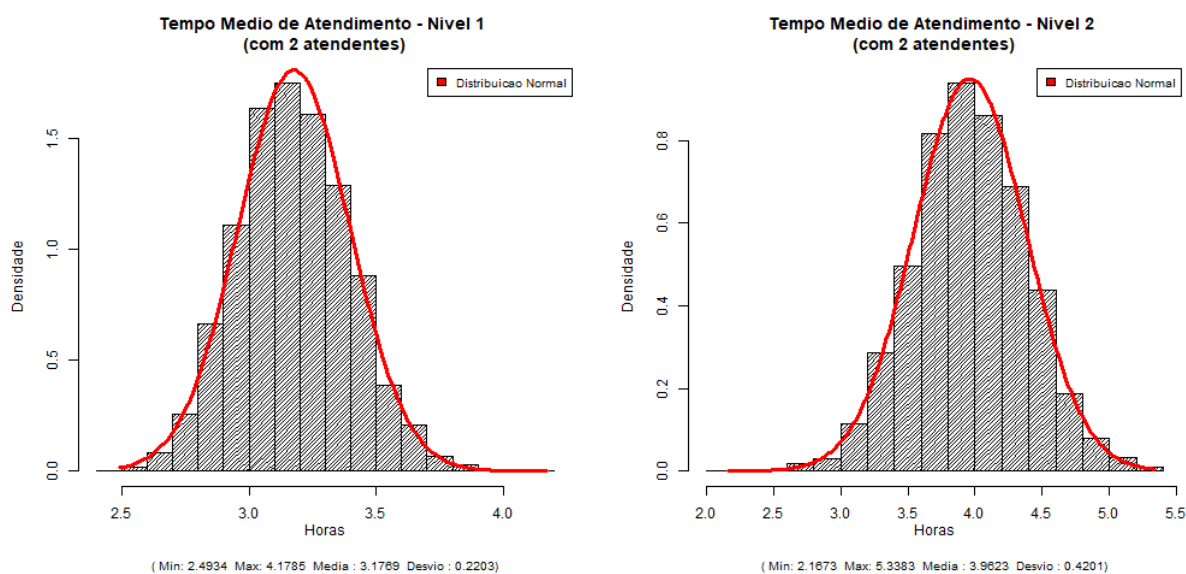
Figura 48 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento IV



Fonte: Elaborado pelo autor

Pra finalizar a análise deste experimento, os histogramas do **tempo médio de atendimento** das equipes nível 1 e nível 2 são apresentados na [Figura 49](#). Observa-se na figura que o tempo médio de atendimento da equipe de nível 1 é de **3,17 horas** (com variação entre 2,49 horas e 4,17 horas), enquanto que o tempo médio de atendimento da equipe nível 2 é da ordem de **3,96 horas** (com variação entre 2,16 horas e 5,33 horas).

Figura 49 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento IV



Fonte: Elaborado pelo autor

5.5 Experimento V

Para este experimento o número de atendentes foi alterado de forma que o tamanho da equipe de nível 1 será formada por 3 atendentes, enquanto que a equipe de nível 2 terá a sua disposição apenas 1 atendente. A [Tabela 14](#) apresenta o sumário estatístico dos resultados obtidos.

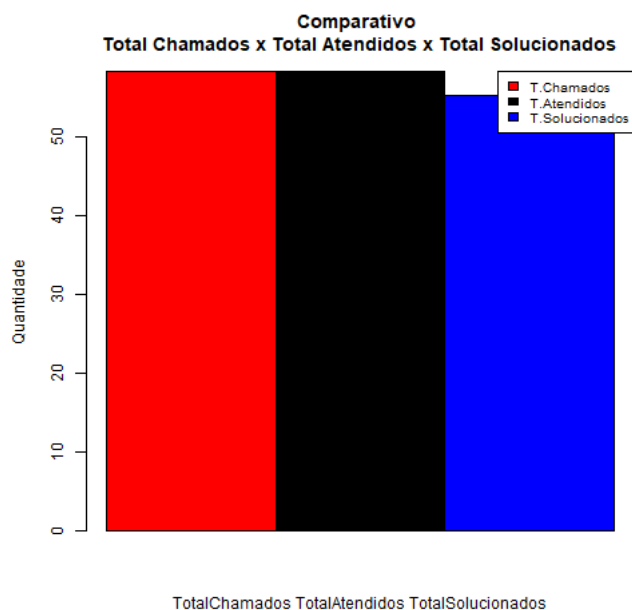
Tabela 14 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de *log* gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento V

REPETICAO	ATEND1	ATEND2	TOTAL.CHAMADOS	TOTAL.ATENDIDOS
Min. : 1.0	Min. :3	Min. :1	Min. :35.00	Min. :35.00
1st Qu.: 750.8	1st Qu.:3	1st Qu.:1	1st Qu.:53.00	1st Qu.:53.00
Median :1500.5	Median :3	Median :1	Median :58.00	Median :58.00
Mean :1500.5	Mean :3	Mean :1	Mean :58.46	Mean :58.44
3rd Qu.:2250.2	3rd Qu.:3	3rd Qu.:1	3rd Qu.:64.00	3rd Qu.:64.00
Max. :3000.0	Max. :3	Max. :1	Max. :87.00	Max. :87.00
TOTAL.SOLUCIONADOS	TOTAL.ATEND.N1	TOTAL.ATEND.N2	TOTAL.SOLUC.N1	
Min. :34.00	Min. :35.00	Min. :13.00	Min. :12.00	
1st Qu.:50.00	1st Qu.:53.00	1st Qu.:24.00	1st Qu.:25.00	
Median :55.00	Median :58.00	Median :27.00	Median :29.00	
Mean :55.29	Mean :58.44	Mean :27.17	Mean :29.03	
3rd Qu.:60.00	3rd Qu.:64.00	3rd Qu.:30.00	3rd Qu.:32.00	
Max. :81.00	Max. :87.00	Max. :43.00	Max. :50.00	
TOTAL.SOLUC.N2	TMA.N1.GLOBAL	TMA.N2.GLOBAL	OCIO.N1.GLOBAL	
Min. :11.00	Min. :2.459	Min. :2.448	Min. :0.4202	
1st Qu.:23.00	1st Qu.:3.027	1st Qu.:3.689	1st Qu.:0.5958	
Median :26.00	Median :3.172	Median :3.973	Median :0.6320	
Mean :26.26	Mean :3.183	Mean :3.967	Mean :0.6313	
3rd Qu.:29.00	3rd Qu.:3.332	3rd Qu.:4.245	3rd Qu.:0.6678	
Max. :43.00	Max. :3.999	Max. :5.680	Max. :0.8195	
OCIO.N2.GLOBAL	UTIL.N1.GLOBAL	UTIL.N2.GLOBAL		
Min. :0.01956	Min. :0.1805	Min. :0.2186		
1st Qu.:0.27817	1st Qu.:0.3322	1st Qu.:0.5531		
Median :0.35997	Median :0.3680	Median :0.6400		
Mean :0.36175	Mean :0.3687	Mean :0.6382		
3rd Qu.:0.44692	3rd Qu.:0.4042	3rd Qu.:0.7218		
Max. :0.78142	Max. :0.5798	Max. :0.9804		

Fonte: Elaboração do autor.

Observando-se o total de chamados gerados, neste experimento reporta-se uma média de 58 chamados gerados, 58 chamados atendidos e 55 solucionados. Com esses valores estima-se uma **efetividade** de **94,82%**, ou seja, idêntico à efetividade calculada, na média, para o Experimento IV, porém com um custo financeiro maior associado com a contratação de mais um atendente. O gráfico ilustrado na [Figura 50](#) apresenta esses quantitativos.

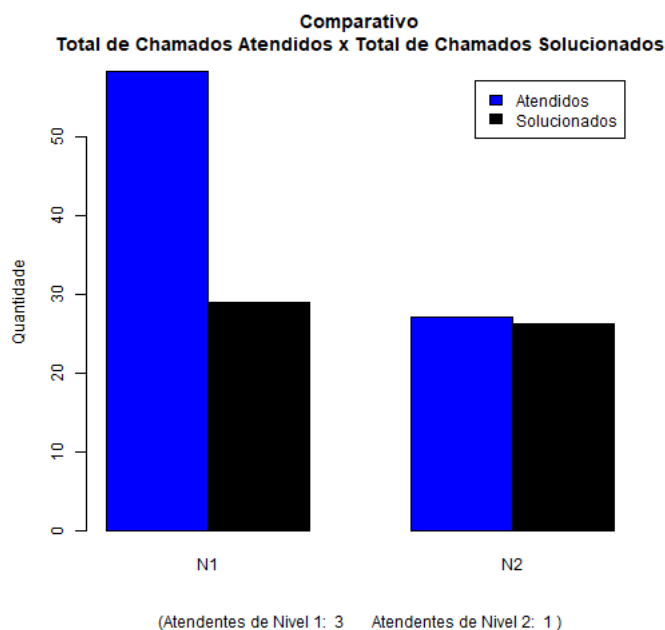
Figura 50 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento V



Fonte: Elaborado pelo autor

Outra observação que pode-se levar em conta é que a média do total de chamados solucionados para cada nível entre as replicações do modelo foi de 29 chamados para a equipe de nível 1, contra 26 chamados solucionados pela equipe de nível 2, dados estes ilustrados na [Figura 51](#).

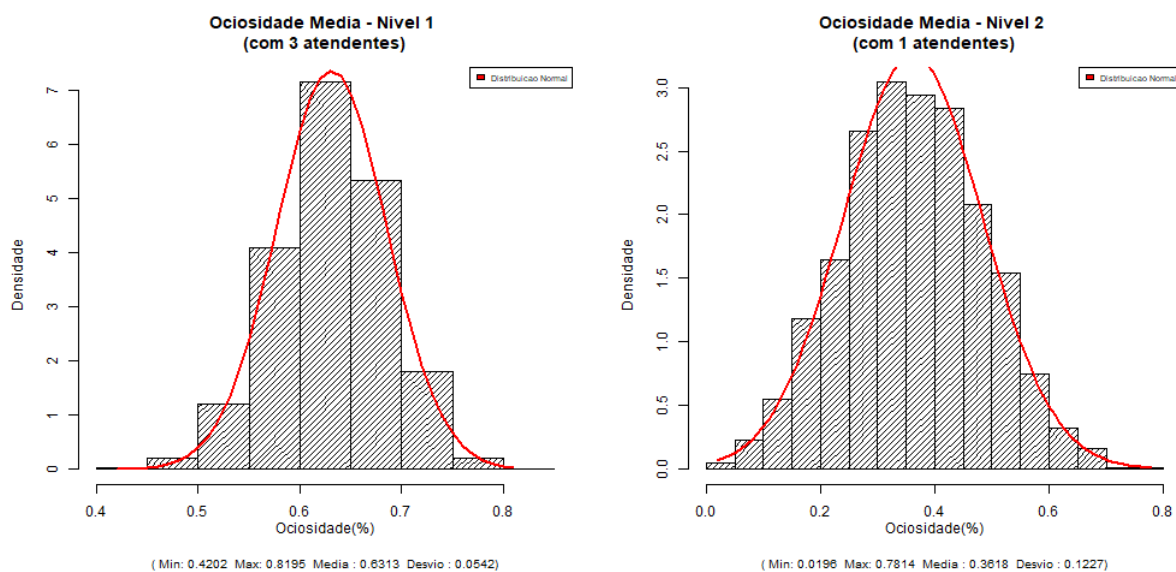
Figura 51 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento V



Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação ao indicador de desempenho **ociosidade média**, os valores observados deste indicador para a equipe de nível 1 ficaram entre 42% a 81%, com média de **63,1%**. Para a equipe de nível 2, a ociosidade observada oscilou entre 1,9% a 78,14%, com média de **36%**. Os histogramas correspondentes a este indicador são ilustrados na [Figura 52](#).

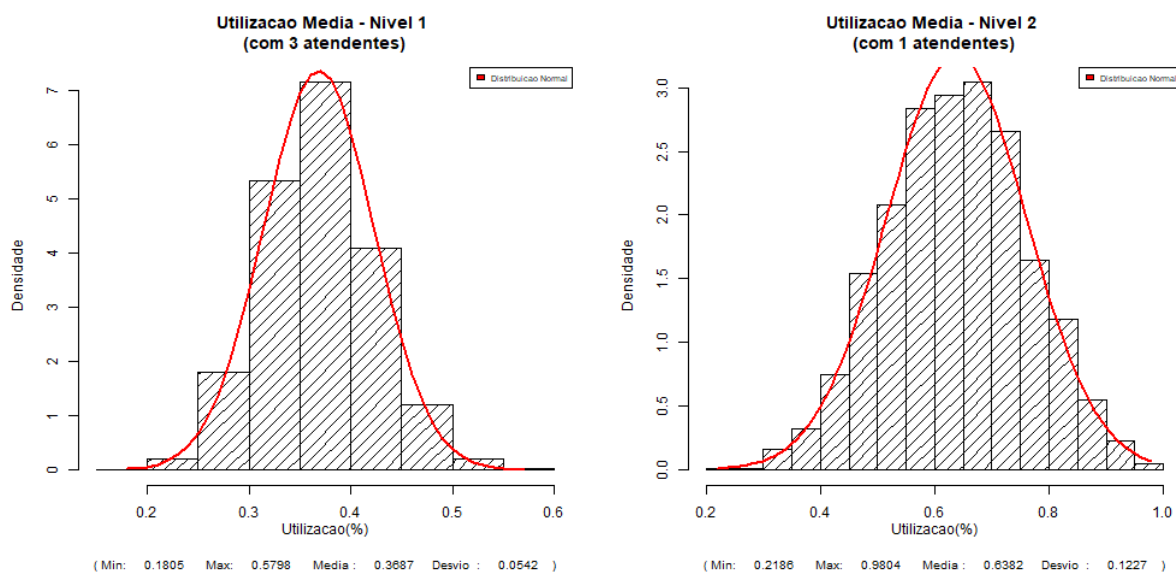
Figura 52 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento V



Fonte: Elaborado pelo autor

O cômputo da **utilização média** de cada equipe é dado na [Figura 53](#). Por ele nota-se que a média de utilização da equipe de nível 1 é de **36,8%**, com variação entre 18% e 57%, enquanto que o valor observado para o mesmo indicador para a equipe de nível 2 é de **63,8%** (oscilando entre 21,8% e 98%).

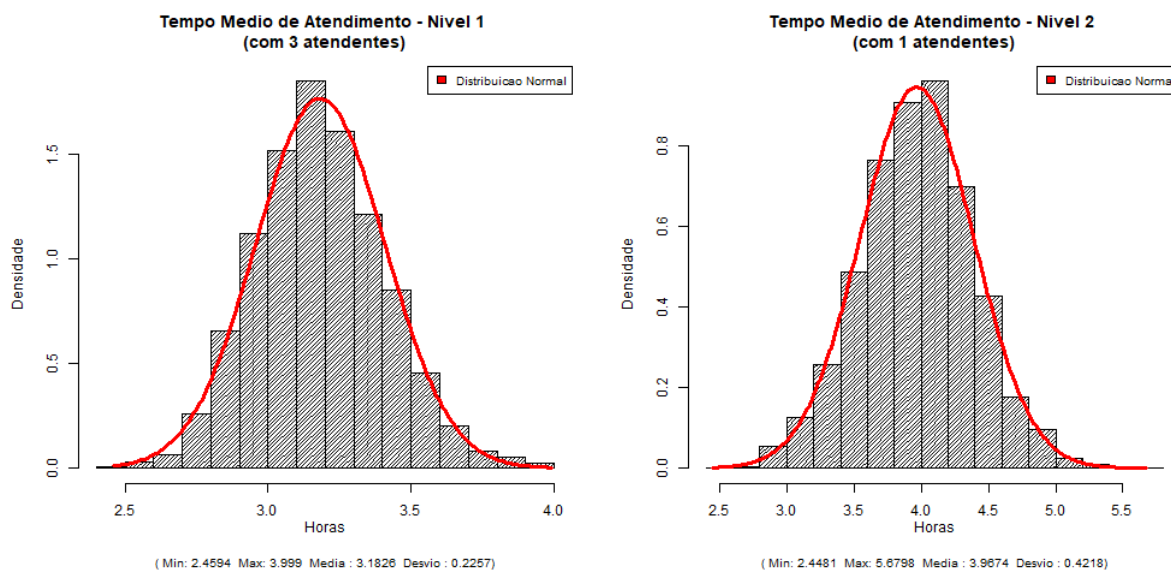
Figura 53 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento V



Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, são apresentados os histogramas do **tempo médio de atendimento** das equipes nível 1 e nível 2 na [Figura 54](#). Pela figura observa-se um tempo médio de atendimento nível 1 entre 2,4 horas a 3,9 horas, e de 2,4 horas a 5,6 horas para o nível 2, sendo que em média tem-se utilizado **3,18 horas** para atendimentos nível 1 e **3,96 horas** para atendimento nível 2.

