



RELISE

MODELAGEM E SIMULAÇÃO NA GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS: UM ESTUDO DE CASO APLICADO ÀS EQUIPES DE PATRULHAMENTO DA POLÍCIA MILITAR NA CIDADE DE CAICÓ-RN¹

Amarildo Jeiele Ferreira de Lucena²

Leandro Aparecido da Silva³

Pablo Phorlan Pereira de Araújo⁴

Tiago Douglas Cavalcante Carneiro⁵

RESUMO

Nos últimos anos tem se tornado crescente a sensação de insegurança em meio à população. Esse sentimento é decorrente, em parte, do aumento no número de crimes atribuído à falta de recursos de segurança e a má administração dos recursos disponíveis. A Modelagem e Simulação (MS) do processo de atendimento aos chamados da Central de Operações da Polícia Militar (COPOM-RN) e da distribuição das equipes de patrulhamento vem permitir uma avaliação da situação atual, bem como a realização de experimentos baseados no modelo real, buscando a investigação dos níveis de saturação física e emocional das equipes de patrulhamento. O processo de MS foi utilizado com o objetivo de simular a variação na alocação de recursos (equipes de patrulhamento), tornando possível avaliar os índices de atividade e atuação das equipes de patrulhamento através da otimização no raio de cobertura das equipes. Os resultados obtidos mostraram que a modelagem do processo e a simulação na alteração do número de equipes propiciaram uma avaliação prévia do impacto dessas mudanças, fornecendo informações quanto ao nível de estresse dos recursos humanos alocados.

Palavras-chave: Recursos humanos; Modelagem; Simulação;. Patrulhamento.

ABSTRACT

In recent years the sense of insecurity among the population has grown. This sentiment is due in part to the increase in the number of crimes attributed to the

¹ Recebido em 08/08/2017.

² Faculdade Católica Santa Teresinha. amarildolucena@hotmail.com

³ Faculdade Católica Santa Teresinha. leandrojprn@hotmail.com

⁴ Faculdade Católica Santa Teresinha. pappho@hotmail.com

⁵ Faculdade Católica Santa Teresinha. tiagocarneiro@outlook.com

Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 4, n. 2, p. 5-27, mar-abr, 2019

ISSN: 2448-2889



RELISE

6

lack of security resources and the mismanagement of available resources. The modeling and simulation (MS) of the process of attending to the calls of the Military Police Operations Center (COPOM-RN) and the distribution of the patrolling teams allows an evaluation of the current situation, as well as the realization of experiments based on the real model, seeking to investigate the levels of physical and emotional saturation of patrolling teams. The MS process was used to simulate the variation in resource allocation (patrolling teams), making it possible to evaluate the activity and performance indexes of the patrol teams through optimization in the coverage radius of the teams. The results showed that the modeling of the process and the simulation in the change in the number of teams provided a prior evaluation of the impact of these changes, providing information about the level of stress of the human resources allocated.

Keywords: Human resources; Modeling; Simulation: Patrolling.

INTRODUÇÃO

O aumento constante nos índices de criminalidade vem tornando a segurança pública uma das principais preocupações e deve se tornar uma das prioridades de atuação dos governantes. Bretas (2013) destaca o trabalho da Polícia Militar (PM) como uma das principais ferramentas para uma mudança nesse cenário. Ele aponta como uma das principais causas, a falta de análise dos dados contidos nas bases de dados das policias e, por conseguinte, um melhor uso das informações para alocação adequada na utilização dos recursos disponíveis.

A Polícia Militar tem um papel reconhecidamente importante na sociedade. A gestão dos recursos ligados à organização deve ser um fator observado, tendo em vista o constante envolvimento na gestão de conflitos, sejam eles internos e/ou externos. Apesar de ser uma instituição com hierarquia de comando bem definida, é necessário conhecer aspectos de gestão organizacional, como forma de facilitar o gerenciamento dos recursos humanos da corporação. O envolvimento constante nesses conflitos torna



RELISE

7

necessário um olhar para a qualidade de vida, num primeiro instante um direcionamento a carga de trabalho exercida por esses profissionais.

Nas duas últimas décadas, as organizações passaram a sofrer pelas constantes mudanças de cenários, influenciadas por fatores como o uso das tecnologias. Essas mudanças também possibilitaram melhorias na gestão dessas organizações. Durante a década de 80, conceitos de administração estratégica de recursos humanos começavam a ser implantados nos Estados Unidos, tendo sido inseridos no Brasil, apenas da década seguinte (LACOMBE, 2001).

Dentro dessa perspectiva, a Modelagem e Simulação (MS) é uma técnica útil por propiciar a representação de um sistema real, mesmo quando o modelo não está disponível, e por permitir a aplicação de medições estatísticas e a comparação de resultados alternativos através da simulação sobre o modelo representado (JAIN, 1991).

Alguns trabalhos envolvendo MS já foram desenvolvidos no sentido de otimizar processos internos e predição de crimes, para representar a substituição de veículos de patrulha para gestão da manutenção dos veículos, para propor alocação de equipes de patrulhamento, avaliar tempos de viagem e prioridade das chamadas e, principalmente para avaliar os níveis de esforço e trabalho dessas equipes, a fim de embasar as políticas de gestão dos recursos humanos (SILVA, 2010). O uso de MS em alguns trabalhos veio agregado à utilização de outras técnicas como redes neurais (LAMAS, 2013), ou mesmo cadeia de Markov (MCKENZIE, 2008), nesses casos especificamente os objetivos estavam relacionados aos tempos de deslocamento e a carga de trabalho das equipes de patrulha.

