

APLICAÇÃO DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA FEDERAL NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Wilkson Castro

wilkson.rsc@gmail.com

Eric Lucas dos Santos Cabral

ericlucascabral94@gmail.com

Laíssa Nogueira Rêgo

laissa.nr@gmail.com

Claúdia Francisco

claudiacavalheirof@gmail.com

Ricardo Pires de Souza

ripiso@gmail.com



Organizações sejam elas privadas ou públicas buscam cada vez mais a otimização de suas atividades, processos e operações, tanto na área de prestação de serviços quanto na fabricação de bens de consumo. Alguns dos fatores almejados por essas organizações são o aumento da eficiência, minimização de custos e elevação dos níveis de satisfação de seus clientes. Esses pontos exercem influência direta na capacidade de competir e na qualidade proporcionada pelas empresas. Com isso, o presente artigo realiza a aplicação do software de simulação FlexSim em serviços de atendimento em um órgão público Federal localizado no Rio Grande do Norte, com o objetivo de apresentar proposições de ações de melhoria para solucionar problemas existentes, auxiliar na tomada de decisões e aumentar a eficiência das atividades executadas no setor de atendimento de perícias médicas. Após a simulação de cenários alternativos constatou-se a possibilidade de redução do tempo médio de espera nas filas em até 66,6%, além disso, também foi alcançado maior desempenho na utilização dos recursos disponíveis.

Palavras-chave: Simulação, Modelagem, Tomada de Decisões, serviço público, Teoria das Filas

1. Introdução

A Teoria das Filas é tipificada como um ramo da Pesquisa Operacional que estuda os processos formadores de filas, através da modelagem analítica de processos ou sistemas que resultam em espera. A partir da modelagem conceitual de um sistema real é possível utilizá-la para simular o mesmo, atividade que é normalmente realizada com a ajuda de algum software computacional (FOGLIATTI; MATTOS, 2007).

Segundo Fraga (2012), as filas podem causar perda de produtividade de um sistema, gerando custos extras relacionados, por exemplo, a desperdício de tempo ou perda da qualidade de serviço. O tempo de permanência nas filas está relacionado diretamente com a eficiência de um sistema.

Segundo Resende *et al.* (2013), a simulação computacional tem por objetivo, usualmente, avaliar o desempenho de um modelo de sistema através do software, quando na impossibilidade de fazer o mesmo em um sistema real. Obtém-se assim dados bastante precisos sobre o comportamento do sistema real.

Para Wachholz (2013), entre os fatores positivos da simulação cita-se sua facilidade de aplicação, semelhança do sistema simulado com o real, facilidade para se detectar gargalos, estimar o desempenho do sistema dado quaisquer mudanças e controle sobre as variáveis que se pretende analisar. Além disso podem ser citados o baixo custo e a possibilidade de rodar o modelo por longos períodos de tempo.

O modelo de filas, em geral, tem características estocásticas. Sobretudo, a extensão da espera e da taxa de serviço entre chegadas de clientes consecutivos não são precisamente especificados e compreendidos a partir de alguma distribuição de probabilidade. Em vez disso, o modelo de fila replica os detalhes em quase todas as funções, quando a revisão ou demanda volumosa ocorre em redes de comunicação que levam a congestionamento (KUMAR; SHARMA; SINGH, 2017).

Essas técnicas podem ser aplicadas na indústria junto aos processos de fabricação de bens de consumo com o objetivo de aumentar a produtividade, reduzir custos e, de modo geral, aumentar a eficiência dos processos produtivos. Da mesma forma, as técnicas também podem

ser aplicadas em organizações prestadoras de serviços, com o propósito de elevar o nível de serviço prestado aos clientes.

Neste contexto, o presente trabalho fornece um estudo aplicado em processos desenvolvidos em um órgão público do Rio Grande do Norte. Com isso, a problemática da pesquisa se delinea ponderando de que forma as contribuições da simulação de sistemas podem ser aplicadas dentro de organizações públicas para auxiliar na tomada de decisões.

Neste sentido, o objetivo desse trabalho é apresentar proposições de ações de melhoria como resultado da aplicação de simulação de sistemas em operações realizadas no setor de perícias médicas de um órgão público do Rio Grande do Norte localizado na cidade de Natal, a fim de proporcionar a solução de problemas existentes, auxiliar na tomada de decisões e aumentar a eficiência de atividades.

2. Referencial teórico

2.1. Teoria das filas

A teoria das filas, segundo Cooper (1981), é um termo frequentemente utilizado para descrever uma teoria matemática mais especializada em filas de espera. Para Fogliatti e Mattos (2007), a teoria das filas constitui-se na realização de uma modelagem analítica de processos ou sistemas que apresentam filas resultando em tempo de espera. Ratificando essa afirmação Belusso et al. (2016) define a teoria das filas como um método analítico que faz uso de equações matemáticas para compreender problemas existentes em sistemas. Para os mesmos autores o objetivo dessa teoria é obter e avaliar medidas de desempenho que demonstram a produtividade e questões operacionais do processo ou sistema. Com isso, essas medidas também podem ser entendidas como indicadores, como por exemplo: o tempo médio de espera em fila, número de entidades na fila e ociosidade das operações. Essas medidas de desempenho exercem um papel efetivo auxiliando os gestores na tomada de decisões.

