

SISTEMAS DE TELEFONIA: ESTUDO DO DIMENSIONAMENTO DE UM CALL CENTER UTILIZANDO A TEORIA DAS FILAS

Valter Rodrigues Vasconcelos Junior¹, Fernando Luiz Trazzi Junior²

¹ Discente do Curso de Engenharia Elétrica na Faculdade Brasileira – MULTIVIX

² Docente do Curso de Engenharia Elétrica na Faculdade Brasileira – MULTIVIX

RESUMO

O Centro Integrado Operacional de Defesa Social (CIODES), foi criado no ano de 2004 para integrar o atendimento a alguns órgãos de Segurança Pública, como Polícia Militar, Bombeiros Militar e Polícia Civil. O presente artigo tem por objetivo verificar se o referido Centro suporta o número de ligações diárias demandadas pelo cidadão que necessita do serviço em solo capixaba, tal como o seu tempo de espera para atendimento, utilizando a Teoria das Filas. A partir deste estudo de caso, poderá se verificar se o CIODES necessita de mais atendentes ou de um novo sistema de atendimento, a fim de prestar um melhor serviço à população abrangida por esse importante serviço.

Palavras-chave: tráfego telefônico; call center; teoria das filas.

ABSTRACT

Operating Integrated Center for Social Defense (CIODES), was created in 2004 to integrate the care of some organs of public security, as Military Police, Fire and Civil Military Police. This article aims to verify whether the center supports the number of daily connections demanded by citizens who need service in capixaba soil, such as your waiting time for service, using the Theory of Queues. From this case study, you can check whether the CIODES needs more attendants or a new system of care in order to provide better service to the population covered by this important service.

Keywords: telephone traffic; call center; queue theory.

INTRODUÇÃO

No mundo empresarial, uma boa interface de comunicação entre empresa e cliente é essencial. A falta ou a precariedade deste meio pode determinar o fracasso ou insucesso do negócio, e da mesma forma, um meio bem estruturado pode levar esta empresa ao sucesso (ZEITHAML et al., 2014).

A comunicação entre empresa e cliente pode se dar de várias maneiras, tais como telefone, e-mail, atendimento pessoal ou correspondência, sendo que a estrutura telefônica demonstra mais abrangência e notoriedade em território nacional.

Zeithaml et al. (2014), diz que, em geral, nas grandes empresas, o atendimento telefônico se dá através de call centers, que contam com uma central telefônica e um número de atendentes que varia com a demanda da empresa.

Ao entrar em contato com um call center, um cliente espera rapidez e objetividade em seu atendimento, além da resolução do problema que o acomete. De forma significativa, a demora no atendimento acarreta no descontentamento daquele que deseja ser atendido, portanto, é de suma importância o correto dimensionamento de um call center, que possibilitará, com maior rapidez, o início do atendimento ao cliente.

De forma similar, os órgãos que compõem o Sistema de Segurança Pública, como a Polícia Militar, devem possuir um call center bem projetado, de forma que a espera do cidadão, que pode ser visto como cliente, seja mínima.

Imagine uma pessoa que presencie um infrator roubando um estabelecimento bancário. Naturalmente, essa pessoa tomará providências para que tal infrator não consiga concretizar o roubo em andamento, e entrará em contato com a Polícia, que poderá impedir o ato injusto ou minimizar as possíveis ações que o cidadão em conflito com a lei poderá vir a praticar. A partir da imaginação de que o cidadão que presencia o fato tenha que aguardar cerca de 30 minutos na linha para comunicar o fato em questão. Evidentemente as conseqüências de tal espera poderiam ser desastrosas: por conta da espera para falar com a polícia, o banco foi roubado; o cidadão de bem que queria comunicar o fato desenvolve um sentimento de descrédito para com a Polícia; é gerada uma sensação de insegurança no local e adjacências; haverá uma negatização da imagem institucional na mídia; haverá redução na qualidade do serviço policial como um todo; dentre outras conseqüências.

Diante do cenário atual, que demonstra crescimento populacional no Estado, e tendo como base que o Centro Operacional de Defesa Social (CIODES) foi criado no ano de 2004, passando por algumas manutenções e atualizações, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: “O Call Center do CIODES consegue atender a demanda de ligações atual sem que o solicitante do serviço espere demasiadamente ou não consiga falar com um atendente?”

