



ANÁLISE DA ENGENHARIA DE TRÁFEGO PARA CALL CENTER

Alana da Silva Magalhães^{*1}, Adenomar Santos de Paula¹, Victor Araújo Gomes¹, Wesley Pacheco Calixto^{1,2} e Júnio Santos Bulhões^{2,3}

¹IFG - Instituto Federal de Goiás

²UFG - Universidade Federal de Goiás

³IFMT - Instituto Federal de Mato Grosso

Resumo - Este artigo propõe o estudo do dimensionamento de *Call Center* obedecendo o no Decreto nº 6.523 que fixa normas gerais sobre o Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) no âmbito dos fornecedores de serviços regulados pelo Poder Público Federal. Teoria de filas são aplicadas para simular a infraestrutura de um *Call Center* no software Arena. O dimensionamento de atendentes do *Call Center* foi simulado e os resultados apresentam a melhor configuração. Os resultados confirmam que através de um ambiente simulado é possível dimensionar e alocar recursos humanos de forma otimizada, visando redução de custos para a empresa e qualidade do serviço para o cliente.

Palavras-Chave- *Call Center*, Decreto 6.526, Software Arena.

ANALYSIS OF TRAFFIC ENGINEERING FOR CALL CENTER

Abstract - This article proposes the study of the dimensioning of *Call Center* in compliance with Decree No. 6,523, which lays down general rules on the Consumer Care Center (SAC) under the service providers regulated by the Federal Government. Queue theory is applied to simulate the infrastructure of a *Call Center* in the Arena software. The sizing of *Call Center* attendants was simulated and the results show the best configuration. The results confirm that through a simulated environment it is possible to optimize and allocate human resources, aiming at cost reduction for the company and quality of service for the customer.

Keywords - *Call Center*, Decree 6.526, Arena Software.

I. INTRODUÇÃO

Com alto nível de concorrência por clientes em todos os seguimentos comerciais, dissemina-se o *marketing* alicerçado com foco no cliente e serviço de qualidade, conseqüentemente o crescimento do setor de *Call Centers* é impulsionado. *Call Center* pode ser definido como Central de relacionamento interativa (ativa e receptiva) dotada de tecnologia, pessoas,

processos, indicadores, facilidades operacionais, telecomunicações e serviços, que atendem às demandas da sociedade tais como pedidos de informações, reparos, assistência técnica, compras de produtos ou serviços, indicações ou mesmo reclamações[1, 2]. Um *Call Center* moderno traz diferenciais competitivos para empresas e ao mesmo tempo cumpre papel social de atender, aproximar e auxiliar pessoas [1].

Em resposta a insatisfação crescente por parte da população com a qualidade do serviço prestado pelas empresas do ramo, em 2008 foi estabelecido o Decreto Nº 6.523 [3], que orienta as atividades envolvendo o Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) estabelecidos no Brasil [3]. O Decreto fixa normas gerais sobre o SAC por telefone, no âmbito dos fornecedores de serviços regulados pelo Poder Público federal, com vistas à observância dos direitos básicos do consumidor de obter informação adequada e clara sobre os serviços que contratar e de manter-se protegido contra práticas abusivas ou ilegais impostas no fornecimento desses serviços. Nesse contexto de funcionamento, as operações de *Call Center* devem prestar serviços envolvendo um grau maior de criteriosidade, como por exemplo para atendimento da demanda de chamadas, onde é estabelecido o limite de nível de serviço 90/10, sob o qual acorda-se que noventa por cento das chamadas deverão ser atendidas em até 10 segundos[4].

O objetivo deste trabalho é analisar a engenharia de tráfego a fim de otimizar recursos de atendimento e reduzir filas, que é um dos principais motivos de reclamação dos clientes junto aos órgãos reguladores. Assim, busca-se identificar a melhor relação entre a quantidade de atendentes e a demanda de chamadas em um serviço de tele-atendimento.