A presente pesquisa apresenta como objetivo geral tornar possível, com o uso de MS, a avaliação da carga de trabalho das equipes de patrulhamento policial e atendimento às ocorrências. E, como objetivos



RELISE

8

específicos: otimizar o tempo de resposta aos chamados da população; gerir a carga de trabalho das equipes de patrulha; e aprimorar o raio de cobertura das equipes, propiciando uma maior sensação de segurança.

O uso dessa técnica vem a possibilitar uma análise dos índices que envolvem as equipes de patrulhamento policial e propiciar a aplicação de metodologias de gestão de recursos humanos. Este estudo utilizou os dados dos registros de ocorrências para alimentar o modelo produzido, que representa o processo de atendimentos na Central de Operações da Polícia Militar (COPOM) de uma cidade com aproximadamente 60 mil habitantes, e se justifica pelo fato de considerar-se que no âmbito do patrulhamento policial, cada cidade, com suas populações e áreas distintas, apresenta cenários particulares. O uso de MS possibilitará a análise das variações nas quantidades de equipes alocadas no patrulhamento policial da cidade e os impactos dessas alterações sem comprometer o desempenho das operações reais.

QUALIDADE DE VIDA E SATISFAÇÃO NO TRABALHO

A gestão de pessoas pensada desde os conceitos introduzidos por Taylor (1856-1915), que analisou o desempenho dos funcionários em suas oficinas, já denunciava que a satisfação dos colaboradores influencia na qualidade dos produtos/serviços prestados. Mayo (1880–1949) reforçou essa perspectiva sobre a gestão de pessoas, quando desenvolveu pesquisas com enfoque inicial em estudos sobre a produtividade e os índices de acidentes e fadiga (ÁVILA, 2015). A alta carga de trabalho exercida pelos colaboradores influencia diretamente no desempenho da atividade e nos números de análise de produtividade.

Lawler (1975) sugere que a satisfação e motivação dos trabalhadores podem levar as organizações a obter melhores níveis de desempenho.



RELISE

9

Enquanto que na perspectiva de Nunes (1999) essa satisfação envolve dois aspectos: a melhoria na produtividade e o bem-estar dos trabalhadores. A gestão de pessoas vem a colaborar com essa perspectiva, através da preocupação em gerir a carga de trabalho atribuída aos colaboradores das organizações.

Na segurança pública, o envolvimento crítico dos policiais nos conflitos que afetam o convívio dos indivíduos na sociedade pode determinar o direcionamento dos resultados obtidos na prestação dos serviços.

O auxílio de ferramentas tecnológicas pode contribuir de forma direta na distribuição justa da carga de trabalho. Com o auxílio da tecnologia, adequações para uma melhor distribuição dos serviços podem ser analisadas sem interferir e gerar impactos negativos diretos na prestação dos serviços. Deve-se levar em consideração que essa tarefa tem grande importância para a sociedade, não podendo ficar exposta a testes para adaptação na carga de trabalho, sendo realizados em situações reais.

Aspectos da motivação no trabalho

A ansiedade com o fator humano nas instituições, segundo Robbins (2004), é um feito relativamente atual na biografia da administração e ganhou ânimo com o aparecimento da responsabilidade social empresarial. Tendo em vista um cenário de intransigente competitividade, as organizações têm entendido a obrigação de investir em seu principal ativo intangível: o capital humano. Com isso têm obtido um melhor aperfeiçoamento em seus processos de gestão, diferenciando-se no mercado.

A economia globalizada estabelece cada dia mais das organizações, sejam estas públicas ou privadas, dentre outros fatores, a qualidade e a excelência dos produtos oferecidos ou dos serviços proporcionados. Nas instituições os responsáveis para que esses objetivos sejam alcançados são os



RELISE

10

colaboradores, considerando a qualidade do serviço prestado por estes, estando diretamente relacionados à organização e ao seu grau de motivação e satisfação (ROBBINS, 2004).

Conforme Bergamini (2008), antes da Revolução Industrial, a fundamental forma de incitar a motivação dos funcionários baseava-se em repreensões, tanto de restrições financeiras como psicológicas, originando um ambiente generalizado de insegurança e medo. No período da Revolução Industrial todos os valores estavam voltados para estimular a produtividade nos colaboradores e os profissionais em recursos humanos demandavam seus esforços em desenvolver planos de benefícios e salários atraentes. Em seguida foram feitos investimentos com o intuito de aumentar a eficácia nos processos produtivos, o que derivou em melhoramentos nas metodologias e na maneira de executar os trabalhos.

Para Fraga (2014), no momento da Pós-Revolução, diversas linhas de pensamento surgiram tendo como meta desvendar o que poderia ser feito para motivar o colaborador e obter assim uma maior produtividade nas organizações. Com um enfoque mais humano e voltado para o intercâmbio social das pessoas, determinadas teorias são conclusivas na declaração de que cada ser humano já traz, de alguma maneira, dentro de si suas motivações incumbindo às instituições estimulá-las na atmosfera do trabalho e canalizá-las para o alcance do máximo comprometimento de cada um.

Fraga (2014) observa ainda que o colaborador pode ter todas as habilidades imprescindíveis ao desempenho do cargo, ter os instrumentos necessários, ter a informação, ser bem capacitado e ter um adequado ambiente de trabalho. E completa que nada disso avalizará, fundamentalmente, que ele atingirá de forma produtiva sua função dentro da instituição. Afinal, esses fatores isoladamente não são decisivos na produtividade dos colaboradores. É importante a aquisição de um conjunto mais detalhado de



RELISE

11

fatores para definir a motivação dentro do ambiente organizacional. Compreende-se nas organizações, um elevado esforço no intuito de compreender a natureza dos padrões motivacionais. Para diferentes pessoas, existem diferentes motivações e a necessidade de trabalhar com múltiplas estratégias. Contudo, todo esforço das organizações será inútil caso sejam ignoradas as características de cada pessoa e suas próprias necessidades, tendo em vista que fatores externos como acréscimo salarial e outros benefícios comprovadamente não são suficientes para a sustentação da satisfação pessoal e profissional.

