



SIMULAÇÃO DO FLUXO OPERACIONAL DO SERVIÇO DE ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR REALIZADO PELO GSE/SAMU NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Delana Galdino de Oliveira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Mario Jorge Ferreira de Oliveira.

Rio de Janeiro

Junho de 2012

SIMULAÇÃO DO FLUXO OPERACIONAL DO SERVIÇO DE ATENDIMENTO PRÉ-
HOSPITALAR REALIZADO PELO GSE/SAMU NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Delana Galdino de Oliveira

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE)
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Mario Jorge Ferreira de Oliveira, Ph.D.

Prof. Marco Aurélio Sicchiroli Lavrador, D.Sc.

Prof. Edilson Fernandes de Arruda, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JUNHO DE 2012

Oliveira, Delana Galdino de

Simulação do Fluxo Operacional do Serviço de Atendimento Pré-Hospitalar Realizado pelo GSE/SAMU no Município do Rio de Janeiro / Delana Galdino de Oliveira – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012.

XI, 111 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Mario Jorge Ferreira de Oliveira

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2012.

Referencias Bibliográficas: p. 107-111.

1. Simulação. 2. Atendimento Pré-Hospitalar. 3. Oferta e Demanda. I. Oliveira, Mario Jorge Ferreira de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Maria e Deusellino (*in memoriam*), pelos incentivos e ensinamentos dados. Pelo amor e carinho que sempre iluminaram nosso caminho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus por ter me concedido toda a força e sabedoria para conduzir e concluir este trabalho.

À minha família pelo carinho, compreensão e apoio dado nesta caminhada.

Aos meus amigos Waleska e Fábio pela amizade e apoio dados em todos os momentos no curso de mestrado.

Aos colegas de mestrado pela amizade e momentos de companheirismo vividos.

Ao meu orientador, Professor Mário Jorge, por toda atenção e confiança dispensada, conhecimentos transmitidos e, principalmente, por toda gentileza e paciência nas inúmeras vezes que o procurei para sanar quaisquer dúvidas.

Ao 1º Grupamento de Socorro de Emergência – GSE, em especial ao Diretor-Geral do Centro de Comando e Controle Operacional: Coronel BM QOC Carlos Alberto Bonfim Marques e ao Major Marcos Reynaldo Moreira Junior pelo apoio ao projeto, respondendo pacientemente as dúvidas e facilitando ao máximo o desenvolvimento do trabalho.

Não poderia deixar de agradecer aos funcionários da secretaria, Andréia, Pedrinho e Roberta por toda ajuda concedida e pela presteza que sempre caracterizaram os seus atendimentos.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

SIMULAÇÃO DO FLUXO OPERACIONAL DO SERVIÇO DE ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR REALIZADO PELO GSE/SAMU NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Delana Galdino de Oliveira

Junho/2012

Orientador: Mario Jorge Ferreira de Oliveira

Programa: Engenharia de Produção

A acessibilidade aos hospitais públicos tem demonstrado ser um problema complexo, em virtude do crescimento da população e da falta de uma estrutura adequada para ofertar serviços de saúde de qualidade à população. Nesse contexto, o estudo aqui realizado pretende apoiar a tomada de decisão acerca do dimensionamento de recursos empregados no atendimento pré-hospitalar realizado pelo GSE/SAMU. O objetivo é desenvolver modelos de simulação a eventos discretos que sejam capazes de representar o fluxo operacional do atendimento pré-hospitalar desde a ocorrência de uma solicitação de resgate até a liberação do paciente. Diversos experimentos são desenvolvidos para avaliar, em diferentes cenários, a configuração dos profissionais que atuam no *call center* e o dimensionamento da frota de ambulâncias para atender a uma região do município do Rio de Janeiro. A potencialidade de uma integração entre os serviços da central de regulação com outros órgãos públicos é avaliada. Espera-se que este trabalho possa contribuir para melhoria do desempenho do sistema, visando à redução do tempo de resposta e do tempo de espera por atendimento.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

SIMULATION OF THE OPERATIONAL FLOW OF PRE-HOSPITAL CARE
PERFORMED BY GSE/SAMU IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO

Delana Galdino de Oliveira

June/2012

Advisor: Mario Jorge Ferreira de Oliveira

Department: Production Engineering

Accessibility to public hospitals has proved to be a complex problem, because of population growth and lack of adequate infrastructure to offer quality health services to the population. In this context, the study conducted here is intended to support decision making about the human and material resources used in pre-hospital care performed by GSE / SAMU. The goal is to develop discrete event simulation models capable of representing the operational flow of the pre-hospital care since the occurrence of a demand to the release of the patient. Several experiments are designed to evaluate the configuration of the professionals working in the call centre and of the fleet of ambulances to meet a particular region of the municipality of Rio de Janeiro. The potentiality of integration between the services of a central regulation with other public agencies is also evaluated. It is hoped that this work can contribute to improving the system performance in order to reduce response time and waiting time for care.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Considerações Iniciais	1
1.2 Descrição do problema	2
1.3 Delimitações do Estudo	3
1.4 Objetivo.....	3
1.5 Organização da Dissertação	3
CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
CAPÍTULO 3 - SIMULAÇÃO.....	9
3.1 Modelos de simulação	11
3.1.1 Modelagem de simulação.....	12
3.2 Componentes da Simulação	12
3.3 Etapas da Simulação.....	14
3.4 <i>Software</i> de simulação	18
CAPÍTULO 4 - ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR.....	20
4.1 1ºGSE.....	21
4.1.1 A criação	21
4.1.2 Estrutura	22
4.1.3 Mudanças	23
4.2 Regulação Médica	24
4.2.1 Recursos humanos necessários para a central de regulação médica	26
4.2.2 Operações no <i>Call Center</i>	27
4.3 Tipos de ambulâncias	28
CAPÍTULO 5 - ESTUDO PRELIMINAR	31
5.1 Introdução	31
5.2 Modelo I – Análise do Call Center.....	31
5.2.1 A Central de Atendimentos no SAMU.....	32
5.2.2 Experimento do modelo I.....	34
5.2.3 Modelagem.....	38
5.2.4 Resultados Obtidos do Modelo I.....	39
5.2.5 Resultados obtidos do modelo	39
CAPÍTULO 6 - CONSTRUÇÃO DOS MODELOS	44
6.1 Modelo I – Análise dos recursos humanos no Call Center	45
6.1.1 Experimento I – Avaliação do número de TARM	45
6.1.2 Experimento II – Avaliação do número de Médico Regulador	46

6.1.3 Experimento III – Avaliação do número de Operadores no Despacho de Frota	47
6.1.4 Experimento IV – Avaliação do número de Atendentes no Despacho de Urgência (DESPURG).....	47
6.2 Modelo II – Análise do número de ambulâncias no município do Rio de Janeiro	48
6.3 Modelo III – Análise do número de ambulâncias na região da “Zona Oeste” no município do Rio de Janeiro.....	50
6.4 Modelo IV – Proposta de um sistema integrado de operações e informações... 51	
CAPÍTULO 7 - RESULTADOS DO MODELO I – ANÁLISE DO <i>CALL CENTER</i>.....	53
7.1 Análise do modelo I para o intervalo entre chegadas inicial	53
7.1.1 Experimento I – Avaliação do número de TARM	54
7.1.2 Experimento II – Avaliação do número de Médicos Reguladores (MR)	55
7.1.3 Experimento III – Avaliação do número de Operadores no Despacho de Frota	56
7.1.4 Experimento IV – Avaliação do número de Atendentes no Despacho de Urgência (DESPURG).....	57
7.2 Análise do modelo I a partir de reduções no intervalo entre chegadas.....	58
7.2.1 Análise do modelo I para uma redução de 10% no intervalo entre chegadas	58
7.2.2 Análise do modelo I para uma redução de 20% no intervalo entre chegadas	60
7.2.3 Análise do modelo I para uma redução de 30% no intervalo entre chegadas	62
7.2.4 Análise do modelo I para uma redução de 40% no intervalo entre chegadas	64
7.2.5 Análise do modelo I para uma redução de 50% no intervalo entre chegadas	66
7.3 Síntese dos resultados do modelo I com variação da demanda.....	68
CAPÍTULO 8 - RESULTADOS DO MODELO II E III – ANÁLISE DO NÚMERO DE AMBULÂNCIAS	70
8.1 Análise do modelo II para o intervalo entre chegadas inicial	70
8.1.1 Experimento I – Avaliação do número de ambulâncias no município do Rio de Janeiro	71
8.2 Síntese dos resultados do modelo II com variação da demanda.....	72
8.3 ANÁLISE DO MODELO III	75
8.3.1 Análise do modelo III para o intervalo entre chegadas inicial	76

8.4	Análise do modelo III a partir de reduções no intervalo entre chegadas.....	78
8.4.1	Análise do modelo III para uma redução de 10% no intervalo entre chegadas	79
8.4.2	Análise do modelo III para uma redução de 20% no intervalo entre chegadas	80
8.4.3	Análise do modelo III para uma redução de 30% no intervalo entre chegadas	81
8.4.5	Análise do modelo III para uma redução de 40% no intervalo entre chegadas	81
8.4.5	Análise do modelo III para uma redução de 50% no intervalo entre chegadas	82
8.5	Análise do modelo III para aumentos no tempo de deslocamento.....	82
8.5.1	Análise do modelo III para um aumento de 10% no tempo de deslocamento	83
8.5.2	Análise do modelo III para um aumento de 20% no tempo de deslocamento	83
8.5.3	Análise do modelo III para um aumento de 30% no tempo de deslocamento	84
8.5.4	Análise do modelo III para um aumento de 40% no tempo de deslocamento	84
8.5.5	Análise do modelo III para um aumento de 50% no tempo de deslocamento	85
8.6	Análises do modelo III para aumentos no tempo de recepção do hospital	86
8.6.1	Análise do modelo III para um aumento de 10% no tempo de recepção do hospital	86
8.6.2	Análise do modelo III para um aumento de 20% no tempo de recepção do hospital	86
8.6.3	Análise do modelo III para um aumento de 30% no tempo de recepção do hospital	87
8.6.4	Análise do modelo III para um aumento de 40% no tempo de recepção do hospital	88
8.6.5	Análise do modelo III para um aumento de 50% no tempo de recepção do hospital	88
8.7	Síntese dos resultados do modelo III	89
CAPÍTULO 9 - RESULTADOS DO MODELO IV - ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE OPERAÇÕES E INFORMAÇÕES.....		92
9.1	Análise do modelo IV	92

9.2	Análise do modelo IV para reduções no tempo de deslocamento	93
9.2.1	Análise do modelo IV para uma redução de 10% no tempo de deslocamento	93
9.2.2	Análise do modelo IV para uma redução de 20% no tempo de deslocamento	93
9.2.3	Análise do modelo IV para uma redução de 30% no tempo de deslocamento	94
9.2.4	Análise do modelo IV para uma redução de 40% no tempo de deslocamento	95
9.2.5	Análise do modelo IV para uma redução de 50% no tempo de deslocamento	95
9.3	Análise do modelo IV para reduções no tempo de recepção do hospital.....	96
9.3.1	Análise do modelo IV para uma redução de 10% no tempo de recepção do hospital	96
9.3.2	Análise do modelo IV para uma redução de 20% no tempo de recepção do hospital	97
9.3.3	Análise do modelo IV para uma redução de 30% no tempo de recepção do hospital	97
9.3.4	Análise do modelo IV para uma redução de 40% no tempo de recepção do hospital	98
9.3.5	Análise do modelo IV para uma redução de 50% no tempo de recepção do hospital	98
9.4	Análise do modelo IV para reduções nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital.....	99
9.3.1	Análise do modelo IV para uma redução de 10% nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital	99
9.3.2	Análise do modelo IV para uma redução de 20% nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital	100
9.3.3	Análise do modelo IV para uma redução de 30% nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital	100
9.3.4	Análise do modelo IV para uma redução de 40% nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital	101
9.3.5	Análise do modelo IV para uma redução de 50% nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital	102
9.5	Síntese dos Resultados do Modelo IV.....	102
CAPÍTULO 10 - CONCLUSÃO		105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		107

INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

No Brasil, a acessibilidade e a qualidade dos serviços públicos de saúde ofertados são questões extremamente complexas. A emergência hospitalar é um setor crítico para a determinação do atendimento eficiente aos pacientes que chegam ao hospital com diagnósticos diversos, esperando um rápido atendimento. O sistema atual de admissão nas emergências dos hospitais públicos não acompanha os avanços tecnológicos obtidos em recentes pesquisas, o que seria capaz de melhorar o serviço oferecido à população, promovendo qualidade de vida aos usuários.

A emergência hospitalar tem a finalidade de estabilizar o quadro clínico do paciente, podendo solucionar de vez o problema ou encaminhá-lo para tratamento em um setor específico. Neste departamento, é necessário um adequado gerenciamento dos recursos utilizados, pois a operacionalização do serviço envolve altos custos e requer recursos humanos, materiais e tecnologia avançada. A unidade de emergência hospitalar é uma área estratégica, na qual os pacientes necessitam ser imediatamente atendidos. No caso de atrasos, dependendo da gravidade, o paciente pode ficar com sequelas ou até mesmo vir a óbito.

No setor de emergência existe uma dificuldade em equilibrar a oferta e a demanda por serviços hospitalares. A demanda nesse setor ocorre de três maneiras: transferência inter-hospitalar (TIH), atendimento pré-hospitalar (APH) e demanda espontânea. Nos casos de TIH e APH, os pacientes chegam ao setor de emergência por meio do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) ou pelo Grupamento de Socorro de Emergência (GSE). A demanda espontânea é a procura direta de pacientes a um estabelecimento de saúde.

A quantidade de usuários dos serviços de saúde e a variação dessa demanda têm influência direta na capacidade dos serviços ofertados. Portanto, a estimativa da demanda é um aspecto de grande importância para a tomada de decisão acerca das possíveis mudanças ou adequações na capacidade instalada dos serviços hospitalares oferecidos. Por isso, é extremamente importante identificar como se estabelece o comportamento dessa demanda para gerar estratégias operacionais que possibilitem, de maneira eficaz, a gestão dos recursos disponíveis.

É importante destacar que para elaborar um planejamento dos recursos humanos e materiais no setor de emergência é preciso levar em consideração o comportamento da demanda em uma situação normal e trabalhar com uma margem

de segurança para acomodar casos atípicos, tais como catástrofes e eventos de grande porte, que possam fazer com que essa demanda aumente de uma forma inesperada.

A cidade do Rio de Janeiro sediará eventos internacionais de grande porte, como: Rio +20 (2012), Copa das Confederações (2013), Copa do Mundo (2014), Copa América (2015), XXXI Jogos Olímpicos (2016), que acabam provocando mudanças na rotina local e em diversos setores como: transporte público, segurança, saúde etc. Em virtude disso, o estudo realizado nesta dissertação pretende apoiar a tomada de decisão em relação ao dimensionamento de recursos humanos e materiais que são empregados no atendimento pré-hospitalar, que corresponde a uma parte da demanda que chega aos hospitais públicos de emergência.

1.2 Descrição do problema

O setor de emergência nos hospitais da rede pública do Rio de Janeiro apresenta diversos problemas, dentre os quais destaca-se a superlotação na emergência, que se caracteriza por: todos os leitos ocupados no setor; pacientes em leitos nos corredores; elevado tempo de espera por atendimento; e ambiente de trabalho sem muitos recursos materiais e humanos.

A maioria dos pacientes não compreende esse sistema complexo porque entra na emergência com a expectativa de receber atendimento o mais rápido possível. Por isso, é de extrema importância compreender o comportamento da demanda para orientar a configuração de pessoal dentro do setor de emergência a fim de oferecer um serviço de qualidade e uma melhor acessibilidade.

Nesse contexto, o atendimento pré-hospitalar (APH) é bastante importante, pois é capaz de classificar o risco antes que o paciente chegue à emergência, oferecendo os cuidados iniciais para que minimize possíveis sequelas ou até mesmo a probabilidade de morte. Dependendo do quadro clínico, a equipe do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU ou Grupamento de Socorro de Emergência - GSE pode liberar ou não o paciente. Deste modo, o paciente classificado como baixa complexidade pode ser medicado e estabilizado sem a necessidade de encaminhá-lo ao hospital.

Dentre as dificuldades identificadas no sistema de resgate pré-hospitalar, pode-se destacar:

- Dificuldade de acesso ao sistema de resgate;
- Inadequado entendimento do serviço por parte dos usuários;

- Baixo número de unidades de resgate funcionando efetivamente;
- Dificuldade e demora em encontrar o local da ocorrência;
- Superlotação dos hospitais públicos;
- Tempo excessivo na liberação da viatura e do material utilizado nos resgates.

1.3 Delimitações do Estudo

O trabalho aqui proposto se limitará a um estudo do atendimento pré-hospitalar no município do Rio de Janeiro. As demandas geradas serão restritas às solicitações de ambulâncias do GSE/SAMU, monitoradas pelo 1º GSE. O experimento terá um foco maior na região denominada “Zona Oeste”. Essa região pertence a uma área crítica por ter apenas um hospital de emergência, que nos últimos anos teve um aumento considerável na demanda por causa da desativação de outro hospital na mesma área. Por isso, são feitos alguns cenários para verificar se o número de ambulâncias consegue suportar a demanda diária nas diferentes situações.

1.4 Objetivo

O objetivo desta dissertação é desenvolver modelos de simulação que sejam capazes de representar o fluxo operacional do atendimento pré-hospitalar desde a ocorrência de uma solicitação de resgate realizado pelo GSE/SAMU até a liberação do paciente. Diversos experimentos são desenvolvidos para avaliar, em diferentes cenários, a configuração dos profissionais que atuam no *call center* e o dimensionamento da frota de ambulâncias para atender o município do Rio de Janeiro e uma região específica. Além disso, avaliar a partir dos resultados dos experimentos a potencialidade de uma integração entre os serviços de regulação do GSE/SAMU e de outros órgãos públicos, que possam apoiar no processo de atendimento a pacientes que são encaminhados à emergência dos hospitais públicos. A ideia central é contribuir para melhoria do desempenho do sistema, visando à redução do tempo de resposta e do tempo de espera por atendimento.

1.5 Organização da Dissertação

A sequência de apresentação da dissertação é composta por dez capítulos: Introdução, Revisão Bibliográfica, Simulação, Atendimento Pré-Hospitalar, Estudo Preliminar, Construção do Modelo, Resultados do Modelo I, Resultados do Modelo II e III, Resultados do Modelo IV e Conclusão.

O Capítulo 2 apresenta algumas referências bibliográficas que utilizam a ferramenta de simulação na área de saúde. Estas serviram como base para fundamentar e entender melhor o contexto da saúde, além de verificar em diferentes situações a aplicação da ferramenta.

O Capítulo 3 apresenta e descreve a ferramenta de simulação utilizada neste estudo e suas áreas de aplicação. Além de complementar com autores que desenvolveram estudos utilizando a ferramenta na área de saúde pública.

Capítulo 4 apresenta o sistema de atendimento pré-hospitalar realizado pelo GSE/SAMU. Este capítulo mostra a origem do atendimento pré-hospitalar, além de apresentar o histórico do 1º GSE, bem como sua estrutura e áreas de atuação.

No Capítulo 5, o estudo preliminar será baseado nos dados de GARCIA (2006) para que possa ser comparado com os resultados atuais. Neste estudo são realizados dois experimentos. O primeiro tem por objetivo ajustar o modelo com o número de replicações mais adequado. O segundo fornece parâmetros para tomada de decisão do número de atendentes que melhoram o sistema.

O Capítulo 6 descreve a construção de quatro modelos. O primeiro tem por objetivo desenvolver um estudo para verificar se o número de profissionais que atuam no *call center* está adequado. O segundo modelo fornece diversos cenários para avaliar o número de ambulâncias no município do Rio de Janeiro. O terceiro modelo fornece diversos cenários para avaliar o número de ambulâncias em uma região específica no município. O quarto modelo propõe um Sistema Integrado de Operações e Informações.

O Capítulo 7 apresenta os resultados obtidos com os experimentos de simulação do modelo I. O Capítulo 8 apresenta os resultados obtidos com os experimentos de simulação dos modelos II e III.

O Capítulo 9 apresenta os resultados obtidos com os experimentos de simulação para o modelo IV. O Capítulo 10 fornece as conclusões da presente dissertação de mestrado.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados alguns trabalhos desenvolvidos por diversos autores que utilizaram a ferramenta de simulação de maneira isolada ou integrada com outras ferramentas em áreas distintas. Contudo, a área de saúde terá um destaque maior visto que é o foco principal do estudo. Estes trabalhos foram selecionados porque ofereceram uma contribuição extremamente relevante para a melhoria dos sistemas analisados, apoiando o desenvolvimento dessa dissertação.

A pesquisa operacional (PO) é uma área de estudo que tem fornecido diversas ferramentas para resolução de problemas, desenvolvendo perspectivas e estruturando novas metodologias para estudar e implementar melhorias nas diversas áreas. No caso específico da área de saúde, as origens da PO em hospitais podem ser traçadas na Inglaterra na década de 40 e estão relacionadas com o desenvolvimento do Serviço Nacional de Saúde. Existem diversas publicações na Inglaterra que contribuíram para o desenvolvimento de estudos com foco na saúde como: estudo de filas e sistemas de consultas em ambulatórios do hospital (BAILEY, 1952); Desenho do sistema de consultas (JACKSON, 1964); Uma aplicação da teoria das filas para um problema de congestionamento em um ambulatório (KELLER e LAUGHUNN, 1973); Investigação de ambulatórios (O'KEEFE, 1985); Modelos de filas para sistemas de consulta ambulatorial (BRAHIMI E WORTHINGTON, 1991); Uso da teoria das filas para analisar uma meta governamental associada com acidentes e situações de emergência (MAYHEW E SMITH, 2008).

Na área de Pesquisa Operacional, existem várias publicações que apoiam a tomada de decisão em situações de emergência. A maior parte dos estudos aborda problemas administrativos, tais como: demanda por serviços (HANDYSIDE AND MORRIS, 1967), capacidade de atendimento (SMITH AND SOLOMON, 1966; BAESLER ET AL., 2003), planejamento de evacuação (PIDD ET AL., 1996), modelos de localização de veículos (CHAIKEN AND LARSON, 1998; SAVAS, 1969). Uma revisão atualizada das contribuições no campo da Pesquisa Operacional na área de Saúde produzida pelo grupo ORAHS (Operational Research Applied to Health Services) pode ser encontrada na literatura. (Lagergren, 1998; Royston, 2009; Cardoen et al., 2010).

FREDERICO (2009) propõe um modelo integrado para a gestão das admissões de emergência em hospitais públicos do estado do Rio de Janeiro, tendo como base pesquisas anteriores, a experiência adquirida pelo grupo de pesquisa e

um estudo atualizado acerca da sintonia entre a oferta e a demanda por esses serviços.

SOUZA (2007) desenvolve uma simulação do fluxo de pacientes nos setores de emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP), localizado no município de Niterói no Estado do Rio de Janeiro. A pesquisa iniciou por meio de trabalho de campo, no qual se observou a demanda e a oferta de serviços. As informações relevantes foram utilizadas para elaborar os modelos de simulação a eventos discretos. Inicialmente, o estudo visava o dimensionamento dos recursos humanos e materiais nos diversos setores da emergência. A partir deste estudo são propostos cenários alternativos para avaliação do atendimento no setor de emergência, bem como destacar a relevância da implantação do processo de classificação de risco dos pacientes.

MAGALHÃES (2006) realizou um estudo descrevendo o sistema de admissão na emergência do HUAP, propondo duas modelagens de simulação. A primeira analisa o comportamento do sistema atual de admissão com a finalidade de identificar gargalos, avaliando a capacidade operacional do sistema e dimensionando de maneira adequada os recursos humanos e materiais. A segunda modelagem sugere o emprego de um sistema de classificação de risco em três níveis de complexidade: alta, média e baixa.

GARCIA (2006) colaborou com um estudo que aborda o impacto da implantação do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), com o objetivo de melhorar o serviço de atendimento médico de emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP).

SABBADINI (2005) usou a ferramenta de simulação na emergência do Hospital Municipal Henrique Sergio Gregori para avaliar o impacto da implantação de um processo de triagem com o objetivo de reduzir o tempo de espera por atendimento dos pacientes no setor de emergência.

GONÇALVES (2004) propôs um modelo para gestão da capacidade de atendimento em hospitais de câncer, proporcionando subsídios para compreensão e identificação de melhores escolhas de acesso, agendamento, utilização de recursos humanos e dos equipamentos disponíveis.

FILHO (2002) elaborou um trabalho sobre a relação entre a oferta e demanda de serviços no Hospital Municipal Miguel Couto (HMMC). O foco do estudo é na disponibilidade de profissionais de saúde no sistema de admissão e nas reais necessidades dos pacientes. Além disso, foi realizado um trabalho de campo para distinguir os principais problemas existentes. O modelo utilizou ferramenta de

simulação a eventos discretos para avaliar diferentes cenários, tendo em vista o dimensionamento dos recursos humanos necessários para a redução do tempo de espera na fila do setor de emergência do hospital avaliado. A implementação da metodologia qualidade total hospitalar foi proposta para diminuir o grau de insatisfação com os serviços prestados, baseando-se em uma avaliação realizada junto aos pacientes.

HOEFLISH (2002) desenvolveu um modelo de simulação usado para estudar o desempenho do corpo de bombeiros militar como um serviço de emergência de resgate formal. O modelo avalia alternativas para as operações de resgate, sugerindo a configuração das viaturas para cada cenário, visando melhor atender os pacientes.

ANGELIS ET AL (2002) desenvolveu um estudo para planejamento dos serviços de ambulância na cidade de Roma a fim de alocá-las em lugares estratégicos. A pesquisa foi motivada por um grande evento que iria ocorrer na cidade.

DE OLIVEIRA e TOSCANO (2001) propuseram um sistema de informação e suporte à tomada de decisão para hospitais públicos através de um modelo que considera as admissões na emergência hospitalar em duas etapas: a pré-hospitalar, organizada pelo Grupo de Socorro de Emergência (GSE) e a fase hospitalar que compreende os serviços de recepção, triagem e atendimento médico de emergência. O estudo utilizou dados do Hospital Municipal Miguel Couto (HMMC), situado na cidade do Rio de Janeiro.

TOSCANO (2001) elaborou uma ferramenta que tem como foco apoiar a tomada de decisões em situações de emergência. Este trabalho busca identificar a atenção ideal aos pacientes de emergência, avaliando a qualidade e contribuindo com elementos para utilizar, da melhor maneira, os recursos humanos e materiais disponíveis.

SOARES (2000) elaborou um trabalho que mostra um estudo das características da arquitetura e modelagem de sistemas de informações dimensionados para o gerenciamento integrado de cadeias logísticas. Esse estudo foi fundamentado em uma pesquisa bibliográfica baseada em disciplinas relacionadas com: gerenciamento logístico e de processos, cultura das organizações, modelagem de negócios e tecnologia de informação. A estruturação da metodologia foi orientada para a modelagem de sistemas de informações e gerenciamento integrado dos recursos e processos logísticos das organizações. A ferramenta de simulação foi usada para avaliar o emprego da metodologia proposta. Os resultados obtidos por

meio desse processo permitiram validar a aplicação da metodologia para o gerenciamento integrado das cadeias de suprimento.

ROSENHEAD (1988) propôs uma metodologia para análise do problema da emergência em Londres. O método consiste em modelar os dados e parâmetros do mundo real e em seguida realizar uma extensa análise das rodadas, fazendo alterações em alguns parâmetros e em outros aspectos importantes para utilizar os seus efeitos nos resultados do modelo. O estudo tem como objetivo de: a) Verificar a efetividade no atendimento dos pacientes conforme os recursos utilizados pelo hospital; b) Avaliar como a taxa de admissão na emergência impacta no tempo médio de espera para uma consulta inicial em um determinado setor.

ZAKI (1997) descreveu duas abordagens distintas que são empregadas para solucionar problemas nos serviços de emergência. A primeira busca o número ótimo de alocações e de sistemas que oferecem serviços de emergência. A segunda abordagem admite localizações já existentes para unidades de emergência como uma tentativa de obter o número ótimo de pessoal e equipamento, ou seja, a alocação que é capaz de reduzir o tempo de resposta de unidades de saúde. O autor optou pela segunda abordagem visto que grande parte dos sistemas de serviço emergencial já possui suas unidades móveis alocadas, e seria extremamente trabalhoso realocá-las. Este autor em sua abordagem realiza uma análise a partir do tempo de resposta para avaliar a eficiência dos sistemas de saúde de emergência, no qual o tempo de resposta é visto como o tempo que um sistema de serviço de emergência leva para atender um paciente desde que foi recebida a chamada.

CAPÍTULO 3 - SIMULAÇÃO

A simulação é uma ferramenta utilizada para analisar o desempenho de um sistema através de uma modelagem, que é desenvolvida a partir de elementos conhecidos. O modelo constrói os componentes do sistema e é capaz de realizar experimentos que apoiam o entendimento do sistema real em determinadas condições.

Segundo HARREL ET AL (2002), a simulação é um processo de experimentação a partir de um modelo do sistema real para definir a maneira como este responderá a modificações em sua estrutura e ambiente.

Para BANKS E CARSON (1984, p.3), “a simulação é a imitação da operação de processos reais ou sistemas num dado período de tempo”. Essa técnica envolve a geração de uma história artificial de um sistema e a análise desta pode contribuir para avaliação das características de um processo do sistema real.

Segundo PIDD (1984), desde o início da década de 60 estão sendo desenvolvidos modelos utilizando técnicas de simulação computacional. Os princípios básicos para construção destes modelos são simples, onde o analista desenvolve um modelo de um sistema de seu interesse, codifica programas de computador que agrupem o modelo e utiliza o computador para imitar o comportamento do sistema, que poderá estar sujeito a uma diversidade de políticas operacionais. Em seguida, a partir dos experimentos, seleciona-se a política que trouxer resultados mais desejáveis.

GABCAN (2000) afirma que a simulação de um sistema é a reprodução fictícia de uma situação composta por várias entidades, que interagem em uma determinada atividade. A simulação possibilita realizar um estudo e experimentar complexas interações interiores de um determinado sistema.

Para ERLICH (1985), a simulação é um método para estudo de sistemas através da estruturação de um modelo matemático, que imita as características do sistema real. Para o autor, não é possível obter imediatamente, através da simulação, resultados que orientem a melhoria do sistema avaliado. No entanto, com o uso desse método é possível desenvolver experimentos em diversos aspectos para em seguida identificar aquele cujos resultados apresentados sejam mais plausíveis.

A partir das definições dos autores referenciados, pode-se compreender a simulação como uma ferramenta que reproduz o funcionamento de um processo ou sistema do mundo real no tempo, utilizando entidades abstratas, através da

formulação de um modelo capaz de realizar experimentos, analisando o impacto de determinada mudança sobre sistemas complexos.

A ferramenta de simulação pode ter diversas aplicações na análise e resolução de problemas complexos. Conforme HARREL ET AL (2002), BANKS E CARSON (1984) e NAYLOR ET AL (1971), a ferramenta pode ser utilizada para avaliar os seguintes sistemas:

- Projeto e análise de sistemas de manufatura;
- Análise de processos;
- Compreensão do sistema real;
- Questões de manufatura, movimentação de material, melhoria de processos;
- Planejamento de capacidade em manufatura e em serviços;
- No estudo e na experimentação tanto nas interações de um sistema complexo quanto nos subsistemas que o compõem;
- Experimentação e avaliação para prever as consequências de mudanças operacionais, organizacionais e ambientais, sem a necessidade de implementá-las no sistema real, o que contribui para redução de custos relativos a esse tipo de análise;
- Verificação de soluções analíticas.

Para MIYAGI (2002) e NAYLOR (1971) a simulação é uma ferramenta importante para análise e resolução de problemas complexos, que pode ser aplicada em distintos sistemas, tais como:

Sistemas de Manufatura

- Sistemas de manipulação e movimentação de materiais;
- Operação de montagem de aeronaves;
- Planejamento da incorporação entre sistemas de estoque;
- Modelo distribuído para manufatura integrada por computador;
- Manufatura ágil;
- Programação de atividades com limitações de recursos.

Sistema de saúde

- Previsão de custos e faturamentos de produtos farmacêuticos;
- Redução do tempo de internação no setor de emergência;
- Melhoria do atendimento ambulatorial;
- Gerenciamento dos recursos hospitalares.

Sistemas envolvendo Recursos Naturais

- Gerenciamento do sistema de coleta de lixo;
- Operação eficiente de plantas nucleares;

- Atividade de restauração do ambiente.

Sistema de Transporte

- Transferência de cargas;
- Operação de containers em portos;
- Postos de pedágios flexíveis de acordo com a demanda.

Sistema de Construção

- Processo de montagem de pontes suspensas;
- Novos paradigmas do processo construtivo;
- Interface para as ferramentas de projeto e construção.

Sistema de Restaurante e Entretenimento

- Análise do fluxo de clientes em *fast-food*;
- Determinação do número ideal de funcionários de empresas de serviço;
- Atividades em parques temáticos.

Reengenharia e Processos de Negócios

- Integração de sistema baseado no fluxo de tarefas;
- Análise de soluções.

Processamento de alimentos

- Operação no processamento de pescados;
- Avaliação da capacidade no processamento de cereais.

Desempenho de sistemas Computacionais

- Sistema com arquitetura Cliente/ Servidor;
- Redes heterogêneas.

3.1 Modelos de simulação

Segundo BANKS E CARSON (1984), os modelos de simulação podem ser classificados como: estáticos ou dinâmicos; determinísticos ou estocásticos; e contínuos ou discretos.

Os modelos estáticos são pontuais e representam um sistema em um momento específico do tempo ou em um ponto no qual o tempo não seja um fator importante. No caso dos modelos denominados dinâmicos, eles representam as mudanças no sistema ocorridas ao longo do tempo.

Os modelos determinísticos são os que não possuem variáveis aleatórias. Eles possuem um conjunto conhecido de entradas que fornecerá um único conjunto de saídas. Os estocásticos contêm uma ou mais variáveis aleatórias como dado de

entrada, resultando em saídas aleatórias, que geram características estimadas de um modelo.

No caso dos modelos contínuos, as variáveis se alteram continuamente ao longo do tempo da simulação. Nos discretos, as variáveis mudam em um conjunto de pontos específicos do tempo, modificando o estado do sistema da mesma maneira, podendo ser determinados através da ocorrência de eventos.

3.1.1 Modelagem de simulação

Para BANKS E CARSON (1984) e SHANNON (1998), um modelo de simulação deve considerar os seguintes princípios no desenvolvimento de um experimento:

- O modelo precisa ser simples;
- Precisa ser evolucionário de modo a ser desenvolvido em um baixo grau de complexidade, além de ser capaz de agrupar outras características caso necessário;
- Possuir objetivos e finalidades bem determinados e direcionados;
- Nas questões relevantes ser bastante completo;
- Ser atualizável e adaptativo;
- Permitir a participação do usuário.

