



## A SIMULAÇÃO DE UMA CENTRAL DE OPERAÇÕES E CONTROLE PARA EMERGÊNCIAS HOSPITALARES EM EVENTOS DE GRANDE PORTE

Fábio Batista 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: Mário Jorge Ferreira de Oliveira.

Rio de Janeiro

Maio de 2012

A SIMULAÇÃO DE UMA CENTRAL DE OPERAÇÕES E CONTROLE PARA  
EMERGÊNCIAS HOSPITALARES EM EVENTOS DE GRANDE PORTE

Fábio Batista 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. Mário Jorge Ferreira de Oliveira, Ph.D.

---

Prof. Mário Cesar Rodriguez Vidal, Dr.Ing.

---

Prof. Carlos Francisco Simões Gomes, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MAIO DE 2012

Oliveira, Fábio Batista de

A Simulação de uma Central de Operações e Controle para Emergências Hospitalares em Eventos de Grande Porte / Fábio Batista de Oliveira – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012.

XI, 144 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Mario Jorge Ferreira de Oliveira

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

Referencias Bibliográficas: p.139 -144.

1. Simulação. 2. Emergência. 3. Oferta e Demanda. 4. Central de Operações e Controle. I. Oliveira, Mario Jorge Ferreira de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

## DEDICATÓRIA

"O Senhor é meu pastor e nada me faltará".  
Em verdes prados ele me faz repousar.  
Conduz-me junto às águas refrescantes,  
Restaura as forças de minha alma.  
Pelos caminhos retos ele me leva,  
Por amor do seu nome.  
Ainda que eu atravesse o vale escuro,  
Nada temerei, pois estais comigo.  
Salmo 22

## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor meu Deus pela infinita misericórdia e fidelidade em todos os momentos de alegria e tristeza da minha vida, derramando sua sabedoria e paz que me permitiram conduzir este trabalho.

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

Aos amigos Delana, Waleska e Marcos Santos pela amizade, apoio e espírito de equipe ao realizar diversos artigos e estudos.

Ao Professor Mário Jorge Ferreira de Oliveira: como orientador, pelas direções fornecidas durante o desenvolvimento desta dissertação e, como amigo, pelo companheirismo, apoio e incentivo nos momentos mais difíceis.

À secretária Andréia da Pesquisa Operacional pela atenção e apoio fornecido em todos os momentos do curso. Aos funcionários Pedro, Diego e Roberta do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção pela atenção e dedicação dada a todos os alunos do programa.

A todos os profissionais do Hospital Universitário Antônio Pedro, Hospital Municipal Miguel Couto, do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro e Centro de Operações Rio pelo reconhecimento da importância deste trabalho, pelo apoio, atenção dada nas visitas a estas instituições e pelas informações fornecidas, que foram de grande importância para a realização deste trabalho.

À Marinha do Brasil pela oportunidade e confiança em mim depositada.

Às críticas feitas por pessoas que questionaram a importância deste trabalho, servindo de estímulo para eu continuar em busca do objetivo e provar o oposto do que imaginavam.

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

A SIMULAÇÃO DE UMA CENTRAL DE OPERAÇÕES E CONTROLE PARA  
EMERGÊNCIAS HOSPITALARES EM EVENTOS DE GRANDE PORTE

Fábio Batista de Oliveira

Maio/2012

Orientador: Mário Jorge Ferreira de Oliveira

Programa: Engenharia de Produção

Tendo em vista os desastres urbanos e naturais que vêm acontecendo e os eventos de grande porte que estão por acontecer na cidade do Rio de Janeiro em 2014 e 2016, esta dissertação propõe debater o problema do desequilíbrio entre a oferta de serviços médicos nos hospitais emergenciais e o aumento da demanda. Cinco modelos de simulação a eventos discretos são estudados para analisar o comportamento do sistema de admissão de emergência em diferentes cenários para um hospital público com o objetivo de avaliar a capacidade do sistema de lidar com o aumento da demanda; simular a função de uma Central de Operações e Controle (COC) para o monitoramento, a classificação de risco; e o encaminhamento dos pacientes para setores apropriados. A avaliação dos recursos humanos para cada cenário estudado leva em consideração as variações da demanda.

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

THE SIMULATION OF A CENTRAL OPERATIONS CONTROL FOR EMERGENCIES  
HOSPITALS AT LARGE EVENTS

Fábio Batista de Oliveira

May/2012

Advisor: Mário Jorge Ferreira de Oliveira

Department: Program of Production Engineering

In view of urban and natural disasters and the large events that are about to happen in the city of Rio de Janeiro in 2014 and 2016, this dissertation discusses the problem of imbalance between the supply of emergency medical services in hospitals and increased demand. Five discrete event simulation models are to analyze different scenarios of a public hospital. The objectives are to evaluate the system's capacity to cope the increase in the demand; simulate the function of a Central Operations and Control (COC) for monitoring, classifying the risk; and routing the patients to appropriate sectors. The evaluation of human resources for each scenario takes into account the variations in demand.

## SUMÁRIO

Capítulo 1 - Introdução	1
1.1 A Simulação na Pesquisa Operacional e A Aplicação na Área de Saúde	1
1.2 Os Objetivos	2
1.3 A Justificativa do Estudo	3
1.4 A Organização da Dissertação	4
Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica	6
Capítulo 3 - O Estudo da Simulação	17
3.1 A Introdução	17
3.2 As Definições	17
3.2.1 A Simulação	17
3.2.2 O Sistema e os seus Elementos	18
3.3 Os Modelos	20
3.3.1 A Classificação dos Modelos	20
3.3.2 O Diagrama de Ciclo de Atividades (DCA)	22
3.4 A Simulação de Eventos Discretos	23
3.5 As Etapas da Simulação	23
3.6 A Abordagem das três Fases na Construção do Modelo	24
3.7 O Software da Simulação	27
3.7.1 O Simul8	27
Capítulo 4 - O Hospital Padrão Austríaco e o Entendimento da Catástrofe	30
4.1 O Serviço de Emergência Médica	31
4.2 Os Propósitos dos Serviços de Emergência Médica	32
4.3 O Call Center Austríaco	33
4.4 O Sistema de Triagem	35
4.4.1 Os Tipos de Triagem	35
4.4.2 Os Objetivos da Triagem	37
4.5 As Catástrofes e as Situações Similares	37
4.5.1 As Definições	38

Capítulo 5 - A Central de Operações e Controle	40
5.1 A Difusão da Central de Operações e Controle	40
5.2 A Central de Operações e Controle Padrão	44
5.2.1 O Sistema de Gerenciamento de Emergência	44
5.2.1.1 As Características do sistema	44
Capítulo 6 - A Modelagem	48
6.1 A Descrição do problema	48
6.2 Os Objetivos do estudo	48
6.3 A Central de Operações e Controle como Setor	49
6.4 Os Setores da Emergência	49
6.4.1 A Demanda Pré-Hospitalar	50
6.4.2 A Área de Entrada	50
6.4.3 A Área Interna	51
6.5 O Fluxo de Pacientes do Modelo I	53
6.6 O Fluxo de Pacientes do Modelo II	54
6.7 O Fluxo de Pacientes do Modelo III	55
6.8 O Fluxo de Pacientes do Modelo IV	56
6.9 O Fluxo de Pacientes do Modelo V	57
Capítulo 7 - A Coleta de Dados	59
7.1 A Determinação do Intervalo entre Chegadas de Pacientes para os Cinco Modelos	59
7.2 Os Tempos de Atendimento dos Setores Envolvidos para os Cinco Modelos	61
7.3 Os Tempos de Transporte de Ambulância	62
7.4 O Fluxo computacional de Pacientes para os Cinco Modelos	63
7.5 A Validação dos Modelos	66
7.6 A Calibragem do Sistema	66
Capítulo 8 - Os Resultados do Modelo I	67
8.1 A Análise do Modelo I	67
8.1.1 A Análise do Modelo I para o Intervalo Inicial entre Chegadas	68

8.1.2 A Análise do Modelo I para uma Redução de 10% do Intervalo Inicial entre Chegadas	74
8.1.3 A Análise do Modelo I para uma Redução de 20% do Intervalo Inicial entre Chegadas	77
8.1.4 A Análise do Modelo I para uma Redução de 30% do Intervalo Inicial entre Chegadas	80
8.1.5 A Análise do Modelo I para uma Redução de 40% do Intervalo Inicial entre Chegadas	83
8.1.6 A Análise do Modelo I para uma Redução de 50% do Intervalo Inicial entre Chegadas	87
8.2 A Síntese dos resultados do Modelo I	90
Capítulo 9 - Os Resultados do Modelo II	95
9.1 A Análise do Modelo II	95
9.1.1 A Análise do Modelo II para o Intervalo Inicial entre Chegadas	96
9.1.2 A Análise do Modelo II para uma Redução de 10% do Intervalo Inicial entre Chegadas	99
9.1.3 A Análise do Modelo II para uma Redução de 20% do Intervalo Inicial entre Chegadas	102
9.1.4 A Análise do Modelo II para uma Redução de 30% do Intervalo Inicial entre Chegadas	105
9.1.5 A Análise do Modelo II para uma Redução de 40% do Intervalo Inicial entre Chegadas	108
9.1.6 A Análise do Modelo II para uma Redução de 50% do Intervalo Inicial entre Chegadas	111
9.2 A Síntese dos resultados do Modelo II	115
Capítulo 10 - Os Resultados dos Modelos III e IV	120
10.1 A Análise do Modelo III	120
10.2 A Análise do Modelo IV	123
10.3 O Resultado da Comparação entre os Modelos III e IV	126
Capítulo 11 - Os Resultados do Modelo V	127
11.1 A Análise do Modelo V	127

11.1.1 A Análise do Modelo V para o Intervalo Inicial entre Chegadas	128
11.1.2 A Análise do Modelo V para uma Redução de 10% do Intervalo Inicial entre Chegadas	129
11.1.3 A Análise do Modelo V para uma Redução de 20% do Intervalo Inicial entre Chegadas	130
11.1.4 A Análise do Modelo V para uma Redução de 30% do Intervalo Inicial entre Chegadas	131
11.1.5 A Análise do Modelo V para uma Redução de 40% do Intervalo Inicial entre Chegadas	132
11.1.6 A Análise do Modelo V para uma Redução de 50% do Intervalo Inicial entre Chegadas	133
11.2 A Síntese dos resultados do Modelo V	134
Capítulo 12 - Conclusão	136
Referência Bibliográfica	139

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

### 1.1 A SIMULAÇÃO NA PESQUISA OPERACIONAL E A APLICAÇÃO NA ÁREA DE SAÚDE

Comenta-se que a Pesquisa Operacional oferece o melhor método para se determinar uma singular decisão, o que significa afirmar que a Pesquisa Operacional seria um importante artifício no apoio a tomada de decisões em vários segmentos da sociedade. Dentro das diversas ferramentas da Pesquisa Operacional, a simulação vem alcançando um espaço significativo em diversas áreas, tais como: indústria, esporte, educação, comércio e medicina.

Segundo PRADO (2004), a simulação se mostrou uma ferramenta estratégica para estudos de reengenharia, mudança de layout, ampliação, automatização, planejamento da produção, logística, etc. A grande vantagem da simulação reside no fato de permitir a análise de diversas alterações no cenário virtual, sem o custo e o risco de atuar no sistema real.

De acordo com GONÇALVES (2004), o custo relativamente baixo da simulação, o pouco risco em relação à experimentação no sistema real e a capacidade de suportar de maneira confiável as flutuações estatísticas são algumas das características que recomendam a utilização desta técnica.

Conforme MAGALHÃES (2006), a técnica de simulação vem sendo usada largamente em vários setores, visando à boa gestão da capacidade, minimização dos problemas e a melhoria da qualidade.

Como em muitos segmentos sociais, o sistema de saúde teve um grande crescimento científico e tecnológico, pois com o surgimento de novas pesquisas, medicamentos, instrumentos e procedimentos clínicos/cirúrgicos; diversas enfermidades que ocasionavam óbitos de milhares de pessoas no século XIX e parte do século XX desapareceram, proporcionando maior expectativa de vida. Com o aumento progressivo da demanda por esses serviços e a franca redução dos recursos humanos, materiais e financeiros, a gestão destes serviços se tornou uma tarefa complicada, principalmente nos países pobres e em desenvolvimento. Diante deste fato, este segmento tornou-se um grande atrativo para a utilização da simulação visando atender com maior qualidade a demanda proposta.

Um dos grandes problemas da gestão pública nacional é administrar a escassez de recursos financeiros, especialmente, em um dos segmentos sociais que mais carece a população: a saúde. A cada década, o crescimento da demanda por este serviço se torna uma realidade assustadora, conseqüentemente, desenvolver uma solução para a crise orçamentária e obter mais qualidade no atendimento das classes sociais tornou-se uma necessidade para os gestores.

Diante do que foi exposto, e levando-se em consideração os eventos de grande porte que serão realizados na cidade do Rio de Janeiro, como a Copa do Mundo de Futebol em 2014 e os Jogos Olímpicos em 2016; modelos em simulação em um hospital público, baseados nos princípios do Hospital Geral de Viena (conforme será visto no capítulo 4 desta dissertação), são criados aqui para prestarem serviços de qualidade na área de saúde. Este hospital apresentará modelos de triagem em três níveis e recursos humanos suficientes que sejam capazes de atender aos picos de demanda inesperados que possam surgir, como em caso de grandes catástrofes naturais ou urbanas, monitorados por uma Central de Operações e Controle. Ela enviará ambulâncias para atendimentos pré-hospitalares, realizando uma triagem prévia, e enviará o paciente de forma rápida e eficiente para setores emergenciais específicos.

## 1.2 OS OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é avaliar a capacidade do Sistema de Admissão de um hospital emergencial com o aumento da demanda em diferentes formas<sup>1</sup> e cenários<sup>2</sup>; simular a função de uma Central de Operações e Controle (COC) para o monitoramento, a classificação de risco e o encaminhamento de pacientes; comparar diversos cenários de encaminhamento de pacientes para setores apropriados; e a avaliação dos recursos humanos para cada cenário estudado levando em consideração as variações da demanda. A ferramenta de Pesquisa Operacional utilizada foi a simulação, pois possui maior simplicidade de manuseio, baixos custos e riscos quando comparado com a desenvoltura do sistema real. Neste estudo serão abordados cinco modelos importantes de simulação de eventos discretos, onde somente os modelos II, IV e V são coordenados por uma COC (seria em linhas gerais o próprio modelo V a COC):

---

<sup>1</sup> os modelos propostos.

<sup>2</sup> configurações possíveis de recursos humanos.

I) Um modelo básico no estudo de triagem em três níveis, onde toda a demanda é admitida pela recepção (Classificação de Risco para toda a Demanda);

II) Um modelo proposto no estudo de triagem em três níveis, onde parte da demanda é admitida pela recepção, outra parte da demanda é dirigida ao atendimento de alta complexidade e a parte final da demanda é encaminhada diretamente para a área interna (Classificação de Risco para a Demanda Espontânea e Monitoramento da Demanda Proveniente de Ambulâncias);

III) Um modelo básico no estudo, onde somente a demanda proveniente da remoção por ambulâncias (SAMU/GSE e transferência entre hospitais) é admitida pela recepção (Demanda Proveniente de Ambulâncias sem Monitoramento);

IV) Um modelo proposto no estudo, onde somente a demanda proveniente do SAMU/GSE é dirigida ao atendimento de alta complexidade e a demanda proveniente da transferência entre hospitais é encaminhada para a área interna (Monitoramento da Demanda Proveniente de Ambulâncias); e

V) Um modelo de chamadas e atendimentos de uma central de operações e controle (A Central de Operações e Controle).

Estes modelos desobstruirão os fluxos e reduzirão os tempos de espera dos pacientes dos diferentes níveis de complexidade, tendo em vista a necessidade de um curto período de espera para estes atendimentos, conforme os aumentos das variações de demanda para um sistema integrado com um hospital emergencial e uma COC.

### 1.3 A JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Segundo dados da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro (2011), a cidade compreende quatro zonas geográficas: zonas norte, sul, centro e oeste, além de dez áreas de planejamento: 1.0, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 4.0, 5.1, 5.2 e 5.3, onde estão incluídos os bairros das zonas geográficas.

A migração de pacientes de outras áreas, o baixo poder aquisitivo, a carência escolar, a baixa condição sanitária e o alto índice de violência urbana sofrida por parte da população concorrem para um aumento de enfermidades e de demanda de pacientes à

procura de prestação de serviços mais qualificados. Surge, dentro dessa realidade, a necessidade de um hospital de suma referência para atender com maestria a esses problemas já banalizados, além de atender a eventos súbitos de grandes proporções que possam acontecer.

Os fatores anteriormente mencionados proporcionam intensos fluxos e filas nos hospitais emergenciais, onde pacientes de alta e média complexidade buscam atendimentos com pacientes de baixa complexidade, os quais a princípio não necessitam de pouco tempo para serem medicados. Nesse sentido, foi considerado importante avaliar as consequências originadas por esses fatos no hospital emergencial, buscando melhorar a qualidade dos serviços prestados aos pacientes.

A intenção desse estudo é, finalmente, auxiliar a administração municipal da cidade do Rio de Janeiro, com o aprendizado de simulação adquirido ao longo do curso de mestrado em Pesquisa Operacional, engenharia de produção, no sentido de priorizar os atendimentos mais complexos, reduzir as filas e melhorar a qualidade dos serviços prestados em caso de catástrofes.

#### 1.4 A ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A ordem cronológica da apresentação da dissertação é composta de 12 capítulos: Introdução, A Revisão Bibliográfica, A Simulação, O Hospital Padrão Austríaco e O Entendimento da Catástrofe, A Central de Operações e Controle, A Modelagem do Problema, A Coleta de Dados, Os Resultados da Simulação e Conclusão.

No capítulo 1 é feita a introdução da dissertação, descrevendo os seus objetivos e conteúdo.

No capítulo 2 analisa-se uma revisão bibliográfica, onde trabalhos nacionais e internacionais de outros autores que utilizaram a simulação como ferramenta nas diversas áreas da emergência hospitalar foram destacados.

No capítulo 3 são apresentados os conceitos, as etapas e a abordagem das três fases da simulação para melhor compreender a simulação como resolução do problema na área de saúde, além de um estudo sobre o software “*Simul8*” utilizado na dissertação.

No capítulo 4 realiza-se uma pesquisa literária sobre os serviços e propósitos do hospital padrão austríaco, *call center* e os sistemas de triagem deste hospital, além de um estudo sobre catástrofes e questões relacionadas ao assunto.

No capítulo 5 descreve-se a Central de Operações e Controle europeia, eficiente nos casos de catástrofes, e demonstra-se o que seria uma Central de Operações e Controle padrão.

O capítulo 6 descreve o problema, os objetivos da solução do problema, um comentário do funcionamento da central proposta de operações e controle como setor, os cinco modelos a serem analisados com seus fluxos de pacientes.

O capítulo 7 apresenta a citação de parâmetros na coleta de dados.

Do capítulo 8 ao capítulo 11 encontram-se os resultados da simulação dos cinco modelos estudados e suas respectivas análises.

O capítulo 12 conclui essa dissertação.

## CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente, um dos problemas mais complexos de qualquer administração pública é o sistema de saúde, que se tornou uma ferida exposta nas comunidades financeiramente carentes da sociedade. Nele, a escassez de recursos humanos, materiais e financeiros compõem causas preliminares da ineficiência do atendimento hospitalar. Esse estudo de revisão bibliográfica é necessário porque, através dele, pretende-se rever os trabalhos desenvolvidos por vários autores; desde o embrião da simulação (primeiros trabalhos significativos) até o presente momento, de âmbito nacional e internacional, focando as diversas áreas da emergência do sistema hospitalar.

A partir da década de 60, o uso da simulação ganhou impulso enquanto ferramenta de Pesquisa Operacional, e foi destacado no sentido de ratificar um acessório de real valor para um melhor auxílio na tomada de decisão.

THOMPSON e FETTER (1963) descreveram o uso de um modelo de simulação na maternidade para prever os requisitos de instalação para os pacientes (mãe/recém-nascido) em qualquer nível de serviço desejado. Uma nova versão desta simulação aparece mais tarde na literatura (1969) e inclui um ambulatório, um pavilhão cirúrgico e um laboratório clínico. O experimento mostrou um efeito significativo no aumento da demanda e uma redução na duração do internamento dos pacientes.

HANDYSIDE e MORRIS (1967) descreveram na pesquisa um método, onde os dados relativos da duração de taxas de admissão e tempo médio de internação simulavam a admissão de pacientes de emergência, para prever o efeito sobre a ocupação dos leitos em vários agendamentos de rotação de admissão.

ROBINSON, WING e DAVIS (1968) examinaram seis métodos alternativos de programação de internação de pacientes eletivos, levando-se em consideração atributos como o dia da internação e suas flexibilidades, o tempo de internação no hospital e a demanda por serviços.

BARNOON e WOLFE (1968) descreveram um método prático de previsão de altas e programação de admissões de demanda em uma unidade cirúrgica, tendo quase exclusivamente pacientes eletivos. Examinaram medidas, como a utilização da unidade cirúrgica, o tempo ocioso do pessoal médico e da capacidade para lidar com casos em períodos de alta demanda.

GOLDMAN e KNAPPENBERGER (1969) estudaram alternativas para as disciplinas prioritárias com o objetivo de lidar com casos de cirurgia eletiva, a fim de obter a máxima eficácia na sala de cirurgia. Os critérios utilizados para avaliar a eficácia das

políticas alternativas foram: a utilização, tempo ocioso, o tamanho da lista e a necessidade de reagendamento.

RIKKERS (1970) simulou a utilização de leitos para os pacientes em um hospital com fronteiras flexíveis entre as unidades de leito para cada ambulatório. O modelo foi projetado para cirurgias eletivas, critérios de prioridades de análise, especificações de sexo, preferências de quarto e de atribuições de unidades iniciais para cada paciente. Ele abordou a possibilidade de divisão de unidades de leitos e mostrou que este teve um efeito substancial no nível de ocupação.

BLEWETT *et al.* (1972) simularam o uso da divisão de recursos entre as especialidades. Os pacientes foram classificados de acordo com o sexo, a consulta e o diagnóstico. Em seu experimento foi investigado a variação da carga de trabalho de consultores individuais, o número de divisão de leitos e do número de variação de divisões de recursos.

HANCOK *et al.* (1978) usaram a simulação para investigar os efeitos de vários parâmetros de ocupação do hospital. Os parâmetros investigados e analisados foram os números de leitos na unidade ambulatorial, a porcentagem de pacientes que fizeram parte das situações de emergência, porcentagem de pacientes cuja internação eletiva foi definida com antecedência e tempo médio de permanência dos pacientes na emergência.

A partir da década de 80, o desenvolvimento de ferramentas de análise de processos tem apresentado um crescimento significativo. DE OLIVEIRA (1982), desenvolveu um trabalho que consistiu em avaliar problemas administrativos surgidos na emergência de um hospital no Reino Unido, baseado em banco de dados extensivos compilados pelo hospital, com a finalidade de fornecer uma contribuição através da Pesquisa Operacional. Para tornar o uso eficiente desta informação, foi aplicado neste estudo um modelo estocástico para o processo de chegada ao hospital. Este modelo usa uma combinação da teoria de Cadeias de Markov e Programação Linear, para indicar o número de pacientes a serem admitidos. Posteriormente, foi desenvolvido um modelo de simulação para avaliar as políticas alternativas. É demonstrado que, mesmo com as informações parciais das características do paciente, é possível melhorar o desempenho do atendimento. Por último, foi utilizado o método de séries temporais de Box-Jenkins para analisar características sazonais dos dados e fazer previsões para o processo de admissão.

ROSENHEAD (1988) sugeriu um novo método para analisar o problema da emergência em Londres. A metodologia consiste em conduzir um caso básico de

simulação, rodando o modelo com dados e parâmetros que representam a mais recente experiência do sistema no mundo real e depois conduzir uma ampla análise de rodadas, fazendo mudanças em alguns parâmetros e outros tópicos de interesse para explorar seus efeitos nos resultados do modelo. O trabalho tem como finalidade:

- a) Avaliar a efetividade no atendimento dos pacientes de acordo com os recursos utilizados pelo hospital gerenciado; e
- b) Estudar como a taxa de admissão na emergência aumenta o tempo médio de espera para uma consulta inicial em um determinado departamento.

ZAKI *et al.* (1997) descreveu duas diferentes abordagens que são usadas para solucionar problemas de otimização de serviços de emergência. A primeira acha o número ótimo de alocações e de sistemas de serviços de emergência. Diferentes combinações de restrições e funções objetivas podem gerar diferentes modelos de serviços de emergência. A segunda abordagem assume localizações preenchidas para unidades de emergência como uma tentativa de se encontrar o número ótimo de pessoal e equipamento, isto é, a alocação capaz de reduzir o tempo de resposta de unidades de saúde, permitindo um valor específico. O autor escolheu a segunda abordagem, já que a maioria dos sistemas de serviço emergencial já possui suas unidades móveis alocadas, e seria muito trabalhoso realocá-las. Este autor em sua abordagem usa a análise do tempo de resposta<sup>3</sup> para avaliar a efetividade dos sistemas de saúde de emergência.

GONZÁLEZ *et al.* (1997) avaliou as condições para melhorar a qualidade em um departamento de emergência, utilizando a técnica de simulação-animação como uma ferramenta para a geração de alternativas viáveis. A simulação, em especial, cobre o fluxo completo de pacientes através de um departamento de emergência. Os processos incluídos na simulação são: triagem, segurança, visita do médico, e outros recursos de suporte, como laboratório e raios-X. Além disso, uma animação do sistema corrente foi desenvolvida para mostrar o gerenciamento do hospital e as áreas de oportunidade de melhoria. Como parte deste projeto, o pessoal do hospital foi exposto aos conceitos de qualidade total, tais como Planejamento Estratégico e conceitos de Engenharia Industrial, aplicado para operações de serviço de saúde. O resultado desse trabalho incentivou a

---

<sup>3</sup>Tempo de resposta aqui está sendo visto com relação ao tempo que um sistema de serviço de emergência leva para atender um paciente desde que foi recebida a chamada.

utilização da técnica de simulação-animação a outros hospitais. Em um deles foi estudado o problema de capacidade (dificuldade em atender todos os pacientes que requeriam seus serviços), o mesmo problema enfrentado hoje pelo HUAP (Hospital Universitário Antônio Pedro).

MABRY *et al.* (1997) descreveram um Sistema Integrado de Análise Médica que fornece ferramentas quantitativas, análises dinâmicas de modelos de função fisiológica, entrada de pacientes para atendimentos clínicos, dados médicos e medicamentos (remédios). O Sistema foi desenvolvido para definição de requisitos, análise, validação, controle e diagnósticos em tempo real. Um protótipo atual enfatiza funções fisiológicas cardiovasculares e pulmonares, além de integração com os dados dos pacientes.

DE OLIVEIRA (1999) usou a simulação visual 3D para auxiliar a implementação de um projeto modular e progressivo de instalações de novas unidades no Instituto de Doenças Torácicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O resultado é usado para recomendar mudanças na arquitetura original do projeto em uma determinada ordem, visando à melhoria da qualidade do processo de atendimento. A plataforma de simulação 3D é usada para facilitar os administradores no entendimento das complexas interações internas que acontecem na implementação do projeto. Um modelo de sistema de admissão é usado para avaliar os efeitos da mudança do fluxo de pacientes e alocação dos recursos humanos e materiais. Um cenário 3D é produzido, baseado no layout de um dos modelos. A mais importante contribuição deste estudo foi a identificação de sérias restrições no projeto existente. Existiam problemas de fluxo no corredor de acesso entre as salas de atendimento e os consultórios.

SEPÚLVEDA *et al.* (1999) exploraram um modelo de simulação que prestava serviço para uma dada demanda de pacientes em um centro de tratamento de câncer. O objetivo do estudo era de analisar o fluxo de pacientes em toda a unidade médica, avaliar o impacto de planos alternativos usando diferentes opções de agendamento e avaliar recursos. O modelo de simulação determinou a transferência da central do laboratório e da farmácia, bem como identificou as alterações dos procedimentos de programação que permitiram um aumento de 30% nas internações de pacientes.