Na seara da Segurança Pública, mais especificamente quando se fala de Polícia Militar, o número de ocorrências provenientes de atendimentos telefônicos tem grande expressão, sendo claramente dominante, logo, é relevante o estudo, projeto e implementação de um call center que atenda bem a população.

No Estado do Espírito Santo, o CIODES, é um projeto criado no ano de 2004 pela Secretaria de Segurança Pública do Espírito Santo (SESP-ES), que visa integrar em uma única

estrutura, física e digital, diversos órgãos da Segurança Pública, como Polícia Militar, Polícia Civil e Bombeiros Militar. Desta forma, o atendimento a estes órgãos fica concentrado nesse Centro, através do disque-emergência (190), que recebe milhares de ligações diárias, muitas delas envolvendo fatos emergenciais (ESPIRITO SANTO, 2015).

A partir da criação do CIODES, a Central de Atendimento de Emergências - 190 (CAE), torna-se peça principal para o atendimento ao cidadão (ESPÍRITO SANTO, 2014). Após o recebimento da chamada pelo operador do call center, “um atendimento eficiente à população envolve uma gama de fatores, como profissionalismo e eficiência do atendente, nível de ruídos na ligação, volume da ligação, presteza do atendente, treinamento, uso correto do sistema, dentre outros” (DAVENPORT, 1998, p.15). No entanto, mesmo com esses e outros fatores em conformidade com o esperado, é imprescindível e óbvio que o atendente consiga receber a ligação do solicitante.

Sendo assim, deve-se ter uma central telefônica que comporte a demanda de ligações recebidas, a qualquer dia e a qualquer hora, seja ela qual for. Além de comportar o número de ligações simultâneas, o tempo de espera do solicitante do serviço deverá ser mínima, sendo que este último é um dos fatores que mais influenciam na satisfação do cliente. Com o dimensionamento correto, é possível melhorar o rendimento do sistema, assim como reduzir custos e direcionar melhor os recursos disponíveis.

Este estudo buscou estudar a porta primária para o atendimento telefônico, que é o dimensionamento e projeto corretos da central telefônica. A partir daí é possível se mensurar, com os critérios corretos, os fatores que garantem a qualidade no recebimento das chamadas, como o tempo de espera enfrentado pelo solicitante do serviço. O referido estudo analisou os dados do call center do CIODES no período de abril a setembro de 2015.

Neste trabalho foi verificado se a central telefônica do CIODES está corretamente dimensionada utilizando a Teoria das Filas, noções de probabilidade e estatística, e métodos desenvolvidos por Agner Karup Erlang, como o método intitulado por Erlang C, a fim de proporcionar um atendimento telefônico de qualidade a quem necessitar, seja para acionar a Polícia Militar, o Corpo de Bombeiros Militar, a Polícia Civil, a Guarda Municipal de Vitória, ou as demais instituições que integram o Centro. Além disso, foi verificado também, de forma teórica, a capacidade de atendimentos diários do Centro Integrado Operacional de Defesa Social, estimando um tempo limite de espera. Logo após, foram coletados dados do sistema vigente, confrontando-os com os resultados teóricos obtidos.

O CIODES, local onde este estudo foi realizado, fica localizado no prédio da Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social (SESP-ES), situado na Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes, 2355, Bento Ferreira, Vitória-ES.

METODOLOGIA

Inicialmente, a metodologia aplicada a este artigo se deu com base em pesquisa bibliográfica, sendo elaborada a partir de material já publicado por diversos autores da área de Telefonia e Telecomunicações, tendo como suporte livros, artigos, cartilhas e material disponibilizado na internet. Em principal, foi utilizado o estudo da Teoria das Filas.

No segundo momento, foi utilizada a pesquisa qualitativa, uma vez que existe uma relação dinâmica entre o mundo real e o objeto aqui estudado. Nesta parte da pesquisa, o Centro Integrado Operacional de Defesa Social, situado no prédio da Secretaria de Segurança Pública do Espírito Santo, foi a fonte direta da coleta de dados.