MÉTODO, MODELAGEM E SIMULAÇÃO

O uso de tecnologias tem propiciado novas condições de planejamento para as organizações, entre elas, métodos utilizados no sentido de otimizar o sistema para distribuição de recursos e/ou materiais. Apresenta-se aqui um cenário para a introdução do uso de MS, descrevendo o processo seguido para obtenção dos resultados obtidos nesse trabalho.

Na área de segurança pública, mais precisamente na localização de bases operacionais e alocação de viaturas, é possível a aplicação de várias metodologias relacionadas, por exemplo, à minimização de custos, à melhoria de qualidade, à otimização de *layout* e na alocação dos recursos, entre outros. Dentre as metodologias adequadas existentes no mercado, Pastore, Guimarães e Diallo (2010) citam que podem ser utilizadas ferramentas quantitativas fornecidas pela Pesquisa Operacional, que podem ser abordadas através dos modelos determinísticos de programação matemática, tais como: otimização linear, otimização discreta, otimização em redes, programação dinâmica determinística e algoritmos evolutivos; ou através dos modelos probabilísticos que consideram as incertezas dos modelos, como programação dinâmica estocástica, teoria das filas e simulação.



RELISE

Etapas do processo de modelagem e simulação

Altiook (2010) descreve modelagem como uma representação simplificada de um sistema complexo com o objetivo de aferir métricas de desempenho desejadas. O objeto dessa representação simplificada é um modelo.

Simulação é o processo de concepção de um modelo para estudar o seu comportamento através de experimentos que são executados sob diferentes condições operacionais e ambientes (OBAIDAT, 2010). Pastore *et al.* (2010) definem simulação computacional como uma ferramenta capaz de reproduzir os diversos cenários e estimar os respectivos resultados, auxiliando a gestão dos recursos e permitindo estimar os ganhos de novas alternativas, principalmente considerando a variabilidade da demanda e as incertezas do cenário real.

Em algumas áreas organizacionais não é possível um redesenho dos processos em tempo de execução, pelos riscos dos resultados que podem ser apresentados, seja por limitações de orçamento ou mesmo pelo impacto real na vida das pessoas envolvidas no processo. A identificação dessas características torna a simulação do processo uma ferramenta importante como instrumento de análise e controle dos processos. Com o uso de simulação é possível a definição de diversos cenários que poderão ser testados, para determinados períodos de tempo, em várias possibilidades de execução, com dados distintos de entrada e valores distintos de saída, ou seja, medidas de desempenho diferentes, possibilitando a identificação das causas para esse novo comportamento sem impacto real no processo.

Sendo assim, pode-se definir MS como um processo de experimentação computacional, onde utiliza-se o modelo do sistema real, com o objetivo de testar diferentes alternativas operacionais com o propósito de



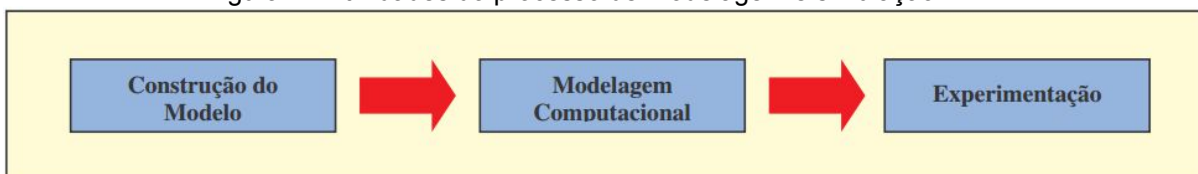
RELISE

13

encontrar e propor melhorias que visem à otimização do processo modelado sem causar impactos no processo real.

As atividades do processo de MS podem ser resumidas conforme esquema mostrado na Figura 1, apresentada por Freitas (2008), iniciando pela construção do modelo, passando pela transformação de modelo conceitual em modelo computacional e chegando aos testes experimentais (simulação propriamente dita) para a busca das melhores ou da melhor alternativa.

Figura 1 - Atividades do processo de modelagem e simulação



Fonte: Adaptado de Freitas (2008).

Apesar do esquema exibido acima atender de forma generalizada a proposta de modelagem e simulação, dentro das perspectivas do estudo de caso que será apresentado na próxima seção, entende-se que o processo descrito e representado no esquema da Figura 2 auxiliará de forma mais precisa na expectativa de êxito na execução deste trabalho.

Segundo Obaidat (2010), para realizar um estudo de simulação metódico e uma análise bem-sucedida, é necessário cumprir uma fase de planejamento, seguida da modelagem, verificação e validação, por último experimentação e aplicação. Para execução de cada fase, tarefas devem ser executadas para obtenção de bons resultados.

Na fase de planejamento, é importante delinear o problema, ou seja, compreender bem o problema que será objeto do estudo. Avaliar os recursos necessários para uma boa coleta de dados e execução dos experimentos, sejam estes recursos financeiros, equipamentos, em resumo todos aqueles tidos como primordiais para atingir os objetivos do estudo. Para completar esta etapa, é necessária a realização de uma boa revisão de literatura para



RELISE

14

identificação do nível de detalhe que será abordado, escolha da melhor técnica e/ou algoritmo, identificação de fatores, variáveis, condições iniciais e as métricas de desempenho que serão utilizados para obtenção do sucesso devido.

A construção do modelo do sistema é realizada na fase de modelagem, e este deverá ser uma imitação do sistema real ou uma representação mais próxima possível de alguns aspectos do sistema a ser analisado. Nessa fase algumas etapas devem ser seguidas, tais como: diagramação de um modelo de simulação preliminar, construção de diagramas de fluxo, avaliação do diagrama de modelo com uma equipe, lançamento da coleta de dados, caso sejam necessários, ajustes no projeto, testes e validação; é nessa fase que deve ser realizada a coleta e lançamento dos dados, seguida por iterações no modelo até que um grau de granularidade necessário seja alcançado no sentido de chegar ao diagrama do sistema final.