2.1.1. Sistemas com filas

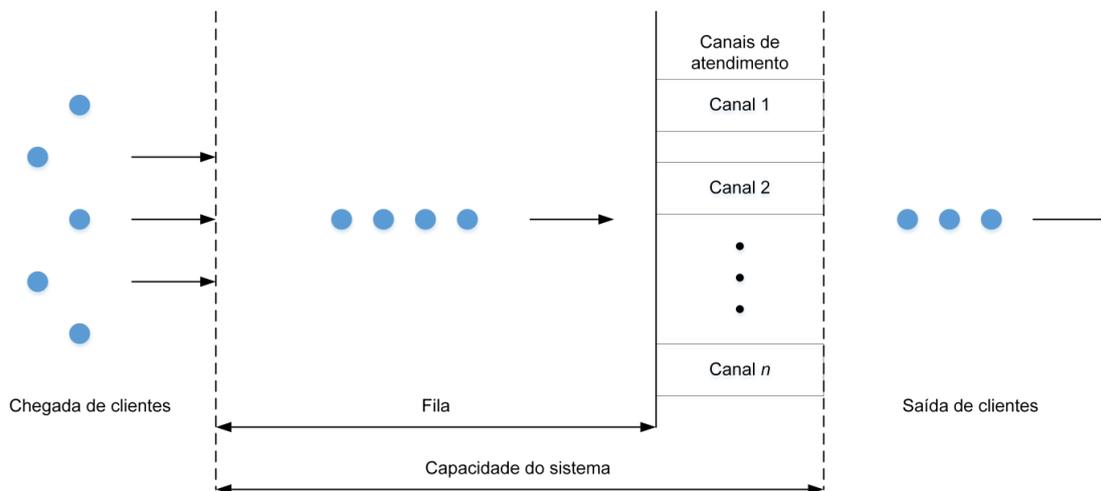
A espera em um sistema ou processo, ou seja, o surgimento das filas ocorre devido ao fato de que, em dado momento, a demanda existente é maior que a capacidade de atendimento ou processamento dos recursos disponíveis, segundo Fogliatti e Mattos (2007) isso acontece em

termos de fluxo.

Corroborando com essa definição Belusso *et al.* (2016) afirma que o sistema de filas funciona basicamente da seguinte forma: entidades (clientes, matéria-prima, produtos em processo e entre outros exemplos) de uma determinada população chegam ao longo do tempo em busca de uma operação, atividade, processo produtivo ou um serviço formando filas de espera e em determinado momento a entidade é atendida ou processada. Ao ser finalizado o processo produtivo ou serviço à entidade sai do sistema. Essa dinâmica de funcionamento é representada na Figura 1.

Com isso, de acordo com os autores Fogliatti e Mattos (2007), Cooper (1981), Belusso *et al.* (2016) e Terekhov, Down e Beck (2014), as características do sistema de filas são: o processo de chegada, o processo de atendimento ou processamento, capacidade do sistema de filas, os canais de atendimento ou processamento, a disciplina da fila e o tamanho da população.

Figura 1 - Sistema simples de filas



Fonte: Adaptado de Fogliatti e Mattos (2007)

2.1.2. Distribuição de probabilidade

As distribuições de probabilidade, segundo Montgomery e Runger (2009), descrevem as probabilidades associadas aos possíveis valores que a variável aleatória X pode assumir. E

essa descrição é estabelecida através de funções de probabilidade (variáveis aleatórias discretas) ou funções densidade de probabilidade (variáveis aleatórias contínuas). Deste modo, dados de variáveis aleatórias de um determinado processo, como por exemplo, o tempo entre as chegadas de pessoas em uma fila de banco ou o tempo de atendimento, podem ser coletados e utilizados para determinar distribuições de probabilidade, de modo que, o comportamento dessas variáveis seja descrito.

Com isso, as distribuições de probabilidade têm notória aplicação em teoria das filas que, de acordo com a afirmação de Kleinrock (1975) frequentemente é apontada como parte da teoria dos processos estocásticos aplicados. A Figura 2 apresenta as principais aplicações de distribuições de probabilidade em teoria das filas.

Figura 2 - Distribuições e suas principais aplicações em teoria das filas

Distribuição	Parâmetros	Melhor Aplicação
Poisson	Média	Chegada
Exponencial	Média	Chegada
Triangular	Min./Média/Máx.	Atendimento (aproximação inicial)
Uniforme	Min./Média/Máx.	Atendimento (aproximação inicial)
Normal	Média/Desvio	Atendimento (tempos de máquina)
Johnson	G, D, L, X	Atendimento
Log Neperiano	Média Logarítmica	Atendimento
Weibull	Beta, Alfa	Atendimento (tempo de vida de equipamento)
Discreta	P1, V1, ...	Chegada/Atendimento
Contínua	P1, V1, ...	Chegada/Atendimento
Erlang	Média/K	Atendimento
Gamma	Beta, Alfa	Atendimento (tempos de reparo)

Fonte: Adaptado de Prado (2010)

Devido à aplicabilidade das distribuições de probabilidade em teoria das filas é interessante destacar algumas sob os critérios de frequência com que são aplicadas e utilização nesse estudo.

A primeira distribuição posta em evidencia é a Poisson que, segundo Batemam *et al.* (2013), está associada com taxas de chegadas, como mostra a Figura 3. Ou seja, essa distribuição está relacionada com a descrição da probabilidade da ocorrência de um número finito de chegadas em determinado intervalo de tempo.