AGUILAR (2001) propôs uma nova abordagem, incluindo nas técnicas de análise de processos a simulação e a análise inteligente, voltada para a administração hospitalar. Do ponto de vista da gerência, o estado do sistema é determinado pelo fluxo de pacientes nos diversos serviços do hospital. Na descrição do estado do sistema, consideram-se os valores das diferentes variáveis (média dos tempos de espera, tempos de chegada etc.)

que fornecem uma ideia da situação do hospital. Baseado nos valores destas variáveis, decisões são tomadas no sentido de melhorar o desempenho geral do sistema. O hospital apresenta problemas, com os quais seu administrador não está familiarizado por completo, tendo em vista que um vasto número de informações está distribuído em todo o sistema. Para resolver este problema, o autor utilizou duas metodologias: a primeira modelou e estudou o sistema, a segunda automatizou o processo de decisão. Para alcançar esta abordagem a única possibilidade foi o uso inteligente da simulação para prever os resultados das decisões.

DE OLIVEIRA e TOSCANO (2001) estudaram o problema de admissão hospitalar em uma unidade de emergência, onde o sistema estudado foi dividido em duas partes: a fase pré-hospitalar e hospitalar. A primeira fase consiste desde a chamada telefônica para o atendimento do paciente, seguida da confirmação de um incidente, demandando serviços, tais como, a ambulância do Corpo de Bombeiros e do Serviço de Atendimento Móvel Urgente (SAMU). Esta fase termina quando o paciente chega ao hospital. A segunda fase inicia no interior do hospital e engloba a análise dos processos de atendimento na recepção, na triagem e no consultório médico.

TOSCANO (2001) com o objetivo de desenvolver uma ferramenta de apoio a decisões em casos de emergência, argumenta que a integração dos serviços pré-hospitalares e hospitalares contribui para melhorar a qualidade no atendimento. O sistema pré-hospitalar e hospitalar público da cidade do Rio de Janeiro foi estudado e modelado juntamente com o trabalho de duas especialidades médicas. A contribuição do trabalho se localizou na atenção aos pacientes de emergência e forneceu modelos para a integração dos sistemas envolvidos. Procurou-se avaliar a qualidade e organizar a atenção aos pacientes de emergência fornecendo meios para melhor utilizar os recursos humanos e materiais envolvidos.

FILHO (2002) desenvolveu um trabalho no Hospital Municipal Miguel Couto (HMMC) onde a relação entre a oferta e demanda de serviços é estudada com ênfase tanto na disponibilidade de profissionais de saúde no sistema de admissão quanto nas necessidades reais dos pacientes. Um trabalho de campo foi realizado para identificar os principais problemas existentes. Um modelo de simulação a eventos discretos foi desenvolvido para avaliação de diversos cenários, objetivando o dimensionamento dos recursos humanos necessários para a redução do tempo de espera na fila do setor de emergência no hospital estudado. A metodologia de implementação da qualidade total

hospitalar foi sugerida para reduzir o nível de insatisfação com a prestação de serviços, tendo como base uma avaliação realizada junto aos pacientes.

MORAES *et al.* (2002) apresentaram a contribuição da simulação multiusuário, onde foi desenvolvida a aplicação da fila de um hospital público em um ambiente virtual, no qual o usuário interage com outros usuários. O principal objetivo do experimento foi trazer aos usuários a sensação de estar na fila do hospital. Este modelo de simulação é implementado em linguagem C, e permitiu ao usuário interagir com objetos e pessoas de um ambiente virtual.

SAMAHA *et al.* (2003) este estudo elaborou um modelo de simulação de atividades em um departamento de emergência hospitalar norte-americano. Devido as grandes variáveis que podem existir em uma emergência, foi solicitado um modelo que resolvesse os problemas. O objetivo era criar um artifício dentro da simulação que descrevesse as atividades e avaliasse as alternativas para reduzir o tempo de permanência dos pacientes dentro do departamento, a fim de que o sistema evitasse maiores gastos e mantivesse a qualidade do atendimento.

BAESLER *et al.* (2003) o trabalho apresentou resultados obtidos após o uso de um modelo (em simulação) que estimou a máxima demanda na sala de emergência de um hospital privado chileno. O modelo foi criado, tão somente, para estimar a máxima demanda que o sistema poderia absorver, e a partir deste ponto definir números mínimos de recursos necessários para atender a demanda.

GONÇALVES (2004) utilizou a simulação computacional para avaliar alternativas de gestão de recursos no setor de radiologia do INCA – Instituto Nacional do Câncer, na cidade do Rio de Janeiro, de modo a reduzir o tempo de espera entre o registro do paciente e a obtenção do diagnóstico.

TAKAKUWA e SHIOZAKI (2004) um centro de emergência de um hospital geral foi simulado para analisar o fluxo de pacientes. Neste modelo foi percebido o grande tempo de espera dos pacientes em filas para serem atendidos (pacientes que chegam normalmente e pacientes que chegam de ambulâncias). A partir da demanda, o objetivo do estudo era de propor um planejamento de operações, a fim de minimizar o tempo de espera por leitos, tratamentos médicos e macas no centro de emergência.

CONNELLY e BAIR (2004) exploraram o potencial de simulação a eventos discretos em métodos para avançar o nível de sistema de operações do departamento de emergência. A simulação a eventos discretos foi usada para desenvolver um modelo de atividade no departamento de emergência para um período de cinco dias. O modelo de

entrada incluiu os níveis de pessoal, características, instalações, dados de pacientes retirados de bases de dados eletrônicos, registros de faturamento, e uma revisão detalhada de 674 prontuários do departamento de emergência. A precisão dos resultados do modelo foi testada, comparando os tempos previstos e conhecidos das atividades sofridas e realizadas pelos pacientes. O modelo foi então usado para comparar a triagem de forma rápida e melhor separar os pacientes. O modelo previu uma comparação preliminar de dois métodos de triagem, mostrando que a técnica reduziu os gargalos e os tempos médios de tratamento para pacientes de alta complexidade, mas resultou em um aumento global do tempo médio de serviço para pacientes de baixa complexidade. O modelo forneceu uma plataforma flexível para estudar as operações do departamento de emergência, e como elas se relacionam com os tempos médios de tratamento dos pacientes, apesar de ter exigido aperfeiçoamentos para prever os tempos de cada um.

GABA (2004) designou a simulação como uma técnica, não como uma tecnologia para substituir ou ampliar as experiências reais do mundo de uma forma interativa. As diversas aplicações da simulação em saúde podiam ser categorizadas por 11 dimensões: objetivos e finalidades da atividade de simulação; unidade de participação; nível de experiência dos participantes; domínio da saúde, disciplina profissional dos participantes, tipo de conhecimento, habilidade, atitudes ou comportamentos em questão; idade do paciente simulado; tecnologia aplicável ou necessária; site de simulação; importância da participação direta e métodos de realimentação utilizados. Usou a simulação para melhorar a segurança que exigiria plena integração de suas aplicações nas estruturas de rotina e prática de cuidados de saúde. Várias forças motrizes e mecanismos de aplicação podem ser esperados para a propulsão da simulação nos anos vindouros, incluindo as sociedades profissionais e o público.

SABBADINI (2005) utilizou a técnica da simulação na emergência do Hospital Municipal Henrique Sergio Gregori para avaliar o impacto da implantação do sistema de triagem na redução do tempo de espera dos pacientes emergentes.

ENGELBRECHT (2006) foi responsável pelo artigo jornalístico que apurou sobre o fato de vigilantes e atendentes tomarem o lugar de médicos e enfermeiros na porta de entrada de alguns dos mais importantes hospitais públicos da cidade do Rio de Janeiro. Sem formação na área de saúde, eles estavam fazendo a triagem de pacientes, decidindo quem deveria receber atendimento na emergência e quem deveria ser encaminhado para outros serviços; entre outros casos, orientando enfermos com determinações irredutíveis para se dirigirem a fila dos ambulatórios, ao invés da fila de emergência, sob a

prerrogativa de que, “*Se não tem sangue, não é emergência*”. O problema foi detectado nos hospitais Albert Schweitzer, Miguel Couto, Rocha Maia, Getúlio Vargas e Geral de Bonsucesso, durante uma série de inspeções realizadas pela Comissão de Saúde da Câmara de Vereadores.

GUNAL e PIDD (2006) examinaram os desempenhos em hospitais no Reino Unido por meio de simulações em departamentos de acidentes e emergência. A modelagem em simulação nestes hospitais contribuiu para compreender dados reais de admissão de pacientes e apresentar análises de dados. Os destaques do estudo foram o comportamento e a versátil experiência do nível médico dos profissionais que contribuíram para o desempenho no departamento.

MAGALHÃES (2006) focalizou um problema crítico existente na maioria dos hospitais públicos brasileiros: a admissão de pacientes nas unidades de emergência. Um estudo detalhado do sistema de admissão de emergência foi realizado no Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP), instituição pública federal, localizada no município de Niterói, no estado do Rio de Janeiro. Dois modelos de simulação a eventos discretos foram desenvolvidos para avaliar o comportamento do sistema em diferentes cenários. O primeiro modelo analisou o sistema atual de admissão com o objetivo de identificar os gargalos, avaliar a sua capacidade operacional e obter a configuração apropriada dos recursos existentes, visando à redução do tempo de espera. O segundo modelo explicitou o uso de um sistema alternativo de classificação de risco em três níveis, avaliando o comportamento do sistema com e sem priorização no atendimento. Os resultados mostraram uma redução significativa nos tempos médios de espera dos pacientes de alta e média complexidade. A configuração adequada dos recursos humanos foi feita com base na redução do tempo de espera recomendado para cada tipo de paciente.

BOND *et al.* (2007) em 2005, a “*Society for Academic Emergency Medicine Simulation Task Force*” foi criada para assegurar que a sociedade e seus membros tivessem um acesso adequado aos recursos relativos a simulação na área médica. Os autores do projeto apresentaram documentos do consenso da força-tarefa que sugeriu áreas de investigação, onde incluíam oportunidades significativas de estudo, aprendizagens experimentais, treinamentos de equipe, simulações de processos, uso de simulações para avaliações e tópicos especiais em medicina de emergência. Os desafios da pesquisa no campo da simulação são amplamente discutidos, incluindo o impacto da simulação sobre a segurança do paciente.

BELAIDI *et al.* (2007) apresentaram um trabalho que teve dois objetivos: o primeiro mostrou o interesse nas redes de modelagem em atendimentos de emergência, o segundo caracterizou as diferentes questões relacionadas com a direção da cadeia de suprimentos de emergência e posicionamento da literatura dedicada às questões de saúde de emergência. Estes objetivos permitiram uma modelagem na rede de emergência e de apoio ao desenvolvimento de soluções duradouras para os problemas da cadeia de abastecimento de emergência.

ELDABI *et al.* (2007) o artigo propôs um futuro promissor para o uso da simulação como uma técnica de resolução de problemas em contextos de saúde. Usando uma síntese das tendências identificadas por uma seleção de especialistas na área acadêmica e industrial, a análise crítica foi aplicada para encontrar as diferenças entre o que existe e o que poderia ser criado, com base no esboço de alguns temas importantes. Os dados da pesquisa revelam que a maioria dos inquiridos concordam em seguir abordagens de todo o sistema com mais métodos de modelagens ou mistos para enfrentar os problemas, ao invés de práticas baseadas em uma única solução. O artigo, em seguida, apresenta opções de como a simulação poderia ser utilizada no domínio da saúde.

SALUSTRI *et al.* (2007) o departamento de emergência de um hospital é um sistema complexo, caracterizado pela grande variação de demanda de pacientes. Neste contexto, a simulação pode ser uma ferramenta importante para compreender, analisar e gerenciar o sistema, a fim de quantificar os recursos necessários para oferecer qualidade de serviços. O modelo estudado neste trabalho descreveu um dos maiores departamentos de acidente e emergência em Roma, onde a simulação foi empregada para explorar alguns gargalos, que ocasionaram prolongados tempos de espera e sobrecargas nos recursos disponíveis.

FILHO *et al.* (2008) afirmaram em seu estudo que a simulação de eventos discretos vem sendo usada enormemente e com sucesso para modelar sistemas hospitalares e clínicas de saúde, com o objetivo de melhorar os seus resultados financeiros e operacionais, pois nas últimas décadas, os custos hospitalares têm crescido dramaticamente e ao mesmo tempo as empresas da área de saúde tem sofrido pressões para fornecer serviços de melhor qualidade aos seus pacientes. Gestores têm usado simulação de eventos discretos como ferramenta para tomada de decisão em várias aplicações como alocação de recursos escassos, fluxo de pacientes, no setor de emergência; e simultaneamente aumentar a satisfação dos pacientes e diminuir os custos dos serviços. Entretanto, mesmo com o sucesso da simulação no nível operacional, muito

pouco trabalho tem se dedicado a simulação de manutenção em equipamentos hospitalares. Assim, no estudo foi desenvolvido um modelo de simulação pelo software *Arena*, para verificar as consequências decorrentes de uma parada inesperada de um tomógrafo em dois hospitais, sendo um público e outro privado.

FREDERICO (2009) o problema de gestão da admissão de pacientes em hospitais públicos brasileiros foi estudado por aproximadamente 30 anos, por uma equipe de pesquisa existente na COPPE/UFRJ. A maioria dos estudos focalizou aspectos pontuais relevantes sobre o sistema de admissão de pacientes em hospitais públicos no estado do Rio de Janeiro. Uma avaliação deste conjunto de trabalhos apontou para a necessidade de um sistema que incorporasse essas iniciativas em um só modelo. O objetivo deste trabalho foi propor um modelo integrado para a gestão das admissões de emergência em hospitais públicos do estado do Rio de Janeiro, com base teórica obtida nas iniciativas anteriores, na experiência adquirida pelo grupo de pesquisa e em um estudo atualizado acerca da sintonia entre a oferta e a demanda por esses serviços.

CARDOEN *et al.* (2010) apresentaram uma revisão de pesquisas recentes sobre o funcionamento operacional de planejamento e agendamento das salas de operação. A literatura foi avaliada sobre vários campos que estão relacionados com o problema de configuração (como medidas de desempenho e classes de pacientes) e características técnicas (como técnica de solução e incorporação da incerteza). Os papéis são reunidos e avaliados de diversas maneiras a fim de configurar uma visão diversificada e detalhada, para facilitar a identificação de manuscritos relacionados a interesses específicos do estudante. Ao longo da revisão da literatura foram resumidas as tendências significativas na pesquisa sobre planejamento de programação e de sala de operação, identificando áreas que precisam ser abordadas posteriormente.

SABBADINI *et al.* (2007) o artigo apresenta um estudo relativo ao comportamento da demanda por atendimento em um hospital de emergência da rede pública de saúde, assim como apresenta um aplicativo desenvolvido para o monitoramento da mesma. Este recurso foi incorporado às rotinas administrativas do hospital estudado a partir de 2004 e tem sido utilizado como instrumento de apoio na tomada de decisões relativas à gestão da capacidade e alocação de recursos.

GARCIA (2006) avaliou o dimensionamento de recursos do serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU) da região metropolitana II do Estado do Rio de Janeiro. A pesquisa foi iniciada com um trabalho de campo, onde a demanda e a oferta de serviços foram observadas. De posse das informações relevantes, modelos de simulação

a eventos discretos foram propostos inicialmente para dimensionar os recursos humanos na central de atendimentos e avaliar o impacto desse novo serviço no setor de emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP). A partir deste estudo são propostos cenários alternativos para uma avaliação integrada do serviço do SAMU com outros hospitais e unidades móveis dos municípios de Niterói e de São Gonçalo.

WU *et al.* (2008) desenvolveram um modelo de simulação abrangente para emergências civis e respostas para desastres, a fim de incorporar interações detalhadas entre o socorro prestado e as vítimas. Foram integradas as ideias de quadros de modelagem em simulação de eventos discretos e diversos componentes híbridos, como o sistema de informação geográfica.

KLEIN *et al.* (1998) a interoperabilidade e a reutilização são recursos utilizados pela *Arquitetura de Alto Nível*<sup>4</sup> (AAN) na Modelagem e na Simulação. A primeira parte do artigo descreve o trabalho com simulação de tráfegos distribuídos, com base na *Arquitetura de Alto Nível* e as lições aprendidas com o aumento de simulações clássicas e ferramentas de animação para a AAN. A segunda parte do artigo discorre sobre a flexibilidade adicional que as arquiteturas oferecem para a simulação distribuída, com foco na integração dinâmica de informações relevantes para a simulação global no espaço de eventos dinâmicos. Uma perspectiva promissora para o futuro conclui o artigo.

---

<sup>4</sup> Tradução livre do termo High Level of Architecture.

## CAPÍTULO 3 - O ESTUDO DA SIMULAÇÃO

### 3.1 A INTRODUÇÃO

Neste capítulo são encontradas e estudadas as definições, as etapas e a abordagem das três fases no processo de desenvolvimento de um projeto de simulação, com a finalidade de melhor compreender a ferramenta simulação na resolução do problema da emergência hospitalar.

### 3.2 AS DEFINIÇÕES

#### 3.2.1 A SIMULAÇÃO

A simulação é uma ferramenta de Pesquisa Operacional, que representa o mundo real através de parâmetros inseridos nos modelos lógicos-matemáticos dos sistemas. De acordo com SOUZA (2007), a essência da modelagem de simulação é a caracterização de objetos da vida real como um conjunto de entidades abstratas, o relacionamento entre estas entidades e um conjunto de mapeamentos que dão uma interpretação real às entidades abstratas.

Segundo TOSCANO (2011), a simulação pode ser definida como uma técnica que imita o funcionamento de um sistema do mundo real em um período definido de tempo, isto é, um modelo de simulação toma a forma de um conjunto de hipóteses acerca do funcionamento do sistema, expresso por relações matemáticas ou lógicas entre os objetos de interesse. Em contraste com as soluções matemáticas exatas disponíveis, na maioria dos modelos analíticos, o processo de simulação inclui a execução do modelo através do tempo (em geral em um computador), para gerar amostras representativas das medições do desempenho e funcionamento.

Segundo MAGALHÃES (2006), a simulação é, em geral, entendida como uma imitação de uma operação ou de um processo do mundo real. Independentemente do uso de computadores, a simulação envolve a geração de uma história artificial de um sistema para a análise de suas características operacionais.

Conforme SABBADINI (2005), a simulação é um método utilizado para estudar o desempenho de um sistema através de modelagem. Baseado em fenômenos conhecidos, o modelo estrutura os componentes do sistema e permite realizar experimentos que auxiliam na compreensão do sistema real em determinadas condições.

Para EHRLICH (1985), a simulação é um método para estudo de sistemas, por meio da formulação de um modelo matemático, que reproduz as características do sistema original. Segundo esse autor, não é possível obter de imediato, através da simulação, resultados que levem à melhoria do sistema estudado. Entretanto, através dela é possível realizar experimentos sob diferentes condições para posteriormente identificar aquele cujos resultados sejam mais aceitáveis.

Para PRADO (2004), a simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital.

Nesse sentido, para DE OLIVEIRA e TOSCANO (2001), a simulação é uma ferramenta de apoio de decisão que oferece a possibilidade para executar uma avaliação prévia do comportamento dinâmico de um sistema particular, sem a necessidade de interferência no sistema real.

O objetivo maior da simulação é reduzir o custo dos experimentos de cenários em modelos, o que vem acontecendo progressivamente com os avanços das metodologias e linguagens de simulação.

### 3.2.2 O SISTEMA E OS SEUS ELEMENTOS

O *sistema* é uma parte ou um conjunto de partes (elementos ou componentes) da realidade que se relacionam entre si e com o meio no qual estão inseridos, reunidos para uma determinada finalidade. Pode-se caracterizar um *sistema* através da forma como suas próprias partes se organizam (estrutura), do entendimento de como as partes interagem entre si no decorrer do tempo (dinâmica) e das relações com o ambiente no qual está inserido (ecologia).

De acordo com TOSCANO (2001), um *sistema* é um conjunto de partes que interagem entre si e com o meio ambiente, satisfazendo a certas condições, para atingir determinados objetivos. O meio ambiente é o meio dentro do qual o sistema se encontra. As partes do sistema são chamadas de componentes. *Estado do sistema* é o ponto onde o sistema se encontra num determinado instante. O ponto pode ser definido pelo valor das variáveis que descrevem o sistema.

Cada componente do sistema possui características específicas que o descrevem, chamadas de *atributos*, onde é possível atribuir valores numéricos ou lógicos. As

mudanças do ambiente que modificam o sistema são denominadas *entradas do sistema* e as mudanças do sistema que modificam o ambiente são denominadas *saídas do sistema*.

O *Estado do Sistema* é o conjunto dos valores de entrada, de saída e dos atributos dos componentes em um determinado momento no tempo.

As *variáveis* são valores cujo desenvolvimento é observado no decorrer do tempo e são divididas em *endógenas* ou *exógenas*. As *variáveis endógenas* são determinadas dentro dos sistemas e as *variáveis exógenas* fora dos sistemas. As *variáveis exógenas* ou *independentes* podem ser *não controláveis* ou *controláveis*, onde neste último caso são denominadas *variáveis de controle dos sistemas*.

Os *parâmetros* são valores constantes que são observados durante a análise do sistema, afetando as variáveis do mesmo sistema estudado.

*Entidades* são pessoas, coisas ou objetos inseridos em um determinado processo, podendo ser divididas em *individuais* ou *grupais (coletivas)*.

Segundo TOSCANO (2001), define-se *entidades* como entes, pessoas, coisas, ou objetos dos quais guardamos informação e avaliamos suas qualidades chamadas de *atributos*. As entidades são elementos do sistema que são simulados, e podem ser identificados e processados individualmente. Se uma entidade no modelo tem um tempo de vida um nascimento e uma morte é uma entidade temporal. Se a entidade permanece o tempo todo no modelo é uma entidade permanente.

*Atividades* são operações (procedimentos) onde as entidades se movem entre os conjuntos no decorrer da simulação.

*Evento* é considerado um instante de tempo onde ocorre uma troca de estado de uma entidade inserida no sistema.

*Processo* é a sequência utilizada para agrupar os eventos em ordem cronológica dos seus acontecimentos. DE OLIVEIRA (2001) descreve que a forma mais simples de visualizar os sistemas a serem simulados é relacionando:

**ENTIDADES** possuindo

**ATRIBUTOS** interagem nas

**ATIVIDADES** sob certas condições gerando

**EVENTOS** que modificam o

**ESTADO DO SISTEMA.**

*Fila* é um estado passivo, onde as entidades aguardam determinadas condições para que sejam satisfeitas determinadas atividades. As filas podem ser PEPS (primeiro a entrar, primeiro a sair), UEPS (último a entrar, primeiro a sair), entre outros.

*Classes* são as entidades que possuem as mesmas características, tornando-se assim mais simples se referir a um determinado grupo de entidades.

*Relógio da simulação* é o momento onde está o exato instante da simulação.

*Conjunto* é a forma de se representar, durante a simulação, as entidades quando trocam de estado. Conforme DE OLIVEIRA [43], em alguns casos, os conjuntos podem ser considerados como filas nas quais as entidades esperam até o acontecimento de um procedimento.

### 3.3 OS MODELOS

O modelo é uma representação ou descrição de partes da realidade que não podem ser destacadas em suas configurações originais, ou seja, é uma descrição simplificada de um sistema. Para PIDD M. (1997), modelo é uma representação externa e explícita de uma parte da realidade vista por uma pessoa que deseja utilizar o modelo para compreender, mudar, administrar ou controlar parte da realidade.

#### 3.3.1 A CLASSIFICAÇÃO DOS MODELOS

Os modelos podem ser classificados com relação a:

*FORMA*, sendo divididos em:

- Icônicos - adotam figuras (desenhos, diagramas, mapas) ou coisas (estruturas) para representar um sistema;
- Analógicos - adotam sistemas de outra natureza, entretanto de fácil entendimento e compreensão, preservando uma nítida analogia com a realidade; e
- Simbólicos - adotam símbolos como forma de representar um sistema real (programações computacionais e modelos algorítmicos).

*FINALIDADE*, sendo divididos em:

- Qualitativos ou Conceituais - são modelos iniciais, normalmente icônicos e textuais, constituindo a base dos modelos analógicos ou simbólicos;
- Explicativos - são representações de parte da realidade que explicam o funcionamento do sistema através de suas variáveis de controle; e
- Descritivos - são modelos que não têm variáveis de controle, tão somente descrevendo o funcionamento do sistema sem explicá-lo, uma vez que, não têm como interferir no seu comportamento.

*DINÂMICA* (características de comportamento estudadas ao longo do tempo), sendo divididos em:

- Contínuos - são modelos existentes onde a passagem do tempo é contínua, permitindo destacar o *Estado do Sistema* em qualquer momento;
- Discretos - são modelos que determinam a passagem do tempo por intervalos, de forma que o *Estado do Sistema* seja conhecido, somente, em momentos específicos no tempo;
- Determinísticos - caracteriza o *Estado do Sistema* descrito pelo modelo, em um dado instante, determinando o *Estado do Sistema* no momento seguinte; e
- Não-determinísticos - quando pelo menos uma das variáveis do modelo não é determinada pelo *Estado do Sistema* no instante anterior. São por vezes conhecidos como modelos *probabilísticos* ou *estocásticos*.

Para TOSCANO (2001), temos um modelo *determinístico*, quando seu comportamento é determinado por um modelo que não incorpora qualquer mecanismo de chance, sendo de certa forma previsível. Em geral modelos de simulação baseados em sistemas determinísticos são descritos através de equações diferenciais ou de diferenças onde assume-se que todos os parâmetros podem ser determinados sem qualquer grau de incerteza. Temos um modelo *estocástico* quando seu comportamento incorpora mecanismos de chance, provenientes da teoria das probabilidades. Os modelos de simulação baseados em sistemas estocásticos requerem o conhecimento dos

conceitos de aleatoriedade, de geração de números pseudoaleatórios e de variáveis aleatórias. Esses conceitos podem ser encontrados em literatura especializada.

### 3.3.2 O DIAGRAMA DE CICLO DE ATIVIDADES (DCA)

É considerado como uma linguagem que adota símbolos para representar um sistema real de comportamento dinâmico em um determinado instante (estado). Possui dois símbolos principais, conforme mostrado nas Figuras 3.1 e 3.2.



- Estado Ativo

Figura 3.1- Símbolo do Estado Ativo

Fonte: De Oliveira (2001)



- Estado Passivo

Figura 3.2- Símbolo do Estado Passivo

Fonte: De Oliveira (2001)

Os símbolos na fase de modelagem por ocasião da simulação são importantes por duas razões:

- auxiliam a análise, no que diz respeito ao entendimento e discussão do problema; e
- auxiliam na criação do programa no computador para o experimento do modelo na simulação.

O *estado ativo* normalmente está associado à interação de diferentes classes de entidades. A duração do estado ativo pode ser definida a partir de uma distribuição de probabilidade apropriada para cada atividade, se o modelo de simulação for estocástico.

Uma *atividade* de cooperação entre servidores e clientes formaria o que conhecemos por *serviço* em um sistema de filas, onde uma correta distribuição para um dado tempo de serviço forneceria uma cirúrgica duração do estado ativo.

O *estado passivo* é uma não cooperação entre classes de entidades, onde as mesmas entidades esperam passivamente algo acontecer. O tempo de espera de uma entidade não pode ser previamente determinado, pois depende da duração dos *estados ativos* que estão antes e após a uma determinada fila.

Para figurar um DCA, faz-se necessário a listagem dos estados pelo qual todas as entidades passam. Os *estados ativos* e *passivos* se alternam ao longo da esquematização em diagramas. Um exemplo do Diagrama de Ciclo de Atividades para uma fila de compras em um mercado de peixe seria conforme a Figura 3.3 abaixo:

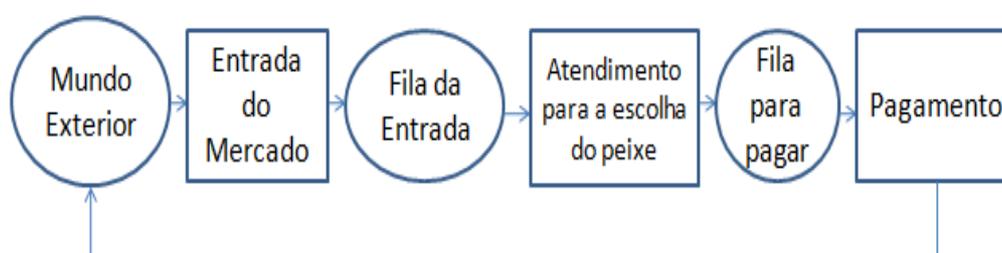


Figura 3.3- Exemplo de Diagrama do Ciclo de Atividades

Fonte: Própria

### 3.4 A SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS

O tempo da simulação a eventos discretos é descontínuo, ou seja, a simulação é realizada em saltos de tempo. Observa-se que é de difícil visualização realizar uma simulação somente a eventos discretos e somente a eventos contínuos, uma vez que os dois casos ocorrem um no outro, mesmo que em pouca intensidade.