A etapa de verificação observa com que precisão o modelo está representando o sistema real, e juntamente com procedimento de validação garantir que os pressupostos, parâmetros de entrada e distribuições, e valores de saída estão gerando resultados próximos dos obtidos no sistema real. Esses dois procedimentos representam a terceira fase do processo de modelagem e simulação.

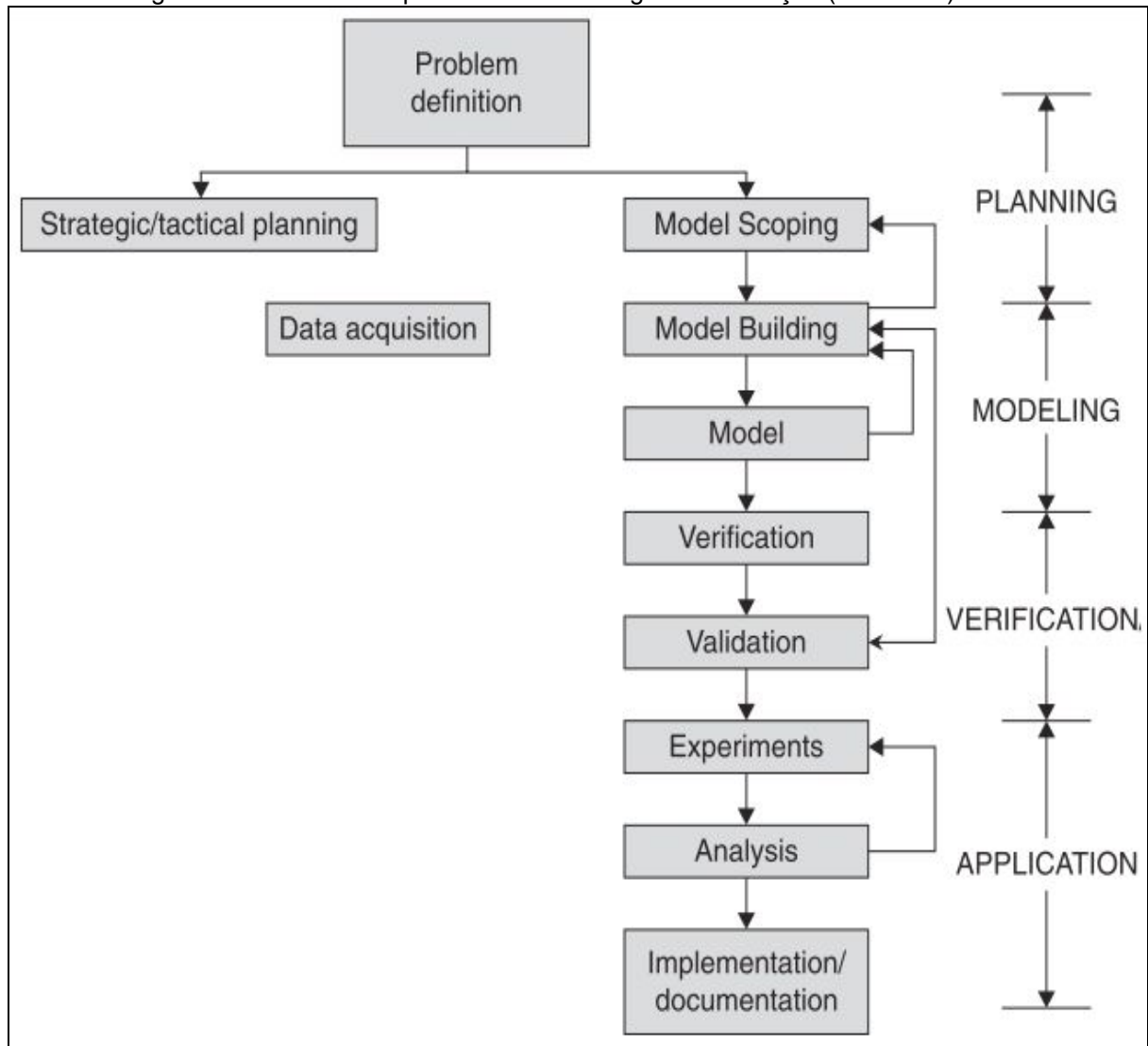
Por fim a fase de aplicação e realização dos experimentos, onde o modelo poderá ser analisado sob diferentes condições operacionais e ambientes para revelar o comportamento do sistema em estudo. Baseado nos resultados dos testes da simulação o analista poderá apreciar as alterações sugeridas para o sistema, sustentando suas proposições principalmente nos dados de custo e medidas de desempenho, sensibilidade de métricas de desempenho para variáveis específicas, bem como a correlação entre as variáveis de controle.



RELISE

15

Figura 2 - Atividades do processo de modelagem e simulação (OBAIDAT)



Fonte: OBAIDAT (2010).

Estado transiente vs estacionário

No momento de validar o modelo, é necessário identificar em que instante a simulação mais se aproxima da representação do sistema real, e esta definição está diretamente relacionada ao conceito de sistema terminal e sistema não terminal. Segundo Chwif e Medina (2006), o caso da simulação terminal acontece quando é possível identificar os instantes de tempo de início e fim do processo e existem condições iniciais fixas (restaurantes, bancos, lojas



RELISE

16

comerciais), enquanto que na simulação não terminal não existe certeza do tempo que o processo deve durar (serviços de 24 horas, hospitais, ocorrências policiais).