Figura 3 - Distribuições e suas principais aplicações em teoria das filas

Função de probabilidade de Poisson	$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$	x = variável aleatória; λ = Parâmetro média ($\lambda > 0$)
Função de densidade de distribuição exponencial	$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$	x = variável aleatória; λ = Parâmetro média
Função densidade de probabilidade da distribuição Rayleigh	$f(x) = \frac{x}{\sigma^2} e^{-x^2/2\sigma^2}$	$x \geq 0$

Fonte: Adaptado de Montgomery; Runger (2009); Hines et al.,(2013); Papoulis; Pillai (2002)

A distribuição exponencial ou exponencial negativa, de acordo com Bateman (2013) é bastante aplicada a sistemas de espera. Essa distribuição também está associada à descrição da probabilidade do variável tempo entre chegadas de clientes. Segundo Papoulis e Pillai (2002) a distribuição Rayleigh trata-se de um caso especial da distribuição *Weibull* que caso nesse apresenta os parâmetros $\alpha = 1/\sigma^2$ e $\beta = 2$.

2.2. Simulação

A simulação é um processo de experimentação por meio do modelo de um sistema real para determinar e analisar a forma como esse sistema irá responder a mudanças realizadas em sua estrutura, ou seja, nas relações existentes entre as entidades (BATEMAN, 2013).

Neste sentido, Banks (1999) afirma que a simulação consiste na imitação de um sistema do mundo real ao longo do tempo, ela envolve a geração de uma história artificial do sistema e a sua observação para inferir sobre as características operacionais do sistema real que é representado. Além disso, Centeno (1996) acrescenta que a simulação é uma técnica e uma metodologia utilizada para descrever e construir teorias e hipóteses que expliquem o comportamento de um sistema observado; segundo o autor, essas teorias e hipóteses são usadas para prever comportamentos futuros e os efeitos de modificações que podem ser realizadas na simulação.

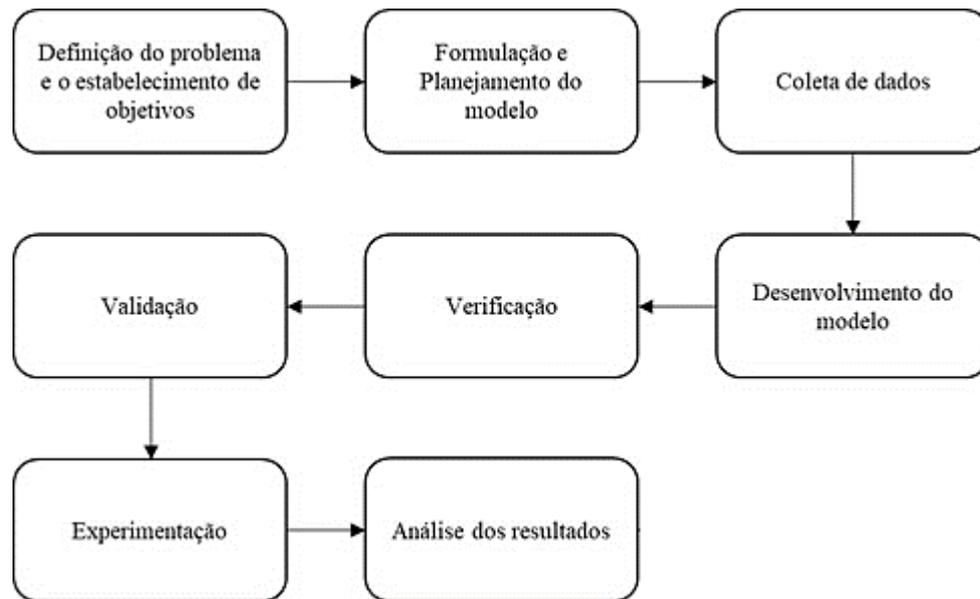
3. Metodologia

No presente trabalho, a natureza da pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa aplicada com abordagem quantitativa. Quanto ao objetivo, a pesquisa pode ser classificada como descritiva e explicativa. No tocante ao método o estudo utilizou a modelagem e

simulação de sistemas.

Para a realização do estudo a pesquisa teve seu desenvolvimento dividido em oito etapas como demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Etapas de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores

Dentre estas etapas se destacam a formulação e planejamento do modelo, a validação e a verificação. De acordo com Bateman *et al.* (2013) a estruturação conceitual do modelo deve conter os eventos e elementos fundamentais, ou seja, a estrutura conceitual tem como função principal promover a compreensão do sistema estudado. Para Soares (1993) a etapa de verificação consiste em determinar se o modelo desenvolvido é executado (atividades, operações e processos) no computador como o esperado. Por fim, Bateman *et al.* (2013) afirma que a validação é um processo realizado para garantir que o modelo represente a operação do sistema real a ser estudado de tal forma que apresente a solução do problema estabelecido.