A elaboração de modelos de simulação segue alguns princípios básicos, que são bem simples. Primeiramente, desenvolve-se um modelo conceitual do sistema a ser analisado. Em seguida, elabora-se um modelo computacional para transcrever o comportamento do sistema real. Depois, executam-se experimentos para verificar alternativas que proporcionem os resultados esperados.

3.2 Componentes da Simulação

Na fase de elaboração do modelo é imprescindível o conhecimento correto do problema estudado. O especialista precisa possuir um domínio amplo do conceito, escopo e componentes do sistema. Segundo BANKS (1984) o sistema é o conjunto de objetos com interação e interdependência acerca de um objetivo determinado. O escopo do problema é definido por meio dos limites do sistema, constituídos dentro de um ambiente.

Nesta dissertação, será apresentado um sistema de atendimento pré-hospitalar móvel promovido pelo SAMU/GSE. O experimento reproduz em ambiente

virtual as principais atividades realizadas pelo 1º GSE no atendimento da população do município do Rio de Janeiro. A estrutura do modelo delinea como as partes integrantes do processo se organizam e a interação entre si. O centro de regulação conduzirá essa interação, especificando as ações e procedimentos a serem adotados por todos envolvidos durante todo o processo. As entidades mais importantes do sistema são: os pacientes, a equipe de atendimento e as unidades móveis.

O estado do sistema aponta a situação na qual este se encontra em um determinado instante. Este pode ser observado através de uma variável ou conjunto de variáveis. O espaço de estados é o conjunto de valores prováveis, obtidos a partir de análises sobre seu desempenho. Para obter estes valores, todas as informações referentes ao início, execução, funcionamento, tempo de duração e término de todas as atividades ligadas ao processo de atendimento, sendo obtidas e analisadas em intervalos regulares de tempo.

No problema, os elementos a serem utilizados são todos os recursos humanos, materiais e de infraestrutura envolvidos num processo de atendimento pré-hospitalar móvel de urgência. Cada elemento tem particularidades que o descrevem, conhecidas como atributos.

Os atributos são capazes de estarem inter-relacionados uns com os outros. A diferença apurada nas características do atributo é capaz de ocasionar uma modificação no estado do sistema. O tempo transcorrido entre um estímulo específico e uma alteração relevante de estado é uma das variáveis significantes para avaliar os desempenhos dos cenários.

As variáveis são valores cujo comportamento espera-se observar ao longo de um determinado período de tempo. As variáveis podem ser classificadas como endógenas, quando definidas dentro do sistema, ou exógenas, quando não são definidas internamente, podendo também ser denominadas independentes. As variáveis exógenas podem ser (ou não) controláveis no processo de atendimento, sendo chamadas de variáveis de controle. Os parâmetros são os valores que permanecem constantes durante o experimento. A modificação nos valores dos parâmetros influencia o comportamento do sistema, bem como o resultado obtido.

As entidades são pessoas ou objetos relacionados com o processo de atendimento. Alguns exemplos de entidades são pacientes, atendentes da central telefônica, ambulâncias, médico regulador, entre outros. As entidades podem ser de dois tipos: individuais ou grupais. Apesar das entidades serem individualmente verificadas, podem ser reunidas em classes de entidades similares.

As atividades são operações e/ou processos que possuem uma duração determinada e que necessitam a disponibilidade de diversas entidades envolvidas. Para iniciar uma atividade é preciso que os aspectos mínimos sejam satisfeitos. Por exemplo, para que a equipe de profissionais do SAMU realize uma operação de resgate no local ocorrência, é necessário que haja a seguinte sequência:

- Chamada;
- Atendimento pela central telefônica
- Solicitação da ambulância
- Disponibilidade da ambulância
- Deslocamento da equipe
- Cuidados primários ao paciente na cena de ação
- Remoção do paciente
- Recepção do paciente no hospital mais próximo

O evento é considerado como o instante de tempo no qual as entidades alteram de estado. Por exemplo, quando uma ambulância está realizando um resgate de algum paciente, possui um *status* de ocupada, mas quando o paciente é recebido por algum hospital em um determinado instante, altera-se seu estado para disponível. Para DE OLIVEIRA (2004b) a inter-relação entre os componentes seguem da seguinte forma:

ENTIDADES possuindo
ATRIBUTOS interação nas
ATIVIDADES sob certas condições gerando
EVENTOS que modificam o
ESTADO DO SISTEMA

3.3 Etapas da Simulação

Para BANKS (1996), o processo de elaboração do modelo de simulação pode ser dividido em 4 fases, que são compostas em 12 etapas. A Figura 1 apresenta o fluxograma das etapas da simulação.

Formulação do Problema – inicialmente todo estudo necessita da definição clara e precisa do problema. É importante que tanto os usuários quanto o analista compreendam e aceitem a formulação do problema.

Estabelecimento de Objetivo e Plano de Projeto – os objetivos apontam as questões que devem ser respondidas pela simulação. Além de elaborar também um plano de projeto contendo o cronograma, recursos utilizados e custos envolvidos.

Elaboração do Modelo Conceitual – a elaboração de um modelo conceitual está vinculado mais à arte do que à ciência. Inicialmente, recomenda-se elaborar um modelo simples e aos poucos ir aumentando sua complexidade. Outro aspecto é a interação com o usuário final, pois o envolvimento dele permite um aumento da qualidade e confiabilidade do modelo desenvolvido.

Coleta de Dados – existe uma constante interação entre o desenvolvimento do modelo e a coleta de dados. No caso de uma alteração na complexidade do modelo, a coleta de dados sofrerá alterações. A coleta de dados assume a maior parte do tempo para a elaboração do modelo e, por este motivo, deve ser feito o mais cedo possível.

Codificação – os modelos que imitam os sistemas reais requerem um amplo volume de informações a serem registradas e processadas, é necessário elaborar um programa de computador. Cabe ao analista decidir se irá desenvolver um programa específico ou utilizar pacotes de simulação. No caso de desenvolver um programa específico, na maioria das vezes, exige um tempo mais extenso, enquanto que a utilização pacotes reduz o tempo empregado em programação e agiliza a verificação do modelo computacional.

Verificação do Modelo Computacional – o programa elaborado necessita ser testado para avaliar se o modelo computacional efetua a simulação e produz resultados válidos. Nesta etapa de homologação o conhecimento do usuário juntamente com o analista agiliza a avaliação e amplia a confiabilidade do modelo elaborado.

Validação – diz respeito a avaliar se o modelo desenvolvido é uma reprodução precisa do sistema real. A validação é de um modo geral obtida pela calibragem do modelo por meio de processo iterativo de comparação entre o resultado obtidos através do modelo e o sistema real corrigindo-se ocasionais distorções. Este processo é reproduzido até que sejam obtidos resultados considerados plausíveis pelos usuários.

Projeto Experimental – os cenários que serão simulados devem ser definidos. Na maioria das vezes a determinação relativa a quais cenários simular devem ser função do número de rodadas que serão finalizadas e analisadas. Para cada simulação realizada devem ser determinados os tempos de aquecimento, tempo total de execução e o número de replicações.

Execução da Simulação e Análise – a simulação deve ser realizada para que análises, por meio de técnicas estatísticas, possam ser obtidas.

Execuções Adicionais da Simulação – utilizando os resultados obtidos, o analista deve determinar se há necessidade de realizar simulações adicionais.

Documentação e Relatórios de Resultados – todos os programas necessitam ser documentados, facilitando assim as manutenções posteriores e a compreensão dos usuários finais quanto à operação do modelo computacional elaborado.

Implementação – o sucesso na implementação está diretamente ligado a como as etapas precedentes foram realizadas. A interação entre o analista da simulação e o usuário final também influencia completamente a coerência e confiabilidade do modelo implementado.

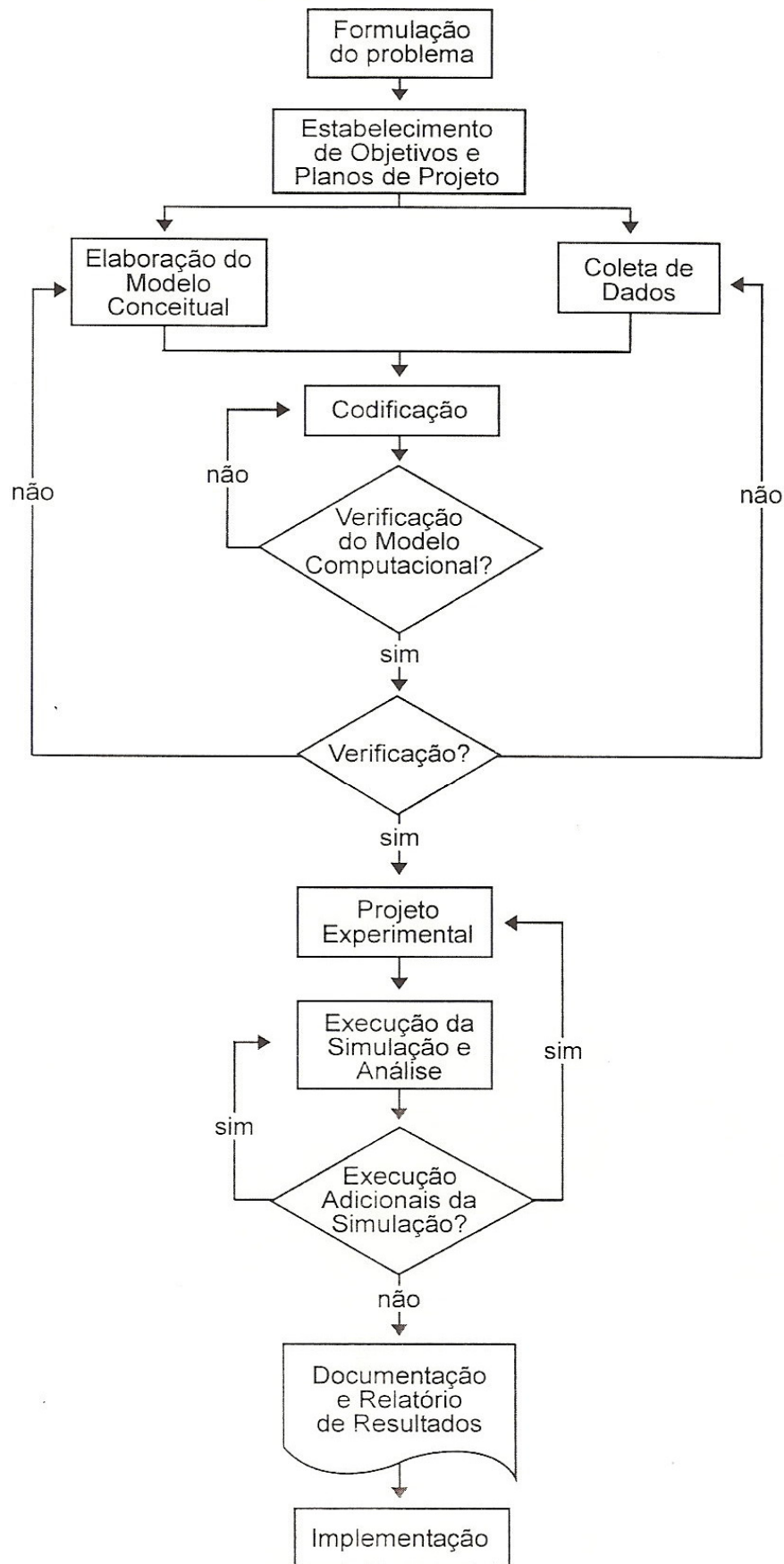


Figura 1 - Etapas da simulação (extraído de BANKS ET AL – 1996)

3.4 Software de simulação

Nesta dissertação, foi utilizado o *software* Simul8 para simulação de eventos discretos. Ele foi desenvolvido no início da década de 90 na Universidade de Strathclyde (Escócia) apenas para uso acadêmico, porém com o sucesso como ferramenta de ensino, a Simul8 *Corporation* começou a comercializar o Simul8 como uma ferramenta profissional de projetos de simulação.

O Simul8 agrupa diversas tecnologias modernas quando comparado aos outros softwares de simulação, que foram elaborados nas décadas precedentes. Com o software foi possível inserir uma ferramenta de fácil utilização, com rapidez no tempo de desenvolvimento e na análise de modelos de simulação gerados.

O Simul8 incorporou diversos avanços tecnológicos tanto da área de simulação quanto da área de computação. De acordo com CHWIF E MEDINA (2006), entre as tecnologias pode-se destacar:

- Desenvolvido para ambiente Windows: a maior parte dos softwares era desenvolvida em outros sistemas operacionais, como: DOS ou o Unix. E só depois teve seu código migrado para o sistema operacional Windows. O Simul8 foi diferente, pois desde sua criação foi desenvolvido em ambiente Windows. Com isso, era menos suscetível a “Bugs” e “Crashes”;
- Estrutura da simulação e processamento paralelo: o Simul8 utiliza um mecanismo de simulação baseado no método das três fases, acelerando assim o tempo de simulação. Outra vantagem é que possui uma tecnologia de processamento paralelo, ou seja, possibilita que uma mesma simulação possa ser executada em mais de um computador;
- Paradigma de construção de modelos baseados em objetos: é possível a construção de qualquer modelo a partir de apenas cinco objetos construtores básicos: Chegada, Fila, Centro de Trabalho, Recursos e Saída. A facilidade do software está nas caixas de diálogos, pois evitam a necessidade de se programar extensas linhas de código. Além disso, o software ainda possui uma linguagem interna: o Visual Logic, uma linguagem orientada a objetos semelhante ao Visual Basic;
- Assistente de simulação: é um assistente de simulação que se baseia em técnicas de inteligência artificial, que avisam automaticamente quais podem ser os erros provenientes de um determinado modelo. Para quem não tem a prática na simulação é bastante interessante, pois os iniciantes na simulação

precisam de um maior apoio durante a construção de um modelo. A figura 2 ilustra um exemplo do assistente de simulação em funcionamento;

- Customização: o Simul8 Viewer permite, inclusive, que o usuário altere dados de entrada e customize dados de saída.

O SIMUL8 é um software que faz parte da nova geração de simuladores. Possui uma interface gráfica bastante desenvolvida e amigável, permitindo de forma mais rápida, comparado aos demais aplicativos do gênero, a modelagem de qualquer sistema.

O software possui diversas vantagens. Ele possibilita que a avaliação do sistema bastante satisfatória, pois a análise é pode ser feita por meio de animação gráfica e ainda ser detalhada em relatórios de saída. Com o simulador, é possível identificar a formação de filas, visualizar gargalos e avaliar os indicadores de desempenho fornecidos.

Os processos ou sistemas que possam ser descritos podem ser simulado através do SIMUL8, da cozinha de um restaurante a uma linha de montagem industrial. Abaixo são apresentados algumas das atividades em que a simulação é bastante implementada a fim de dimensionar recursos, reduzir custos ou aprimorar a qualidade do serviço prestado.

- Portos e Aeroportos
- *Call Centers*
- Armazéns e Centros de Distribuição
- Cadeias logísticas
- Supermercados
- Bancos
- Hospitais e Centros de Saúde
- Indústrias
- Parques de diversão

CAPÍTULO 4 - ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR

Entre os anos de 1950 e 1960 surgiu o conceito inicial de atendimento pré-hospitalar, quando se inseriram unidades de tratamento intensivo em países da Europa Oriental. Com isso, esperava-se obter uma sala de emergência que fosse até a vítima. A principal dificuldade é a deficiência de médicos especializados em atendimento de emergência, e a falta de empenho dos profissionais médicos em ambientes pouco controlados como a via pública. Assim, o Dr. Eugene Nagel idealizou um treinamento para bombeiros em práticas avançadas de emergência em Miami (TOSCANO, 2001).

Mesmo como as crescentes perdas de vidas humanas ocasionadas por traumas devido a causas externas, especialmente acidentes de trânsito, os médicos da prática civil demoraram a se mobilizar. Este retardamento fez com que as autoridades sanitárias, primeiramente, delegassem as responsabilidades deste serviço aos responsáveis pelos resgates, os militares do Corpo de Bombeiros, retirando a característica sanitária deste atendimento.

Na França, foram desenvolvidas, em 1955, as primeiras equipes móveis de reanimação. Inicialmente, pretendiam dar assistência médica as vítimas de acidentes de trânsito, promovendo a manutenção da vida dos pacientes submetidos a transferências inter-hospitalares. A implantação do SAMU na França iniciou-se na década de 60, quando os médicos começaram a perceber a falta de equilíbrio entre os recursos disponíveis para atender e tratar os doentes e feridos nos hospitais e os meios obsoletos do atendimento pré-hospitalar até então existentes.

Assim sendo, surgiu a necessidade de um treinamento apropriado das equipes de socorro e o destaque da importância da participação médica no local, para aumentar as chances de sobrevivência dos pacientes, começando pelos cuidados básicos fundamentais. Estes são centrados na normalização da ventilação, respiração e circulação dos pacientes.

No ano de 1965, instituíram oficialmente os Serviços Móveis de Urgência e Reanimação (SMUR), fazendo uso das chamadas Unidades Móveis Hospitalares (UHM). Em 1968, surgiu o SAMU, com o objetivo de coordenar as atividades dos SMUR, suportando, para tanto, um centro de regulação médica dos pedidos, no qual as regras deste são regulamentadas através de um decreto. Segundo LOPES & FERNANDES (1999), as equipes médicas das UHM começaram a atender nas residências dos pacientes, estabelecendo assim os princípios do atendimento pré-hospitalar, descritos abaixo:

- 1) O auxílio médico urgente é uma atividade sanitária.
- 2) As intervenções sobre o terreno devem ser rápidas, eficazes e com meios adequados.
- 3) A abordagem de cada caso deve ser, simultaneamente, médica, operacional e humana.
- 4) As responsabilidades de cada profissional e as inter-relações com os demais devem ser estabelecidas claramente.
- 5) A qualidade dos resultados dependem, em grande parte, do nível de competência dos profissionais.
- 6) A ação preventiva deve ser um complemento da ação de urgência. Posteriormente, em Lisboa, no ano de 1989, foram proclamadas as bases éticas da regulação médica, processo este conhecido como “Declaração de Lisboa”.

No Brasil, o SAMU iniciou por meio de um acordo bilateral, firmado entre o Brasil e a França, através de um pedido do Ministério da Saúde, que optou pelo modelo francês de atendimento, no qual as viaturas de suporte avançado têm, obrigatoriamente, a atuação do médico, diferentemente dos padrões americanos que as operações de resgate são desempenhadas inicialmente por paramédicos. Nos últimos anos, percebeu-se a necessidade de melhoria e expansão do sistema de atendimento pré-hospitalar, realidade esta notada pelos gestores da política de Saúde Pública dos estados.

O Atendimento Pré-Hospitalar (APH) é a primeiro passo para o socorro a uma emergência e pode ser determinado como a assistência oferecida, em um primeiro nível de cuidado, aos pacientes diagnosticados como quadros agudos, de natureza clínica, traumática ou psiquiátrica, quando acontecem no ambiente externo ao hospital, podendo causar sofrimento, sequelas ou até mesmo o óbito. No estado do Rio de Janeiro, o APH pode ocorrer de duas maneiras: através do GSE ou do SAMU. A seguir serão detalhadas as atividades operacionais destes serviços realizados pelo 1º GSE que controla as atividades do SAMU no município do Rio de Janeiro.

4.1 1ºGSE

4.1.1 A criação

O 1º GSE (Grupamento de Socorro de Emergência) do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ) foi criado em 1985. Desde sua criação, o serviço já realizou aproximadamente dois milhões de atendimentos à população do

município do Rio de Janeiro. A instituição busca incessantemente por inovação tecnológica, bem como a capacitação dos profissionais.

Inicialmente, o 1º GSE foi desenvolvido com missão de prestar atendimento pré-hospitalar (APH) em vias e logradouros públicos da cidade do Rio de Janeiro, realizando os cuidados de suporte a vida no local e transportando pacientes com segurança até os hospitais públicos de referência da região.

No ano de 1988, registraram-se as primeiras ações das equipes de profissionais do 1º GSE em aeronaves de asa rotativa com multimissão. Em 1990, após a chegada do primeiro helicóptero do CBMERJ, o serviço também começou a realizar o transporte aéreo de pacientes.

Em 1992, criou-se a seção de ensino e treinamento e da seção de estatística, que fez com que o grupamento investisse na capacitação de seus militares. No mesmo ano, o 1º GSE mais uma vez teve como sua marca principal o pioneirismo, contratando mulheres – médicas e enfermeiras. Elas constituíram a primeira turma de oficiais feminino atuantes no atendimento pré-hospitalar.

Esse pioneirismo se estendeu à capacitação em 1997, quando o grupamento constituiu a primeira turma de Técnicos de Emergências Médicas, no qual receberam treinamento durante alguns meses. Em seguida, passou a tripular ambulâncias de suporte básico de vida, regulados pela central de operações, o que naquela época permitiu ampliar em muito a capacidade de atendimento à população.

4.1.2 Estrutura

No início, o serviço contava somente com 19 ambulâncias. Atualmente, possuem 140, distribuídas nos municípios fluminenses com população acima de 55 mil habitantes, ou seja, estão presentes em 38 das 92 cidades do Rio de Janeiro. Essa estrutura permite uma cobertura de cerca 92% do estado, pois as bases onde os veículos se estabelecem podem cobrir mais de um município, por causa da extensão territorial e ao número reduzido de habitantes em algumas localidades. A instituição tem uma média de 500 atendimentos/dia com uma maior predominância dos casos de emergência clínica e trauma. A Figura 2 apresenta onde estão distribuídas as ambulâncias no interior do estado do Rio de Janeiro.

DISTRIBUIÇÃO DE AMBULÂNCIAS NO INTERIOR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

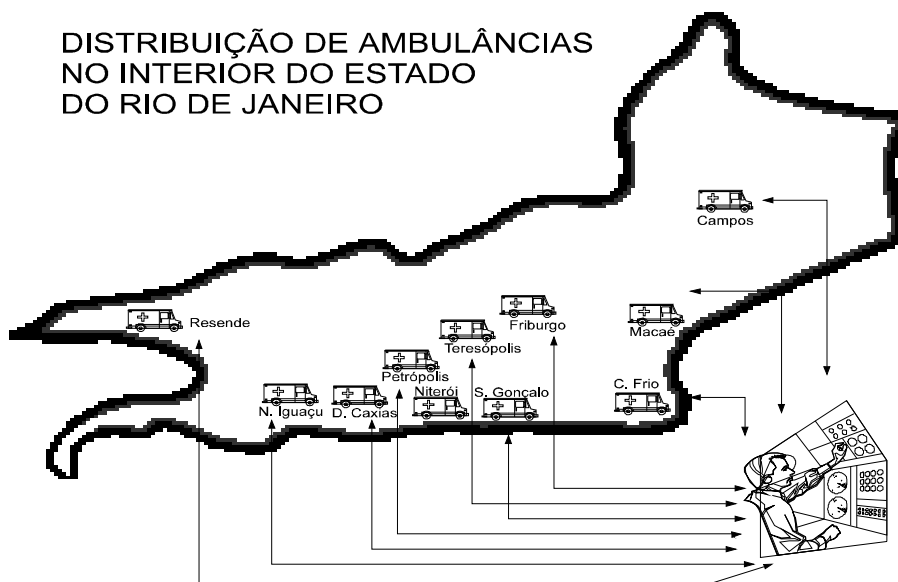


Figura 2: Distribuição de ambulâncias no interior do Estado do Rio de Janeiro

A Figura 3 apresenta onde as bases das ambulâncias estão estabelecidas dentro da cidade do Rio de Janeiro. Essas bases são selecionadas em pontos estratégicos para facilitar a operação de resgate, diminuindo o tempo dessa operação.

DISTRIBUIÇÃO DE AMBULÂNCIAS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

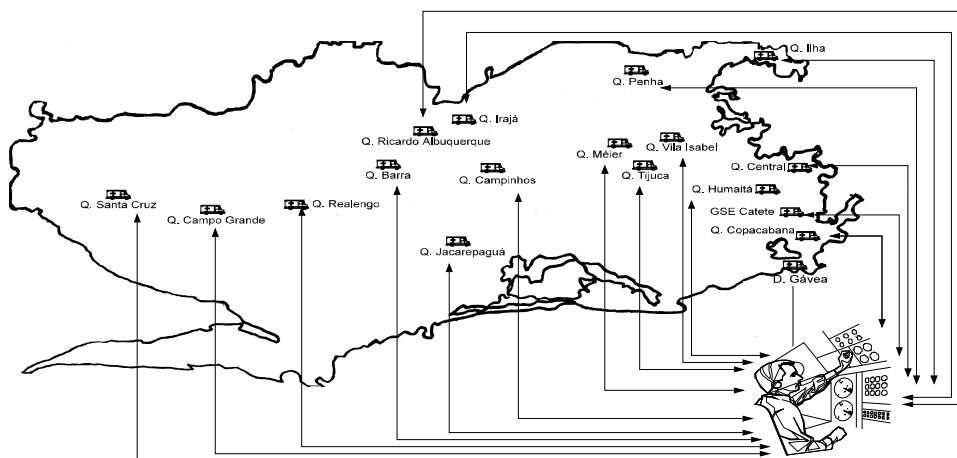


Figura 3: Distribuição de ambulâncias na Cidade do Rio de Janeiro

4.1.3 Mudanças

Em 2007, o CBMERJ assumiu a gestão e atendimento de algumas Unidades de Pronto Atendimento - UPA. Por isso, necessitou se reestruturar aumentando a quantidade de profissionais e de recursos, de um modo geral, devido às novas responsabilidades conferidas ao Grupamento. Para a realização deste trabalho, foi

criada uma nova divisão, também fazendo parte do GSE. Deste modo, o serviço inicial responsável pelo atendimento pré-hospitalar móvel passou a ser conhecido como 1º GSE. Enquanto que o 2º GSE respondia pelo atendimento pré-hospitalar fixo.

Outro ponto importante foi à integração com o serviço do SAMU, realizada desde 2007 somente para o município do Rio de Janeiro. A gestão dessa integração foi feita pelo Centro de Operações de atendimento pré-hospitalar, que é a Central Integrada 1º GSE/SAMU (CIGS), subordinada ao Comandante Geral do CBMERJ, como mostra a Figura 4. A CIGS recebe todas as ligações feitas para o sistema 192, promove a regulação médica e despacha as viaturas de socorro geoposicionadas em tempo real.

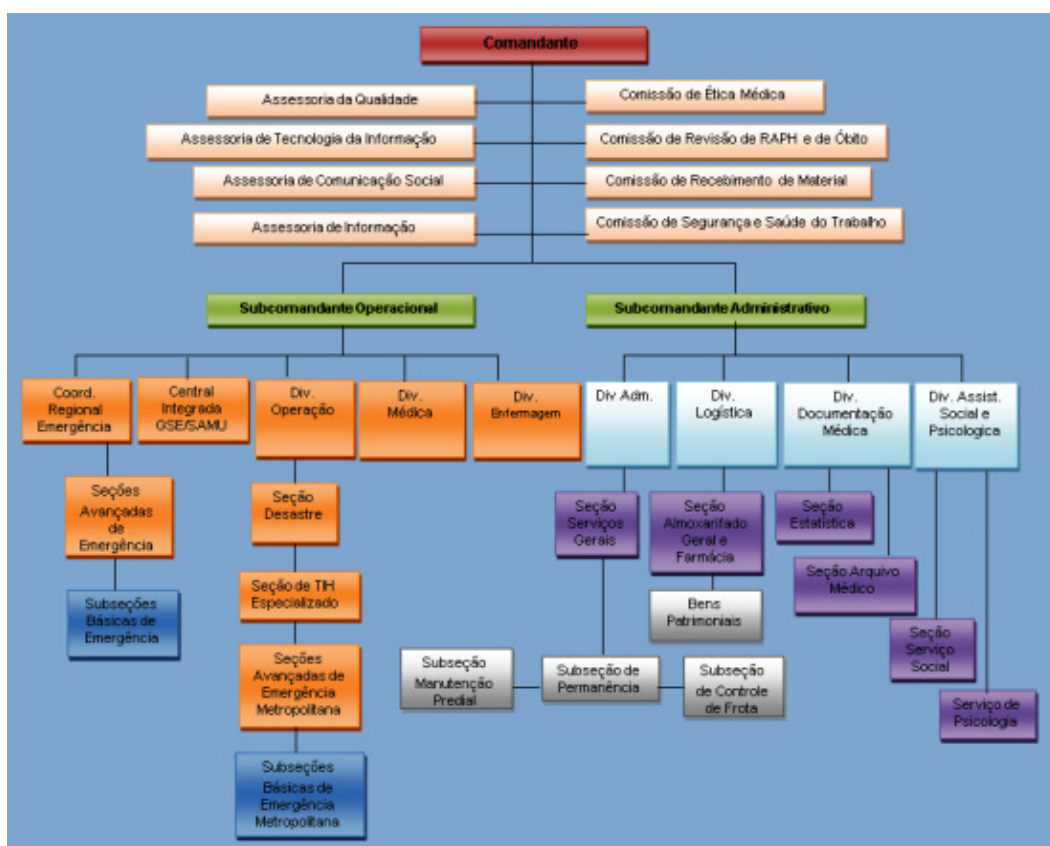


Figura 4: Organograma do CBMERJ

4.2 Regulação Médica

A regulação médica das urgências é um serviço operacionalizado pelas Centrais de Regulação Médica de Urgências, no qual é uma atividade de trabalho através do qual se mantém escuta permanente pelo médico regulador, com recebimento de todas as solicitações de ajuda destinadas à central, bem como o

estabelecimento de um parâmetro inicial do nível de urgência de cada acontecimento, tendo como consequência a resposta mais apropriada a cada solicitação, monitorando ininterruptamente a estimativa inicial do grau de urgência até a finalização da ocorrência, garantindo a disponibilidade dos elementos necessários para a concretização da resposta definitiva, conforme as grades de serviços previamente definidas, reguladas nas normas de regionalização e hierarquização do sistema.

É importante ressaltar que para garantir resposta efetiva às especificidades oriundas das demandas de urgência, as grades de referência precisam ser suficientemente detalhadas, especificando quais são as unidades e levando em consideração as quantidades, tipos e horários dos procedimentos ofertados, bem como a especialidade de cada serviço. As grades de atenção deverão apresentar, a cada momento, a capacidade instalada do sistema regionalizado e suas ocorrências instantâneas.

Segundo Portaria GM/MS n.º 2.657, de 16 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004a), as atribuições gerais e específicas das centrais de regulação médica de urgências são:

Atribuições Gerais:

- I - ser instância operacional onde se processa a função reguladora, em casos de urgências clínicas, pediátricas, cirúrgicas, traumáticas, obstétricas e psiquiátricas;
- II - ser polivalente na utilização dos recursos;
- III - ser capaz de refletir a relação entre a oferta disponível e as necessidades demandadas;
- IV - subsidiar o planejamento das correções necessárias para adequar a relação acima mencionada, sempre que se observar deficiência de oferta no exercício cotidiano da regulação médica das urgências;
- V - articular ações harmonizadoras e ordenadoras buscando a resposta mais equitativa possível frente às necessidades expressas e devidamente hierarquizadas;
- VI - estar articulada com os Serviços de Controle, Avaliação, Auditoria e Vigilância em Saúde, permitindo a utilização dos recursos do sistema de forma harmônica, de acordo com uma hierarquia de necessidades;
- VII - nortear-se por pactos estabelecidos entre as instâncias gestoras do sistema e demais atores envolvidos no processo assistencial;
- VIII - facilitar a execução de programas e projetos estratégicos e prioritários de atenção à saúde, formulados junto a instituições parceiras ou com missões semelhantes e aprovados pelo respectivo Comitê Gestor de Atenção às Urgências;
- IX - identificar e divulgar os fatores condicionantes das situações e agravos de urgência atendidos, notificando os diferentes setores envolvidos por intermédio do Comitê Gestor;
- X - pactuar ações conjuntas com outros atores envolvidos na atenção integral às urgências, como a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros, a Polícia Militar, a Polícia Rodoviária, os Departamentos de Trânsito, as Concessionárias de Rodovias, as Empresas Privadas de Transporte e Atendimento de Urgência, entre outros;

XI - avaliar permanentemente o desempenho das parcerias com os demais atores e notificar o Comitê Gestor de Urgências, fornecendo elementos para a implementação e otimização das ações conjuntas;
XII - participar da formulação dos Planos de Saúde, de Atenção Integral às Urgências e de Atenção a Eventos com Múltiplas Vítimas e Desastres, do município ou região de sua área de abrangência, fornecendo dados epidemiológicos, contextualizando os agravos atendidos e identificando os fatores facilitadores e de estrangulamento das ações.

Atribuições específicas

I - manter escuta médica permanente e qualificada para este fim, nas 24 horas do dia, todos os dias da semana, pelo número gratuito nacional das urgências médicas: 192;

II - identificar necessidades, por meio da utilização de metodologia adequada, e classificar os pedidos de socorro oriundos da população, em geral, a partir de seus domicílios ou de vias e lugares públicos;

III - identificar, qualificar e classificar os pedidos de socorro oriundos de unidades de saúde, julgar sua pertinência e exercer a telemedicina sempre que necessário;

IV - discernir sobre a urgência, a gravidade e o risco de todas as solicitações;

V - hierarquizar necessidades;

VI - decidir sobre a resposta mais adequada para cada demanda;

VII - garantir os meios necessários para a operacionalização de todas as respostas necessárias;

VIII - monitorar e orientar o atendimento feito pelas equipes de Suporte Básico e Suporte Avançado de Vida;

IX - providenciar os recursos auxiliares de diferentes naturezas necessários para complementar a assistência, sempre que necessário;

X - notificar as unidades que irão receber pacientes, informando às equipes médicas receptoras as condições clínicas dos pacientes e possíveis recursos necessários;

XI - permear o ato médico de regular por um conceito ampliado de urgência, acolhendo a necessidade expressa por cada cidadão, definindo para cada um a melhor resposta, não se limitando apenas a conceitos médicos pré-estabelecidos ou protocolos disponíveis;

XII - constituir-se em “observatório privilegiado da saúde e do sistema”, com capacidade de monitorar de forma dinâmica, sistematizada, e em tempo real, todo o seu funcionamento;

XIII - respeitar os preceitos constitucionais do País, a legislação do SUS, as leis do exercício profissional médico, o Código de Ética Médica, bem como toda a legislação correlata existente.