O caso de estudo desse trabalho é considerado uma simulação não terminal, por isso é importante identificar o momento em que o modelo deixa o estado transiente, período em que a simulação ainda está sob a influência das condições iniciais do sistema, e passa para o estado estacionário, onde o modelo recebe uma influência menor da fase transiente (SILVA, 2010).

O processo

O processo na COPOM tem como principal objetivo o recebimento de chamados de ocorrências policiais, o registro de seus dados, o despacho de equipes de patrulhamento policial para atender ocorrências criminais e acompanhamento dos procedimentos realizados. Busca-se maximizar a probabilidade de finalizações favoráveis aos agentes de segurança através da minimização do tempo de chegada ao local da ocorrência.

O objetivo apresentado, a otimização na alocação de equipes policiais, se relaciona com o planejamento da localização de bases de atendimento, com a alocação de viaturas a essas bases, a capacidade de atendimento de cada equipe e a demanda existente, ligada diretamente ao nível de estresse no uso dos recursos (equipes de patrulhamento).

Segundo Cunha (2014), esses sistemas podem ser vistos como sistemas de filas, nos quais os chamados representam a demanda ou o processo de chegada, e os servidores são representados pelos veículos e suas equipes. A quantidade de equipes em um sistema de patrulhamento impacta especificamente no tempo de resposta do sistema e no desempenho do mesmo.



RELISE

17

Sendo assim, busca-se modelar o sistema a fim de facilitar a extração dos índices de utilização dos recursos, através do uso de simulação, proporcionando o melhor nível possível de gestão do serviço, respeitando restrições mínimas de viabilidade e disponibilidade de recursos (equipes/viaturas), sendo o nível de serviço definido como a fração da demanda que se espera atender no menor tempo possível, relacionando com o nível de cobertura das equipes.

Ferramenta

O aplicativo ARENA é um ambiente gráfico integrado de simulação, desenvolvido pela empresa Rockwell Automation®, que contém todos os recursos para modelagem de processos necessários à realização do estudo de caso deste trabalho (ARENA, 2012). Integrado ao Arena, ainda pode-se contar com o aplicativo *Input Analyzer*, utilizado para realizar os ajustes dos tempos coletados, com o objetivo de verificar se os dados da amostra seguem uma determinada distribuição teórica.

O modelo

O modelo apresentado na Figura 3 e detalhado a seguir foi validado junto à coordenação do COPOM, e mostra cada etapa do processo modelado, seguido de informações de como se deu a coleta e análise dos dados contidos na base do órgão, de forma a justificar a importância dessa extração para a modelagem do processo trabalhado nesse estudo.

O processo se inicia quando o COPOM recebe uma ligação de um popular (*Create*: Chega Ligação) e o atendente passa a registrar os dados coletados junto ao denunciante (*Process*: Atendimento). Caso o atendente identifique, durante o atendimento, que o chamado se trata de um trote (*Decide*: E Trote), o registro é identificado como trote para futuros



RELISE

18

levantamentos estatísticos (*Process*: Registra Trote) e é imediatamente encerrado (*Process*: Finalizar Ocorrência). Caso contrário a ocorrência é registrada com os dados correspondentes ao chamado policial, a fim de facilitar o direcionamento de forma adequada, de uma equipe para resolver o problema denunciado.

A etapa seguinte trata-se justamente de enviar o registro a um despachante (*Process*: Envia Ocorrência) para que o mesmo possa tomar as providências adequadas para aquele chamado. Em alguns casos de denúncia anônima ou informações (*Decide*: E Denuncia ou Informação), o chamado é encerrado no COPOM, pois será enviado a outro setor. Esta etapa não foi inserida no modelo apresentado, pois faz parte de outro processo. Realizado esse primeiro momento de identificação da ocorrência, o atendente passa a registrar no Sistema de Informação (SI) além dos dados relatados pelo denunciante e/ou coletados pelo atendente, todos os passos e encaminhamentos dados àquele registro dentro da COPOM.

Ao receber o registro da ocorrência, através do SI, o despachante identificará entre as equipes disponíveis, aquela que estiver mais bem localizada para atender a reclamação do denunciante, encaminhando a mesma para o local da ocorrência (*Process*: Despachar Ocorrência). Após ser alocado um recurso (viatura) para atender o chamado registra-se o tempo de deslocamento da viatura até o local da ocorrência (*Process*: Deslocamento Viatura).