4. Setor de Perícias Médicas

O setor de perícias médicas, ou simplesmente setor médico, efetua consultas médicas em algumas especialidades que dependem, obviamente, da situação clínica do paciente. Os

peritos são responsáveis por gerar laudos técnicos requisitados para atestar o real estado clínico do paciente. Ao todo são 14 peritos diferentes que atendem ao longo da semana e o número de peritos que atendem por turno é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Número de peritos por turno

Número de Peritos					
Turno	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
Manhã	3	3	2	3	2
Tarde	2	0	1	3	2

Fonte: Elaborado pelos autores

O local destinado ao setor médico na Instituição pública possui uma sala de recepção, duas salas de espera e três consultórios. Na recepção é realizado uma espécie de *check-in* do paciente, ou seja, é registrado apenas o horário em que o paciente chegou, pois, os atendimentos são feitos por ordem de chegada (*FIFO*). A cada perito é estabelecido um número máximo de atendimentos demonstrado na Figura 6, com o propósito de evitar uma sobrecarga dos médicos.

Figura 6 - Número de atendimentos por perito

Número de Atendimentos por Perito						
Turno	Sala	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
Manhã	Sala 1	10	15	10	10	15
	Sala 2	10	10	10	10	15
	Sala 3	10	10		10	
Tarde	Sala 1	7		10	10	10
	Sala 2	10			7	15
	Sala 3				10	

Fonte: Elaborado pelos autores

5. Coleta dos dados, análise estatística e validação do modelo

5.1. Fichas para coleta de dados

A partir das observações e entrevistas no setor já destacado foram especificados os dados necessários para a construção do modelo de simulação. Conhecidas essas necessidades foi estruturada ficha para registro dos dados. Nessa ficha foram registrados o momento de chegada, de início do atendimento e de fim do atendimento, pois são dados cruciais na representação de sistemas em modelos de simulação. A Figura 7 retrata a ficha para registro de dados do setor de perícias médicas.

Figura 7 – Ficha de registro de dados

Registro dos Tempos								
Médico Perito	Paciente	Hora de chegada	Hora de início do atendimento	Hora de Saída do atendimento	Data	Dia	Nº Médicos peritos	Nº Acompanhantes

Fonte: Elaborado pelos autores

Neste caso, foram coletados 167 dados de tempo. Vale ressaltar que os nomes dos médicos peritos e dos pacientes foram coletados apenas para controle dos tempos e essas informações não foram repassadas e nem divulgadas.

5.2. Estatística descritiva dos dados, distribuições de probabilidade utilizadas e a validação do modelo

De posse dos dados coletados do setor, deu-se início a etapa de tratamento estatístico desses dados. Primeiro foi verificada a presença de *outliers* com o método *box-plot* ou diagrama de caixas.

Após a retirada dos *outliers* os dados foram analisados utilizando uma extensão do *software* de simulação *FlexSim* chamada de *ExpertFit*. Essa ferramenta auxilia no tratamento dos dados fornecendo a estatística descritiva e as distribuições que melhor se ajustam a eles.

Para representar os sistemas nos modelos de simulação propostos nesse trabalho foi preciso estabelecer seu comportamento através de distribuições de probabilidade. Com isso, foi

realizado o teste de aderência *Kolmogorov-Smirnov*. Esse teste caracteriza-se por ser mais específico para análises de distribuições contínuas e por não necessitar criar intervalos com os dados observados, como realizado no teste Qui-Quadrado. Ao aplicar o teste *Kolmogorov-Smirnov* aos dados de tempo de intervalo de chegada do setor, rejeitou-se a hipótese de aderência, como constatado na Figura 8.

Figura 8 – Teste de aderência (Intervalo de chegada perícia médica).

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Beta					
Sample size	141				
Normal test statistic	0.37776				
Modified test statistic	4.48563				
Note:	No critical values exist for this special case. The following critical values are for the case where all parameters are known, and are conservative.				
	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
Sample Size	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
141	1.126	1.211	1.343	1.464	1.610
Reject?	Yes				

Fonte: *ExpertFit*.

Devido à inexistência de ajuste desses dados com as distribuições de probabilidade teóricas o próprio *software* indicou a necessidade de utilização de uma distribuição empírica que foi fornecida pelo *ExpertFit*.

Em relação aos dados de tempo de atendimento do setor de perícias, esses apresentaram um excelente ajuste com a distribuição Rayleigh, como ilustrado na Figura 9. De modo que, não se deve rejeitar a hipótese de que os dados coletados se ajustam a distribuição padrão proposta.

Figura 9 – Teste de aderência (tempo de atendimento da perícia médica).

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Rayleigh(E)					
Sample size	159				
Normal test statistic	0.05785				
Modified test statistic	0.72949				
Note:	No critical values exist for this special case. The following critical values are for the case where all parameters are known, and are conservative.				
	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
Sample Size	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
159	1.127	1.212	1.344	1.465	1.612
Reject?	No				

Fonte: ExpertFit.

Após a definição das distribuições a serem utilizadas, a fim de alcançar simulações representativas e com um nível de significância desejado de 0,05 executou-se o cálculo do número de replicações necessárias ao modelo. Inicialmente foi calculada a precisão h de uma amostra piloto com 10 replicações. A Equação 1, proposta por Law e Kelton (2000), exige a observação de uma variável aleatória qualquer. Para isso foi utilizado a variável *number out* de clientes atendidos por dia.

$$h = t_{1-\frac{\sigma}{2}, n-1} * \frac{s}{\sqrt{n}} \quad \text{(Equação 1 – Precisão h)}$$

t = distribuição t para $1-\sigma/2$ com $n-1$ graus de liberdade, nesse caso para 0,05 t é igual a 2,26;

s = desvio padrão das médias das replicações;

n = número de observações da amostra.