4.2.1 Recursos humanos necessários para a central de regulação médica

Apesar da Portaria GM/MS n.º 2.657/04 (BRASIL, 2004a) não ter determinado a quantidade de postos de trabalho necessários para o funcionamento adequado da Central de Regulação Médica de Urgências — Central SAMU - 192, a composição dos profissionais que atuam no setor são: Telefonistas Auxiliares de Regulação Médica — TARM, capazes de garantir o pronto atendimento das chamadas telefônicas; Médicos Reguladores (MR) para a imediata regulação dos pedidos de

socorro; e Operadores de Frota ou Rádio Operadores (RO) necessários para o adequado controle da movimentação da frota.

4.2.2 Operações no *Call Center*

A Telefonista Auxiliar de Regulação Médica (TARM), que é um profissional civil, recebe a ligação direta via telefone 192. Em seguida, realiza o acolhimento, coleta os dados principais protocolares (endereço, referências, telefones, etc.) e identifica o risco de maneira básica e de acordo com a sua capacitação, direcionando esta ligação para um fluxo determinado e de acordo com a sua classificação de risco simplificada e local da ocorrência (áreas públicas ou domicílio). Poderá direcionar a chamada diretamente para o despacho de urgência ou médico regulador primário. Esses profissionais recebem a supervisão operacional e técnica de profissionais médicos civis.

O Médico Regulador Primário (MR1) recebe a ligação 192 através da TARM ou via DESPURG (Despacho de Urgência). Confirma ou não a estratificação de risco e, quando indicado, solicita o envio emergencial da viatura/recurso mais apropriado e hierarquizado em conformidade com a disponibilidade imediata. O Médico Regulador Secundário (MR2) recebe a ligação de equipe da ponta (básica, avançada ou intermediária) através de linha específica e conduz de forma operacional e técnica o atendimento à distância, seguindo protocolos técnicos.

O Despacho de Urgência – setor composto por profissionais denominados Operadores de Frota ou Rádio Operadores. Na COGS estes profissionais são técnicos de enfermagem. Recebem a ligação direta da TARM ou do médico regulador. Em seguida, identificam a frota disponível, providenciando o despacho imediato da viatura. Todo o controle operacional da frota é realizado por este profissional, juntamente com o sistema operacional GPS. Toda esta operação é supervisionada por um Supervisor de Frota (militar). A Figura 5 apresenta o fluxograma das operações do GSE/SAMU.

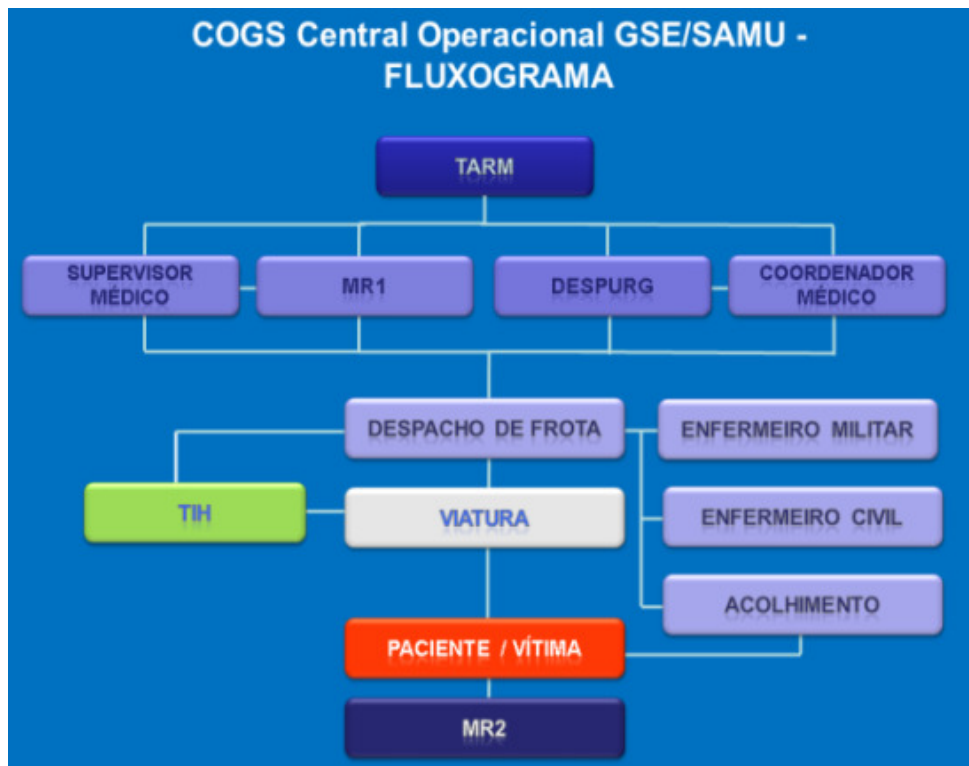


Figura 5: Fluxograma da Central Operacional GSE/SAMU - COGS

4.3 Tipos de ambulâncias

As operações terrestres realizadas pelas equipes do 1º GSE tem como objetivo realizar o atendimento pré-hospitalar a vítimas em situações de urgência e emergência em vias ou logradouros públicos, domicílios, bem como o transporte de pacientes entre os hospitais da rede pública do estado do Rio de Janeiro.

As ambulâncias são divididas em unidades móveis avançadas (tripuladas por médicos), intermediárias (tripuladas por enfermeiros) e básicas (tripuladas por técnicos de enfermagem), o que possibilita adequar os recursos, enviando viaturas conforme a gravidade dos casos. As ambulâncias estão providas com equipamentos de última geração, por exemplo, aspiradores portáteis, desfibriladores manuais e automáticos, monitores cardíacos, oxímetros de pulso, respiradores, etc.

Além destas ambulâncias, o CBMERJ conta com outras ambulâncias para atendimentos especializados, como o transporte inter-hospitalar (TIH), ambulância bariátrica, cegonha, neonatal e terapia intensiva, todas equipadas com profissionais e recursos materiais especializados.

As corporações oferecem mais um recurso aos militares que é o Auto Tático de Emergência (ATE), que são viaturas híbridas, ou seja, são viaturas de busca e

salvamento, extinção de incêndio e ambulância, aeronaves de asa rotativa (helicópteros) uma lancha e três centros de afogados.

Existem outras viaturas especiais são os chamados Auto Posto de Comando Móvel, empregado para a instalação de um posto de comando e estrutura de atendimento inicial a eventos em que ocorram múltiplas vítimas. Neste caso, o local requer a presença *in-loco* do comandante do 1º GSE para rápidas tomadas de decisão e por ter uma magnitude maior, podendo até mesmo instalar um hospital de campanha.

As operações Terrestres, relacionadas ao Atendimento Pré-Hospitalar (APH) são operacionalizadas por meio do Primeiro Grupamento de Socorro de Emergência (1º GSE). O atendimento contempla duas maneiras de promover o suporte à vida: APH fixo e o APH móvel. O APH fixo é gerido através dos Centros de Recuperação de Afogados (CRA). E o APH móvel é operacionalizado pelas ambulâncias (Auto Socorro de Emergência - ASE).

O Auto Socorro de Emergência (ASE leve) é uma viatura menor quando comparadas as ambulâncias habituais, e tem por objetivo chegar mais rápido ao local dos acidentes, transportando médicos. Estes carros apoiam às unidades básicas e intermediárias e, caso necessário, podem ser modificadas em viaturas avançadas, portando medicamentos trombolíticos para tratamento de pacientes com quadro de infarto.

Segundo dados do site do 1º GSE, as ambulâncias que promovem o APH em operações terrestres são divididas em: Auto Socorro de Emergência Leve - ASE-L, Auto Socorro de Emergência Avançado - ASE-A, Auto Socorro de Emergência para Transporte Inter Hospitalar - ASE-TIH, Auto Socorro de Emergência intermediário - ASE-I e Auto Socorro de Emergência Básico - ASE-B.

O ASE-L tem como função prestar supervisão e apoio operacional as viaturas - ASE-I e ASE-B, contém equipamentos e materiais médicos, que permitem realizar suporte avançado e básico de vida e por se tratar de uma viatura leve, sua guarnição é composta por um Oficial Médico e um Praça Condutor (motorista). O ASE-A, ASE-TIH Adulto e Neonatal contém equipamentos e materiais médicos, que permitem realizar suporte Avançado e básico de vida, sua guarnição é composta de um Oficial Medico, um Praça Técnico de Enfermagem e um Praça Condutor.

O ASE - I contém equipamentos e materiais que permitem realizar suporte básico de vida, compatíveis com o grau de formação da guarnição, que é composta por um Oficial Enfermeiro, um Praça Técnico de Enfermagem e um Praça Condutor. O ASE - B contém equipamentos e materiais que permitem realizar suporte básico de

vida, compatíveis com o grau de formação da guarnição, que é composta por dois Praças Técnicos de Enfermagem e um Praça Condutor.

As operações de atendimento pré-hospitalar são realizadas em viaturas terrestres que seguem seguintes etapas:

1. Solicitação do atendimento – através do canal 193/192
2. Confirmação da solicitação
3. Acionamento da unidade móvel
4. Deslocamento da unidade móvel
5. Atendimento no local do ocorrido
6. Transporte para o hospital de referencia da região
7. Retorno da unidade móvel ao quartel/base de origem.

CAPÍTULO 5 - ESTUDO PRELIMINAR

5.1 Introdução

O estudo preliminar fornece os dados da implantação do SAMU para uma base de comparação com os resultados obtidos após a integração com o GSE. Esse estudo foi baseado nos dados de GARCIA (2006), sendo realizados dois experimentos relativos ao atendimento no *call center*. O primeiro tem por objetivo ajustar o modelo com o número de replicações mais adequado. O segundo fornece parâmetros para tomada de decisão da configuração ideal de atendentes que melhoram o sistema.

Para tanto, foram desenvolvidos modelos de simulação que tentam se aproximar dos dados de GARCIA (2006), realizando os experimentos e traçando cenários alternativos para analisar as configurações dos recursos humanos. Os modelos foram desenvolvidos utilizando o *software* Simul8.

Antes de apresentar a modelagem do problema, é importante mostrar as etapas dos procedimentos operacionais do Centro de Regulação de Urgência. GARCIA (2006, p.57), relaciona as etapas abaixo, de maneira resumida para um entendimento adequado dos modelos desenvolvidos.

- ✓ Contato: o telefonista recebe a ligação e coleta as informações básicas. Neste momento o protocolo do atendimento é aberto.
- ✓ Análise: o médico regulador avalia as informações sobre o paciente e, de acordo com o resultado, aciona uma unidade móvel.
- ✓ Atendimento tele médico: o atendimento é feito pelo rádio/telefone.
- ✓ Atendimento móvel: ocorre quando uma unidade móvel é enviada para o local do incidente. O serviço oferece suporte básico para remoção ou tratamento de casos simples, ou suporte avançado com acompanhamento de um médico e recursos para atendimento local a emergências.
- ✓ Remoção: o paciente é levado para o pronto-socorro mais próximo nos casos em que não é possível completar o atendimento no local.
- ✓ Registro do caso: concluído o atendimento, todas as informações da ocorrência são registradas para análises posteriores.

5.2 Modelo I – Análise do Call Center

O objetivo do modelo é realizar uma análise para verificar o dimensionamento adequado dos recursos humanos na central telefônica, especificamente se o número

de atendentes esta adequado para atender a demanda de chamadas recebidas pelo SAMU. A Figura 6 apresenta as estatísticas das chamadas usadas no estudo preliminar a fim de ajustar o modelo.

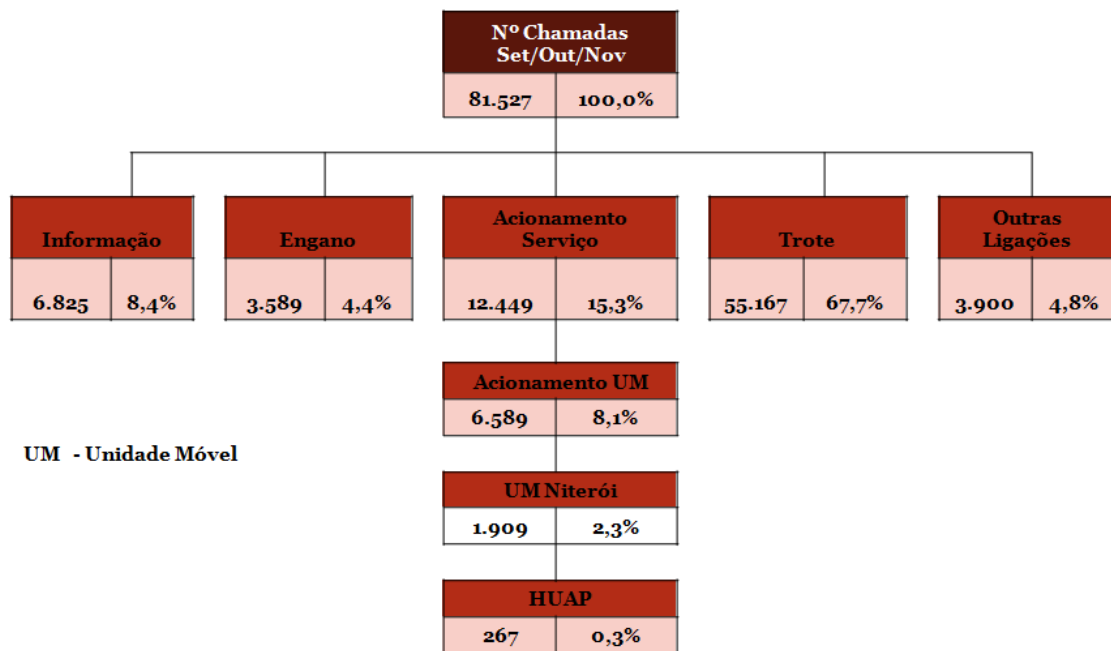


Figura 6 – Estatística das chamadas (GARCIA, 2006)

5.2.1 A Central de Atendimentos no SAMU

A pesquisa utilizou dados do setor de atendimento telefônico do SAMU que inicialmente possuía 4 atendentes, que são conhecidos como Telefonista Auxiliar de Regulação Médica (TARM). Estes realizam o primeiro contato com o paciente e coletam as informações necessárias, confirmam os dados e abrem o protocolo, de acordo com a necessidade. Os atendentes oferecem apoio e colaboram com o serviço do rádio operador, que controla os meios de transporte disponíveis para o atendimento das solicitações e decidir o itinerário mais adequado. No caso do atendimento local não ter sido suficiente para a estabilização e tratamento do paciente, o Operador de Frota verifica os hospitais. A Figura 7 resume esquematicamente as funções dentro do *Call Center*.

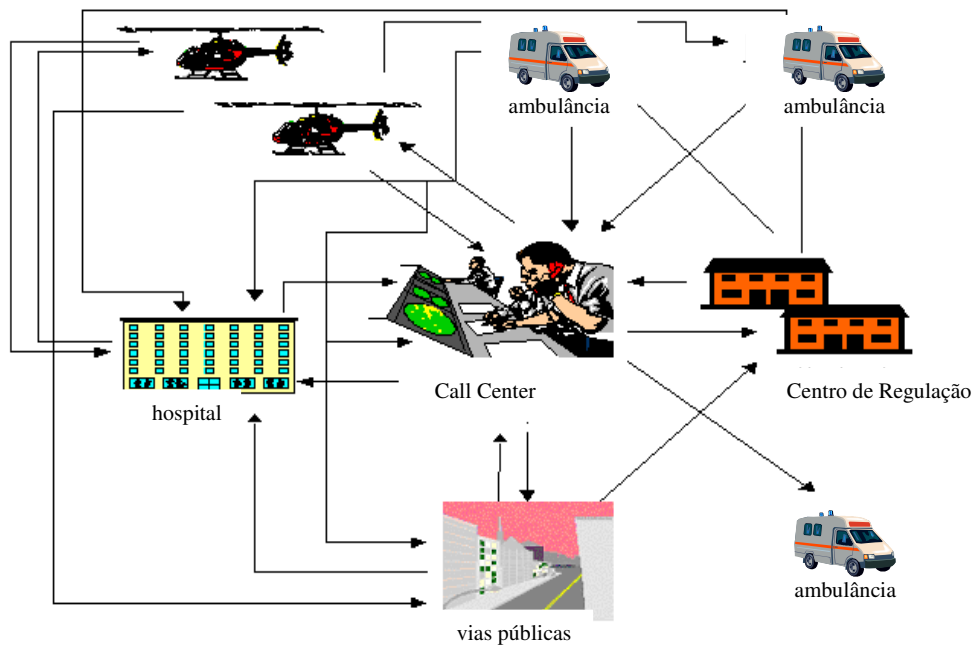


Figura 7 - Atividades do TARM

A Figura 8 apresenta de maneira simplificada o serviço do médico regulador, no qual supervisiona o serviço do TARM e com base nas informações obtidas pelos atendentes, inicia seu processo de tomada de decisões.

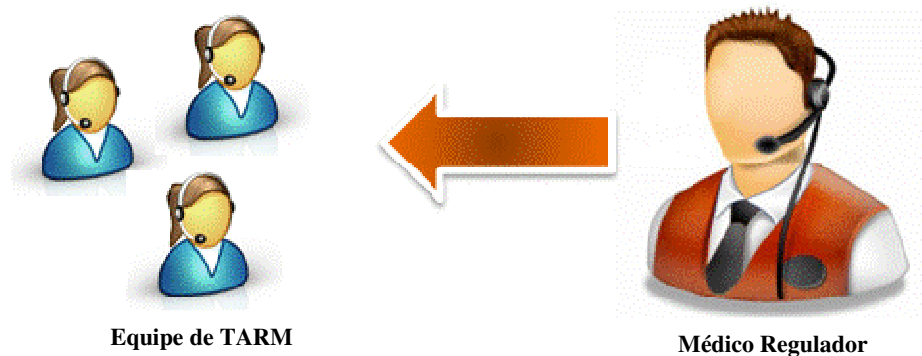


Figura 8 - O TARM sob supervisão do médico regulador

O lay-out da central de atendimentos está representado na Figura 9. Informações essenciais, tais como mapas, telefones, capacidade de atendimento dos hospitais, etc., estão visualmente disponíveis para todos na central na forma de painéis. A comunicação entre os integrantes do SAMU é direta e supervisionada pelo médico regulador.



Figura 9 - Layout da central de atendimento

5.2.2 Experimento do modelo I

Após a modelagem no *software* Simul8, são necessários alguns ajustes para tornar o modelo mais factível. Os experimentos foram realizados com um tempo de simulação (*clock*) de 1440 minutos e *warm-up* de 50 minutos. Inicialmente, o sistema do *call center* do SAMU foi analisado para verificar se o dimensionamento de pessoal para no atendimento estava adequado para receber a demanda média em torno de 910 chamadas diárias.

Para a seleção do número de replicações, é imprescindível analisar a variância e optar pelo número que satisfaça tanto no menor valor da variância quanto o menor tempo computacional. Os valores obtidos a partir da variação do número de replicação no sistema são mostrados a seguir, na Tabela 1:

Tabela 1: Tempo de simulação obtido por número de replicações

Número de replicações	Tempo de simulação (centésimos)
5	58
10	94
15	102
20	130
25	138
30	144
35	157
40	188
45	193
50	204
60	238
70	274
80	285
90	315
100	346
200	670
300	989
400	1301

O Gráfico 1 fornece para cada número de replicações o tempo necessário para realizar a simulação. Ao escolher um número replicações muito elevado de replicações, o tempo computacional aumenta muito, o que até pode gerar um custo maior.

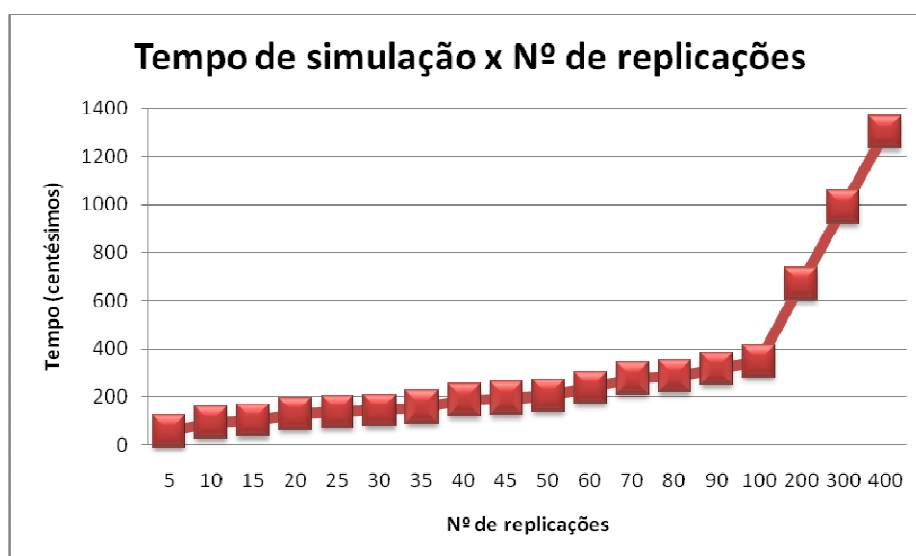


Gráfico 1: Tempo de simulação para variações no número de replicações

O Gráfico 2 mostra a variância das chamadas para cada número de replicação. Nota-se que a partir de quarenta replicações a variabilidade do sistema vai reduzindo.

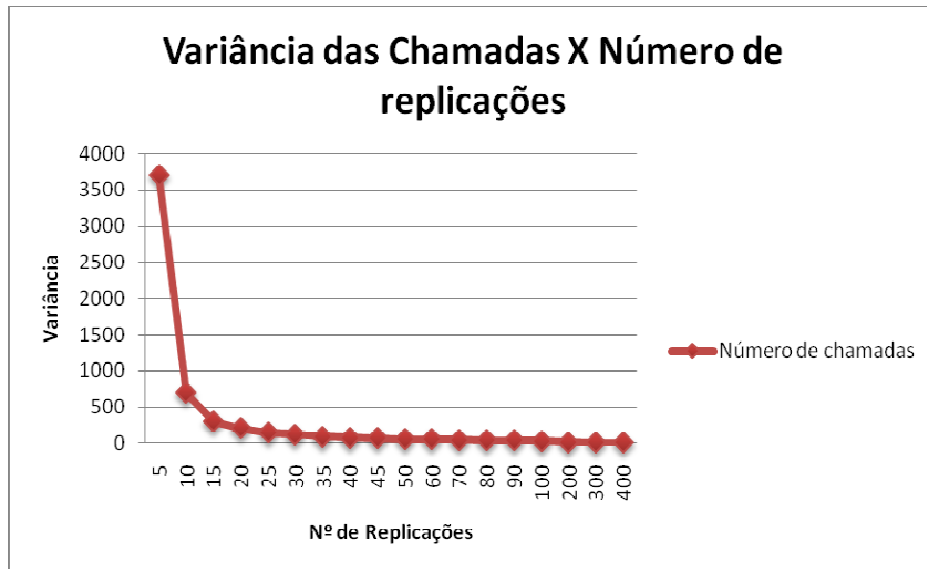


Gráfico 2 : Comportamento da variância do número de chamadas a partir de variações do número de replicações

O Gráfico 3 apresenta a variância no setor de atendimento de acordo com o número de cada replicação realizada. Esse estudo utilizou outros parâmetros como: taxa de utilização, número de atendimentos, tamanho da fila médio, tempo na fila médio e número de não zeros. O objetivo era verificar o comportamento da variância através dos parâmetros utilizados para avaliar o atendimento no setor de telefonia. É possível identificar que a partir de cinquenta replicações o sistema começa a se estabilizar, lembrando que o tempo computacional para este número não é muito grande, ou seja, cada rodada não demanda muito tempo.

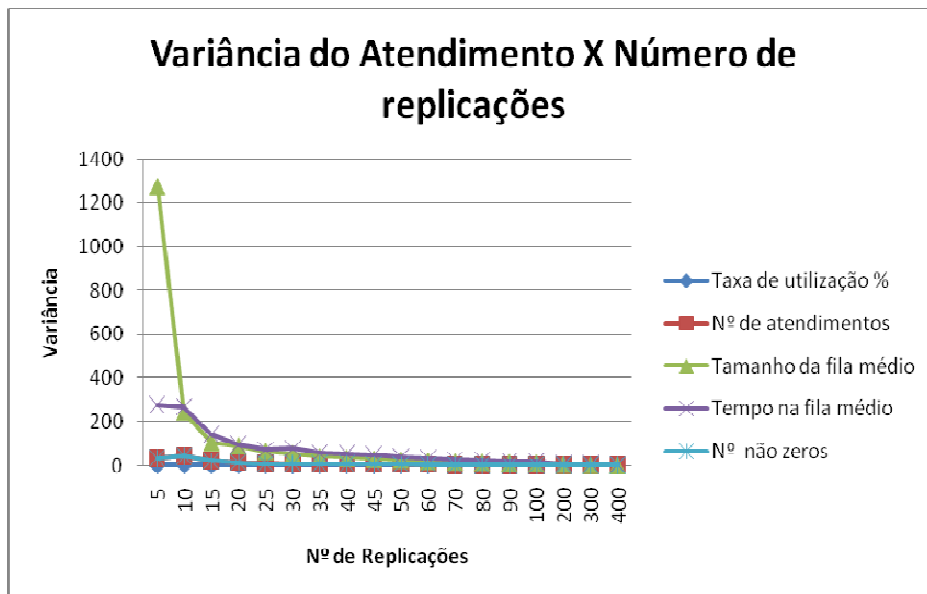


Gráfico 3: Comportamento da variância do atendimento a partir de variações do número de replicações

O Gráfico 4 fornece o comportamento da variância na atividade de acionamento do serviço, permitindo verificar que para os parâmetros como tamanho e tempo na fila a partir de cinquenta replicações o sistema começa a se estabilizar. No caso dos números de trabalhos completos e número de não zeros, o número de replicações que começa a estabilizar fica em torno de setenta replicações.

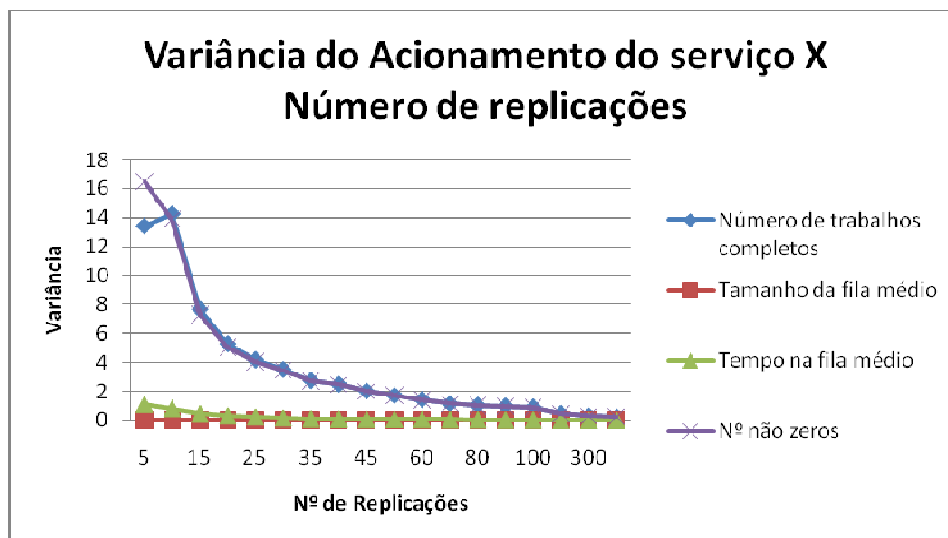


Gráfico 4: Comportamento da variância do acionamento do serviço a partir de variações do número de replicações

Após a análise do Gráfico 2 ao 4 sobre o comportamento da variância no *call center* juntamente com a tabela do tempo de simulação, é possível verificar que a partir de cinquenta há uma estabilização na variância. Por isso, este número foi selecionado para ser utilizado nos experimentos posteriores.

5.2.3 Modelagem

A modelagem é baseada no fluxo de chamadas dos pacientes (via 192), que é considerado como a entidade mais importante. Uma forma resumida do funcionamento do modelo é considerar o paciente como a entidade principal e o seu fluxo. O modelo desenvolvido para análise do número de atendentes está mostrado na Figura 10.



Figura 10: Modelo desenvolvido para análise do número de atendentes

Para a atividade “Chamada” foi utilizada uma taxa de chegada obedecendo a uma distribuição exponencial com média de 1,6 minutos e para a atividade “Atendimento” uma taxa de serviço com distribuição triangular (2, 12, 60). Foram realizadas ao todo 24 simulações. Analisou-se a utilização de quatro a vinte e sete atendentes no sistema. A Figura 11 apresenta o fluxo seguido no *call center*.

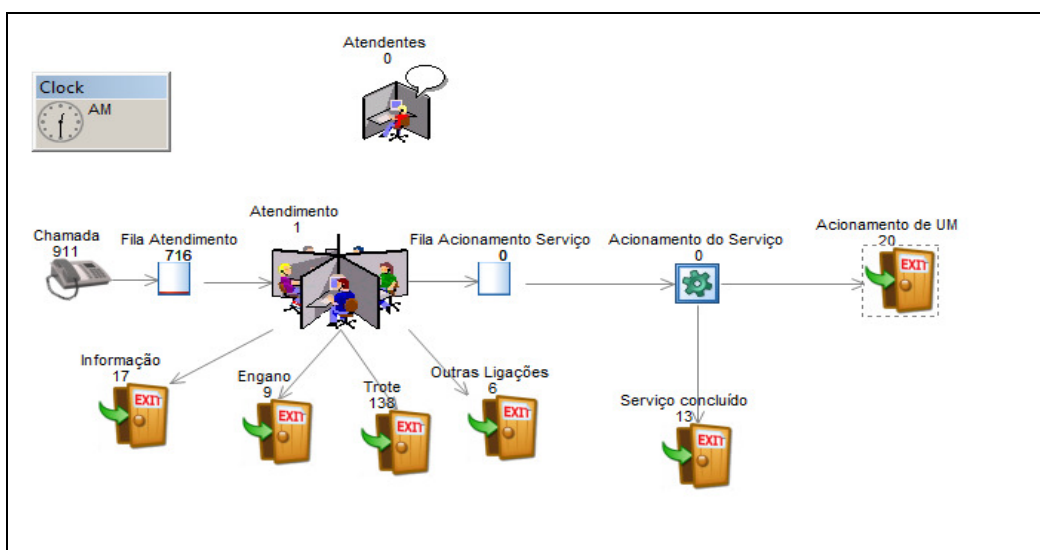


Figura 11: Modelagem desenvolvida no *Simul8* para análise do número de atendentes

5.2.4 Resultados Obtidos do Modelo I

Essa primeira análise se concentrou no estudo da fila gerada no *Call Center* pela demanda para acionamento da unidade móvel do SAMU. Inicialmente, o setor de atendimento telefônico contava com 4 atendentes. Estes realizam o primeiro contato com o paciente e obtêm as informações necessárias, ratificam os dados, abrem o protocolo, de acordo com a necessidade. Após aberto o protocolo, o médico regulador com base nas informações obtidas pelos atendentes inicia seu processo de tomada de decisões. Durante todo o processo, os atendentes prestam apoio e servem de ponte com o serviço de Operador de frota (controla as unidades móveis) e com os hospitais, caso o atendimento local não for suficiente para o tratamento do paciente.

5.2.5 Resultados obtidos do modelo

Os resultados obtidos na simulação são apresentados na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2: Resultados do modelo (minutos)

Nº de Atendentes	Parâmetros									
	Atendentes	Atendimento			Acionamento Serviço				Acionamento de UM	
	Taxa de Utilização %	Tamanho médio da fila	Nº de Atendimentos	Tempo médio na fila	Tempo médio na fila	Nº de Acionamentos	Tempo médio no sistema	Nº de serviços concluídos	Tempo médio no sistema	Nº de Acionamento UM
4	100	354,26	203	555,10	12,5032	33	532,00	13	520,42	20
5	100	327,99	255	515,94	9,4671	41	491,03	16	496,18	25
6	100	302,39	300	468,44	8,1447	48	432,94	18	464,25	30
7	100	277,34	353	433,33	7,0302	59	424,79	22	450,92	37
8	100	251,98	405	395,08	6,1382	71	421,39	28	415,63	43
9	100	226,35	457	357,12	5,1550	83	400,52	34	375,95	49
10	100	200,48	510	317,94	4,5623	92	344,37	37	333,35	55
11	100	174,64	561	274,35	4,0976	96	286,31	39	274,05	57
12	100	148,28	619	232,70	3,8099	102	230,24	40	232,14	62
13	100	121,92	672	189,80	3,4777	110	193,56	44	188,85	66
14	100	95,23	732	149,12	3,0726	120	154,23	48	151,49	72
15	100	68,42	781	106,40	2,9627	127	110,65	50	109,88	76
16	99,48	45,99	830	72,28	2,7885	137	76,57	52	82,05	85
17	98,83	25,05	874	39,79	2,6303	144	47,36	56	48,90	88
18	96,69	10,12	906	16,02	2,4308	149	23,45	58	25,08	91
19	92,32	4,77	914	7,50	2,0933	150	13,47	59	15,95	91
20	87,69	3,27	914	5,01	1,7658	150	10,51	59	12,74	91
21	83,49	2,12	913	3,31	3,1666	150	10,55	59	15,00	91
22	79,66	1,55	913	2,39	1,5124	150	8,70	59	10,77	91
23	76,22	1,09	914	1,74	1,5013	150	7,40	59	10,43	91
24	73,04	0,89	914	1,41	1,1751	150	7,11	59	9,19	91
25	70,12	0,73	914	1,14	0,8946	150	5,89	59	8,55	91
26	67,42	0,61	914	0,96	0,8316	150	5,77	59	7,84	91
27	64,92	0,50	914	0,81	0,6453	150	5,51	59	7,54	91

Para melhor ilustrar os resultados obtidos, serão apresentados os gráficos elaborados a partir do quadro acima. O Gráfico 5 apresenta o número de pacientes

atendidos a partir da variação do número de atendentes. Observa-se que a partir de dezenove, o número de pacientes atendidos se estabiliza, demonstrando que não é necessário aumentar o número de recursos para aumentar o número de atendimentos. Porém, é necessário avaliar outros parâmetros que podem dar mais suporte a tomada de decisão a respeito do número de atendentes. Vale lembrar que número escolhido de atendentes deve necessariamente ser capaz reduzir significativamente o tamanho da fila e o tempo na fila, mantendo a taxa de utilização compatível com um recurso humano, sendo adotado neste estudo em torno de 80%.