Figura 54 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento V



Fonte: Elaborado pelo autor

5.6 Experimento VI

Nesta seção reporta-se o resultado do último experimento inicial realizado, que considera cenário com 3 atendentes de nível 1 e com 2 atendentes de nível 2. A [Tabela 15](#) resume o sumário estatístico dos dados gerados pela replicação deste cenário.

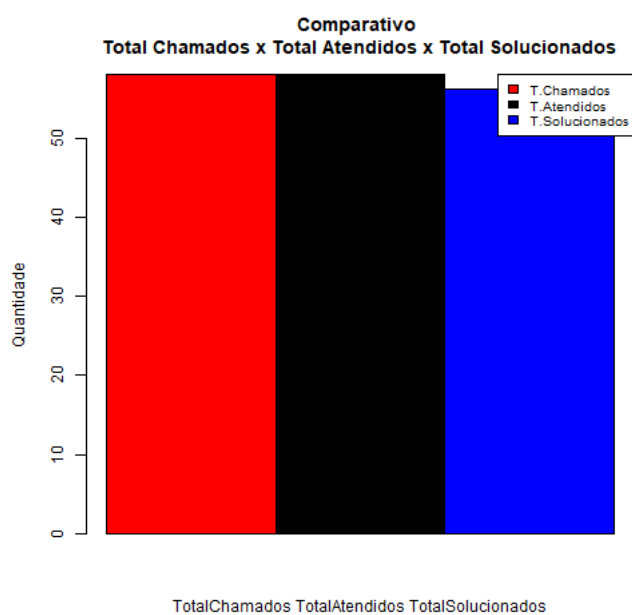
Tabela 15 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de *log* gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento VI

REPETICAO	ATEND1	ATEND2	TOTAL.CHAMADOS	TOTAL.ATENDIDOS
Min. : 1.0	Min. :3	Min. :2	Min. :33.00	Min. :33.0
1st Qu.: 750.8	1st Qu.:3	1st Qu.:2	1st Qu.:53.00	1st Qu.:53.0
Median :1500.5	Median :3	Median :2	Median :58.00	Median :58.0
Mean :1500.5	Mean :3	Mean :2	Mean :58.23	Mean :58.2
3rd Qu.:2250.2	3rd Qu.:3	3rd Qu.:2	3rd Qu.:63.00	3rd Qu.:63.0
Max. :3000.0	Max. :3	Max. :2	Max. :88.00	Max. :88.0
TOTAL.SOLUCIONADOS	TOTAL.ATEND.N1	TOTAL.ATEND.N2	TOTAL.SOLUC.N1	
Min. :33.00	Min. :33.0	Min. :11.00	Min. :14.0	
1st Qu.:51.00	1st Qu.:53.0	1st Qu.:24.00	1st Qu.:25.0	
Median :56.00	Median :58.0	Median :28.00	Median :29.0	
Mean :56.24	Mean :58.2	Mean :28.07	Mean :28.9	
3rd Qu.:62.00	3rd Qu.:63.0	3rd Qu.:32.00	3rd Qu.:32.0	
Max. :82.00	Max. :88.0	Max. :48.00	Max. :50.0	
TOTAL.SOLUC.N2	TMA.N1.GLOBAL	TMA.N2.GLOBAL	OCIO.N1.GLOBAL	
Min. :11.00	Min. :2.427	Min. :2.484	Min. :0.4083	
1st Qu.:24.00	1st Qu.:3.024	1st Qu.:3.683	1st Qu.:0.5967	
Median :27.00	Median :3.165	Median :3.946	Median :0.6341	
Mean :27.34	Mean :3.176	Mean :3.957	Mean :0.6333	
3rd Qu.:31.00	3rd Qu.:3.323	3rd Qu.:4.220	3rd Qu.:0.6705	
Max. :48.00	Max. :3.984	Max. :5.477	Max. :0.8121	
OCIO.N2.GLOBAL	UTIL.N1.GLOBAL	UTIL.N2.GLOBAL		
Min. :0.4254	Min. :0.1879	Min. :0.1322		
1st Qu.:0.6245	1st Qu.:0.3295	1st Qu.:0.2826		
Median :0.6731	Median :0.3659	Median :0.3269		
Mean :0.6701	Mean :0.3667	Mean :0.3299		
3rd Qu.:0.7174	3rd Qu.:0.4033	3rd Qu.:0.3755		
Max. :0.8678	Max. :0.5917	Max. :0.5746		

Fonte: Elaboração do autor.

Analisando a **efetividade**, observa-se que o total de chamados gerados foi, na média, de 58 chamados, sendo destes 58 atendidos com 56 solucionados. Este quantitativo, exibido na [Figura 55](#), resulta em uma efetividade de **96,55%**.

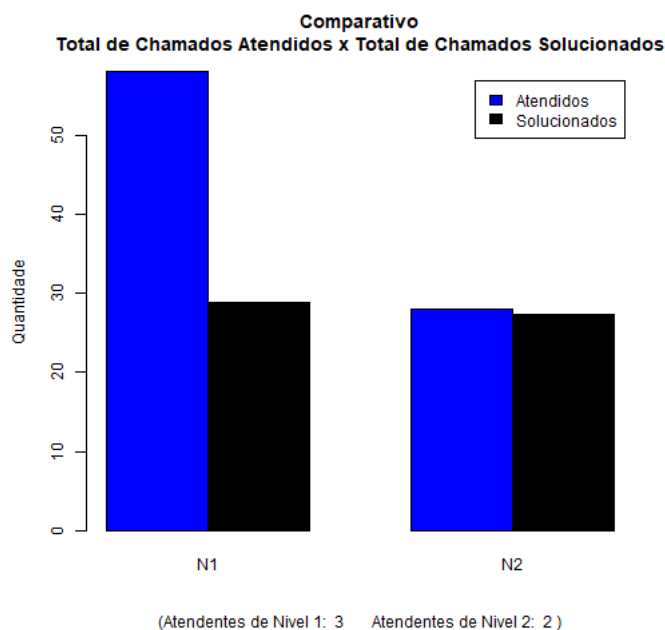
Figura 55 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento VI



Fonte: Elaborado pelo autor

A [Figura 56](#) ilustra a contribuição de cada equipe para a resolução dos chamados gerados. Dentre os 56 chamados solucionados, atribui-se à equipe de nível 1 a resolução de 28 chamados na média, enquanto que o valor observado para a equipe de nível 2 é de 27 chamados.

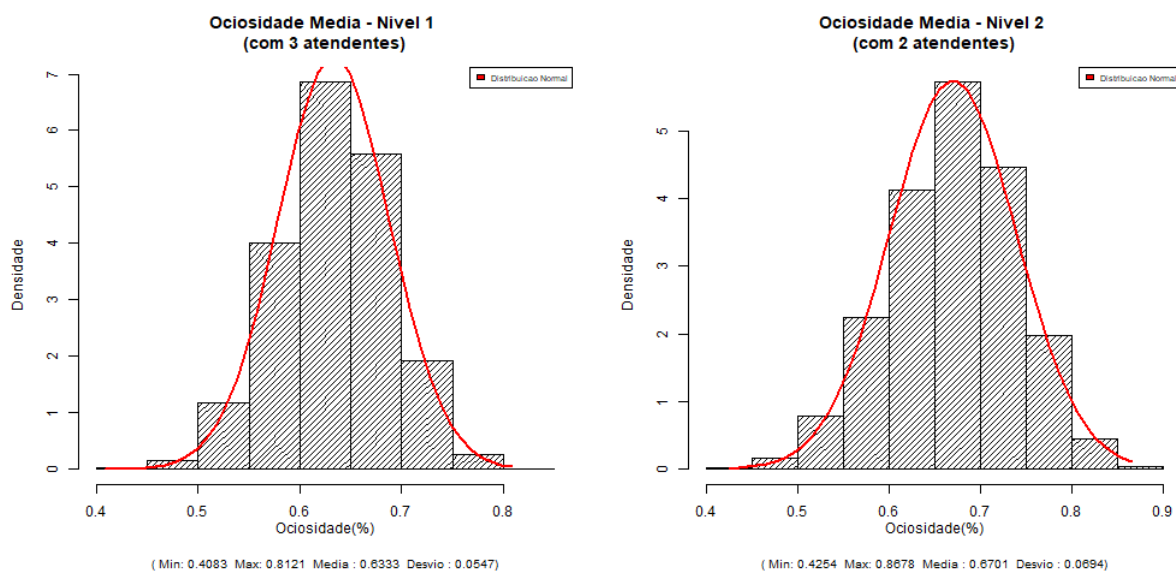
Figura 56 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento VI



Fonte: Elaborado pelo autor

Sobre a análise de **ociosidade média** das equipes de nível 1 e nível 2 do Experimento VI, observou-se uma variação de 40% a 81% nos valores de ociosidade média na equipe de nível 1, com média de **63,3%**, enquanto que para o mesmo indicador a equipe de nível 2 apresentou uma variação de 42% a 86%, com média de **67%** como mostra o histograma apresentado na [Figura 57](#).

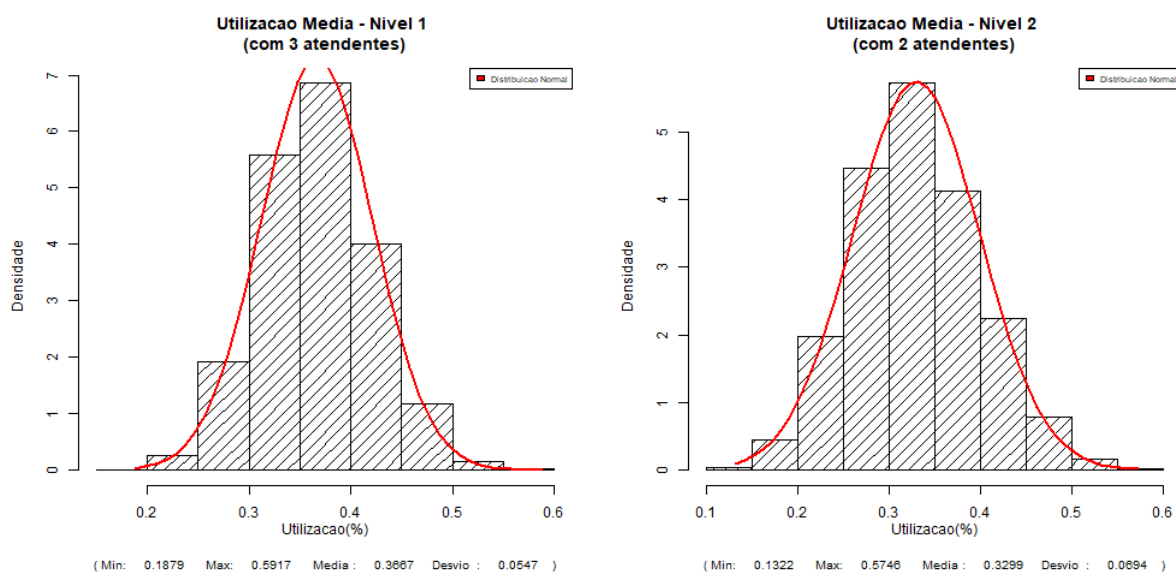
Figura 57 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VI



Fonte: Elaborado pelo autor

Com relação a **utilização média** das equipes, o histograma apresentado na [Figura 58](#) sugere que a média de utilização da equipe de nível 1 é de **36%** (variando de 18,7% a 59,1%), enquanto que para os atendentes do nível 2 a utilização média registrada é de **32%**, variando entre 13,2% a 57,4%.

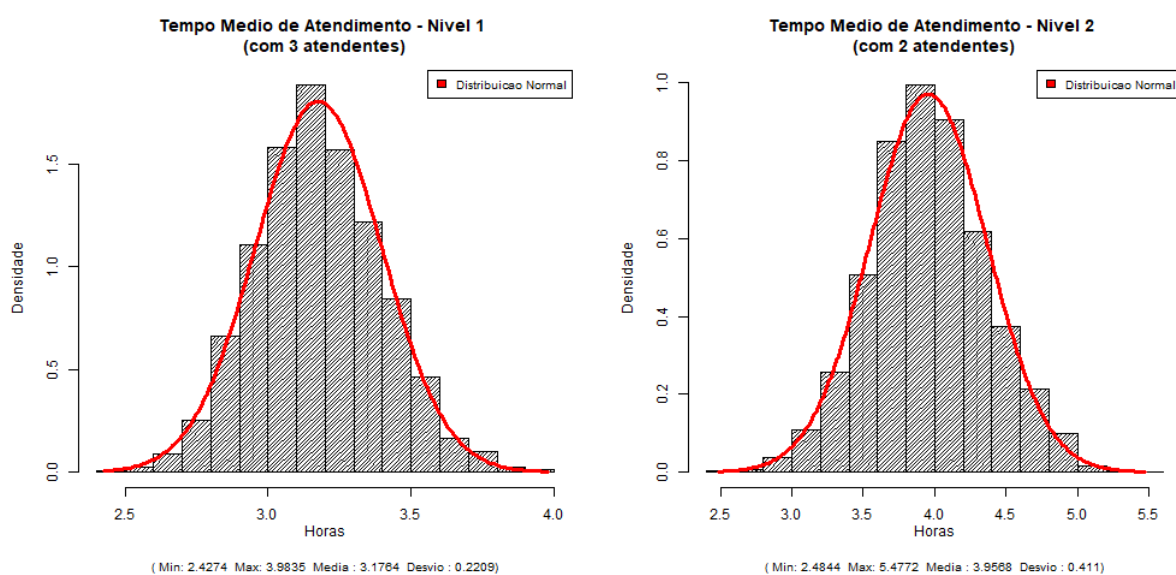
Figura 58 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VI



Fonte: Elaborado pelo autor

Para encerrar a análise do Experimento VI, o histograma contendo o **tempo médios de atendimento** de ambas as equipes é dado na [Figura 59](#). Os dados observados no gráfico sugerem que o tempo médio de atendimento para os atendentes de nível 1 ficou entre 2,4 horas e 3,9 horas, com média de **3,17 horas**. A equipe de atendentes de nível 2 registrou um tempo médio de atendimento de **3,95 horas**, com variação entre 2,4 horas e 5,4 horas.

Figura 59 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento VI



Fonte: Elaborado pelo autor

5.7 Resumo e Discussão dos Experimentos I, II, III, IV, V e VI

A [Tabela 16](#) resume os resultados obtidos nos cenários I, II, III, IV, V e VI experimentados, permitindo uma discussão comparativa do desempenho em cada cenário, considerando dimensionamento da equipe e resposta aos indicadores de desempenho medidos. Os valores que nela constam foram obtidos a partir do sumário estatísticos de cada uma das variáveis analisadas sobre os *datasets* gerados via arquivo de *log* de cada cenário. Aproximações nos valores de casas decimais foram utilizadas quando conveniente.

Tabela 16 – Resumo Comparativo entre os Indicadores de Desempenho para os Experimentos I, II, III, IV, V e VI

Indicador	Medida	I	II	III	IV	V	VI
Quantidade de Atendentes	Nível1	1	1	2	2	3	3
	Nível2	1	2	1	2	1	2
Chamados Gerados	Min	34	33	33	35	35	33
	Max	90	88	85	93	87	88
	Média	57	58	58	58	58	58
Chamados Atendidos	Min	29	32	33	35	35	33
	Max	62	63	85	90	87	88
	Média	48	49	58	58	58	58
Chamados Solucionados	Min	27	30	32	34	34	33
	Max	58	60	78	86	81	82
	Média	45	47	54	55	55	56
Efetividade	Média	78,94%	81,03%	93,22%	94,82%	94,82%	96,55%
Ociosidade Equipe Nível 1	Min	0%	0%	17,2%	17,5%	42,02%	40,83%
	Max	38,43%	38,42%	73,7%	69,5%	81,95%	81,21%
	Média	7,7%	5,8%	45%	45,19%	63,13%	63,3%
Utilização Equipe Nível 1	Min	61,5%	61,5%	26,2%	30,46%	18,05%	18,79%
	Max	100%	100%	82,7%	82,49%	57,98%	59,17%
	Média	92,3%	92,3%	54,9%	54,52%	36,87%	36,6%
Ociosidade Equipe Nível 2	Min	49,79%	49,49%	1,35%	40,49%	1,95%	42,54%
	Max	89,21%	89,21%	71,11%	90,76%	78,14%	86,7%
	Média	71,7%	71,7%	36,53%	67,03%	36,17%	67%
Utilização Equipe Nível 2	Min	10,79%	10,79%	28,89%	9,23%	21,86%	13,22%
	Max	50,21%	50,21%	98,65%	59,51%	98,04%	57,46%
	Média	28,3%	28,29%	63,47%	32,96%	63,82%	32,99%
Tempo Médio de Atendimento Nível 1(horas)	Min	2,39h	2,38h	2,39h	2,49h	2,45h	2,42h
	Max	4,44h	4,29h	4,21h	4,17h	3,99h	3,98h
	Média	3,20h	3,21h	3,18h	3,17h	3,18h	3,17h
Tempo Médio de Atendimento Nível 2 (horas)	Min	2,28h	2,37h	2,61h	2,16h	2,44h	2,48h
	Max	6,04h	5,92h	5,84h	5,33h	5,68h	5,47h
	Média	3,99h	4h	3,96h	3,96h	3,96h	3,95h

Fonte: Elaboração do autor.