Para DE OLIVEIRA (2001), se cada variável de estado de um sistema só pode mudar em um número contável de pontos discretos no tempo, então teremos para cada variável de estado uma sequência de eventos discretos no tempo e, assim, a simulação de tal sistema será descrita por um modelo de simulação de eventos discretos.

### 3.5 AS ETAPAS DA SIMULAÇÃO

Existem três etapas na simulação computacional: a *modelagem*, a *programação* e a *experimentação*. Essas fases seguem uma ordem sequencial, fazendo-se necessário não

programar na ausência de um modelo adequado e realizar experimentações somente com a construção de programas específicos de computadores (softwares).

As três etapas da simulação podem assim ser esclarecidas da seguinte forma:

*Modelagem* - determina modelos lógicos-matemáticos de parte de uma realidade para compor sistemas e simular uma parte do mundo real dentro de uma realidade virtual, sendo de total e absoluta necessidade o conhecimento do problema proposto e das variáveis envolvidas através da coletas de dados;

*Programação* - após a elaboração do modelo computacional, o programa é desenvolvido, normalmente, por uma linguagem específica de simulação. Uma vez pronto o programa, testes devem ser realizados para verificação de erros de programação, consistência e conceituação com o objetivo de verificar e validar o modelo; e

*Experimentação* - com o modelo verificado e validado, o próximo passo será a sua aplicação, onde serão simulados os cenários, analisando e comparando o comportamento das variáveis envolvidas, o que trará respostas para o estudo realizado.

### 3.6 A ABORDAGEM DAS TRÊS FASES NA CONSTRUÇÃO DO MODELO

Essa abordagem é uma combinação das abordagens por eventos e por atividades, buscando por objetivo uma melhor resolução da ferramenta simulação.

A abordagem é composta por dois tipos de operações:

- as operações são programadas por ocasião da previsão de seus tempos de início; e
- as operações restantes que podem ocorrer ou não, de acordo com o *Estado do Sistema*.

Conforme DE OLIVEIRA (2001), na simulação pelo método das três fases existem dois tipos distintos de eventos que são programados em procedimentos separados:

- evento B (bound) - são os eventos que correspondem ao término das atividades. Tais eventos têm a sua ocorrência programada, já que em simulação conhece-se a duração das atividades; e

- evento C (conditional) - são os eventos que correspondem ao início de cada atividade, são condicionados à existência de entidades, em número adequado, nas filas que precedem a atividade.

Na abordagem das três fases descreveremos e estudaremos cada fase, que segundo DE OLIVEIRA (2001) são:

#### *FASE A*

- (a) determinar os eventos B de menor data na lista de eventos; e
- (b) avançar o relógio da simulação para esta data.

A lista de eventos B que devem ocorrer é examinada, selecionando os eventos que possuem menor tempo. Os eventos são selecionados para um grupo de eventos que vão acontecer no momento e o relógio da simulação é ajustado para esta data.

#### *FASE B*

- (a) executar os eventos B para a data em que o relógio foi avançado; e
- (b) concluir a atividade, liberando as entidades para as filas sucessivas.

Após a seleção por critério de menor tempo, os eventos B são executados. Por ocasião do término de cada evento, a entidade inserida é liberada para um respectivo estado passivo (fila), observando que posteriormente poderá ser reprogramada para executar um novo evento B.

#### *FASE C*

- (a) verificar se as condições para início de cada uma das atividades são satisfeitas;
  - (b) caso passe no teste, a atividade é iniciada e novos eventos B são programados;
- e
- (c) as entidades envolvidas nas atividades que se iniciam deixam as filas predecessoras.

Deve ser feita a procura das atividades em uma determinada ordem e iniciar as que têm condições de começar. Deve-se mover as entidades das filas para a atividade, mostrar e desenvolver cálculos prévios para o tempo do término de cada atividade.

A Figura 3.4 apresenta o fluxograma da abordagem das três fases.

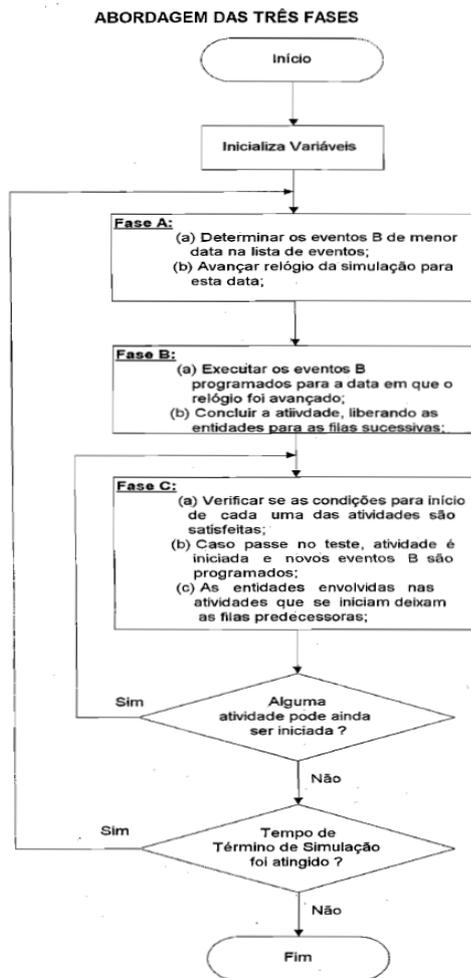


Figura 3.4- Fluxograma da Abordagem das Três Fases

Fonte: De Oliveira (2001)

### 3.7 O SOFTWARE DA SIMULAÇÃO

O aumento do uso da simulação como ferramenta de modelagem e a análise de problemas reais possibilitaram o desenvolvimento de softwares mais “simpáticos”, com simplicidade de depuração, análises probabilísticas e estatísticas, melhor visualização da execução da simulação e melhor apuração dos resultados.

#### 3.7.1 O SIMUL8

O software de simulação *Simul8* foi utilizado para a obtenção dos resultados deste estudo e será descrito e estudado a seguir.

Conforme CHWIF e MEDINA (2006) o *Simul8* (software para simulação de eventos discretos) passou a ser comercializado, na primeira metade da década de 90, como ferramenta profissional para projetos de simulação pela *Simul8 Corporation*, a partir de uma experiência bem-sucedida na Universidade de Strathclyde (Escócia). A princípio, este software foi desenvolvido apenas para fins didáticos. Com a experiência, viu-se a necessidade de transformar uma ferramenta de ensino em ferramenta de projetos de simulação.

Este software incorpora tecnologias modernas tanto na área da simulação quanto na área de computação. Isso faz com que o *Simul8* acelere o tempo de desenvolvimento e análise de modelos de simulação. Se comparado à sua eficiência, o *Simul8* tem seu preço de venda relativamente baixo. Por esses motivos, ele se tornou um dos softwares com maior número de licenças no mundo.

#### AS VANTAGENS DO SIMUL8

O *Simul8* apresenta diversas vantagens quando comparado com outros softwares:

- A maioria dos softwares de simulação teve seu código migrado para Windows posteriormente, já que a princípio, foram desenvolvidos em outros sistemas operacionais. Por este processo, os softwares se tornavam mais suscetíveis a *bugs* e *crashes*. O *Simul8* se torna menos suscetível a essas falhas por ter sido desenvolvido, desde o início, em ambiente Windows;

- O *Simul8* tem seu tempo de simulação acelerado devido ao mecanismo de simulação com base no método das três fases. Através da tecnologia de processamento paralelo é possível, em mais de um computador, que uma mesma simulação seja executada;
- É possível construir modelos a partir de 5 objetos: chegada, fila, centro de trabalho, recursos e saídas. Apesar de suas caixas de diálogos evitarem a necessidade de se programar linhas de código, o *Simul8* possui o *visual logic*, uma linguagem interna orientada a objetos, semelhante ao *visual basic*;
- Existem módulos com finalidades específicas plug ins, onde o software incorpora funções ou pacotes específicos tais como o *optquest* (otimização), *stat fit* (análise dos dados de entrada), *transport* (modelagem de sistemas de transporte como empilhadeiras), *virtual reality* (módulo de realidade virtual) e *process* (simulação contínua);
- Oferece uma ferramenta que auxilia e orienta o usuário. Através do assistente de simulação, baseado em inteligência artificial, é possível verificar quais são os problemas advindos de um determinado modelo. Isso é possível porque esta ferramenta informa automaticamente quais os possíveis problemas, sendo uma grande ajuda para os iniciantes em simulação;
- Este software possui uma versão *Run-Time* chamada *Viewer*, que roda modelos de simulação em computadores sem a instalação do *Simul8*, podendo alterar dados de entrada e customizando dados de saída; e
- Este software permite troca de informações com outros softwares como: Word, Excel, Bancos de Dados no padrão SQL, entre outros.

#### AS TRÊS VERSÕES APRESENTADAS PELO SIMUL8

Standard – esta versão pode ser comparada a versão Professional, a diferença está em alguns módulos e características específicas existentes somente na versão Professional;

Professional – é a versão standard, mais os módulos de realidade virtual *Virtual Reality*, otimização *Optquest*, simulação contínua *Process*, módulo para análise de dados

*Stat Fit*, modelagem de sistemas de transporte *Transport*. Habilita, também, o *Simul8 Viewer* a rodar modelos; e

Educational – Contém um número ilimitado de licenças Standard para utilização acadêmica e mais uma licença do Professional. A versão Educational traz algumas vantagens para a universidade, para o professor e o para aluno. É possível para o estudante, por exemplo, utilizar cópias em seu computador pessoal; além disso, ela inclui material didático para os usuários, fórum de discussão *Simul8-Café*. Uma outra vantagem desta versão é a de não haver taxa de manutenção.

## CAPÍTULO 4 - O HOSPITAL PADRÃO AUSTRIACO E O ENTENDIMENTO DA CATÁSTROFE

O objetivo deste capítulo é apresentar a referência de Hospital Especializado em Desastres Naturais e Urbanos em Viena, na Áustria (*O Hospital Geral de Viena-Medizinische Universität Wien*, onde também se localiza a Universidade de Medicina de Viena), através de seus serviços e propósitos, call center, sistemas de triagem e uma pesquisa sobre catástrofes e situações similares. Este estudo foi baseado no site oficial da Universidade de Viena (2011), guia de acidentes e serviços de emergência (2011) e sistema de comando em operações de Defesa Civil do estado do Espírito Santo (2010).



Figura 4.1- Hospital Geral de Viena, especializado em atendimento em grandes catástrofes.

Fonte: Site Oficial da Universidade de Viena

#### 4.1 O SERVIÇO DE EMERGÊNCIA MÉDICA

O *Serviço de Emergência Médica* (abreviado *EMS- Emergency Medical Service*, em alguns países) é um tipo de serviço de emergência dedicado ao fornecimento de cuidados médicos fora da unidade hospitalar (pré-hospitalar) e/ou transporte para atendimento definitivo de pacientes com doenças ou lesões em um sistema integrado de tratamento no próprio hospital.

O serviço de emergência médica também pode ser conhecido como: equipe de primeiros socorros, equipe de emergência, equipe de resgate, equipe de ambulância, serviço de ambulância, corpo de ambulância ou equipe da vida. Todas as ambulâncias devem ter os equipamentos básicos no seu interior, onde são requisitos mínimos: kit básico de primeiros socorros; curativos e bandagens; cobertores; maca flexível; cadeira de transporte rígido ou flexível; ventilador médico móvel; equipamentos de diagnóstico básico e desfibriladores portáteis. Algumas ambulâncias mais bem equipadas ainda devem ter: monitor de eletrocardiograma; equipamentos de resgate; de imobilização e para terapia intravenosa. É importante destacar que, no mínimo, cada ambulância (independente do tamanho e atendimento a ser realizado), deve ter três profissionais que são: um motorista e dois enfermeiros.

O objetivo do *Serviço de Emergência Médica* é atender os pacientes, de forma que salvasse e restabeleça a qualidade da vida humana. Assim, esses serviços evoluem para que seja fornecido um melhor atendimento na cena de ação e durante o transporte até o hospital emergencial.

Em boa parte das cidades, sob uma perspectiva global, esse serviço é requisitado pelo público através de um número de telefone de emergência, que o coloca em contato com uma instalação de controle de chamadas (*call center*), que então enviará os meios adequados para lidar com a situação. Também é verificado que, em alguns lugares, o serviço médico de emergência abrange também o papel de mover os pacientes de um centro médico para outro, geralmente para facilitar o fornecimento de um nível mais alto ou um campo mais especializado de atendimento. Em tais atendimentos, o serviço de emergência médica não é requisitado pelo público, mas por profissionais especializados (médicos ou enfermeiros).

Hospitais especializados que proporcionam níveis mais elevados de cuidados podem incluir serviços como: terapia intensiva neonatal, terapia intensiva pediátrica, centros regionais de tratamento de queimaduras, atendimento especializado para lesões

na medula espinhal e/ou neurocirurgia, atendimentos e procedimentos cardíacos especializados e atendimentos e procedimentos de trauma especializados.

#### 4.2 OS PROPÓSITOS DOS SERVIÇOS DE EMERGÊNCIA MÉDICA

Os *Serviços de Emergência Médica* existem para cumprir os princípios básicos de primeiros socorros: preservar a vida, prevenir mais ferimentos e promover a recuperação do paciente, salvaguardando e restabelecendo a qualidade da vida humana, conforme dito no item 4.1 deste capítulo.

Este tema comum na medicina é demonstrado pela "estrela da vida", onde cada um dos seis "braços" representa um estágio de alta qualidade dos cuidados pré-hospitalares, conforme será visto a seguir:

1. Detecção precoce - O paciente ou qualquer pessoa que assiste o paciente (profissional da área de saúde ou não) detecta e entende a enfermidade;
2. Notificação precoce - As pessoas da cena de ação ou o próprio paciente fazem uma chamada para o *call center* solicitando o serviço de emergência médica, se possível detalhando os fatos de forma que uma solução seja analisada;
3. Resposta precoce - Os profissionais do *Serviço de Emergência Médica* chegam ao local o mais rápido possível para que seja possível o atendimento inicial;
4. Cuidados na cena de ação - O *Serviço de Emergência Médica* fornece as intervenções apropriadas e oportunas para tratar o paciente na cena de ação;
5. Cuidados no trânsito - o *Serviço de Emergência Médica* transporta o paciente adequadamente, prestando cuidados médicos apropriados até o hospital emergencial; e
6. Transferência para o atendimento definitivo - o paciente é entregue a um ambiente de cuidados especializados na unidade de emergência hospitalar, para os procedimentos médicos.

A Figura 4.2 abaixo, apresenta a "estrela da vida" cujos cuidados pré-hospitalares contribuem para cumprir os propósitos da emergência médica.

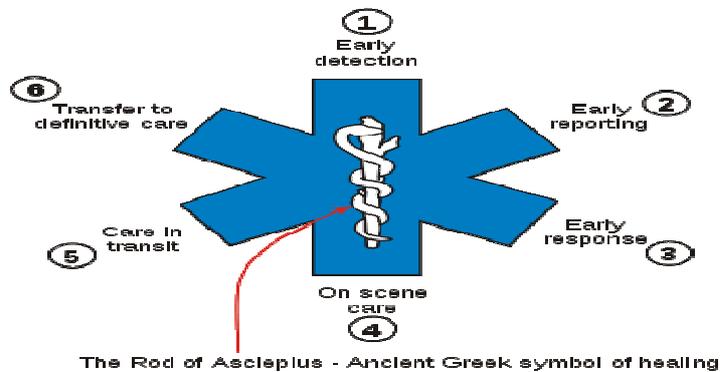


Figura 4.2- Estrela da Vida

Fonte: Design Origin and Meaning of Star of Life

#### 4.3 O CALL CENTER AUSTRÍACO

Todas as chamadas de emergência são encaminhadas para *call centers*, que em alemão é traduzido para *Leitstelle*. Até o ano de 2000 era muito comum que cada distrito austríaco tivesse o seu próprio centro de expedição, que é uma instalação de controle de chamadas (*call center*), o que era ineficiente. Atualmente mais *call centers* transregionais estão sendo construídos. Isso significa que todas as muitas chamadas são mais administráveis quando atendidas em uma instalação macro, de forma que abranja uma região maior.

Por ocasião da chamada atendida através do número de emergência discado, o atendente da chamada vai responder e perguntar ao requisitante sobre a natureza da emergência. Enquanto o requisitante está sendo entrevistado sobre especificidades da chamada, o atendente da chamada já está trabalhando no computador para dar conselhos e sugerir recursos para esta emergência, e um despachante, já conhecendo o local da emergência, enviará imediatamente uma ambulância para o local.

Para ilustrar, uma chamada é recebida no *call center* por um atendente que fará perguntas a fim de avaliar a situação do paciente, obter o endereço de onde se encontra o enfermo e obter quaisquer informações que possam auxiliar no socorro. Enquanto esta

entrevista está ocorrendo, o atendente digitará um comando no computador de forma que o computador procure ambulâncias próximas do endereço do acidente e o despachante envie uma ambulância para o local. Em 95% dos casos o tempo máximo em que a ambulância chegará na cena de ação é de quinze minutos, observando que esse tempo pode variar, caso o socorro seja prestado em uma cidade o tempo médio pode oscilar entre cinco e dez minutos, e em zonas rurais, cerca de oito e quinze minutos.

O mais importante aspecto de todo esse sistema hospitalar é que por ocasião de possíveis ociosidades no atendimento de pacientes, oriundos de enfermidades casuais ou de desastres de qualquer natureza, as equipes médicas e profissionais afins simulam situações reais no sentido de não perder o adestramento do atendimento, de forma que todos estejam preparados vinte e quatro horas por dia.



Figura 4.3- Call center Austríaco

Fonte: Moderne Leitstelle

#### 4.4 O SISTEMA DE TRIAGEM

A palavra triagem tem origem francesa e significa *para classificar* ou *escolher*. É um processo de definição de prioridade para os tratamentos de um paciente ou um grupo de pacientes, em uma unidade emergencial hospitalar. A triagem dos pacientes em uma categoria de prioridade é realizada por uma equipe de enfermeiros com experiência registrada, utilizando métodos sistêmicos e científicos para avaliar a condição dos pacientes, para interpretar as características clínicas e posteriormente evitar o agravamento do estado vital do paciente.

O sistema de triagem já foi implantado em todas as unidades emergenciais hospitalares não só na Áustria, mas em todo o continente europeu, a fim de determinar a prioridade relativa das necessidades individuais do doente. Aos pacientes emergenciais será dado um tratamento imediato, uma vez que não devem esperar um tempo maior de espera, e para os casos não-urgentes, os pacientes devem ser tratados por ordem de chegada, uma vez que podem esperar pelo atendimento. Este é um serviço essencial prestado por um hospital emergencial, de tal forma que os pacientes que decidem pela não-utilização deste recurso, anterior a consulta médica, são obrigados a pagar taxas do hospital.

A triagem médica dos pacientes pode se dividida em cinco, quatro ou três níveis de classificação de risco (categoria de prioridade), de acordo com as características do próprio hospital emergencial, conforme os exemplos abaixo:

- Crítica, emergente, urgente, semi-urgente e não-urgente;
- Emergente, urgente, semi-urgente e não-urgente;
- Atendimento de alta complexidade, atendimento de média complexidade e atendimento de baixa complexidade.

##### 4.4.1 OS TIPOS DE TRIAGEM

Faz-se necessário expor os tipos de triagem que são encontradas na literatura didática, assim como nos hospitais austríacos e demais hospitais europeus :

*A triagem simples* é normalmente usada em uma cena de ação, a fim de classificar os pacientes que precisam de atenção crítica e transporte imediato para o hospital. A

categorização dos pacientes com base na gravidade de suas lesões pode ser ajudada com o uso de etiquetas de triagem ou etiquetas coloridas de sinalização.

*A triagem simples e o tratamento rápido* é uma modalidade de triagem simples que pode ser realizada por leigos treinados e o pessoal treinado para emergências como em casos de grandes catástrofes, similares a terremotos, tsunamis, grandes acidentes de trânsito, entre outros.

Este tipo de triagem separa os feridos em quatro grupos:

- Os feridos cuja *expectativa* de vida está além da ajuda;
- Os feridos que podem ser ajudados por transporte imediato para a unidade hospitalar de emergência;
- Os feridos cujo transporte pode ser adiado; e
- Os feridos com menores ferimentos, necessitando de ajuda menos urgente.

*Na triagem avançada*, os médicos podem decidir que algumas pessoas gravemente feridas não devam receber tratamento avançado, pois elas podem não sobreviver, logo o tratamento avançado será usado em pacientes com lesões menos graves. Este tratamento desvia recursos escassos de pacientes com pouca chance de sobrevivência, a fim de aumentar as chances de sobrevivência de outros que estão mais propensos a sobreviver.

*Na triagem prática*, temos a aplicação, durante as fases iniciais de um incidente, de uma técnica chamada *método de assistência ao paciente*, que estabelece um ponto de coleta de baixas e aconselha, através de qualquer meio de comunicação, que qualquer pessoa ferida possa ser atendida naquele ponto ou local.

*Na triagem reversa*, além das práticas normais de triagem, existem condições onde os menos feridos têm preferência no tratamento em relação aos mais gravemente feridos. Isso pode ocorrer em caso de guerra, onde um soldado para o combate seria mais necessário que um ferido estável.

*Na rotulagem de pacientes*, após a conclusão da avaliação inicial pelo pessoal médico ou paramédico, cada paciente será marcado com um dispositivo chamado *tag triagem*. Os *tags triagem* podem assumir uma variedade de formas, de acordo com os países que os utilizam, mas na sua forma mais primitiva, no entanto, os pacientes podem

ser simplesmente marcados com fitas coloridas, ou com canetas marcadoras, quando as marcas de triagem são inexistentes ou insuficientes.

*Undertriage* é o processo de subestimar a gravidade de uma doença ou lesão.

*Overtriage* é o processo de superestimar a gravidade que um indivíduo tem experimentado uma doença ou lesão.

#### 4.4.2 OS OBJETIVOS DA TRIAGEM

Segundo o *Guide to Accident and Emergency Service* (2011) os principais objetivos da triagem em uma emergência hospitalar são:

- Assegurar a identificação precoce da enfermidade, a avaliação dos pacientes e priorizar o tratamento de acordo com a gravidade das condições vitais;
- Reduzir os atrasos desnecessários no tratamento;
- Dar tratamentos de primeiros-socorros de forma imediata;
- Permitir a utilização dos recursos humanos de forma eficiente, alocando os pacientes adequadamente na área de tratamento;
- Aliviar o congestionamento, controlando e melhorando o fluxo de pacientes;
- Promover o bom relacionamento paciente-equipe médica através do próprio processo de triagem; e
- Aprimoramento do pessoal médico com as emergências para melhoria nas tomadas de decisões.

#### 4.5 AS CATÁSTROFES E AS SITUAÇÕES SIMILARES

Para um melhor entendimento do tema, é importante citar as diversas definições acerca de catástrofes e questões afins, com o objetivo de melhor compreender a atividade proposta por um hospital especializado em atendimentos a demanda proveniente de grandes desastres.

#### 4.5.1 AS DEFINIÇÕES

Segundo o sistema de comando em operações de Defesa Civil do Estado do Espírito Santo (2010), *desastre/ catástrofe* é a “*consequência de eventos adversos*”, ou seja, ele ocorre como desdobramento de um ou mais eventos críticos, que podem ser a manifestação de um fenômeno da natureza, uma ação ou omissão humana ou mesmo a combinação de ambos.

Nem sempre um evento crítico será o que chamamos de evento adverso, ou causador de um desastre, mesmo que tenha esse potencial. Entretanto, ele pode desencadear situações que, mesmo sem serem desastres, são de alto risco. Ou seja, causam ou têm uma grande possibilidade de causar danos, e os danos provavelmente serão bem graves se ocorrerem.

Por isso, dividimos essas situações em dois grandes grupos: emergências e situações críticas.

*Emergências* são situações que exigem uma intervenção imediata de profissionais treinados com equipamentos adequados, mas podem ser atendidas pelos recursos normais de resposta a emergências, sem a necessidade de coordenação ou procedimentos especiais. São as ocorrências atendidas cotidianamente por bombeiros, policiais, equipes de manutenção em redes elétricas, técnicos de defesa civil.

*Situações críticas* são situações cujas características de risco exigem, além de uma intervenção imediata de profissionais treinados com equipamentos adequados, uma postura organizacional não-rotineira para a coordenação e o gerenciamento integrado das ações de resposta, mesmo que não caracterizem um desastre.

Alguns exemplos dessas situações são:

- Acidentes com múltiplas vítimas;
- Incêndios florestais;
- Acidentes com produtos perigosos;
- Crises policiais com reféns;
- Evacuação de comunidades; entre outras.

Para o sistema de comando em operações de Defesa Civil do Estado do Espírito Santo (2010), os fatores abaixo afetam as situações críticas, podendo aumentar ou diminuir sua gravidade:

*Alto risco* – os riscos envolvidos nas situações críticas são altos, ou seja, a possibilidade de que resultados indesejados se concretizem é grande, e as consequências desses resultados indesejados podem ser muito graves, tais como pessoas mortas, feridas ou desalojadas, propriedades destruídas ou danificadas, com grandes prejuízos; sistemas e serviços comprometidos; além de impacto no meio ambiente.

*Dinâmicas* – em situações críticas o cenário muda com muita rapidez, às vezes de maneira surpreendente, em função da interação complexa de múltiplos fatores como clima, temperatura, vento, luminosidade, comportamento das pessoas envolvidas e desempenho de equipamentos. Além disso, a situação se modifica em resposta às nossas ações, embora nem sempre da maneira desejada. Finalmente, a dificuldade para obter informações completas e precisas faz com que a nossa percepção da situação crítica se modifique com muita frequência.

*Complexas* – as situações críticas são complexas por vários motivos. Inicialmente, porque podem envolver problemas por si só complexos (resgates técnicos, derramamento de produtos perigosos, evacuação de muitas pessoas, triagem de múltiplas vítimas, operação de linhas de alta tensão e ocorrências policiais com reféns, por exemplo). Além disso, são complexas porque normalmente envolvem mais de uma organização ou serviço, cada um com diferentes prioridades, procedimentos e responsabilidades. E também, como comentamos antes, podem envolver várias jurisdições.

*Confusas* – Há uma grande dificuldade em estabelecer a comunicação entre as organizações envolvidas, e a falta de informações faz com que o cenário pareça fragmentado. Prioridades e objetivos comuns nem sempre são estabelecidos para as operações e os recursos não são compartilhados de forma adequada.

## CAPÍTULO 5 - A CENTRAL DE OPERAÇÕES E CONTROLE

O objetivo deste capítulo é apresentar a referência de uma COC, europeia, eficiente nos casos de catástrofes, além de mostrar o estudo realizado a partir de análises de empresas nacionais e internacionais na área de segurança e monitoramento, de forma que uma central voltada unicamente para a área de saúde possa ser implantada.

### 5.1 A DIFUSÃO DA CENTRAL DE OPERAÇÕES E CONTROLE

A ideia da coordenação de eventos por uma COC surgiu da necessidade da agência espacial NASA melhor controlar as missões espaciais.

Posteriormente, no cenário dos ataques terroristas de 11 de setembro de 2001, nas Torres Gêmeas do World Trade Center, em Manhattan, e de 11 de março de 2004, na estação de trem em Madri - todos com muitos feridos e muitas vítimas fatais - destacou-se a necessidade de uma coordenação entre as autoridades das diversas áreas, principalmente nas grandes cidades, para solucionar a desorganização provocada pelos desastres urbanos que se tornavam crescentes.