Este trabalho define filas, como funcionam os processos de formação de filas e quais são suas características, além de relatar um pouco da história de Erlang e Poisson. Posteriormente é apresentado o estudo de caso utilizando como simulador o software Arena e a análise destes resultados. Por fim o encerramento apresentando a conclusão do assunto proposto.

II. FILAS

Se não é possível acabar com as filas, ou se não é interessante que elas acabem, só se pode pensar que a única saída

*alana.magalhaes@ifg.edu.br

existente é de ter que esperar a sua vez de ser atendido. Isso é verdade, mas não quer dizer que seja impossível melhorar a dinâmica com que a fila avance, tornando o tempo de espera aceitável para os clientes através de um dimensionamento correto de agentes para o atendimento[5].

A. ERLANG

Agner Krarup Erlang foi a primeira pessoa a estudar o problema de redes de telefonia em 1909, quando ele começou a estudar quantas linhas telefônicas uma Central Telefônica precisava para conectar todas as ligações que passavam por ela. Embora o modelo de Erlang seja simples, a matemática que está aplicada nas complexas redes de telefonia de hoje ainda está baseada em seu trabalho.

Erlang B

Uma fórmula desenvolvida por A. K. Erlang, usada para determinar o número de troncos necessários para atender um volume de chamadas durante o período de uma hora. A fórmula assume que se o visitante recebe sinal de ocupado, nunca mais volta a ligar [6] e desta forma, Erlang B pode subestimar os troncos necessários. Porém, Erlang B é geralmente preciso em situações com pouco sinal de ocupado, sendo descrito pela Equação 1,

$$B(s, a) = \frac{\frac{a^s}{s!}}{\sum_{k=0}^s \frac{a^k}{k!}} \quad (1)$$

Onde:

- $B(s, a)$ – Probabilidade de todos os troncos estarem ocupados ou perda admissível,
- s – Quantidade de troncos;
- a – Densidade de tráfego: relação entre as chamadas que chegam e as que são atendidas em um determinado intervalo de tempo;
- k – Quantidade de pessoas que está passando pelo sistema.

Erlang C

É utilizada para dimensionamento de agentes em centrais de atendimento. Os clientes que chegam e não encontram agentes disponíveis, aguardam indefinidamente em uma fila até serem atendidos. Calcula tempos de espera previstos, baseado em 3 fatores: o número de agentes; o número de visitantes em espera na fila; e o tempo médio de atendimento. Pode prever também o número de agentes para manter tempos de espera em alvos limites definidos. Erlang C assume que não existe abandono ou sinal de ocupado, portanto, tem uma tendência de superestimar o número de agentes e é dado pela Equação 2.

$$C(s, a) = \frac{\frac{a^s}{s!} \left(1 - \frac{a}{s}\right)}{\sum_{k=0}^{s-1} \frac{a^k}{k!} + \frac{a^s}{s!} \left(1 - \frac{a}{s}\right)} \quad (2)$$

Onde:

- $C(s, a)$ – Probabilidade de todos os agentes estarem ocupados ou a probabilidade do cliente ter que esperar na fila;
- s – Quantidade de agentes;

B. POISSON

A distribuição de Poisson é usada para encontrar a probabilidade de um número designado de sucessos por unidade de intervalo. As condições exigidas para se aplicar a distribuição de Poisson, são: (1) deve existir somente dois resultados mutuamente exclusivos, (2) os eventos devem ser independentes, e (3) o número médio de sucessos por unidade de intervalo deve permanecer constante. O cálculo de probabilidade de Poisson é dado pela fórmula da Equação 3 [7].

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \quad (3)$$

Onde:

- $P(x)$ – Probabilidade de Poisson;
- x – Variável que representa o número de ocorrências do evento em um intervalo;
- λ – Taxa de ocorrência do evento x (n° esperado de eventos); e
- e – Constante natural (2,71828).

C. Conceitos Básicos de Filas

Taxa de utilização dos atendentes

No caso de uma fila que possua apenas um atendente, a taxa de utilização do atendente é representada pela expressão 4:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

Onde:

- ρ – Fração média de tempo em que o atendente encontra-se ocupado;
- λ – Taxa de chegada das chamadas; e
- μ – Taxa de atendimento das chamadas.