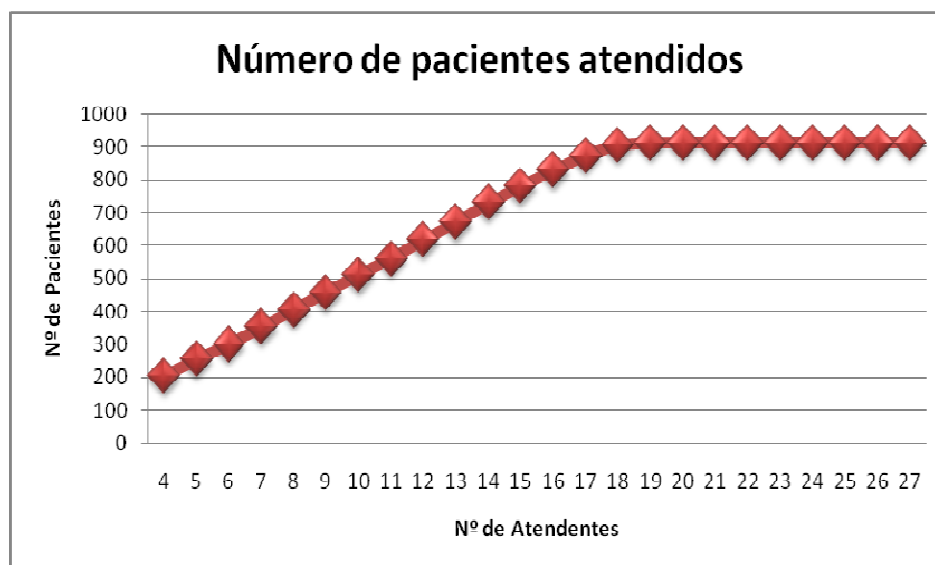


Gráfico 5: Número de pacientes atendidos

O Gráfico 6 mostra a taxa de utilização dos atendentes no *Call Center* durante o serviço do SAMU. É possível notar que até dezessete atendentes a taxa de utilização está em torno de 100%, o que não pode acontecer porque se trata de recursos humanos. A partir de dezoito essa taxa começa a diminuir, mas ainda se mantém elevada. O número de atendentes que deixam a taxa mais próxima da realidade ficaria em torno de vinte e duas, pois fornece uma taxa de utilização 79,66%. É importante lembrar que quando se trata de recursos humanos é necessário ter certa ociosidade, visto que ninguém trabalha 100% do tempo.

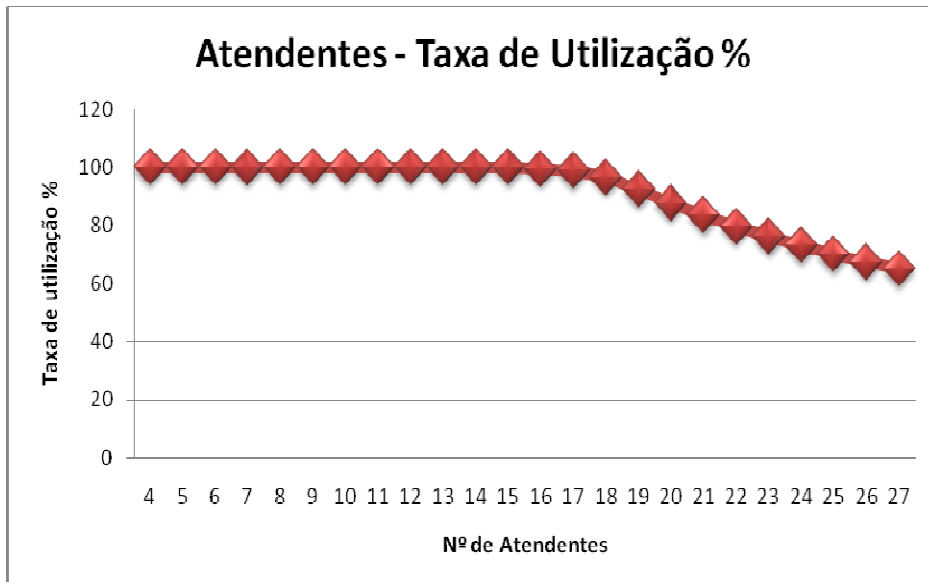


Gráfico 6: Taxa de utilização dos atendentes (%)

O Gráfico 7 apresenta a relação entre número de atendentes e o tamanho médio da fila, ou seja, quanto maior o número de atendentes menor é o tamanho da fila. Porém, é importante verificar que a partir de dezoito, o tamanho médio da fila fica em torno de zero, evidenciando que o sistema se estabiliza.

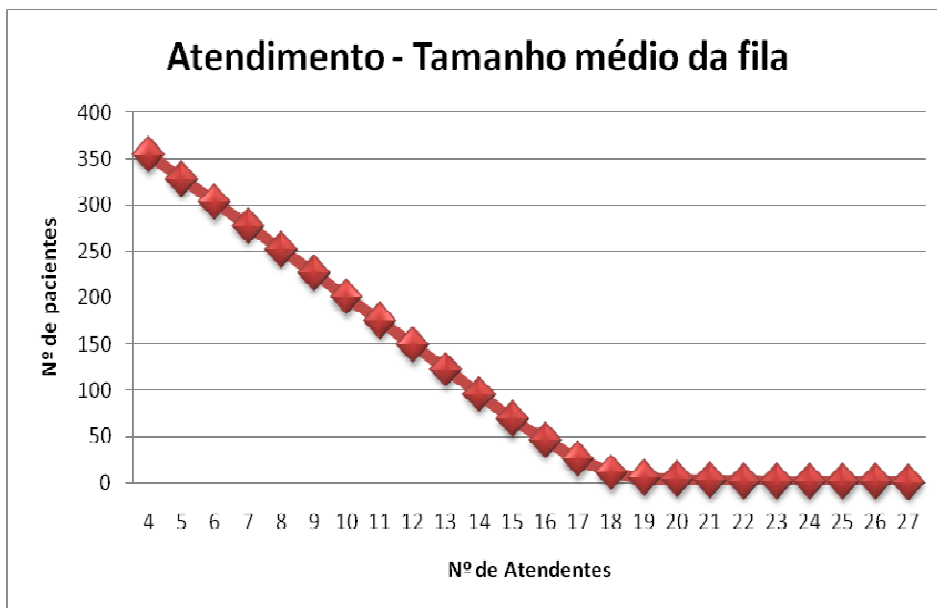


Gráfico 7: Tamanho médio da fila para atendimento no *Call Center*

O Gráfico 8 exibe a relação entre o número de atendentes e o tempo médio gasto na fila do *call center*. Nota-se que a partir de dezoito atendentes o tempo médio

na fila gira em torno de zero, o que permite verificar que mesmo adicionando mais um recurso não terá grande diferença, já que o tempo na fila está zerado.

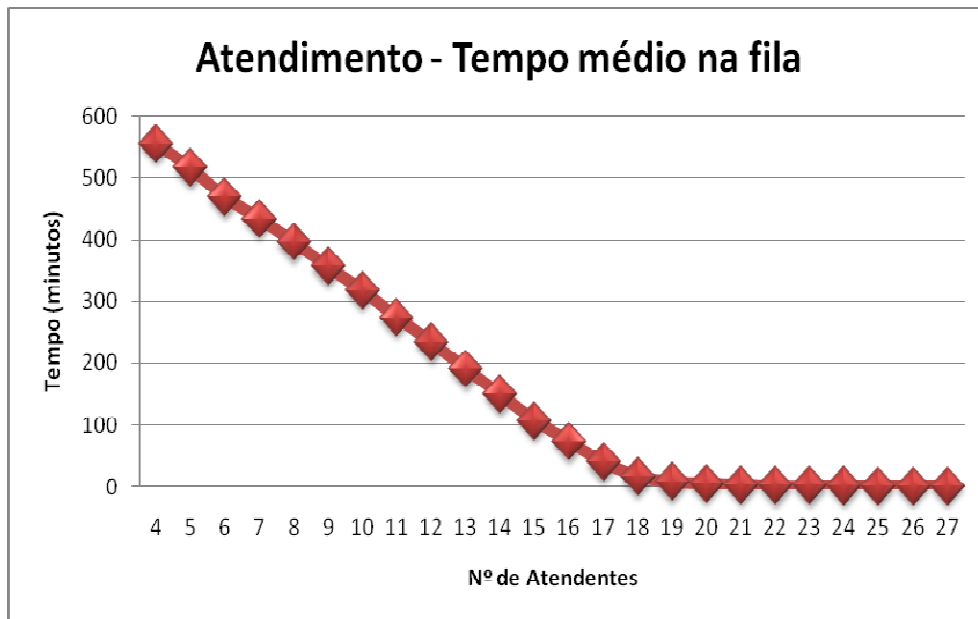


Gráfico 8: Tempo médio na fila para atendimento no *Call Center*

O Gráfico 9 apresenta o total de usuários que de fato acionaram o serviço. É possível observar que de dezoito até vinte e sete atendentes o número de acionamentos está constante em pouco mais de cento e quarenta acionamentos.

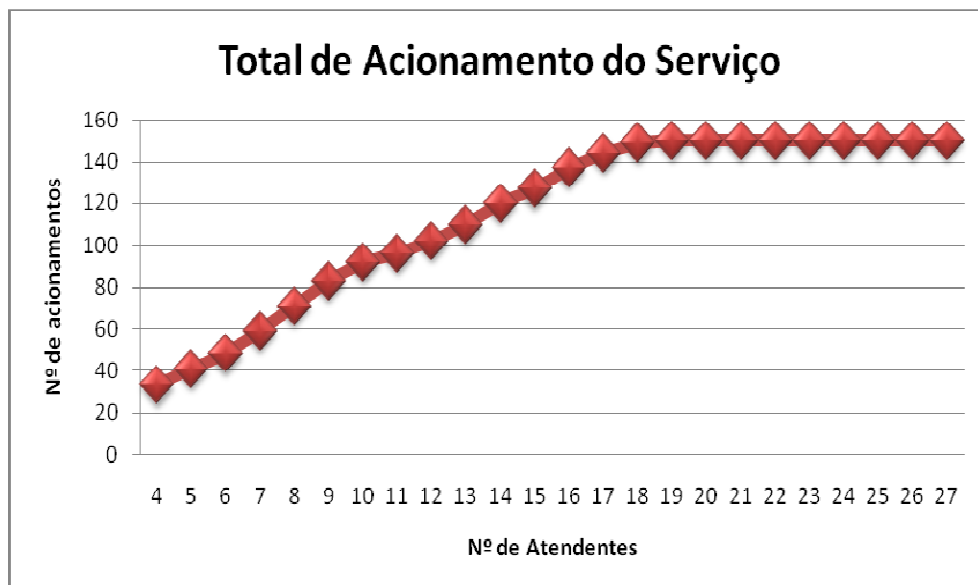


Gráfico 9: Total de acionamentos do serviço

O Gráfico 10 exibe a relação entre o número de atendentes e o tempo médio no sistema para o acionamento do serviço. Assim como nos parâmetros anteriores de dezoito em diante o sistema começa a se estabilizar.

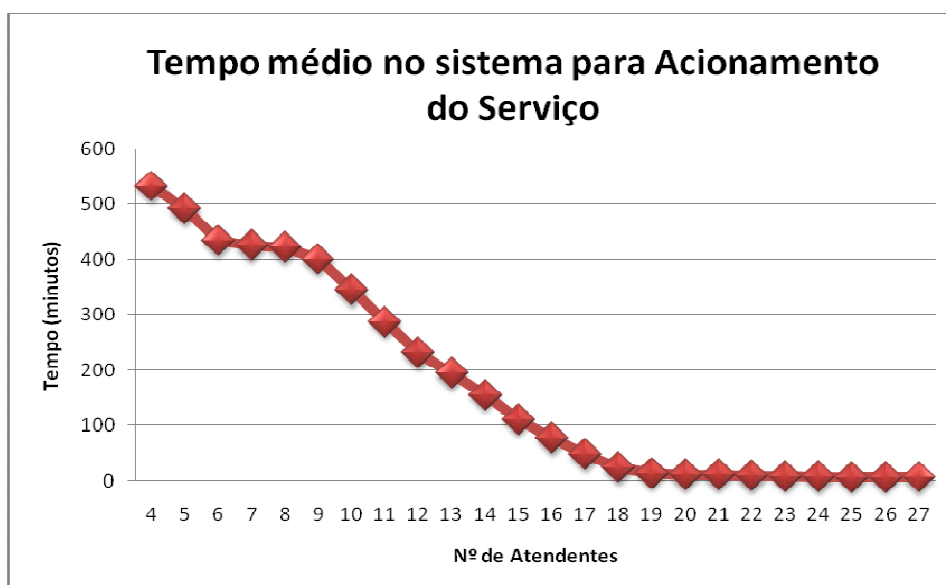


Gráfico 10: Tempo médio no sistema para acionamento do serviço

A partir da análise dos parâmetros exibidos do Gráfico 5 até o 10 verifica-se que a utilização de dezoito atendentes no sistema reduz a fila significativamente, porém a taxa de utilização continua muito elevada, como apresentado no Gráfico 6. É importante destacar que grande parte das ligações recebidas no *call center* são trotes, enganos e informação, ou seja, seria necessário um estudo mais detalhado para identificar a taxa de utilização. Para esse estudo preliminar, o número de atendentes que melhoraria o sistema seriam 22, pois a taxa de utilização passa de 100% com 4 atendentes para 79,66% com a quantidade selecionada. O tamanho da fila inicialmente era formado por 354,26 pacientes, passando para 1,55. O tempo médio que antes era de 555,10 minutos ao escolher 22 atendentes torna-se 2,39 minutos, lembrando que a escolha por 22 atendentes não descarta a possibilidade de realizar um estudo que contemple outra variável importante e que causa bastante impacto na tomada de decisão, o custo para contratação de mais 18 atendentes.

CAPÍTULO 6 - CONSTRUÇÃO DOS MODELOS

A modelagem requer ajustes no tempo de simulação e no número de replicações para garantir a obtenção de bons resultados. Os experimentos são realizados com um tempo de simulação (*clock*) de 1440 minutos, que corresponde a um dia de operação. Para o estudo, o sistema realiza 300 replicações, que reduz significativamente a variabilidade e mantém um tempo computacional aceitável.

Para tanto, foram desenvolvidos os modelos de simulação que mais se aproximam da realidade do processo de atendimento realizado na central telefônica GSE/SAMU, realizando os experimentos e traçando cenários alternativos para analisar as configurações dos recursos humanos e materiais. A simulação é desenvolvida utilizando o *software Simul8*.

Antes de apresentar a modelagem do problema, é importante destacar as etapas dos procedimentos operacionais realizados na central de regulação de urgência que estão representados abaixo para uma melhor compreensão dos modelos desenvolvidos, de acordo com informações obtidas no site do 1º GSE:

1. Acolhimento e estratificação de risco inicial da ligação via 192 ou TIH;
2. Tratamento da chamada/regulação médica primária - através do solicitante/paciente/profissional de saúde (quando se tratar de TIH - transporte inter-hospitalar);
3. Despacho, quando indicado ou orientações médicas;
4. Acompanhamento do atendimento *in loco* – ou regulação secundária;
5. Encerramento do Evento.

A Tabela 14 apresenta alguns pontos importantes são identificados quando é feita uma análise estatística das chamadas. Para o desenvolvimento inicial do estudo foram utilizados os dados apresentados na Tabela 3. É possível observar que em média 70% das chamadas diárias para o canal 192 não geram atendimento pelo médico regulador e não necessitam o empenho de ambulância. Dentre as chamadas que saem do sistema pode-se destacar o trote que representa 19% das ligações, mas esse percentual era maior e tem tido uma redução significativa ao longo dos meses em consequência dos esforços para informar a população da importância do serviço.

Cabe observar que durante o período analisado, 322.004 chamadas foram recebidas pelo COGS. Dentre as chamadas recebidas, 59.890 resultaram em acionamento de uma unidade móvel (UM), representando 19% das chamadas recebidas pelo canal 192.

Tabela 3: Análise das chamadas

Análise das Chamadas								
Tipo de Ligação	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Total	Média Diária	% Média Diária
Atendimentos	11.555	12.734	12.441	12.013	11.147	59.890	399	19%
Orientação Médica	8.520	8.321	7.660	6.811	6.540	37.852	252	12%
Trote	13.058	15.352	15.239	10.263	6.670	60.582	404	19%
Queda de Ligação	11.006	10.309	9.255	7.822	6.433	44.825	299	14%
Desistência	4.256	3.952	3.865	3.218	2.845	18.136	121	6%
Engano	3.445	3.134	2.597	2.019	1.761	12.956	86	4%
Informação	18.163	18.289	19.490	16.606	15.206	87.754	585	27%
Duplicidade	-	2	5	2	0	9	0,06	0%
Total	70.003	72.093	70.552	58.754	50.602	322.004	2.147	100%

Fonte: COGS (2011)

6.1 Modelo I – Análise dos recursos humanos no *Call Center*

Para o estudo foram realizados cinco experimentos de simulação. O primeiro tem por objetivo avaliar o número de TARM da central telefônica do GSE/SAMU. O segundo experimento avalia o número de médicos reguladores. O terceiro é realizado um estudo para analisar o número de operadores no setor despacho de frota. O quarto experimento analisa o número de atendentes no despacho de urgência (DESPURG). O quinto realiza uma análise da configuração adotada a partir de sucessivos aumentos na demanda.

6.1.1 Experimento I – Avaliação do número de TARM

O objetivo do modelo é realizar uma análise para verificar o dimensionamento adequado dos recursos humanos dentro da central telefônica, especificamente se o número de TARM esta adequado para atender a demanda diária de chamadas recebidas pelo GSE/SAMU.

No atendimento realizado pelo TARM, há uma classificação de risco simplificada com base nas informações preliminares colhidas. Após a classificação, as chamadas são encaminhadas para três fluxos, conforme o nível de gravidade relatado pelo paciente/solicitante. O primeiro fluxo é relativo aos pacientes considerados graves, e classificados como vermelho. Nesta situação a chamada é encaminhada direto para o setor DESPURG. O segundo fluxo compreende as ligações encaminhadas aos médicos reguladores. O terceiro fluxo representa as chamadas que saem do sistema, como por exemplo: trotes, enganos, desistência entre outros.

O cenário estudado conta com uma média de 2.147 chamadas por/dia. Dentre as ligações recebidas 13% são passadas diretamente ao setor de DESPURG, 17% são encaminhadas ao médico regulador e as ligações finalizadas sem que haja transferência para outros setores representam 70% do total de ligações. A Figura 11 apresenta o esquema do fluxo desde o atendimento realizado pelo TARM até o a solicitação de uma unidade móvel (UM).

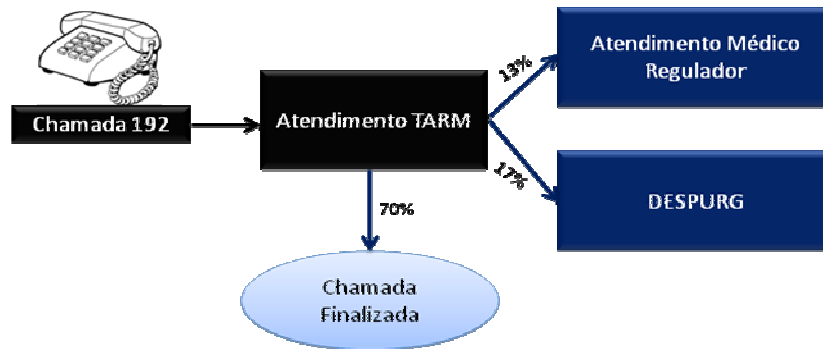


Figura 11: Fluxo das atividades TARM

Para a atividade “Chamada” foi utilizada uma taxa de chegada obedecendo a uma distribuição exponencial com média de 0,69 minutos e para a atividade “Atendimento TARM” uma taxa de serviço com distribuição triangular (1,5, 2, 2,5 minutos), fornecida pela COGS.

6.1.2 Experimento II – Avaliação do número de Médico Regulador

Após o TARM realizar uma classificação simplificada do quadro clínico descrito pelo paciente/solicitante, as ligações podem ser transferidas conforme cada situação. O médico regulador recebe em média 365 ligações/dia. Das ligações recebidas, 68% são pacientes verdes, que recebem todas as informações necessárias apenas por telefone, sem que seja necessário empenhar uma ambulância. Os outros 32% são pacientes amarelos que além de precisar da regulação médica necessitam do empenho de uma ambulância.

A Figura 12 ilustra o fluxo após a regulação médica, conseqüentemente a classificação de prioridade dos pacientes, sendo média complexidade (amarelo) ou baixa complexidade (verde). Os pacientes amarelos são aqueles que não apresentam risco de vida imediato. Os pacientes classificados como verdes, vítimas que não necessitam do empenho de uma unidade móvel por não ter risco de morte.

Para a atividade “Atendimento MR” é utilizada uma taxa de serviço obedecendo a uma distribuição fixa com a média de 30 minutos, fornecida pela COGS.



Figura 12: Fluxo das atividades Médico Regulador

6.1.3 Experimento III – Avaliação do número de Operadores no Despacho de Frota

Na COGS, este setor é composto por profissionais Operadores de Frota. Eles recebem a ligação do Médico Regulador e identificam a frota disponível, providenciando o despacho imediato da unidade móvel. Para a atividade “Despacho de Frota” foi utilizada uma taxa de serviço obedecendo a uma distribuição triangular (3, 5, 8 minutos).

6.1.4 Experimento IV – Avaliação do número de Atendentes no Despacho de Urgência (DESPURG)

Na COGS, este setor é composto por profissionais que são técnicos de enfermagem. Eles recebem a ligação direta da TARM identificam a frota disponível, providenciando o despacho imediato da unidade móvel. O controle operacional da frota é realizado por este profissional, juntamente com o sistema operacional GPS. Além de serem monitorados por um Supervisor de Frota (militar). Para a atividade

“DESPURG” foi utilizada uma taxa de serviço obedecendo a uma distribuição triangular (3, 5, 8 minutos).

6.2 Modelo II – Análise do número de ambulâncias no município do Rio de Janeiro

Para o estudo das ambulâncias foram consideradas as seguintes atividades no o processo de solicitação de unidade móvel, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Descrição das atividades para solicitação de unidade móvel

Chamadas:	recebidas pelo canal telefônico 192.
Atendimento TARM:	informação, confirmação, coleta de dados, protocolo.
Médico Regulador:	orienta o solicitante/paciente até que a unidade móvel chegue ao local.
DESPURG / Despacho de Frota:	busca a ambulância mais próxima ao local da ocorrência.
Preparação:	preparação da ambulância, preparação da equipe, contato rádio.
Deslocamento:	itinerário, condições de tráfego, contato rádio.
Cuidados na cena:	estacionamento, reconhecimento da área, avaliação dos riscos, solicitação de apoio, avaliação da vítima, diagnóstico inicial,
Remoção:	preparação, contato com o hospital, itinerário, condições de tráfego.
Recepção:	chegada, recepção no hospital, reconhecimento de responsabilidades.

A Figura 13 descreve esquematicamente as atividades envolvidas no resgate realizado pelas ambulâncias desde o recebimento da chamada do paciente até a sua entrega no setor de emergência do hospital de destino.

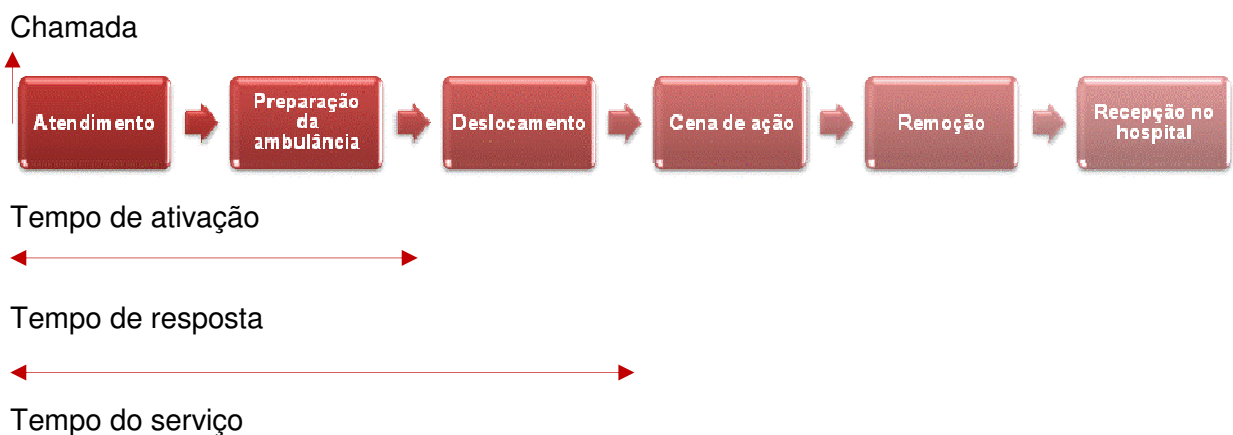


Figura 13 - Atividades envolvidas

Na Figura 13, também é possível identificar os tempos de ativação, de resposta e do serviço. Esses tempos são muito importantes para avaliar o desempenho do serviço, principalmente o tempo de resposta, pois representa o primeiro contato físico com o paciente, na maioria das vezes, primordial para salvar vidas.

O objetivo do modelo II é avaliar o impacto da frota de ambulâncias do município do Rio de Janeiro como uma única componente para o atendimento pré-hospitalar móvel das solicitações. Inicialmente, o estudo irá avaliar o número de ambulâncias que atuam no município.

O município do Rio de Janeiro conta com 64 ambulâncias ativas, sendo 9 avançadas, 18 intermediária e 37 básicas. Por isso, o estudo concentrou-se em avaliar se esta quantidade consegue atender todas as demandas diárias. É importante destacar que ao solicitar uma ambulância para uma determinada região, se todas pertencentes a esta região estiverem empenhadas o raio de busca por uma ambulância será ampliado, podendo ser solicitada em outra região mais próxima.

Para o estudo foi considerada uma média de 399 solicitações por dia. As etapas para o resgate consideradas neste experimento são: deslocamento, cuidados na cena, liberação, remoção e recepção no hospital. De acordo com o COGS, o tempo de “deslocamento” (do quartel até o local do ocorrido) é em média 14 minutos. Segundo Hoeflich (2002), a etapa de “cuidados na cena” é em média 10 minutos. Após os “cuidados na cena”, 7% do total de pacientes são liberados no local do ocorrido e 93% são removidos e encaminhados a um hospital de emergência. A atividade “liberação” é em média 5 minutos e a “remoção” (do local do ocorrido até o hospital) leva em média 8,7 minutos. Por fim, a recepção do hospital toma um tempo em média de 20 minutos. A Figura 14 ilustra as atividades no processo de resgate de modo sequencia.



Figura 14 - Atividades no processo de resgate

6.3 Modelo III – Análise do número de ambulâncias na região da “Zona Oeste” no município do Rio de Janeiro

Esse estudo focaliza uma área crítica denominada “Zona Oeste”. A razão para esta escolha é pautada pelo fato dessa região contar apenas com um hospital de emergência e um crescimento substancial da população.

Esse modelo será concentrado na avaliação do número adequado de ambulâncias para atender a uma expectativa de crescimento da demanda. Os experimentos utilizam dados fornecidos pelo COGS para realizar a simulação. O Gráfico 11 apresenta o número de solicitações de ambulâncias por região realizadas de agosto a dezembro de 2011.

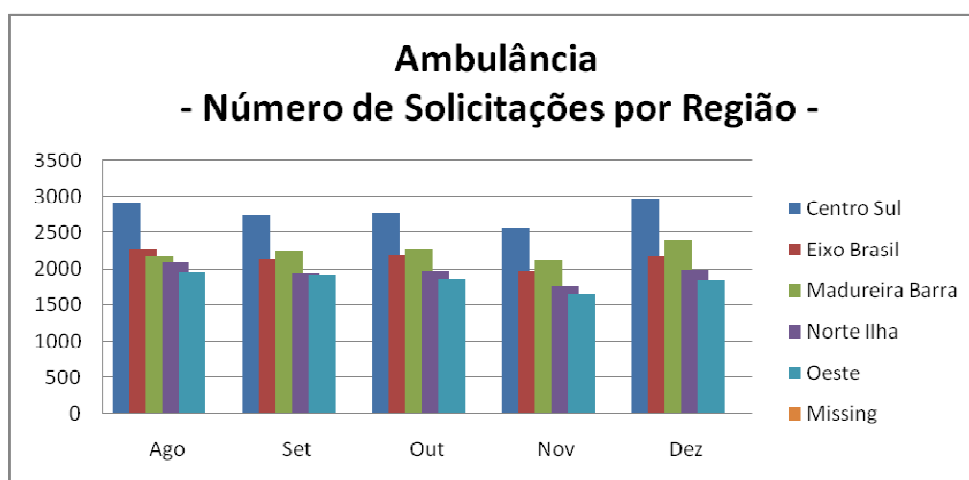


Gráfico 11: Número de solicitações de ambulâncias por região

A região selecionada conta com 10 ambulâncias, sendo 2 avançadas (AV), 3 intermediárias (INT) e 5 básicas (B). É importante ressaltar que a configuração da equipe que atua na ambulância tem suas peculiaridades, necessitando, por exemplo, na ambulância avançada possuir em sua equipe médicos.

A atividade “Solicitação” segue uma distribuição exponencial com média de 23,43 minutos. De acordo com o COGS, o tempo de “Deslocamento” é em média 14 minutos. Segundo Hoeflich (2002), a atividade “cuidados no local” é em média 10 minutos. Após essa atividade 7% dos pacientes são liberados e 93% são removidos para um hospital local. A atividade “Liberação” leva em média 5 minutos e a atividade “Remoção” 8,7 minutos. A atividade “Recepção Hospital” leva em média 20 minutos.

6.4 Modelo IV – Proposta de um sistema integrado de operações e informações

A modelagem é baseada no fluxo dos pacientes desde o atendimento pré-hospitalar até o direcionamento ao hospital de emergência. O estudo procura integrar todos os serviços envolvidos na fase pré-hospitalar e no processo de admissão hospitalar, com vistas a unificar todo o fluxo de informação. O objetivo do estudo é buscar a configuração ideal dos serviços envolvidos, de forma a balancear a demanda e a oferta de serviços, proporcionando um atendimento mais eficiente para todos os pacientes.

O modelo sugerido nesse estudo consiste em uma proposta de melhoria do sistema atual, inserindo serviços públicos que possam contribuir para melhorar o desempenho do sistema. Nesse estudo, são considerados três serviços: central de regulação do GSE/SAMU, a Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro (CET-RIO) e os núcleos internos de regulação dos hospitais públicos de emergências.

A ideia concentra-se em estabelecer uma parceria entre os serviços envolvidos para um melhor tempo de resposta nas solicitações de resgates, a escolha do melhor itinerário para o atendimento em via pública e transporte das vítimas e uma facilitação do encaminhamento dos pacientes para tratamento hospitalar. A CET-RIO controla o trânsito, elabora e divulga relatórios a respeito de acidentes e do fluxo nas vias urbanas, agindo como apoio operacional da Secretaria Municipal de Transportes - SMTR no controle do trânsito na cidade do Rio de Janeiro. Com o uso desse serviço o tempo de deslocamento pode ser reduzido substancialmente. A Figura 15 apresenta a distribuição das câmeras pelo município.

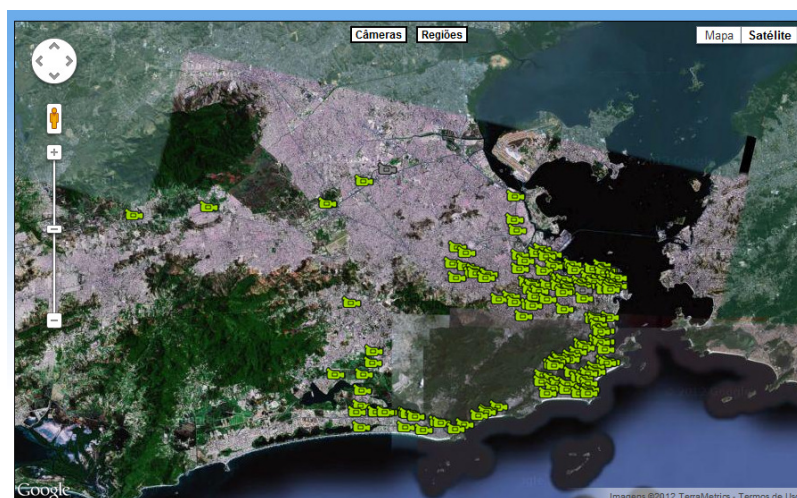


Figura 15: Distribuição das câmeras da CET-RIO

O Núcleo Interno de Regulação (NIR) é um mecanismo proposto para monitorar o censo hospitalar e manter um controle atualizado do número de leitos disponíveis. Esse núcleo se torna importante na medida em que oferece informações, de uma maneira rápida e precisa sobre as condições de atendimento emergencial antes mesmo da chegada da equipe de resgate ao hospital. Isto pode ser considerado como um ponto importante para estabelecer a interface entre o atendimento pré-hospitalar e o hospital. Este fato aponta para a possibilidade de troca de informação entre as equipes envolvidas no resgate e no tratamento hospitalar.

A equipe do GSE/SAMU faz o diagnóstico do paciente e tem condições de classificar o risco. No caminho ao hospital mais próximo, essas informações são enviadas para a equipe do NIR. Assim sendo, as informações a respeito do estado do paciente e a disponibilidade de recursos no hospital certamente poderão ser usadas para reduzir o tempo do serviço. O hospital por sua vez terá todas as informações necessárias para agir rapidamente e verificar a disponibilidade de recursos humanos e materiais antes da chegada da ambulância.

A Figura 16 apresenta o modelo do Sistema Integrado de Operações e Informações. O objetivo desse estudo é melhorar a eficiência e rapidez do serviço de atendimento pré-hospitalar a partir da integração entre os serviços acima descritos. O estudo é feito com os dados e tempos apresentados no modelo III.



Figura 16: Fluxo de atendimento com o Sistema integrado de Operações e Informações

CAPÍTULO 7 - RESULTADOS DO MODELO I – ANÁLISE DO CALL CENTER

O objetivo desse capítulo é apresentar a análise dos resultados obtidos a partir do experimento de simulação do modelo I para os diversos cenários propostos. A análise do modelo acontece de maneira que a configuração selecionada não apresente gargalos no sistema, mesmo em situações que haja variações na demanda.

O resultado da simulação é apresentado por meio de indicadores, que são informações estatísticas fornecidas pelos relatórios do próprio simulador. Esses relatórios são bastante importantes, pois evidenciam o comportamento da simulação no ambiente virtual, possibilitando a visualização pelo gestor dos gargalos e das possíveis alocações dos recursos no processo.

Neste estudo, é utilizado como principais indicadores o tamanho médio e máximo da fila, tempo médio e máximo de espera e a taxa de utilização dos recursos. O tamanho médio e máximo da fila indicam o número médio e máximo de pacientes que estão aguardando atendimento em um determinado processo.