Para se compreender o dimensionamento de um call center, é necessário entender alguns conceitos básicos de Telefonia. De modo simples, um sistema de Telefonia é um processo estocástico, ou seja, um processo de seqüências aleatórias dependentes do tempo. Este e outros conceitos indispensáveis ao entendimento do problema serão abordados nos tópicos seguintes.

NOÇÕES DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO

Um call center recebe as ligações através de uma ou mais centrais telefônicas. De acordo com Pinheiro (2004), uma central telefônica, que utiliza um sistema de comutação, pode ter N circuitos de entrada, e M circuitos de saída, dependendo de seu projeto.

Para que uma ligação seja atendida, uma entrada é conectada a uma saída, que permanecerão unidos durante o tempo da conexão. Após encerrada a conexão, esta saída poderá atender uma outra entrada qualquer. Se o número M de circuitos de saída for menor que o número N de entrada, ocorrerá, no momento em que o sistema tiver M conexões, o bloqueio da próxima conexão, pois esta não conseguirá seguir no sistema através de um canal de saída de forma imediata (PINHEIRO, 2004, p.109-110).

Em seu estudo, Marins (2011), diz que o bloqueio de uma ligação pode se dar com ou sem espera. Em um sistema sem esperas, o cliente é imediatamente excluído, ao passo de que

em um sistema com esperas, haverá a formação de filas, que serão abordadas neste artigo em momento posterior.

Para o dimensionamento de uma central telefônica, é estimada uma intensidade de tráfego para o sistema, dada em Erlangs, e em seguida são avaliados alguns fatores do sistema, como a probabilidade de bloqueio para diferentes números de canais de atendimento e o tempo de permanência no sistema.

PROCESSOS MARKOVIANOS E NÃO MARKOVIANOS

Segundo Pinheiro (2004), um processo é dito markoviano quando os próximos estados do processo não dependem dos estados anteriores, sendo dependentes apenas do estado atual. Para a análise de um processo markoviano se faz necessário apenas conhecer o seu estado anterior, uma vez que o sistema não possui memória.

Por outro lado, um processo não markoviano são aqueles em que se faz necessário “caracterizar o comportamento futuro do sistema é necessário conhecer o seu estado atual e se ter informações sobre o passado” (MARINS, 2011, p.11).

Os processos aqui estudados são do tipo markovianos, que são aplicados na modelagem dos sistemas de filas.

A TEORIA DAS FILAS

Segundo Tôrres (1966), uma fila, sua forma mais familiar, é gerada quando clientes, chegando a um posto de atendimento, ou servidor, não possam ser atendidas prontamente, tendo, ocasionalmente, que aguardar para tanto, sendo que este grupo de clientes que aguardam é a fila.

Em sua essência, “a Teoria das Filas de espera é um método estatístico que permite estimar as demoras que ocorrem quando um serviço tem de ser proporcionado a clientes cuja chegada se dê ao acaso” (TÔRRES, 1966, p.1), ou seja, é uma ferramenta matemática que trata de eventos aleatórios.

Essa teoria estuda o sistema de filas, proporcionando uma maneira de definir o tal sistema matematicamente. Com a Teoria das Filas é possível prever também o tempo de espera em filas, além de respostas prováveis de um dado sistema. Além disso, é possível mensurar o comportamento de um sistema de filas e seus parâmetros, como tempo de espera médio e a

probabilidade de formação de filas. Há então a “possibilidade de testar possíveis modificações em Sistemas de Filas que contribuam para melhorar seu rendimento, e obter subsídios para escolha da melhor alternativa de ação” (MARINS, 2011, p.3).

CARACTERÍSTICAS DE UM SISTEMA DE FILA

Um sistema de filas possui algumas características básicas, que interagem entre si, como processo de chegada, tempo de atendimento, o número de canais de serviço, o tamanho do sistema de fila, a população de clientes e a disciplina de atendimento.