Já no caso de uma fila com vários atendentes é representada pela expressão 5:

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu} \quad (5)$$

Onde:

- c – Quantidade de atendentes.

Intensidade de Tráfego

A Intensidade de Tráfego ou número mínimo de atendentes é dada pela equação 6:

$$i = \left\lceil \frac{\lambda}{\mu} \right\rceil \quad (6)$$

Onde:

- i – Número mínimo de atendentes necessários para atender a um determinado fluxo de tráfego e sua unidade de medida é o Erlang.

III. CARACTERÍSTICAS DAS FILAS

Em uma fila tem-se alguns elementos básicos que a compõem, destacando-se: i) população são os possíveis ocupantes da fila; ii) clientes, transação ou entidades são as pessoas da população que formam a fila aguardando por algum tipo de serviço; iii) serviço são tarefas que o cliente necessita e iv) servidores são atendentes que executarão as tarefas solicitadas pelos clientes[8].

Deve-se ter em mente que um cliente é advindo de uma população. Quando esta é muito grande, pode-se dizer, para efeitos práticos, que ela é infinita e a chegada de um novo cliente a fila não afeta a taxa de chegada dos próximos clientes que chegarão.

Também é importante estudar o processo de chegada das filas. Este define se haverá, acúmulo ou não na fila e se o dimensionamento desta fila está correto, pois se ela começar a crescer em uma proporção muito maior que velocidade em que os clientes são atendidos, logo se pode constatar a ocorrência de um gargalo e assim dizer que esta fila deve ser remodelada.

Algumas características das filas podem ser assim definidas: i) Processo de chegada: representa os fatores que influenciam na quantidade que indivíduos que estão presentes na fila; ii) Atendimento: os valores médios do tempo de atendimento são valores prováveis e será diferente para cada tipo de serviço que o cliente necessite; iii) Número de atendentes: a quantidade ideal de atendentes é aquela que consegue suprir toda a demanda de clientes, dentro dos parâmetros estabelecidos em lei e ainda gerar economia na folha de pagamentos para a empresa; iv) Disciplina da fila: é a regra que define como será o procedimento de atendimento do próximo cliente; v) Tamanho médio da fila: tem grande influência na escolha do cliente pelo atendimento; vi) Tamanho máximo da fila: depende da capacidade de atendimento do sistema, é possível que alguns clientes sejam dispensados e que os mesmo devam retornar posteriormente para serem atendidos, vii) Tempo médio de espera na fila: representa o valor mais próximo da realidade de espera na fila e o objetivo é tornar esse tempo o menor possível, viii) Variáveis randômicas: as filas são formadas de forma aleatória e somente um modelo probabilístico poderia representá-las com maior semelhança; ix) Dinâmica de uma fila: a dinâmica das filas está relacionada ao modo como elas são formadas e como se comportam de acordo com o tempo médio de atendimento, além de dependerem basicamente do intervalo entre chegadas, x) Intervalo entre chegadas: representa o intervalo de tempo entre os indivíduos na fila, de acordo com a sequência de chegada; xi) Tempo médio de atendimento (TMA): é a média dos tempos gastos no atendimento por todos os atendentes em atividade; xii) Tempo médio de permanência na fila(TMF): é a média de tempo em que os componentes da fila permanecem enquanto aguardam pelo atendimento e xiii) Número médio de indivíduos na fila (NMF): expressa a quantidade de pessoas que estão aguardando atendimento na fila.

A. DIMENSIONAMENTO DE FILAS

Com o crescimento da oferta no número de produtos e serviços oferecidos atualmente, a preocupação em otimizar o atendimento ou a produção vem se tornando uma nova tendên-

cia de mercado, pois as empresas visam obter cada vez mais lucros e para que isso ocorra é necessário ter o mínimo de despesas possível. Alcançar este objetivo é uma tarefa árdua, principalmente para os gerentes e planejadores que têm que se desdobrar em busca de resultados que agradem seus chefes e aos usuários.