Nestes ataques foi observado que não existia a integração entre a polícia, o corpo de bombeiros e o serviço de ambulâncias, uma vez que cada um destes setores agia independentemente, não ocorrendo uma forma de organizar uma resposta unificada aos incidentes, havendo a falta de uma COC.

Os investimentos de cidades como Londres, Paris e Madri transformaram-se em uma necessidade de melhoria do sistema de atendimento emergencial e de segurança, através da implantação de uma COC para se obter um tempo mais rápido de atendimento e centralização das decisões.

A partir de 2006, um centro de emergência (Central de Operações e Controle) foi criado na cidade de Madri, unificando e integrando as decisões da polícia, corpo de bombeiros e o serviço de ambulâncias, coordenando todos os seus recursos por meio de um único telefone de emergência (112).

O projeto culminou em uma sala de controle com maior capacidade para servir a um grande número de usuários com expressivo poder de isolamento acústico. Um amplo vídeo wall medindo 50'x13' permitia o monitoramento, no mesmo momento, de todos os recursos humanos e materiais dos sistemas de apoio integrado, bem como a situação dos eventos que estavam acontecendo, simultaneamente ou não, ambos auxiliados pela tecnologia

GPS. Imagens de vídeos provenientes de câmeras de trânsito podiam ser exibidas e todo o sistema era gerenciado a partir de um único computador que incorporava processadores bem modernos, conforme dados do site da IBM (2011).

A Figura 5.1 abaixo mostra a Central de Operações e Controle de Madri, de onde a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro importou parte da tecnologia implantada no Centro de Operações do Rio.



Figura 5.1- Central de Operações e Controle de Madri

Fonte: New Emergency Control Center for Madrid

A partir do início de 2010, a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro importou esta tecnologia para auxiliar no sistema de trânsito da cidade, assim como no sistema médico emergencial para acidentes de trânsito, e foi notório que, durante as chuvas de verão que provocaram constantes alagamentos na cidade e deslizamentos nas encostas dos morros com milhares de vítimas fatais, a central pode comprovadamente unificar as decisões e melhor atender ao público.

A Figura 5.2 abaixo mostra o Centro de Operações do Rio, onde diversos pontos da cidade do Rio de Janeiro são acompanhados simultaneamente com o objetivo de melhor prestar serviços públicos.



Figura 5.2- Central de Operações e Controle da Prefeitura do Rio de Janeiro  
Fonte: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

É importante destacar que, em alguns órgãos públicos europeus, a ideia de uma COC já vem sendo implantada, para auxiliar o sistema de trânsito e médico emergencial, conforme foi dito, porém, uma central voltada para o sistema de saúde, onde uma ampla central de coordenação de decisões seria estabelecida para ser, também, o cérebro de todo este sistema, atendendo a chamadas, enviando socorros emergenciais, conhecendo todo o fluxo de pacientes e conhecendo o quantitativo e qualitativo dos recursos humanos e materiais dos setores do complexo do hospital emergencial; ainda não existe ou se encontra em fase muito embrionária de desenvolvimento.

A Figura 5.3 abaixo mostra os estragos provocados pelas chuvas de verão em 2011, na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, que ocasionou uma crise do sistema de saúde, com a necessidade de atender ao aumento inesperado da demanda, além de

observar a ausência de uma Central de Operações e Controle voltada para o sistema de saúde. No âmbito dessa calamidade, a mencionada ausência foi mais um fator negativo com a qual a população teve de lidar.



Figura 5.3- Chuvas de Verão na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro

Fonte: Google Imagens

Devido às catástrofes naturais, especialmente as observadas no verão do Hemisfério Sul, um pico de demanda inopinado pode aumentar a exigência de serviços médicos, desequilibrando mais a relação de oferta de serviços para o número de pacientes no sistema de saúde, conforme pode ser visto na Figura 5.4.



Figura 5.4- Sistema de Saúde Saturado nos Hospitais da Região Serrana

Fonte: Google Imagens

## 5.2 A CENTRAL DE OPERAÇÕES E CONTROLE PADRÃO

Neste estudo é descrita as características inerentes a uma COC que satisfaça com riqueza de qualidade os requisitos de ser o centro de tomada de decisões de todo o sistema de saúde, atendendo a chamadas, enviando socorros emergenciais, conhecendo todo o fluxo de pacientes e conhecendo o quantitativo e qualitativo dos recursos humanos e materiais de todos os setores do complexo do hospital emergencial, para melhor realocar os pacientes, através de uma interligação de informações entre os tomadores de decisão e a cena de ação. Este estudo foi enriquecido pelo conhecimento extraído do site NESS TELECOM E SYSTEMS GROUP (2011) com a visitação ao Comando Central do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro.

### 5.2.1 O Sistema de Gerenciamento de Emergência

O Sistema de Gerenciamento de Emergência provê todas as ferramentas Operacionais de Comando e Controle para organizações de Serviços de Emergência, incluindo coordenação de ambientes de múltiplas estações distribuídas. Aumenta significativamente a eficiência de coordenação, otimiza a utilização dos recursos de emergência e melhora os tempos de resposta.

Este sistema é relevante ao longo de uma crise, antes da prontidão, durante a resposta a uma situação adversa, durante um quadro operacional comum, após a normalização da situação e continuidade das operações.

#### 5.2.1.1 As Características do Sistema

##### Gerenciamento do Incidente e Despacho

- Recepção e registro do incidente reportado;
- Finalização automática dos detalhes do incidente (telefone do autor da chamada, localização, etc.);
- Finalização automática das informações médicas (dados de instituições médicas para realocação dos acidentados);
- Despachos computadorizados consultivos incluindo a seleção de veículos mais apropriados e recomendações de rotas ótimas de destino; e

- Ferramentas para um Sistema Geográfico de Informações (GIS) Comunicações de Dados e Monitoramento.

#### Comunicações de Dados e Monitoramento

- Tela de toque fixa ou prancheta movida a computador com aplicação baseada geograficamente;
- A Central de Operações e Controle envia detalhes do incidente e diretivas para o veículo despachado;
- A Central de Operações e Controle recebe informações sobre o estado e os relatórios do veículo;
- Transmissão de dados médicos colhidos por equipamentos móveis para a Central de Operações e Controle para dar suporte a uma consulta médica ao longo do transporte para a emergência hospitalar; e
- Monitoramento dos Incidentes, onde alertas são emitidos a partir dos desvios dos critérios já definidos.

#### Geração do Quadro da Situação dos Veículos

- Mostrador geográfico das posições dos veículos em tempo real em um mapa eletrônico; e
- Comunicações sem fio (celular, radio) entre os veículos de emergência e as centrais de comando.

A Figura 5.5 mostra uma imagem do GPS indicando a posição momentânea das ambulâncias, para que as mais próximas de possíveis acidentes possam prestar socorro rápido em qualquer ponto da cidade.

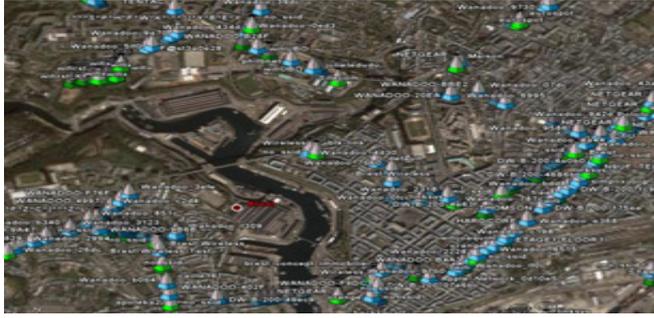


Figura 5.5- Localização Geográfica de um Veículo

Fonte: Google Maps (Imagem GPS)

#### Gerenciamento do Sistema

- Gerenciamento das informações do banco de dados;
- Gerenciamento dos relatórios médicos;
- Contabilidade e taxas de pagamento; e
- Registros e resumos.

#### Características Operacionais

- Pequeno ciclo de tempo de resposta;
- Melhor coordenação;
- Meios de suporte a decisões;
- Melhor alocação de recursos;
- Melhor acesso às informações; e
- Redes/Sistemas melhor distribuídos.

#### Destaques Técnicos

- Adiciona características ou efetua adaptações de forma mais rápida;
- Infraestruturas e comunicações tecnológicas;
- Finalização automática das informações médicas de banco de dados auxiliares;
- Cooperação entre centrais de operações e controle vizinhos;
- Interfaces abertas para integração com sistemas externos e autoridades;

- Dados avançados de comunicações de segurança; e
- Interface multilíngue para os usuários.

## CAPÍTULO 6 - A MODELAGEM

O objetivo desse capítulo é fazer a exposição dos cinco modelos, onde dois modelos são básicos e três modelos propostos e coordenados por uma Central de Operações e Controle (incluindo o modelo que é a própria central - COC), sintetizando modelos que solucionarão problemas típicos de hospitais emergenciais, como sobrecarga dos recursos humanos e grandes períodos de espera dos pacientes para o atendimento, em virtude das crescentes variações de demanda.

### 6.1 A DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A descrição do problema é uma etapa fundamental no estudo, pois conectado com o entendimento do problema, saberemos fielmente o que se deseja produzir. Tendo em vista essa dificuldade, foram analisadas dissertações anteriores e foram visitados alguns hospitais emergenciais da rede pública.

Após a realização dessas visitas e análises, uma das falhas identificadas é o fluxo de pacientes no sistema de admissão de emergência, pois o paciente antes de receber o atendimento médico passa por diversas filas, entre elas as filas da recepção e da triagem.

### 6.2 OS OBJETIVOS DO ESTUDO

Os objetivos do estudo são: melhorar o acesso às instalações dos hospitais, reduzir os tempos de espera, melhorar a qualidade dos serviços prestados sem sobrecarregar os profissionais envolvidos, verificar se os recursos atuais são suficientes para atender ao aumento da demanda e justificar a implantação da Central de Operações e Controle, de forma que a oferta de serviços atenda com riqueza de qualidade a demanda que possa surgir, devido a uma grande catástrofe.

São abordados cinco modelos importantes para alcançar estes objetivos:

- Um modelo básico no estudo de triagem em três níveis, onde toda a demanda é admitida pela recepção;
- Um modelo proposto no estudo de triagem em três níveis, onde parte da demanda é admitida pela recepção, outra parte da demanda é dirigida ao atendimento de

alta complexidade e a parte final da demanda é encaminhada diretamente para a área interna;

- Um modelo básico no estudo, onde somente as demandas provenientes de remoção por ambulâncias (SAMU/GSE e transferência entre hospitais) são admitidas pela recepção;
- Um modelo proposto no estudo, onde somente a demanda proveniente do SAMU/GSE é dirigida ao atendimento de alta complexidade e a demanda proveniente da transferência entre hospitais é encaminhada para a área interna; e
- Um modelo de chamadas e atendimentos de uma central de operações e controle (COC).

### 6.3 A CENTRAL DE OPERAÇÕES E CONTROLE COMO SETOR

A função essencial da COC será interligar no mesmo instante a cena de ação aos tomadores de decisão, para que possam realocar os pacientes no sentido de possibilitar a obtenção de melhores ofertas de serviços médicos.

Uma COC básica pode ser composta inicialmente para atendimentos de chamadas por atendentes, que são auxiliados por médicos reguladores (avaliam a situação do paciente através da ligação). Estes profissionais cooperam para as primeiras tomadas de decisão e, de acordo com a gravidade da situação, o operador de frota libera, imediatamente, o envio de uma ou mais ambulâncias para a prestação de socorro na cena de ação, conforme estudado nos capítulos 4 e 5 desta dissertação.

Alguns hospitais possuem em sua estrutura administrativa o NIR (Núcleo Interno de Regulação) que tem a função de atualizar o número de leitos disponíveis. Este sistema informativo, embora transmita dados insuficientes para um acompanhamento, pode ser interligado a uma COC para o controle da situação, assim como outros setores de controle<sup>5</sup>.

### 6.4 OS SETORES DA EMERGÊNCIA

A seção de emergência do Hospital Padrão proposto é dividida em vários setores que compõem vários processos e recursos, onde dividimos e agrupamos os diferentes

---

<sup>5</sup> Alguns hospitais estão trocando o nome triagem por acolhimento, o que seria um adjetivo novo para um setor já conhecido.

processos em três áreas: demanda pré-hospitalar, área de entrada e área interna da emergência. A demanda pré-hospitalar engloba a demanda espontânea, transferência entre hospitais e atendimentos do SAMU/GSE. A área de entrada engloba os processos de atendimento na recepção e na triagem. A área interna engloba os processos de sala de repouso, trauma, boxe, hipodermia e clínicas especializadas.

#### 6.4.1 A DEMANDA PRÉ-HOSPITALAR

A demanda oriunda de *transferências entre hospitais* corresponde a 0.49% do total da demanda pré-hospitalar, sendo aquela demanda formada por pacientes que não têm atendimentos específicos em seus hospitais de origem. Em virtude da especificidade de suas enfermidades, necessitam do atendimento de médicos especialistas de outro hospital emergencial.

A demanda oriunda dos *atendimentos do SAMU/GSE* corresponde a 1.47% do total da demanda pré-hospitalar, sendo essa demanda formada por pacientes que necessitam de atendimento médico hospitalar emergencial em suas próprias residências (SAMU – Serviço de Atendimento Móvel de Urgência) ou formada por pacientes que necessitam de atendimento médico hospitalar emergencial fora dos limites residenciais (GSE – Grupamento de Socorro de Emergência), ambos sendo removidos para o hospital emergencial.

É importante destacar que as ambulâncias de remoção possuem no mínimo dois profissionais da área de saúde, que não necessariamente sejam enfermeiros ou médicos, e um motorista.

A *demanda espontânea* corresponde a 98.04% do total da demanda pré-hospitalar, sendo aquela demanda formada por pacientes que chegam na admissão do hospital emergencial por meios próprios, ou seja, aqueles pacientes que vêm de ônibus, carro, táxi ou caminhando.

#### 6.4.2 A ÁREA DE ENTRADA

A recepção é a seção responsável pelo colhimento dos dados pessoais dos pacientes e o seu posterior encaminhamento para a triagem realizada pelos enfermeiros.

A triagem<sup>6</sup> é o setor responsável pela avaliação clínica do enfermo em três níveis de complexidade: alto, médio e baixo, de acordo com a complexidade do atendimento que deve ser recebido pelo paciente.

Segundo MAGALHÃES (2006), a avaliação do paciente deve considerar a queixa, a aparência física, a resposta emocional, a escala de dor, os sinais alérgicos e os registros de sinais vitais. Seguindo essas etapas de avaliação os pacientes recebem a seguinte classificação:

- Pacientes de alta complexidade: são aqueles que não podem esperar para serem atendidos;
- Pacientes de média complexidade: são aqueles que podem esperar até quinze minutos;
- Pacientes de baixa complexidade: são aqueles que podem esperar até uma hora para serem atendidos.

A maioria dos atendimentos hospitalares é de pacientes de baixa complexidade (75%), seguido de pacientes de média (24%) e alta complexidade (1%), onde o estudo dos modelos analisará a sensibilidade do sistema, com priorização no processo de atendimento emergencial hospitalar, para verificar o número ideal de profissionais que satisfaça com rapidez, eficiência e sem sobrecarga de trabalho dos recursos humanos aos três tipos de pacientes, e que, além disso, comprove a necessidade de uma Central de Operações e Controle. O estudo ainda realocará os recursos humanos desta Central, utilizando os critérios de filas FIFO (*first in and first out*) nas remoções por ambulância, nas chamadas, na recepção e na triagem para após o processo de triagem priorizar os atendimentos de alta, média e baixa complexidade, respectivamente.

#### 6.4.3 A ÁREA INTERNA

Após o paciente ser classificado de acordo com o seu nível de atendimento, ele será encaminhado para um setor específico da área interna, conforme a especialidade que necessitará.

---

<sup>6</sup> Para esta dissertação, triagem e triagem enfermeiro têm a mesma definição.

Para MAGALHÃES (2006), os determinados setores da área interna são definidos da seguinte forma:

- As *Clínicas especializadas* são conduzidas por profissionais que atendem a uma área específica do corpo ou um determinado tipo de paciente. Esta área engloba a emergência pediátrica, a emergência ORL, a emergência de oftalmologia, a emergência de ortopedia, setor de processos cirúrgicos, cirurgia bucomaxilar, ginecologia, obstetrícia e a emergência odontológica. O tempo de permanência nestas clínicas pode variar de quinze minutos a quatro horas;
- A *Hipodermia* é o setor onde existem leitos para receber pacientes que necessitam de algum tipo de medicação ou que realizarão algum exame específico e que devem ficar em observação em um período de aproximadamente uma hora. Nesta seção o paciente é periodicamente reavaliado. Em algumas ocasiões, o paciente pode ser atendido no corredor, fora da sala apropriada. Neste setor, a presença dos médicos é muito importante para que a fila de espera seja diminuída. Com essa presença, os pacientes podem ser liberados num período de tempo menor, diminuindo o número de pacientes no setor;
- O *Box* é o setor onde existem leitos para receber os pacientes que precisam ficar em observação em um período máximo de seis horas;
- O *Trauma* é o setor responsável pela recepção, atendimento e manutenção da vida do paciente de alta complexidade. Quando o paciente é estabilizado, esta seção o transfere para outro setor do hospital emergencial ou outra unidade de saúde. Esta área recebe pacientes da triagem, de outras seções da emergência e pacientes que chegam de ambulâncias do Corpo de Bombeiros (GSE) e do Serviço de Atendimento Móvel Urgente (SAMU); e
- O *Setor de Repouso* é o local onde o paciente recebe os cuidados médicos e é internado temporariamente, até o seu restabelecimento, ou para a

transferência para outros setores do hospital emergencial, ou ser encaminhado para outra unidade de saúde.

## 6.5 O FLUXO DE PACIENTES DO MODELO I

O modelo básico abaixo, representado na Figura 6.1, sem a coordenação da Central de Operações e Controle, descreve o fluxo de pacientes da admissão até a área interna, tendo em vista a realocação de recursos para atender principalmente ao aumento da variação de demanda, de forma que a oferta de serviços assista com qualidade a demanda de pacientes nos hospitais emergenciais.

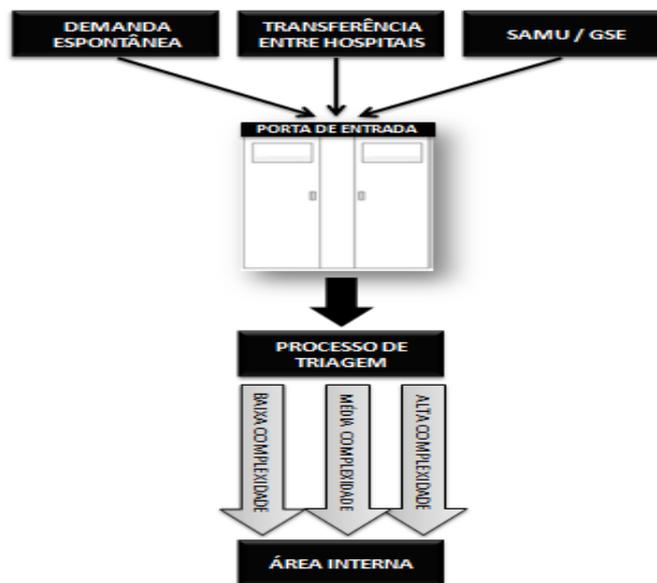


Figura 6.1- Modelo Básico de Admissão de um Hospital Emergencial Padrão

Fonte: Magalhães (2006) e Souza (2007)

Toda a demanda pré-hospitalar e as disponibilidades de recursos humanos e materiais do hospital emergencial serão controladas pelo próprio hospital emergencial, a fim de que todos os pacientes sejam alocados no local certo, de forma que não exista nenhuma espera ou falta de estrutura de qualquer natureza no atendimento dos pacientes.

Os pacientes provenientes da demanda espontânea, transferência entre hospitais e SAMU/GSE entram no hospital emergencial cedendo seus dados ao recepcionista na admissão hospitalar, onde logo em seguida serão encaminhados para a triagem, sendo

avaliados sobre a complexidade dos seus atendimentos especializados, podendo ser de alto, médio ou baixo nível de complexidade. Após a triagem, os pacientes serão encaminhados para a área interna, onde serão atendidos de acordo com cada caso específico.

## 6.6 O FLUXO DE PACIENTES DO MODELO II

O modelo proposto abaixo, representado na Figura 6.2, descreve o fluxo de pacientes da admissão até a área interna, tendo em vista a realocação de recursos para atender principalmente ao aumento da variação de demanda, de forma que a oferta de serviços assista com qualidade a demanda de pacientes nos hospitais emergenciais.

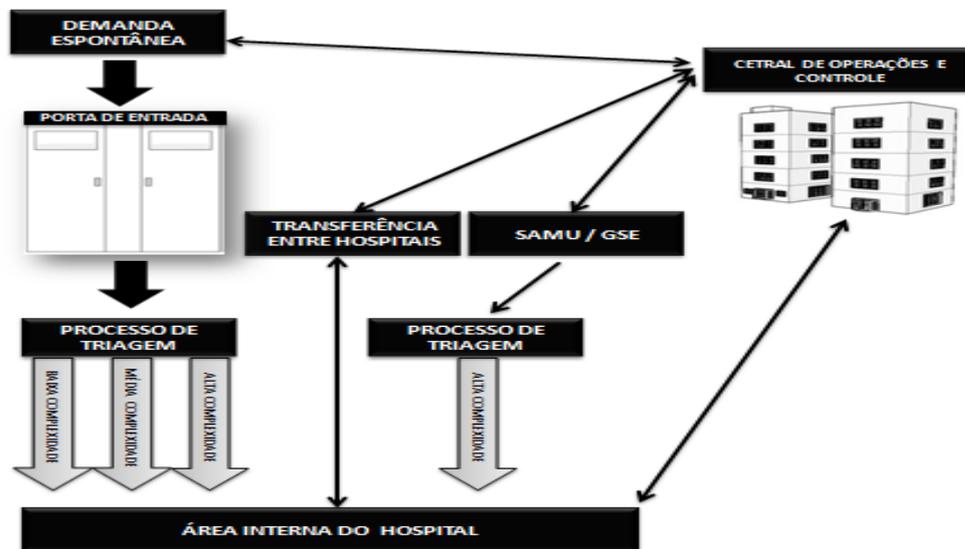


Figura 6.2- Modelo Proposto de Admissão de um Hospital Emergencial Padrão

Fonte: Própria (2011)

Toda a demanda pré-hospitalar e as disponibilidades de recursos humanos e materiais do hospital emergencial serão controladas pela Central de Operações e Controle, a fim de que todos os pacientes sejam alocados no local certo, de forma que não exista nenhuma espera ou falta de estrutura de qualquer natureza no atendimento dos pacientes.

Os pacientes provenientes da demanda espontânea entram no hospital emergencial cedendo seus dados ao recepcionista na admissão hospitalar, onde logo em seguida serão encaminhados para a triagem, sendo avaliados sobre a complexidade dos

seus atendimentos especializados, podendo ser de alto, médio ou baixo nível de complexidade. Após a triagem, os pacientes serão encaminhados para a área interna, onde serão atendidos de acordo com cada caso específico.

Os pacientes provenientes da demanda de transferência entre hospitais sofrem o processo de triagem no hospital de origem e são transferidos por meio de ambulâncias até o hospital emergencial, sendo encaminhados sem burocracias para a área interna, de forma que tenham seus atendimentos específicos.

Os pacientes provenientes da demanda do SAMU/GSE são transferidos por meio de ambulâncias até o hospital emergencial, sofrendo o processo de triagem dentro do próprio meio de transporte hospitalar, sendo encaminhados para a fila de alta complexidade, de forma que tenham um atendimento médico mais detalhado antes de se dirigirem para a área interna.

#### 6.7 O FLUXO DE PACIENTES DO MODELO III

O modelo básico, representado na Figura 6.3, sem a coordenação da Central de Operações e Controle, descreve somente o fluxo de pacientes provenientes de uma demanda do SAMU/GSE e da transferência entre hospitais, da admissão até a área interna, para uma única configuração de recursos, de forma que haja filas, a fim de ser realizada uma análise comparativa com o MODELO IV, para justificar a implantação da COC.

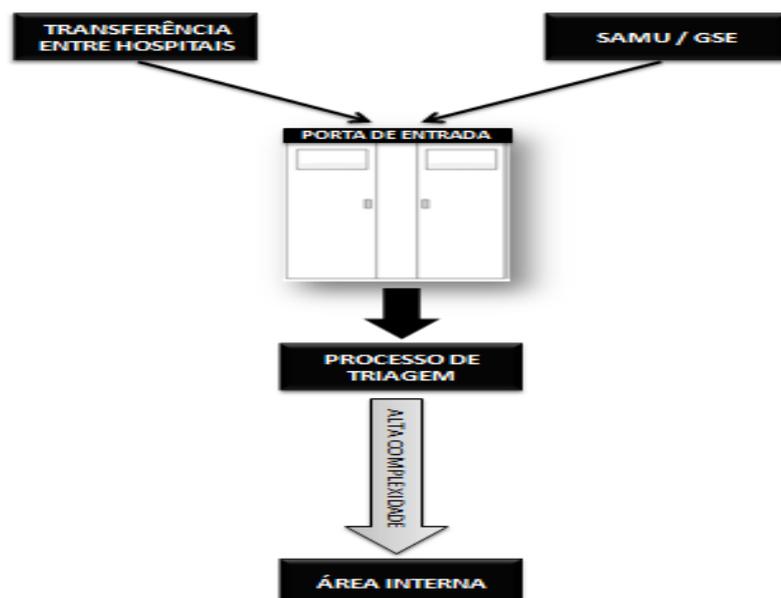


Figura 6.3- Modelo Básico de Admissão de um Hospital Emergencial Padrão para Demandas provenientes de Ambulâncias

Fonte: Própria (2011)

A demanda pré-hospitalar proveniente do SAMU/GSE e transferência entre hospitais e as disponibilidades de recursos humanos e materiais do hospital emergencial serão controladas pelo próprio hospital emergencial.

Os pacientes provenientes da demanda de transferência entre hospitais e SAMU/GSE entram no hospital emergencial cedendo seus dados ao recepcionista na admissão hospitalar, onde logo em seguida serão encaminhados para a triagem, sendo avaliados neste MODELO específico para o atendimento de alta complexidade (uma vez que o objetivo é analisar os MODELOS III e IV, para justificar a implantação da COC). Após a triagem os pacientes serão encaminhados para a área interna.

#### 6.8 O FLUXO DE PACIENTES DO MODELO IV

O modelo proposto, representado na Figura 6.4, coordenado pela Central de Operações e Controle, descreve somente o fluxo de pacientes provenientes de uma demanda do SAMU/GSE e da transferência entre hospitais, para uma única configuração de recursos, a fim de ser realizada uma análise comparativa com o MODELO III, para justificar a implantação da COC.

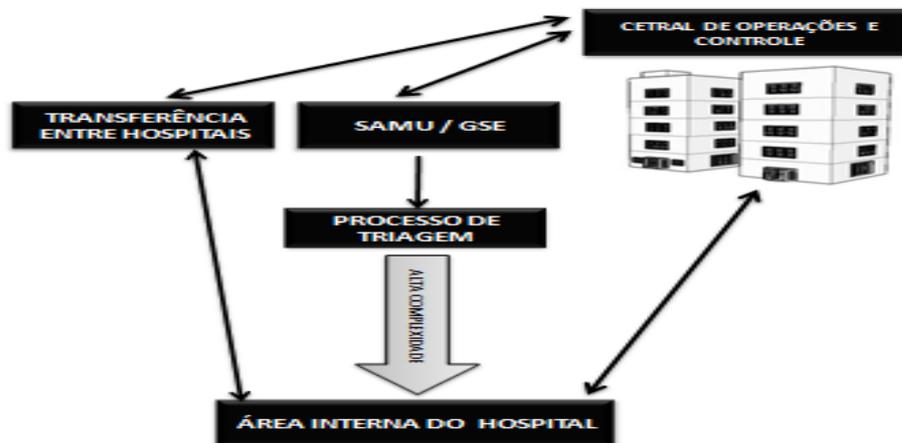


Figura 6.4- Modelo Proposto de Admissão de um Hospital Emergencial Padrão para Demandas provenientes de Ambulâncias

Fonte: Própria (2011)

Os pacientes provenientes da demanda do SAMU/GSE são admitidos na fila de atendimento de alta complexidade e os pacientes provenientes da demanda da transferência entre hospitais são encaminhados para a área interna, sendo, neste caso, desnecessário o fluxo de pacientes usado anteriormente.