A análise será conduzida inicialmente de maneira individual para cada indicador de desempenho, com uma conclusão que unifica a decisão de simular o melhor cenário dentre aqueles apresentados nos experimentos I, II, III, IV, V e VI. A [Tabela 16](#) apresentada será essencial neste entendimento.

Primeiramente, iremos analisar o indicador **efetividade**. Pela [Tabela 16](#), observa-se uma melhoria na efetividade de maior variação quando parte-se do cenário contido no Experimento II para o cenário contido no **Experimento III**, onde a mudança mais significativa é o acréscimo de atendentes de nível 1 de 1 atendente para 2 atendentes, mudança esta que impactou em **melhoria de cerca de 10%** na efetividade. Nos demais cenários que sucedem o Experimento III, a quantidade de atendentes se manteve ou foi incrementada, sendo o impacto deste acréscimo muito pouco significativo neste indicador. Uma possível hipótese é que o aumento na quantidade de atendentes nível 1 permite que chamados pendentes na fila de chamados não processados possam ter seus atendimentos iniciados mais breve do que no cenário com apenas 1 atendente, mas até o limite de 2 atendentes. Para completar esse raciocínio iremos agora analisar a ociosidade média e utilização média da equipe.

Quando analisa-se a variação da **ociosidade média** das equipes, percebe-se que o aumento do quantitativo em 1 atendente de nível 1 faz com que a ociosidade saia de 7% para 45%. Nos Experimentos I e II o atendente trabalhou mais de 90% do tempo atendendo aos chamados gerados, no caso médio, sem contar os casos onde ele operou efetivamente em 100% do tempo, já que houveram cenários registrados de utilização plena. Com a variação no número de atendentes da equipe nível 1 para 2 atendentes, situação que foi apresentada no Experimento III, a ociosidade da equipe aumenta para 45%, na média. Explica-se este fato assumindo que o trabalho a realizar não se alterou, visto que a quantidade de chamados gerados foi quase constante ao longo dos seis experimentos, logo o trabalho esperado foi dividido entre os 2 atendentes, fazendo com que o mesmo trabalho fosse realizado em metade do tempo, tornando-os livre mais cedo que o previsto. Observe a queda da utilização de 92% nos dois primeiros experimentos para 54% no Experimento III. Esta hipótese fica mais bem embasada quando observa-se a variação da ociosidade e utilização nos Experimentos V e VI, onde o quantitativo de atendentes nível 1 aumenta para 3 - causando um aumento da ociosidade para 60%, com utilização efetiva média de 30%. Novamente, como a quantidade de chamados não se alterou ao longo dos experimentos, então o trabalho foi dividido para três atendentes, com valor de utilização de cada atendente caindo para $1/3$ de suas capacidade enquanto sua ociosidade aumenta para $2/3$ do horizonte de tempo. Isto posto, os dados comprovam a hipótese levantada. Sobre a equipe de nível 2, aumentar seu quantitativo apenas piorou o indicador de ociosidade e utilização, com quase nenhum impacto sobre a quantidade de chamados solucionados. Isso sugere que o gargalo do processo encontra-se na quantidade de atendentes de nível 1 utilizados, com pouco impacto no tamanho da equipe de atendentes nível 2 considerando a taxa de chamados por complexidade reportada pelos especialistas da empresa alvo.

Sobre o indicador **tempo médio de atendimento**, não se observou mudanças significativas do mesmo ao longo de todos os experimentos realizados. Isso ocorre porque o atendimento é um processo independente que ocorre de maneira atômica em cada atendente, com pouca interferência externa, sendo afetado apenas pela preempção de um atendimento de baixa prioridade. Pelos resultados observa-se que na média a preempção não foi muito negativa para cada atendimento, se observarmos cada um dos atendimentos em separado, justificando, portanto, que um atendente tenha seu atendimento pausado para atender a novos chamados com incidentes mais importantes, sendo política recomendada para a empresa, já que o impacto observado é ínfimo e independente do quantitativo de atendentes disponível.

Isto posto, pode-se fazer um balanço dos resultados para determinar qual cenário pode ser mais experimentado para ver se seu comportamento altera-se ao longo de 3, 6 e 12 meses de simulação. Se consideramos que a partir de 2 atendentes nível 1 ou nível 2 a equipe torna-se mais ineficiente, o Experimento I apresenta o caso com melhor

relação custo-benefício. No entanto, entende-se que para um setor de *Service Desk* o indicador efetividade é um medidor direto da qualidade do serviço de atendimento, e pode impactar diretamente na imagem da empresa frente aos seus clientes. Logo, o melhor cenário pensando na percepção externa da empresa é aquele representado pelo Experimento III. Abstraindo-se o custo financeiro de contratação, ele é o caso onde garante-se a maioria significativa dos chamados atendidos em até 1 mês, sem muito acúmulo de chamados pendentes para os demais meses. Isto posto, o cenário parametrizado para o Experimento III foi experimentado em uma situação mais exaustiva, considerando horizonte de tempo de simulação correspondente à 3, 6 e 12 meses.

É preciso frisar que esta afirmação ocorre apenas considerando o cenário de 40 clientes, com a temporização usada no experimento, não devendo ser interpretado como uma decisão exata para um caso geral. Se a quantidade de clientes se altera, assim como a complexidade dos casos incidentes, ou ainda ocorre variação no tempo necessário para processar um chamado, então é preciso refazer os experimentos de forma a dar uma resposta mais precisa para o gestor da empresa. Neste caso, a decisão final a ser tomada pode ser apoiada pelos resultados sugeridos pela simulação, em conjunto com análise de outros fatores externos ao modelo (como por exemplo, o custo envolvido na mobilização de novos funcionários, a demanda esperada de novos clientes no próximo período de 6 meses, a complexidade dos novos projetos assumidos e conseqüente resolução de erros de implementação, dentre outros).

5.8 Experimento VII

Neste experimento o cenário com 40 clientes foi executado por 504 horas, ou seja, tempo de 3 meses, considerando 2 atendentes de nível 1 e 1 atendente de nível 2, replicados 3.000 vezes, consumindo um tempo de simulação de 29 minutos e 11 segundos na plataforma de *hardware* documentada. Os resultados obtidos a partir das replicações são apresentados na [Tabela 17](#) a qual apresenta o sumário estatístico dos dados gerados pela replicação do cenário correspondente aos quantitativos descritos no Experimento VII.

Tabela 17 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de *log* gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento VII

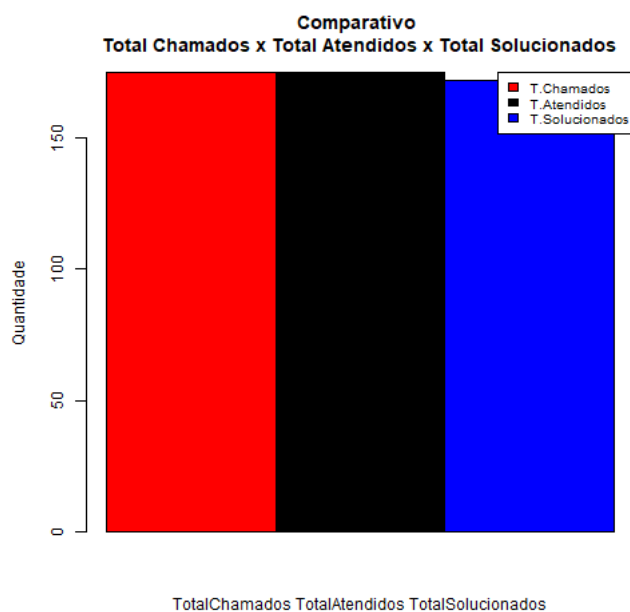
REPETICAO	ATEND1	ATEND2	TOTAL.CHAMADOS	TOTAL.ATENDIDOS
Min. : 1.0	Min. :2	Min. :1	Min. :135.0	Min. :135.0
1st Qu.: 750.8	1st Qu.:2	1st Qu.:1	1st Qu.:166.0	1st Qu.:166.0
Median :1500.5	Median :2	Median :1	Median :175.0	Median :175.0
Mean :1500.5	Mean :2	Mean :1	Mean :175.4	Mean :175.2
3rd Qu.:2250.2	3rd Qu.:2	3rd Qu.:1	3rd Qu.:184.0	3rd Qu.:184.0
Max. :3000.0	Max. :2	Max. :1	Max. :227.0	Max. :227.0
TOTAL.SOLUCIONADOS	TOTAL.ATEND.N1	TOTAL.ATEND.N2	TOTAL.SOLUC.N1	
Min. :132.0	Min. :135.0	Min. : 54.00	Min. : 55.00	
1st Qu.:163.0	1st Qu.:166.0	1st Qu.: 79.00	1st Qu.: 82.00	
Median :172.0	Median :175.0	Median : 85.00	Median : 88.00	
Mean :171.9	Mean :175.2	Mean : 84.78	Mean : 88.01	
3rd Qu.:180.0	3rd Qu.:184.0	3rd Qu.: 91.00	3rd Qu.: 94.00	
Max. :226.0	Max. :227.0	Max. :117.00	Max. :127.00	
TOTAL.SOLUC.N2	TMA.N1.GLOBAL	TMA.N2.GLOBAL	OCIO.N1.GLOBAL	
Min. : 53.00	Min. :2.784	Min. :3.103	Min. :0.2728	
1st Qu.: 78.00	1st Qu.:3.112	1st Qu.:3.827	1st Qu.:0.4123	
Median : 84.00	Median :3.199	Median :3.983	Median :0.4440	
Mean : 83.91	Mean :3.203	Mean :3.986	Mean :0.4437	
3rd Qu.: 90.00	3rd Qu.:3.293	3rd Qu.:4.148	3rd Qu.:0.4762	
Max. :115.00	Max. :3.653	Max. :4.787	Max. :0.5892	
OCIO.N2.GLOBAL	UTIL.N1.GLOBAL	UTIL.N2.GLOBAL		
Min. :0.08024	Min. :0.4108	Min. :0.3996		
1st Qu.:0.28062	1st Qu.:0.5238	1st Qu.:0.6167		
Median :0.33009	Median :0.5560	Median :0.6699		
Mean :0.33053	Mean :0.5563	Mean :0.6695		
3rd Qu.:0.38329	3rd Qu.:0.5877	3rd Qu.:0.7194		
Max. :0.60038	Max. :0.7272	Max. :0.9198		

Fonte: Elaboração do autor.

Comparando a **efetividade** deste experimento com o experimento III, observamos que o total de chamados durante 1 mês foi, na média, de 59 enquanto que o total de chamados observados com 3 meses de simulação obteve uma média de **175** chamados gerados. Para os chamados solucionados ocorreu uma mudança de 55 chamados resolvidos em 1 mês de simulação para **171** chamados resolvidos durante a simulação com horizonte

de 3 meses, resultando em uma efetividade de **97,71%** contra 93,22% observados no Experimento III. Para comparar graficamente este resultado, os quantitativos são apresentados na [Figura 60](#).

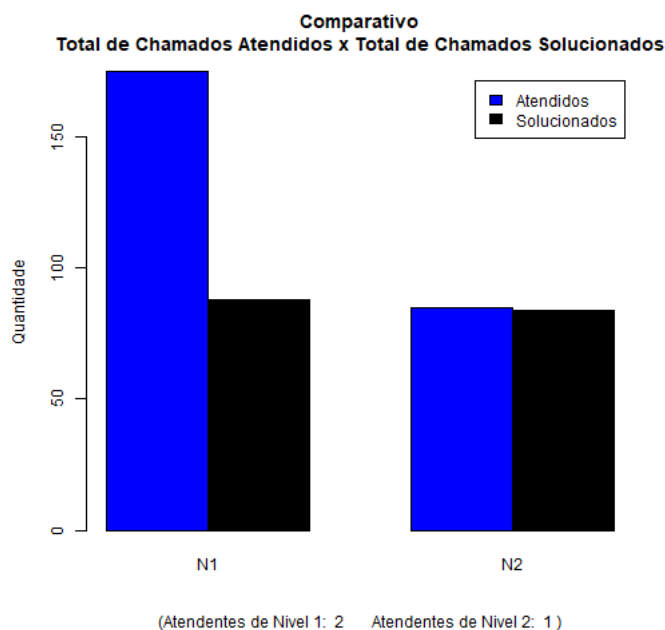
Figura 60 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento VII.



Fonte: Elaborado pelo autor

Detalhando cada nível, em relação a 3 meses, mensurou-se que o total de chamados solucionados de nível 1 foi de **88** e de nível 2 foi de **83**, em média, como mostra a [Figura 61](#).

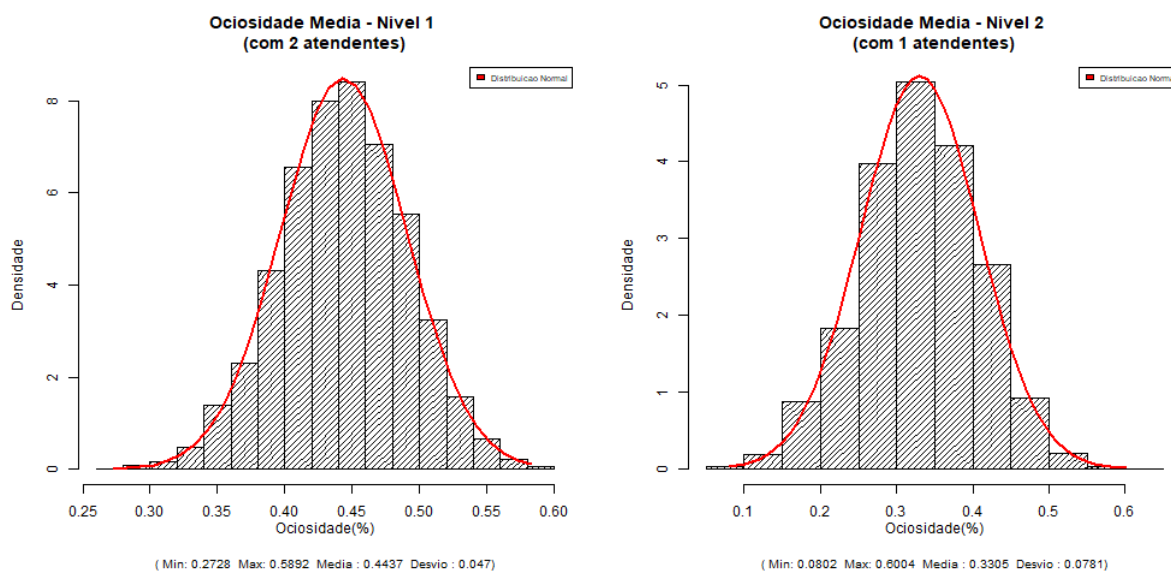
Figura 61 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento VII.



Fonte: Elaborado pelo autor

Prosseguindo com a análise, verificamos os valores obtidos de **ociosidade média** das equipes de nível 1 e nível 2. Para a equipe nível 1 foram observados valores de ociosidade que variaram de 27,28% a 58,92%, com valor médio de **44,37%**. Para a equipe nível 2, a variação observada foi de 8% a 60,03% com ociosidade média observada em torno de **33,25%**. O histograma apresentado na [Figura 62](#) contém os resultados desta variável do Experimento VII.