Após definido um objetivo de produção ou de qualidade de atendimento deve-se fazer estudos para alcançar o balanceamento deste sistema, de modo a dimensionar corretamente a aplicação da quantidade correta de equipamentos, veículos e pessoas para que se chegue a um funcionamento mais eficiente. Estes estudos são chamados de Modelagem de Sistemas.

B. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

Para se fazer um dimensionamento satisfatório em um sistema que possui a formação de filas existem alguns fatores muito importantes que devem ser considerados. No modelo de fila os principais critérios a serem observados devem ser: i) qualidade do atendimento: é utilizada para determinar a capacidade de atendimento a ser implantada para atender os clientes que chegam à fila; ii) tamanho da amostra: impacta na confiabilidade dos resultados devido ao correto o dimensionamento do sistema e iii) tipo de fila e a quantidade de servidores: a correta escolha do tipo de fila a ser utilizada fará uma grande diferença no processo de dimensionamento deste sistema, pois em alguns casos, o emprego do tipo de fila errado pode representar um gargalo no sistema que irá gerar o aumento descontrolado da fila e em consequência disto, a insatisfação dos cliente.

IV. ESTUDOS DE CASOS

Para a realização desta etapa, foi utilizado um notebook, com processador Intel Pentium, com 2 GB de memória RAM, um sistema operacional Windows 7 (Starter) de 32 bits e o Software Arena na versão Student. O ARENA é um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos para modelagem de processos, desenho e animação, análise estatística e análise de resultados [9].

Para a construção do Cenário 1, representado pela Figura 1, Figura 2 e Figura 3, foram utilizados os dados de Bouzada(2009) [10], disponibilizados pela empresa Contax sobre um produto denominado 102. Esses dados se referem ao período de 00:00 às 00:30 do dia 22 de agosto de 2006, onde a empresa teve 592 ligações atendidas, com TMA de 29,4 segundos, por um contingente de 12 operadores. Com base nesses dados foram geradas três simulações com variações no número de atendentes com o intuito de verificar o impacto destas alterações no resultado final do atendimento e definir qual seria o melhor dimensionamento para este caso.

Partindo da premissa que a empresa utilizou 12 operadores, as simulações contemplarão o seguinte roteiro: a primeira será executada com 13 operadores, a segunda com 12 e a terceira com 11, para que se possa comparar os resultados e concluir qual dessas escolhas representa o melhor dimensionamento para essa situação.

Como as chamadas vão chegando à central sem nenhuma espécie de controle, este processo pode ser considerado ale-

atório, caso em que a base conceitual sugere que a taxa de chegada de ligações seja modelada através de um processo de Poisson. O modelo de simulação construído implementou este processo com média de, aproximadamente, 0,33 ligações chegando por segundo (ou 592 em um intervalo de 30 minutos). O bloco Chegada da Chamada ao Sistema representado na Figura 1 representa a parte responsável pelo processo de geração das chamadas.

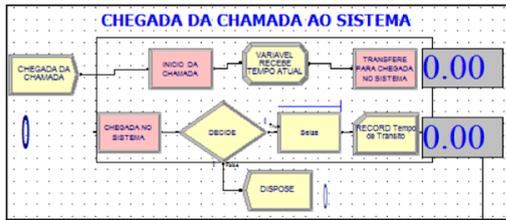


Figura 1: Bloco de geração das chamadas. Fonte: [Autores]

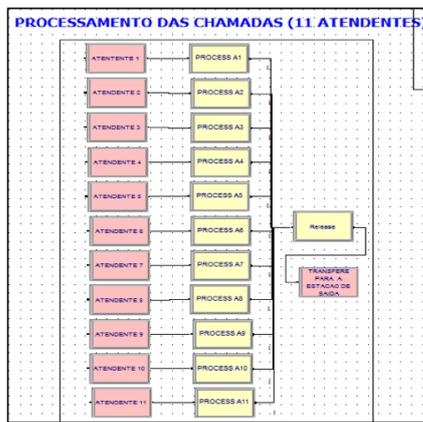


Figura 2: Processo de Atendimento das chamadas. Fonte: [Autores]