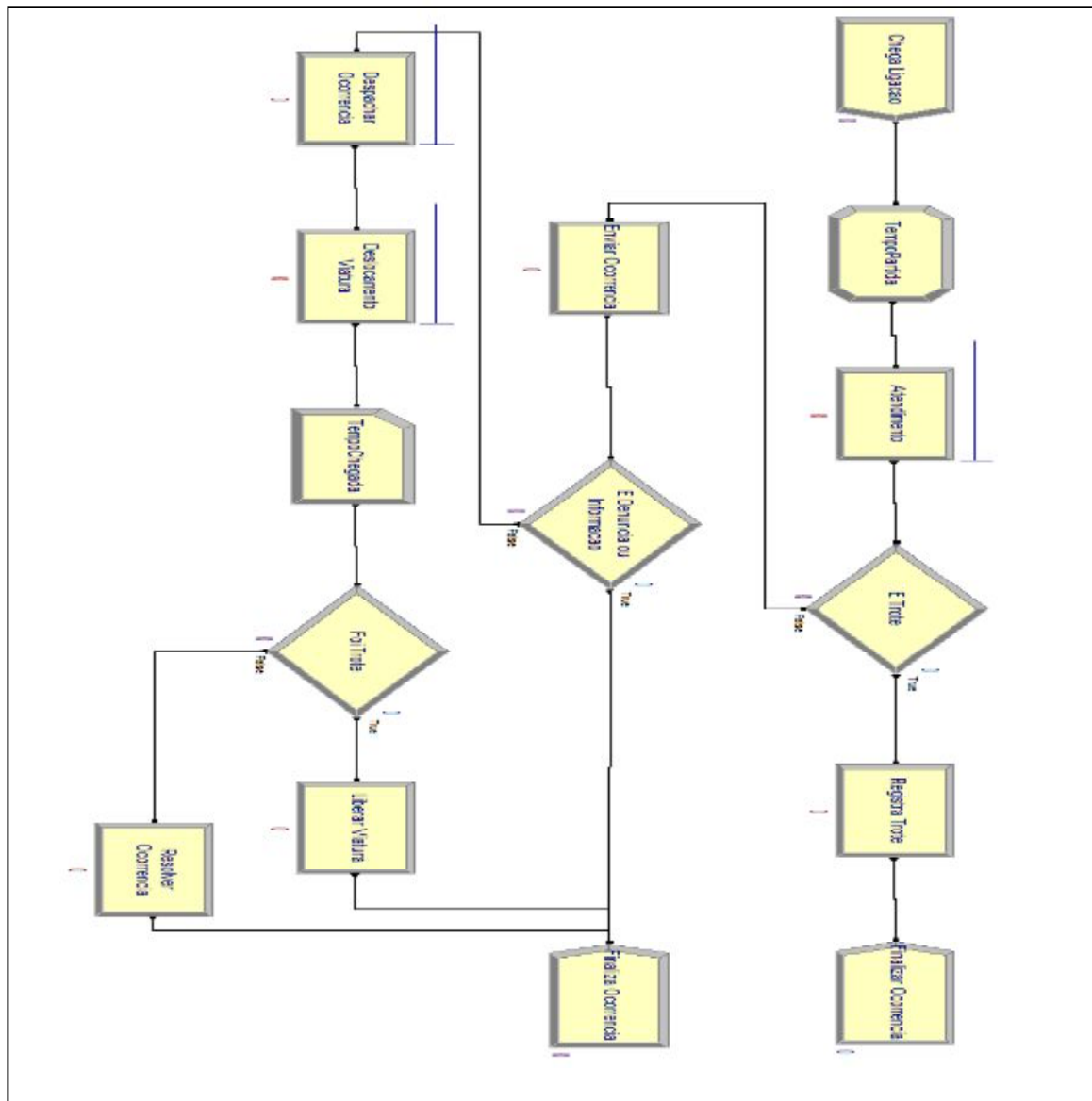
Durante a modelagem foram inseridos os objetos *Assign* Tempo Partida e o *Record* Tempo Chegada para registrar o tempo decorrido entre a etapa de atendimento e a chegada da viatura ao local da ocorrência no processo de simulação, os dados resultantes do processo de simulação são apresentados nos resultados da pesquisa.



RELISE

19

Figura 3 - Modelo do processo de atendimento da Central de Operações da Polícia Militar



Fonte: Pesquisa (2017).

Coleta de dados

Para a modelagem do processo apresentado, foi necessário realizar algumas consultas à base de dados da COPOM, a fim de obter a quantidade de registros/dia, o intervalo entre os registros de ocorrências, e os tempos entre as etapas de tramitação e solução das ocorrências.



RELISE

20

Durante o levantamento dos tempos, algumas inconsistências na base de dados foram identificadas durante a transcrição do processo da COPOM para o modelo. Dentre as inconsistências identificadas, pode-se citar a ausência do registro do exato momento em que o atendente recebe uma chamada. Esse registro do tempo seria utilizado para calcular o tempo exato gasto pelos atendentes para coletar os dados de cada ocorrência junto ao denunciante, fornecendo dados para a primeira etapa do modelo proposto neste trabalho. Como um dos objetivos deste estudo é analisar o tempo de uso das equipes nos cenários propostos, acredita-se que as inconsistências não impactarão nos resultados.

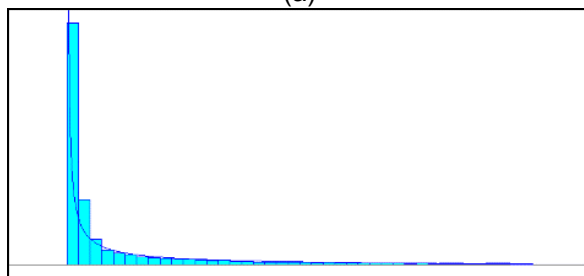
Para determinação das distribuições de tempo a serem informadas no modelo, foram extraídos os intervalos de tempo entre as etapas do modelo, representadas pelos objetos *Process* na Figura 3. A Figura 4.a mostra a distribuição extraída para o tempo entre o envio de um registro pelo atendente para o despachante; na Figura 4.b apresenta-se a distribuição do tempo transcorrido entre o despacho (envio) de uma equipe para atender uma ocorrência e a chegada da mesma ao destino, ou seja, o tempo que uma equipe gasta para chegar ao local da ocorrência e, na Figura 4.c apresenta-se a distribuição do tempo entre a chegada da equipe ao local da ocorrência e a finalização do chamado (solução para a ocorrência).



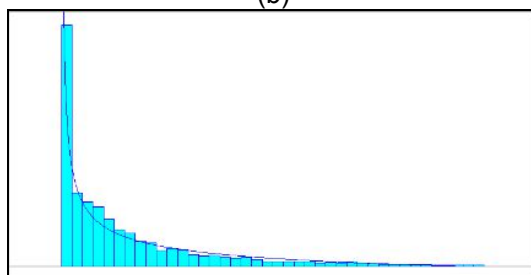
RELISE

21

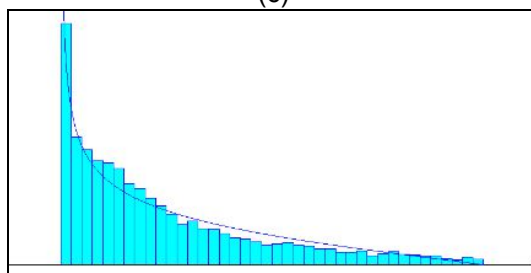
Figura 4 - Conjunto de distribuição dos tempos
(a)



(b)



(c)



Pesquisa (2017).