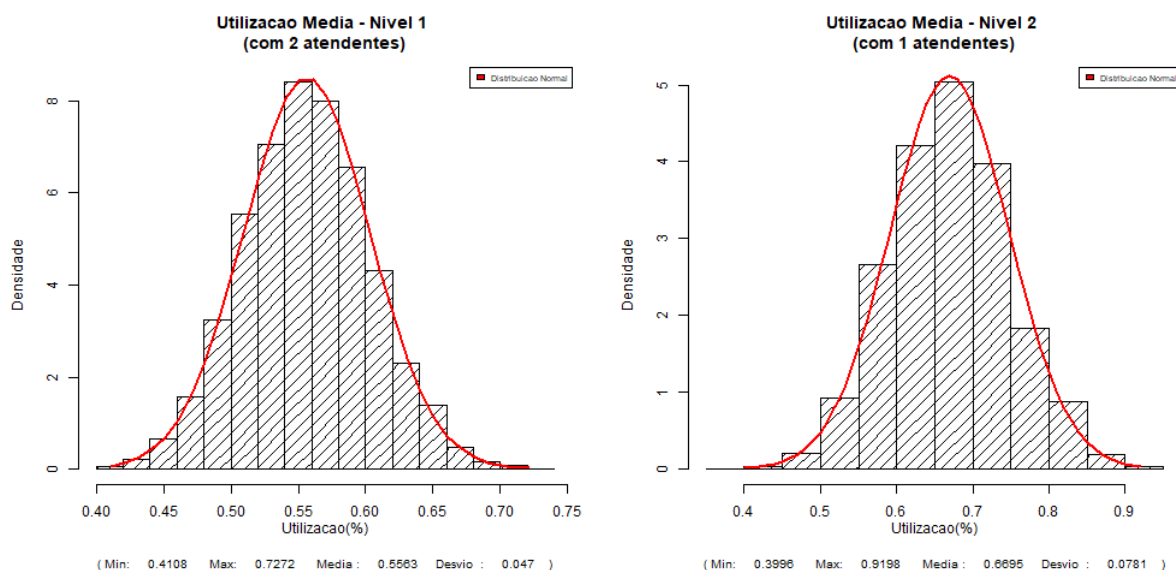
Figura 62 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VII



Fonte: Elaborado pelo autor

Sobre o indicador **utilização média** entre as equipes de nível 1 e 2, há registros de utilização da equipe de nível 1 que variaram de 41,08% a 72,72%, sendo que na média observa-se utilização de **55,63%** da equipe formada por 2 atendentes. Quando aplica-se a mesma avaliação sobre a equipe nível 2, observa-se variação da utilização entre 39,96% a 91,98%, e o valor médio registrado em 3.000 replicações foi de **66,95%**. Mais detalhes do experimento VII podem ser vistos na [Figura 63](#).

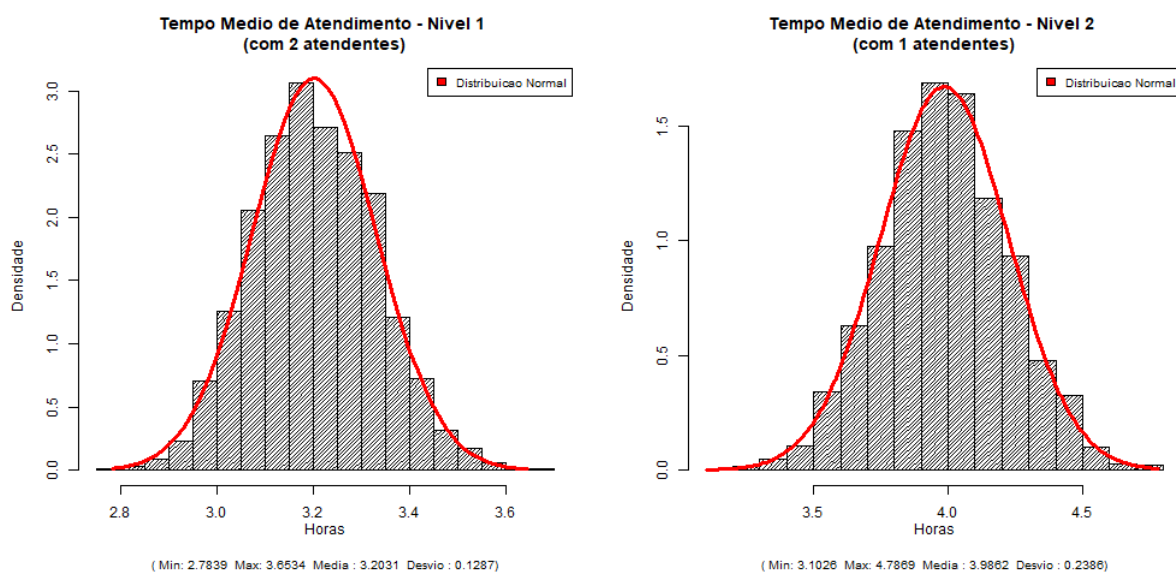
Figura 63 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VII



Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 64 exibe os histogramas do **tempo médio de atendimento** das equipes nível 1 e nível 2. Pelo gráfico observa-se uma variação de 2,78 horas para 3,65 horas da equipe de nível 1, com média de **3,20 horas**. Para a equipe de nível 2 os valores oscilaram entre 3,10 horas a 4,78 horas, sendo sua média de **3,98 horas**.

Figura 64 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento VII



Fonte: Elaborado pelo autor

5.9 Experimento VIII

O Experimento VIII foi executado por 1.008 horas, ou seja, horizonte de tempo de 6 meses, considerando 2 atendente de nível 1 e 1 atendente de nível 2, replicados 3.000 vezes e consumindo um tempo de simulação de 72 minutos e 13 segundos na plataforma de *hardware* documentada. A [Tabela 18](#) apresenta o sumário estatístico dos dados gerados pela replicação do cenário em questão.

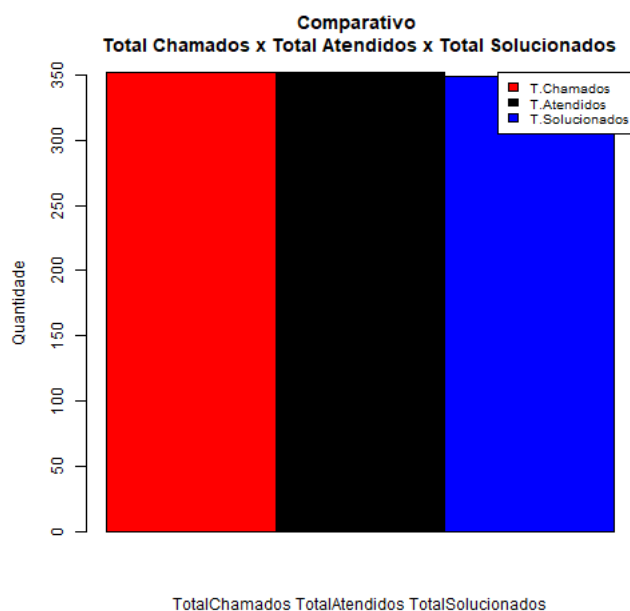
Tabela 18 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de *log* gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento VIII

REPETICAO	ATEND1	ATEND2	TOTAL.CHAMADOS	TOTAL.ATENDIDOS
Min. : 1.0	Min. :2	Min. :1	Min. :295.0	Min. :295.0
1st Qu.: 750.8	1st Qu.:2	1st Qu.:1	1st Qu.:339.0	1st Qu.:339.0
Median :1500.5	Median :2	Median :1	Median :352.0	Median :352.0
Mean :1500.5	Mean :2	Mean :1	Mean :352.5	Mean :352.2
3rd Qu.:2250.2	3rd Qu.:2	3rd Qu.:1	3rd Qu.:365.0	3rd Qu.:365.0
Max. :3000.0	Max. :2	Max. :1	Max. :430.0	Max. :428.0
TOTAL.SOLUCIONADOS	TOTAL.ATEND.N1	TOTAL.ATEND.N2	TOTAL.SOLUC.N1	
Min. :283.0	Min. :295.0	Min. :128	Min. :130.0	
1st Qu.:336.0	1st Qu.:339.0	1st Qu.:163	1st Qu.:169.0	
Median :348.0	Median :352.0	Median :172	Median :177.0	
Mean :348.8	Mean :352.2	Mean :172	Mean :177.8	
3rd Qu.:361.0	3rd Qu.:365.0	3rd Qu.:182	3rd Qu.:186.0	
Max. :425.0	Max. :428.0	Max. :230	Max. :235.0	
TOTAL.SOLUC.N2	TMA.N1.GLOBAL	TMA.N2.GLOBAL	OCIO.N1.GLOBAL	
Min. :127.0	Min. :2.911	Min. :3.414	Min. :0.2849	
1st Qu.:162.0	1st Qu.:3.146	1st Qu.:3.885	1st Qu.:0.4174	
Median :171.0	Median :3.207	Median :4.002	Median :0.4399	
Mean :171.1	Mean :3.209	Mean :3.999	Mean :0.4396	
3rd Qu.:181.0	3rd Qu.:3.271	3rd Qu.:4.110	3rd Qu.:0.4626	
Max. :229.0	Max. :3.569	Max. :4.557	Max. :0.5505	
OCIO.N2.GLOBAL	UTIL.N1.GLOBAL	UTIL.N2.GLOBAL		
Min. :0.1118	Min. :0.4495	Min. :0.4857		
1st Qu.:0.2790	1st Qu.:0.5374	1st Qu.:0.6420		
Median :0.3183	Median :0.5601	Median :0.6817		
Mean :0.3183	Mean :0.5604	Mean :0.6817		
3rd Qu.:0.3580	3rd Qu.:0.5826	3rd Qu.:0.7210		
Max. :0.5143	Max. :0.7151	Max. :0.8882		

Fonte: Elaboração do autor.

Em relação a **efetividade** deste experimento, o total de chamados foi, em média, 352 gerados, 352 atendidos e 348 solucionados. Com estes dados conclui-se que a efetividade computada é de **98,86%**. Como pode-se observar, o aumento do tempo de simulação implica em um aumento da efetividade. Do total de 352 chamados, apenas 4 não foram solucionados com horizonte de simulação de 6 meses. Observe ainda que, na média, todos os chamados foram atendidos. É de se supor que com mais algumas horas esses 4 chamados poderiam ter sido também solucionados. Os referidos quantitativos são apresentados na [Figura 65](#).

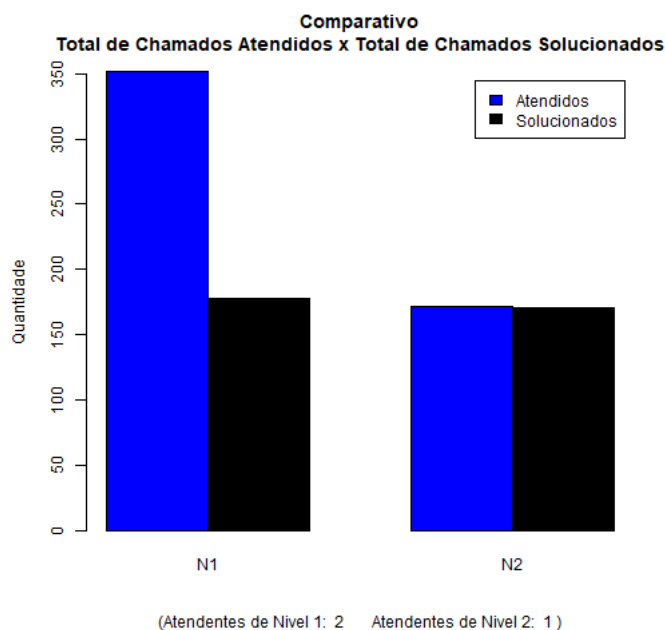
Figura 65 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento VIII



Fonte: Elaborado pelo autor

O detalhamento desta análise por equipe de atendentes é dado na [Figura 66](#) com o comparativo entre os níveis, sendo que o total de chamados solucionados pela equipe de nível 1 foi de **177**, e **171** chamados solucionados pela equipe nível 2, na média.

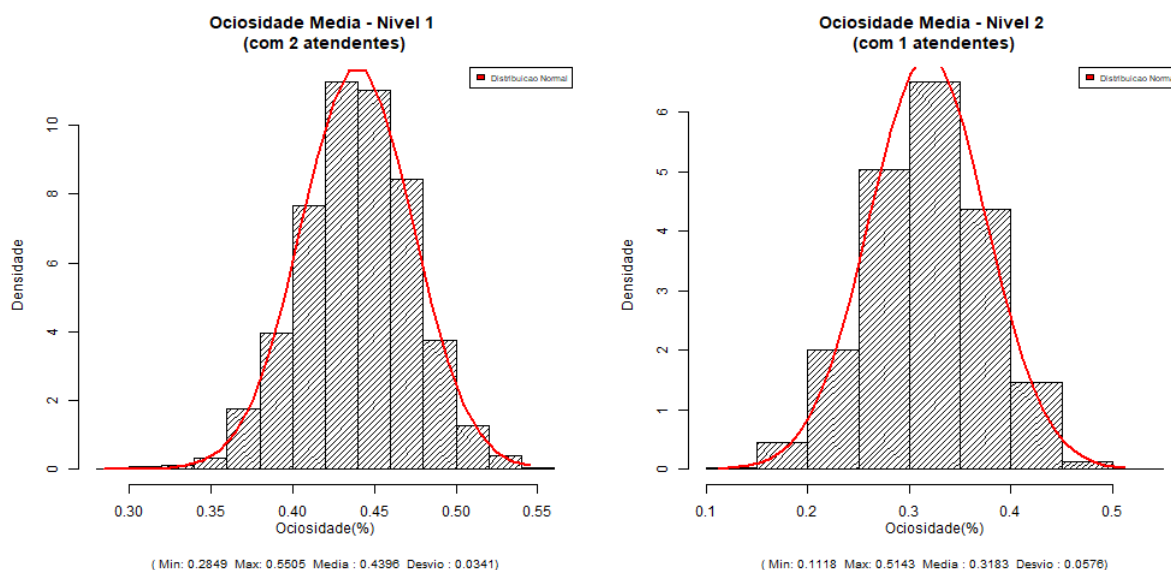
Figura 66 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento VIII



Fonte: Elaborado pelo autor

Sobre a análise de **ociosidade média** da equipe de nível 1, os valores variaram de 28,49% a 55,05%, com valor médio de **43,9%**. Já os valores de ociosidade média para a equipe de nível 2 variaram de 11,18% a 51,43%, sendo a ociosidade média observada de **31,8%**. Os histogramas contendo os resultados desta variável para os atendentes nível 1 e nível 2 são apresentados na [Figura 67](#).

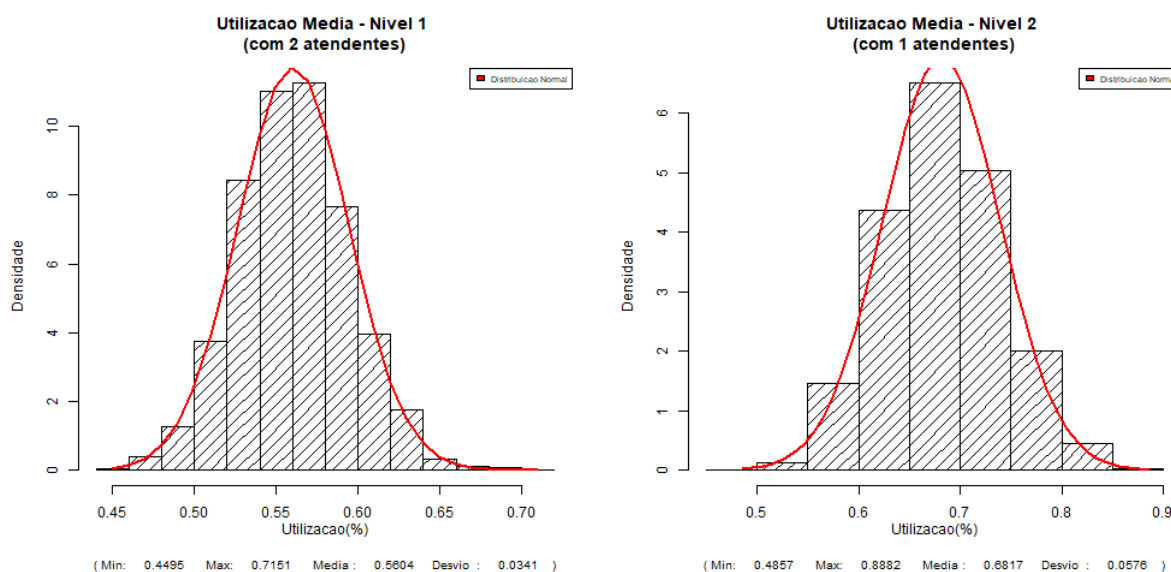
Figura 67 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VIII



Fonte: Elaborado pelo autor

Em referência a **utilização média** das equipes de nível 1 e nível 2, a média de utilização do nível 1 foi de **56,04%**, variando de 44,95% a 71,51% de uso. Já para o nível 2, o valor médio de utilização observado é de **68,17%**, com variação de 48,57% a 98%. Os detalhes do experimento VIII são dados na [Figura 68](#).