O tempo médio e máximo de espera aponta o intervalo médio e máximo de tempo que uma entidade para ser processada por um recurso. A taxa de utilização indica o percentual de ocupação do recurso em um determinado período.

Ao final deste capítulo são apresentados os resultados de forma consolidada que apontam o comportamento do sistema e a configuração para cada setor a partir dos aumentos gradativos na demanda inicial, comprovando a necessidade de mais recursos humanos e para manter a qualidade do serviço.

7.1 Análise do modelo I para o intervalo entre chegadas inicial

A análise do modelo I envolve a interpretação dos indicadores fornecidos pelo relatório do simulador. Nesta avaliação, é verificado o comportamento do modelo com seu fluxo básico a partir dos dados iniciais. Em seguida, são gerados outros cenários em que as chamadas atendidas são analisadas de acordo com determinados aumentos na demanda, identificando a configuração ideal para suportar aumentos inesperados na demanda em uma situação de catástrofe, por exemplo. Todo o experimento foi desenvolvido para que os recursos realizassem as atividades de maneira que o tamanho da fila e tempo aguardando atendimento fossem o menor possível, porém mantendo uma taxa de utilização que não sobrecarregasse os profissionais.

O foco principal deste estudo é encontrar a configuração adequada dos recursos humanos para cada setor de maneira a manter o equilíbrio entre a oferta e a procura dos serviços, proporcionando mais eficiência nos processos e eficácia nos resultados.

A análise do modelo I é realizada nas atividades que são considerados gargalos do sistema, abrangendo o atendimento do TARM, atendimento do Médico Regulador DESPURG e Despacho de Frota. Esses processos serão igualmente analisados como a finalidade de identificar o tamanho, tempo na fila e taxa de utilização a partir do acréscimo de mais um recurso.

7.1.1 Experimento I – Avaliação do número de TARM

Para o experimento I, foram realizadas ao todo dez rodadas, que evidenciam comportamento do sistema com o uso de um até dez profissionais. A partir da análise dos parâmetros verifica-se que a utilização de quatro atendentes no sistema reduz o tamanho e o tempo médio na fila significativamente, porém o tamanho máximo da fila fica com dez pacientes e o tempo máximo fica 4,96 minutos, o que não é interessante haja vista que esse é o primeiro atendimento de uma série de outros. Ao analisar os indicadores em conjunto, é possível identificar que a configuração adequada para o intervalo entre chegadas inicial é de dez TARM. Essa configuração consegue realizar 2.088 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com quatro pacientes. O tempo máximo na fila fica 0,69 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 29%, conforme a Tabela 5. A configuração selecionada mantém o primeiro atendimento com bastante rapidez e permite uma flexibilidade para acomodar situações em ocorra um aumento inesperado na demanda.

Tabela 5: Resultados gerais no atendimento do TARM para o intervalo entre chegadas inicial

Nº de Atendentes	TARM					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	719	681,21	1368,12	471,47	941,46	99,95
2	1438	323,37	650,10	223,57	446,89	99,91
3	2074	11,32	36,57	7,76	23,91	96,03
4	2086	0,96	10,37	0,67	4,96	72,46
5	2087	0,40	7,03	0,28	2,63	57,99
6	2087	0,23	5,70	0,16	1,75	48,33
7	2087	0,15	4,96	0,10	1,29	41,43
8	2088	0,10	4,50	0,07	1,01	36,25
9	2088	0,08	4,16	0,05	0,82	32,22
10	2088	0,06	3,89	0,04	0,69	29,00

7.1.2 Experimento II – Avaliação do número de Médicos Reguladores (MR)

Após o TARM realizar uma classificação simplificada do quadro clínico descrito pelo paciente/solicitante, as ligações podem ser transferidas ao DESPURG ou para o médico regulador. Para o experimento II, foram realizadas ao todo vinte e cinco rodadas, que evidenciam comportamento do sistema com o uso de um até vinte e cinco profissionais. A partir da análise dos parâmetros verifica-se que a utilização de quinze Médicos no sistema reduz o tamanho e o tempo médio na fila significativamente, porém o tamanho máximo da fila fica com quatro pacientes e o tempo máximo fica 8,09 minutos, o que não é interessante visto que o objetivo é reduzir o tempo do serviço, selecionando uma configuração que seja capaz de atender rapidamente as solicitações.

Ao analisar os indicadores em conjunto, é possível identificar que a configuração adequada para o intervalo entre chegadas inicial é de vinte e dois Médicos Reguladores. Essa configuração consegue realizar 355 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com três pacientes. O tempo médio na fila é de 0,33 e o tempo máximo é de 3,68 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 33,63%, conforme a Tabela 6. Essa configuração foi selecionada pelo fato de ao adicionar mais um recurso o sistema não ter tido um ganho significativo, não justificando o aumento do número de médicos. Além disso, o fluxo encaminhado ao médico regulador representa os pacientes de baixa e média complexidade, ou seja, pacientes que podem aguardar um pouco mais.

Tabela 6: Resultados gerais no atendimento Médico Regulador para o intervalo entre chegadas inicial

Nº de MR	MÉDICOS REGULADORES					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	48	152,89	306,88	616,41	1226,69	99,59
2	95	129,03	259,11	521,51	1041,55	99,59
3	143	105,29	211,51	425,51	850,77	99,56
4	191	81,64	164,14	330,20	661,87	99,51
5	238	58,22	117,11	235,45	471,16	99,39
6	285	35,44	71,48	142,94	285,92	99,06
7	328	15,39	33,06	61,56	130,46	97,62
8	349	4,69	15,37	18,63	55,27	90,91
9	353	1,89	10,04	7,56	31,69	81,65
10	353	1,07	7,78	4,29	21,98	73,67
11	354	0,70	6,55	2,85	16,69	67,04
12	354	0,51	5,77	2,05	13,33	61,50
13	354	0,38	5,23	1,55	11,02	56,79
14	354	0,30	4,79	1,22	9,35	52,75
15	355	0,24	4,45	0,99	8,09	49,24
16	355	0,19	4,13	0,78	6,82	46,22
17	355	0,16	3,95	0,66	6,03	43,50
18	355	0,14	3,71	0,56	5,39	41,09
19	355	0,12	3,57	0,48	4,85	38,93
20	355	0,10	3,46	0,42	4,40	36,99
21	355	0,09	3,32	0,37	4,01	35,23
22	355	0,08	3,21	0,33	3,68	33,63
23	355	0,07	3,10	0,29	3,38	32,17
24	355	0,06	3,02	0,26	3,13	30,83
25	355	0,06	2,94	0,23	2,91	29,60

7.1.3 Experimento III – Avaliação do número de Operadores no Despacho de Frota

Na regulação, o médico avalia o paciente e identifica a necessidade do empenho de uma unidade móvel. Ele solicita ao setor Despacho de Frota para localizar a base mais próxima da vítima e enviar uma unidade móvel ao local da ocorrência. Para o experimento III, foram realizadas ao todo três rodadas, que evidenciam o comportamento do sistema a partir do uso de um até três profissionais. A partir da análise dos parâmetros verifica-se que a utilização de dois Operadores de Frota no sistema reduz o tamanho e o tempo médio na fila significativamente, porém o tamanho máximo da fila fica com cerca de 3 pacientes e o tempo máximo fica 12,13 minutos, o que não é interessante visto que o objetivo é reduzir o tempo do serviço, selecionando uma configuração que seja capaz de atender rapidamente as solicitações e até mesmo em casos de aumentos inesperados na demanda.

Ao analisar os indicadores em conjunto, é possível identificar que a configuração adequada para o intervalo entre chegadas inicial é de três Operadores de Frota. Essa configuração consegue realizar 113 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,02 e o tempo máximo é de 0,80 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 13,98%, conforme a Tabela 7. É importante destacar que esse setor conta com um número reduzido de Operadores porque o atendimento é realizado em uma média de cinco minutos, e o intervalo entre as solicitações é de cerca de doze minutos. Por isso, o empenho de apenas três operadores é suficiente para atender a demanda diária e suportar aumentos no número de solicitações.

Tabela 7: Resultados gerais do Operador de Frota para o intervalo entre chegadas inicial

Nº de OF	OPERADORES DE FROTA					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	113	0,12	2,66	1,53	12,13	41,85
2	113	0,01	1,21	0,13	2,27	20,96
3	113	0,00	1,00	0,02	0,80	13,98

7.1.4 Experimento IV – Avaliação do número de Atendentes no Despacho de Urgência (DESPURG)

No COGS, este setor é composto por profissionais que são técnicos de enfermagem. Eles recebem a ligação direta da TARM identificam a frota disponível, providenciando o despacho imediato da unidade móvel. O controle operacional da frota é realizado por este profissional, juntamente com o sistema operacional GPS. Além de serem monitorados por um Supervisor de Frota (militar). Como esse setor é crítico por atender pacientes classificados como vermelho (pacientes graves) é necessário uma avaliação minuciosa dos parâmetros.

Para o experimento IV, foram realizadas ao todo dez rodadas, que evidenciam comportamento do sistema a partir do uso de um até dez profissionais. A partir da análise dos parâmetros verifica-se que a utilização de três atendentes no sistema reduz o tamanho e o tempo médio na fila significativamente, porém o tamanho máximo da fila fica com cerca de três pacientes e o tempo máximo fica 4,80 minutos, o que não é interessante visto que este setor é crítico e o objetivo é reduzir o tempo do serviço, selecionando uma configuração que seja capaz de atender rapidamente as solicitações e em casos de aumentos inesperados na demanda.

Ao analisar os indicadores em conjunto, é possível identificar que a configuração adequada para o intervalo entre chegadas inicial é de oito atendentes. Essa configuração consegue realizar 271 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com dois pacientes. O tempo médio na fila é de 0,03 e o tempo máximo é de 0,78 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 12,54%, conforme a Tabela 8.

Tabela 8: Resultados gerais no atendimento no DESPURG para o intervalo entre chegadas inicial

Nº de Atendentes	ATENDENTES DESPURG					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	256	8,32	20,34	43,36	100,27	95,16
2	270	0,26	4,36	1,37	10,54	50,07
3	270	0,08	3,11	0,44	4,80	33,41
4	271	0,04	2,55	0,21	2,84	25,07
5	271	0,02	2,21	0,12	1,91	20,06
6	271	0,01	2,01	0,07	1,36	16,72
7	271	0,01	1,80	0,05	1,01	14,33
8	271	0,01	1,59	0,03	0,78	12,54
9	271	0,00	1,40	0,02	0,61	11,15
10	271	0,00	1,21	0,02	0,49	10,03

7.2 Análise do modelo I a partir de reduções no intervalo entre chegadas

Para complementar o estudo são realizados mais alguns experimentos variando a demanda e mantendo os outros parâmetros inalterados. O objetivo é verificar até que ponto a configuração proposta consegue suportar aumentos na demanda e continuar a atender de maneira eficiente as solicitações.

O experimento irá se basear em cinco cenários, nos quais os intervalos entre chegadas das chamadas no sistema são reduzidos em 10%, 20%, 30%, 40% e 50%, obtendo os seguintes intervalos: 0,62, 0,55, 0,48, 0,41 e 0,35 minutos. Vale lembrar que essas sucessivas reduções provocam aumentos no número de chamadas.

7.2.1 Análise do modelo I para uma redução de 10% no intervalo entre chegadas

O atendimento realizado pelo TARM tem uma configuração adequada para uma redução de 10% no intervalo entre chegadas de dez atendentes. Essa configuração consegue realizar 2.322 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com quatro pacientes. O tempo médio na fila é de 0,05 e o tempo máximo é de 0,75 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 32,25%, conforme a Tabela 9.

Tabela 9: Resultados gerais no atendimento do TARM após redução de 10% no intervalo entre chegadas

Nº de Atendentes	TARM - REDUÇÃO DE 10% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	719	800,49	1602,74	497,66	993,91	99,95
2	1439	442,34	884,21	274,98	548,79	99,93
3	2153	88,92	176,55	55,21	109,00	99,70
4	2320	1,67	13,83	1,04	6,69	80,57
5	2321	0,59	8,33	0,37	3,15	64,49
6	2322	0,31	6,54	0,20	2,02	53,75
7	2322	0,20	5,56	0,12	1,46	46,07
8	2322	0,14	4,96	0,09	1,13	40,31
9	2322	0,10	4,56	0,06	0,91	35,84
10	2322	0,08	4,25	0,05	0,75	32,25

O atendimento realizado pelo Médico Regulador tem uma configuração adequada para uma redução de 10% no intervalo entre chegadas de vinte e quatro médicos. Essa configuração consegue realizar 395 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com três pacientes. O tempo médio na fila é de 0,33 e o tempo máximo é de 3,79 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 34,29%, conforme a Tabela 10.

Tabela 10: Resultados gerais no atendimento do Médico Regulador após redução de 10% no intervalo entre chegada

Nº de MR	MÉDICOS REGULADORES - REDUÇÃO DE 10% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	48	172,88	347,11	626,61	1246,95	99,63
2	96	148,99	299,33	541,21	1081,03	99,63
3	143	125,21	251,64	454,84	909,48	99,62
4	191	101,51	204,09	369,08	739,45	99,58
5	239	77,92	156,80	283,33	566,85	99,52
6	286	54,61	109,95	198,35	396,45	99,38
7	332	32,19	65,11	116,57	233,93	98,97
8	373	13,32	29,88	47,86	104,35	97,11
9	390	4,33	15,12	15,46	48,37	90,28
10	393	1,93	10,36	6,93	29,62	81,85
11	394	1,15	8,18	4,13	21,15	74,57
12	394	0,78	6,98	2,81	16,35	68,44
13	394	0,57	6,13	2,06	13,24	63,21
14	395	0,44	5,59	1,59	11,10	58,72
15	395	0,35	5,14	1,26	9,50	54,82
16	395	0,28	4,79	1,03	8,26	51,40
17	395	0,24	4,53	0,86	7,29	48,39
18	395	0,20	4,34	0,73	6,52	45,70
19	395	0,17	4,14	0,62	5,86	43,30
20	395	0,15	3,91	0,54	5,32	41,14
21	395	0,13	3,75	0,47	4,85	39,19
22	395	0,11	3,63	0,42	4,44	37,41
23	395	0,10	3,50	0,37	4,09	35,78
24	395	0,09	3,41	0,33	3,79	34,29
25	395	0,08	3,32	0,30	3,53	32,92

O Operador de Frota tem uma configuração adequada para uma redução de 10% no intervalo entre chegadas de quatro operadores. Essa configuração consegue realizar 127 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,03 e o tempo máximo é de 0,93 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 11,73%, conforme a Tabela 11.

Tabela 11: Resultados gerais do Operador de Frota após redução de 10% no intervalo entre chegadas

Nº de OF	OPERADORES DE FROTA - REDUÇÃO DE 10% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	126	0,21	3,55	2,30	16,66	46,77
2	126	0,03	2,05	0,34	4,21	23,45
3	127	0,01	1,37	0,10	1,80	15,64
4	127	0,00	1,06	0,03	0,93	11,73

O setor DESPURG tem uma configuração adequada para uma redução de 10% no intervalo entre chegadas de nove atendentes. Essa configuração consegue realizar 301 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com dois pacientes. O tempo médio na fila é de 0,04 e o tempo máximo é de 0,83 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 12,41%, conforme a Tabela 12.

Tabela 12: Resultados gerais do DESPURG após redução de 10% no intervalo entre chegadas

Nº de Atendentes	ATENDENTES DESPURG - REDUÇÃO DE 10% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	265	19,07	39,95	90,04	184,28	98,21
2	301	0,37	5,05	1,74	12,19	55,74
3	301	0,11	3,53	0,54	5,46	37,21
4	301	0,06	2,89	0,26	3,27	27,91
5	301	0,03	2,49	0,15	2,25	22,33
6	301	0,02	2,25	0,10	1,66	18,61
7	301	0,01	2,12	0,07	1,28	15,96
8	301	0,01	2,00	0,05	1,02	13,96
9	301	0,01	1,88	0,04	0,83	12,41
10	301	0,01	1,74	0,03	0,69	11,17

7.2.2 Análise do modelo I para uma redução de 20% no intervalo entre chegadas

O atendimento realizado pelo TARM tem uma configuração adequada para uma redução de 20% no intervalo entre chegadas de dez atendentes. Essa configuração consegue realizar 2.617 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com cinco pacientes. O tempo médio na fila é de 0,06 e o tempo máximo é de 0,84 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 36,36%, conforme a Tabela 13.

Tabela 13: Resultados gerais no atendimento do TARM após redução de 20% no intervalo entre chegadas

Nº de Atendentes	TARM - REDUÇÃO DE 20% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	719	947,50	1897,80	522,71	1044,11	99,96
2	1439	589,17	1178,80	325,09	649,15	99,95
3	2157	232,18	462,32	128,17	254,53	99,88
4	2613	4,38	22,91	2,41	11,22	90,73
5	2616	0,97	10,70	0,54	4,09	72,68
6	2617	0,47	7,73	0,26	2,41	60,58
7	2617	0,28	6,42	0,16	1,69	51,93
8	2617	0,19	5,57	0,11	1,28	45,44
9	2617	0,14	5,03	0,08	1,02	40,39
10	2617	0,10	4,64	0,06	0,84	36,36

O atendimento realizado pelo Médico Regulador tem uma configuração adequada para uma redução de 20% no intervalo entre chegadas de vinte e cinco médicos. Essa configuração consegue realizar 445 atendimentos, mantendo no máximo o tamanho da fila com quatro pacientes. O tempo médio na fila é de 0,36 e o tempo máximo é de 3,98 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 37,08%, conforme a Tabela 14.

Tabela 14: Resultados gerais no atendimento do Médico Regulador após redução de 20% no intervalo entre chegadas

Nº de MR	MÉDICOS REGULADORES - REDUÇÃO DE 20% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	48	197,87	397,08	636,45	1266,63	99,66
2	96	173,97	349,24	560,73	1120,16	99,66
3	143	150,17	301,51	484,16	968,18	99,65
4	191	126,42	253,86	408,05	817,27	99,63
5	239	102,74	206,40	331,69	663,54	99,60
6	287	79,21	159,12	255,65	510,84	99,53
7	334	55,95	112,53	180,38	361,03	99,39
8	380	33,63	67,87	108,28	217,15	99,00
9	421	14,64	32,48	46,82	101,63	97,41
10	439	5,04	16,78	16,02	48,48	91,51
11	442	2,27	11,47	7,26	29,91	83,80
12	443	1,35	9,01	4,33	21,47	76,99
13	444	0,92	7,59	2,95	16,70	71,14
14	444	0,67	6,74	2,17	13,61	66,10
15	444	0,52	6,10	1,68	11,42	61,72
16	445	0,41	5,63	1,34	9,81	57,88
17	445	0,34	5,22	1,10	8,56	54,49
18	445	0,28	4,90	0,92	7,57	51,47
19	445	0,24	4,66	0,78	6,76	48,77
20	445	0,21	4,50	0,67	6,11	46,33
21	445	0,18	4,30	0,58	5,55	44,13
22	445	0,16	4,10	0,51	5,07	42,13
23	445	0,14	3,92	0,45	4,66	40,30
24	445	0,12	3,81	0,40	4,29	38,62
25	445	0,11	3,70	0,36	3,98	37,08

O Operador de Frota tem uma configuração adequada para uma redução de 20% no intervalo entre chegadas de quatro operadores. Essa configuração consegue realizar 142 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila um paciente. O tempo médio na fila é de 0,04 e o tempo máximo é de 0,99 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 13,17%, conforme a Tabela 15.

Tabela 15: Resultados gerais do Operador de Frota após redução de 20% no intervalo entre chegadas

Nº de OF	OPERADORES DE FROTA - REDUÇÃO DE 20% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	141	0,29	3,99	2,91	19,27	52,50
2	142	0,04	2,18	0,39	4,60	26,32
3	142	0,01	1,47	0,11	1,93	17,56
4	142	0,00	1,07	0,04	0,99	13,17

O setor DESPURG tem uma configuração adequada para uma redução de 20% no intervalo entre chegadas de nove atendentes. Essa configuração consegue realizar 340 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com dois pacientes. O tempo médio na fila é de 0,04 e o tempo máximo é de 0,90 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 14%, conforme a Tabela 16.

Tabela 16: Resultados gerais do DESPURG após redução de 20% no intervalo entre chegadas

Nº de Atendentes	ATENDENTES DESPURG - REDUÇÃO DE 20% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	267	36,34	74,21	153,11	307,81	99,09
2	339	0,56	6,04	2,33	14,85	62,87
3	340	0,16	3,90	0,66	6,16	41,98
4	340	0,07	3,13	0,31	3,62	31,50
5	340	0,04	2,72	0,18	2,46	25,20
6	340	0,03	2,43	0,11	1,82	21,00
7	340	0,02	2,23	0,08	1,40	18,00
8	340	0,01	2,13	0,06	1,11	15,75
9	340	0,01	1,97	0,04	0,90	14,00
10	340	0,01	1,88	0,03	0,75	12,60

7.2.3 Análise do modelo I para uma redução de 30% no intervalo entre chegadas

O atendimento realizado pelo TARM tem uma configuração adequada para uma redução de 30% no intervalo entre chegadas de dez atendentes. Essa configuração consegue realizar 2.997 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com cinco pacientes. O tempo médio na fila é de 0,07 e o tempo máximo é de 0,96 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 41,62%, conforme a Tabela 17.

Tabela 17: Resultados gerais no atendimento do TARM após redução de 30% no intervalo entre chegadas

Nº de Atendentes	TARM - REDUÇÃO DE 30% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	719	1137,28	2277,13	547,77	1094,36	99,97
2	1439	778,82	1557,87	375,24	749,60	99,96
3	2158	420,94	839,58	202,98	404,36	99,93
4	2868	71,00	141,95	34,14	67,90	99,60
5	2994	2,07	15,99	1,00	6,21	83,19
6	2996	0,79	9,81	0,38	3,12	69,35
7	2996	0,44	7,64	0,21	2,05	59,45
8	2996	0,28	6,57	0,14	1,51	52,02
9	2997	0,20	5,78	0,10	1,18	46,25
10	2997	0,15	5,25	0,07	0,96	41,62
11	2997	0,12	4,86	0,06	0,80	37,84

O atendimento realizado pelo Médico Regulador tem uma configuração adequada para uma redução de 30% no intervalo entre chegadas de vinte e sete médicos. Essa configuração consegue realizar 509 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com quatro pacientes. O tempo médio na fila é de 0,37 e o tempo máximo é de 3,92 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 39,29%, conforme a Tabela 18.

Tabela 18: Resultados gerais no atendimento do Médico Regulador após redução de 30% no intervalo entre chegadas

Nº de MR	MÉDICOS REGULADORES - REDUÇÃO DE 30% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimento	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	48	230,10	461,34	646,27	1286,34	99,69
2	96	206,19	413,48	580,32	1159,55	99,69
3	143	182,37	365,73	513,54	1027,04	99,69
4	191	158,59	317,99	447,13	895,44	99,67
5	239	134,85	270,39	380,35	760,93	99,65
6	287	111,18	222,86	313,59	626,85	99,62
7	334	87,65	175,74	247,19	494,70	99,56
8	382	64,33	128,96	181,43	362,82	99,46
9	428	41,69	83,73	117,55	235,05	99,20
10	472	21,17	44,19	59,44	121,91	98,37
11	499	7,98	22,32	22,18	58,35	94,50
12	505	3,32	14,34	9,24	34,61	87,78
13	507	1,86	10,87	5,20	24,12	81,29
14	508	1,23	8,96	3,45	18,35	75,58
15	508	0,89	7,75	2,50	14,77	70,60
16	508	0,68	6,95	1,91	12,31	66,21
17	509	0,54	6,34	1,52	10,52	62,34
18	509	0,44	5,88	1,24	9,16	58,89
19	509	0,37	5,49	1,03	8,06	55,80
20	509	0,31	5,17	0,88	7,18	53,02
21	509	0,27	4,91	0,75	6,46	50,50
22	509	0,23	4,70	0,65	5,87	48,21
23	509	0,20	4,54	0,57	5,37	46,12
24	509	0,18	4,34	0,51	4,93	44,20
25	509	0,16	4,20	0,45	4,55	42,43
26	509	0,14	4,02	0,41	4,21	40,80
27	509	0,13	3,90	0,37	3,92	39,29

O Operador de Frota tem uma configuração adequada para uma redução de 30% no intervalo entre chegadas de cinco operadores. Essa configuração consegue realizar 163 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,02 e o tempo máximo é de 0,68 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 12,06%, conforme a Tabela 19.

Tabela 19: Resultados gerais do Operador de Frota após redução de 30% no intervalo entre chegadas

Nº de OF	OPERADORES DE FROTA - REDUÇÃO DE 30% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	162	0,46	4,78	3,97	23,36	60,05
2	162	0,06	2,40	0,49	5,32	30,12
3	163	0,02	1,67	0,15	2,26	20,10
4	163	0,01	1,19	0,05	1,16	15,08
5	163	0,00	1,02	0,02	0,68	12,06

O setor DESPURG tem uma configuração adequada para uma redução de 30% no intervalo entre chegadas de dez atendentes. Essa configuração consegue realizar 390 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com dois pacientes. O tempo médio na fila é de 0,04 e o tempo máximo é de 0,82 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 14,43%, conforme a Tabela 20.

Tabela 20: Resultados gerais do DESPURG após redução de 30% no intervalo entre chegadas

Nº de Atendentes	ATENDENTES DESPURG - REDUÇÃO DE 30% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	268	60,35	122,20	222,32	445,69	99,37
2	388	0,97	7,78	3,54	19,48	71,95
3	389	0,23	4,47	0,84	7,18	48,06
4	389	0,10	3,53	0,38	4,12	36,07
5	389	0,06	3,04	0,21	2,76	28,86
6	389	0,04	2,65	0,14	2,02	24,05
7	390	0,03	2,44	0,09	1,55	20,62
8	390	0,02	2,26	0,07	1,23	18,04
9	390	0,01	2,15	0,05	1,00	16,04
10	390	0,01	2,04	0,04	0,82	14,43

7.2.4 Análise do modelo I para uma redução de 40% no intervalo entre chegadas

O atendimento realizado pelo TARM tem uma configuração adequada para uma redução de 40% no intervalo entre chegadas de onze atendentes. Essa configuração consegue realizar 3.509 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com seis pacientes. O tempo médio na fila é de 0,07 e o tempo máximo é de 0,95 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 44,31%, conforme a Tabela 21.

Tabela 21: Resultados gerais no atendimento do TARM após redução de 40% no intervalo entre chegadas

Nº de Atendentes	TARM - REDUÇÃO DE 40% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	719	1391,88	2789,61	572,84	1144,60	99,97
2	1439	1033,33	2070,18	425,43	850,13	99,97
3	2159	675,07	1351,11	278,15	554,94	99,95
4	2877	317,79	634,33	130,92	259,84	99,91
5	3491	15,03	47,53	6,14	18,75	96,99
6	3507	1,77	15,18	0,73	4,90	81,19
7	3508	0,81	10,15	0,33	2,78	69,61
8	3509	0,48	8,11	0,20	1,91	60,92
9	3509	0,33	6,98	0,13	1,45	54,15
10	3509	0,24	6,24	0,10	1,15	48,74
11	3509	0,18	5,71	0,07	0,95	44,31

O atendimento realizado pelo Médico Regulador tem uma configuração adequada para uma redução de 40% no intervalo entre chegadas de trinta médicos. Essa configuração consegue realizar 596 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com quatro pacientes. O tempo médio na fila é de 0,36 e o tempo máximo é de 3,81 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 41,42%, conforme a Tabela 22.

Tabela 22: Resultados gerais no atendimento do Médico Regulador após redução de 40% no intervalo entre chegadas

Nº de MR	MÉDICOS REGULADORES - REDUÇÃO DE 40% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	48	273,33	548,51	656,11	1306,12	99,72
2	96	249,40	500,65	599,95	1198,94	99,72
3	143	225,56	452,85	543,03	1086,16	99,72
4	191	201,76	405,07	486,26	973,67	99,71
5	239	177,98	357,36	429,16	858,67	99,70
6	287	154,24	309,69	372,06	743,93	99,69
7	335	130,55	262,24	314,97	630,44	99,66
8	382	106,96	214,74	258,23	516,37	99,62
9	430	83,49	167,64	201,62	403,09	99,56
10	477	60,41	121,36	145,83	290,36	99,42
11	523	38,22	77,06	92,09	183,23	99,11
12	565	18,74	40,80	44,81	95,50	98,07
13	586	7,51	22,37	17,83	49,88	94,00
14	592	3,47	15,19	8,27	31,51	88,18
15	594	2,06	11,72	4,93	22,67	82,54
16	595	1,40	9,75	3,35	17,58	77,48
17	595	1,03	8,48	2,47	14,32	72,97
18	596	0,80	7,60	1,91	12,08	68,95
19	596	0,64	6,95	1,54	10,42	65,34
20	596	0,53	6,44	1,27	9,14	62,09
21	596	0,44	6,07	1,07	8,12	59,14
22	596	0,38	5,72	0,91	7,27	56,46
23	596	0,33	5,35	0,79	6,57	54,01
24	596	0,29	5,16	0,69	5,98	51,76
25	596	0,25	4,93	0,61	5,49	49,70
26	596	0,22	4,78	0,54	5,07	47,79
27	596	0,20	4,63	0,48	4,70	46,02
28	596	0,18	4,45	0,44	4,37	44,38
29	596	0,16	4,31	0,39	4,08	42,85
30	596	0,15	4,16	0,36	3,81	41,42

O Operador de Frota tem uma configuração adequada para uma redução de 40% no intervalo entre chegadas de cinco operadores. Essa configuração consegue realizar 190 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,03 e o tempo máximo é de 0,83 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 14,13%, conforme a Tabela 23.

Tabela 23: Resultados gerais do Operador de Frota após redução de 40% no intervalo entre chegadas

Nº de OF	OPERADORES DE FROTA - REDUÇÃO DE 40% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	189	0,84	6,26	6,22	31,02	70,23
2	190	0,09	2,79	0,64	6,40	35,28
3	190	0,03	1,97	0,19	2,72	23,54
4	190	0,01	1,41	0,07	1,41	17,66
5	190	0,00	1,08	0,03	0,83	14,13

O setor DESPURG tem uma configuração adequada para uma redução de 40% no intervalo entre chegadas de dez atendentes. Essa configuração consegue realizar 456 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com dois pacientes. O tempo médio na fila é de 0,04 e o tempo máximo é de 0,91 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 16,91%, conforme a Tabela 24.

Tabela 24: Resultados gerais do DESPURG após redução de 40% no intervalo entre chegadas

Nº de Atendentes	ATENDENTES DESPURG - REDUÇÃO DE 40% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	268	93,12	188,43	293,36	587,51	99,52
2	453	2,31	11,82	7,18	30,16	84,00
3	456	0,37	5,43	1,17	8,85	56,30
4	456	0,16	4,03	0,49	4,82	42,25
5	456	0,08	3,38	0,27	3,15	33,81
6	456	0,05	3,00	0,17	2,26	28,18
7	456	0,03	2,65	0,11	1,73	24,16
8	456	0,02	2,46	0,08	1,36	21,14
9	456	0,02	2,28	0,06	1,10	18,79
10	456	0,01	2,17	0,04	0,91	16,91

7.2.5 Análise do modelo I para uma redução de 50% no intervalo entre chegadas

O atendimento realizado pelo TARM tem uma configuração adequada para uma redução de 50% no intervalo entre chegadas de doze atendentes. Essa configuração consegue realizar 4.109 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com seis pacientes. O tempo médio na fila é de 0,08 e o tempo máximo é de 0,96 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 47,56%, conforme a Tabela 25.

Tabela 25: Resultados gerais no atendimento do TARM após redução de 50% no intervalo entre chegadas

Nº de Atendentes	TARM - REDUÇÃO DE 50% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	719	1691,24	3389,93	594,32	1187,69	99,98
2	1439	1332,63	2670,38	468,48	936,34	99,97
3	2159	974,19	1950,87	342,70	684,23	99,97
4	2878	616,08	1232,32	216,72	431,67	99,95
5	3596	259,67	516,80	91,30	180,96	99,90
6	4100	8,77	36,90	3,06	12,13	94,92
7	4108	1,82	15,78	0,64	4,38	81,50
8	4109	0,90	11,07	0,32	2,66	71,33
9	4109	0,55	8,87	0,20	1,87	63,41
10	4109	0,38	7,65	0,13	1,44	57,07
11	4109	0,28	6,84	0,10	1,16	51,89
12	4110	0,22	6,24	0,08	0,96	47,56

O atendimento realizado pelo Médico Regulador tem uma configuração adequada para uma redução de 50% no intervalo entre chegadas de trinta e três médicos. Essa configuração consegue realizar 698 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com cinco pacientes. O tempo médio na fila é de 0,36 e o tempo máximo é de 3,80 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 44,07%, conforme a Tabela 26.

Tabela 26: Resultados gerais no atendimento do Médico Regulador após redução de 50% no intervalo entre chegadas

Nº de MR	MÉDICOS REGULADORES - REDUÇÃO DE 50% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	48	324,11	650,10	664,57	1323,02	99,74
2	96	300,18	602,20	616,81	1232,74	99,74
3	144	276,32	554,39	568,32	1136,85	99,74
4	191	252,50	506,55	519,92	1040,98	99,74
5	239	228,70	458,85	471,11	942,67	99,74
6	287	204,92	411,05	422,37	844,71	99,73
7	335	181,17	363,48	373,51	747,66	99,72
8	383	157,45	315,77	324,84	649,81	99,70
9	430	133,79	268,27	276,18	552,25	99,67
10	478	110,23	220,90	227,58	454,00	99,63
11	526	86,81	173,85	179,15	356,95	99,57
12	573	63,76	127,68	131,45	261,89	99,45
13	619	41,59	83,73	85,65	171,05	99,18
14	661	21,76	46,55	44,57	93,74	98,37
15	685	9,41	26,09	19,15	50,37	95,23
16	693	4,38	17,49	8,92	31,84	90,27
17	695	2,60	13,49	5,30	22,96	85,21
18	696	1,75	11,22	3,59	17,96	80,58
19	697	1,29	9,69	2,65	14,67	76,39
20	697	1,00	8,64	2,06	12,39	72,61
21	697	0,81	7,90	1,66	10,74	69,17
22	697	0,67	7,27	1,38	9,44	66,04
23	697	0,56	6,79	1,16	8,40	63,18
24	698	0,48	6,43	1,00	7,56	60,56
25	698	0,42	6,09	0,86	6,86	58,14
26	698	0,37	5,82	0,76	6,27	55,91
27	698	0,32	5,51	0,67	5,76	53,85
28	698	0,29	5,34	0,60	5,33	51,93
29	698	0,26	5,11	0,53	4,95	50,14
30	698	0,23	4,98	0,48	4,61	48,47
31	698	0,21	4,84	0,44	4,32	46,91
32	698	0,19	4,68	0,40	4,05	45,44
33	698	0,18	4,57	0,36	3,80	44,07

O Operador de Frota tem uma configuração adequada para uma redução de 50% no intervalo entre chegadas de cinco operadores. Essa configuração consegue realizar 223 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,04 e o tempo máximo é de 0,99 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 16,53%, conforme a Tabela 27.