O MODELO IV será analisado com a mesma configuração de recursos do MODELO III, obtendo-se filas e comparando-se os parâmetros para que desta forma seja justificada a inserção de um sistema Central de Operações e Controle.

## 6.9 O FLUXO DE PACIENTES DO MODELO V

O modelo proposto, representado na Figura 6.5, mostra uma Central de Operações e Controle no qual chamadas são realizadas por pessoas que necessitam de socorro médico emergencial. Atendimentos são realizados por atendentes e médicos reguladores, a fim de que ambulâncias sejam enviadas para a cena de ação e os pacientes alocados em hospitais que possam prestar atendimentos médicos especializados sob a coordenação desta COC.

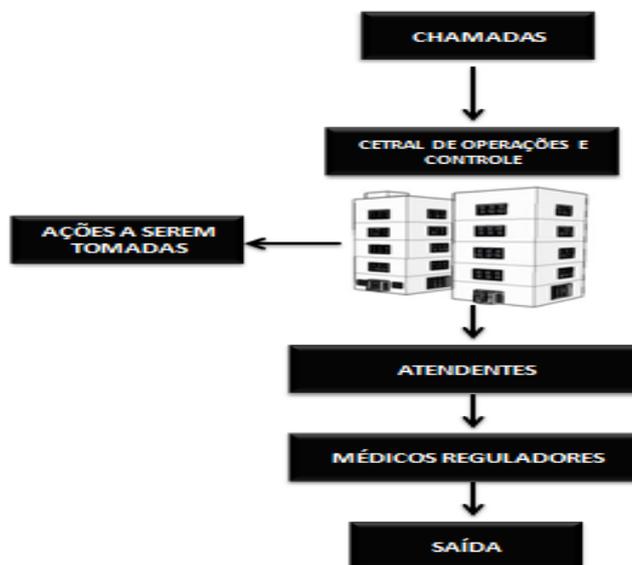


Figura 6.5- Modelo de uma Central de Operações e Controle  
 Fonte: Corpo de Bombeiros RJ (2011)

Este modelo nos dará os números de atendentes e médicos reguladores necessários para atender as chamadas relativas à demanda do SAMU/GSE e de transferência entre hospitais, com seus respectivos aumentos da variação de demanda, não levando em consideração trotes, atendimentos sem remoção e outros.

Sendo importante destacar que em todos os modelos não é considerado a desistência dos pacientes; sendo considerado a transferência dos pacientes entre hospitais do mesmo município e a disponibilidade de 100% do tempo das ambulâncias para a atribuição de suas funções.

## CAPÍTULO 7 - A COLETA DE DADOS

Com os cinco modelos estabelecidos, demarcados pelo fluxo da demanda, a fase seguinte é a coleta de dados, que torna possível a realização da simulação em um ambiente virtual, detectando gargalos e propondo melhorias no sistema.

Esta etapa da simulação foi realizada utilizando os dados de MAGALHÃES (2006), SOUZA (2007), GARCIA (2006) e BIOHARD (2011), todos os dados são relativos aos serviços de um único sistema integrado com um hospital emergencial e uma COC. A coleta de dados seguirá os seguintes passos para os cinco modelos estudados: a determinação do intervalo entre chegadas de pacientes, os tempos de atendimento dos setores envolvidos, os tempos de transporte de ambulância, o fluxo computacional, a validação dos modelos e a calibragem do sistema.

É importante destacar que a simulação para estes cinco modelos foi realizada para um único turno de vinte e quatro horas, ou seja, 1440 minutos, uma vez que a unidade de medida de tempo é o minuto.

### 7.1 A DETERMINAÇÃO DO INTERVALO ENTRE CHEGADAS DE PACIENTES PARA OS CINCO MODELOS

#### I) MODELOS I E II

A Tabela 7.1 nos mostra a distribuição para o intervalo entre chegadas dos pacientes das demandas pré-hospitalares dos modelos I e II:

Tabela 7.1- Distribuição para o Intervalo entre Chegadas das Demandas Pré-Hospitalares

Fonte: Biohard (2011)

	<b>Distribuição</b>	<b>Intervalo entre chegadas</b>
<b>Demanda Espontânea</b>	<b>Fixa</b>	<b>2 min</b>
<b>SAMU/GSE</b>	<b>Fixa</b>	<b>131,37 min</b>
<b>Transferência entre Hospitais</b>	<b>Fixa</b>	<b>366,78 min</b>

O estudo realizado nos modelos I e II propõe uma diminuição gradual de até 50% do intervalo inicial entre chegadas, aumentando as demandas pré-hospitalares iniciais em até 100%.

## II) MODELOS III E IV

A Tabela 7.2 nos mostra a distribuição para o intervalo entre chegadas dos pacientes das demandas pré-hospitalares dos modelos III e IV:

Tabela 7.2- Distribuição para o Intervalo entre Chegadas das Demandas Pré-Hospitalares

Fonte: Biohard (2011)

	Distribuição	Intervalo entre chegadas
SAMU/GSE	Fixa	65,685 min
Transferência entre Hospitais	Fixa	183,39 min

O estudo realizado nos modelos III e IV propõe, a partir de uma única configuração, uma análise desses dois modelos para propor a inserção de uma Central de Operações e Controle.

## III) MODELO V

A Tabela 7.3 nos mostra a distribuição para o intervalo entre chamadas dos atendimentos da Central de Operações e Controle para as demandas provenientes de ambulâncias:

Tabela 7.3- Distribuição para o Intervalo entre Chamadas das Demandas Provenientes de Ambulâncias

Fonte: Biohard (2011)

	Distribuição	Intervalo entre chamadas
Chamadas	Fixa	96 min

O estudo realizado no modelo V propõe uma diminuição gradual até de 50% do intervalo inicial entre chamadas, aumentando os atendimentos em até 100%.

## 7.2 OS TEMPOS DE ATENDIMENTO DOS SETORES ENVOLVIDOS PARA OS CINCO MODELOS

### I) MODELOS I E II

A Tabela 7.4 nos mostra a distribuição para os tempos de atendimento dos setores envolvidos nos modelos I e II:

Tabela 7.4- Distribuição dos Tempos de Atendimento dos Setores Envolvidos

Fonte: Magalhães (2006)

	<b>Triangular</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Médio</b>	<b>Máximo</b>
Recepção	Triangular	1 min	3 min	5 min
Triagem	Triangular	10 min	12,5 min	15 min
Atendimento Alta Complexidade	Triangular	30 min	45 min	60 min
Atendimento Média Complexidade	Triangular	20 min	30 min	40 min
Atendimento Baixa Complexidade	Triangular	10 min	15 min	20 min

### II) MODELO III

A Tabela 7.5 nos mostra a distribuição para os tempos de atendimento dos setores envolvidos no modelo III:

Tabela 7.5- Distribuição dos Tempos de Atendimento dos Setores Envolvidos

Fonte: Magalhães (2006)

	<b>Triangular</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Médio</b>	<b>Máximo</b>
Recepção	Triangular	1 min	3 min	5 min
Triagem	Triangular	10 min	12,5 min	15 min
Atendimento Alta Complexidade	Triangular	30 min	45 min	60 min

### III) MODELO IV

A Tabela 7.6 nos mostra a distribuição para os tempos de atendimento do setor envolvido no modelo IV:

Tabela 7.6- Distribuição dos Tempos de Atendimento do Setor Envolvido

Fonte: Magalhães (2006)

	<b>Distribuição</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Médio</b>	<b>Máximo</b>
Atendimento Alta Complexidade	Triangular	30 min	45 min	60 min

### IV) MODELO V

A Tabela 7.7 nos mostra a distribuição para os tempos de atendimento dos setores envolvidos no modelo V:

Tabela 7.7- Distribuição dos Tempos de Atendimento do Setor Envolvido

Fonte: Corpo de Bombeiros RJ (2011)

	<b>Distribuição</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Médio</b>	<b>Máximo</b>
Atendimento	Triangular	1,5 min	2 min	2,5 min
Regulação	Triangular	0,5 min	1 min	2 min

## 7.3 OS TEMPOS DE TRANSPORTE DE AMBULÂNCIA

### I) MODELOS I, II, III E IV

A Tabela 7.8 nos mostra a distribuição para os tempos de transporte (remoção) de ambulância dos modelos I, II, III e IV:

Tabela 7.8- Distribuição dos Tempos de Transporte de Ambulância dos Pacientes

Fonte: Garcia (2006)

	<b>Distribuição</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Médio</b>	<b>Máximo</b>
Transporte de Ambulância	Triangular	3 min	22 min	63 min

## 7.4 O FLUXO COMPUTACIONAL DE PACIENTES PARA OS CINCO MODELOS

É importante observar que para os modelos I, II, III e IV foi considerado, tão somente, o tempo de remoção dos pacientes da cena de ação para o hospital emergencial padrão, haja vista que por ocasião do acontecimento de uma catástrofe todos os esforços, teoricamente, estarão voltados para a situação emergencial.

### I) MODELO I

A Figura 7.1 representa o fluxo do modelo I implementado no software computacional. Para este fluxo de pacientes, é possível verificar que toda a demanda é admitida pela recepção, passando pela triagem, dividindo-se pelos três tipos de atendimentos até chegar na área interna .

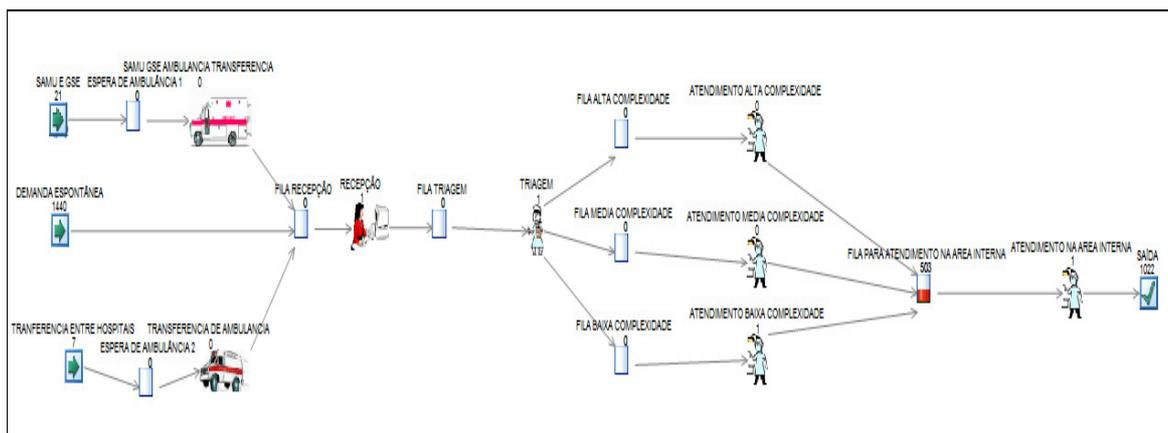


Figura 7.1- Modelo I

### II) MODELO II

A Figura 7.2 representa o fluxo do modelo II implementado no software computacional. Para este fluxo de pacientes, é possível verificar que uma parte da demanda é admitida pela recepção, passando pela triagem, dividindo-se pelos três tipos de atendimentos até chegar na área interna, uma parte da demanda é admitida pela alta complexidade e a outra parte é admitida na área interna.

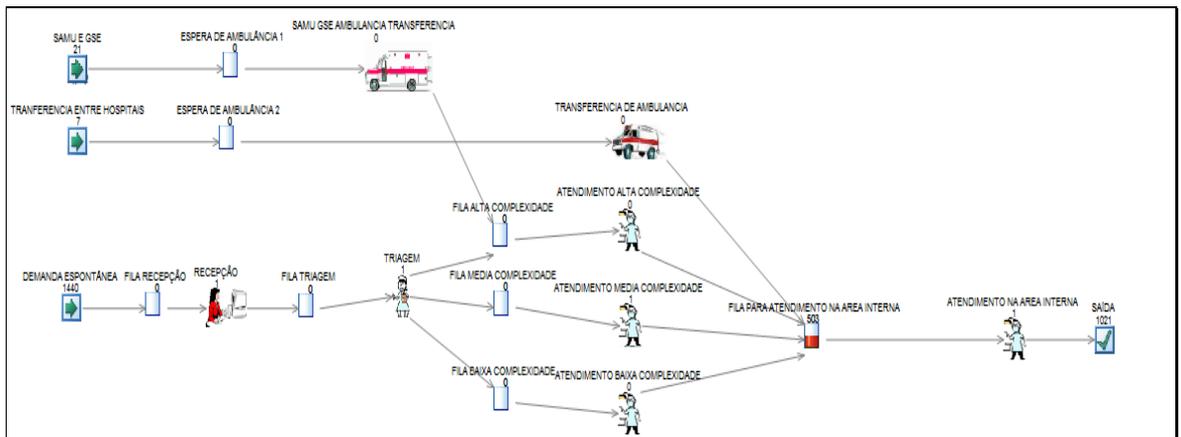


Figura 7.2- Modelo II

### III) MODELO III

A Figura 7.3 representa o fluxo do modelo III implementado no software computacional. Para este fluxo de pacientes é possível verificar que a demanda é admitida pela recepção, passando pela triagem, dirigindo-se ao atendimento de alta complexidade até chegar na área interna.

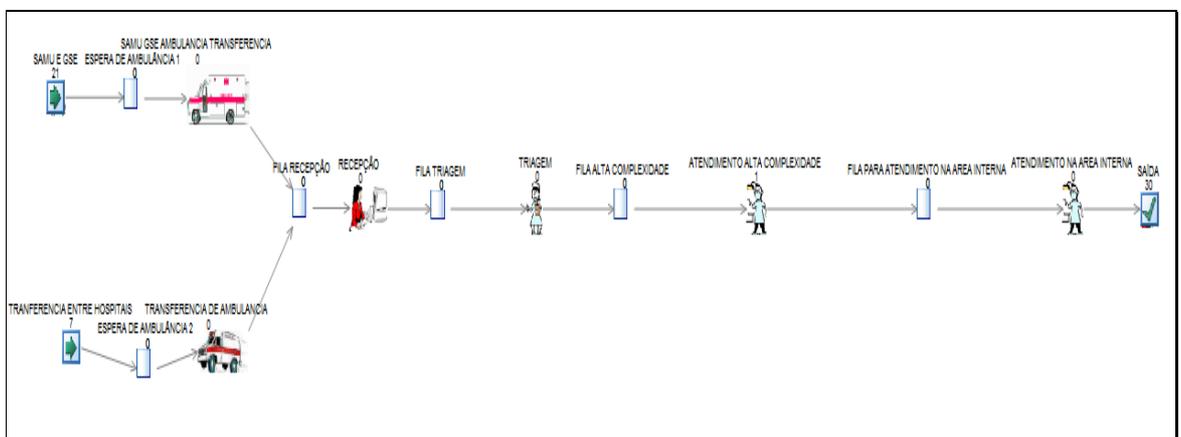


Figura 7.3- Modelo III

#### IV) MODELO IV

A Figura 7.4 representa o fluxo do modelo IV implementado no software computacional. Para este fluxo de pacientes, é possível verificar que parte da demanda é admitida pelo atendimento de alta complexidade até chegar na área interna e outra parte da demanda é admitida na área interna.

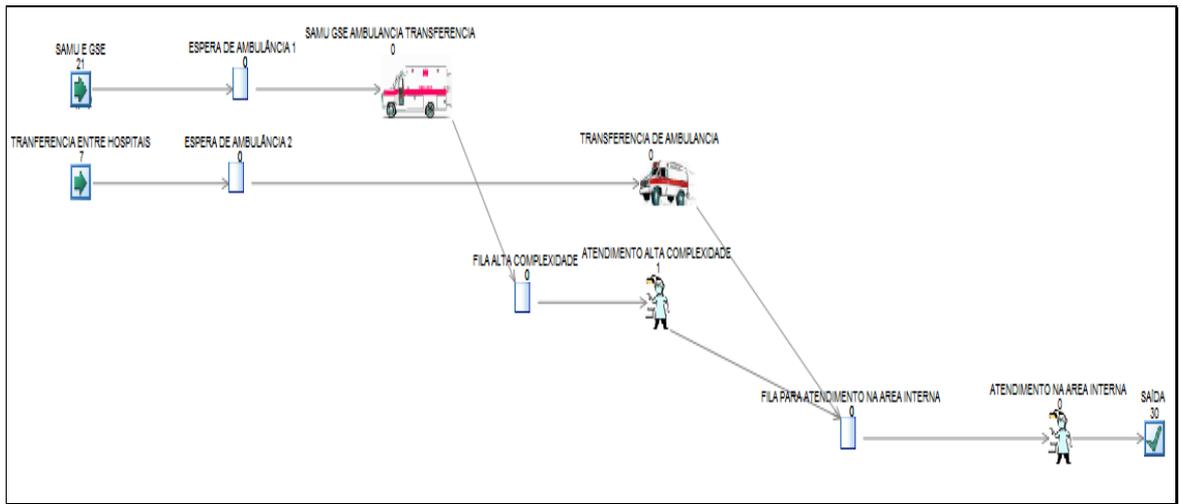


Figura 7.4- Modelo IV

#### V) MODELO V

A Figura 7.5 representa o fluxo do modelo V implementado no software computacional. Para este fluxo de chamadas, é possível verificar que a demanda é admitida pelo atendimento até o médico de regulação.

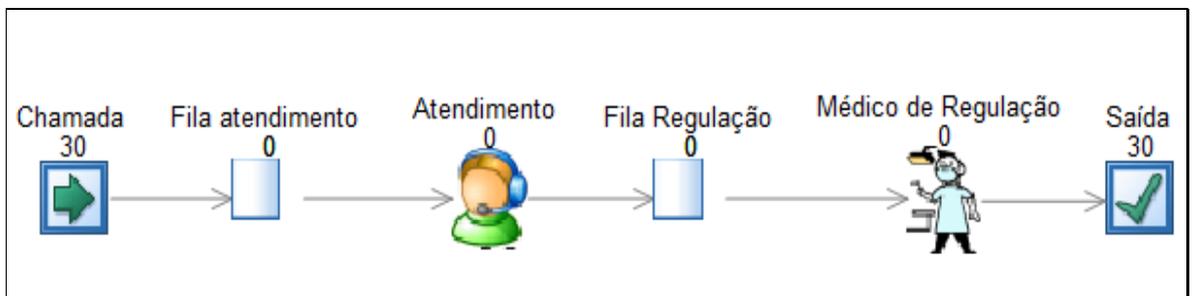


Figura 7.5- Modelo V

Os modelos computacionais serão construídos no simulador após a inserção dos dados nos parâmetros dos módulos do software, neste caso o *Simul8*.

## 7.5 A VALIDAÇÃO DOS MODELOS

A validação dos modelos foi feita em conjunto com a equipe de estudos da PEP (Programa de Engenharia de Produção da UFRJ) e os diretores médicos dos hospitais visitados, onde foi apresentado o fluxo da demanda pré-hospitalar do sistema de admissão de pacientes na emergência, o fluxo das chamadas e os resultados da simulação dos modelos estudados.

## 7.6 A CALIBRAGEM DO SISTEMA

Antes de iniciar o processo de simulação é necessário realizar a calibragem do sistema, que é a atribuição de uma série de parâmetros, de forma que os resultados do ambiente virtual sejam os mais próximos do ambiente real.

Calibrar o sistema significa indicar um tempo de pré-aquecimento do sistema (*warm up*) e um número de replicações.

O *warm up* demonstra um tempo em que a demanda seja efetivamente contabilizada a partir dele, que normalmente oscila em torno de 10% do tempo de simulação.

O número de replicações ideal é o número de corridas realizado de dez em dez, no nosso estudo, de forma que a variância dessas corridas seja o mais próximo de zero possível, sem que cada corrida seja muito longa. A duração de cada replicação foi de 1.440 minutos, o que corresponde a um dia de 24 horas. Com isso, realizamos a simulação que compreendeu os cinco modelos estudados.

Os cinco modelos tiveram um tempo de *warm up* igual a duzentos minutos e um número de replicações igual a oitenta.

## CAPÍTULO 8 - OS RESULTADOS DO MODELO I

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados e análises da simulação do modelo I, conforme os diversos cenários. O modelo será analisado, de forma que não tenha gargalos e seja encontrada uma configuração ideal para todos os aumentos das variações de demanda, comprovando a necessidade de mais recursos humanos para manter a qualidade dos atendimentos.

Os resultados da simulação são apresentados através de indicadores, que são informações estatísticas emitidas pelos relatórios do simulador. Estes relatórios são de grande relevância, pois demonstram o comportamento da simulação no ambiente virtual, possibilitando aos gestores a visão dos gargalos e das distribuições dos recursos nos processos e as consequências de uma determinada decisão. Nesse estudo, utilizaremos o tamanho médio e máximo da fila, o tempo médio e máximo de espera e a taxa de utilização dos recursos como os principais indicadores.

O tamanho máximo da fila indica o número máximo de pacientes que estão aguardando um atendimento em um determinado processo.

O tamanho médio da fila indica o número de pacientes que estão aguardando o atendimento em um determinado processo.

O tempo máximo de espera na fila indica o intervalo máximo de tempo que uma entidade aguarda para ser processada por um recurso.

O tempo médio de espera na fila indica o intervalo médio de tempo que uma entidade aguarda para ser processada por um recurso.

A taxa de utilização indica o percentual de ocupação do recurso em um determinado período.

No final deste capítulo são apresentados gráficos comparativos com o aumento gradativo dos atendimentos por processos, gráficos comparativos com o aumento dos recursos humanos por processos, a partir do aumento gradativo da demanda, além de tabelas sintetizando todos os resultados, incluindo o número de pacientes e atendimentos por processos.

### 8.1 A ANÁLISE DO MODELO I

A análise do modelo I compreende a interpretação dos indicadores fornecidos pelo simulador. Nesta análise será verificado o comportamento do modelo básico, não

coordenado por uma COC, onde todas as demandas são admitidas pela recepção, a partir da admissão de um número de pacientes até o dobro gradativo deste número, onde uma comparação gradativa dos recursos humanos para cada total de pacientes será realizada, a fim de comprovar uma incompatibilidade de recursos em uma situação de catástrofe (aumento substancial da demanda). Toda a simulação foi realizada de forma que os recursos trouxessem um menor tempo e uma menor fila possível para melhor atender a demanda de pacientes e a taxa de utilização dos profissionais um valor percentual inferior a 60%, de forma que não sobrecarregasse os profissionais.

#### 8.1.1 A ANÁLISE DO MODELO I PARA O INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Busca-se a configuração ideal dos recursos humanos para cada setor de forma a equilibrar a demanda e a oferta de serviços, proporcionando um atendimento de maior qualidade para todos os pacientes.

A análise é feita nos processos que são considerados os gargalos do sistema, que no caso do modelo I são os setores do recepcionista e da triagem, porém todos os processos serão igualmente analisados com o objetivo de verificar a variação do tamanho, tempo nas filas e a taxa de utilização com a adição de um determinado recurso.

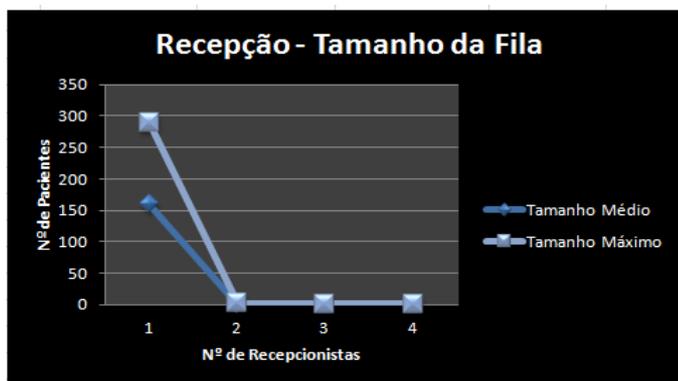
Para verificar a quantidade ideal de profissionais, fizemos vários experimentos e os resultados desta análise são aqui apresentados:

Para o intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE, que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 22,54% para a ambulância, atendendo a 11 pacientes no período simulado.

Para o intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 8,34% para a ambulância, atendendo a 4 pacientes no período simulado.

Os 3 (três) gráficos a seguir apresentam uma análise para a escolha de uma configuração ideal para o processo de recepção neste intervalo entre chegadas do modelo I.

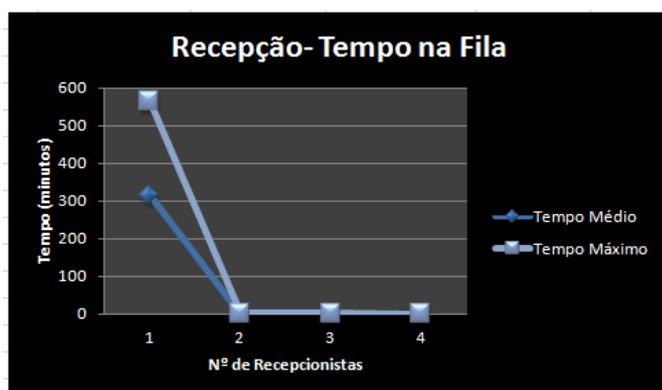
O Gráfico 8.1 mostra que dois recepcionistas proporcionam um tamanho médio e máximo da fila próximos de zero, porém ainda não existem resultados decisivos para apontar um número ideal de recepcionistas.



**Gráfico 8.1:** Análise de sensibilidade do tamanho da fila do processo de recepção para o intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

O Gráfico 8.2 mostra que dois recepcionistas proporcionam um tempo médio e máximo na fila próximos de zero, porém ainda não existem resultados decisivos para apontar um número ideal de recepcionistas.

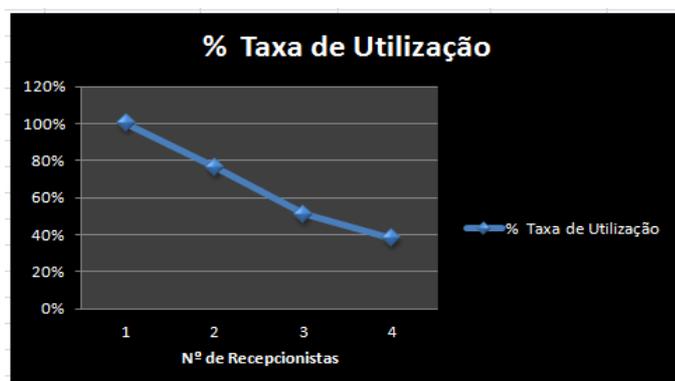


**Gráfico 8.2:** Análise de sensibilidade do tempo na fila do processo de recepção para o intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

O Gráfico 8.3 mostra que apesar de dois recepcionistas apresentarem tamanhos e tempos na fila próximos de zero, a taxa de utilização determina que três recepcionistas

trabalham menos que 60% do tempo útil, o que traz este número como ideal para a configuração, pois não provoca sobrecarga ocupacional.



**Gráfico 8.3:** Análise de sensibilidade da taxa de utilização do processo de recepção para o intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

A recepção tem uma configuração ideal para este intervalo inicial entre chegadas de três recepcionistas, 0 paciente e 1,04 paciente para o tamanho médio e máximo da fila; 0,01 minuto e 1,18 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 51%, conforme a Tabela 8.1.

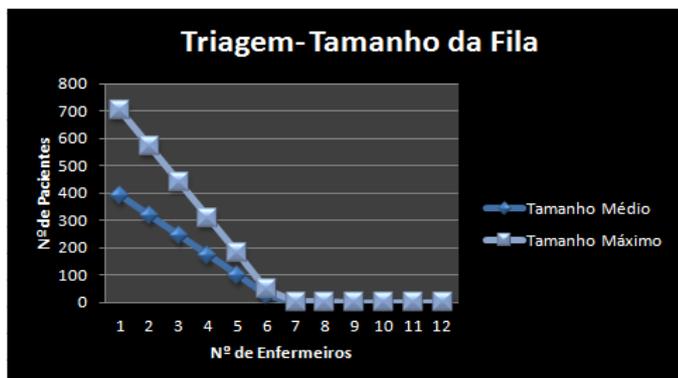
**Tabela 8.1:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para o intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		% Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	160,65	290	315,93	565,06	100%
2	0,02	2	0,09	2,15	77%
3	0	1,04	0,01	1,18	51%
4	0	1,01	0,01	0,84	38%

Os 3 (três) gráficos a seguir apresentam uma análise para a escolha de uma configuração ideal para o processo de triagem neste intervalo entre chegadas do modelo I.