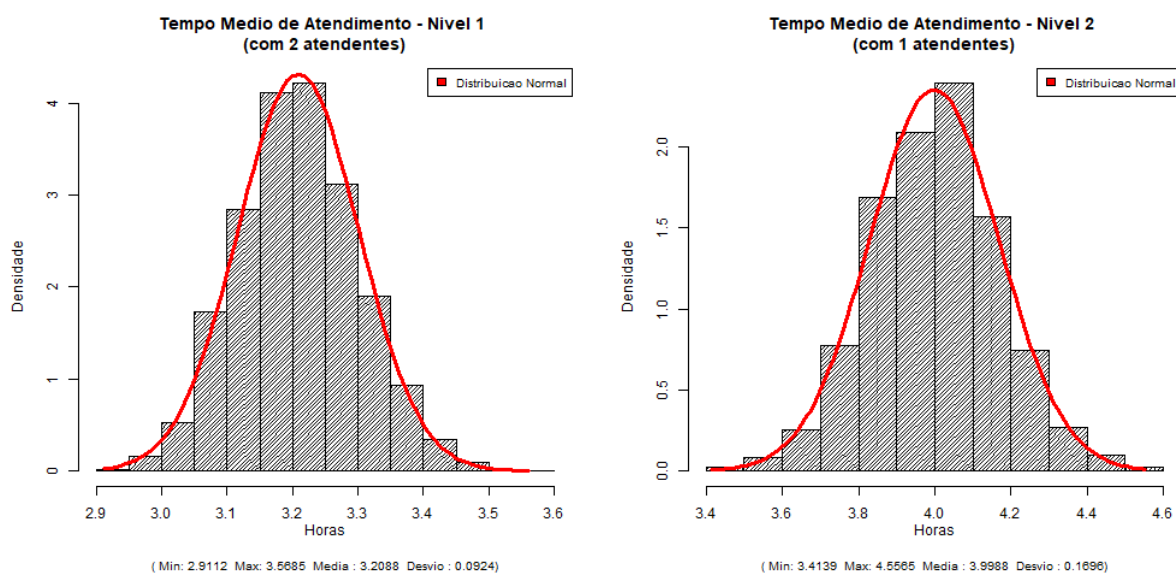
Figura 68 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento VIII



Fonte: Elaborado pelo autor

E por último, a [Figura 69](#) apresenta os histogramas do tempo médio de atendimento das equipes nível 1 e nível 2. Pode-se observar um tempo médio de atendimento nível 1 de 2,91 horas a 3,36 horas, com média **3,20 horas**. Para o nível 2 observa-se valores entre 3,4 horas e 4,55 horas, com média **3,99 horas**.

Figura 69 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento VIII



Fonte: Elaborado pelo autor

5.10 Experimento IX

Nesta seção reporta-se o resultado do último experimento adicional, o qual consumiu um tempo de simulação de 133 minutos e 6 segundos na plataforma de *hardware* documentada para simular um horizonte de tempo de 2.016 horas (que corresponde à 12 meses de trabalho em dias úteis). A [Tabela 19](#) exhibe o sumário estatístico dos dados gerados pela replicação deste cenário.

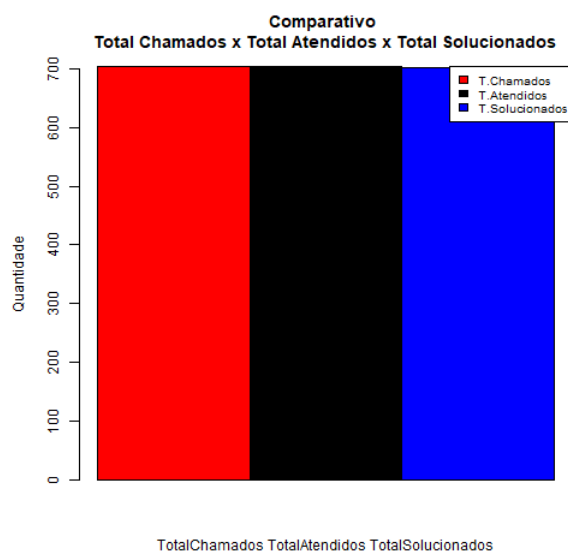
Tabela 19 – Resultados da execução do comando ‘summary’ na plataforma [R] sobre os dados observados para todas as variáveis contidas no arquivo de *log* gerado após 3.000 replicações do cenário descrito no Experimento IX

REPETICAO	ATEND1	ATEND2	TOTAL.CHAMADOS	TOTAL.ATENDIDOS
Min. : 1.0	Min. :2	Min. :1	Min. :605.0	Min. :605.0
1st Qu.: 750.8	1st Qu.:2	1st Qu.:1	1st Qu.:687.0	1st Qu.:687.0
Median :1500.5	Median :2	Median :1	Median :705.0	Median :705.0
Mean :1500.5	Mean :2	Mean :1	Mean :705.2	Mean :704.9
3rd Qu.:2250.2	3rd Qu.:2	3rd Qu.:1	3rd Qu.:724.0	3rd Qu.:723.0
Max. :3000.0	Max. :2	Max. :1	Max. :802.0	Max. :802.0
TOTAL.SOLUCIONADOS	TOTAL.ATEND.N1	TOTAL.ATEND.N2	TOTAL.SOLUC.N1	
Min. :604.0	Min. :605.0	Min. :277.0	Min. :288.0	
1st Qu.:683.0	1st Qu.:687.0	1st Qu.:334.0	1st Qu.:343.0	
Median :701.0	Median :705.0	Median :346.0	Median :356.0	
Mean :701.5	Mean :704.9	Mean :346.2	Mean :356.2	
3rd Qu.:720.0	3rd Qu.:723.0	3rd Qu.:359.0	3rd Qu.:370.0	
Max. :802.0	Max. :802.0	Max. :420.0	Max. :429.0	
TOTAL.SOLUC.N2	TMA.N1.GLOBAL	TMA.N2.GLOBAL	OCIO.N1.GLOBAL	
Min. :276.0	Min. :2.981	Min. :3.572	Min. :0.3536	
1st Qu.:333.0	1st Qu.:3.168	1st Qu.:3.914	1st Qu.:0.4225	
Median :345.0	Median :3.210	Median :3.994	Median :0.4393	
Mean :345.3	Mean :3.210	Mean :3.994	Mean :0.4388	
3rd Qu.:358.0	3rd Qu.:3.255	3rd Qu.:4.072	3rd Qu.:0.4548	
Max. :419.0	Max. :3.443	Max. :4.417	Max. :0.5401	
OCIO.N2.GLOBAL	UTIL.N1.GLOBAL	UTIL.N2.GLOBAL		
Min. :0.1592	Min. :0.4599	Min. :0.5275		
1st Qu.:0.2868	1st Qu.:0.5452	1st Qu.:0.6581		
Median :0.3148	Median :0.5607	Median :0.6852		
Mean :0.3143	Mean :0.5612	Mean :0.6857		
3rd Qu.:0.3419	3rd Qu.:0.5775	3rd Qu.:0.7132		
Max. :0.4725	Max. :0.6464	Max. :0.8408		

Fonte: Elaboração do autor.

A **efetividade** medida neste experimento considerou que na média foram gerados **705** chamados, sendo 704 chamados atendidos e 701 chamados solucionados. Tais dados resultam em uma efetividade de **99,43%**. Os quantitativos são apresentados na [Figura 70](#).

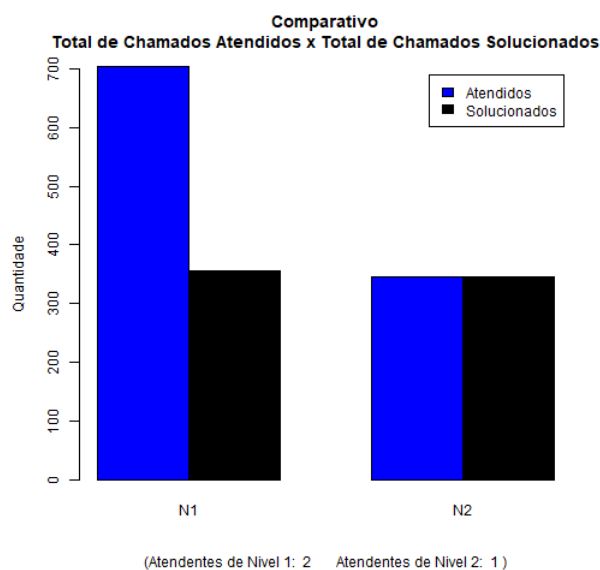
Figura 70 – Comparativo entre o número de chamados atendidos e solucionados por equipe para o Experimento IX



Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação à colaboração de cada equipe, analisa-se pela [Figura 71](#) que a média do total de chamados solucionados pela equipe de nível 1 foi de **356**, e de nível 2 foi de **345**.

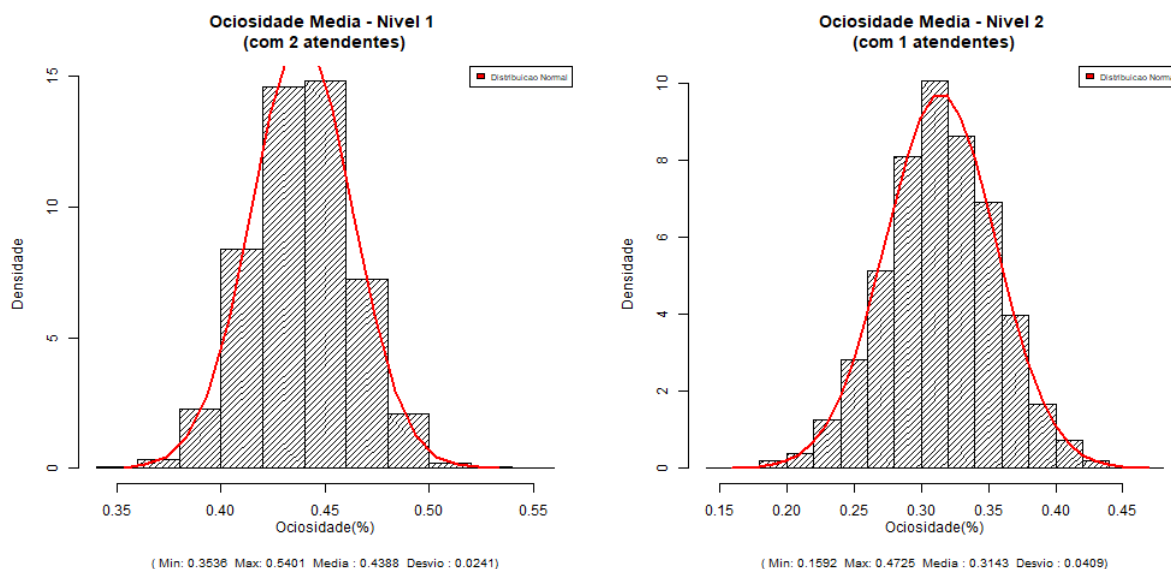
Figura 71 – Total de chamados gerados, atendidos e solucionados pelo quantitativo de equipe descrito no Experimento IX



Fonte: Elaborado pelo autor

Sobre a **ociosidade média** das equipes de nível 1 e nível 2, os valores de ociosidade média nível 1 oscilam entre 35,6% e 54,01%, com valor médio de **43,88%**. Já os valores de ociosidade média para a equipe de atendentes nível 2 têm média de **31,43%**, com variação observada entre 15,92% e 47,5%. Mais detalhes sobre esse indicador podem ser consultados na [Figura 72](#).

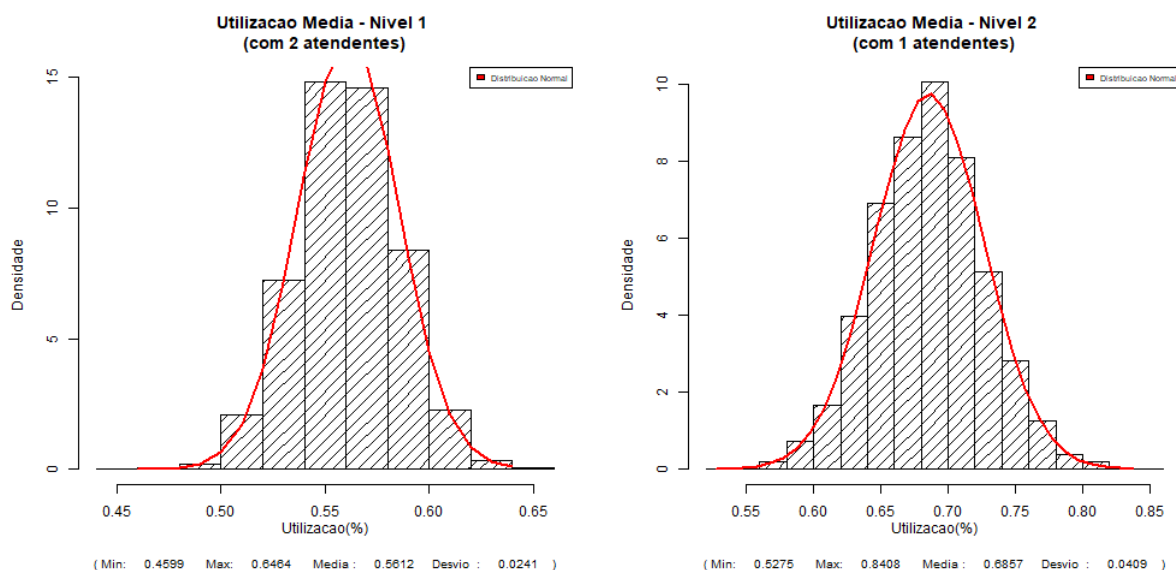
Figura 72 – Histogramas da Ociosidade Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento IX



Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação ao indicador de **utilização média** das equipes, o histograma apresentado na [Figura 73](#) sugere que a média de utilização da equipe de nível 1 é de **56,12%** (variando de 45,99% a 64,64%), enquanto que para os atendentes do nível 2 a utilização média registrada é de **68,57%** (variando de 52,72% a 84,08%).

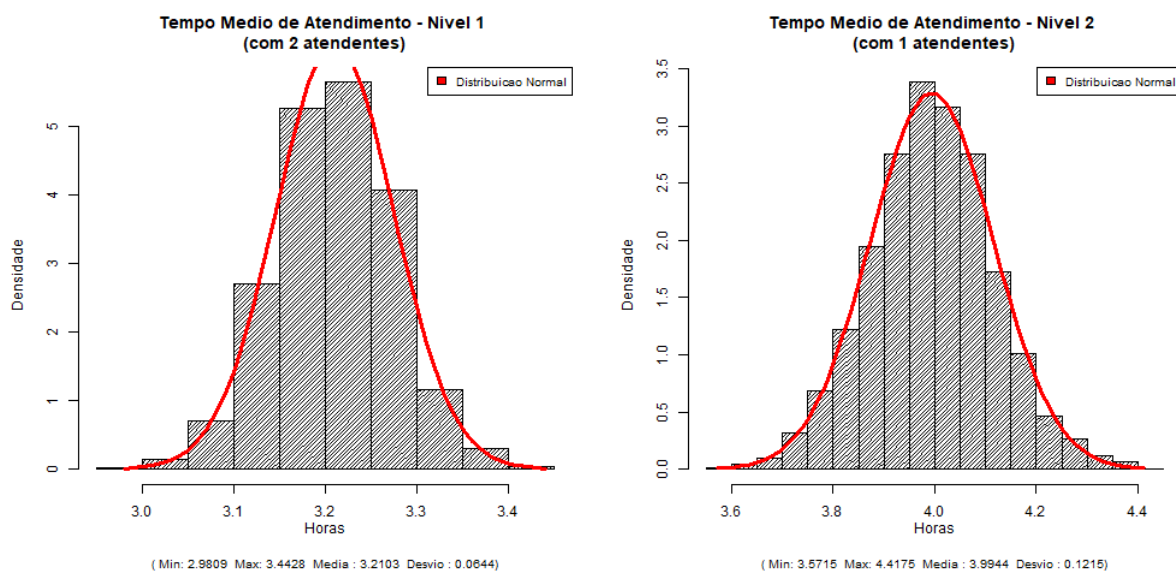
Figura 73 – Histogramas de Utilização Média da Equipe Nível 1 e Equipe Nível 2 para o Experimento IX



Fonte: Elaborado pelo autor

Para finalizar a análise deste experimento, os histogramas contendo o **tempo médio de atendimento** de ambas as equipes é dado na [Figura 74](#). Analisando os resultados obtidos, o tempo médio de atendimento para os atendentes de nível 1 ficou entre 2,98 horas e 3,44 horas, com média de **3,21 horas**. Já a equipe de atendentes de nível 2 registrou atendimento médio de **3,99 horas**, com variação entre 3,57 horas e 4,41 horas.

Figura 74 – Histogramas de Tempo Médio de Atendimento Nível 1 e Nível 2 para o Experimento IX



Fonte: Elaborado pelo autor

5.11 Resumo e Discussão dos Experimentos

Assim como foi feito na Seção 5.7, nesta seção utilizou-se a Tabela 20 para resumir os resultados obtidos nos cenários dos Experimentos VII, VIII e IX para possibilitar uma discussão comparativa do desempenho em cada cenário considerando dimensionamento da equipe e resposta aos indicadores de desempenho medidos quando comparado com o cenário base de análise, neste caso, o Experimento III. Os valores que nela constam foram obtidos a partir do sumário estatísticos de cada uma das variáveis analisadas sobre os *datasets* gerados via arquivo de *log* de cada cenário. Aproximações nos valores de casas decimais foram utilizadas quando conveniente.