Ao fim das dez replicações obteve-se uma média do *number out* igual a 779,8 com valor mínimo e máximo de respectivamente [766,0 - 811,0] e um desvio padrão $s = 14,0$, desse modo, aplicando a Equação 1 foi encontrada uma precisão $h=10$. Esse valor representa menos de 2% da média do *number out*, sendo assim, o número de replicações executadas se mostrou satisfatório para a simulação. Cada rodada de simulação, ou seja, cada replicação realiza a

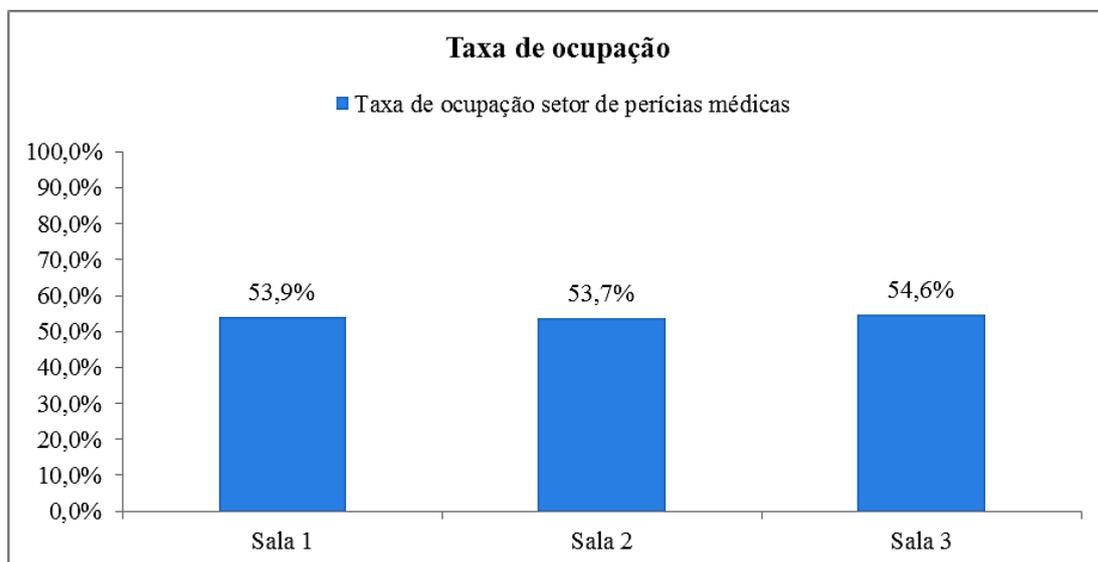
simulação de uma semana de trabalho dos sistemas estudados.

6. Análise dos Dados e Proposições

6.1. Cenário atual

O cenário atual traduz a condição presente do setor de perícias quanto ao padrão de procedimentos adotados, aos recursos disponíveis e a escala de horários de funcionamento na execução dos serviços prestados. A Figura 10 demonstra a taxa de ocupação verificada para o setor de perícia médica. A Figura 10 mostra que existe equilíbrio na taxa de ocupação, entretanto o tempo de ocupação representa apenas metade do tempo total de disponibilidade das salas.

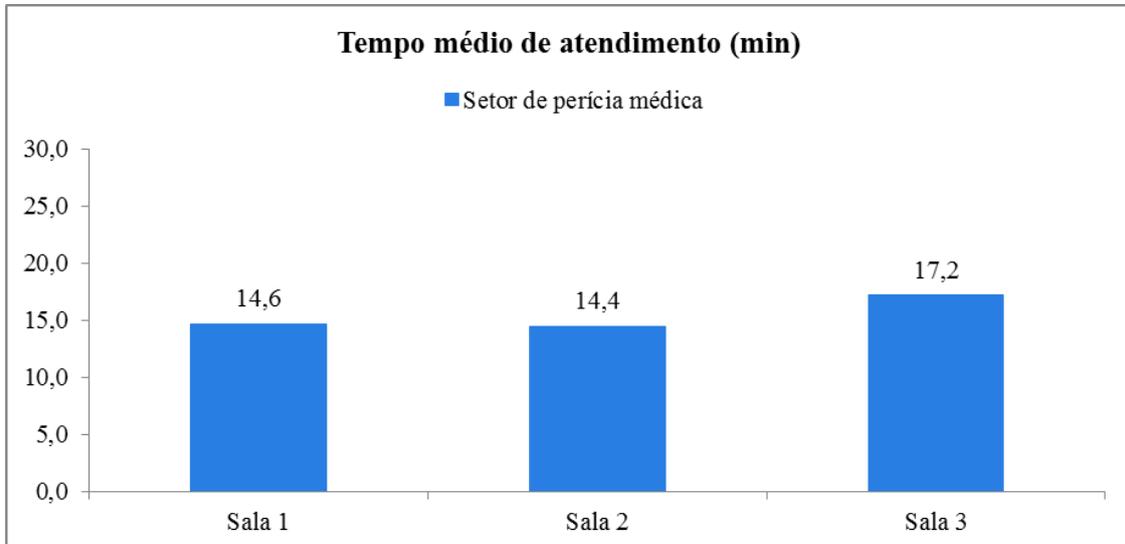
Figura 10 – Taxa de ocupação do setor de perícia médica.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Partindo agora para o indicador de tempo médio de atendimento. O Figura 11 esclarece que para o setor de perícias as salas 1 e 2 apresentaram um tempo médio de atendimento de 14 minutos, enquanto que a sala 3 evidencia um tempo de atendimento maior de 17 minutos.