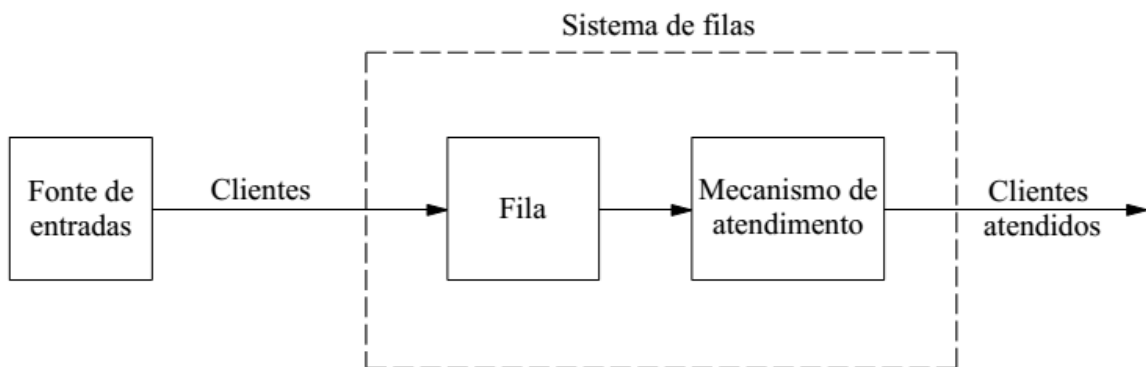


Figura 1 – Estrutura básica de um sistema de fila (MARINS, 2011, p.33)

Como se trata de um processo estocástico, vamos assumir que os clientes do sistema acima estruturado chegam em instantes t_1, t_2, t_3, \dots , onde o tempo de interchegadas, dado por $\tau_j = t_j - t_{j-1}$, é uma variável aleatória.

O tempo de atendimento é o tempo gasto por cada cliente nos canais de serviço, que também é uma variável aleatória.

O número de canais de serviço pode assumir três formas distintas:

- **Servidor único (single server)** – um cliente é atendido por vez;
- **Servidor múltiplo (multi-server)** – existe um número m de servidores que podem atender um número m de clientes ao mesmo tempo;
- **Servidor Infinito (infiniteserver)** – todo cliente que chega é atendido sem espera.

Segundo Tôrres (1966), a capacidade do sistema é medida de acordo com o número total de clientes que ela comporta, estejam eles entrando no sistema, esperando para serem atendidos ou em atendimento. A capacidade pode ser limitada por questões de espaço, custo ou para evitar altos tempos de espera.

A população de clientes é a quantidade de usuários em potencial que podem vir a utilizar o sistema em um determinado momento. A taxa de chegadas dependerá da população de clientes: será constante para população infinita, e variável para uma população finita.

A disciplina de serviço nada mais é que o método de atendimento escolhido, podendo ser ele FCFS (First Come, FirstServed), FIFO (First In, First Out), LCFS (Last Come, FirstServed), LIFO (Last In, First Out), SIRO (Service in a RandomOrder), RR (Round Robin), dentre outras.

Para Arenales et al. (2007), um sistema de filas é classificado por suas características, e para isso, utiliza-se a notação de Kendall-Lee:

A / S / m / B / K / DS

Onde:

A = Distribuição de tempo interchegada

S = Distribuição de probabilidades dos tempos de atendimento

m = Número de canais de serviço simultâneo (servidores)

B = Quantidade de Buffers ou capacidade do sistema

K = Tamanho da população

DS = Disciplina de serviço

É possível ainda classificar as divisões utilizadas para tempo de interchegada e distribuição de tempo de serviço, conforme tabela abaixo:

Tabela 1 – Disciplinas de atendimento

SÍMBOLO	CLASSIFICAÇÃO
M	Exponencial (Memoryless)
E_k	Erlang, com parâmetro K
H_k	Hiperexponencial, com parâmetro K
D	Determinístico
G	Distribuição genérica (sem variância)

Fonte: Os autores

Para se determinar qual o modelo de fila mais adequado para o problema em estudo, foram necessárias a verificação dos seguintes pontos:

- O processo de chegada e de serviço são processos markovianos que não dependem dos estados passados, apenas do estado anterior (o sistema não possui memória);
- O número de servidores é m , constante;
- No caso de formação de uma fila de espera, esta comportará uma quantidade muito grande de clientes, desta forma, a capacidade do sistema pode ser considerada como infinita;
- A população de usuários que podem vir a utilizar o sistema é muito grande, podendo ser considerada como infinita;
- A disciplina de serviço é FCFS, pois o primeiro a chegar ao sistema, será o primeiro a ser atendido.