Tabela 20 – Resumo Comparativo entre os Indicadores de Desempenho para os Experimentos VII, VIII, IX

Indicador	Medida	Base(III)	VII	VIII	IX
Quantidade de Atendentes	Nível1	1	1	1	1
	Nível2	2	2	2	2
Chamados Gerados	Min	33	135	295	605
	Max	85	227	430	802
	Média	58	175	352	705
Chamados Atendidos	Min	33	135	295	605
	Max	85	227	428	802
	Média	58	175	352	704
Chamados Solucionados	Min	32	132	283	604
	Max	78	226	425	802
	Média	54	171	348	701
Efetividade	Média	93,22%	97,71%	98,86%	99,43%
Ociosidade Equipe Nível 1	Min	17,2%	27,28%	28,49%	35,36%
	Max	73,7%	58,92%	55,05%	54,01%
	Média	45%	44,37%	43,96%	43,88%
Utilização Equipe Nível 1	Min	26,2%	41,08%	44,95%	45,99%
	Max	82,7%	72,72%	71,51%	64,64%
	Média	54,9%	55,63%	56,4%	56,12%
Ociosidade Equipe Nível 2	Min	1,35%	8,02%	11,18%	15,92%
	Max	71,11%	60,03%	51,43%	47,25%
	Média	36,53%	33,05%	31,83%	31,43%
Utilização Equipe Nível 2	Min	28,89%	39,96%	48,57%	52,75%
	Max	98,65%	91,98%	88,82%	84,08%
	Média	63,47%	66,95%	68,17%	68,57%
Tempo Médio de Atendimento Nível 1(horas)	Min	2,39h	2,78h	2,91h	2,98h
	Max	4,21h	3,653h	3,56h	3,44h
	Média	3,18h	3,20h	3,20h	3,21h
Tempo Médio de Atendimento Nível 2 (horas)	Min	2,61h	3,10h	3,41h	3,57h
	Max	5,84h	4,78h	4,55h	4,41h
	Média	3,96h	3,98h	3,99h	3,99h

Fonte: Elaboração do autor.

Será feita a análise de cada indicador de desempenho de forma individual. Após a observação destes experimentos será feita uma conclusão final que justifica a decisão de simular o cenário III com horizonte de tempo maior, mais especificamente com horizonte

de tempo equivalente à 3 meses, 6 meses e 12 meses. Em todas as replicações foram considerados dimensionamento de equipe igual a 2 atendentes nível 1 e apenas 1 atendente de nível 2.

Sobre o indicador de **efetividade** mostrado na [Tabela 20](#), em relação ao experimento III observa-se a melhoria na efetividade, onde a mudança mais significativa é de 1 mês para 3 meses de simulação, que impactou em melhoria de cerca de **4,49%** na efetividade, e para os outros Experimentos VIII e IX houve uma melhoria gradual de 1,15% e 0,57%, respectivamente.

Em relação a variação da **ociosidade média** das equipes, percebe-se que o aumento do tempo de simulação faz com que a ociosidade das equipes diminuam, sendo que para a equipe de nível 1 a média de ociosidade caiu de 45% do cenário base para 43,88% no cenário de mais longa duração (**diferença de 1,12 pontos percentuais**), e na equipe de nível 2 essa média mudou de 36,53% do cenário base para 31,43% no cenário de mais longa duração (**diferença de 5,1 pontos percentuais**). Nestes experimentos os atendentes de nível 1 trabalharam, segundo a medição da utilização média da equipe, cerca de **1.12 pontos percentuais** a mais do que o cenário base, enquanto que os atendentes de nível 2 ficaram ocupados em **5.1 pontos percentuais** a mais do que o cenário base.

Sobre o indicador **tempo médio de atendimento**, não se observou mudanças significativas do mesmo ao longo de todos os experimentos realizados. Novamente, a explicação dada para os Experimentos I, II, III, IV, V e VI se aplicam: o atendimento é um processo independente que ocorre de maneira atômica em cada atendente, com pouca interferência externa, sendo afetado apenas pela preempção de um atendimento de baixa prioridade.

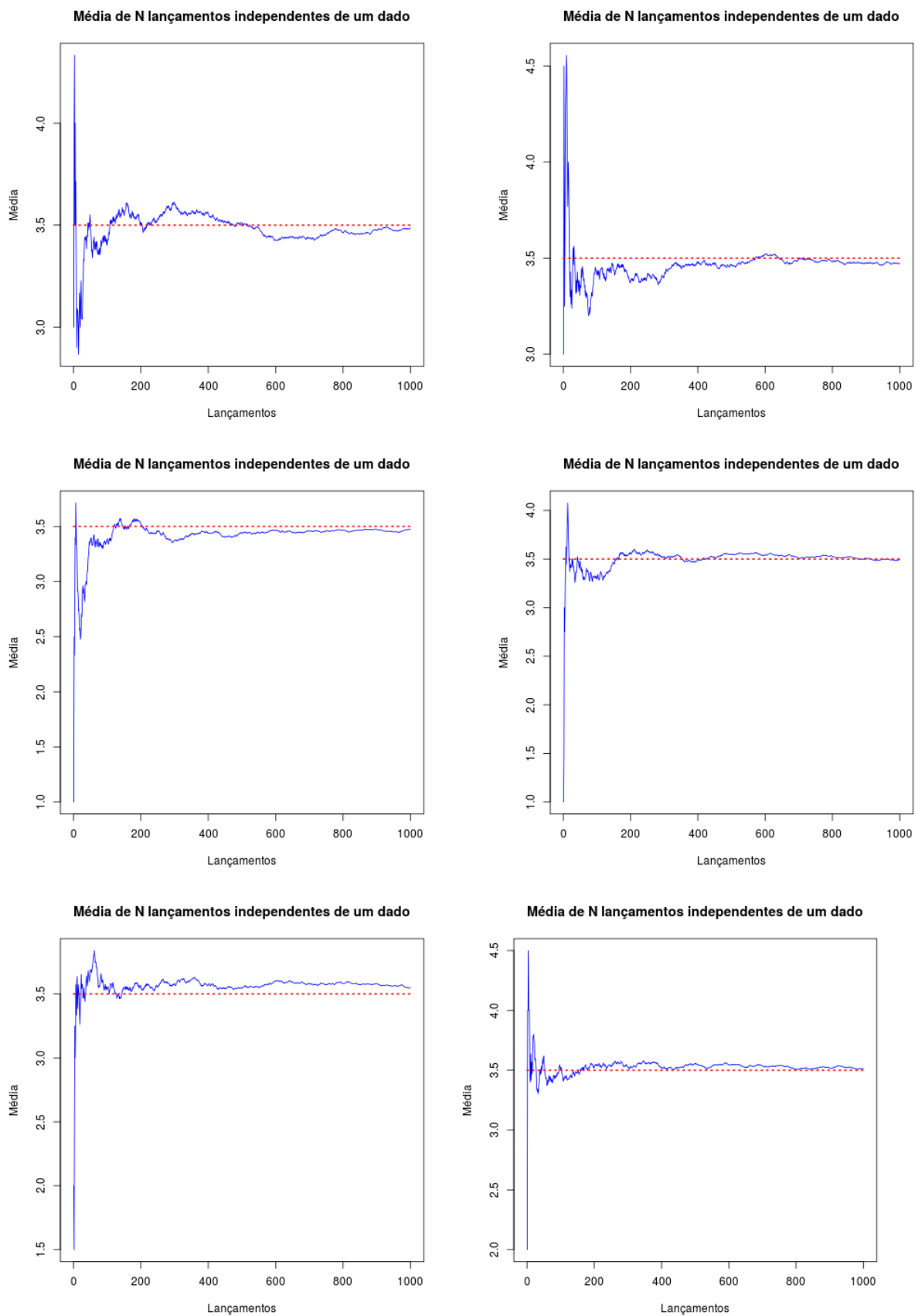
Completando a análise, podemos observar que a alteração no indicador **efetividade** foi de menos de 7 pontos percentuais do cenário de horizonte de tempo mais longo em relação ao cenário base; do indicador **ociosidade** foi de, no máximo, 1,12% para a equipe nível 1 e 5,1% para a equipe nível 2; o mesmo valor de diferença percentual foi observado para a **utilização média** - o que era esperado visto que a utilização é o tempo total reduzido do tempo ocioso, sendo que os tempos de ociosidade e utilização somados totalizam o tempo total de simulação - daí o fato da utilização aumentar ou reduzir em proporção inversa a ociosidade média; e que o **tempo médio de atendimento** não se alterou significativamente entre todos os nove experimentos independentes conduzidos.

A hipótese que levantamos agora, com base nestes dados, é de que com um horizonte de tempo maior de simulação as variações nos indicadores que ocorrem nos primeiros períodos (horas, dias e primeiros meses) acabam por diluir-se. Os atendimentos que não conseguem ser finalizados até o último instante das 168 horas de 1 mês de horizonte são seguramente completados quando estende-se este horizonte para 504 horas (3 meses de

simulação); da mesma forma, os atendimentos que não conseguem ser finalizados até o término de 3 meses de simulação seguramente são completados com o dobro de tempo, i.e., 1.008 horas (que corresponde à 6 meses de execução). Daí em diante, a diferença nos indicadores fica em menos de 2 pontos percentuais ao dobrar o tempo de simulação para 12 meses (2.016 horas), possivelmente mantendo essa tendência se o horizonte tiver um comportamento monotonicamente crescente. Quando uma simulação começa a executar com horizontes de tempo que tendem à grandes valores, **qualquer medição feita nestas condições está estável suficiente para ser considerada em regime permanente**, contra medições que são feitas nos primeiros períodos, em regime transitório, quando a simulação ainda não se estabilizou. Em outras palavras, quanto maior o horizonte de tempo, melhor é a estimativa computada pelos indicadores sobre o resultado real do processo considerando a métrica em questão.

Para ilustrar os fundamentos usados para esta conclusão, segue um experimento apresentado por Chwif e Medina (2007), onde um dado é lançado uma quantidade N de vezes, anotando-se seu resultado e calculando a média dos resultados dos lançamentos independentes. Segundo o autor, a média esperada calculada analiticamente analisando-se o espaço amostral deste experimento é de 3,5 unidades. Quando simula-se este experimento sorteando-se valores aleatórios uniformemente distribuídos no intervalo de 1 a 6 (saídas do espaço amostral do experimento envolvendo lançamento de um dado), quando o valor de N é pequeno a média desvia-se de 3,5; no entanto, quando o valor de N aumenta, quanto maior o valor de N , mais a média se aproxima do valor esperado. A [Figura 75](#) apresenta o resultado deste experimento para N variando de 1 até 1000 lançamentos, repetido em seis experimentos diferentes. Observe que nos primeiros lançamentos, onde o sistema ainda está no estado transitório, a medição da média é variada; entretanto, conforme aumenta-se o valor de N a média tende à 3,5. A partir do momento em que isso ocorre, estamos no estado permanente e a medição deixa de alterar-se bruscamente. Isso ocorre independente de como foi o ponto de partida de cada replicação independente; a média sempre tenderá à 3,5 no estado permanente.

Figura 75 – Exemplo ilustrativo de resultados de uma simulação em estado transitório versus estado permanente



Fonte: Elaborado pelo autor

Isto posto, retornando para a discussão dos resultados dos Experimentos VII, VIII e IX, é provável que a pequena diferença observada em todos os indicadores nos Experimentos VIII e IX deve-se ao aumento do horizonte de tempo, e consequente estabilização das mensurações de indicadores - sugerindo que esta coleta de informação está sendo feita no estado permanente, representando o comportamento do sistema já em equilíbrio. Se esta hipótese estiver correta, estes indicadores representam com fidelidade o desempenho do *Service Desk* ao longo do tempo se as condições forem mantidas (i.e., mesma quantidade de clientes, mesmo tempo de atendimento, mesma taxa de chegadas de incidentes, etc). **A comprovação desta hipótese está fora do escopo deste trabalho**, mas pode ser feita como trabalhos futuros ao investigar o comportamento do sistema mês a mês, durante pelo menos 24 meses de horizonte de tempo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou uma análise de como o número de atendentes e o tempo total de serviço de um *Service Desk* influencia nos atendimentos e resoluções dos chamados. Essa verificação pôde ser feita por meio da implementação de um simulador de *Service Desk* com processo modelado a partir de informações de uma empresa real do município de Formiga, que simulou o comportamento de um *Service Desk* hipotético durante 1 mês de simulação, variando o número de atendentes e mensurando quatro indicadores de saída: efetividade, ociosidade média das equipes, utilização média das equipes e tempo médio de atendimento. Para este caso, e com as métricas observadas, pôde-se verificar quais os melhores valores quantitativos utilizados para aumentar o desempenho da empresa em termos de número de chamados solucionados.

Como observado, para um setor de *Service Desk* o indicador efetividade é um medidor direto da qualidade do serviço de atendimento, e pode impactar diretamente na imagem da empresa frente aos seus clientes. Logo, neste caso com o cenário de 40 clientes e a temporização usada, o melhor cenário pensando na percepção externa da empresa é aquele representado pelo Experimento III, sendo 2 atendentes de nível 1 e apenas 1 atendente de nível 2, situação esta onde garante-se a maioria significativa dos chamados atendidos em até 1 mês, sem muito acúmulo de chamados pendentes para os demais meses.

Além disso, este trabalho permitiu a experiência de realizar uma pesquisa de campo na empresa Celula Web para obter dados mais consistentes com intuito de aproximar a simulação do cenário mais real possível. Esta oportunidade de contato direto com a empresa (e com o mercado de trabalho) possibilitou um grande aprendizado, crescimento pessoal e principalmente profissional. Neste período de interação, ficou evidente a complexidade de extrair-se informações do cliente comparado com uma simulação que considera apenas dados fictícios, assim como a validação do modelo para representar bem a realidade observada.

Este trabalho tem importância para o meio acadêmico, visto que materiais detalhados deste assunto são muito específicos, e o presente trabalho os descreve de maneira didática passo a passo, desde a modelagem até a implementação. Com isso, o objetivo proposto foi cumprido, sendo que o simulador desenvolvido reproduziu todo o funcionamento do processo de atendimento *Service Desk*, com algumas limitações e simplificações adotadas.

Apesar de ter cumprido o escopo proposto, observa-se que o tema ainda não exauriu, havendo muitas possibilidades para trabalhos futuros. Dentre eles, fica registrado uma possível melhoria no processo de atendimento simulado que foi observado durante a

realização do trabalho. Ela trata do caso em que exista algum atendente ocupado com chamados que sofreram preempção em sua pilha de atendimento, e um dos atendentes de mesmo nível torna-se livre. Na proposta de trabalho futuro pode-se fazer um balanceamento de carga transferindo-se o chamado cujo atendimento está paralisado do atendente ocupado para o atendente livre. Essa situação foi modelada, mas não implementada devido ao tempo insuficiente para validar a implementação. Outra melhoria proposta para trabalho futuro consiste em implementar duas novas métricas de desempenho. A primeira considera o **tempo de espera** de cada chamado em fila ou pilha de atendimento, de forma que diferentes políticas podem ser propostas para verificar qual delas reduz o tempo para iniciar um atendimento de chamado pendente. A outra trata de somar o tempo de espera com o tempo de atendimento, em uma nova medição denominada **tempo de serviço**. Se considerarmos o modelo de simulação em questão uma caixa preta, pode-se ainda em um trabalho futuro implementar algum método de otimização multiobjetivo para lidar com o balanço entre todas as métricas, sugerindo automaticamente dimensionamentos para as equipes de forma a otimizar alguns destes indicadores (por exemplo, reduzir o tempo de espera, aumentar a efetividade, e reduzir a ociosidade, tudo ao mesmo tempo).

7 REFERÊNCIAS

- Abepro. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/>>
- ABRAHÃO, R. F.; CORREIA, E.; TERUEL, B. J. **Simulação computacional aplicada ao desenvolvimento de embalagens para bananas**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 30, n. 1, p. 79–87, 2008.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional**. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 1990.
- ANDRADE, E. L. D. E. **Introdução á pesquisa operacional: métodos e modelos para a análise de decisões**. Tradução. [s.l.] LTC, 2009.
- ARENALES, M. N. **Pesquisa operacional**. Tradução . [s.l.] Elsevier, 2007.
- BANKS, J. **Discrete event system simulation**. Tradução . [s.l.] Pearson Education, 2000.
- BANKS, J. **Discrete-event system simulation**. Tradução. [s.l.] Pearson/Prentice Hall, 2005.
- BARBOSA, A. M., BARBOSA, S. R., BATISTONI, V., LIMA, V. (Janeiro de 2011). **GOVERNANÇA EM TI: COBIT; ITIL**. Revista Científica Eletrônica de Administração(19), 22.
- BATEMAN, R. E. et al. **System improvement using simulation**. Tradução . [s.l.] ProModel Corporation, 1997.
- BRIGANÓ, Gabriel Ulian; BARROS, Rodolfo Miranda de. **A Implantação de um Service Desk: Um estudo de caso aplicando conceitos do ITIL e do PMBOK**. 2010. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/9/artigos/512.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2018.
- CANNON, David; WHEELDON, David. **Service Operation, ITIL, Version 3**: Editora The Stationery Office, 2007. E-book. Disponível em:. Acesso em: 10 set. 2016.
- CASSEL, R. A.; CARMO, F. D. C. F.; CAMPANA, F. L.; RITTER, F. J.; SILVA, M. H. C. M. **Simulação da logística interna da área de armazenagem de uma empresa do setor moveleiro**. In: ENEGEP, Curitiba, PR, 2002.
- CASTRO, R. R. de. et al. **Rentabilidade econômica e risco na produção de carvão vegetal**. Revista Cerne, Lavras, v.13, n.4, p. 353-359, out./dez.2007
- CelulaWeb. Disponível em: <<http://www.celulaweb.com.br/>>
- CHWIF, L. MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria**

e aplicações. Tradução . [s.l.] Autores, 2007.