Figura 11 – Tempo médio de atendimento dos setores de perícia médica e conciliação



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto ao indicador de tempo médio de espera os clientes ao chegarem para serem atendidos esperam em média 47 minutos o que é significativo, visto que, representa mais que o dobro do tempo médio de atendimento no respectivo setor.

Para finalizar, o modelo do cenário atual foi validado sob a supervisão de especialistas e através da comparação de uma variável observada do modelo de simulação e da situação real. Nesse caso, foi comparado o número médio de usuários registrados por dia na organização e a variável *number out* do modelo de simulação. Para isso, foram utilizados dados de meses anteriores, mais precisamente de julho e agosto.

6.2. Cenários alternativos simulados

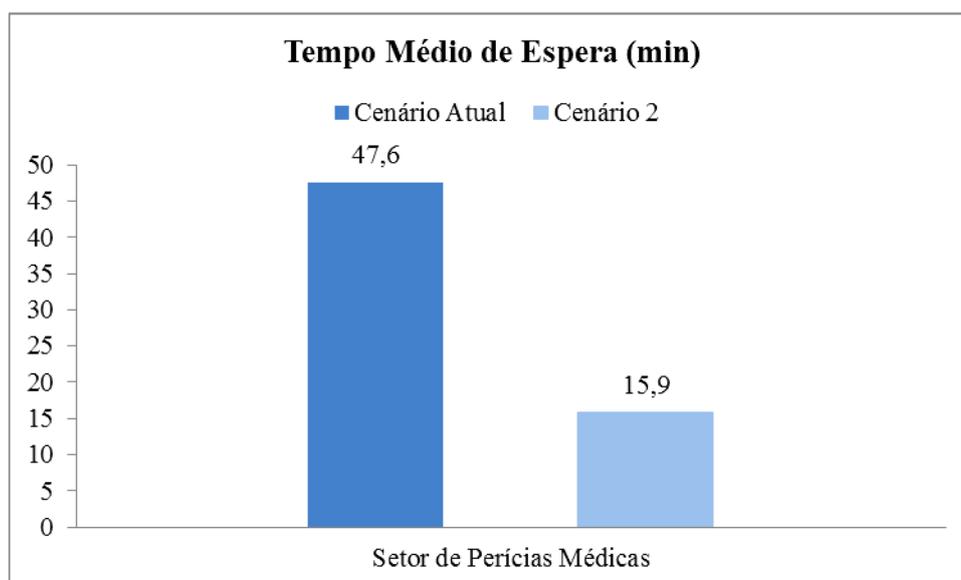
6.2.1. Cenário 2

No cenário 2 efetuou-se alterações em relação ao procedimento de agendamento dos atendimentos no setor de perícias. O agendamento das perícias médicas esse é executado definindo-se o dia específico em que ocorrerá a perícia, entretanto os atendimentos ao longo do dia acontecem segundo a ordem de chegada dos pacientes. Com isso, para esse cenário foi estipulado o agendamento das perícias obedecendo a um intervalo de 20 minutos entre os horários das consultas, ou seja, cada atendimento seria marcado com uma diferença de 20

minutos. Esse tempo foi definido levando em consideração o tempo médio de atendimento constatado no cenário atual para esse setor, cujo maior valor médio observando as 3 salas foi de 17 minutos.

Após executadas as rodadas de simulação do cenário, a Figura 12 apresenta o tempo médio de espera para o setor em evidência. O tempo médio de espera na fila do setor de periciais foi de 15 minutos e 54 segundos.

Figura 12 – Tempo médio de espera na fila do setor de perícia



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse resultado é significativo se comparado ao tempo médio de espera computado no cenário atual.

6.2.2. Cenário 3

As alterações promovidas no cenário 3 também dizem respeito a escala de atendimento do setor de pericias médicas. Além de efetivar uma redistribuição no número de atendimentos por dia e por turno. O número de atendimentos por sala também sofreu modificações que podem ser verificadas na Figura 13.

Figura 13 – Número de atendimentos por sala em cada dia da semana (cenário 3)