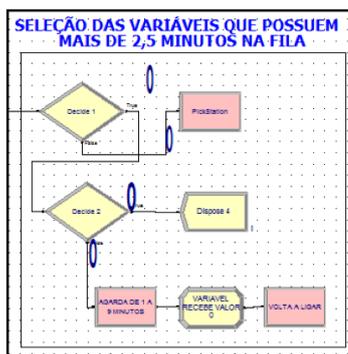


Figura 3: Seleção dos clientes que abandonaram a fila. Fonte: [Autores]

Em relação ao tempo de atendimento, a distribuição Erlang costuma modelar bem esse processo e, portanto, foi utilizada, com média de 29 segundos. Ela requer, no entanto, um parâmetro adicional (k) que diz respeito à variabilidade dos dados em torno da média. Para, então, considerar uma variabilidade moderada dos dados em torno da média, o modelo utiliza a distribuição Erlang com $k = 4$, fazendo com que o coeficiente de variação seja de 50%. Essas configurações estão presentes

no bloco Processamento das Chamadas (11 Atendentes) representado na Figura 2.

Para que o modelo contemplasse corretamente o comportamento de abandono dos clientes, foi necessário utilizar novamente os dados da Contax, que mostrou que o tempo de espera das ligações abandonadas apresenta, historicamente, uma média em torno de 2,5 minutos, seguindo uma distribuição não muito distante de uma exponencial. Também foi preciso modelar o comportamento de retorno das ligações abandonadas. Para tal, foi utilizada a mesma proposta do artigo, de que 80% das ligações abandonadas são refeitas posteriormente, entre 1 e 9 minutos após o abandono com distribuição uniforme. Essa etapa está representada no bloco Seleção das Variáveis que possuem mais de 2,5 minutos na Fila na Figura 3.

A. Cenário 1 utilizando 13 atendentes

Após replicar a simulação por 15 vezes os resultados indicam que em média 600 chamadas foram geradas e que destas, 590 foram efetivamente atendidas durante os 30 minutos de simulação. Para esta quantidade de chamadas pode-se observar que o tempo médio de espera dos clientes foi de aproximadamente 1,49 segundos e que o tempo máximo de espera foi de 8,4 segundos conforme descrito na Tabela 1. Tempo que está dentro dos valores exigidos pela lei, já que segundo o Decreto nº 6.523, o tempo máximo que o cliente deve esperar na fila é de 60 segundos.

Tabela 1: Tempo médio de espera de cada cliente. Fonte: [Autores]

Average	Half Width	Min. Average	Max. Average	Min. Value	Max. Value
1.490	1,56	0.036	8.3961	0,00	1778

Entretanto, apesar dos dados iniciais serem muito positivos para a empresa, existem alguns fatores decisivos para que se tenha uma tomada de decisão correta e precisa. É muito importante observar se não existem atendentes ociosos, ou com uma carga de trabalho abaixo da média, pois isso representa um custo com mão-de-obra desnecessária, o que gera desperdício e consequentemente, redução nos lucros. A Figura 4 representa a média de tempo em que o atendente permaneceu ocupado durante os 30 minutos (1800 segundos) de duração da simulação, o que permite verificar que os atendentes A11, A12 e A13 estiveram ociosos mais da metade do tempo simulado.