DIA. **Dia draws your structured diagrams: Free Windows, Mac OS X and Linux version of the popular open source program.** Disponível em: <<http://dia-installer.de/>>

EBERT; CEZAR, D. **Simulação da dinâmica operacional de um processo industrial de abate de aves.** Disponível em: <<http://tede.unioeste.br/handle/tede/2679>>

Formiga. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/formiga/panorama>>

FREITAS, Nathan Nogueira; MONTEIRO, Simone Borges Simão. **Simulação Computacional como ferramenta de suporte a decisão.** 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-20052003-004345/publico/Gavira1.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

HARRELL, C. R. **Simulation using ProModel.** Tradução . [s.l.] McGraw-Hill Higher Education, 2011.

GetiNews. Disponível em: <<http://www.getinews.com.br/volumes/225/o-impacto-da-adocao-das-praticas-da-til-na-melhoria-da-qualidade-do-service-desk>>

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introduction to operations research.** Tradução . [s.l.] McGraw-Hill, 2001.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (15 de Abril de 2015). **Veja o Valor Adicionado Bruto por setor da economia no PIB por município do Brasil.** Fonte: Deepask: <http://www.deepask.com/goes?page=Veja-o-desempenho-dos-setores-da-economia-no-seu-municipio>

KIEMELE, Mark J.; SCHMIDT, Stephen R.; BERDINE, Ronald J. **Basic Statistic: Tools for continuous improvement.** 4. ed. Colorado Springs: Air Academy Press, 2000.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **Simulation modeling and analysis.** Tradução . [s.l.] McGraw-Hill, 2000.

LAW, Averill M. **How to build valid and credible simulation models.** In: CONFERENCE ON WINTER SIMULATION, 40. 2007. Whashington. Proceedings ... Whashington: Winter Simulation Conference, 2007. p. 39-47

LIM, M.; ZHANG, Z. **A multi-agent based manufacturing control strategy for responsive manufacturing.** Journal of Materials Processing Technology, v. 139, n. 1-3, p. 379-384, 2003.

MAGALHÃES, M. N. **Probabilidade e variáveis aleatórias.** 2. ed. São Paulo, SP: Edusp, 2006.

MAGALHAES IVAN LUIZIO. PINHEIRO, W.B. **Gerenciamento de serviços de TI**

na pratica: uma abordagem com base na ITIL: inclui ISO/IEC 20.000 e IT Flex. Tradução. [s.l.] Novatec, 2007.

Mário Meireles. Disponível em: <<http://www.deinf.ufma.br/mario/>>

MARTINS et al. **Simulation of the use of wooden floors of Eucalyptus sp and Corymbia maculata**. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>

MEIRELES Teixeira, M. (2016). **Simulação**. Disponível em: <<http://www.deinf.ufma.br/mario/grad/avalde/simulacao.pdf>>

MEYER, C. **O matemático das empresas**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/o-matematico-das-empresas-m0111601/>>

MINUCELLI, Maximiliano; ZARPELÃO, Bruno Bogaz. **GAIA Service Desk**. 2015. Disponível em: <<http://www.uel.br/cce/dc/wp-content/uploads/ProjetoTCC-MaximilianoMinucelli1.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

MIRSHAWKA, V. **Aplicacoes de pesquisa operacional**. Tradução . [s.l.] Nobel, 1981. NetBeans IDE. Disponível em: <<https://netbeans.org/>>

PASTORE, P.; GUIMARÃES A. M. C.; DIALLO M. 2010. **Simulação computacional aplicada à logística de distribuição de uniformes da Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro. XXX ENEGEP, Out.

PEGDEN, C. D.; SHANNON, R. E.; SADOWSKI, R. P. **Introduction to simulation using SIMAN**. Tradução . [s.l.] McGraw-Hill, 1990.

PERRIN, F.; VETTORAZZO, L.; **PIB do Brasil cai 3,6% em 2016 e país tem pior recessão da história recente**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/03/1864275-pib-do-brasil-cai-36-em-2016-e-amarga-segundo-ano-de-queda.shtml>>

PINHEIRO, F. R.: **Fundamentos em gerenciamento de Serviços de T.I. baseados no ITIL**, (2006)

ROCCO, F. O. ; MELO, C. C. ; BALANCIN, O. ; CANTO, R. B. **Identificação de parâmetros para a simulação computacional da prensagem de pós ferrosos**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2014, Cuiabá. Anais do 21º CBECiMat, 2014. p. 5400-5407.

RStudio. Disponível em: <<https://www.rstudio.com/>>

RUTHES, S.; CERETTA, P. S.; RUTHES, M. **Solução alternativa na gestão de resíduos sólidos em indústria metalúrgica**. Contextus - Revista Contemporânea de Economia e Gestão, v. 4, n. 2, p. 39-50, 2006.

SEILA, A. F.; CERIC, V.; TADIKAMALLA, P. R. **Applied simulation modeling**.

Tradução . [s.l.] Thomson, 2003.

SEVILHA, César Carvalho. **Implantação de um Service Desk utilizando SAP - Solution Manager - Um estudo de caso**. 2009. Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1670.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

SILVA, E.M.D.A **Pesquisa Operacional: Programação linear, Simulação**. Tradução. [s.l.] Atlas, 1998.

SILVA, F. Z. D. **Sistema De Gerenciamento De Chamados**. [s.d.].

WILVERT, Thiago. **Sistema de apoio a *Service Desk* baseado nas práticas do ITIL**. 2008. Disponível em: <<http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/TCC2008-2-20-VF-ThiagoWilvert.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

ANEXO A – Listagem das Empresas Prospectadas de Formiga-MG

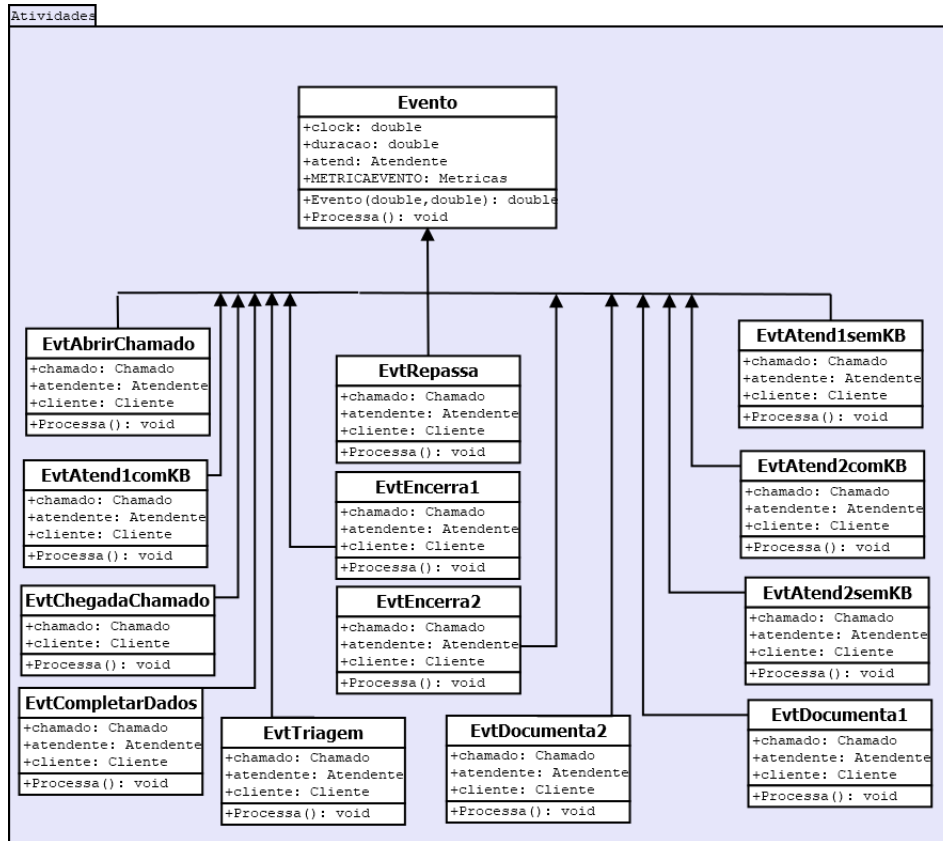
Nome/Empresa	Endereço	Sitio Fonte da Pesquisa	Sector	CNPJ	CNAE	Data Abertura	Num Func	Capital Social (R\$)
Fluxo Aço Inox Formiga	Rua Francisco Ribeiro da Silva, 141 - Sagrado Coração Jesus - Formiga, MG	www.gateadefluxe.com	Industria	08.346.161/0001-43	Fabricação de artefatos para pesca e esporte - CNAE 3220200	2006	-	50.000
Scorpion Fitness	Rua A. 297 - Distrito Industrial José Luis Andrade - Formiga, MG	www.scorpionfitness.com.br/empresas/fabrica	Industria	21.306.287/0001-52	Fabricação de móveis com predominância de madeira - CNAE 3401200	1980	-	5.000.000
TECNO2000	Rua Vereador Dêcio de Paula, 101 - Planalt - Formiga, MG	http://www.tecno2000.com.br/	Industria	-	-	-	-	-
Metahargia Sobrinha	Avonida Jorge Sebastião Lassar, 312, Boa Vista	http://www.apontador.com.br/local/mg/formiga/metahargia_301571027/metahargia_sobrinha.html	Industria	-	-	-	-	-
Venus Mineracao	Rua Alberto Stragali, sn, Sta. Lúcia	http://www.apontador.com.br/local/mg/formiga/venus_mineracao/Cat/15091031001616466.html	Industria	18.681.015/0001-28	Extração de areia, cascalho ou pedregulho e beneficiamento associado - CNAE 0810006	1975	-	-
Mineracao Areias Brancas	Rodovia BR-354, - KM 75, Zona Rural	http://www.apontador.com.br/local/mg/formiga/mineracao/Cat/409040312832927/mineracao_areias_brancas.html	Industria	01.215.364/0003-45	Fabricação de outros produtos químicos não especificados anteriormente - CNAE 2899199	1996	-	-
Companhia Eletroquímica Jangaguá	Rodovia BR-354, s/n km 530, Centro	http://www.apontador.com.br/local/mg/formiga/produz_quimicos/REE7XAZ2/companhia_eletroquimica_jangagua.html	Industria	01.025.802/0001-03	Fundição de ferro e aço - CNAE 2451200	8/7/1994	12	-
Fundiflor	Rod. Br. 354 Km 504 S/N - Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.indtbc.com.br/117419317/Fundiflor-Industria-de-Fundidos-e-Forjados-Ltda-em-Formiga-MG	Industria	04.878.790/0001-63	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2302300	2002	19	10.000
Cal. Campos - Avul Rodoviário	Rodovia MG-050, s/n km 200, Avul Rodoviário	http://www.apontador.com.br/local/mg/formiga/industrias/289P8A3Z/cal_campos_avul_rodoviario.html	Serviços	12.574.153/0001-21	Comércio varejista especializado de equipamentos e suprimentos de informática - CNAE 4751201	23/9/2010	14	93.700
Celula Web	R. Eduardo Pereira da Rocha, 155, Centro	http://www.celulaweb.com.br/	Industria	22.575.201/0001-68	Fundição de ferro e aço - CNAE 2451200	1980	11	-
Fundicao Jo Ltda. ME	Rua T 151 Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.indtbc.com.br/11466035217/Fundicao-Jo-Ltda-ME-em-Formiga-MG	Industria	19.186.469/0001-95	Fundição de ferro e aço - CNAE 2451200	1984	12	-
Incevel Indústria e Comércio Ltda.	Avonida Vereador José Rígido, 700, Quarteis Gerais	http://publicacoes.indtbc.com.br/115284308/Incevel-Industria-e-Comercio-Ltda-em-Formiga-MG	Industria	-	-	-	-	-
Metal Arte	R. Sebastião Jorge Lassar, - Novo Sinto Antonio	http://www.apontador.com.br/local/mg/formiga/industrias/CA0770654022022E/metal_arteltda.html	Serviços	-	-	-	-	-
Zarec Ind	Rua Santa Cecília, 28, A, Quinzinho	http://www.apontador.com.br/local/mg/formiga/industrias/CA02831744A1QA1AE/zarec_ind.html	Serviços	08.130.880/0001-51	Confeção de roupas íntimas - CNAE 1411801	2006	-	10.000
Ecol - Engenharia, Comércio e Indústria Ltda	Av. Hermy de Moura Botrel 401 Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.indtbc.com.br/1145608459/Ecol-Engenharia-Comercio-e-Industria-Ltda-em-Formiga-MG	Industria	-	-	1908	25	-
Premale, Premoldados de Concreto	Av. Hermy Botrel de Moura, 401 Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.indtbc.com.br/117190449/Premale-Premoldados-de-Concreto-em-Formiga-MG	Industria	07.520.340/0001-85	Fabricação de estruturas pré-moldadas de concreto armado, em série - CNAE 2430301	2011	-	40.000
Empojo Engenharia	Edifício da Estação Ferroviária, 15 - Centro, Formiga	http://publicacoes.indtbc.com.br/115284412/Industria-e-Comercio-Antofos-de-Cimento-Zenite-Ltda-em-Formiga-MG	Serviços	20.651.831/0001-28	Construção de rodovias, ferrovias - CNAE 4211101	1978	-	10.000.000
Industria e Com. de Artefatos de Cimento Zenite Ltda.	Rua José Petronio 137 Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.indtbc.com.br/114663039/Industria-e-Comercio-Antofos-de-Cimento-Zenite-Ltda-em-Formiga-MG	Industria	01.194.064/0001-44	Fabricação de outros artefatos e produtos de concreto - CNAE 2430300	1976	11	-
RN PREMOLDADOS	Rua Agostinho Silva Lima 129 Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.indtbc.com.br/114881939/RN-Premoldados-em-Formiga-MG	Industria	04.650.700/0001-82	CNAE 2430300	2001	13	-
Serraria Nossa Senhora Aparecida	Rua Peixoto, 62 - Formiga, MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/114960824/Serraria-Nossa-Senhora-Aparecida-Ltda-em-Formiga-MG	-	-	-	-	-	-
Cal. Arco Iris	Rod. Br. 354 Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.indtbc.com.br/114960824/Cal-Arco-Iris-Ltda-em-Formiga-MG	Industria	19.281.807/0001-78	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2302300	1984	124	150.000
Calcinação Três Formigas	Rod MG 050 - Formiga, MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/114663039/Calcimacao-Tres-Formigas-Ltda-em-Formiga-MG	Industria	07.002.465/0001-94	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2302300	1993	7	-
Agua comercio industria e transportes	Vl. Corrego da Areia - Formiga, MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/115001889/Agua-Comercio-Industria-e-Transportes-Ltda-Em-Formiga-MG	Industria	08.702.882/0001-54	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2302300	2007	22	70.000
Calcinação Imperatriz Indústria Comercio e Transporte	Rod MG 050 - Formiga, MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/114878509/Calcimacao-Imperatriz-Industria-Comercio-e-Transporte-Ltda-em-Formiga-MG	Industria	04.700.914/0001-16	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2302300	2001	15	-
Cal. Estrela Guia	Rod. MG 050 - Formiga, MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/114663039/Calcimacao-Tres-Formigas-Ltda-em-Formiga-MG	Industria	07.256.419/0001-58	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2302300	2005	3	-
Calcinação e Transporte Minas	Rod MG 050 - Formiga, MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/1150664536/Calcimacao-e-Transportes-Minas-em-Formiga-MG	Industria	-	-	1980	-	-
Industria de Cal Sinto Antonio	-	http://publicacoes.indtbc.com.br/115055293/Industria-de-Cal-Santo-Antonio-Ltda-Em-Formiga-MG	Industria	20.504.940/0001-25	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2302300	1973	10	-
HAI Indústria e Comercio de Cal	Rod. Br. 354 Formiga, MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/114892083/Hai-Industria-e-Comercio-de-Cal-Ltda-ME-Formiga-MG	Industria	-	-	2002	5	-
Cal. Melo	Est. Mun Ent Para a Fonte Vila	http://publicacoes.indtbc.com.br/115030068/Cal-Melo-em-Formiga-MG	Industria	19.574.547/0001-59	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2302300	1984	-	-
Dical Indústria e Comercio	Padre Doutor - Formiga/MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/1148309068/Dical-Industria-e-Comercio-em-Formiga-MG	Industria	04.108.488/0001-41	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2302300	2001	2	-
Calmar Industrial	Rod. MG 439 - Formiga/MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/1146702733/Calmar-Industrial-Ltda-em-Formiga-MG	Industria	-	-	1994	-	-
Cal. Dez	Rod. MG 050 - Formiga, MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/115057022/Cal-Dez-Ltda-ME-em-Formiga-MG	Industria	13.704.100/0001-63	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2302300	2011	20	20.000
Calcinação Lassar	Est. Formiga para Fonte Vila, 300 - Formiga/MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/114692082/Calcimacao-Lassar-Formiga-MG	Industria	06.076.035/0001-01	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2302300	2002	11	30.000
Duacal	Rod. MG 050 - Formiga/MG	http://publicacoes.indtbc.com.br/1150620346/Duacal-em-Formiga-MG	Industria	-	-	1988	6	-

Fonte: Elaboração do autor.