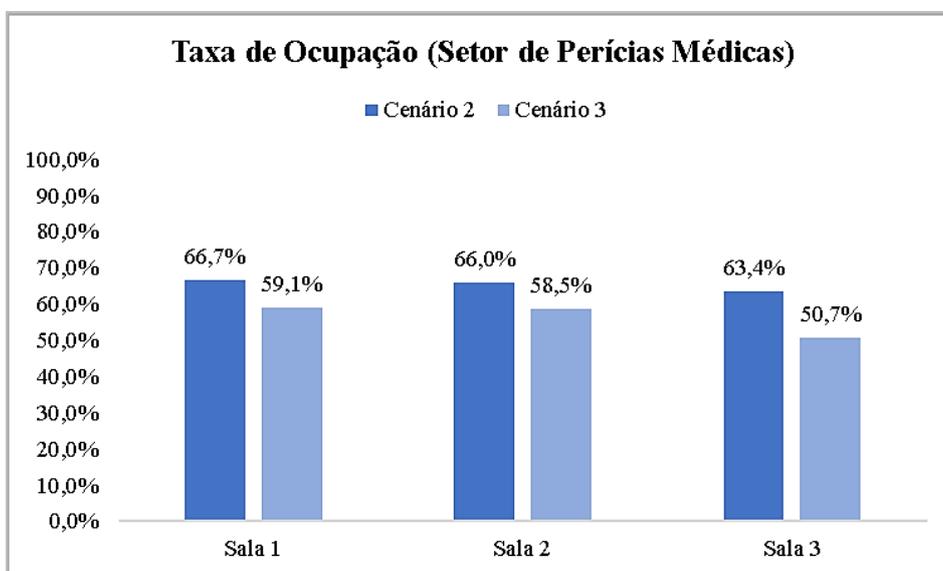
Número de Atendimentos por Perito						
Turno	Sala	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
Manhã	Sala 1	7	8	7	8	7
	Sala 2	7	8	7	8	7
	Sala 3	10	10	10	10	10
Tarde	Sala 1	10	10	10	10	10
	Sala 2	10	10	10	10	10
	Sala 3					

Fonte: Elaborado pelos autores.

As mudanças demonstradas na Figura 13 preservaram o número de atendimentos totais por semana em vigor atualmente. Assim como no cenário 2, o intuito das alterações é de promover maior equilíbrio no número de perícias marcadas.

Executada a simulação constatou-se que o tempo médio de espera na fila do setor foi de 15 minutos e 30 segundos, bem próximo ao resultado alcançado no cenário 2 (15 minutos e 54 segundos). Porém, a Figura 14 revela que ocorreu uma pequena redução na taxa de ocupação se confrontado com o cenário 2. Esse resultado abre o precedente de que com uma distribuição mais homogênea de atendimentos por perito o número de perícias pode ser revisto, desde que, não eleve o tempo médio de espera a níveis indesejáveis afetando o nível de satisfação do cliente.

Figura 14 – Taxa de ocupação do setor de perícias médicas (cenário 3).

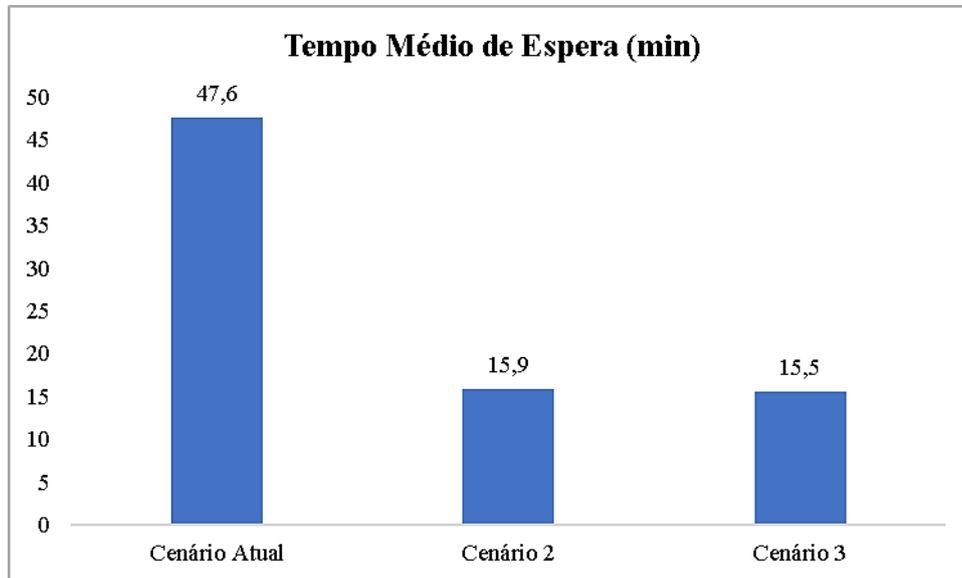


Fonte: Elaborado pelos autores.

6.3. Ações propostas

Refletindo em relação aos resultados referentes ao setor de perícias médicas, o cenário atual expõe o elevado tempo médio de espera que existe no setor, cerca de 47 minutos e 36 segundos, quando de fato o tempo médio de atendimento não ultrapassa os 20 minutos para cada sala. Com isso, foram simuladas mudanças para esse setor nos cenários 2 e 3. A partir dos resultados encontrados (Figura 15), é indispensável à efetuação de agendamento dos horários das consultas com um intervalo de 20 minutos entre elas. Essa medida proposta tende a não condicionar os usuários a se anteciparem demasiadamente. De modo que, a redução alcançada no tempo médio de espera foi expressiva (66,6%), uma vez que, os cenários 2 e 3 apresentaram tempo médio de aproximadamente 15 minutos.

Figura 15 – Tempo médio de espera do setor de perícias médicas (cenários).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Além disso, também ocorreram alterações na escala de atendimento do setor no cenário 3 que foram processadas mantendo-se inalterados o total de agendamentos por semana.