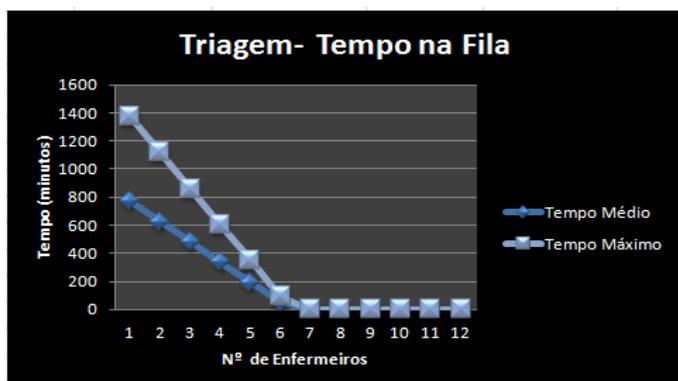
O Gráfico 8.4 mostra que sete enfermeiros proporcionam um tamanho médio e máximo da fila próximos de zero, porém ainda não existem resultados decisivos para apontar um número ideal de enfermeiros.



**Gráfico 8.4:** Análise de sensibilidade do tamanho da fila do processo de triagem para o intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

O Gráfico 8.5 mostra que sete enfermeiros proporcionam um tempo médio e máximo na fila próximos de zero, porém ainda não existem resultados decisivos para apontar um número ideal de enfermeiros.

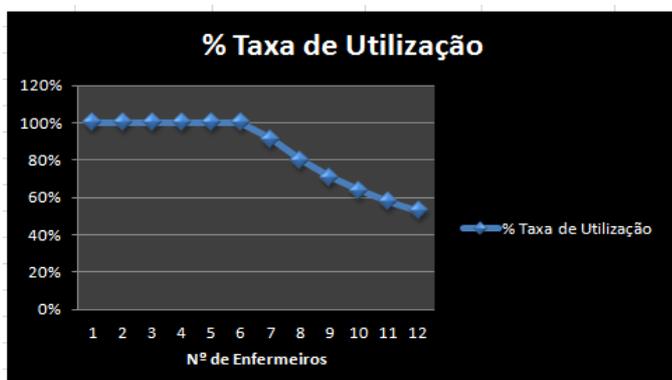


**Gráfico 8.5:** Análise de sensibilidade do tempo na fila do processo de triagem para o intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

O Gráfico 8.6 mostra que, apesar de sete enfermeiros apresentarem tamanhos e tempos na fila próximos de zero, a taxa de utilização determina que onze enfermeiros

trabalham menos que 60% do tempo útil, o que traz este número como ideal para a configuração, pois não provoca sobrecarga ocupacional.



**Gráfico 8.6:** Análise de sensibilidade da taxa de utilização do processo de triagem para o intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

A triagem tem uma configuração ideal para o intervalo inicial entre chegadas de onze enfermeiros, 0 paciente e 1,01 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0 minuto e 0,08 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 58%, conforme a Tabela 8.2.

**Tabela 8.2:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para o intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

N° Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	391,72	703,08	769,8	1370,8	100%
2	318,7	572,3	626,2	1118,3	100%
3	245,6	441,6	482,7	863,1	100%
4	172,6	310,8	339,1	606,5	100%
5	99,5	180,1	195,6	351,2	100%
6	26,6	49,7	52,2	96,2	100%
7	0,16	2,04	0,27	2,61	91%
8	0,05	1,68	0,08	1,75	80%
9	0,02	1,25	0,04	1,31	71%
10	0,01	1,06	0,02	1,01	64%
11	0	1,01	0	0,08	58%
12	0	1	0,01	0,64	53%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para o intervalo inicial entre chegadas de três médicos, 0 paciente e 1 paciente, para o tamanho médio e máximo da fila, 0,56 minuto e 3,7 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 8%, conforme a Tabela 8.3.

**Tabela 8.3:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para o intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0,04	1,23	6,94	29,28	23%
2	0,01	1,08	1,4	7,8	12%
3	0	1	0,56	3,7	8%
4	0	1	0,3	2,2	6%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para o intervalo inicial entre chegadas de sete médicos, 0,17 paciente e três pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 1,4 minuto e 10,94 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 52%, conforme a Tabela 8.4.

**Tabela 8.4:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para o intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	80,94	144,93	661	1171,5	100%
2	51	91,55	415,23	742,15	100%
3	22,07	40,18	178,67	322,68	100%
4	3,25	10,41	25,67	71,51	91%
5	0,72	5,08	5,8	27,98	73%
6	0,32	3,68	2,53	16,36	61%
7	0,17	3	1,4	10,94	52%
8	0,11	2,51	0,85	7,83	46%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para o intervalo inicial entre chegadas de dez médicos, 0,02 paciente e 1,08 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,04 minuto e 1,19 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 58%, conforme a Tabela 8.5.

**Tabela 8.5:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para o intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	286,44	516,01	750,9	1336,01	100%
2	225,78	407,24	590,68	1057	100%
3	165,16	298,74	431,48	777,49	100%
4	104,65	190	273,43	494	100%
5	44,8	82,68	116,85	212,8	100%
6	2,53	9,24	6,58	21,55	95%
7	0,33	3,08	0,85	5,57	82%
8	0,11	2,01	0,24	2,69	72%
9	0,05	1,38	0,1	1,76	64%
10	0,02	1,08	0,04	1,19	58%
11	0,01	1	0,02	0,82	52%

#### 8.1.2 A ANÁLISE DO MODELO I PARA UMA REDUÇÃO DE 10% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 24,62% para a ambulância, atendendo a 12 pacientes no período simulado.

Para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 8,34% para a ambulância, atendendo a 4 pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração ideal para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas de três recepcionistas, 0,01 paciente e 1,03 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,02 minuto e 1,22 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 57%, conforme a Tabela 8.6.

**Tabela 8.6:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	212,8	381,99	376,1	672,14	100%
2	0,13	2,08	0,22	2,7	85%
3	0,01	1,03	0,02	1,22	57%
4	0	1	0,01	0,88	43%

A triagem tem uma configuração ideal para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas de doze enfermeiros, 0,01 paciente e 1,05 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,01 minuto e 0,7 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 59%, conforme a Tabela 8.7.

**Tabela 8.7:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	443,58	795,14	784,52	1396,8	100%
2	370,52	664,35	665,3	1169,91	100%
3	297,45	533,5	526,06	940,05	100%
4	224,37	402,73	396,8	709,32	100%
5	151,31	271,96	267,67	479,58	100%
6	78,26	141,29	138,41	249,79	100%
7	6,34	12,26	1,05	11,21	100%
8	0,1	2,01	0,19	2,13	89%
9	0,04	1,61	0,07	1,51	79%
10	0,02	1,2	0,03	1,15	71%
11	0,01	1,08	0,02	0,89	64%
12	0,01	1,05	0,01	0,7	59%
13	0	1,04	0,01	0,57	54%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para 10% menos do intervalo inicial entre chegadas de quatro médicos, 0 paciente e 1,03 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,34 minuto e 2,58 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 6%, conforme a Tabela 8.8.

**Tabela 8.8:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	0,05	1,3	7,63	33,27	26%
2	0,01	1,14	1,62	9,03	13%
3	0	1,06	0,64	4,35	9%
4	0	1,03	0,34	2,58	6%
5	0	1,01	0,21	1,74	5%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para 10% menos do intervalo inicial entre chegadas de sete médicos, 0,25 paciente e 3,41 pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 1,85 minuto e 13,03 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 58%, conforme a Tabela 8.9.

**Tabela 8.9:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	93,21	166,45	685,86	1215,25	100%
2	63,17	112,94	464,41	829,5	100%
3	33,64	60,3	246,83	442,01	100%
4	8,66	18,11	62,29	126,84	97%
5	1,32	6,8	9,57	37,71	81%
6	0,48	4,44	3,49	19,85	68%
7	0,25	3,41	1,85	13,03	58%
8	0,15	2,88	1,11	9,24	50%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para 10% menos do intervalo inicial entre chegadas de onze médicos, 0,02 paciente e 1,03 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,05 minuto e 1,11 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 58%, conforme a Tabela 8.10.

**Tabela 8.10:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		% Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	325,35	585,48	767,27	1365,13	100%
2	264,67	476,71	622,87	1114,14	100%
3	204,02	368,09	479,58	862,79	100%
4	143,42	259,18	337,21	606,99	100%
5	83,03	151,13	195,02	352,25	100%
6	24,51	46,2	57,34	106,8	100%
7	1,12	6,15	2,63	12	91%
8	0,25	2,66	0,59	4,24	80%
9	0,09	1,98	0,2	2,36	71%
10	0,04	1,53	0,09	1,59	64%
11	0,02	1,03	0,05	1,11	58%
12	0,01	1	0,02	0,79	53%

### 8.1.3 A ANÁLISE DO MODELO I PARA UMA REDUÇÃO DE 20% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 28,61% para a ambulância, atendendo a quatorze pacientes no período simulado.

Para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 10,40% para a ambulância, atendendo a cinco pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração ideal para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas de quatro recepcionistas, 0,01 paciente e 1,08 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,01 minuto e 0,92 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 48%, conforme a Tabela 8.11.

**Tabela 8.11:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	277,74	498,86	436,26	779,23	100%
2	0,78	4,16	1,19	5,72	96%
3	0,02	1,21	0,02	1,33	64%
4	0,01	1,08	0,01	0,92	48%
5	0	1,04	0,01	0,7	38%

A triagem tem uma configuração ideal para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas de quatorze enfermeiros, 0 paciente e 1,01 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,01 minuto e 0,68 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 57%, conforme a Tabela 8.12.

**Tabela 8.12:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	508,55	911,84	799,54	1422,91	100%
2	435,46	781,04	684,59	1221,65	100%
3	362,35	650,15	569,49	1017,15	100%
4	289,24	519,35	454,71	812,38	100%
5	216,15	388,63	339,83	608,87	100%
6	143,03	257,78	224,8	403,63	100%
7	69,95	126,98	109,96	197,6	100%
8	1,23	3,78	1,93	5,09	100%
9	0,1	2	0,16	1,99	89%
10	0,04	1,88	0,06	1,49	80%
11	0,02	1,54	0,03	1,19	73%
12	0,01	1,29	0,02	0,97	66%
13	0,01	1,1	0,01	0,81	61%
14	0	1,01	0,01	0,68	57%
15	0	1	0,01	0,57	53%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas de quatro médicos, 0 paciente e 1,03 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,38 minuto e 2,85 minutos para o

tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 7%, conforme a Tabela 8.13.

**Tabela 8.13:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0,07	1,4	8,62	37,93	29%
2	0,01	1,16	1,86	10,3	14%
3	0,01	1,06	0,73	4,83	10%
4	0	1,03	0,38	2,85	7%
5	0	1,03	0,23	1,9	6%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas de oito médicos, 0,24 paciente e 3,44 pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 1,54 minuto e 11,32 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 57%, conforme a Tabela 8.14.

**Tabela 8.14:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	108,67	195,34	711,69	1260,38	100%
2	78,55	141,64	513,85	917,57	100%
3	48,74	88,16	318,7	569,15	100%
4	20,32	37,51	131,37	237,67	100%
5	3,39	11,04	21,64	62,33	91%
6	0,88	5,76	5,71	26,7	76%
7	0,41	4,19	2,65	16,3	65%
8	0,24	3,44	1,54	11,32	57%
9	0,15	2,96	0,99	8,3	51%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas de treze médicos, 0,01 paciente e

1,06 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,02 minuto e 0,92 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 55%, conforme a Tabela 8.15.

**Tabela 8.15:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	374,07	672,14	783,99	1394,42	100%
2	313,35	563,31	655,41	1171,53	100%
3	252,65	454,73	528,01	948,32	100%
4	191,96	345,74	401,35	720,85	100%
5	131,36	237,23	274,46	493,87	100%
6	71,12	129,21	148,45	269,17	100%
7	14,86	29,31	30,92	60,33	100%
8	0,9	5,56	1,88	9,46	90%
9	0,25	2,7	0,52	3,86	80%
10	0,09	2,06	0,19	2,29	72%
11	0,04	1,79	0,09	1,63	65%
12	0,02	1,33	0,04	1,22	60%
13	0,01	1,06	0,02	0,92	55%
14	0,01	1	0,01	0,69	51%

#### 8.1.4 A ANÁLISE DO MODELO I PARA UMA REDUÇÃO DE 30% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 31,67% para a ambulância, atendendo a quinze pacientes no período simulado.

Para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 12,39% para a ambulância, atendendo a seis pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração ideal para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas de quatro recepcionistas, 0,01 paciente e 1,1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,01 minuto e 0,92 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 55%, conforme a Tabela 8.16.

**Tabela 8.16:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	361,18	647,96	496,5	886,5	100%
2	56,3	102,63	77,43	139,29	100%
3	0,03	1,9	0,04	1,44	73%
4	0,01	1,1	0,01	0,92	55%
5	0	1,05	0,01	0,71	44%

A triagem tem uma configuração ideal para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas de dezesseis enfermeiros, 0 paciente e 1,06 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,01 minuto e 0,55 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 57%, conforme a Tabela 8.17.

**Tabela 8.17:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	591,92	1061,38	814,29	1449,03	100%
2	518,81	930,51	713,63	1273,22	100%
3	445,69	799,63	612,88	1094,31	100%
4	372,56	668,74	512,46	915,29	100%
5	299,45	537,84	411,91	736,52	100%
6	226,32	407,04	311,24	577,63	100%
7	153,19	276,03	210,71	377,31	100%
8	80,08	145,05	110,16	198,16	100%
9	8,11	15,89	11,15	21,29	100%
10	0,15	2,06	0,2	2,01	91%
11	0,06	1,99	0,08	1,48	83%
12	0,03	1,69	0,04	1,17	76%
13	0,02	1,3	0,02	0,94	70%
14	0,01	1,16	0,02	0,78	65%
15	0,01	1,08	0,01	0,65	61%
16	0	1,06	0,01	0,55	57%
17	0	1,03	0	0,47	53%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas de quatro médicos, 0 paciente e 1,06 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,49 minuto e 3,93 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 8%, conforme a Tabela 8.18.

**Tabela 8.18:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	0,09	1,51	10,47	46,47	33%
2	0,02	1,21	2,33	13,86	16%
3	0,01	1,08	0,93	6,55	11%
4	0	1,06	0,49	3,93	8%
5	0	1,03	0,3	2,57	7%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas de nove médicos, 0,25 paciente e 3,59 pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 1,44 minuto e 10,78 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 58%, conforme a Tabela 8.19.

**Tabela 8.19:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	128,55	230,75	737,39	1305,19	100%
2	98,38	176,96	563,66	1006,31	100%
3	68,4	123,14	392,07	698,88	100%
4	38,82	70,26	221,09	394,34	100%
5	12,79	25,44	72,08	139,32	98%
6	2,27	9,41	12,77	44,52	87%
7	0,79	5,78	4,49	22,77	75%
8	0,41	4,43	2,35	14,99	65%
9	0,25	3,59	1,44	10,78	58%
10	0,16	3,14	0,96	8,14	52%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas de quatorze médicos, 0,02 paciente e 1,2 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,04 minuto e 1,01 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 59%, conforme a Tabela 8.20.

**Tabela 8.20:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	436,53	784,33	800,57	1423,88	100%
2	375,78	675,44	687,94	1228,88	100%
3	315,05	566,75	576,24	1033,73	100%
4	254,33	457,73	465,46	835	100%
5	193,63	349,06	354,23	635,99	100%
6	133,02	240,41	243,43	438,29	100%
7	72,85	132,55	133,24	241,34	100%
8	16,58	32,14	30,2	57,54	100%
9	1,13	6,4	2,05	9,89	91%
10	0,33	3,23	0,6	4,19	82%
11	0,14	2,11	0,25	2,36	75%
12	0,07	1,91	0,12	1,69	69%
13	0,04	1,65	0,07	1,29	63%
14	0,02	1,2	0,04	1,01	59%
15	0,01	1,04	0,02	0,79	55%

#### 8.1.5 A ANÁLISE DO MODELO I PARA UMA REDUÇÃO DE 40% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 36,96% para a ambulância, atendendo a dezoito pacientes no período simulado.

Para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de

0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 14,45% para a ambulância, atendendo a sete pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração ideal para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas de cinco recepcionistas, 0,01 paciente e 1,09 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,01 minuto e 0,77 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 51%, conforme a Tabela 8.21.

**Tabela 8.21:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	472,53	846,95	556,71	993,77	100%
2	167,27	301,05	197,14	352,63	100%
3	0,12	2,33	0,15	2,05	85%
4	0,01	1,3	0,02	1,03	64%
5	0,01	1,09	0,01	0,77	51%
6	0	1,05	0	0,62	43%

A triagem tem uma configuração ideal para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas de dezoito enfermeiros, 0,01 paciente e 1,08 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,01 minuto e 0,55 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 59%, conforme a Tabela 8.22.

**Tabela 8.22:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

N° Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	703,21	1260,58	829,12	1475,03	100%
2	630,07	1129,64	742,94	1325,17	100%
3	556,91	998,75	656,47	1171,53	100%
4	483,76	867,79	570,42	1018,41	100%
5	410,62	736,91	484,09	865,1	100%
6	337,46	605,95	397,79	711,67	100%
7	264,3	474,96	311,6	557,11	100%
8	191,13	343,88	225,36	403,42	100%
9	117,96	212,96	139,06	250,03	100%
10	44,89	82,29	52,93	92,5	100%
11	0,34	2,56	0,4	2,31	97%
12	0,1	2,01	0,12	1,57	89%
13	0,05	1,98	0,06	1,25	82%
14	0,03	1,69	0,03	1,02	76%
15	0,02	1,46	0,02	0,86	71%
16	0,01	1,28	0,01	0,74	68%
17	0,01	1,18	0,01	0,64	63%
18	0,01	1,08	0,01	0,55	59%
19	0	1,04	0	0,48	56%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas de quatro médicos, 0,01 paciente e 1,05 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,58 minuto e 4,79 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 10%, conforme a Tabela 8.23.

**Tabela 8.23:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

N° Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0,13	1,71	13,3	56,65	39%
2	0,03	1,25	2,8	17,59	19%
3	0,01	1,14	1,11	8,2	13%
4	0,01	1,05	0,58	4,79	10%
5	0	1,04	0,34	3,11	8%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas de onze médicos, 0,21 paciente e 3,49 pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 1,04 minuto e 8,36 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 56%, conforme a Tabela 8.24.

**Tabela 8.24:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	155,17	278,54	762,52	1349,4	100%
2	124,95	224,61	613,77	1094,62	100%
3	94,85	170,64	465,83	830,24	100%
4	64,86	116,94	317,55	565,92	100%
5	35,56	64,55	173,19	311,77	100%
6	11,03	23,06	53,12	108,01	98%
7	2,31	9,83	11,14	39,78	87%
8	0,88	6,29	4,31	21,97	76%
9	0,48	4,91	2,37	14,97	68%
10	0,3	4,03	1,51	10,92	61%
11	0,21	3,49	1,04	8,36	56%
12	0,15	3,31	0,78	7,04	51%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas de dezessete médicos, 0,01 paciente e 1,06 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,02 minuto e 0,74 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 56%, conforme a Tabela 8.25.

**Tabela 8.25:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		% Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	519,8	933,1	817,07	1453,17	100%
2	459,02	824,23	720,51	1286,47	100%
3	398,26	715,46	624,84	1119,4	100%
4	337,5	606,39	529,67	948,41	100%
5	276,73	497,69	434,25	778,37	100%
6	215,99	388,76	338,96	608,4	100%
7	155,35	280,31	243,86	438,36	100%
8	95,01	171,9	149,13	268,41	100%
9	36,17	66,56	56,67	102,4	100%
10	2,73	10,49	4,25	15,13	96%
11	0,62	4,7	0,96	5,82	87%
12	0,25	2,89	0,39	3,02	80%
13	0,12	2,13	0,18	1,96	74%
14	0,06	1,96	0,1	1,46	68%
15	0,04	1,68	0,06	1,15	64%
16	0,02	1,24	0,04	0,92	60%
17	0,01	1,06	0,02	0,74	56%
18	0,01	1,03	0,01	0,6	53%

#### 8.1.6 A ANÁLISE DO MODELO I PARA UMA REDUÇÃO DE 50% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 44,62% para a ambulância, atendendo a vinte e um pacientes no período simulado.

Para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 15,38% para a ambulância, atendendo a sete pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração ideal para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de seis recepcionistas, 0 paciente e 1,05 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,01 minuto e 0,65 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 51%, conforme a Tabela 8.26.

**Tabela 8.26:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	627,96	1125,66	616,97	1101,04	100%
2	322,58	579,14	317,28	566,64	100%
3	19,78	38,05	19,91	36,8	100%
4	0,01	2,01	0,05	1,22	77%
5	0	1,2	0,01	0,81	61%
6	0	1,05	0,01	0,65	51%
7	0	1,03	0	0,54	44%

A triagem tem uma configuração ideal para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de vinte e dois enfermeiros, 0 paciente e 1,04 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0 minuto e 0,45 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 58%, conforme a Tabela 8.27.

**Tabela 8.27:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	859,1	1538,63	843,68	1500,9	100%
2	785,94	1407,64	772,14	1376,9	100%
3	712,76	1276,73	700,1	1248,91	100%
4	639,58	1145,73	628,38	1121,44	100%
5	566,42	1014,83	556,35	993,67	100%
6	493,24	883,86	484,41	865,66	100%
7	420,05	752,88	412,56	736,96	100%
8	346,85	621,73	340,67	608,86	100%
9	273,65	490,85	268,69	481,02	100%
10	200,46	359,88	196,8	352,07	100%
11	127,28	229,05	124,91	224,21	100%
12	54,19	98,28	53,11	96,28	100%
13	0,53	2,9	0,5	2,25	98%
14	0,11	2,08	0,14	1,45	91%
15	0,06	2,01	0,07	1,14	85%
16	0,03	1,91	0,04	0,96	80%
17	0,02	1,7	0,03	0,83	75%
18	0,02	1,56	0,02	0,73	71%
19	0,01	1,38	0,01	0,64	67%
20	0,01	1,19	0,01	0,57	64%
21	0,01	1,1	0,01	0,51	61%
22	0	1,04	0	0,45	58%
23	0	1,03	0	0,41	55%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de cinco médicos, 0 paciente e 1,06 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,44 minuto e 4,21 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 10%, conforme a Tabela 8.28.

**Tabela 8.28:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	0,21	2,09	18,31	70,89	47%
2	0,04	1,34	3,52	21,59	24%
3	0,02	1,2	1,4	10,52	16%
4	0,01	1,1	0,72	6,24	12%
5	0	1,06	0,44	4,21	10%
6	0	1,04	0,3	3,13	8%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de treze médicos, 0,24 paciente e 3,68 pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 0,91 minuto e 7,4 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 56%, conforme a Tabela 8.29.

**Tabela 8.29:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	192,32	344,23	787,55	1393,33	100%
2	162,06	290,19	663,82	1183,3	100%
3	131,87	236,09	540,18	963,12	100%
4	101,72	181,91	416,08	741,55	100%
5	71,68	127,95	292,74	524,11	100%
6	42,26	75,6	172,29	310,45	100%
7	16,28	31,38	65,72	126,41	99%
8	3,66	12,56	14,67	45,23	91%
9	1,34	7,64	5,37	23,97	81%
10	0,72	5,89	2,84	16,18	73%
11	0,46	4,89	1,81	12,02	66%
12	0,32	4,09	1,25	9,32	61%
13	0,24	3,68	0,91	7,4	56%
14	0,18	3,2	0,68	6,07	52%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de vinte médicos, 0,03 paciente e 1,13 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,02 minuto e 0,68 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 58%, conforme a Tabela 8.30.

**Tabela 8.30:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

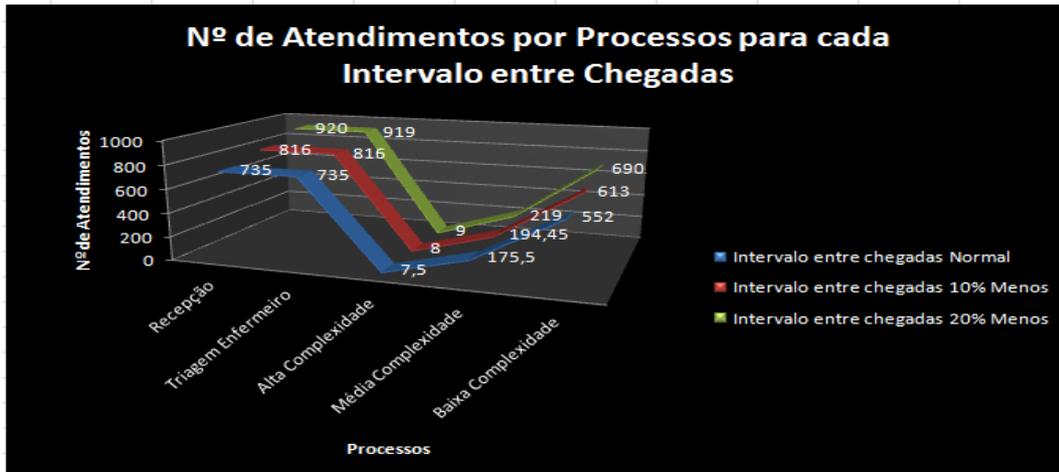
Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		% Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	636,47	1141,86	833,43	1482,43	100%
2	575,66	1032,95	753,24	1344,23	100%
3	514,87	924,2	673,25	1204,86	100%
4	454,07	815,01	594	1062,51	100%
5	393,26	706,29	514,37	920,83	100%
6	332,44	597,25	434,97	779,22	100%
7	271,67	488,6	355,5	637,14	100%
8	210,95	379,78	276,04	494,94	100%
9	150,36	271,29	196,67	352,34	100%
10	90,17	163,76	117,83	212,61	100%
11	32,23	59,74	42,05	77,6	100%
12	2,81	11,11	3,67	13,4	96%
13	0,73	5,31	0,96	5,62	88%
14	0,36	3,41	0,43	3,23	82%
15	0,23	2,39	0,22	2,04	77%
16	0,16	2,09	0,12	1,52	72%
17	0,11	1,98	0,07	1,2	68%
18	0,07	1,71	0,05	0,98	64%
19	0,05	1,34	0,03	0,81	61%
20	0,03	1,13	0,02	0,68	58%
21	0,02	1,06	0,02	0,56	55%

## 8.2 A SÍNTESE DOS RESULTADOS DO MODELO I

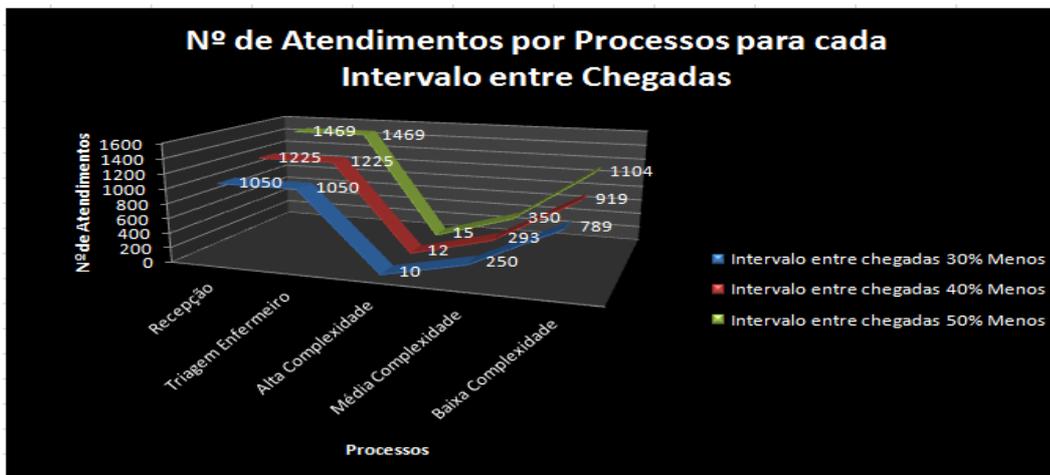
Os gráficos 8.7 e 8.8 fazem uma visualização simples e objetiva do número de atendimentos que são realizados para todos os processos envolvidos em cada intervalo entre chegadas do modelo I.