Logo, neste artigo, foi estudado um sistema $M/M/m/\infty/\infty/FCFS$, que pela notação de Kendall-Lee, pode ser descrito como apenas por $M/M/m$.

O SISTEMA $M/M/m$

Analisando a notação, extrai-se que o sistema possui distribuição de tempo interchegada e distribuição de probabilidades de atendimento de forma exponencial, m servidores iguais de atendimento, um número de capacidade e população infinitos, e a disciplina de atendimento FCFS, ou seja, o primeiro a chegar na fila será o primeiro a ser atendido.

Para o estudo deste sistema é necessário saber a taxa de chegadas do sistema, a taxa de serviço do sistema e o número de servidores. Com isso, é possível determinar as probabilidades em estudo no presente artigo, como o tempo em que um cliente aguarda na fila antes de ser atendido.

Para um sistema do tipo $M/M/m$, considera-se que a taxa de chegadas do sistema é constante:

$$\lambda_n = \lambda \text{ para } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

A taxa média de atendimentos do sistema é dada pelo produto do número de clientes pela taxa média de atendimentos dos servidores, se o número de clientes for menor que o número de servidores, ou pelo produto do número de servidores pela taxa de atendimentos médios dos servidores, no caso contrário:

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & \text{se } 0 \leq n \leq m \\ m\mu & \text{se } n \geq m \end{cases}$$

De acordo com Pinheiro (2004), a taxa de serviço, ou a utilização média do servidor, é igual a taxa de chegadas total dividido pelo total da média de atendimento por servidor, e para que o sistema de filas seja estável, deve ser menor que 1:

$$\rho = \frac{\lambda}{m\mu} < 1$$

A quantidade média de clientes no sistema depende da taxa de serviço, do número de servidores e da probabilidade de bloqueio do sistema:

$$n = m \cdot \rho + \frac{\rho \cdot P_q}{(1 - \rho)}$$

A probabilidade de todos os servidores estarem ociosos é dada por:

$$P_0 = \left(\sum_{n=0}^{m-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^m}{m!} \frac{1}{1 - \lambda/(m \cdot \mu)} \right)^{-1}$$

A probabilidade de todos os servidores estarem ocupados depende da taxa de serviço, da probabilidade de ociosidade do sistema e do número de servidores (equação de Erlang-C):

$$P_q = \left(\frac{P_0 (\rho \cdot m)^m}{m! (1 - \rho)} \right)$$

Além disso, o comprimento esperado da fila, dado por L_q é:

$$L_q = \frac{P_0 \cdot (\lambda/\mu)^m \cdot \rho}{m! (1 - \rho)^2}$$

O tempo de espera médio do sistema é dado por:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

De modo similar, o tempo de permanência médio no sistema é dado por:

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

Com o referencial teórico supracitado, é possível realizar o estudo da CAE do CIODES, tal como estimar possíveis alterações no sistema e suas consequências.

RESULTADOS

O CAE funciona 24 horas por dia, 7 dias por semana, contando com 120 operadores distribuídos em 4 turnos de 6 horas cada, conforme tabela abaixo:

Tabela 2: Número de atendentes por turno

Horário	Postos
05-11h	18
11-17h	24
17-23h	28
23-05h	18

Fonte: CIODES

São 18 postos entre 05 e 11h, 24 postos entre 11 e 17h, 28 postos entre 13 e 23h e 18 postos entre 23 e 05h.

A partir desses dados, obtemos um total de 88 operadores por dia, e efetuando média simples, 22 operadores por turno.

Para o estudo em questão, foram coletados dados referentes a quantidade de ligações recebidas pelo call center do CIODES no período compreendido entre 01 de abril de 2015 à 30 de setembro de 2015, tal como o tempo médio de espera de cada solicitante em um servidor e a duração média das ligações recebidas.

No período supramencionado de seis meses, foram atendidos pelo CAE o total de 2.431.154 chamados. Por questões de acessibilidade da informação, não foi possível coletar a quantidade de chamadas de hora em hora, mas apenas a quantidade de ligações totais no semestre, portanto, a quantidade de ligações por mês, dia e hora médias foram aferidas por cálculo partindo do valor total no semestre, e os demais valores em decorrência deste.