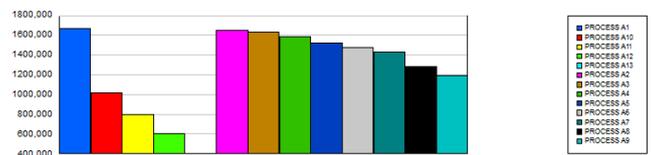


Figura 4: Tempo médio de ocupação - 13 atendentes. Fonte: [Autores]

Outro fator que deve ser considerado é a quantidade de clientes que cada operador atendeu. A Tabela 2 descreve quantos clientes cada operador atendeu, em média, durante toda a simulação. Pode-se verificar na coluna *Average*, que o atendente A11 atendeu uma média de aproximadamente 31 clientes durante as 15 repetições em que a simulação foi executada, o

atendente A12 atendeu 22 clientes e o atendente A13 atendeu 15 clientes. Esses três atendentes permaneceram bem abaixo da média dos demais, que foi acima de 50 clientes para cada.

Tabela 2: Número médio de clientes atendidos por cada operador. Fonte: [Autores]

Total N Seized	Average	Half Width	Min. Average	Max. Average
Atendente 1	61,66	2,28	51,00	67,00
Atendente 2	61,33	1,96	55,00	68,00
Atendente 3	59,40	2,18	50,00	66,00
Atendente 4	56,93	2,46	50,00	65,00
Atendente 5	55,46	1,65	50,00	60,00
Atendente 6	55,80	2,01	51,00	63,00
Atendente 7	52,13	2,50	46,00	59,00
Atendente 8	48,53	1,84	44,00	55,00
Atendente 9	42,60	1,72	34,00	48,00
Atendente 10	37,86	1,75	32,00	43,00
Atendente 11	30,80	2,18	21,00	37,00
Atendente 12	22,00	2,68	13,00	31,00
Atendente 13	15,00	2,59	4,00	21,00
Espaço	600,13	8,47	573,00	632,00

Com base em todos esses resultados é possível concluir que devido o número de atendentes ociosos e o baixo número de atendimentos realizados por eles, é possível haver uma redução na quantidade de atendentes, sem que isso reflita em prejuízos na qualidade do atendimento da empresa.

B. Cenário 1 utilizando 12 atendentes

Após replicar a simulação por 15 vezes os resultados indicam que em média 596 chamadas foram geradas e que destas, 586 foram efetivamente atendidas durante os 30 minutos de simulação. Para esta quantidade de chamadas pode-se observar que o tempo médio de espera dos clientes foi de aproximadamente 11 segundos e que o tempo máximo de espera foi de 43 segundos conforme Tabela 3, de acordo com o Decreto nº 6.523.

Tabela 3: Tempo médio e máximo de espera. Fonte [Autores]

Average	Half Width	Min. Average	Max. Average	Min. Value	Max. Value
10,91	8,10	0,14	42,61	0,00	1769

Pode-se verificar que os atendentes A10, A11 e A12, tiveram novamente um aproveitamento abaixo da média dos demais atendentes de acordo com a Figura 5, que representa a média de tempo em que o atendente permaneceu ocupado durante a simulação.

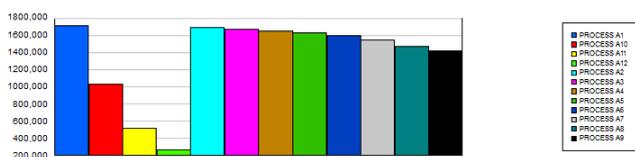


Figura 5: Tempo médio de ocupação - 12 atendentes.. Fonte: [Autores]

O número médio de clientes que cada operador atendeu durante a simulação está descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Número médio de clientes atendidos por cada operador. Fonte: [Autores]

Total N Seized	Average	Half Width	Min. Average	Max. Average
Atendente 1	63,26	2,32	57,00	69,00
Atendente 2	61,80	2,03	55,00	67,00
Atendente 3	61,66	2,12	52,00	67,00
Atendente 4	60,66	2,37	53,00	71,00
Atendente 5	58,86	2,36	53,00	66,00
Atendente 6	59,20	2,18	51,00	66,00
Atendente 7	57,86	2,64	49,00	67,00
Atendente 8	53,86	2,10	50,00	62,00
Atendente 9	50,13	3,79	38,00	61,00
Atendente 10	38,86	8,69	8,00	56,00
Atendente 11	19,53	6,58	7,00	41,00
Atendente 12	9,20	4,33	1,00	29,00
Espaço	596,8	7,75	581,00	632,00

Com esses valores é possível verificar que o atendente A12, pouco influenciou nos resultados, tendo em vista que o mesmo atendeu apenas 9 clientes, em média, no período de meia hora enquanto a maioria dos atendentes recepcionou mais de 50 clientes nesse mesmo intervalo de tempo. Isso leva a conclusão de que seria perfeitamente possível diminuir mais um atendente e manter o nível de atendimento oferecido.