Percebe-se nesses gráficos, com maior clareza, que com o aumento da redução do intervalo entre chegadas, o número de atendimentos por processos não cresce de forma linear e que os processos de maior complexidade têm um menor número de atendimentos quando comparado com os processos de menor complexidade, conforme os dados estatísticos colhidos.



**Gráfico 8.7:** Número de atendimentos por processos até uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

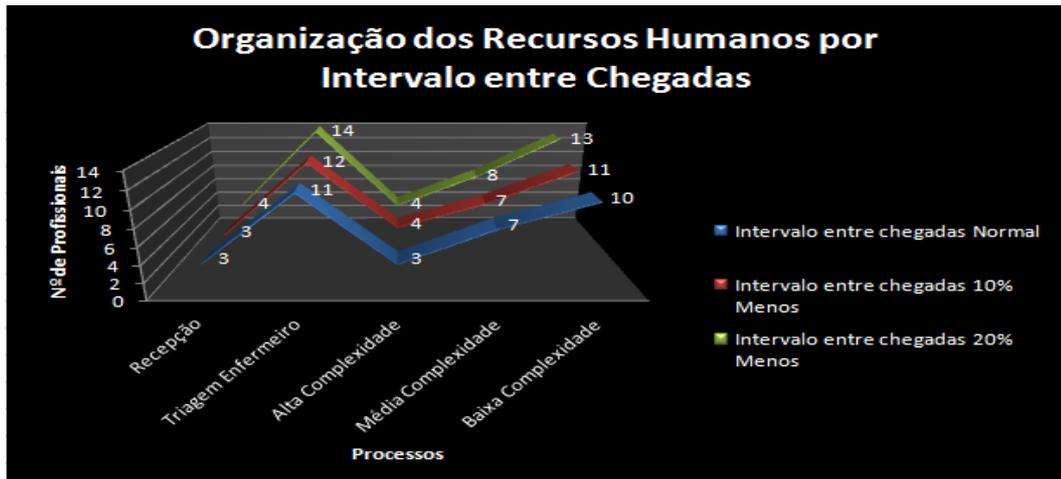
Fonte: Relatório do simulador



**Gráfico 8.8:** Número de atendimentos por processos de uma redução de 30% até 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

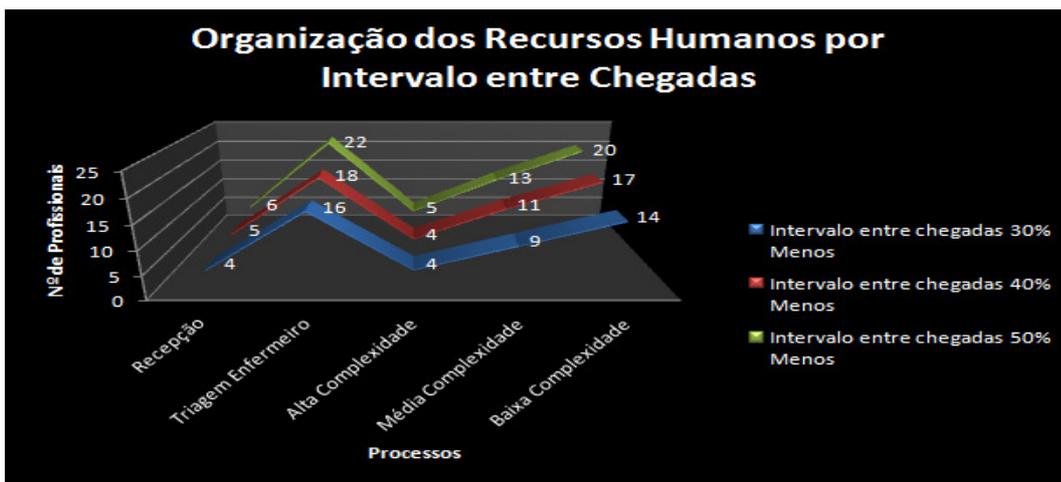
Fonte: Relatório do simulador

Os gráficos 8.9 e 8.10 mostram claramente que com o crescimento do número de pacientes (em função da variação do intervalo entre chegadas), os recursos humanos se fazem necessários para suprir a oferta de serviços que diminuem, provocado pela insuficiência do número de profissionais anteriormente equilibrado com a demanda no modelo I.



**Gráfico 8.9:** Número de recursos humanos por processos até uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador



**Gráfico 8.10:** Número de recursos humanos por processos de uma redução de 30% até 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo I

Fonte: Relatório do simulador

As Tabelas 8.31 e 8.32 apresentam a síntese de todos os resultados obtidos para o modelo I.

**Tabela 8.31:** Resultados Finais Obtidos para as Reduções até 20% do Intervalo Inicial entre Chegadas do Modelo I

Fonte: Relatório do simulador

Setor	Total de pacientes que entraram na fila			Tamanho médio na fila			Tempo médio na fila			Nº de atendimentos			Nº de Profissionais/Nº de Ambulâncias			Taxa de Utilização dos Profissionais		
	2	1.8	1.6	2	1.8	1.6	2	1.8	1.6	2	1.8	1.6	2	1.8	1.6	2	1.8	1.6
Demanda Espontânea - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)																		
Recepção	735	816	920	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	735	816	919	3	3	4	51%	57%	48%
Triagem	735	816	919	0	0.01	0	0	0.01	0.01	735	816	919	11	12	14	58%	59%	57%
Alta Complexidade	7.5	8	9	0	0	0	0.56	0.34	0.38	7.5	8	9	3	4	4	8%	6%	7%
Média Complexidade	175.5	194.45	219	0.17	0.25	0.24	1.4	1.85	1.54	175.5	194.5	219	7	7	8	52%	58%	57%
Baixa Complexidade	552	613	690	0.02	0.04	0.01	0.04	0.05	0.02	552	613	690	10	11	13	58%	58%	55%
Transferências entre Hospitais - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	366.78	330.102	293.424	366.78	330.102	293.424	366.78	330.102	293.424	366.78	330.102	293.424	366.78	330.102	293.424	366.78	330.102	293.424
Transferência de Ambulância	4	4	5	0	0	0	0	0	0	4	4	5	1	1	1	8.34%	8.34%	10.40%
SAMU e GSE - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	131.37	118.233	105.096	131.37	118.233	105.096	131.37	118.233	105.096	131.37	118.233	105.096	131.37	118.233	105.096	131.37	118.233	105.096
Transferência de Ambulância	11	12	14	0	0	0	0	0	0	11	12	14	1	1	1	22.54%	24.62%	28.61%

**Tabela 8.32:** Resultados Finais Obtidos para as Reduções de 30% a 50% do Intervalo Inicial entre Chegadas do Modelo I

Fonte: Relatório do Simulador

Setor	Total de pacientes que entraram na fila			Tamanho médio na fila			Tempo médio na fila			Nº de atendimentos			Nº de Profissionais/Nº de Ambulâncias			Taxa de Utilização dos Profissionais		
	1.4	1.2	1	1.4	1.2	1	1.4	1.2	1	1.4	1.2	1	1.4	1.2	1	1.4	1.2	1
Demanda Espontânea - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)																		
Recepção	1050	1225	1469	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	1050	1225	1469	4	5	6	55%	51%	51%
Triagem	1050	1225	1469	0	0.01	0	0.01	0.01	0	1050	1225	1469	16	18	22	57%	59%	58%
Alta Complexidade	10	12	15	0	0.01	0	0.49	0.58	0.44	10	12	15	4	4	5	8%	10%	10%
Média Complexidade	250	293	350	0.25	0.21	0.24	1.44	1.04	0.91	250	293	350	9	11	13	58%	56%	56%
Baixa Complexidade	789	919	1104	0.02	0.01	0.03	0.04	0.02	0.02	789	919	1104	14	17	20	59%	56%	58%
Transferências entre Hospitais - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	256.746	220.068	183.39	256.746	220.068	183.39	256.746	220.068	183.39	256.746	220.068	183.39	256.746	220.068	183.39	256.746	220.068	183.39
Transferência de Ambulância	6	7	7	0	0	0	0	0	0	6	7	7	1	1	1	12.39%	14.45%	15.38%
SAMU e GSE - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	91.959	78.822	65.685	91.959	78.822	65.685	91.959	78.822	65.685	91.959	78.822	65.685	91.959	78.822	65.685	91.959	78.822	65.685
Transferência de Ambulância	15	18	21	0	0	0	0	0	0	15	18	21	1	1	1	31.67%	36.96%	44.62%

Os resultados fornecidos pelo simulador indicam que os processos de recepção, triagem e atendimento de baixa complexidade literalmente dobraram as suas necessidades de recursos humanos por ocasião do aumento da variação da demanda (o dobro), todos com uma taxa ocupacional inferior a 60%. Já os atendimentos de alta e média complexidade aumentaram as suas necessidades de recursos humanos de três para cinco médicos e de sete para treze médicos, respectivamente, sempre com uma taxa ocupacional inferior a 60%. A ociosidade dos médicos do atendimento de alta complexidade se deve a fundamental necessidade de todos os pacientes desta classe buscarem atendimentos imediatos para os números da demanda citada.

## CAPÍTULO 9 - OS RESULTADOS DO MODELO II

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados e análises da simulação do modelo II, conforme os diversos cenários. O modelo será analisado, de forma que não tenha gargalos e seja encontrada uma configuração ideal para todos os aumentos das variações de demanda, comprovando a necessidade de mais recursos humanos para manter a qualidade dos atendimentos.

Os resultados da simulação são apresentados através de indicadores citados, conforme o início do capítulo 8.

No final deste capítulo são apresentados gráficos comparativos e com o aumento gradativo dos atendimentos por processos e gráficos comparativos com o aumento dos recursos humanos por processos, a partir do aumento gradativo da demanda, além de tabelas sintetizando todos os resultados, incluindo o número de pacientes e atendimentos por processos.

### 9.1 A ANÁLISE DO MODELO II

A análise do modelo II compreende a interpretação dos indicadores fornecidos pelo simulador. Nesta análise, verifica-se o comportamento do modelo proposto, coordenado por uma COC, onde somente a demanda espontânea é admitida pela recepção, a demanda do SAMU/GSE é admitida pela alta complexidade e a demanda da transferência entre hospitais é encaminhada diretamente para a área interna. A partir da admissão de um número de pacientes até aproximadamente o dobro desta demanda é realizada uma comparação dos recursos humanos finais com os valores dos recursos humanos iniciais, a fim de comprovar uma incompatibilidade atual de recursos com a demanda, em uma situação de catástrofe (aumento substancial da demanda). Toda a simulação foi realizada de forma que os recursos trouxessem um menor tempo e uma menor fila possível para melhor atender as demandas de pacientes e a taxa de utilização dos profissionais um valor percentual inferior a 60%, de forma que não sobrecarregasse os profissionais.

### 9.1.1 A ANÁLISE DO MODELO II PARA O INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Busca-se a configuração ideal dos recursos humanos para cada setor, de forma a equilibrar a demanda e a oferta de serviços, proporcionando um atendimento de maior qualidade para todos os pacientes.

A análise é feita nos processos que são considerados os gargalos do sistema, que no caso do modelo II são os setores do recepcionista e da triagem, porém todos os processos serão igualmente analisados com o objetivo de verificar a variação do tamanho, tempo nas filas e a taxa de utilização, com a adição de um determinado recurso.

Para verificar a quantidade ideal de profissionais, fizemos vários experimentos e os resultados desta análise são apresentados abaixo:

Para o intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tenha um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 22,54% para a ambulância, atendendo a 11 pacientes no período simulado.

Para o intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 8,34% para a ambulância, atendendo a 4 pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração ideal para este intervalo inicial entre chegadas de três recepcionistas, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila e 0 minuto para os tempos médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 50%, conforme a Tabela 9.1.

**Tabela 9.1:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para o intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	152,48	274	306,13	565,06	100%
2	0	1	0,03	0,68	75%
3	0	1	0	0	50%
4	0	1	0	0	37%

A triagem tem uma configuração ideal para o intervalo inicial entre chegadas de onze enfermeiros, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0 minuto e 0,26 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 57%, conforme a Tabela 9.2.

**Tabela 9.2:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para o intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	383,56	687,09	768,72	1368,67	100%
2	310,52	556,35	622,59	1110,22	100%
3	237,47	425,54	476,35	849,59	100%
4	164,42	294,86	329,76	588,47	100%
5	91,37	164,05	183,31	327,16	100%
6	18,44	33,65	37,03	66,21	100%
7	0,08	1	0,11	1	89%
8	0,03	1	0,03	0,73	78%
9	0,01	1	0,01	0,53	69%
10	0	1	0	0,38	62%
11	0	1	0	0,26	57%
12	0	1	0	0,16	52%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para o intervalo inicial entre chegadas de quatro médicos, 0,01 paciente e 1,08 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,47 minuto e 5,48 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 14%, conforme a Tabela 9.3.

**Tabela 9.3:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para o intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0,19	1,84	13,74	62,66	57%
2	0,03	1,26	2,25	18,74	29%
3	0,01	1,1	0,9	9,31	19%
4	0,01	1,08	0,47	5,48	14%
5	0	1,03	0,28	3,59	11%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para o intervalo inicial entre chegadas de sete médicos, 0,16 paciente e 2,89 pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 1,3 minuto e 10,54 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 51%, conforme a Tabela 9.4.

**Tabela 9.4:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para o intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	79	141,43	658,31	1164,66	100%
2	49,07	88	407,55	726,4	100%
3	20,22	36,79	166,87	300,77	100%
4	2,75	9,51	22,22	65,35	89%
5	0,65	4,88	5,31	26,52	72%
6	0,29	3,55	2,38	15,68	60%
7	0,16	2,89	1,3	10,54	51%
8	0,1	2,4	0,8	7,54	45%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para o intervalo inicial entre chegadas de dez médicos, 0,01 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,02 minuto e 0,74 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 56%, conforme a Tabela 9.5.

**Tabela 9.5:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para o intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	280,3	503,53	749,6	1332,7	100%
2	219,66	394,8	586,36	1047,34	100%
3	159,04	286,28	424,09	761,59	100%
4	98,54	177,6	262,83	472,54	100%
5	38,73	70,61	103,06	187,02	100%
6	1,62	7,09	4,33	16,43	94%
7	0,22	2,33	0,63	4,01	80%
8	0,06	1	0,16	1,5	70%
9	0,03	1	0,06	0,96	63%
10	0,01	1	0,02	0,74	56%
11	0,01	1	0,01	0,57	51%

### 9.1.2 A ANÁLISE DO MODELO II PARA UMA REDUÇÃO DE 10% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tenha um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 24,62% para a ambulância, atendendo a 12 pacientes no período simulado.

Para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que têm um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 8,34% para a ambulância, atendendo a quatro pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração ideal para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas de três recepcionistas, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila e 0 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 56%, conforme a Tabela 9.6.

**Tabela 9.6:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	203,64	364,99	367,34	655,5	100%
2	0,07	1,14	0,11	1,46	83%
3	0	1	0	0	56%
4	0	1	0	0	42%

A triagem tem uma configuração ideal para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas de doze enfermeiros, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0 minuto e 0,37 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 58%, conforme a Tabela 9.7.

**Tabela 9.7:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	434,41	778,03	783,77	1395	100%
2	361,36	647,29	652,16	1162,65	100%
3	288,29	516,43	520,44	928,16	100%
4	215,22	385,68	388,45	693,07	100%
5	142,16	254,93	256,63	457,93	100%
6	69,12	124,31	124,77	222,76	100%
7	0,92	2,25	0,94	3,14	99%
8	0,05	1	0,09	0,95	87%
9	0,02	1	0,03	0,75	77%
10	0,01	1	0,01	0,6	69%
11	0	1	0,01	0,47	63%
12	0	1	0	0,37	58%
13	0	1	0	0,28	53%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas de quatro médicos, 0,01 paciente e 1,11 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,52 minuto e 6,24 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 15%, conforme a Tabela 9.8.

**Tabela 9.8:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	0,26	2,09	17,01	71,45	63%
2	0,04	1,31	2,57	20,36	31%
3	0,01	1,21	0,99	10,18	21%
4	0,01	1,11	0,52	6,24	15%
5	0	1,06	0,32	4,2	13%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas de sete médicos, 0,23 paciente e 3,29 pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 1,73 minuto e 12,5 minutos para o

tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 57%, conforme a Tabela 9.9.

**Tabela 9.9:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

N° Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	91,03	162,36	683,38	1209,07	100%
2	61	108,85	457,48	815,28	100%
3	31,5	56,33	235,62	420,71	100%
4	7,27	16,21	53,26	113,04	96%
5	1,16	6,31	8,58	35,41	80%
6	0,43	4,16	3,25	18,9	66%
7	0,23	3,29	1,73	12,5	57%
8	0,14	2,79	1,04	8,87	50%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas de onze médicos, 0,01 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,03 minuto e 0,71 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 57%, conforme a Tabela 9.10.

**Tabela 9.10:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

N° Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	318,46	572,61	766,27	1362,67	100%
2	257,79	463,84	619,17	1105,63	100%
3	197,14	355,28	472,96	848,53	100%
4	136,55	246,45	327,75	588,05	100%
5	76,17	138,23	182,58	328,75	100%
6	18,21	34,8	43,41	81,32	100%
7	0,8	4,84	1,9	9,41	89%
8	0,18	2,08	0,44	3,02	78%
9	0,06	1	0,14	1,32	70%
10	0,02	1	0,06	0,91	63%
11	0,01	1	0,03	0,71	57%
12	0,01	1	0,01	0,56	52%

### 9.1.3 A ANÁLISE DO MODELO II PARA UMA REDUÇÃO DE 20% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 28,61% para a ambulância, atendendo a quatorze pacientes no período simulado.

Para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que têm um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 10,40% para a ambulância, atendendo a cinco pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração ideal para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas de quatro recepcionistas, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila e 0 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 47%, conforme a Tabela 9.11.

**Tabela 9.11:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		% Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	267,29	478,86	428,53	764,52	100%
2	0,4	2,94	0,62	3,87	94%
3	0	1	0	0,04	62%
4	0	1	0	0	47%
5	0	1	0	0	37%

A triagem tem uma configuração ideal para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas de quatorze enfermeiros, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0 minuto e 0,15 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 56%, conforme a Tabela 9.12.

**Tabela 9.12:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	498,1	891,8	798,82	1421,31	100%
2	425,01	760,99	681,87	1215,25	100%
3	351,9	630,14	564,57	1006,71	100%
4	278,8	499,34	447,31	797,94	100%
5	205,71	368,56	330,07	588,86	100%
6	132,6	237,78	212,73	379,69	100%
7	59,52	106,98	95,51	170,4	100%
8	0,19	1,3	0,32	1,51	98%
9	0,03	1	0,06	0,71	87%
10	0,01	1	0,02	0,55	78%
11	0,01	1	0,01	0,42	71%
12	0	1	0	0,31	65%
13	0	1	0	0,23	60%
14	0	1	0	0,15	56%
15	0	1	0	0,09	52%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas de quatro médicos, 0,01 paciente e 1,14 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,58 minuto e 6,9 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 18%, conforme a Tabela 9.13.

**Tabela 9.13:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0,39	2,33	22,56	84,37	70%
2	0,05	1,45	3,04	23	36%
3	0,02	1,21	1,15	11,37	24%
4	0,01	1,14	0,58	6,9	18%
5	0,01	1,1	0,35	4,7	6%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas de oito médicos, 0,22 paciente e 3,33

pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 1,45 minuto e 10,86 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 56%, conforme a Tabela 9.14.

**Tabela 9.14:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	106,16	190,43	709,65	1254,97	100%
2	76,05	136,73	507,83	905,83	100%
3	46,24	83,24	308,56	549,81	100%
4	18,09	33,6	119,33	216,54	99%
5	2,83	10,08	18,48	56,86	89%
6	0,78	5,46	5,22	25,15	75%
7	0,37	3,99	2,48	15,55	64%
8	0,22	3,33	1,45	10,86	56%
9	0,14	2,83	0,92	8,01	50%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas de doze médicos, 0,01 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,02 minuto e 0,65 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 59%, conforme a Tabela 9.15.

**Tabela 9.15:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	366,23	657,13	783,12	1392,18	100%
2	305,51	548,29	652,13	1163,93	100%
3	244,82	439,71	522,15	935,77	100%
4	184,14	330,8	392,94	703,96	100%
5	123,55	222,29	263,44	472,94	100%
6	63,33	114,23	134,85	243,44	100%
7	9,26	20,11	19,61	41,66	99%
8	0,64	4,39	1,36	7,3	88%
9	0,18	2,03	0,37	2,65	78%
10	0,06	1	0,12	1,19	70%
11	0,03	1	0,05	0,81	64%
12	0,01	1	0,02	0,65	59%
13	0,01	1	0,01	0,53	54%

#### 9.1.4 A ANÁLISE DO MODELO II PARA UMA REDUÇÃO DE 30% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 31,67% para a ambulância, atendendo a quinze pacientes no período simulado.

Para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 12,39% para a ambulância, atendendo a seis pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração ideal para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas de quatro recepcionistas, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila e 0 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 54%, conforme a Tabela 9.16.

**Tabela 9.16:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	349,09	624,96	489,81	873,7	100%
2	44,21	79,66	62,07	110,74	100%
3	0	1	0,01	0,31	71%
4	0	1	0	0	54%
5	0	1	0	0	43%

A triagem tem uma configuração ideal para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas de dezesseis enfermeiros, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0 minuto e 0,24 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 56%, conforme a Tabela 9.17.

**Tabela 9.17:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	579,82	1038,3	813,69	1447,5	100%
2	506,72	907,44	711,28	1267,56	100%
3	433,6	776,51	608,66	1085,32	100%
4	360,48	645,74	506,08	902,66	100%
5	287,38	514,83	403,44	719,71	100%
6	214,25	383,98	300,76	536,72	100%
7	141,13	253,05	198,13	353,5	100%
8	68,02	122,11	95,51	170,16	100%
9	0,5	2,33	0,7	2,49	99%
10	0,06	1	0,08	0,77	89%
11	0,02	1	0,04	0,63	81%
12	0,01	1	0,02	0,52	74%
13	0,01	1	0,01	0,43	69%
14	0	1	0	0,36	64%
15	0	1	0	0,29	60%
16	0	1	0	0,24	56%
17	0	1	0	0,19	53%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas de quatro médicos, 0,01 paciente e 1,2 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,76 minuto e 8,51 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 20%, conforme a Tabela 9.18.

**Tabela 9.18:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0,66	2,88	33,63	105,03	80%
2	0,07	1,59	3,77	27,12	41%
3	0,03	1,35	1,46	13,52	27%
4	0,01	1,2	0,76	8,51	20%
5	0,01	1,14	0,45	5,92	16%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas de nove médicos, 0,23 paciente e 3,45 pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 1,35 minuto e 10,33 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 57%, conforme a Tabela 9.19.

**Tabela 9.19:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	125,66	225,35	735,51	1300,54	100%
2	95,5	171,55	558,4	995,38	100%
3	65,52	117,73	383,22	681,83	100%
4	35,98	65,16	209	371,68	100%
5	10,71	22,14	61,47	122,66	98%
6	1,92	8,6	11	40,66	85%
7	0,71	5,4	4,1	21,58	73%
8	0,38	4,21	2,19	14,31	64%
9	0,23	3,45	1,35	10,33	57%
10	0,16	3,06	0,9	7,81	51%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas de quatorze médicos, 0,01 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,02 minuto e 0,58 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 57%, conforme a Tabela 9.20.

**Tabela 9.20:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	427,45	766,69	799,75	1422	100%
2	366,71	657,84	685,09	1222,43	100%
3	305,99	549,21	571,27	1022,91	100%
4	245,28	440,19	458,15	819,95	100%
5	184,59	331,55	344,64	617,69	100%
6	123,99	222,85	231,46	415,72	100%
7	63,84	115,24	119,15	214,59	100%
8	10,07	21,5	18,66	38,96	99%
9	0,79	5,08	1,46	7,63	89%
10	0,24	2,49	0,45	3,02	80%
11	0,09	1,36	0,17	1,43	73%
12	0,04	1	0,08	0,88	67%
13	0,02	1	0,04	0,69	62%
14	0,01	1	0,02	0,58	57%
15	0,01	1	0,01	0,49	54%

#### 9.1.5 A ANÁLISE DO MODELO II PARA UMA REDUÇÃO DE 40% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 36,96% para a ambulância, atendendo a dezoito pacientes no período simulado.

Para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 14,45% para a ambulância, atendendo a sete pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração ideal para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas de cinco recepcionistas, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila e 0 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 50%, conforme a Tabela 9.21.

**Tabela 9.21:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	458,25	819,95	551,06	982,82	100%
2	152,99	274,05	184,06	328,18	100%
3	0,06	1,21	0,07	1,06	83%
4	0	1	0	0,03	63%
5	0	1	0	0	50%
6	0	1	0	0	42%

A triagem tem uma configuração ideal para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas de dezoito enfermeiros, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0 minuto e 0,19 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 58%, conforme a Tabela 9.22.

**Tabela 9.22:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	688,92	1233,53	828,64	1473,83	100%
2	615,78	1102,6	740,92	1320,24	100%
3	542,63	971,65	652,81	1163,82	100%
4	469,49	840,7	565,03	1007,59	100%
5	396,36	709,86	476,92	850,64	100%
6	323,2	579	388,87	693,86	100%
7	250,04	447,94	300,89	536,75	100%
8	176,88	316,86	212,86	376,49	100%
9	103,72	186,03	124,8	222,59	100%
10	30,65	55,25	36,89	65,72	100%
11	0,11	1	0,13	0,78	95%
12	0,04	1	0,05	0,58	87%
13	0,02	1	0,02	0,49	80%
14	0,01	1	0,01	0,41	74%
15	0,01	1	0,01	0,35	69%
16	0	1	0	0,29	65%
17	0	1	0	0,24	61%
18	0	1	0	0,19	58%
19	0	1	0	0,06	55%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas de cinco médicos, 0,01 paciente e

1,21 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,66 minuto e 7,55 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 19%, conforme a Tabela 9.23.

**Tabela 9.23:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	1,38	3,95	61,76	148,68	91%
2	0,11	1,88	4,99	32,93	48%
3	0,04	1,48	1,98	17,01	32%
4	0,02	1,3	1,04	10,62	24%
5	0,01	1,21	0,66	7,55	19%
6	0,01	1,15	0,45	5,73	16%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas de onze médicos, 0,2 paciente e 3,33 pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 0,97 minuto e 7,87 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 54%, conforme a Tabela 9.24.

**Tabela 9.24:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	151,75	272,31	760,96	1345,49	100%
2	121,54	218,38	609,32	1085,32	100%
3	91,43	164,41	458,38	815,57	100%
4	61,46	110,74	307,01	545,84	100%
5	32,26	58,65	160,2	287,2	100%
6	8,92	19,95	43,76	93,23	97%
7	1,94	8,98	9,55	36,36	85%
8	0,78	5,96	3,89	20,45	75%
9	0,44	4,63	2,19	14,03	67%
10	0,28	3,86	1,41	10,3	60%
11	0,2	3,33	0,97	7,87	54%
12	0,14	2,99	0,7	6,26	50%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas de dezesseis médicos, 0,01 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,02 minuto e 0,5 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 59%, conforme a Tabela 9.25.