Em decorrência do desempenho do cenário 2, a alteração efetuada no cenário 3 foi direcionada ao número de atendimentos agendados por perito ao longo da semana. Após a simulação constatou-se que o tempo médio de espera foi de 15 minutos e 34 segundos, menor que os 15 minutos e 54 segundos obtidos no cenário 2. A taxa de ocupação manteve-se praticamente a mesma do cenário atual, ou seja, não ultrapassou os 60%. Em suma, o cenário 3 se mostrou mais adequado no que concerne aos resultados das alterações propostas. Além disso, a distribuição do número de atendimentos por sala aplicada ao cenário 3 abriu o precedente de que o número total de perícias por semana poderia sofrer um aumento, o que poderia ocorrer com a utilização da sala 3 no turno da tarde.

7. Considerações finais

O presente tem como o objetivo de apresentar proposições de ações de melhoria como resultado da aplicação de simulação de sistemas em operações realizados no setor de perícias

médicas de um órgão público do Rio Grande do Norte, para a solução de problemas existentes, auxiliar na tomada de decisões e aumentar a eficiência de atividades.

Neste sentido, a partir dos dados coletados e sob o conhecimento da dinâmica de funcionamento das atividades do serviço analisado, obteve-se êxito no desenvolvimento da modelagem do problema e simulação da situação atual dos sistemas no software *FlexSim*. Além disso, com a validação e verificação da simulação da situação atual dos serviços de atendimento foram promovidas alterações nesse modelo gerando dois cenários de simulação alternativos.

Assim, através dos relatórios disponibilizados pelo software *FlexSim* contendo os indicadores de desempenho dos cenários simulados foi possível desenvolver a análise dos resultados das alternativas simuladas e, de acordo com essa análise foram propostas ações com o intuito de promover progresso nos indicadores de desempenho; alcançando o objetivo proposto.

Diante das dificuldades encontradas no decorrer do estudo, o principal destaque deve ser atribuído às questões referentes aos prazos. O trabalho foi desenvolvido ao longo de dois meses e parte desse período coincidiu com o recesso da instituição, o que inviabilizou a coleta de maior número de dados em outros setores.

No tocante a sugestão de outros trabalhos, indica-se a realização de novos cenários que contemplem os demais setores de prestação de serviços da Instituição pública. Outra recomendação é disseminação da aplicação de ferramentas que auxiliam a tomada de decisão no setor público contribuindo para o aumento da eficiência em órgãos federais, estaduais e municipais.

REFERÊNCIAS

BANKS, J. **Introduction to simulation**. (P. A. Farrington et al., Eds.) Winter Simulation Conference. **Anais...**Atlanta, GA: 1999

BATEMAN, Robert E. et al. **Simulação de sistemas: aprimorando processos de logística, serviços e manufatura**. Organização Belge engenharia e sistemas. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

BELUSSO, C. L. M. et al. A Study of Petri Nets, Markov Chains and Queueing Theory as Mathematical Modelling Languages Aiming at the Simulation of Enterprise Application Integration Solutions: A First Step. **Procedia Computer Science**, v. 100, p. 229–236, 2016.

CENTENO, M. A. **AN INTRODUCTION TO SIMULATION MODELING**. (J. M. Charnes et al.,

Eds.) Winter Simulation Conference. **Anais...** Miami, Florida: 1996 Disponível em: <<http://www.informs-sim.org/wsc96papers/002.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2017

COOPER, R. B. **Introduction to queueing theory**. Second Ed. ed. New York: Elsevier North Holland. Inc., 1981.

FRAGA, Karina Pedrini. Análise de um processo de atendimento de emergência usando teoria de filas. 2012. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Engenharias e Computação, Universidade Federal do Espírito Santo, São Matheus, 2012.

FOGLIATTI, M. C.; MATTOS, N. M. C. **Teoria de filas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2007

HINES, William W. et. al. **Probabilidade e estatística na engenharia**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

KLEINROCK, L. Queueing Systems. Vol. 1: Theory. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1975.

KUMAR, L.; SHARMA, V.; SINGH, A. Feasibility and modelling for convergence of optical-wireless network – A review. **AEU - International Journal of Electronics and Communications**, v. 80, p. 144–156, 2017.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **SIMULATION MODELING & ANALYSIS**. 2. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1991.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **SIMULATION MODELING & ANALYSIS**. 3. ed. McGraw-Hill, 2000.

MENEZES, Estera Muszkat; SILVA, Edna Lúcia da. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. Ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

MONTGOMERY, Douglas C; RUNGER, George C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

PAPOULIS, Athanasios; PILLAI, S. Unnikrishna. **Probability, random variables, and stochastic processes**. 4. Ed. New York: McGraw-Hill, 2002.

RESENDE, R. S. et al.; Estimativa do consumo de água de irrigação para diferentes épocas de plantio da cana-de-açúcar, utilizando o modelo *cropwat*. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 23., 2013, Luís Eduardo Magalhães. **Anais...** Bahia: ABID, 2013, P. 1-6

RODRIGUES, Auro de Jesus. **Metodologia científica: completo e essencial para a vida universitária**. São Paulo: Avercamp, 2006.

SANTOS, Izequias Estevam dos. **Manual de métodos de pesquisa científica**. 9. Ed. Niterói: impetus, 2013.

TEREKHOV, D.; DOWN, D. G.; BECK, J. C. Queueing-theoretic approaches for dynamic scheduling: A survey. **Surveys in Operations Research and Management Science**, v. 19, p. 105–129, 2014.

WACHHOLZ, Lucindo. Análise e simulação do processo de produção de pão francês em uma panificadora de pequeno porte: um estudo de caso. 2013. 59 fls. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharel em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013