Tabela 27: Resultados gerais do Operador de Frota após redução de 50% no intervalo entre chegadas

Nº de OF	OPERADORES DE FROTA - REDUÇÃO DE 50% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	220	1,87	8,99	11,81	45,29	81,80
2	223	0,13	3,27	0,85	7,72	41,27
3	223	0,04	2,25	0,25	3,24	27,53
4	223	0,02	1,70	0,10	1,69	20,66
5	223	0,01	1,23	0,04	0,99	16,53

O setor DESPURG tem uma configuração adequada para uma redução de 50% no intervalo entre chegadas de onze atendentes. Essa configuração consegue realizar 535 atendimentos, mantendo o tamanho máximo da fila com dois pacientes. O tempo médio na fila é de 0,04 e o tempo máximo é de 0,84 minutos, apresentando uma taxa de utilização de 18,01%, conforme a Tabela 28.

Tabela 28: Resultados gerais do DESPURG após redução de 50% no intervalo entre chegadas

Nº de Atendentes	ATENDENTES DESPURG - REDUÇÃO DE 50% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS					
	Nº de Atendimentos	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Taxa de Utilização %
1	268	131,86	266,07	354,81	710,47	99,61
2	518	10,69	27,04	28,39	69,07	95,96
3	534	0,66	6,95	1,76	11,55	65,91
4	534	0,24	4,77	0,66	5,79	49,48
5	534	0,13	3,90	0,34	3,67	39,59
6	534	0,08	3,36	0,21	2,58	33,00
7	535	0,05	3,00	0,14	1,94	28,29
8	535	0,04	2,68	0,10	1,52	24,75
9	535	0,03	2,47	0,07	1,22	22,00
10	535	0,02	2,30	0,05	1,01	19,81
11	535	0,02	2,17	0,04	0,84	18,01

7.3 Síntese dos resultados do modelo I com variação da demanda

Os resultados fornecidos pelo simulador aponta como se estabelece os indicadores para cada configuração escolhida nos cenários em que o número de atendimentos aumenta no *call center*. A Tabela 29 apresenta o cenário inicial com intervalo entre chegadas de 0,69 minutos para que seja comparado com os resultados obtidos nos cinco cenários propostos. Assim, é possível avaliar o desempenho do sistema e até que ponto a configuração adotada inicialmente suporta aumentos no número de atendimentos.

Tabela 29: Consolidação do modelo I a partir de reduções no intervalo entre chegadas

Parâmetros	Atendimento TARM						Atendimento MR						Atendimento Despacho de Frota						Atendimento DESPURG					
	0,69	0,62	0,55	0,48	0,41	0,35	0,69	0,62	0,55	0,48	0,41	0,35	0,69	0,62	0,55	0,48	0,41	0,35	0,69	0,62	0,55	0,48	0,41	0,35
Chamadas - Intervalo entre chegadas (minutos)	0,69	0,62	0,55	0,48	0,41	0,35	0,69	0,62	0,55	0,48	0,41	0,35	0,69	0,62	0,55	0,48	0,41	0,35	0,69	0,62	0,55	0,48	0,41	0,35
Total de Atendimentos	2088	2322	2617	2997	3509	4110	355	395,2	445,1	509,3	596,4	698,1	113,2	126,6	142,1	162,6	190,5	222,9	270,8	301,5	340,2	389,6	456,5	534,6
Tamanho Médio da Fila	0,06	0,08	0,10	0,15	0,18	0,22	0,08	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Tamanho Máximo da Fila	3,89	4,25	4,64	5,25	5,71	6,24	3,21	3,41	3,70	3,90	4,16	4,57	1,00	1,06	1,07	1,02	1,08	1,23	1,59	1,88	1,97	2,04	2,17	2,17
Tempo Médio na Fila	0,041	0,048	0,058	0,072	0,073	0,077	0,325	0,33	0,36	0,365	0,358	0,365	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,033	0,036	0,042	0,037	0,045	0,04
Tempo Máximo na Fila	0,688	0,755	0,837	0,96	0,951	0,958	3,675	3,792	3,983	3,916	3,813	3,805	0,80	0,93	0,99	0,68	0,83	0,99	0,776	0,83	0,902	0,823	0,91	0,84
Utilização %	29,0	32,3	36,4	41,6	44,3	47,6	33,6	34,3	37,1	39,3	41,4	44,1	14,0	11,7	13,2	12,1	14,1	16,5	12,5	12,4	14,0	14,4	16,9	18,0
Número de Profissionais	10	10	10	10	11	12	22	24	25	27	30	33	3	4	4	5	5	5	8	9	9	10	10	11

No atendimento realizado pelo TARM, é possível notar que a configuração escolhida inicialmente conseguiu atender com a mesma configuração até o cenário que reduz o intervalo entre chegadas em 30%. No cenário com redução de 40% no intervalo entre chegadas, foi necessário adicionar mais um recurso, passando inicialmente de 10 para 11 atendentes. No cenário com redução de 50% no intervalo

entre chegadas, foi necessário adicionar mais dois recursos, passando inicialmente de 10 para 12 atendentes.

É possível observar que o atendimento realizado pelo Médico Regulador é o muito sensível a variações na demanda, até mesmo porque ele utiliza um tempo maior para realizar o atendimento. Logo no primeiro cenário com redução de 10% no intervalo entre chegadas, foi necessário adicionar mais dois recursos passando inicialmente de 22 para 24 atendentes. No cenário com redução de 50% no intervalo entre chegadas, foi necessário adicionar mais onze recursos, passando inicialmente de 22 para 33 atendentes.

Para o atendimento realizado no Despacho de Frota, nos cenários com redução no intervalo entre chegadas de 10% e 20%, foi necessário adicionar mais um recurso, passando inicialmente de 3 para 4 Operadores de Frota. Nos cenários com redução no intervalo entre chegadas de 30%, 40% e 50%, foi necessário adicionar mais dois recursos, passando inicialmente de 3 para 5 Operadores de Frota.

Para o atendimento realizado no DESPURG, nos cenários com redução no intervalo entre chegadas de 10% e 20%, foi necessário adicionar mais um recurso, passando inicialmente de 8 para 9 atendentes. Nos cenários com redução no intervalo entre chegadas de 30% e 40%, foi necessário adicionar mais dois recursos, passando inicialmente de 8 para 10 atendentes. No cenário com redução no intervalo entre chegadas de 50%, foi necessário adicionar mais três recursos, passando inicialmente de 8 para 11 atendentes.

CAPÍTULO 8 - RESULTADOS DO MODELO II E III – ANÁLISE DO NÚMERO DE AMBULÂNCIAS

O objetivo desse capítulo é apresentar a análise dos resultados obtidos a partir do experimento de simulação dos modelos II e III, para os diversos cenários propostos. A análise do modelo acontece de maneira que a configuração selecionada não apresente gargalos no sistema, mesmo em situações que haja variações na demanda. Os resultados da simulação são apresentados através de indicadores citados, conforme capítulo 7.

Ao final deste capítulo são apresentados os resultados consolidados que apontam o comportamento do sistema e a configuração para aumentos gradativos na demanda inicial. A partir dos resultados, avalia-se a necessidade do empenho de mais recursos humanos para manter a qualidade do serviço.

8.1 Análise do modelo II para o intervalo entre chegadas inicial

A análise do modelo II envolve a interpretação dos indicadores fornecidos pelo relatório do simulador. Nesta avaliação, é verificado o comportamento do modelo com seu fluxo básico a partir dos dados iniciais. Em seguida, são gerados diversos cenários com aumentos na demanda, identificando se a configuração adotada consegue suportar aumentos inesperados na demanda. Todo o experimento foi desenvolvido para que os recursos realizassem as atividades de maneira que o tamanho da fila e tempo aguardando atendimento fossem o menor possível, porém mantendo uma taxa de utilização que não sobrecarregasse os profissionais.

O foco principal deste estudo é encontrar a configuração adequada de ambulâncias que possa atender de modo a manter o equilíbrio entre a oferta e a procura dos serviços, proporcionando mais eficiência nos processos.

A análise do modelo II é concentrada no número ideal de ambulâncias para realizar as atividades que compreendem as operações de resgate, tendo como finalidade a identificação do tamanho, tempo na fila, tempo no sistema e taxa de utilização a partir do acréscimo de mais um recurso.

8.1.1 Experimento I – Avaliação do número de ambulâncias no município do Rio de Janeiro

Para o experimento I, foram realizadas ao todo trinta e seis rodadas, que evidenciam o uso de uma até trinta e seis ambulâncias, diferenciando-as por tipos: avançadas, intermediárias e básicas. A Tabela 30 apresenta os resultados consolidados do experimento de simulação para a escolha do número de ambulâncias adequado nas operações de resgate.

Tabela 30: Resultados gerais para análise do número de ambulâncias no município do Rio de Janeiro para o intervalo entre chegadas inicial

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS - MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	28	687	1317	185,84	371,54	657,50	1314,62	99,75	0,00	0,00
2 AV	57	639	1228	171,36	343,10	606,33	1220,21	99,63	0,00	0,00
3 AV	85	589	1134	156,95	314,62	556,48	1122,61	99,50	0,00	0,00
4 AV	113	541	1038	142,62	286,44	505,46	1023,96	99,37	0,00	0,00
5 AV	141	493	942	128,37	258,09	455,89	923,13	99,24	0,00	0,00
6 AV	169	445	845	114,19	229,99	405,71	822,02	99,11	0,00	0,00
7 AV	197	397	749	100,09	202,09	355,85	722,65	98,98	0,00	0,00
8 AV	225	349	653	86,08	174,19	306,13	622,06	98,84	0,00	0,00
9 AV	253	302	557	72,16	146,44	256,78	521,63	98,70	0,00	0,00
9 AV / 1 INT	280	255	462	58,37	118,95	207,53	423,61	98,67	97,31	0,00
9 AV / 2 INT	308	208	369	44,80	91,98	159,15	326,39	98,60	97,06	0,00
9 AV / 3 INT	335	163	281	31,70	65,98	112,33	233,64	98,46	96,55	0,00
9 AV / 4 INT	360	123	201	19,77	43,11	69,74	150,93	98,03	95,36	0,00
9 AV / 5 INT	379	91	144	10,39	26,39	36,46	90,25	96,97	92,13	0,00
9 AV / 6 INT	391	71	110	4,58	17,01	15,96	55,55	95,09	86,08	0,00
9 AV / 7 INT	394	62	92	2,01	12,28	7,02	37,10	92,96	78,38	0,00
9 AV / 8 INT	395	59	83	1,03	9,73	3,58	27,72	91,26	71,00	0,00
9 AV / 9 INT	396	57	76	0,55	7,95	1,92	21,42	90,02	64,57	0,00
9 AV / 10 INT	396	56	72	0,30	6,62	1,05	17,06	89,12	59,01	0,00
9 AV / 11 INT	396	56	69	0,16	5,44	0,57	13,61	88,53	54,16	0,00
9 AV / 12 INT	396	56	66	0,09	4,39	0,32	10,61	88,10	49,99	0,00
9 AV / 13 INT	396	56	63	0,05	3,49	0,17	7,83	87,85	46,33	0,00
9 AV / 14 INT	396	55	61	0,03	2,70	0,09	5,34	87,67	43,13	0,00
9 AV / 15 INT	396	55	59	0,01	2,08	0,05	3,42	87,57	40,32	0,00
9 AV / 16 INT	396	55	57	0,01	1,64	0,02	2,07	87,51	37,84	0,00
9 AV / 17 INT	396	55	57	0,00	1,33	0,01	1,21	87,49	35,63	0,00
9 AV / 18 INT	396	55	56	0,00	1,15	0,00	0,55	87,47	33,66	0,00
9 AV / 18 INT / 1 B	396	55	56	0,00	1,06	0,00	0,23	87,45	33,62	0,72
9 AV / 18 INT / 2 B	396	55	56	0,00	1,03	0,00	0,11	87,44	33,61	0,52
9 AV / 18 INT / 3 B	396	55	55	0,00	1,02	0,00	0,06	87,44	33,61	0,38
9 AV / 18 INT / 4 B	396	55	55	0,00	1,01	0,00	0,03	87,44	33,60	0,30
9 AV / 18 INT / 5 B	396	55	55	0,00	1,00	0,00	0,01	87,44	33,60	0,25

É possível observar que ao selecionar a configuração que contenha nove ambulâncias avançadas e nove intermediárias, o número de resgates diários começa a se estabilizar, ou seja, não é necessário adicionar mais um recurso para que haja um aumento no número de resgates. No entanto, os outros indicadores não se apresentam adequados para garantir a qualidade e rapidez no atendimento às vítimas.

A partir da análise dos parâmetros verifica-se que o empenho de nove ambulâncias avançadas e onze intermediárias no sistema reduz o tamanho e o tempo

médio na fila expressivamente, porém o tamanho máximo da fila fica com cerca de cinco pacientes e o tempo máximo fica 13,61 minutos, o que não é interessante visto que o objetivo é reduzir o tempo de resposta, selecionando uma configuração que seja capaz de atender rapidamente as solicitações e em casos de aumentos inesperados na demanda.

Ao empenhar vinte e sete ambulâncias, sendo nove avançadas e dezoito intermediárias são realizados 396 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo máximo na fila é de 0,55 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada e intermediária em 87,47% e 33,66%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 55 minutos e o tempo máximo é de 56 minutos, conforme a Tabela 30. Diferentemente dos recursos humanos, as ambulâncias podem ter sua taxa de utilização mais alta, porém é necessário deixar um tempo ocioso para a realização de manutenções, higienização, reparos no veículo, trocas de peça etc.

É importante lembrar que os tempos utilizados na operação de resgate desse experimento são para uma situação sem problemas, ou seja, em casos que não considere, por exemplo, congestionamentos no trânsito ou até mesmo a superlotação dos hospitais de emergência.

Os resultados do experimento são importantes para demonstrar como o sistema se comporta nos tempos apresentados como ideais. O estudo também evidencia a necessidade de ter uma integração entre os envolvidos direta e indiretamente na operação de resgate para conseguir reduzir o tempo do serviço, pois o tempo médio no sistema para a configuração escolhida fica em média 55 minutos e no máximo 56 minutos, o que bastante elevado.

8.2 Síntese dos resultados do modelo II com variação da demanda

Para validar a configuração do modelo II é necessário realizar outro experimento variando a demanda e mantendo os outros parâmetros inalterados. O objetivo é verificar a configuração que consegue suportar os aumentos na demanda e continuar a atender de maneira eficiente as solicitações. O experimento irá se basear em cinco cenários, nos quais os intervalos entre chegadas das solicitações no sistema são reduzidos em 5%, 10%, 15%, 20% e 25%, obtendo os seguintes intervalos: 3,43, 3,25, 3,07, 2,89 e 2,71 minutos. Essas sucessivas reduções provocam aumentos no número de solicitações.

A Tabela 31 apresenta o cenário inicial com intervalo entre chegadas de 3,61 minutos para que seja comparado com os resultados obtidos nos cinco cenários

propostos. Assim, é possível avaliar o desempenho do sistema e até que ponto a configuração adotada inicialmente suporta aumentos no número de solicitações. No cenário inicial foram empenhadas vinte e sete ambulâncias, sendo oito avançadas e dezoito intermediárias. O simulador fornece os resultados dos indicadores para cada cenário, mantendo o número de recursos.

Tabela 31: Análise do modelo II a partir de reduções no intervalo entre chegadas inicial sem ajuste nos recursos

PARÂMETROS	AMBULÂNCIAS - MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO					
Solicitações - Intervalo entre chegadas (minutos)	3,61	3,43	3,25	3,07	2,89	2,71
Número de resgates	396	417	439	465	494	527
Tamanho máximo da fila	1,15	1,33	1,68	2,27	3,27	4,69
Tempo máximo na fila	0,57	1,51	3,19	6,35	13,26	27,14
AV - Taxa de Utilização %	87,47	88,40	89,17	89,97	90,89	91,80
INT - Taxa de Utilização %	33,66	37,20	41,16	45,77	50,98	56,92

É possível verificar que os indicadores sofreram alterações significativas a partir da primeira redução no intervalo entre chegadas. No cenário que apresenta uma redução de 5% no intervalo entre chegadas, apesar do tamanho máximo da fila ficar com um paciente, o tempo máximo apresenta um aumento, passando de 0,57 minutos para 1,51 minutos, mantendo a taxa de utilização para as ambulâncias avançadas e intermediárias em 88,40% e 37,20%, respectivamente.

No cenário que apresenta uma redução de 10% no intervalo entre chegadas, o tamanho máximo da fila fica com dois pacientes e o tempo máximo na fila é de 3,19 minutos, mantendo a taxa de utilização para as ambulâncias avançadas e intermediárias em 89,17% e 41,16%, respectivamente. No cenário que apresenta uma redução de 15% no intervalo entre chegadas, o tamanho máximo da fila fica com dois pacientes e o tempo máximo na fila é de 6,35 minutos, mantendo a taxa de utilização para as ambulâncias avançadas e intermediárias em 89,97% e 45,77%, respectivamente.

No cenário que apresenta uma redução de 20% no intervalo entre chegadas, o tamanho máximo da fila fica com três pacientes e o tempo máximo na fila é de 13,26 minutos, mantendo a taxa de utilização para as ambulâncias avançadas e intermediárias em 90,89% e 50,98%, respectivamente. No cenário que apresenta uma redução de 25% no intervalo entre chegadas, o tamanho máximo da fila fica com cinco pacientes e o tempo máximo na fila é de 27,14 minutos, mantendo a taxa de

utilização para as ambulâncias avançadas e intermediárias em 91,80% e 56,92%, respectivamente.

Portanto, há necessidade de redimensionar o número de ambulâncias para que o sistema garanta a qualidade e rapidez no serviço ofertado em todos os cenários. A Tabela 32 apresenta o cenário inicial com intervalo entre chegadas de 3,61 minutos para que seja comparado com os resultados obtidos nos cinco cenários propostos após o redimensionamento das ambulâncias.

Tabela 32: Consolidação do modelo I a partir de reduções no intervalo entre chegadas após ajustes nos recursos

PARÂMETROS	AMBULÂNCIAS - MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO					
	3,61	3,43	3,25	3,07	2,89	2,71
Solicitações - Intervalo entre chegadas (minutos)	3,61	3,43	3,25	3,07	2,89	2,71
Número de resgates	396	417	439	465	494	527
Tamanho máximo da fila	1,15	1,15	1,18	1,22	1,32	1,25
Tempo máximo na fila	0,57	0,54	0,61	0,74	0,93	0,72
Nº de ambulâncias AV	9	9	9	9	9	9
Nº de ambulâncias INT	18	18	18	18	18	18
Nº de ambulâncias B	-	1	2	3	4	6
AV - Taxa de Utilização %	87,47	88,37	89,11	89,85	90,69	91,40
INT - Taxa de Utilização %	33,66	37,14	40,99	45,42	50,24	55,44
B - Taxa de Utilização %	-	1,34	1,79	2,49	3,82	5,09

Os resultados fornecidos pelo simulador indicam que no cenário com redução de 5% no intervalo entre chegadas é necessário adicionar mais uma ambulância básica. Nesse caso, o tamanho máximo da fila fica com um paciente e o tempo máximo na fila é de 0,54 minutos, mantendo a taxa de utilização para as ambulâncias avançadas, intermediárias e básicas em 88,37%, 37,14% e 1,34%, respectivamente.

No cenário que apresenta uma redução de 10% no intervalo entre chegadas, o sistema melhora ao adicionar duas ambulâncias básicas. Nessa situação, o tamanho máximo da fila fica com um paciente e o tempo máximo na fila é de 0,61 minutos, mantendo a taxa de utilização para as ambulâncias avançadas, intermediárias e básicas em 89,11%, 40,99% e 1,79%, respectivamente. No cenário que apresenta uma redução de 15% no intervalo entre chegadas, o sistema melhora ao adicionar três ambulâncias básicas. Nessa situação, o tamanho máximo da fila fica com um paciente e o tempo máximo na fila é de 0,74 minutos, mantendo a taxa de utilização para as ambulâncias avançadas, intermediárias e básicas em 89,85%, 45,42% e 2,49%, respectivamente.

No cenário que apresenta uma redução de 20% no intervalo entre chegadas, o sistema melhora ao adicionar quatro ambulâncias básicas. Nessa situação, o tamanho máximo da fila fica com um paciente e o tempo máximo na fila é de 0,93 minutos, mantendo a taxa de utilização para as ambulâncias avançadas, intermediárias e básicas em 90,69%, 50,24% e 3,82%, respectivamente. No cenário que apresenta uma redução de 25% no intervalo entre chegadas, o sistema melhora ao adicionar seis ambulâncias básicas. Nessa situação, o tamanho máximo da fila fica com um paciente e o tempo máximo na fila é de 0,72 minutos, mantendo a taxa de utilização para as ambulâncias avançadas, intermediárias e básicas em 91,40%, 55,44% e 5,09%, respectivamente.

Os resultados obtidos mostram que o sistema é muito sensível a qualquer aumento na demanda. No cenário com redução de 25% no intervalo entre chegadas, há um aumento de 33% nas solicitações, passando inicialmente de 396 para 527. Nesse caso, para que o sistema tenha um bom desempenho é preciso adicionar a configuração inicial um total de seis ambulâncias, passando a empenhar 33 ambulâncias.

Com o objetivo de ampliar esse estudo é selecionada uma região para realizar outros experimentos, que contemplem além do aumento da demanda outros cenários que possam apoiar na tomada de decisão acerca do dimensionamento de ambulâncias.

8.3 ANÁLISE DO MODELO III

A análise do modelo III envolve a interpretação dos indicadores fornecidos pelo relatório do simulador. Nesta avaliação, é verificado o comportamento do modelo com seu fluxo básico a partir dos dados iniciais. Em seguida, são gerados outros cenários em que as chamadas atendidas são analisadas de acordo com determinados aumentos na demanda, identificando se a configuração adotada consegue suportar aumentos inesperados na demanda. Todo o experimento foi desenvolvido para que os recursos realizassem as atividades de maneira que o tamanho da fila e tempo aguardando atendimento fossem o menor possível, porém mantendo uma taxa de utilização que não sobrecarregasse os profissionais.

O foco principal deste estudo é encontrar a configuração adequada de ambulâncias que possa atender de modo a manter o equilíbrio entre a oferta e a procura dos serviços, proporcionando mais eficiência nos processos e eficácia nos resultados.

A análise do modelo III é concentrada no número ideal de ambulâncias para realizar as atividades que compreendem as operações de resgate, tendo como finalidade a identificação do tamanho, tempo na fila, tempo no sistema e taxa de utilização a partir do acréscimo de mais um recurso.

8.3.1 Análise do modelo III para o intervalo entre chegadas inicial

Para análise do modelo III no intervalo entre chegadas inicial, foram necessárias dez rodadas para verificar o comportamento do sistema a cada adição de uma ambulância. O Gráfico 12 apresenta o número de resgates a cada recurso adicionado. É possível observar que a partir do empenho de três ambulâncias o número de resgates se estabiliza, ou seja, não é necessário adicionar mais recursos para aumentar o número de atendimentos.

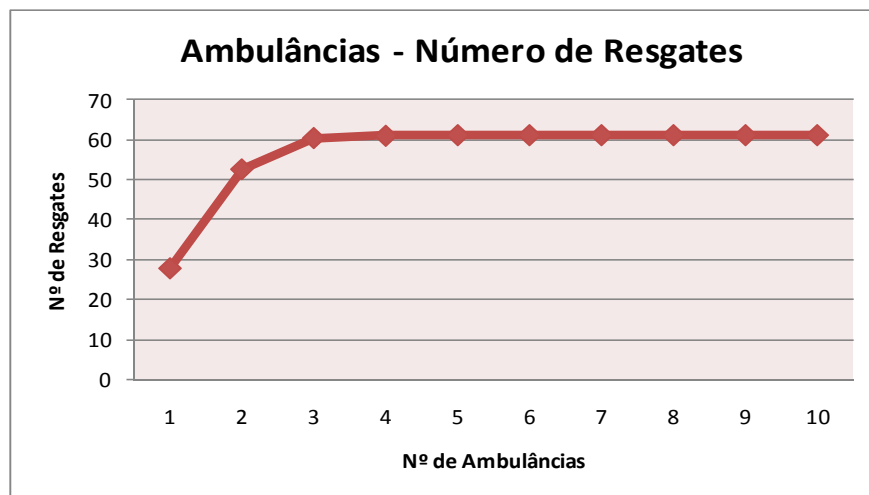


Gráfico 12: Número de Resgates na “Zona Oeste”

O Gráfico 13 apresenta o tamanho médio e máximo da fila. Observa-se que há uma redução significativa no tamanho médio e máximo da fila a partir do empenho de três ambulâncias.

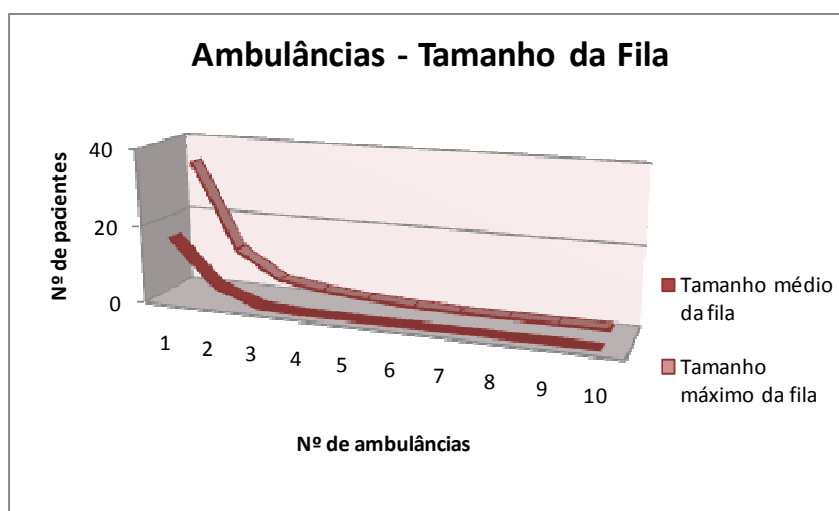


Gráfico 13: Tamanho da fila para solicitação de ambulância na “Zona Oeste”

O Gráfico 14 apresenta o tempo médio e máximo na fila. Observa-se que há uma redução significativa no tamanho médio e máximo da fila a partir do empenho de três ambulâncias.

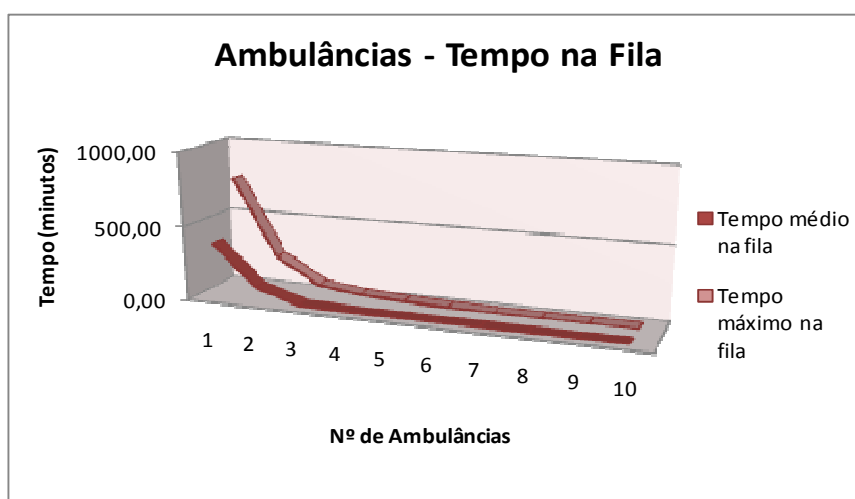


Gráfico 14: Tempo na fila para solicitação de ambulância na “Zona Oeste”

A Tabela 33 apresenta os resultados obtidos com os experimentos de simulação de forma consolidada para análise dos indicadores em conjunto. A partir da análise dos parâmetros verifica-se que o empenho de duas ambulâncias avançadas e uma intermediária no sistema reduz o tamanho médio da fila expressivamente, porém o tempo médio na fila 14,76 minutos, o que não é interessante visto que o objetivo é reduzir o tempo de resposta, selecionando uma configuração que seja capaz de atender rapidamente as solicitações e em casos de aumentos inesperados na demanda.

Os resultados apontam que ao serem empenhadas oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas, o tamanho máximo da fila fica com um paciente e o tempo máximo é de 0,49 minutos, mantendo a taxa de utilização das ambulâncias avançadas, intermediárias e básicas em 61,95%, 27,19% e 3,33%, respectivamente. Portanto, o experimento aponta que sem anormalidades no serviço de atendimento pré-hospitalar o sistema consegue atender com rapidez ao empenhar oito ambulâncias.

Tabela 33: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste”

Nº de UMs	AMBULÂNCIAS - ZONA OESTE									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	28	419	784	16,83	34,31	379,32	760,80	98,00	0,00	0,00
2 AV	53	159	287	4,86	11,57	106,67	239,39	92,57	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	70	122	0,69	4,57	14,76	68,04	76,20	60,26	0,00
2 AV / 2 INT	61	59	86	0,15	2,88	3,25	32,13	67,26	40,19	0,00
2 AV / 3 INT	61	56	71	0,04	1,86	0,83	16,17	63,73	29,28	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	56	61	0,01	1,30	0,22	6,37	62,52	27,84	6,85
2 AV / 3 INT / 2 B	61	55	57	0,00	1,08	0,05	1,66	62,14	27,29	4,64
2 AV / 3 INT / 3 B	61	55	56	0,00	1,03	0,01	0,49	61,95	27,19	3,33
2 AV / 3 INT / 4 B	61	55	55	0,00	1,00	0,00	0,07	61,94	27,14	2,54
2 AV / 3 INT / 5 B	61	55	55	0,00	1,00	0,00	0,02	61,93	27,13	2,04

A configuração adotada se apresenta com um pouco de capacidade ociosa, mas é importante lembrar que essa simulação não considera situações em que a demanda diária aumente inesperadamente ou que haja algum aumento nos tempos de operação. Os próximos experimentos fornecem cinco cenários nas seguintes situações: aumento no número de solicitações, no tempo de deslocamento e no tempo de recepção do hospital. O objetivo é avaliar o número ideal de ambulâncias para cada situação proposta, de modo que a configuração mantenha a rapidez no sistema de resgate.

8.4 Análise do modelo III a partir de reduções no intervalo entre chegadas

Neste experimento é verificado o impacto gerado no número de solicitações de resgate a partir de reduções no intervalo entre chegadas, mantendo os outros indicadores inalterados. O objetivo dessa simulação é verificar o comportamento do sistema a cada cenário de aumento na demanda, avaliando a necessidade do empenho de mais ambulâncias.

O Gráfico 15 expõe o número de solicitações de ambulâncias na “Zona Oeste” para cada intervalo entre chegadas, começando com o inicial que é de 23,43 minutos.

Pode-se verificar como o sistema responde a uma redução progressiva de 10% neste intervalo.

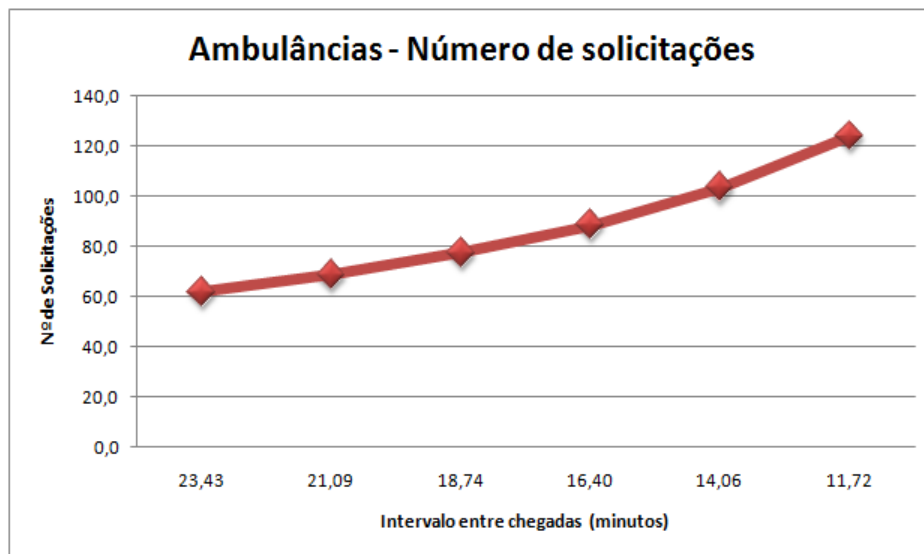


Gráfico 15: Número de solicitações de ambulâncias na “Zona Oeste”

8.4.1 Análise do modelo III para uma redução de 10% no intervalo entre chegadas

Para uma redução de 10% no intervalo entre chegadas, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 68 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,02 e o tempo máximo é de 0,88 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 64,89%, 31,42% e 4,88%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 55 minutos e o tempo máximo é de 56 minutos, conforme a Tabela 34.

Tabela 34: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” após redução de 10% no intervalo entre chegadas

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 10% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	28	449	845	20,18	40,74	410,66	822,98	98,31	0,00	0,00
2 AV	54	199	358	7,41	16,18	148,38	314,29	95,18	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	67	78	140	1,19	5,73	23,29	87,01	81,99	69,95	0,00
2 AV / 2 INT	68	60	93	0,25	3,43	4,90	38,73	71,69	47,22	0,00
2 AV / 3 INT	68	57	75	0,07	2,26	1,30	20,82	67,39	34,56	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	68	56	65	0,02	1,52	0,36	9,65	65,70	32,48	9,80
2 AV / 3 INT/ 2 B	68	55	58	0,00	1,15	0,09	3,29	65,14	31,67	6,69
2 AV / 3 INT/ 3 B	68	55	56	0,00	1,05	0,02	0,88	64,89	31,42	4,88
2 AV / 3 INT/ 4 B	68	55	56	0,00	1,01	0,01	0,26	64,86	31,36	3,72
2 AV / 3 INT/ 5 B	68	55	55	0,00	1,00	0,00	0,07	64,84	31,33	3,00

8.4.2 Análise do modelo III para uma redução de 20% no intervalo entre chegadas

Para uma redução de 20% no intervalo entre chegadas, é necessário o empenho de nove ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e quatro básicas. Essa configuração consegue realizar 77 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,53 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 68,26%, 36,74% e 5,68%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 55 minutos e o tempo máximo é de 56 minutos, conforme a Tabela 35.