C. Cenário 1 utilizando 11 atendentes

Após replicar a simulação por 15 vezes os resultados revelam que 596 chamadas foram geradas e que destas, 586 foram efetivamente atendidas durante os 30 minutos de simulação, exatamente como ocorreu na simulação com 12 atendentes. Aparentemente este seria o dimensionamento mais vantajoso, porém não pode haver conclusões precipitadas, pois isso poderia gerar grandes prejuízos para a empresa. Para evitar esse tipo de erro deve-se continuar a análise do restante dos dados.

Observando a Figura 6 pode-se verificar que a média de tempo em que os atendentes permanecem ocupados aumentou com exceção do atendente A11, que permaneceu, em média, apenas 283 segundos ocupado durante os 1800 segundos de simulação. Entretanto, esses valores já superam os das simulações anteriores, já que apenas um dos atendentes permaneceu abaixo da média.

A quantidade de clientes que cada operador atendeu, em média, pode ser analisada através da Tabela 5. Porém ao observar a Figura 6, logo se percebe que os atendentes mantiveram uma média com relação ao número de clientes atendidos, sendo que apenas o atendentes A11 permaneceu abaixo dessa média.

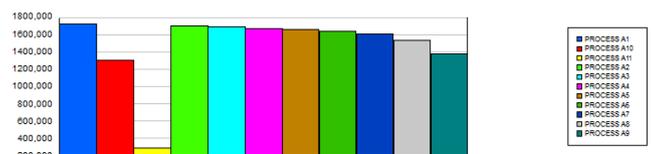


Figura 6: Tempo médio de ocupação - 11 atendentes.. Fonte: [Autores]

Durante todo o processo de simulação utilizando 11 atendentes todas as informações levam a crer que o dimensionamento com esta quantidade de atendentes seria o mais vantajoso, pois aumentaria os lucros da empresa através da redução

de custos com mão-de-obra e ainda haveria uma reserva para o caso de um aumento inesperado na demanda, já que o atendente A11 estava operando bem abaixo da média dos demais.

Tabela 5: Número médio de clientes atendidos por cada operador.
Fonte: [Autores]

<i>Total N Seized</i>	<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Average</i>	<i>Max. Average</i>
Atendente 1	64,06	2,62	58,00	74,00
Atendente 2	62,33	2,11	56,00	70,00
Atendente 3	61,73	2,84	52,00	72,00
Atendente 4	61,60	1,88	56,00	67,00
Atendente 5	61,26	2,00	56,00	67,00
Atendente 6	60,00	1,44	56,00	66,00
Atendente 7	57,06	1,99	43,00	65,00
Atendente 8	56,73	2,44	51,00	65,00
Atendente 9	51,40	7,23	11,00	69,00
Atendente 10	47,93	6,34	11,00	61,00
Atendente 11	11,20	6,26	2,00	45,00
Espaço	596,40	9,00	563,00	626,00

Entretanto, existe um dado muito importante que não foi mencionado anteriormente e que, sem observá-lo, ocasionaria uma tomada de decisão incorreta. Esse fato pode ser visto através da Tabela 6, onde está representada a média de tempo que cada cliente aguardou para ser atendido. Pode-se verificar que na coluna *Average*, que a média comum foi de 9.32 segundos, porém a média máxima foi de 65.36 segundos. Isso não pode ocorrer pois, como já havia sido dito, o decreto regulamenta que o tempo máximo de espera na fila seja de 60 segundo. Portanto, a utilização de 11 atendentes para esse caso torna-se inviável.