Os tempos coletados foram analisados com objetivo de verificar se os dados das amostras seguiam uma determinada distribuição estatística. Além dos gráficos, a Tabela 1 apresenta um resumo das distribuições dos tempos extraídos da base de dados, e que tiveram suas expressões geradas no *Input Analyzer*.

Tabela 1 - Expressões das Distribuições

Tempo	Expressão
Despacho	$-0.001 + 694 * \text{BETA}(0.183, 1.38)$
Deslocamento	$-0.001 + 1.29\text{e}+004 * \text{BETA}(0.419, 2.08)$
Atendimento	$8 + 1.05\text{e}+004 * \text{BETA}(0.646, 1.89)$

Fonte: Os autores (2017).



RELISE

22

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para encontrar o momento em que o modelo entraria em estado estacionário, foram executadas simulações, variando o equivalente a trinta dias (720 horas) por dezoito meses. O aplicativo ARENA permite que seja determinado o número de repetições da simulação, no nosso estudo foi estabelecido 30 replicações, que tiveram seus resultados analisados para determinar o momento em que o modelo entra em estado estacionário. A determinação do período transiente foi feita por análise gráfica.

Os índices obtidos para o período considerado como tempo de aquecimento após a simulação do caso base foram: o tempo médio na fila com o valor de 1,2809, a utilização média da equipe determinada em 0,3568 e tempo médio de chegada em 0,7053. Através da observação do comportamento do sistema, definiu-se como tempo de aquecimento (período o qual a simulação ainda recebe influência das condições iniciais do sistema) o tempo de 12 meses (equivalente a 8640 horas), pois a partir deste instante, conforme pode ser visto na Figura 5 a curva não aparenta mais tendência clara de crescimento ou diminuição, mas apenas oscila entre os valores limites máximos e mínimos.

Figura 5 - Resultados dos tempos de simulação do modelo do sistema real



Fonte: Pesquisa (2017).

Os últimos parâmetros necessários para aplicação das simulações foram obtidos aplicando uma proporcionalidade à área de cobertura de cada equipe, conforme apresentado na Figura 6. Os percentuais resultantes são acrescidos na distribuição do tempo de deslocamento, por ser o único tempo



RELISE

23

no modelo que pode sofrer alteração causada pela variação na distância entre o ponto base das equipes e o local das ocorrências, exibidas na Tabela 1, dos tempos extraídos do caso base. A Tabela 2 mostra os dados que serão alterados no modelo em cada estudo de caso, de acordo com a variação no número de equipes.

Figura 6 - Área de Cobertura dos Cenários do Estudo de Caso



Fonte: Pesquisa (2017).

Tabela 2 - Relação Casos de Estudo

Estudo de Caso	Qtd Equipes	Cobertura	Tempo Atendimento
Caso Base	9	700m	T
Caso 2	7	900m	1,29t
Caso 3	4	1150m	1,64t

Fonte: Pesquisa (2017).

Com base no caso de referência foi possível aplicar testes levando em consideração as distribuições dos tempos de atendimento, aplicando os percentuais obtidos com a alteração na área de cobertura de cada equipe, usando como tempo de aquecimento o período de 12 meses conforme justificado na seção anterior. Os resultados obtidos através da simulação aplicada ao modelo do processo em estudo foram extraídos através da aplicação de 30 simulações em cada caso.

No estudo de caso em que foi considerado a redução para o número de 7 (sete) equipes, no sentido de visualizar como o sistema se comportaria no caso de ter uma redução de duas equipes para solução de ocorrências. Com a redistribuição das equipes, cada uma passou a ser responsável por uma área de cobertura com raio de 900m, valor 29% maior do que no caso de referência com 9 (nove) equipes, e que teve como resposta da simulação um aumento de



RELISE

24

14% no tempo de espera na fila de atendimento aos chamados atendidos, a variação no tempo de chegada ao local da ocorrência, cujo aumento já era visível pela redistribuição das equipes no território da cidade, se aproximou de 27%, e o aumento na utilização média da equipe foi de aproximadamente 18%.

No terceiro caso, onde ocorreu uma redução para 4 equipes, o valor acrescido às expressões foi de 64%. Simulando o comportamento do sistema na aplicação de alteração no número de equipes para possíveis períodos de refeições e pausas para descanso das equipes, e identificou-se que ocorreu um aumento de 32% no tempo de espera no atendimento aos chamados atendidos. Nesse caso a variação no tempo de chegada ao local da ocorrência foi de 64%, e o aumento na utilização média da equipe foi de aproximadamente 29%.

Os resultados dos experimentos realizados podem ser vistos na Tabela 3, que apresentam os índices de variação no tempo médio na fila e no tempo médio de chegada, representando o tempo total de espera de um chamado. Com base no que é apresentado torna-se possível afirmar que a redução do número de equipes impacta diretamente no tempo de resposta à população e no nível de esforço dos agentes que compõem as equipes. O aumento no tempo de deslocamento impacta no tempo médio total de atendimento, o que pode vir a influenciar no sentimento de segurança da sociedade.

Tabela 3 - Resultados da Aplicação no Cenários do Estudo de Caso

Estudo de Caso	Tempos		
	Médio na fila	Médio de chegada	Utilização média das equipes
Caso Base	1,2809	0,7053	0,3568
Caso 2	1,4611	0,9021	0,4054
Caso 3	1,6947	1,1635	0,4627

Fonte Pesquisa (2017).