Tabela 35: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” após redução de 20% no intervalo entre chegadas

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 20% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	28	480	905	24,42	49,60	442,99	887,29	98,57	0,00	0,00
2 AV	55	247	451	11,10	23,39	199,46	411,93	96,77	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	73	96	172	2,37	7,92	41,30	119,53	88,34	80,46	0,00
2 AV / 2 INT	76	63	103	0,46	4,32	7,91	48,57	77,04	56,65	0,00
2 AV / 3 INT	77	58	81	0,12	2,88	2,16	26,85	71,73	41,83	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	77	56	69	0,04	1,93	0,64	14,25	69,42	38,73	14,28
2 AV / 3 INT/ 2 B	77	56	61	0,01	1,33	0,18	6,17	68,66	37,39	9,96
2 AV / 3 INT/ 3 B	77	55	57	0,00	1,10	0,05	1,84	68,35	36,89	7,36
2 AV / 3 INT/ 4 B	77	55	56	0,00	1,03	0,01	0,53	68,26	36,74	5,68
2 AV / 3 INT/ 5 B	77	55	56	0,00	1,01	0,00	0,16	68,24	36,70	4,58

8.4.3 Análise do modelo III para uma redução de 30% no intervalo entre chegadas

Para uma redução de 30% no intervalo entre chegadas, é necessário o empenho de dez ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e cinco básicas. Essa configuração consegue realizar 88 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,45 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 71,29%, 43,09% e 7,28%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 55 minutos e o tempo máximo é de 56 minutos, conforme a Tabela 36.

Tabela 36: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” após redução de 30% no intervalo entre chegadas

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 30% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	28	512	968	29,90	60,50	475,38	951,74	98,79	0,00	0,00
2 AV	56	302	558	16,22	33,59	256,66	523,69	97,67	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	79	131	233	5,07	12,87	78,08	184,21	93,87	89,44	0,00
2 AV / 2 INT	86	70	120	0,97	5,83	14,78	66,53	83,28	68,56	0,00
2 AV / 3 INT	87	59	89	0,26	3,80	3,92	35,05	76,53	51,41	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	88	57	76	0,08	2,63	1,23	20,92	73,38	46,57	21,48
2 AV / 3 INT / 2 B	88	56	66	0,03	1,76	0,39	11,06	72,01	44,49	15,34
2 AV / 3 INT / 3 B	88	56	59	0,01	1,31	0,11	4,23	71,59	43,54	11,48
2 AV / 3 INT / 4 B	88	55	57	0,00	1,11	0,03	1,37	71,37	43,22	8,96
2 AV / 3 INT / 5 B	88	55	56	0,00	1,04	0,01	0,45	71,29	43,09	7,28

8.4.5 Análise do modelo III para uma redução de 40% no intervalo entre chegadas

Para uma redução de 40% no intervalo entre chegadas, é necessário o empenho de onze ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e seis básicas. Essa configuração consegue realizar 102 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,42 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 74,65%, 50,22% e 9,96%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 55 minutos e o tempo máximo é de 56 minutos, conforme a Tabela 37.

Tabela 37: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” após redução de 40% no intervalo entre chegadas

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 40% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	28	543	1031	37,23	75,23	508,15	1016,87	98,99	0,00	0,00
2 AV	56	360	673	23,30	47,72	317,54	643,87	98,24	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	82	191	341	10,49	22,85	140,86	297,11	97,12	94,76	0,00
2 AV / 2 INT	99	89	158	2,61	9,13	34,27	105,05	90,65	82,34	0,00
2 AV / 3 INT	102	63	103	0,60	5,27	7,97	48,00	82,53	64,09	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	102	58	83	0,19	3,63	2,52	28,61	78,20	56,52	33,06
2 AV / 3 INT/ 2 B	102	56	72	0,06	2,53	0,84	17,44	76,20	52,91	24,20
2 AV / 3 INT/ 3 B	102	56	64	0,02	1,72	0,28	8,81	75,34	51,27	18,39
2 AV / 3 INT/ 4 B	102	55	59	0,01	1,28	0,09	3,64	74,87	50,62	14,53
2 AV / 3 INT/ 5 B	102	55	57	0,00	1,10	0,03	1,28	74,69	50,33	11,86
2 AV / 3 INT/ 6 B	102	55	56	0,00	1,04	0,01	0,42	74,65	50,22	9,96

8.4.5 Análise do modelo III para uma redução de 50% no intervalo entre chegadas

Para uma redução de 50% no intervalo entre chegadas, é necessário o empenho de doze ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e sete básicas. Essa configuração consegue realizar 123 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,63 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 78,21%, 58,30% e 14,23%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 55 minutos e o tempo máximo é de 56 minutos, conforme a Tabela 38.

Tabela 38: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” após redução de 50% no intervalo entre chegadas

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 50% NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	28	575	1094	47,50	95,56	541,29	1083,16	99,18	0,00	0,00
2 AV	56	421	794	33,40	67,74	380,56	769,13	98,66	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	84	271	496	19,81	40,83	224,58	459,15	98,35	96,86	0,00
2 AV / 2 INT	108	142	252	8,05	18,70	89,78	203,12	96,52	93,25	0,00
2 AV / 3 INT	120	78	135	2,05	8,63	22,56	81,19	90,45	80,21	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	122	62	97	0,56	5,47	6,26	42,68	84,60	69,49	51,21
2 AV / 3 INT/ 2 B	122	58	82	0,20	3,90	2,20	26,93	81,39	63,82	38,01
2 AV / 3 INT/ 3 B	123	56	72	0,07	2,75	0,80	17,05	79,64	60,79	29,67
2 AV / 3 INT/ 4 B	123	56	65	0,03	1,94	0,29	9,47	78,80	59,35	23,80
2 AV / 3 INT/ 5 B	123	56	60	0,01	1,44	0,10	4,43	78,41	58,72	19,59
2 AV / 3 INT/ 6 B	123	55	57	0,00	1,17	0,03	1,83	78,26	58,43	16,52
2 AV / 3 INT/ 7 B	123	55	56	0,00	1,06	0,01	0,63	78,21	58,30	14,23

8.5 Análise do modelo III para aumentos no tempo de deslocamento

Nesse experimento é verificado o impacto gerado no número de ambulâncias a partir de aumentos no tempo de resgate, mantendo o número de solicitações diárias inalteradas. O objetivo dessa simulação é verificar comportamento do sistema a cada

acréscimo no tempo deslocamento ocasionado, por exemplo, por congestionamentos no trânsito ou dificuldade de acesso ao local da ocorrência.

8.5.1 Análise do modelo III para um aumento de 10% no tempo de deslocamento

Para um aumento de 10% no tempo de deslocamento, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,57 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 62,70%, 28,27% e 3,69%, respectivamente. O tempo médio e máximo no sistema é de 57 minutos, conforme a Tabela 39.

Tabela 39: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” para um aumento de 10% no tempo de deslocamento

Nº de UMT	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - AUMENTO DE 10% NO TEMPO DE DESLOCAMENTO									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	27	428	800	17,18	35,05	387,32	776,87	98,03	0,00	0,00
2 AV	52	170	307	5,33	12,37	117,29	258,42	93,26	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	60	73	128	0,78	4,76	16,82	73,29	77,66	62,62	0,00
2 AV / 2 INT	61	60	90	0,17	2,99	3,69	34,24	68,38	41,93	0,00
2 AV / 3 INT	61	58	73	0,04	1,93	0,96	17,57	64,60	30,63	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	61	57	63	0,01	1,34	0,25	7,17	63,31	29,01	7,57
2 AV / 3 INT/ 2 B	61	57	59	0,00	1,10	0,06	1,96	62,88	28,42	5,11
2 AV / 3 INT/ 3 B	61	57	57	0,00	1,03	0,01	0,57	62,70	28,27	3,69
2 AV / 3 INT/ 4 B	61	57	57	0,00	1,00	0,00	0,10	62,69	28,21	2,82
2 AV / 3 INT/ 5 B	61	57	57	0,00	1,00	0,00	0,02	62,67	28,20	2,27

8.5.2 Análise do modelo III para um aumento de 20% no tempo de deslocamento

Para um aumento de 20% no tempo de deslocamento, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,02 e o tempo máximo é de 0,66 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 63,35%, 29,38% e 4,07%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 58 minutos e o tempo máximo é de 59 minutos, conforme a Tabela 40.

Tabela 40: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” para um aumento de 20% no tempo de deslocamento

Nº de UM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - AUMENTO DE 20% NO TEMPO DE DESLOCAMENTO									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	26	436	814	17,52	35,71	394,33	790,86	98,07	0,00	0,00
2 AV	51	182	326	5,80	13,22	127,96	277,80	93,84	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	60	77	135	0,89	5,03	19,18	78,98	79,09	64,92	0,00
2 AV / 2 INT	61	62	93	0,19	3,10	4,19	36,47	69,42	43,72	0,00
2 AV / 3 INT	61	59	76	0,05	2,00	1,10	19,03	65,50	31,95	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	61	58	66	0,01	1,39	0,29	8,00	64,07	30,19	8,29
2 AV / 3 INT/ 2 B	61	58	60	0,00	1,11	0,07	2,31	63,57	29,57	5,61
2 AV / 3 INT/ 3 B	61	58	59	0,00	1,03	0,02	0,66	63,35	29,38	4,07
2 AV / 3 INT/ 4 B	61	58	58	0,00	1,00	0,00	0,14	63,34	29,32	3,11
2 AV / 3 INT/ 5 B	61	58	58	0,00	1,00	0,00	0,03	63,32	29,30	2,51

8.5.3 Análise do modelo III para um aumento de 30% no tempo de deslocamento

Para um aumento de 30% no tempo de deslocamento, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,75 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 64,08%, 30,40% e 4,50%, respectivamente. O tempo médio e máximo no sistema é de 60 minutos, conforme a Tabela 41.

Tabela 41: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” para um aumento de 30% no tempo de deslocamento

Nº de UM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - AUMENTO DE 30% NO TEMPO DE DESLOCAMENTO									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	26	444	829	17,84	36,35	402,04	805,71	98,10	0,00	0,00
2 AV	50	193	346	6,27	14,08	138,50	297,55	94,31	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	60	81	142	1,02	5,29	21,86	84,94	80,37	67,39	0,00
2 AV / 2 INT	61	64	97	0,22	3,22	4,74	38,78	70,52	45,45	0,00
2 AV / 3 INT	61	61	79	0,06	2,11	1,25	20,52	66,42	33,26	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	61	60	68	0,02	1,45	0,34	8,89	64,80	31,36	9,11
2 AV / 3 INT/ 2 B	61	60	62	0,00	1,13	0,08	2,72	64,31	30,62	6,18
2 AV / 3 INT/ 3 B	61	60	60	0,00	1,05	0,02	0,75	64,08	30,40	4,50
2 AV / 3 INT/ 4 B	61	60	60	0,00	1,01	0,00	0,19	64,05	30,33	3,44
2 AV / 3 INT/ 5 B	61	60	60	0,00	1,00	0,00	0,04	64,02	30,32	2,77

8.5.4 Análise do modelo III para um aumento de 40% no tempo de deslocamento

Para um aumento de 40% no tempo de deslocamento, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,02 e o tempo máximo

é de 0,87 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 64,88%, 31,40% e 4,89%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 61 minutos e o tempo máximo é de 62 minutos, conforme a Tabela 42.

Tabela 42: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” para um aumento de 40% no tempo de deslocamento

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - AUMENTO DE 40% NO TEMPO DE DESLOCAMENTO									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	25	451	843	18,14	36,95	408,62	819,10	98,12	0,00	0,00
2 AV	48	204	366	6,73	14,92	149,16	317,28	94,71	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	60	86	150	1,16	5,53	24,89	91,29	81,70	69,58	0,00
2 AV / 2 INT	61	66	101	0,25	3,31	5,32	41,19	71,67	47,13	0,00
2 AV / 3 INT	61	62	82	0,07	2,18	1,42	22,04	67,41	34,51	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	61	70	0,02	1,49	0,39	9,83	65,68	32,48	9,78
2 AV / 3 INT / 2 B	61	61	64	0,00	1,14	0,10	3,18	65,14	31,68	6,67
2 AV / 3 INT / 3 B	61	61	62	0,00	1,05	0,02	0,87	64,88	31,40	4,89
2 AV / 3 INT / 4 B	61	61	61	0,00	1,01	0,01	0,23	64,86	31,33	3,74
2 AV / 3 INT / 5 B	61	61	61	0,00	1,00	0,00	0,05	64,84	31,30	3,01

8.5.5 Análise do modelo III para um aumento de 50% no tempo de deslocamento

Para um aumento de 50% no tempo de deslocamento, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e seis básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho médio e máximo da fila com 0 e 1 paciente, respectivamente. O tempo médio na fila é de 0,03 e o tempo máximo é de 1 minuto, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 65,50%, 32,50% e 5,31%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 62 minutos e o tempo máximo é de 63 minutos, conforme a Tabela 43.

Tabela 43: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” para um aumento de 50% no tempo de deslocamento

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - AUMENTO DE 50% NO TEMPO DE DESLOCAMENTO									
	Número de resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	25	458	854	18,43	37,53	414,75	831,07	98,15	0,00	0,00
2 AV	47	215	385	7,19	15,74	159,48	336,90	95,05	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	59	90	158	1,32	5,79	28,33	98,42	82,94	71,76	0,00
2 AV / 2 INT	61	68	105	0,28	3,43	5,95	43,74	72,58	49,03	0,00
2 AV / 3 INT	61	64	85	0,07	2,27	1,60	23,58	68,09	35,97	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	63	72	0,02	1,55	0,45	10,82	66,33	33,72	10,52
2 AV / 3 INT / 2 B	61	63	66	0,01	1,17	0,12	3,68	65,77	32,81	7,22
2 AV / 3 INT / 3 B	61	62	63	0,00	1,05	0,03	1,00	65,50	32,50	5,31
2 AV / 3 INT / 4 B	61	62	63	0,00	1,02	0,01	0,29	65,46	32,41	4,07
2 AV / 3 INT / 5 B	61	62	62	0,00	1,00	0,00	0,06	65,44	32,39	3,28

8.6 Análises do modelo III para aumentos no tempo de recepção do hospital

Nesse experimento é verificado o impacto gerado no número de ambulâncias a partir de aumentos no tempo no tempo de recepção do hospital, mantendo o número de solicitações diárias inalteradas. O objetivo dessa simulação é verificar comportamento do sistema a cada acréscimo no tempo em que a ambulância e o material ficam retidos no hospital, podendo ser ocasionado pela superlotação nos hospitais.

8.6.1 Análise do modelo III para um aumento de 10% no tempo de recepção do hospital

Para um aumento de 10% no tempo de recepção do hospital, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente e o tempo máximo na fila é de 0,58 minutos. Para essa configuração a taxa de utilização das ambulâncias avançadas, intermediárias e básicas ficam em 62,96%, 28,60% e 3,82%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 57 minutos e no máximo 58 minutos, conforme a Tabela 44.

Tabela 44: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” para um aumento de 10% no tempo de recepção do hospital

Nº de UM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - AUMENTO DE 10% NO TEMPO DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no Sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	27	431	806	17,29	35,25	389,95	782,76	98,04	0,00	0,00
2 AV	51	174	314	5,49	12,69	120,80	264,92	93,45	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	60	75	131	0,82	4,86	17,59	75,26	78,14	63,35	0,00
2 AV / 2 INT	61	61	91	0,18	3,02	3,86	35,01	68,79	42,45	0,00
2 AV / 3 INT	61	58	74	0,05	1,94	1,00	18,04	64,93	31,04	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	58	64	0,01	1,34	0,27	7,45	63,60	29,35	7,86
2 AV / 3 INT / 2 B	61	57	59	0,00	1,10	0,06	2,08	63,15	28,76	5,29
2 AV / 3 INT / 3 B	61	57	58	0,00	1,03	0,01	0,58	62,96	28,60	3,82
2 AV / 3 INT / 4 B	61	57	58	0,00	1,00	0,00	0,12	62,95	28,54	2,91
2 AV / 3 INT / 5 B	61	57	57	0,00	1,00	0,00	0,03	62,93	28,53	2,34

8.6.2 Análise do modelo III para um aumento de 20% no tempo de recepção do hospital

Para um aumento de 20% no tempo de recepção do hospital, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três

básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente e o tempo máximo na fila é de 0,68 minutos. Para essa configuração a taxa de utilização das ambulâncias avançadas, intermediárias e básicas ficam em 63,83%, 30,05% e 4,35%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 59 minutos e no máximo 60 minutos, conforme a Tabela 45.

Tabela 45: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” para um aumento de 20% no tempo de recepção do hospital

N de UM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - AUMENTO DE 20% NO TEMPO DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no Sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	26	442	824	17,73	36,13	399,30	800,09	98,08	0,00	0,00
2 AV	50	189	340	6,11	13,75	134,94	291,13	94,13	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	60	80	140	0,97	5,23	20,97	83,21	79,93	66,51	0,00
2 AV / 2 INT	61	64	96	0,21	3,16	4,56	38,08	70,10	44,89	0,00
2 AV / 3 INT	61	61	78	0,06	2,06	1,19	19,99	66,05	32,84	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	60	67	0,02	1,41	0,32	8,62	64,49	31,00	8,80
2 AV / 3 INT / 2 B	61	59	62	0,00	1,11	0,08	2,59	64,05	30,25	6,00
2 AV / 3 INT / 3 B	61	59	60	0,00	1,05	0,02	0,68	63,83	30,05	4,35
2 AV / 3 INT / 4 B	61	59	60	0,00	1,01	0,00	0,18	63,81	29,98	3,32
2 AV / 3 INT / 5 B	61	59	59	0,00	1,00	0,00	0,04	63,78	29,97	2,67

8.6.3 Análise do modelo III para um aumento de 30% no tempo de recepção do hospital

Para um aumento de 30% no tempo de recepção do hospital, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente e o tempo máximo na fila é de 0,82 minutos. Para essa configuração a taxa de utilização das ambulâncias avançadas, intermediárias e básicas ficam em 64,86%, 31,40% e 4,87%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 61 minutos e no máximo 62 minutos, conforme a Tabela 46.

Tabela 46: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” para um aumento de 30% no tempo de recepção do hospital

N de UM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - AUMENTO DE 30% NO TEMPO DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no Sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	25	451	841	18,14	36,96	408,10	817,61	98,12	0,00	0,00
2 AV	49	204	367	6,73	14,92	149,07	317,72	94,68	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	60	86	151	1,16	5,51	24,96	91,88	81,66	69,54	0,00
2 AV / 2 INT	61	67	101	0,25	3,29	5,33	41,31	71,56	47,18	0,00
2 AV / 3 INT	61	63	82	0,07	2,16	1,41	21,99	67,34	34,52	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	62	71	0,02	1,47	0,39	9,88	65,62	32,49	9,75
2 AV / 3 INT / 2 B	61	61	64	0,00	1,13	0,10	3,20	65,11	31,63	6,70
2 AV / 3 INT / 3 B	61	61	62	0,00	1,05	0,02	0,82	64,86	31,40	4,87
2 AV / 3 INT / 4 B	61	61	62	0,00	1,01	0,01	0,24	64,82	31,35	3,72
2 AV / 3 INT / 5 B	61	61	61	0,00	1,00	0,00	0,05	64,80	31,32	3,00

8.6.4 Análise do modelo III para um aumento de 40% no tempo de recepção do hospital

Para um aumento de 40% no tempo de recepção do hospital, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente e o tempo máximo na fila é de 1 minuto. Para essa configuração a taxa de utilização das ambulâncias avançadas, intermediárias e básicas ficam em 65,80%, 32,73% e 5,47%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 63 minutos e no máximo 64 minutos, conforme a Tabela 47.

Tabela 47: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” para um aumento de 40% no tempo de recepção do hospital

Nº de UM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - AUMENTO DE 40% NO TEMPO DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no Sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	24	461	859	18,52	37,68	417,25	836,39	98,14	0,00	0,00
2 AV	47	219	392	7,33	16,02	162,54	344,02	95,11	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	60	92	162	1,38	5,89	29,61	101,69	83,39	72,15	0,00
2 AV / 2 INT	61	70	107	0,29	3,48	6,21	44,75	72,92	49,54	0,00
2 AV / 3 INT	61	65	86	0,08	2,30	1,67	24,04	68,40	36,35	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	64	74	0,02	1,56	0,47	11,24	66,61	34,05	10,74
2 AV / 3 INT / 2 B	61	64	67	0,01	1,17	0,12	3,88	66,07	33,06	7,43
2 AV / 3 INT / 3 B	61	63	64	0,00	1,05	0,03	1,00	65,80	32,73	5,47
2 AV / 3 INT / 4 B	61	63	64	0,00	1,02	0,01	0,30	65,73	32,66	4,20
2 AV / 3 INT / 5 B	61	63	63	0,00	1,00	0,00	0,07	65,71	32,64	3,38

8.6.5 Análise do modelo III para um aumento de 50% no tempo de recepção do hospital

Para um aumento de 50% no tempo de recepção do hospital, é necessário o empenho de nove ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e quatro básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente e o tempo máximo na fila é de 0,36 minutos. Para essa configuração a taxa de utilização das ambulâncias avançadas, intermediárias e básicas ficam em 66,41%, 34,11% e 4,68%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 65 minutos e no máximo 66 minutos, conforme a Tabela 48.

Tabela 48: Resultado para análise do número de ambulâncias na “Zona Oeste” para um aumento de 50% no tempo de recepção do hospital

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - AUMENTO DE 50% NO TEMPO DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no Sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	24	469	874	18,88	38,43	424,59	851,13	98,17	0,00	0,00
2 AV	46	233	418	7,92	17,16	175,79	369,42	95,46	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	59	100	174	1,63	6,28	34,95	111,62	84,98	74,59	0,00
2 AV / 2 INT	61	73	112	0,34	3,65	7,21	48,32	74,19	51,96	0,00
2 AV / 3 INT	61	67	90	0,09	2,39	1,95	26,18	69,41	38,20	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	66	77	0,03	1,62	0,56	12,68	67,48	35,61	11,97
2 AV / 3 INT / 2 B	61	66	70	0,01	1,20	0,15	4,63	66,82	34,53	8,31
2 AV / 3 INT / 3 B	61	65	67	0,00	1,06	0,04	1,24	66,51	34,20	6,09
2 AV / 3 INT / 4 B	61	65	66	0,00	1,02	0,01	0,36	66,41	34,11	4,68
2 AV / 3 INT / 5 B	61	65	65	0,00	1,00	0,00	0,10	66,40	34,08	3,77

8.7 Síntese dos resultados do modelo III

Os resultados fornecidos pelo simulador indicam que a partir do cenário com redução de 20% no intervalo entre chegadas é necessário redimensionar o número de ambulâncias no sistema de resgate. No cenário que apresenta uma redução de 50% no intervalo entre chegadas, o número de resgates dobra, necessitando o empenho de doze ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e sete básicas a fim de manter esse processo com rapidez e qualidade, conforme a Tabela 49.

Tabela 49: Resultados finais obtidos para reduções no intervalo entre chegadas

AMBULÂNCIAS - REDUÇÃO NO INTERVALO ENTRE CHEGADAS						
PARÂMETROS	Inicial	10%	20%	30%	40%	50%
Nº ambulâncias AV	2	2	2	2	2	2
Nº ambulâncias INT	3	3	3	3	3	3
Nº ambulâncias BAS	3	3	4	5	6	7
Nº de resgates	61	68	77	88	102	123
Tamanho máximo da fila	1,03	1,05	1,03	1,04	1,04	1,06
Tempo máximo na fila	0,49	0,88	0,53	0,45	0,42	0,63
AV - Taxa de Utilização %	61,95	64,89	68,26	71,29	74,65	78,21
INT - Taxa de Utilização %	27,19	31,42	36,74	43,09	50,22	58,30
BAS - Taxa de Utilização %	3,33	4,88	5,68	7,28	9,96	14,23

Nos experimentos que simulam aumentos no tempo de deslocamento, é possível identificar como o sistema se comporta a cada cenário proposto. Em todos os cenários são realizados 61 resgates, porém apenas no cenário com aumento de 50% no tempo de deslocamento é necessário redimensionar o número de ambulâncias no sistema. Nesse cenário, é necessário o empenho de nove ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e quatro básicas. O tempo

médio no sistema aumenta em sete minutos, passando de 55 minutos para 62 minutos, conforme a Tabela 50.

Tabela 50: Resultados finais obtidos para aumentos no tempo de deslocamento

AMBULÂNCIAS - AUMENTO NOS TEMPOS DE DESLOCAMENTO						
PARÂMETROS	Inicial	10%	20%	30%	40%	50%
Nº ambulâncias AV	2	2	2	2	2	2
Nº ambulâncias INT	3	3	3	3	3	3
Nº ambulâncias BAS	3	3	3	3	3	4
Tempo médio no Sistema	55	57	58	60	61	62
Tempo máximo no sistema	56	57	59	60	62	63
Tamanho máximo da fila	1,03	1,03	1,03	1,05	1,05	1,02
Tempo máximo na fila	0,49	0,57	0,66	0,75	0,87	0,29
AV - Taxa de Utilização %	61,95	62,70	63,35	64,08	64,88	65,46
INT - Taxa de Utilização %	27,19	28,27	29,38	30,40	31,40	32,41
BAS - Taxa de Utilização %	3,33	3,69	4,07	4,50	4,89	4,07

Nos experimentos que simulam aumentos no tempo de recepção do hospital, é possível identificar como o sistema se comporta a cada cenário proposto. Em todos os cenários são realizados 61 resgates, porém apenas no aumento de 50% no tempo de recepção do hospital é necessário redimensionar o número de ambulâncias no sistema. Nesse cenário, é necessário o empenho de nove ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e quatro básicas. O tempo médio no sistema aumenta em dez minutos, passando de 55 minutos para 65 minutos, conforme a Tabela 50.

É possível perceber através dos indicadores que a configuração selecionada inicialmente conseguiu suportar até o aumento de 40% no tempo de recepção do hospital, o que permite concluir que a taxa de utilização aumentou não necessitando empenhar mais recursos, porém tempo médio no sistema no pior cenário aumentou cerca de 20%.

Tabela 51: Resultados finais obtidos para aumentos no tempo de recepção do hospital

AMBULÂNCIAS - AUMENTO NOS TEMPOS DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL						
PARÂMETROS	Inicial	10%	20%	30%	40%	50%
Nº ambulâncias AV	2	2	2	2	2	2
Nº ambulâncias INT	3	3	3	3	3	3
Nº ambulâncias BAS	3	3	3	3	3	4
Tempo médio no Sistema	55	57	59	61	63	65
Tempo máximo no sistema	56	58	60	62	64	66
Tamanho máximo da fila	1,03	1,03	1,05	1,05	1,05	1,02
Tempo médio na fila	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01
Tempo máximo na fila	0,49	0,58	0,68	0,82	1,00	0,36
AV - Taxa de Utilização %	61,95	62,96	63,83	64,86	65,80	66,41
INT - Taxa de Utilização %	27,19	28,60	30,05	31,40	32,73	34,11
BAS - Taxa de Utilização %	3,33	3,82	4,35	4,87	5,47	4,68

CAPÍTULO 9 - RESULTADOS DO MODELO IV - ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE OPERAÇÕES E INFORMAÇÕES

O objetivo desse capítulo é apresentar a análise dos resultados obtidos a partir do experimento de simulação do modelo IV, para os diversos cenários propostos. A análise do modelo acontece de maneira que a configuração selecionada não apresente gargalos no sistema, mesmo em situações que haja variações na demanda. Os resultados da simulação são apresentados através de indicadores citados, conforme capítulo 7.

Ao final deste capítulo são apresentados os resultados consolidados que apontam o comportamento do sistema e a configuração para cada setor a partir dos aumentos gradativos na demanda inicial, comprovando a necessidade de mais recursos humanos e para manter a qualidade do serviço.

9.1 Análise do modelo IV

A análise do modelo IV envolve a interpretação dos indicadores fornecidos pelo relatório do simulador. Nesta avaliação, é verificado o comportamento do modelo com seu fluxo básico. O experimento irá se basear na redução dos tempos de deslocamento e de liberação da ambulância no hospital, que tem se mostrado bem crítico para no processo de resgate. No primeiro, é proposta uma redução no tempo de deslocamento (do quartel até o local do acidente). No segundo, há uma redução no tempo de liberação da ambulância no hospital. No terceiro, a redução é feita nos tempos de deslocamento e de liberação da ambulância no hospital. Para esta análise são realizados sucessivos aumentos de 10% até 50% nos referidos tempos.

Todo o experimento foi desenvolvido para que os recursos realizassem as atividades de maneira que o tamanho da fila e tempo aguardando atendimento fossem o menor possível, porém mantendo uma taxa de utilização que não sobrecarregasse os profissionais.

O foco principal deste estudo é encontrar a configuração adequada de ambulâncias que possa atender de modo a manter o equilíbrio entre a oferta e a procura dos serviços, proporcionando mais eficiência nos processos e nos resultados.

A análise do modelo IV é concentrada no número ideal de ambulâncias para realizar as atividades que compreendem as operações de resgate, tendo como finalidade a identificação do tamanho, tempo na fila, tempo no sistema e taxa de utilização a partir do acréscimo de mais um recurso.

9.2 Análise do modelo IV para reduções no tempo de deslocamento

Nesse experimento é verificado o impacto gerado no sistema resgate a partir de reduções no tempo de deslocamento, mantendo os outros indicadores inalterados. O objetivo dessa simulação é verificar o comportamento do sistema para operação de resgate a cada cenário de redução.

9.2.1 Análise do modelo IV para uma redução de 10% no tempo de deslocamento

Para uma redução de 10% no tempo de deslocamento, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,42 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 61,20%, 26,06% e 3,03%, respectivamente. O tempo médio e máximo no sistema é de 54 minutos, conforme a Tabela 52.

Tabela 52: Resultado para análise do número de ambulâncias após uma redução de 10% no tempo de deslocamento

Nº de UMF	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 10% NO TEMPO DE DESLOCAMENTO									
	Número de Resgates	Tempo médio no Sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	29	410	767	16,45	33,59	370,17	742,14	97,97	0,00	0,00
2 AV	54	147	268	4,41	10,84	96,31	220,48	91,75	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	67	116	0,60	4,40	12,97	63,18	74,70	57,90	0,00
2 AV / 2 INT	61	57	83	0,13	2,76	2,85	30,09	66,07	38,51	0,00
2 AV / 3 INT	61	55	68	0,03	1,79	0,72	14,84	62,84	27,95	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	61	54	59	0,01	1,26	0,18	5,60	61,72	26,64	6,26
2 AV / 3 INT/ 2 B	61	54	55	0,00	1,07	0,04	1,39	61,33	26,16	4,25
2 AV / 3 INT/ 3 B	61	54	54	0,00	1,02	0,01	0,42	61,20	26,06	3,03
2 AV / 3 INT/ 4 B	61	54	54	0,00	1,00	0,00	0,05	61,19	26,02	2,30
2 AV / 3 INT/ 5 B	61	54	54	0,00	1,00	0,00	0,01	61,19	26,01	1,85

9.2.2 Análise do modelo IV para uma redução de 20% no tempo de deslocamento

Para uma redução de 20% no tempo de deslocamento, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,36 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e

básica em 60,41%, 25% e 2,67%, respectivamente. O tempo médio e máximo no sistema é de 53 minutos, conforme a Tabela 53.

Tabela 53: Resultado para análise do número de ambulâncias após uma redução de 20% no tempo de deslocamento

Nº de UM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 20% NO TEMPO DE DESLOCAMENTO									
	Número de Resgates	Tempo médio no Sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	30	401	749	16,06	32,75	362,18	725,48	97,93	0,00	0,00
2 AV	55	136	249	3,95	9,98	86,28	202,92	90,78	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	64	110	0,53	4,23	11,38	58,55	73,09	55,69	0,00
2 AV / 2 INT	61	55	80	0,12	2,62	2,50	28,13	65,00	36,70	0,00
2 AV / 3 INT	61	53	65	0,03	1,67	0,63	13,54	61,94	26,62	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	61	53	57	0,01	1,20	0,16	4,90	60,86	25,48	5,64
2 AV / 3 INT/ 2 B	61	53	54	0,00	1,06	0,03	1,18	60,52	25,07	3,78
2 AV / 3 INT/ 3 B	61	53	53	0,00	1,01	0,01	0,36	60,41	25,00	2,67
2 AV / 3 INT/ 4 B	61	53	53	0,00	1,00	0,00	0,04	60,40	24,98	2,03
2 AV / 3 INT/ 5 B	61	53	53	0,00	1,00	0,00	0,01	60,40	24,97	1,62

9.2.3 Análise do modelo IV para uma redução de 30% no tempo de deslocamento

Para uma redução de 30% no tempo de deslocamento, é necessário o empenho de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,03 e o tempo máximo é de 0,99 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 59,79%, 23,93% e 3,33%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 51 minutos e o tempo máximo é de 52 minutos, conforme a Tabela 54.

Tabela 54: Resultado para análise do número de ambulâncias após uma redução de 30% no tempo de deslocamento

Nº de UM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 30% NO TEMPO DE DESLOCAMENTO									
	Número de Resgates	Tempo médio no Sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	30	390	729	15,64	31,91	352,82	705,85	97,89	0,00	0,00
2 AV	56	126	231	3,51	9,28	76,53	185,79	89,63	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	61	104	0,46	4,08	9,96	54,39	71,59	53,19	0,00
2 AV / 2 INT	61	53	76	0,10	2,53	2,19	26,28	63,84	34,99	0,00
2 AV / 3 INT	61	52	63	0,02	1,62	0,54	12,28	61,05	25,28	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	61	51	55	0,01	1,19	0,13	4,28	60,09	24,26	5,02
2 AV / 3 INT/ 2 B	61	51	52	0,00	1,05	0,03	0,99	59,79	23,93	3,33
2 AV / 3 INT/ 3 B	61	51	52	0,00	1,01	0,01	0,31	59,69	23,87	2,34
2 AV / 3 INT/ 4 B	61	51	51	0,00	1,00	0,00	0,03	59,68	23,84	1,78
2 AV / 3 INT/ 5 B	61	51	51	0,00	1,00	0,00	0,01	59,68	23,84	1,43

9.2.4 Análise do modelo IV para uma redução de 40% no tempo de deslocamento

Para uma redução de 40% no tempo de deslocamento, é necessário o empenho de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. Essa configuração consegue realizar 62 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,02 e o tempo máximo é de 0,82 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 58,88%, 22,81% e 3%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 50 minutos e o tempo máximo é de 51 minutos, conforme a Tabela 55.