Tabela 6: Tempo médio e máximo de espera. Fonte [Autores]

<i>Average</i>	<i>Half Width</i>	<i>Min. Average</i>	<i>Max. Average</i>	<i>Min. Value</i>	<i>Max. Value</i>
9,32	8,71	1,36	65,36	0,00	1342

Análise dos resultados

Através do conjunto de informações obtidas no decorrer das simulações do Cenário 1, conclui-se que o dimensionamento correto para o sistema em estudo é de 12 atendentes, pois consegue suprir a demanda oferecida, com o maior aproveitamento dos operadores e de forma a se manter dentro dos parâmetros regulamentados no Decreto N° 6.523, de 31 de julho de 2008. Além disso essa quantidade de atendentes ainda permite que o atendimento seja mantido de acordo com as normas, mesmo que a demanda sofra um aumento inesperado.

V. CONCLUSÃO

Através deste trabalho é possível perceber que a simulação constitui-se em um notável instrumento de análise do comportamento de chamadas atendidas e recursos humanos alocados, ou seja, uma alternativa válida para facilitar o trabalho dos analistas de *Call Center* que possuem a difícil tarefa de prever a demanda de um *Call Center* através dos históricos disponíveis em suas bases de dados.

Através dos dados reais do trabalho de Bouzada (2009) [10] foi possível efetuar a geração das simulações para o cenário

e comparar os resultados da simulação com os reais. Pôde-se perceber os impactos de indicadores como: tempo médio de atendimento, volume de chamadas e absenteísmo sobre o correto dimensionamento dos recursos de um *Call Center* em busca de alcançar um nível de serviço adequado ao que prevê o Decreto N° 6.523, de 31 de julho de 2008, segundo o qual se busca garantir atendimento de qualidade aos diversos tipos de usuários que necessitam dos serviços prestados por empresas de telecomunicações.

Como sugestão para estudos futuros, tem-se a realização de uma pesquisa que compare efetivamente os resultados obtidos através das fórmulas analíticas, os resultados simulados pelo Arena e os dados reais, no intuito de juntar estas informações e encontrar um modo de gerar previsões o mais próximo possível da realidade. Outros tópicos relevantes para pesquisas é realizar simulações com dados diários, mensais e semanais, considerando as escalas de trabalho dos atendentes e dimensionando a sobreposição de turnos para redução de atendentes. Melhorias no nível do abandono, criando abandonos em demais etapas do processo.

REFERÊNCIAS

- [1] Roberto Madruga. *Gestão moderna de Call Center e telemarketing*. Editora Atlas SA, 2000.
- [2] Sidney Carlos Ferrari and Reinaldo Morabito. Application of queueing models with abandonment for call center congestion analysis. *Gestão & Produção*, 27, 2020.
- [3] BRASIL. Decreto n° 6.523, de 31 de julho de 2008. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6523.htm, 2008. Acessado em: 16 jun. 2021.
- [4] ANATEL. Resolução n° 575 de 28/10/2011. <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2011/68-resolucao-575#art3>, 2011. Acessado em: 16 jun. 2021.
- [5] J Yonamine. *O setor de call centers e métodos quantitativos: uma aplicação da simulação*. PhD thesis, Dissertation (M. Sc. in Business Administration), Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2006.
- [6] Ian Angus. An introduction to erlang b and erlang c. *Telemangement*, 187:6–8, 2009.
- [7] André Feitoza de Mendonça and Marcilia Andrade Campos. Uma extensão intervalar para distribuição de poisson. *Anais do CNMAC*, 2010.
- [8] Yves Dallery Oualid Jouini and Rabie Nait-Abdallah. Analysis of the impact of team-based organizations in call center management. *Management Science*, pages 400–414, 2008.
- [9] Darci Prado. *Teoria das Filas e da Simulação*, volume 2. Falconi Editora, 2017.
- [10] Marco Aurélio Carino Bouzada. Dimensionamento de um call center: simulação ou teoria das filas? *Anais SIMPOI*, 2009.