CONCLUSÕES

Neste trabalho foram apresentados os resultados obtidos através de simulação sob o modelo do processo da Central de Operações da Polícia Militar (COPOM) de uma cidade com uma média de 60 mil habitantes, a fim de



RELISE

25

demonstrar os impactos na redução dos recursos utilizados pela corporação, no caso deste estudo, o número de equipes de patrulhamento policial.

Foi utilizado como parâmetro a área de cobertura relacionada ao tempo de deslocamento das equipes até o local das ocorrências, avaliando a variação no tempo total de espera do cliente (denunciante) e a variação no tempo que as equipes ficam em atividade para cada caso. Fatores que podem vir a influenciar o sentimento de segurança da sociedade, no nível de cansaço físico dos agentes que compõem as equipes em decorrência da variação no índice de utilização das equipes e podem vir a impactar no levantamento de provas em alguns tipos de crimes.

Este trabalho abre possibilidades para futuros estudos, com possibilidade para verificar até que ponto é possível reduzir o número de equipes e identificar qual o número mais adequado, verificar a variação no número de equipes por turnos de trabalho, e até mesmo integrar outras técnicas de modelagem, como no trabalho realizado por McKenzie *et. al.*(2008) e Birge *et. al.*(1989), usando cadeia de *Markov* para avaliar especificamente, o impacto das pausas para descanso e para refeições nos índices de tempo médio de fila, de utilização média das equipes e conseqüentemente no tempo médio de chegada. Esse estudo abre também possibilidades de estudos em cidades de maior população, que certamente apresentam cenários diferentes, permitindo a comparação de resultados que possam vir a confirmar os índices obtidos nos estudos de casos aplicados.

REFERÊNCIAS

ALTIOK, T. e Melamed, B. **Simulation modeling and analysis with Arena**. New York :Academic press, 2010.

ANDRADE, L. A.; Cunha, C. B. **Modelo de apoio a decisão para um problema de posicionamento de bases, alocação e realocação de**



RELISE

26

ambulâncias em centros urbanos: estudo de caso no município de São Paulo. [S. l.:s.n.], v.22(2), p.34–50.2014.

ÁVILA, Lucas Veiga; STECCA, Jaime Peixoto. **Gestão de pessoas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, 2015.

BERGAMINI, C. W. **Motivação nas Organizações**. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008

BIRGE, J.;POLLOCK, S. **Modelling rural police patrol**. Journal of the Operational Research Society, p. 41–54.1989.

BRETAS, M. L.; ROSEMBERG, A. **A história da polícia no Brasil:** balanço e perspectivas. Rio de Janeiro: Topoi, v.14 (26), p.162–173. 2013.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos**. Rio de Janeiro: Elsevier – Campus,2006.

FRAGA, L. D. **Motivação nas organizações**. Disponível em: <http://catolicaonline.com.br/revistadacatolica2/artigosv3n5/artigo05.pdf>Acesso em 11 set. 2014.

FREITAS, P. J. **Introdução a modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena**. 2. ed. Santa Catarina: Visual Books, 2008.

GUNAI, M.;ONGGO, S.;PIDD, M. **Improving police control rooms using simulation**.Journalof the operational research society, v. 59 (2), p.171–181. 2008

JAIN, R. **The Art of Computer Systems Performance Analysis:** Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation, and Modeling. Wiley.1991.Disponível em:<<https://books.google.com.br/books?id=t91QAAAAMAAJ>>.Acesso em: 20 maio 2017.

KOLESAR, P.;WALKER, W. E. **A simulation model of police patrol operations:** program description. New york: Rand institute,1975

LACOMBE, B. M. B.;TONELLI, M. J. O discurso e a pratica: o que nos dizem os especialistas e o que nos mostram as práticas das empresas sobre os modelos de gestão de recursos humanos. **Revista de Administração Contemporânea**. [S.l.:s.n.],v.5 (2), p.157–174.2001.



RELISE

27

LAMAS, João Paulo Campolina. **Predição de crimes e otimização de ações de segurança pública para cidades de pequeno porte utilizando geotecnologias**. Viçosa, 2013. 131 f. Tese (Pós – Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2013.

LAWLER III, Edward E. Measuring the Psychological Quality of Working Life; The Why and How of It. In: DAVIS, Louis E.; CHERNS, Albert and Associates. **The Quality of Working Life**. Volume one: Problems, Prospects, and the State of the Art. New York: The Free Press, 1975.

MCKENZIE, F. D.et. al. **Integrating crowd-behavior modeling into military simulation using game technology**. [S. I.]:Simulation & Gaming, v.39 (1), p.10–38.2008

NUNES, Simone C. **Impactos da privatização na qualidade de vida no trabalho**. Belo Horizonte, 1999. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG, Belo Horizonte. 1999.

OBAIDAT, M. S.; BOUDRIGA, N. A. **Fundamentals of performance evaluation of computer and telecommunications systems**. [S.I.]: John Wiley & Sons. 2010.

PASTORE, P.; GUIMARAES, A. M. C; DIALLO, M. **Simulação computacional aplicada a logística de distribuição de uniformes da marinha do Brasil**. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MATURIDADE E DESAFIOS DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: COMPETITIVIDADE DAS EMPRESAS, CONDIÇÕES DE TRABALHO, MEIO AMBIENTE. 30, 2010, São Paulo. [S.I.:s.n.], 2010.

ROBBINS, S. P. **Fundamentos do Comportamento Organizacional**. 7ª Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004

SILVA, Pedro Marinho Sizenando. **Análise do serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU) de Belo Horizonte via simulação e otimização**. Belo Horizonte, 2010. 134 f. Dissertação (Pós - Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.