Tabela 55: Resultado para análise do número de ambulâncias após uma redução de 40% no tempo de deslocamento

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 40% NO TEMPO DE DESLOCAMENTO									
	Número de Resgates	Tempo médio no Sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	31	379	708	15,20	31,05	342,89	686,39	97,84	0,00	0,00
2 AV	57	115	213	3,09	8,56	67,30	168,76	88,29	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	58	99	0,40	3,88	8,71	50,44	70,08	50,66	0,00
2 AV / 2 INT	61	52	73	0,09	2,47	1,92	24,45	62,68	33,26	0,00
2 AV / 3 INT	62	50	60	0,02	1,58	0,46	11,07	60,08	23,98	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	62	50	53	0,01	1,18	0,11	3,71	59,18	23,09	4,53
2 AV / 3 INT / 2 B	62	50	51	0,00	1,05	0,02	0,82	58,88	22,81	3,00
2 AV / 3 INT / 3 B	62	50	50	0,00	1,01	0,00	0,26	58,80	22,75	2,11
2 AV / 3 INT / 4 B	62	50	50	0,00	1,00	0,00	0,02	58,79	22,72	1,61
2 AV / 3 INT / 5 B	62	50	50	0,00	1,00	0,00	0,00	58,79	22,72	1,29

9.2.5 Análise do modelo IV para uma redução de 50% no tempo de deslocamento

Para uma redução de 50% no tempo de deslocamento, é necessário o empenho de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. Essa configuração consegue realizar 62 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,02 e o tempo máximo é de 0,67 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 57,97%, 21,68% e 2,68%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 48 minutos e o tempo máximo é de 49 minutos, conforme a Tabela 56.

Tabela 56: Resultado para análise do número de ambulâncias após uma redução de 50% no tempo de deslocamento

N de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 50% NO TEMPO DE DESLOCAMENTO									
	Número de Resgates	Tempo médio no Sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	32	368	688	14,73	30,08	331,82	664,90	97,78	0,00	0,00
2 AV	57	106	197	2,70	7,94	58,71	152,90	86,81	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	56	94	0,35	3,70	7,60	46,73	68,43	48,33	0,00
2 AV / 2 INT	61	50	70	0,08	2,33	1,67	22,72	61,49	31,56	0,00
2 AV / 3 INT	62	49	58	0,02	1,51	0,39	9,94	59,08	22,71	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	62	48	51	0,00	1,15	0,09	3,19	58,23	21,92	4,10
2 AV / 3 INT/ 2 B	62	48	49	0,00	1,04	0,02	0,67	57,97	21,68	2,68
2 AV / 3 INT/ 3 B	62	48	49	0,00	1,01	0,00	0,22	57,92	21,63	1,87
2 AV / 3 INT/ 4 B	62	48	48	0,00	1,00	0,00	0,01	57,91	21,61	1,42
2 AV / 3 INT/ 5 B	62	48	48	0,00	1,00	0,00	0,00	57,91	21,61	1,14

9.3 Análise do modelo IV para reduções no tempo de recepção do hospital

Nesse experimento é verificado o impacto gerado no sistema resgate a partir de reduções no tempo de recepção do hospital, mantendo os outros indicadores inalterados. O objetivo dessa simulação é verificar o comportamento do sistema para operação de resgate a cada cenário de redução.

9.3.1 Análise do modelo IV para uma redução de 10% no tempo de recepção do hospital

Para uma redução de 10% no tempo de recepção do hospital, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,40 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 60,95%, 25,75% e 2,86%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 53 minutos e o tempo máximo é de 54 minutos, conforme a Tabela 57.

Tabela 57: Resultado para análise do número de ambulâncias após uma redução de 10% no tempo de recepção do hospital

N de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 10% NO TEMPO DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no Sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	29	407	761	16,33	33,29	368,20	737,78	97,96	0,00	0,00
2 AV	54	144	261	4,25	10,51	92,88	214,60	91,47	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	66	113	0,58	4,33	12,40	61,43	74,17	57,20	0,00
2 AV / 2 INT	61	56	82	0,13	2,70	2,73	29,38	65,74	37,91	0,00
2 AV / 3 INT	61	54	67	0,03	1,74	0,69	14,41	62,56	27,51	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	61	54	58	0,01	1,23	0,17	5,36	61,43	26,29	5,98
2 AV / 3 INT/ 2 B	61	53	55	0,00	1,06	0,04	1,31	61,07	25,84	4,04
2 AV / 3 INT/ 3 B	61	53	54	0,00	1,01	0,01	0,40	60,95	25,75	2,86
2 AV / 3 INT/ 4 B	61	53	53	0,00	1,00	0,00	0,05	60,94	25,72	2,18
2 AV / 3 INT/ 5 B	61	53	53	0,00	1,00	0,00	0,01	60,94	25,72	1,74

9.3.2 Análise do modelo IV para uma redução de 20% no tempo de recepção do hospital

Para uma redução de 20% no tempo de recepção do hospital, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,33 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 59,95%, 24,28% e 2,43%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 51 minutos e o tempo máximo é de 52 minutos, conforme a Tabela 58.

Tabela 58: Resultado para análise do número de ambulâncias após uma redução de 20% no tempo de recepção do hospital

Nº de UM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 20% NO TEMPO DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	30	394	736	15,79	32,23	355,62	712,24	97,91	0,00	0,00
2 AV	55	129	236	3,65	9,52	79,68	191,26	90,08	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	62	106	0,48	4,12	10,38	55,55	72,20	53,89	0,00
2 AV / 2 INT	61	54	77	0,11	2,56	2,29	26,83	64,23	35,59	0,00
2 AV / 3 INT	61	52	63	0,03	1,63	0,57	12,68	61,33	25,76	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	52	56	0,01	1,19	0,14	4,50	60,37	24,68	5,22
2 AV / 3 INT / 2 B	61	51	52	0,00	1,05	0,03	1,06	60,04	24,34	3,46
2 AV / 3 INT / 3 B	61	51	52	0,00	1,01	0,01	0,33	59,95	24,28	2,43
2 AV / 3 INT / 4 B	61	51	51	0,00	1,00	0,00	0,03	59,93	24,25	1,85
2 AV / 3 INT / 5 B	61	51	51	0,00	1,00	0,00	0,01	59,93	24,25	1,48

9.3.3 Análise do modelo IV para uma redução de 30% no tempo de recepção do hospital

Para uma redução de 30% no tempo de recepção do hospital, é necessário o empenho de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,02 e o tempo máximo é de 0,84 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 58,86%, 22,82% e 3,05%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 49 minutos e o tempo máximo é de 50 minutos, conforme a Tabela 59.

Tabela 59: Resultado para análise do número de ambulâncias após uma redução de 30% no tempo de recepção do hospital

Nº de UJM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 30% NO TEMPO DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	31	379	709	15,21	31,07	342,84	686,75	97,85	0,00	0,00
2 AV	56	115	213	3,09	8,56	67,17	168,46	88,37	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	58	98	0,40	3,86	8,66	50,08	70,15	50,62	0,00
2 AV / 2 INT	61	51	73	0,09	2,46	1,91	24,36	62,72	33,27	0,00
2 AV / 3 INT	61	50	60	0,02	1,57	0,46	11,03	60,09	24,01	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	50	53	0,01	1,17	0,11	3,74	59,16	23,10	4,63
2 AV / 3 INT / 2 B	61	49	50	0,00	1,05	0,02	0,84	58,86	22,82	3,05
2 AV / 3 INT / 3 B	61	49	50	0,00	1,01	0,00	0,27	58,80	22,76	2,14
2 AV / 3 INT / 4 B	61	49	49	0,00	1,00	0,00	0,02	58,79	22,73	1,63
2 AV / 3 INT / 5 B	61	49	49	0,00	1,00	0,00	0,00	58,79	22,73	1,31

9.3.4 Análise do modelo IV para uma redução de 40% no tempo de recepção do hospital

Para uma redução de 40% no tempo de recepção do hospital, é necessário o empenho de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,02 e o tempo máximo é de 0,72 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 57,67%, 21,37% e 2,55%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 47 minutos e o tempo máximo é de 48 minutos, conforme a Tabela 60.

Tabela 60: Resultado para análise do número de ambulâncias após uma redução de 40% no tempo de recepção do hospital

Nº de UJM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 40% NO TEMPO DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	32	364	682	14,58	29,83	328,24	658,29	97,77	0,00	0,00
2 AV	57	102	191	2,57	7,71	55,75	147,10	86,37	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	55	91	0,33	3,64	7,22	45,09	67,97	47,51	0,00
2 AV / 2 INT	61	49	69	0,07	2,29	1,59	22,07	61,07	31,08	0,00
2 AV / 3 INT	61	48	56	0,02	1,48	0,38	9,60	58,74	22,33	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	47	50	0,00	1,13	0,09	3,16	57,92	21,60	3,89
2 AV / 3 INT / 2 B	61	47	48	0,00	1,03	0,02	0,72	57,67	21,37	2,55
2 AV / 3 INT / 3 B	61	47	48	0,00	1,00	0,00	0,26	57,62	21,32	1,78
2 AV / 3 INT / 4 B	61	47	47	0,00	1,00	0,00	0,01	57,61	21,31	1,35
2 AV / 3 INT / 5 B	61	47	47	0,00	1,00	0,00	0,00	57,61	21,31	1,08

9.3.5 Análise do modelo IV para uma redução de 50% no tempo de recepção do hospital

Para uma redução de 50% no tempo de recepção do hospital, é necessário o empenho de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho

máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,57 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 56,47%, 19,91% e 2,07%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 45 minutos e o tempo máximo é de 46 minutos, conforme a Tabela 61.

Tabela 61: Resultado para análise do número de ambulâncias após uma redução de 50% no tempo de recepção do hospital

Nº de UM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 50% NO TEMPO DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	34	348	652	13,90	28,50	313,11	627,61	97,68	0,00	0,00
2 AV	58	90	170	2,09	6,90	45,34	127,14	84,07	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	51	85	0,28	3,42	5,99	40,58	65,81	44,31	0,00
2 AV / 2 INT	61	47	64	0,06	2,16	1,31	19,77	59,42	28,88	0,00
2 AV / 3 INT	61	46	53	0,01	1,41	0,30	8,25	57,37	20,67	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	61	45	48	0,00	1,11	0,07	2,61	56,68	20,08	3,17
2 AV / 3 INT/ 2 B	61	45	46	0,00	1,03	0,01	0,57	56,47	19,91	2,07
2 AV / 3 INT/ 3 B	61	45	46	0,00	1,00	0,00	0,21	56,42	19,86	1,45
2 AV / 3 INT/ 4 B	61	45	46	0,00	1,00	0,00	0,21	56,42	19,86	1,45
2 AV / 3 INT/ 5 B	61	45	45	0,00	1,00	0,00	0,00	56,41	19,86	0,88

9.4 Análise do modelo IV para reduções nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital

Nesse experimento é verificado o impacto gerado no sistema resgate a partir de reduções simultâneas nos tempos de deslocamento e recepção do hospital, mantendo os outros indicadores inalterados. O objetivo dessa simulação é verificar o comportamento do sistema para operação de resgate a cada cenário de redução.

9.3.1 Análise do modelo IV para uma redução de 10% nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital

Para uma redução de 10% nos tempos de deslocamento e recepção do hospital, é necessário o empenho de oito ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e três básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,35 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 60,20%, 24,61% e 2,56%, respectivamente. O tempo médio e máximo no sistema é de 52 minutos, conforme a Tabela 62.

Tabela 62: Resultado para análise do número de ambulâncias para redução de 10% nos tempos de deslocamento e recepção do hospital

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 10% NOS TEMPOS DE DESLOCAMENTO E RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	30	397	742	15,92	32,54	358,74	718,91	97,92	0,00	0,00
2 AV	55	133	242	3,80	9,73	82,98	197,12	90,44	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	63	108	0,50	4,18	10,86	57,07	72,65	54,79	0,00
2 AV / 2 INT	61	54	78	0,11	2,60	2,39	27,47	64,59	36,18	0,00
2 AV / 3 INT	61	53	64	0,03	1,66	0,60	13,11	61,63	26,19	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	61	52	56	0,01	1,20	0,15	4,69	60,61	25,08	5,45
2 AV / 3 INT/ 2 B	61	52	53	0,00	1,06	0,03	1,12	60,29	24,68	3,64
2 AV / 3 INT/ 3 B	61	52	52	0,00	1,01	0,01	0,35	60,20	24,61	2,56
2 AV / 3 INT/ 4 B	61	52	52	0,00	1,00	0,00	0,04	60,19	24,58	1,95
2 AV / 3 INT/ 5 B	61	52	52	0,00	1,00	0,00	0,01	60,19	24,58	1,56

9.3.2 Análise do modelo IV para uma redução de 20% nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital

Para uma redução de 20% nos tempos de deslocamento e recepção do hospital, é necessário o empenho de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,02 e o tempo máximo é de 0,73 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 58,28%, 22,08% e 2,79%, respectivamente. O tempo médio e máximo no sistema é de 49 minutos, conforme a Tabela 63.

Tabela 63: Resultado para análise do número de ambulâncias na após redução de 20% nos tempos de deslocamento e recepção do hospital

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 20% NOS TEMPOS DE DESLOCAMENTO E RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	32	372	695	14,90	30,46	335,49	671,81	97,81	0,00	0,00
2 AV	57	109	202	2,82	8,17	61,47	157,73	87,37	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	56	95	0,37	3,73	7,93	47,68	69,03	49,09	0,00
2 AV / 2 INT	61	50	71	0,08	2,38	1,74	23,22	61,90	32,15	0,00
2 AV / 3 INT	61	49	58	0,02	1,54	0,42	10,29	59,42	23,16	0,00
2 AV / 3 INT/ 1 B	61	49	52	0,00	1,16	0,10	3,36	58,56	22,34	4,21
2 AV / 3 INT/ 2 B	61	49	49	0,00	1,05	0,02	0,73	58,28	22,08	2,79
2 AV / 3 INT/ 3 B	61	49	49	0,00	1,01	0,00	0,24	58,22	22,02	1,96
2 AV / 3 INT/ 4 B	61	49	49	0,00	1,00	0,00	0,02	58,21	22,00	1,49
2 AV / 3 INT/ 5 B	61	49	49	0,00	1,00	0,00	0,00	58,21	21,99	1,19

9.3.3 Análise do modelo IV para uma redução de 30% nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital

Para uma redução de 30% nos tempos de deslocamento e recepção do hospital, é necessário o empenho de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. Essa configuração consegue realizar 61 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de

0,01 e o tempo máximo é de 0,51 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 56,10%, 19,54% e 1,98%, respectivamente. O tempo médio no sistema é de 45 minutos e o tempo máximo é de 46 minutos, conforme a Tabela 64.

Tabela 64: Resultado para análise do número de ambulâncias na após redução de 30% nos tempos de deslocamento e recepção do hospital

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 30% NOS TEMPOS DE DESLOCAMENTO E RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	34	344	644	13,72	28,11	308,55	618,93	97,64	0,00	0,00
2 AV	59	87	166	1,98	6,74	42,97	122,73	83,40	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	51	84	0,26	3,36	5,73	39,66	65,14	43,68	0,00
2 AV / 2 INT	61	46	64	0,06	2,11	1,24	19,27	58,96	28,34	0,00
2 AV / 3 INT	61	45	53	0,01	1,39	0,29	7,89	56,98	20,26	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	61	45	47	0,00	1,10	0,06	2,41	56,32	19,70	3,03
2 AV / 3 INT / 2 B	61	45	46	0,00	1,03	0,01	0,51	56,10	19,54	1,98
2 AV / 3 INT / 3 B	61	45	45	0,00	1,00	0,00	0,20	56,06	19,50	1,38
2 AV / 3 INT / 4 B	61	45	45	0,00	1,00	0,00	0,00	56,05	19,50	1,05
2 AV / 3 INT / 5 B	61	45	45	0,00	1,00	0,00	0,00	56,05	19,50	0,84

9.3.4 Análise do modelo IV para uma redução de 40% nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital

Para uma redução de 40% nos tempos de deslocamento e recepção do hospital, é necessário o empenho de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. Essa configuração consegue realizar 62 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,01 e o tempo máximo é de 0,32 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 53,76%, 16,94% e 1,42%, respectivamente. O tempo médio e máximo no sistema é de 42 minutos, conforme a Tabela 65. .

Tabela 65: Resultado para análise do número de ambulâncias na após redução de 40% nos tempos de deslocamento e recepção do hospital

Nº de UIM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 40% NOS TEMPOS DE DESLOCAMENTO E RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	37	311	582	12,36	25,44	277,87	558,06	97,41	0,00	0,00
2 AV	60	70	135	1,32	5,70	28,59	94,91	78,43	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	46	74	0,18	3,03	4,05	33,02	61,37	37,88	0,00
2 AV / 2 INT	61	43	57	0,04	1,92	0,86	15,71	56,00	24,52	0,00
2 AV / 3 INT	62	42	47	0,01	1,31	0,19	5,74	54,38	17,46	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	62	42	43	0,00	1,08	0,04	1,58	53,92	17,04	2,20
2 AV / 3 INT / 2 B	62	42	42	0,00	1,02	0,01	0,32	53,76	16,94	1,42
2 AV / 3 INT / 3 B	62	42	42	0,00	1,00	0,00	0,12	53,73	16,91	0,99
2 AV / 3 INT / 4 B	62	42	42	0,00	1,00	0,00	0,00	53,72	16,91	0,75
2 AV / 3 INT / 5 B	62	42	42	0,00	1,00	0,00	0,00	53,72	16,91	0,75

9.3.5 Análise do modelo IV para uma redução de 50% nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital

Para uma redução de 50% nos tempos de deslocamento e recepção do hospital, é necessário o empenho de seis ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e uma básica. Essa configuração consegue realizar 62 resgates, mantendo o tamanho máximo da fila com um paciente. O tempo médio na fila é de 0,02 e o tempo máximo é de 0,97 minutos, mantendo a taxa de utilização para avançada, intermediária e básica em 51,34%, 14,36% e 1,56%, respectivamente. O tempo médio é de 38 minutos e o tempo máximo é de 39 minutos, conforme a Tabela 66.

Tabela 66: Resultado para análise do número de ambulâncias na após redução de 50% nos tempos de deslocamento e recepção do hospital

No de UM	AMBULÂNCIAS ZONA OESTE - REDUÇÃO DE 50% NOS TEMPOS DE DESLOCAMENTO E RECEPÇÃO DO HOSPITAL									
	Número de Resgates	Tempo médio no sistema	Tempo máximo no sistema	Tamanho médio da fila	Tamanho máximo da fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	AV - Taxa de Utilização %	INT - Taxa de Utilização %	BAS - Taxa de Utilização %
1 AV	41	274	514	10,79	22,36	242,43	490,78	97,06	0,00	0,00
2 AV	61	57	110	0,86	4,88	18,62	73,37	72,55	0,00	0,00
2 AV / 1 INT	61	41	65	0,13	2,71	2,80	27,25	57,42	32,32	0,00
2 AV / 2 INT	62	39	50	0,03	1,69	0,58	12,35	53,11	20,61	0,00
2 AV / 3 INT	62	39	42	0,01	1,20	0,12	4,02	51,77	14,65	0,00
2 AV / 3 INT / 1 B	62	38	39	0,00	1,04	0,02	0,97	51,44	14,36	1,56
2 AV / 3 INT / 2 B	62	38	39	0,00	1,01	0,00	0,19	51,35	14,30	0,96
2 AV / 3 INT / 3 B	62	38	38	0,00	1,00	0,00	0,06	51,34	14,28	0,66
2 AV / 3 INT / 4 B	62	38	38	0,00	1,00	0,00	0,00	51,33	14,28	0,50
2 AV / 3 INT / 5 B	62	38	38	0,00	1,00	0,00	0,00	51,33	14,28	0,40

9.5 Síntese dos Resultados do Modelo IV

O modelo apresenta um estudo para avaliar sucessivas reduções no tempo de deslocamento, tempo de recepção do hospital e de ambos simultaneamente. Os resultados apontam que se houvesse uma integração entre as partes envolvidas tanto diretamente quanto indiretamente no processo de atendimento pré-hospitalar, o sistema teria um melhor desempenho e maior rapidez.

A Tabela 67 apresenta os resultados iniciais para comparação com os dados obtidos em cada configuração adotada nos diferentes cenários propostos. É possível observar que para as reduções a partir de 30% no tempo de deslocamento, o sistema necessita de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. No cenário com redução de 50%, o tempo médio no sistema reduz de 55 minutos para 48 minutos.

Tabela 67: Resultados finais obtidos para reduções no tempo de deslocamento

AMBULÂNCIAS - REDUÇÃO NO TEMPO DE DESLOCAMENTO						
PARÂMETROS	Inicial	10%	20%	30%	40%	50%
Nº ambulâncias AV	2	2	2	2	2	2
Nº ambulâncias INT	3	3	3	3	3	3
Nº ambulâncias BAS	3	3	3	2	2	2
Tempo médio no Sistema	55	54	53	51	50	48
Tempo máximo no sistema	56	54	53	52	51	49
Tempo máximo na fila	0,49	0,42	0,36	0,99	0,82	0,67
AV - Taxa de Utilização %	61,95	61,2	60,41	59,79	58,88	57,97
INT - Taxa de Utilização %	27,19	26,06	25	23,93	22,81	21,68
BAS - Taxa de Utilização %	3,33	3,03	2,67	3,33	3,00	2,68

A Tabela 68 apresenta os resultados iniciais para comparação com os dados obtidos em cada configuração adotada nos diferentes cenários propostos. É possível observar que para as reduções a partir de 30% no tempo de recepção do hospital, o sistema necessita de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. No cenário com redução de 50%, o tempo médio no sistema reduz de 55 minutos para 45 minutos.

Tabela 68: Resultados finais obtidos para reduções no tempo de recepção do hospital

AMBULÂNCIAS - REDUÇÃO NO TEMPO DE RECEPÇÃO DO HOSPITAL						
PARÂMETROS	Inicial	10%	20%	30%	40%	50%
Nº ambulâncias AV	2	2	3	2	2	2
Nº ambulâncias INT	3	3	3	3	3	3
Nº ambulâncias BAS	3	3	3	2	2	2
Tempo médio no Sistema	55	53	51	49	47	45
Tempo máximo no sistema	56	54	52	50	48	46
Tempo máximo na fila	0,49	0,4	0,33	0,84	0,72	0,57
AV - Taxa de Utilização %	62	60,95	59,95	58,86	57,67	56,42
INT - Taxa de Utilização %	27	25,75	24,28	22,82	21,37	19,86
BAS - Taxa de Utilização %	3	2,86	2,43	3,05	2,55	2,07

A Tabela 69 apresenta os resultados iniciais para comparação com os dados obtidos em cada configuração adotada nos diferentes cenários propostos. É possível observar que para as reduções de 10% até 40% nos tempos de deslocamento e de recepção do hospital, o sistema necessita de sete ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e duas básicas. No cenário com redução de 50%, é

necessário apenas o empenho de seis ambulâncias, sendo duas avançadas, três intermediárias e uma básica. Nesse cenário, o tempo médio no sistema reduz de 55 minutos no cenário inicial para 38 minutos.

Tabela 69: Resultados finais obtidos para reduções nos tempos de deslocamento e recepção do hospital

AMBULÂNCIAS - REDUÇÃO NOS TEMPOS DE DESLOCAMENTO E RECEPÇÃO DO HOSPITAL						
PARÂMETROS	Inicial	10%	20%	30%	40%	50%
Nº ambulâncias AV	2	2	2	2	2	2
Nº ambulâncias INT	3	3	3	3	3	3
Nº ambulâncias BAS	3	2	2	2	2	1
Tempo médio no Sistema	55	52	49	45	42	38
Tempo máximo no sistema	56	52	49	46	42	39
Tempo máximo na fila	0,49	0,35	0,74	0,51	0,32	0,97
AV - Taxa de Utilização %	61,95	60,2	58,28	56,1	53,76	51,34
INT - Taxa de Utilização %	27,19	24,61	22,08	19,54	16,94	14,36
BAS - Taxa de Utilização %	3,33	2,56	2,79	1,98	1,42	1,56

CAPÍTULO 10 - CONCLUSÃO

Essa dissertação se concentra em avaliar a capacidade do sistema de atendimento pré-hospitalar realizado pelo GSE/SAMU, dimensionando os recursos humanos e materiais necessários para acomodar as variações na demanda tanto no *call center* quanto no número de ambulâncias empenhadas. O estudo apresenta diversos modelos para apoiar a tomada de decisão relativa ao processo de resgate.

Para análise do sistema foram desenvolvidos quatro modelos de simulação. O modelo I representa o fluxo gerado no *call center*. O primeiro ponto a ser notado é que em média 70% das chamadas diárias não geram atendimento. Dentre as chamadas que saem do sistema destacamos que 19% das ligações são trotes. É interessante notar que este percentual é igual ao de atendimentos realizados.

Diversos cenários são avaliados para dimensionar os recursos e acomodá-los as variações na demanda. Para harmonizar a variações na demanda causadas por eventos de grande porte, foi feita uma previsão de crescimento e o redimensionamento da configuração de recursos humanos para que não haja gargalos, respeitando a capacidade máxima de atendimento do *call center*.

O modelo II avalia o número de ambulâncias necessárias para as operações de resgate no município do Rio de Janeiro. Com a demanda atual, o empenho de vinte e sete ambulâncias é suficiente para atender as solicitações. O tempo médio no sistema para a configuração escolhida é de 55 minutos, o que bastante elevado. Entretanto, o sistema é muito sensível a qualquer aumento na demanda. É importante lembrar que os tempos utilizados na operação de resgate desse experimento são para uma situação sem problemas, ou seja, em casos que não considere, por exemplo, congestionamentos no trânsito ou até mesmo a superlotação dos hospitais de emergência. O estudo também evidencia a necessidade de ter uma integração entre os envolvidos direta e indiretamente na operação de resgate para conseguir reduzir o tempo do serviço.

O modelo III avalia o número de ambulâncias necessárias para as operações de resgate na região da Zona Oeste do município. Os resultados apontam que para atender a demanda atual é necessário o empenho de oito ambulâncias. Ao dobrar o número de resgates, é necessário o empenho de doze ambulâncias. Dois experimentos são propostos para incorporar a possibilidade de aumentos do tempo de deslocamento das viaturas e do tempo de recepção no hospital. O aumento no tempo de deslocamento é influenciado pelos constantes congestionamentos causados por obras relacionadas com eventos de grande que estão por acontecer no

município. Por exemplo, um aumento de 50% no tempo de deslocamento, requer mais ambulâncias no sistema. No entanto, a taxa de utilização e o tempo de empenho das ambulâncias aumentam consideravelmente.

Os aumentos no tempo de recepção no hospital são causados pela superlotação das unidades, pela falta de leitos e por aspectos burocráticos. Pode-se concluir que a configuração de ambulâncias selecionadas inicialmente consegue suportar até 40% de aumento no tempo de recepção no hospital. Entretanto, é importante observar a taxa de utilização dos recursos e o tempo médio de empenho das ambulâncias. Como o ideal é melhorar o sistema e não adequá-lo para a situação existente, considera-se a possibilidade da implantação de um sistema integrado, que possa apoiar as operações de resgate reduzindo o tempo do serviço, que compreende o período entre chamada inicial e a liberação da viatura.

O modelo IV apresenta uma proposta de melhoria para o serviço de atendimento pré-hospitalar a partir da integração entre a central de regulação do GSE/SAMU, os serviços da CET-RIO e do Núcleo Interno de Regulação (NIR) dos hospitais públicos. Os resultados indicam que no melhor cenário, com redução de 50% tanto no tempo de deslocamento quanto no tempo de recepção do hospital, o tempo médio de utilização das viaturas reduz cerca de 30,9%. Logo, a integração entre tais serviços, provoca uma melhoria considerável no sistema de atendimento pré-hospitalar. O estudo mostra que é possível melhorar a capacidade e eficiência no atendimento a partir do dimensionamento adequado dos recursos humanos e materiais nas diferentes situações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELIS, V. et al., *Planning the Emergency Ambulance Service in the City of Rome by a Mixed Integer Linear Programming Model*. 28th Meeting of the European Working Group on Operational Research Applied to Health Services (ORAHs), p. 35-45, Proceeding, Rio de Janeiro, Brasil, 2001.

BAESLER, F.F., JAHNSEN, H.E. e DA COSTA, M., *The Use of Simulation and Design of Experiments for Estimating Maximum Capacity in an Emergency Room*, Winter Simulation Conference, 2003.

BAILEY, N.T., *A study of queues and appointment systems in hospital outpatient departments*. J R Stat Soc 14: 185-199, 1952.

BANKS, J., CARSON, J.S e NELSON, B.L., 1996, *Discrete-Event System Simulation*. Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Engineering. 2 ed. New Jersey, Prentice-Hall.

BANKS, J. e CARSON, J.S., 1984, *Discrete-Event System Simulation*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs N.J.

CARDOEN, B., ERIK, D. E JEROEN, B., *Operating Room Planning and Scheduling: A Literature Review*. *European Journal of Operational Research*, 8:101-104, 2010.

CHAIKEN J. E LARSON R., *Methods for allocating urban emergency units: a survey*. *Management Science*, 19, 110-130, 1998.

CHWIF, L., MEDINA, A. C., *Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações*. 2 ed. São Paulo, Ed. Do Autor, 2007.

COSTA, L.R.T.A, PENNA R.A.C AND HOEFLISH (2002), *Towards an Integrated Approach to Improve de Emergency Admission System*. In: De Oliveira M.J.F (Eds). *Accessibility and Quality of Health Services*. World Scientific publishing Co. Pte. Ltd., Frankfurt am Main/ Berlin/ Bern/Brielle's/New York/ Oxford/ Wien, 59-70.

DE OLIVEIRA, M.J.F. e TOSCANO, L.N.P., *Emergency Information Support System for Brazilian Public Hospitals*, In: *Quantitative approaches in health care management*. 27th Meeting of the European Working Group on Operational Research Applied to Health Services (ORAHHS), p. 235-251, Proceeding, Viena, Austria, jul 20- Aug 4, 2001.

DE OLIVEIRA, M.J.F., *Notas de aula da disciplina de Simulação*, COPPE/UFRJ/PEP/PO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2004b.

EHRlich, P.J., *Pesquisa Operacional: Curso Introdutório*, 5^a edição, São Paulo, Atlas, 1985.

FILHO, A.N., *A Simulação Como Método de Avaliação da Qualidade de Atendimento Hospitalar: o caso da emergência em um hospital municipal*, Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2002.

FREderico, V.K.S., *Modelo Integrado de um Sistema de Admissão de Emergência para a Rede Pública de Hospitais no Estado do Rio de Janeiro*, Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2009.

GABCAN, L., *Representação visual 3D de um setor para a nova unidade do instituto de doenças do tórax – IDT*. Msc. Dissertação, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, 2000.

GARCIA, L.C., *Dimensionamento de Recursos de Atendimento Móvel de Urgência da Região Metropolitana II do Estado do Rio de Janeiro*, Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

GONÇALVES, Antônio Augusto., *Gestão da Capacidade de Atendimento em Hospital de Câncer*, Tese de D.Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004.

HANDYSIDE, A. J. e MORRIS, D., *Simulation of Emergency Bed Occupancy*, Health Services Research, pp 287-298, 1967.

HARREL, C. R. et al., *Simulação otimizando sistemas*. São Paulo : IMAM, 2002.

JAKSON, R.R.P., *Design of an appointments system*. OR Qtly 15:219-224, 1964.

KELLER, T. F e LAUGUHHUNN, *An application of queuing theory to a congestion problem in an outpatient clinic*. Decision Sci 4: 379-394, 1973.

LAGERGREN M., *What is the role and contribution of models to management and research in the health services?*, European Journal of Operational Research, 105(2), 257-266, 1998.

LOPES, S.L.B., FERNANDES, R.J., *Uma breve revisão do atendimento médico pré-hospitalar*. Medicina, Ribeirão Preto, 32: 381-387, 1999.

MAYHEW, L. e SMITH, D., *Using queuing theory to analyse the Government's 4h completion time target in accident and emergency departments*. Health Care Mngt Sci 11: 11-21, 2008.

MAGALHÃES, M.S., *Simulação do Sistema de Admissão de Emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro*, Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Especializada. *Regulação médica das urgências / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Especializada*. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2006.

Ministério da Saúde. Portaria n.º 2657, de 16 de dezembro de 2004. Estabelece as atribuições das centrais de regulação médica de urgências e o dimensionamento técnico para a estruturação e operacionalização das centrais SAMU-192. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 dez. 2004a.

MIYAGI, P.E., *Introdução a Simulação Discreta*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos. São Paulo, 2002

NAYLOR, T. H. *Técnicas de simulação em computadores*. São Paulo: Vozes, 1971.

O'KEEF, R. M., *Investigating outpatient departments: Implementable policies and qualitative approaches*. J Opl Res Soc 36: 705-712, 1985.

PIDD, M. *Computer Simulation in Management Science*, 3 ed., John Willey & Sons. 1984.

PIDD, M., DE SILVA F. N., E EGGLESE R. W., *A simulation model for emergency evacuation*. *European Journal of Operational Research*, 90 (3), 413-419, 1996.

ROSENHEAD, J., *Emergency but no Accident*, *Operation Research Society* v.66, n.2, pp. 1-5, 1988.

ROYSTON, G., *One hundred years of Operational Research in Health*. *Journal of the Operational Research Society*, 60, S169–S179. doi:10.1057/jors.2009.14, 2009.

SABBADINI, F.S., *Gerenciamento de restrições em hospital de emergência: um estudo de caso no Hospital Municipal Henrique Sergio Gregori*, Dissertação de Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial., UNESA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2005.

SAVAS, E., *Simulation and cost-effectiveness analysis of New York's emergency ambulance service*. *Management Science*.1969.

SHANNON, R. E., *Introduction to the art and science of simulation*. In 1998 Winter Simulation Conference. Proceedings. Arizona, 1999. p. 7-14.

SMITH, W.G. E SOLOMON M. B. JR., *A Simulation of Hospital Admission Policy*, *Communication A.C.M.*, 9,5:362-365, 1996.

SOUZA, P.R.J. , *Simulação do Fluxo de Pacientes nos Setores de Emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro*, Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2007.

SOARES, J.C DE CARVALHO. *Modelagem de Sistemas de Informação para Gerenciamento Integrado de Cadeias Logísticas: Uma Demonstração das Possibilidades de Aplicação na Indústria de Petróleo*. Dissertação de M.Sc., UFSC, Florianópolis, SC, Brasil, 2000.

TOSCANO, L.N.P., *Uma ferramenta integrada de suporte a decisões em casos de emergências médicas hospitalares*. Tese Dsc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 2001

ZAKI, A.S., CHENG, H.K., PARKER, B.R., *A Simulation Model for the Analysis and Management of an Emergency Service System*, *Socio-Econ.Plann. Sc.* V.31, n.3, pp. 173-189, 1997.