Tabela 3: Média de ligações atendidas de abril à setembro de 2015:

Mês	Ligações recebidas
Abril/2015	405.192
Mai/2015	405.192
Junho/2015	405.192
Julho/2015	405.192
Agosto/2015	405.192
Setembro/2015	405.192
Média Mensal	405.192

Fonte: CIODES

Tabela 4: Tempo médio de espera médio (W_q) e permanência (W) em um servidor:

Variável	Tempo em segundos
Tempo de espera médio na fila	7
Duração Média das ligações	43

Fonte: CIODES

Utilizando os dados coletados, obtemos os seguintes parâmetros:

$$\lambda = \frac{405.192}{30} = 13.506,40 \text{ chamadas/dia} = \frac{13.506,40}{24} = 562,77 \text{ chamadas/hora, o que equivale a}$$

$$\lambda = \mathbf{0,16 \text{ chamadas/segundo.}}$$

Para se chegar a taxa de atendimentos médio, temos:

$$\mu = \frac{1}{W - W_q} = \frac{1}{43 - 7}, \text{ portanto } \mu = \mathbf{0,028 \text{ chamadas/segundo}}$$

Com os valores de λ e μ , $\rho = \mathbf{0,26}$.

Diante disso, a probabilidade de encontrar todos os servidores ociosos é:

$$P_0 = \mathbf{0,0033 \approx 0\%}$$

O tempo de espera médio na fila é:

$$W_q \approx \mathbf{0 \text{ s}}$$

Logo, o tempo médio de permanência no sistema é:

$$W = \mathbf{35,71 \text{ s}}$$

No entanto, para resultados mais eficazes, devemos tomar por base o Horário de Maior Movimento para calcular os parâmetros do sistema. Para Lima (2011, p.2):

O planejamento e dimensionamento dos sistemas telefônicos são realizados para que o escoamento do tráfego se realize sem dificuldades, ou seja, que as chamadas solicitadas pelos assinantes tenham alta probabilidade de sucesso inclusive nas horas de maior movimento (HMM). A quantidade de troncos e equipamentos de comutação, necessários para o fluxo do tráfego telefônico são dimensionados em função das estatísticas da hora de maior movimento de um dia, semana, mês ou ano, da temporada de maior tráfego.

Logo, deverão ser utilizados os dados no período de tempo em que mais se concentram as chamadas recebidas (HMM) pelo CAE do CIODES. Conforme explicitado acima, não foi possível coletar os dados da HMM na prática. Logo, será estimado aqui um valor que se aproxime da realidade. Será tomado aqui um fator de utilização ρ de valor mais próximo de 1, devido à grande demanda de serviços em tal horário. Para fins teóricos, utilizaremos $\rho = 0,90$; $\lambda = 0,50$; com 28 operadores no call center (tabela 2).

Com esse valor de ρ e m , temos $\mu = \frac{\lambda}{m \cdot \rho} = 0,0198$.

Sendo assim, a probabilidade de encontrar todos os servidores ociosos é:

$$\mathbf{P_0 = 6,0842 \times 10^{-13} \approx 0\%}$$

Já o número médio de clientes na fila é dado por:

$$\mathbf{L_q \approx 2}$$

O tempo de espera médio na fila é:

$$\mathbf{W_q = 4,5s}$$

Logo, o tempo médio de permanência no sistema é:

$$\mathbf{W = 54 s}$$

CONCLUSÃO

Observa-se então que os números obtidos teoricamente aproximam-se muito da realidade, e que na HMM o tempo de espera teórico W_q de um cliente na fila é de aproximadamente 4,5 segundos, resultado este que difere dos dados coletados na prática.

A divergência desses resultados pode ser atribuída a falta dos dados precisos da HMM do sistema, que são indispensáveis para tal cálculo. No entanto, foi possível observar a formação de fila e o tempo de permanência no sistema, que são relativamente próximos do esperado.

Em outras palavras, o Call Center consegue atender a demanda de ligações atual sem que o solicitante do serviço espere demasiadamente, proporcionando a rápida comunicação entre cliente e atendente.

No mesmo sentido, é observado que a probabilidade de um servidor estar ocioso é praticamente nula tanto na HMM quanto fora desta. Dado o exposto, é altamente recomendável que em um futuro próximo se aumente a quantidade de operadores, com o

intuito de não se elevar o tempo de espera, já que a demanda do centro se mostra crescente, acompanhando o crescimento populacional.