Nome Empresa	Balneario	Site	Sector	CNPJ	CNAE	Data Abertura	Nom. Func.	Capital Social (R\$)
Col. Alves	Red. BR 354 - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/15060501/Col-Alves-Lda-ME-em-Formiga-MG	Industrial	08.745.213/0001-35	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2092300	2007	13	10.000
R de Castro	Red. MG 099 - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/15255353/R-de-Castro-Formiga-MG	Industrial	-	-	1998	11	-
Col. Indiba	Red. BR 354 - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/15330089/Col-Indiba-Lda-ME-em-Formiga-MG	Industrial	11.511.021/0001-56	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2092300	2010	20	100.000
Col. Riol	Red. MG 099 - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/151277166/Col-Riol-Lda-ME-em-Formiga-MG	Industrial	41.870.775/0001-03	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2092300	1992	11	-
Café Centenario	Av. Maria Amélia de Oliveira 125 Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/14667617/Cafe-Centenario-Lda-Epp-em-Formiga-MG	Industrial	20.438.701/0001-56	Torrificação e moagem de café - CNAE 1081902	1966	10	400.000
Café Fret Coimbra	Rua 13 de Maio 180, Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/14667617/Cafe-Fret-Coimbra-Lda-ME-em-Formiga-MG	Industrial	20.438.041/0001-69	Torrificação e moagem de café - CNAE 1081902	1973	3	-
Granito Mãe e Filho	Fazenda Congo da Baiz, Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/14567992/Granito-Mae-e-Filho-Lda-em-Formiga-MG	Industrial	06.258.501/0001-52	Extração de ardósia e beneficiamento associado - CNAE 0810041	1993	-	-
Dalle/Calle	Rua Zito Vaz 109 Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/14578900/Dalle-Calle-Lda-em-Formiga-MG	Industrial	00.616.566/0001-92	Torrificação e moagem de café - CNAE 1081902	1995	-	-
Industria Santo Antonio	Av. Rio Branco 280 - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/14968882/Industria-Santo-Antonio-Lda-ME-em-Formiga-MG	Industrial	-	-	1978	-	-
Cliffoni	Red. MG 099 - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/14968882/Cliffoni-Lda-Epp-em-Formiga-MG	Industrial	25.928.786/0001-10	Fabricação de cal e gesso - CNAE 2092300	1989	12	-
Madeira Izamar	Rua Doutor Carlos Chagas 312 Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/14672450/Madeira-Izamar-ME-em-Formiga-MG	Services	-	-	1990	11	-
Gemas Administração de Bens	Barro da Graça Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/14670901/Gemas-Administracao-de-Bens-Lda-ME-em-Formiga-MG	Industrial	26.330.301/0002-89	Extração de gemas (pedras preciosas e semipreciosas) - CNAE 0892000	-	-	-
Fonotec Importadora e Exportadora	Faz. Cambalua Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/14670901/Fonotec-Importadora-e-Exportadora-Lda-ME-em-Formiga-MG	Industrial	-	-	1989	-	-
Somilhas (Sociedade de Mineração Brasileira)	Loc. Rodrigues Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/14672450/Somilhas-Sociedade-de-Mineraacao-Brasileira-em-Formiga-MG	Industrial	01.836.485/0024-57	Extração de granito e beneficiamento associado - CNAE 0810002	1987	-	-
Saurelia Mineração	Faz. Morro Grande Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/14672450/Saurelia-Mineraacao-Lda-em-Formiga-MG	Industrial	05.354.753/0001-69	Extração de calcário e dolomita e beneficiamento associado - CNAE 0810004	1991	-	-
Stone Mineração	Faz. Fontina Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/14968882/Stone-Mineraacao-Lda-em-Formiga-MG	Industrial	-	-	2002	-	-
Mineração Corcovado de Minas	Faz. Ponso Alegre Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/14968882/Mineraacao-Corcovado-de-Minas-Lda-em-Formiga-MG	Industrial	-	-	2011	-	-
Empresa Formigense de Mineração	Fazenda Jacuba - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/15243387/Empresa-Formigense-de-Mineraacao-em-Formiga-MG	Industrial	01.200.884/0001-60	Extração de ardósia e beneficiamento associado - CNAE 0810001	1990	3	-
Mineração Viva	Red. MG 099 - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/14968882/Mineraacao-Viva-em-Formiga-MG	Industrial	-	-	2010	4	-
Bakelabras	Loc. Faz. Alameda Marinha, Sin, Formiga, Formiga, MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/14704097/Bakelabras-em-Formiga-MG	Industrial	71.460.171/0001-85	Extração de granito e beneficiamento associado - CNAE 0810002	1994	22	-
Sergio de Souza Silva e Cia. Ltda. ME	R. Curitiba, De Castro, 422, N. S. De Loredes, Formiga, MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/14631290/Sergio-de-Souza-Silva-e-Cia-Lda-ME-em-Formiga-MG	-	86.522.828/0001-25	Conteção de peças de vestuário, exceto roupas íntimas e as confeccionadas sob medida - CNAE 1412001	1994	43	-
Confecções Faldup Ltda	Av. João Pinheiro Da Veiga, 998, Engenho De Serra Formiga, MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/15070902/Confecoes-Faldup-Lda-em-Formiga-MG	-	20.550.393/0001-00	Conteção, sob medida, de roupas profissionais - CNAE 1413002	1986	30	-
Crações Delant	R. Dr. Teófilo Soares, 306, Leticia C, Engenho De Serra Formiga, MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/14661107/Cracoes-Delant-Lda-ME-em-Formiga-MG	-	21.976.709/0001-65	Conteção de peças de vestuário, exceto roupas íntimas e as confeccionadas sob medida - CNAE 1412001	1986	-	-
Albela e Maf Confecções Ind e Com Ltda. ME	Av. Alípio Machado 151 Formiga, Minas Gerais	http://publicacoes.inthitec.com.br/15242294/Albela-e-Maf-Confecoes-Ind-e-Com-Lda-ME-em-Formiga-MG	-	21.038.909/0001-43	Fabricação de artigos de vestuário, produzidos em máquinas e triângulos, exceto íntimas - CNAE 1422000	1988	13	2.000
Pauline Confecções	R. Pains, 340, Sagrado Coração De Jesus, Formiga, MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/157098027/Pauline-Confecoes-De-Almeida-Silva-em-Formiga-MG	-	07.436.735/0001-20	Fabricação de artigos do vestuário, produzidos em máquinas e triângulos, exceto íntimas - CNAE 1422000	2005	13	10.000
Confecções Ubino	R. Marechal Deodoro, 385 - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/14561233/Confecoes-Ubino-Lda-ME-em-Formiga-MG	-	04.352.889/0001-69	Conteção de peças de vestuário, exceto roupas íntimas e as confeccionadas sob medida - CNAE 1412001	2001	13	15.000
Confecções Silva	R. Vinício Vespúcio, 688, Alvorada, Formiga, MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/14844566/Confecoes-Silva-em-Formiga-MG	-	01.036.115/0001-77	Conteção de peças de vestuário, exceto roupas íntimas e as confeccionadas sob medida - CNAE 1412001	1996	13	-
Armadá Confecções	Rua Loureth Baggio, 50 - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/146668180/Armadá-Confecoes-Lda-ME-em-Formiga-MG	-	-	-	1998	47	-
Zeyli Indústria e Comércio de Roupas	Rua Doutor Teófilo Soares, 306 - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/14682474/Zeyli-Industria-e-Comercio-de-Roupas-Lda-em-Formiga-MG	-	02.938.633/0001-88	Conteção de peças de vestuário, exceto roupas íntimas e as confeccionadas sob medida - CNAE 1412001	1998	13	-
Crações Nascimento	R. Costa Rica, 47, N. S. Lourdes, Formiga, MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/14683902/Cracoes-Nascimento-oe-Cia-Lda-ME-em-Formiga-MG	-	03.137.382/0001-50	Conteção de peças de vestuário, exceto roupas íntimas e as confeccionadas sob medida - CNAE 1412001	1998	28	-
Alpique Passos Bordados Ltda	R. Silgelo, Filhos, 485, Alvorada, Formiga, MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/146916817/Alpique-Passos-Bordados-Lda-ME-em-Formiga-MG	-	01.070.359/0001-49	Conteção de peças de vestuário, exceto roupas íntimas e as confeccionadas sob medida - CNAE 1412001	2000	31	10.000
Luiza Confecções	Rua Farnas, 200 - Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/146916817/Luiza-Confecoes-Lda-ME-em-Formiga-MG	-	-	-	2002	50	-
Crações Nepal Ltda.	R. Nogueira, Duoro Santos, 74, E. Jardim Alvorada, Formiga, MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/146916817/Cracoes-Nepal-Lda-ME-em-Formiga-MG	-	71.157.796/0001-39	Conteção de peças de vestuário, exceto roupas íntimas e as confeccionadas sob medida - CNAE 1412001	1993	34	-
Mowltan Nacional	Av. Brasil, 1357 - Planalto - Formiga	http://publicacoes.inthitec.com.br/147091460/Cracoes-Nepal-Lda-ME-em-Formiga-MG	-	13.301.299/0001-51	Fabricação de móveis com predominância de madeira - CNAE 3101200	2011	-	10.000
Destar Móveis	R. ROSINEIRE SILVA PEREIRA, 196	http://publicacoes.inthitec.com.br/146916817/Destor-Moveis-Lda-em-Formiga-MG	-	09.159.096/0001-00	-	1986	78	-
Vale D'Umo	Rua Nara, Anália 106, Formiga/MG	http://publicacoes.inthitec.com.br/146916817/Vale-D-Umo-Industria-e-Comercio-Lda-em-Formiga-MG	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração do autor.

ANEXO B – Pacote Atividades



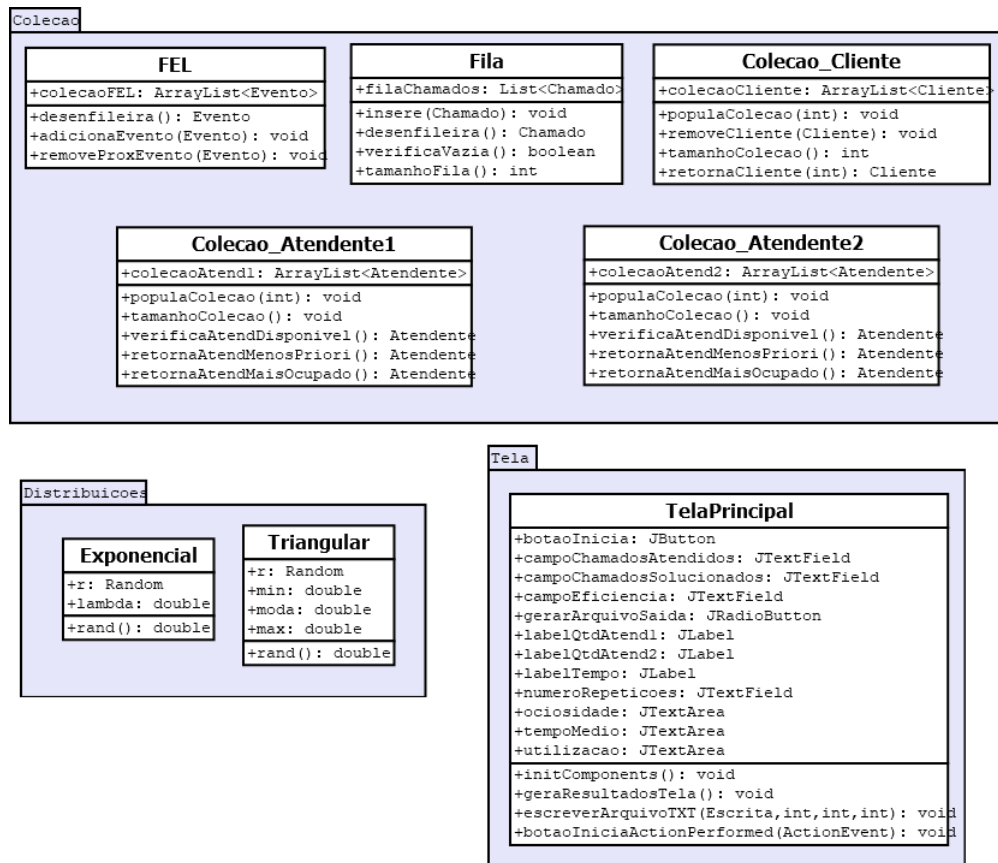
Fonte: Elaborado pelo autor

ANEXO C – Pacote Entidade



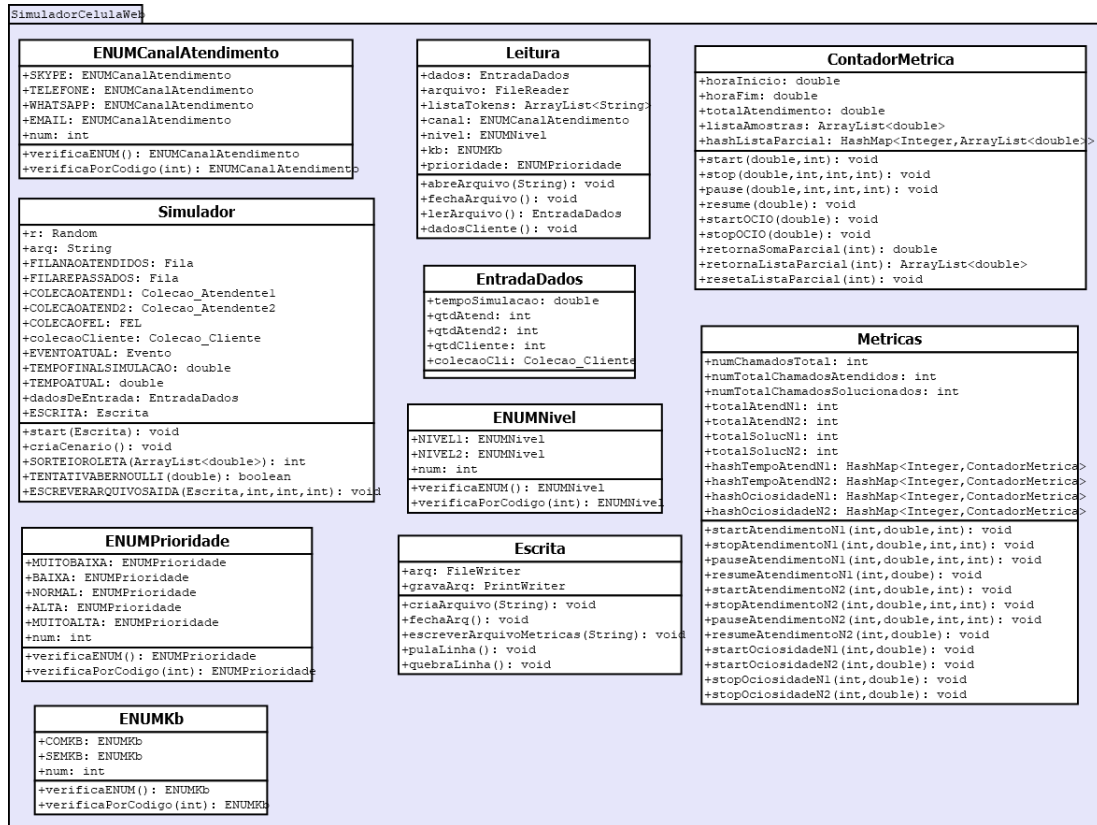
Fonte: Elaborado pelo autor

ANEXO D – Pacotes Coleção, Distribuições e Tela



Fonte: Elaborado pelo autor

ANEXO E – Pacote Simulador Celula Web



Fonte: Elaborado pelo autor