Desta feita, fica claro que o modelo M/M/m é adequado ao CIODES, que, analisando o sistema como um todo, e não somente em sua HMM, encontra-se com o correto dimensionamento da CAE, ou seja, o número de operadores do sistema foi definido de forma correta, o que garante um bom rendimento do sistema e evita possíveis desperdícios ou demoras no atendimento.

Além disso, uma estimativa no acréscimo de ligações recebidas traz à tona um estudo que possibilita a inclusão de novas regiões de atendimento ao CIODES, o que traz benefícios, como economia no processo e outras vantagens. De modo análogo, o presente estudo pode ser verificado por diferentes ângulos de visão, como:

- Nova capacidade do sistema de acordo com o acréscimo ou decréscimo de servidores;
- Quantidade de servidores necessários para redução no tempo de atendimento, ou para um tempo máximo de atendimento;
- Possibilidade de aplicação de outras disciplinas de serviço no sistema (FIFO, SIRO,...);

Tendo em vista os aspectos observados, é possível afirmar que estudo em questão deve ser feito de forma contínua, como por exemplo, a cada 5 anos, de forma a garantir que o sistema atenda de forma satisfatória o cidadão que se encontra em solo capixaba.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico:** elaboração de trabalhos na graduação. – 7ª ed., 2ª reimp. – São Paulo: Atlas, 2006.

ARENALES, Marcos; ARMENTANO, Vinicius; MORABITO, Reinaldo. **Pesquisa operacional: para cursos de engenharia.** 2007.

DA CONCEIÇÃO, Katiani; LOUREIRO, Fernando Martineli; GONÇALVES, Mirian Buss. Análise da capacidade de atendimento através de uma aproximação exponencial de uma central telefônica operando com agentes com múltiplas habilidades. **XLI SBPO**, 2009.

DAVENPORT, Thomas H. et al. **Conhecimento empresarial.** Elsevier Brasil, 1998.

ESPÍRITO SANTO. Centro Integrado Operacional De Defesa Social. **Metodologia Padronizada de Socorro e Atendimento Emergencial**. Vitória. 2014.

ESPÍRITO SANTO. Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social. Centro Integrado Operacional de Defesa Social. **CIODES: CIODES**. Disponível em: < http://www.sesp.es.gov.br/sitesesp/index.jsp#ciodes_principal.jsp > . Acesso em 27 de setembro de 2015.

FIGUEIREDO, Danielle Durski; ROCHA, Silvana Heidemann. Aplicação da teoria das filas na otimização do número de caixas: um estudo de caso. **Iniciação Científica CESUMAR**, v. 12, n. 2, 2010.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. McGraw Hill, 2010.

LIMA, Cleber et al. Dimensionamento básico de centrais via simulação de tráfego telefônico. **Communication Technology**, 2011.

MARINS, Fernando Augusto Silva. Introdução à Pesquisa Operacional. **São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista**, 2011.

PINHEIRO, Gil. Teoria de Filas e Sistemas de Comunicação. **Apostila de Aula. Departamento de Engenharia Eletrônica e Telecomunicações, Universidade Estadual do Rio de Janeiro–UERJ**, 2004.

SICA, Paola d'Azevedo. **Análise da capacidade de uma central de atendimento de um centro de serviços compartilhados (CSC)**. 2010.

SILVA, VaninaMacowskiDurski et al. Teoria das Filas aplicada ao caso: Porto de Itajaí-SC. **SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNESP**, v. 8, p. 1-9, 2006.

TÔRRES, Oswaldo Fadigas. Elementos da teoria das filas. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 6, n. 20, p. 111-127, 1966.

UPE, Francisco José Costa Araújo. **Distribuição da demanda telefônica de um call center através da criação e priorização de filas inteligentes**. 2010.

UPE, Francisco José Costa Araújo. **Modelo para segmentação da demanda de um Call Center em múltiplas prioridades**: Estudo da implantação em um Call Center de Telecomunicações. 2004.

ZEITHAML, Valarie A.; BITNER, Mary Jo; GREMLER, Dwayne D. **Marketing de Serviços:- A Empresa com Foco no Cliente**. McGraw Hill Brasil, 2014.