**Tabela 9.25:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

N° Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	509,09	912,64	816,47	1451,62	100%
2	448,32	803,74	718,12	1280,93	100%
3	387,56	695,01	620,46	1110,02	100%
4	326,81	585,99	523,5	936,07	100%
5	266,05	477,21	426,11	762,77	100%
6	205,32	368,31	328,83	589,08	100%
7	144,68	259,84	231,81	415,34	100%
8	84,37	151,75	135,15	242,1	100%
9	26,18	48,16	41,83	75,46	100%
10	1,72	8,09	2,73	11,43	94%
11	0,44	3,66	0,71	4,32	85%
12	0,18	2,06	0,28	2,09	78%
13	0,08	1,19	0,13	1,12	72%
14	0,04	1	0,06	0,74	67%
15	0,02	1	0,03	0,59	63%
16	0,01	1	0,02	0,5	59%
17	0,01	1	0,01	0,43	55%

#### 9.1.6 A ANÁLISE DO MODELO II PARA UMA REDUÇÃO DE 50% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 44,62% para a ambulância, atendendo a vinte e um pacientes no período simulado.

Para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de

0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 15,38% para a ambulância, atendendo a sete pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração ideal para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de seis recepcionistas, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila e 0 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 50%, conforme a Tabela 9.26.

**Tabela 9.26:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	610,63	1093,66	612,36	1091,96	100%
2	305,24	547,14	306,47	546,39	100%
3	5,65	13,71	6,14	13,22	100%
4	0	1	0,01	0,38	75%
5	0	1	0	0	60%
6	0	1	0	0	50%
7	0	1	0	0	43%

A triagem tem uma configuração ideal para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de vinte e dois enfermeiros, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0 minuto e 0,16 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 57%, conforme a Tabela 9.27.

**Tabela 9.27:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	841,81	1506,63	843,38	1499,9	100%
2	768,65	1375,65	770,56	1372,84	100%
3	695,48	1244,71	697,15	1242,66	100%
4	622,31	1113,71	623,93	1112,41	100%
5	549,15	982,8	550,43	981,67	100%
6	475,97	851,81	477,06	851,03	100%
7	402,79	720,86	403,7	720,07	100%
8	329,6	589,74	330,36	589,02	100%
9	256,4	458,84	256,91	458,25	100%
10	183,21	327,88	183,53	327,31	100%
11	110,05	197,08	110,15	196,58	100%
12	36,96	66,25	36,86	65,79	100%
13	0,1	1,01	0,14	0,77	96%
14	0	1	0,05	0,53	89%
15	0	1	0,03	0,45	83%
16	0	1	0,02	0,39	78%
17	0	1	0,01	0,34	74%
18	0	1	0,01	0,3	69%
19	0	1	0	0,26	66%
20	0	1	0	0,22	63%
21	0	1	0	0,19	60%
22	0	1	0	0,16	57%
23	0	1	0	0,13	54%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de cinco médicos, 0,02 paciente e 1,28 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,77 minuto e 8,84 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 23%, conforme a Tabela 9.28.

**Tabela 9.28:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	3,57	7,69	134,51	258,51	98%
2	0,19	2,24	7,04	40,56	58%
3	0,07	1,69	2,44	19,88	38%
4	0,03	1,41	1,26	12,46	29%
5	0,02	1,28	0,77	8,84	23%
6	0,01	1,21	0,51	3,98	19%

O atendimento de média complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de treze médicos, 0,23 paciente e 3,45 pacientes para o tamanho médio e máximo da fila, 0,85 minuto e 6,97 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 55%, conforme a Tabela 9.29.

**Tabela 9.29:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de média complexidade para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	188,19	336,49	786,45	1390,27	100%
2	157,94	282,55	660,12	1175,52	100%
3	127,76	228,41	533,98	950,79	100%
4	97,61	174,28	407,25	724,71	100%
5	67,57	120,41	281,49	502,98	100%
6	38,27	68,56	158,97	286,35	100%
7	13,25	26,7	54,37	108,35	98%
8	3,02	11,29	12,27	40,9	89%
9	1,18	7,1	4,75	22,16	80%
10	0,66	5,61	2,6	15,27	72%
11	0,43	4,61	1,67	11,32	65%
12	0,31	3,96	1,16	8,77	60%
13	0,23	3,45	0,85	6,97	55%
14	0,17	3,1	0,64	5,71	51%

O atendimento de baixa complexidade tem uma configuração ideal para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de dezenove médicos, 0,04 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,02 minuto e 0,44 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 59%, conforme a Tabela 9.30.

**Tabela 9.30:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de baixa complexidade para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

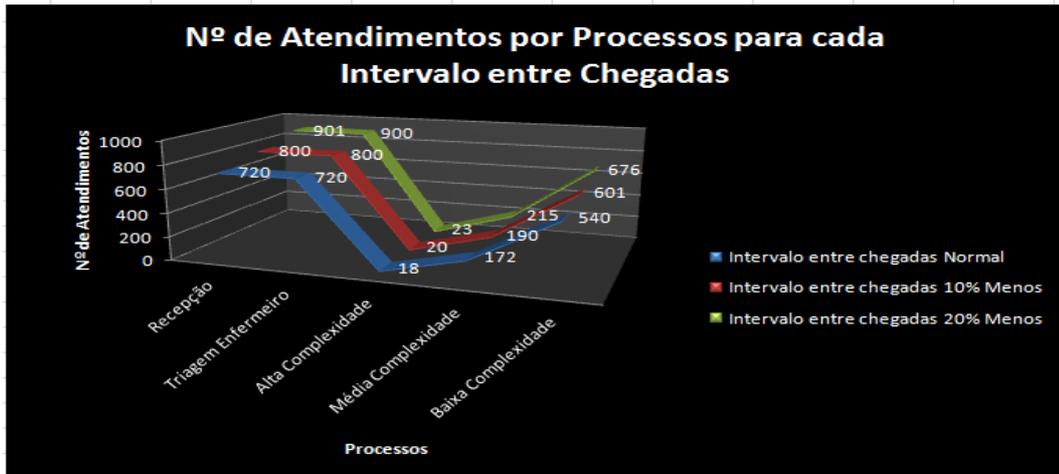
Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		Taxa de Utilização
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	
1	623,33	1117,76	833,03	1481,33	100%
2	562,52	1008,94	751,27	1339,75	100%
3	501,74	900,13	669,76	1197,25	100%
4	440,95	790,98	588,96	1052,4	100%
5	380,16	682,18	507,67	907,88	100%
6	319,35	573,3	426,59	763,08	100%
7	258,58	464,61	345,51	617,95	100%
8	197,87	355,84	264,42	472,88	100%
9	137,29	247,38	183,44	327,73	100%
10	77,13	139,89	102,99	185,09	100%
11	20,5	39,4	27,41	51,68	100%
12	1,64	8,5	2,34	10,07	94%
13	0,43	4,21	0,71	4,31	87%
14	0,16	2,56	0,32	2,26	80%
15	0,09	1,89	0,16	1,27	75%
16	0,07	1,05	0,08	0,8	70%
17	0,06	1	0,05	0,59	66%
18	0,05	1	0,03	0,5	63%
19	0,04	1	0,02	0,44	59%
20	0,03	1	0,01	0,39	56%

## 9.2 A SÍNTESE DOS RESULTADOS DO MODELO II

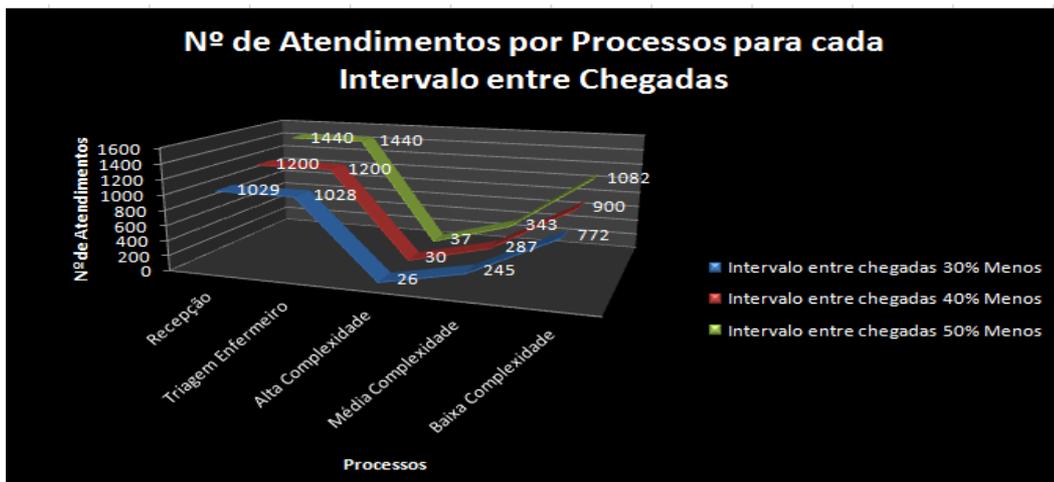
Os gráficos 9.1 e 9.2 fazem uma visualização simples e objetiva do número de atendimentos que são realizados para todos os processos envolvidos, em cada intervalo entre chegadas do modelo II.

Percebe-se nesses gráficos que o atendimento de alta complexidade aumenta mais que o esperado, em virtude de se tratar de um modelo proposto, onde os pacientes são direcionados de forma abreviada para a alta complexidade.



**Gráfico 9.1:** Número de atendimentos por processos até uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

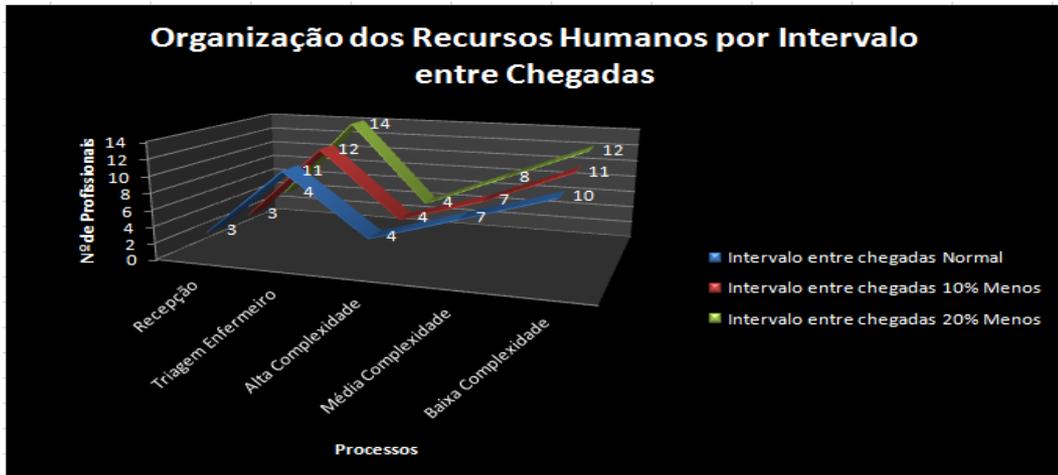
Fonte: Relatório do simulador



**Gráfico 9.2:** Número de atendimentos por processos de uma redução de 30% até 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

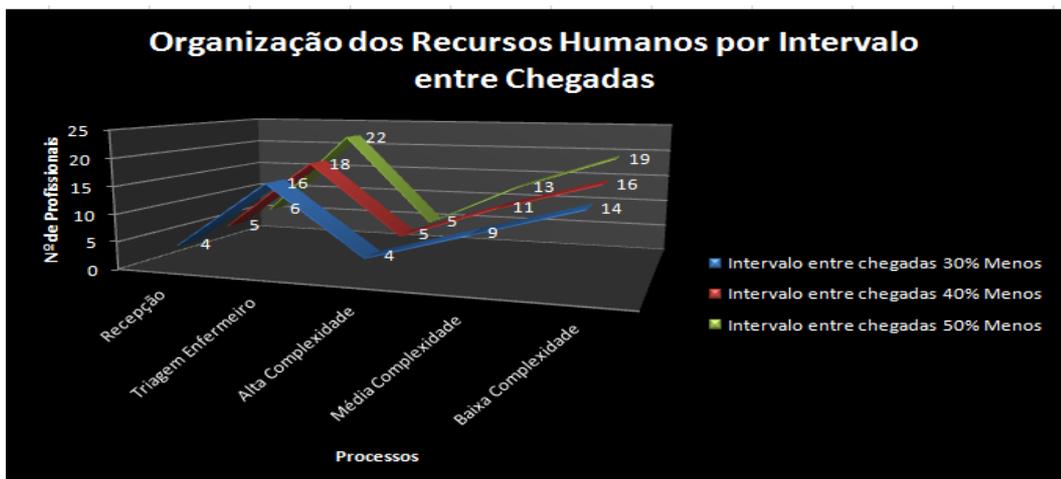
Fonte: Relatório do simulador

Os gráficos 9.3 e 9.4 fazem uma visualização simples e objetiva do número de recursos humanos que são necessários para todos os processos envolvidos em cada intervalo entre chegadas do modelo II.



**Gráfico 9.3:** Número de recursos humanos por processos até uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador



**Gráfico 9.4:** Número de recursos humanos por processos de uma redução de 30% até 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo II

Fonte: Relatório do simulador

As Tabelas 9.31 e 9.32 apresentam a síntese de todos os resultados obtidos para o modelo II.

**Tabela 9.31:** Resultados Finais Obtidos para as Reduções até 20% do Intervalo Inicial entre Chegadas do Modelo II

Fonte: Relatório do simulador

Setor	Total de pacientes que entraram na fila			Tamanho médio na fila			Tempo médio na fila			Nº de atendimentos			Nº de Profissionais/Nº de Ambulâncias			Taxa de Utilização dos Profissionais		
	2	1.8	1.6	2	1.8	1.6	2	1.8	1.6	2	1.8	1.6	2	1.8	1.6	2	1.8	1.6
Demanda Espontânea - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)																		
Recepção	720	800	901	0	0	0	0	0	0	720	800	900	3	3	4	50%	56%	47%
Triagem	720	800	900	0	0	0	0	0	0	720	800	900	11	12	14	57%	58%	56%
Alta Complexidade	18	20	23	0.01	0.01	0.01	0.47	0.52	0.58	18	20	23	4	4	4	14%	15%	18%
Média Complexidade	172	190	215	0.16	0.23	0.22	1.30	1.73	1.45	172	190	215	7	7	8	51%	57%	56%
Baixa Complexidade	540	601	676	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	540	601	676	10	11	12	56%	57%	59%
Transferências entre Hospitais - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	366.78	330.102	293.424	366.78	330.102	293.424	366.78	330.102	293.424	366.78	330.102	293.424	366.78	330.102	293.424	366.78	330.102	293.424
Transferência de Ambulância	4	4	5	0	0	0	0	0	0	4	4	5	1	1	1	8.34%	8.34%	10.40%
SAMU e GSE - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	131.37	118.233	105.096	131.37	118.233	105.096	131.37	118.233	105.096	131.37	118.233	105.096	131.37	118.233	105.096	131.37	118.233	105.096
Transferência de Ambulância	11	12	14	0	0	0	0	0	0	11	12	14	1	1	1	22.54%	24.62%	28.61%

**Tabela 9.32:** Resultados Finais Obtidos para as Reduções de 30% a 50% do Intervalo Inicial entre Chegadas do Modelo II

Fonte: Relatório do Simulador

Setor	Total de pacientes que entraram na fila			Tamanho médio na fila			Tempo médio na fila			Nº de atendimentos			Nº de Profissionais/Nº de Ambulâncias			Taxa de Utilização dos Profissionais		
	1.4	1.2	1	1.4	1.2	1	1.4	1.2	1	1.4	1.2	1	1.4	1.2	1	1.4	1.2	1
Demanda Espontânea - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)																		
Recepção	1029	1200	1440	0	0	0	0	0	0	1028	1200	1440	4	5	6	54%	50%	50%
Triagem	1028	1200	1440	0	0	0	0	0	0	1028	1200	1440	16	18	22	56%	58%	57%
Alta Complexidade	26	30	37	0.01	0.01	0.02	0.76	0.66	0.77	26	30	37	4	5	5	20%	19%	23%
Média Complexidade	245	287	343	0.23	0.2	0.23	1.35	0.97	0.85	245	287	343	9	11	13	57%	55%	55%
Baixa Complexidade	772	900	1082	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.02	772	900	1082	14	16	19	57%	59%	59%
Transferências entre Hospitais - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	256.746	220.068	183.39	256.746	220.068	183.39	256.746	220.068	183.39	256.746	220.068	183.39	256.746	220.068	183.39	256.746	220.068	183.39
Transferência de Ambulância	6	7	7	0	0	0	0	0	0	6	7	7	1	1	1	12.39%	14.45%	15.38%
SAMU e GSE - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	91.959	78.822	65.685	91.959	78.822	65.685	91.959	78.822	65.685	91.959	78.822	65.685	91.959	78.822	65.685	91.959	78.822	65.685
Transferência de Ambulância	15	18	21	0	0	0	0	0	0	15	18	21	1	1	1	31.67%	36.96%	44.62%

Os resultados fornecidos pelo simulador indicam que os processos de recepção e triagem literalmente dobraram as suas necessidades de recursos humanos, por ocasião do aumento da variação da demanda, e todos estes processos têm uma taxa ocupacional inferior a 60%. Já os atendimentos de alta, média e baixa complexidade aumentaram as suas necessidades de recursos humanos de quatro para cinco médicos, de sete para treze médicos e de dez para dezenove médicos, respectivamente. Sempre com uma taxa ocupacional inferior a 60%. A ociosidade dos médicos do atendimento de alta complexidade se deve a fundamental necessidade de todos os pacientes desta classe buscarem atendimentos rigorosamente imediatos, a partir de um maior número de médicos.

## CAPÍTULO 10 - OS RESULTADOS DOS MODELOS III E IV

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados e análises da simulação dos modelos III e IV, conforme uma determinada distribuição dos recursos humanos para cada processo dos dois modelos. Os modelos serão analisados, de forma que tenham gargalos e sejam comparados os tempos de espera dos modelos até o atendimento médico propriamente dito, comprovando a necessidade da implementação da COC, a fim de que os pacientes sejam direcionados para os hospitais emergenciais que tenham quantidade e qualidade de serviços a serem prestados.

Os resultados da simulação são apresentados através de indicadores citados, conforme o início do capítulo 8.

No final da análise de cada modelo, são apresentadas tabelas sintetizando todos os resultados, incluindo o número de pacientes e atendimentos por processos, além de gráficos comparativos dos tempos de espera dos modelos III e IV.

### 10.1 A ANÁLISE DO MODELO III

A análise do modelo III compreende a interpretação dos indicadores fornecidos pelo simulador. Nesta análise, verifica-se comportamento do modelo básico, não coordenado por uma COC, onde todas as demandas provenientes da remoção por ambulâncias são admitidas pela recepção, a partir da admissão de um número de pacientes que provoque gargalos no sistema (uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas), a fim de que os tempos de espera sejam comparados com os tempos do modelo IV para justificar a inclusão de uma COC, uma vez que o modelo IV é coordenado por esta central. Toda a simulação foi realizada de forma que os recursos formassem um maior tempo e o surgimento de filas para melhor comparar os sistemas, não sendo levado em consideração o percentual da taxa de utilização dos profissionais.

Para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 44,62% para a ambulância, atendendo a vinte e um pacientes no período simulado.

Para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um

tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 15,38% para a ambulância, atendendo a sete pacientes no período simulado.

A recepção tem uma configuração para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de um recepcionista, 0 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,03 minuto e 0,88 minuto para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 6%, conforme a Tabela 10.1.

**Tabela 10.1:** Análise de sensibilidade geral do processo de recepção para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo III

Fonte: Relatório do simulador

Nº Recepcionistas	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0,03	0,88	6%

A triagem tem uma configuração para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de um enfermeiro, 0,01 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 0,55 minuto e 7,99 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 26%, conforme a Tabela 10.2.

**Tabela 10.2:** Análise de sensibilidade geral do processo de triagem para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo III

Fonte: Relatório do simulador

Nº Enfermeiros	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0,01	1	0,55	7,99	26%

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de um médico, 0,37 paciente e 1,7 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 17,83 minutos e 53,56 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 93%, conforme a Tabela 10.3.

**Tabela 10.3:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo III

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0,37	1,7	17,83	53,56	93%

A Tabela 10.4 apresenta uma síntese dos resultados obtidos para o modelo III na referida configuração, relatando um tempo significativo de espera na fila do atendimento de alta complexidade (tempo médio na fila).

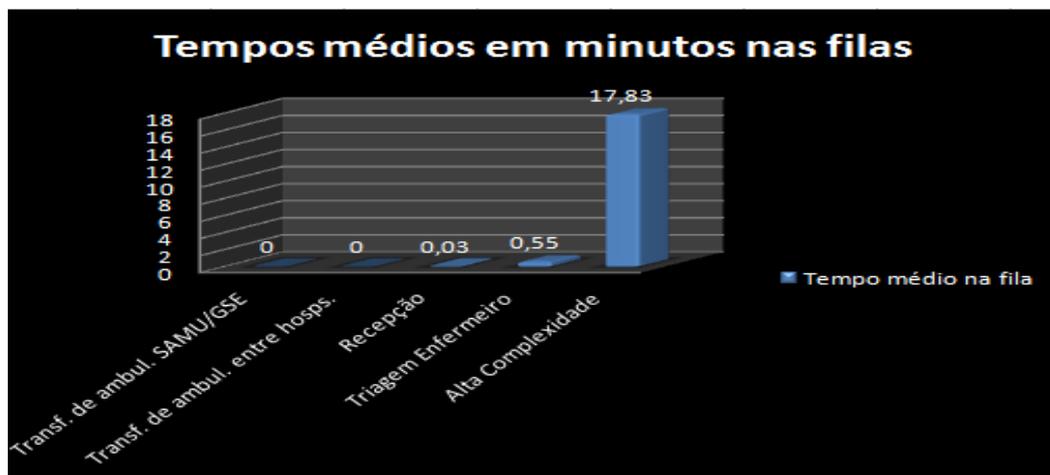
**Tabela 10.4:** Resultados Finais Obtidos para uma Redução de 50% do Intervalo Inicial entre Chegadas do Modelo III

Fonte: Relatório do simulador

Setor	Total de pacientes que entraram na fila		Tamanho médio na fila		Tempo médio na fila		Nº de atendimentos		Nº de Profissionais/Nº de Ambulâncias		Taxa de Utilização dos Profissionais	
Transferências entre Hospitais - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	183.39		183.39		183.39		183.39		183.39		183.39	
Transferência de Ambulância	7		0		0		7		1		15.38%	
SAMU e GSE - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	65.685		65.685		65.685		65.685		65.685		65.685	
Transferência de Ambulância	21		0		0		21		1		44.62%	
Recepção	28		0		0.03		28		1		6%	
Triagem	28		0.01		0.55		28		1		26%	
Alta Complexidade	28		0.37		17.83		28		1		93%	

Os resultados fornecidos pelo simulador são relacionados para um único recurso de cada processo. Os tempos médios de espera para o atendimento em cada processo são: remoção imediata por ambulância para os hospitais (tempo zero), 0,03 minuto na fila da recepção, 0,55 minuto na fila da triagem e 17,83 minutos na fila do atendimento de alta complexidade, o que relata 18,41 minutos em média nas filas de espera do paciente

proveniente da demanda do SAMU/GSE e da transferência entre hospitais para obter os serviços emergenciais, conforme o Gráfico 10.1.



**Gráfico 10.1:** Tempos médios nas filas por processos no modelo III

Fonte: Relatório do simulador

## 10.2 A ANÁLISE DO MODELO IV

A análise do modelo IV compreende a interpretação dos indicadores fornecidos pelo simulador. Nesta análise, verifica-se o comportamento do modelo proposto, coordenado por uma COC, onde a demanda proveniente do SAMU/GSE é admitida pela fila do atendimento de alta complexidade e a demanda proveniente da transferência entre hospitais é admitida diretamente pela área interna do hospital, a partir da admissão de um número de pacientes que provoque gargalos no sistema (para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas), a fim de que os tempos de espera sejam comparados com os tempos do modelo III para justificar a inclusão de uma COC, uma vez que o modelo III não é coordenado por esta central. Toda a simulação foi realizada de forma que os recursos formassem um maior tempo e o surgimento de filas para melhor comparar os sistemas, não sendo levado em consideração o percentual da taxa de utilização dos profissionais.

Para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente do SAMU/GSE que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para

ambos os casos e uma taxa de utilização de 44,62% para a ambulância, atendendo a vinte e um pacientes no período simulado.

Para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário uma ambulância para a demanda proveniente da transferência entre hospitais que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 paciente, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 15,38% para a ambulância, atendendo a sete pacientes no período simulado.

O atendimento de alta complexidade tem uma configuração para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas de um médico, 0,02 paciente e 1 paciente para o tamanho médio e máximo da fila, 1,44 minuto e 15,49 minutos para o tempo médio e máximo na fila, além de uma taxa de utilização de 69%, conforme a Tabela 10.5.

**Tabela 10.5:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de alta complexidade para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo IV

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0,02	1	1,44	15,49	69%

A Tabela 10.6 apresenta uma síntese dos resultados obtidos para o modelo IV na referida configuração, relatando um baixo tempo de espera na fila do atendimento de alta complexidade (tempo médio na fila).

**Tabela 10.6:** Resultados Finais Obtidos para uma Redução de 50% do Intervalo Inicial entre chegadas do Modelo IV

Fonte: Relatório do simulador

Setor	Total de pacientes que entraram na fila		Tamanho médio na fila		Tempo médio na fila		Nº de atendimentos		Nº de Profissionais/Nº de Ambulâncias		Taxa de Utilização dos Profissionais	
Transferências entre Hospitais - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	183.39		183.39		183.39		183.39		183.39		183.39	
Transferência de Ambulância	7		0		0		7		1		15.38%	
SAMU e GSE - Variação do intervalo entre chegadas (minutos)	65.685		65.685		65.685		65.685		65.685		65.685	
Transferência de Ambulância	21		0		0		21		1		44.62%	
Recepção												
Triagem												
Alta Complexidade	21		0.02		1.44		21		1		69%	

Os resultados fornecidos pelo simulador são relacionados para um único recurso de cada processo. Os tempos médios de espera para o atendimento em cada processo são: remoção imediata por ambulância para os hospitais (tempo zero) e 1,44 minuto na fila do atendimento de alta complexidade (neste modelo, somente para o SAMU/GSE), o que relata 1,44 minuto na fila de espera para o paciente proveniente da demanda do SAMU/GSE e nenhum tempo na fila de espera para o paciente proveniente da transferência entre hospitais, para obter os serviços emergenciais hospitalares, conforme o Gráfico 10.2.



**Gráfico 10.2:** Tempos médios nas filas por processos no modelo IV

Fonte: relatório do simulador

### 10.3 O RESULTADO DA COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS III E IV

O modelo III, por se tratar de um modelo básico cujo fluxo dos pacientes, após a remoção por ambulâncias, passa pela recepção, triagem de enfermeiros e atendimento de alta complexidade, soma 18,41 minutos em média na fila de espera até chegar ao atendimento na área interna. Já o modelo IV, após a remoção por ambulância, direciona o paciente proveniente da demanda de transferência entre hospitais para a área interna, e o paciente proveniente do SAMU/GSE para a fila de espera do atendimento de alta complexidade, ali permanecendo em média 1,44 minuto, até ser direcionado para a área interna, conforme o Gráfico 10.3.



**Gráfico 10.3:** Somatório dos tempos médios nas filas por processos do modelo IV

Fonte: relatório do simulador

## CAPÍTULO 11 - OS RESULTADOS DO MODELO V

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados e análises da simulação do modelo V, conforme os diversos cenários. O modelo será analisado, de forma que não tenha gargalos e seja encontrada uma configuração ideal para todos os aumentos das variações de demanda, comprovando a necessidade de cada recurso humano encontrado para manter a qualidade dos atendimentos na COC.

Os resultados da simulação são apresentados através de indicadores citados, conforme o início do capítulo 8.

No final deste capítulo é apresentado um gráfico comparativo com o aumento do número de ligações por intervalos entre chegadas, além de uma tabela sintetizando todos os resultados, incluindo o número de pacientes e atendimentos por processos.

### 11.1 A ANÁLISE DO MODELO V

A análise do modelo V compreende a interpretação dos indicadores fornecidos pelo simulador. Nesta análise, verifica-se o comportamento deste modelo, a própria Central de Operações e Controle, onde as chamadas provenientes do SAMU/GSE e da transferência entre hospitais serão atendidas pelos atendentes e posteriormente pelos médicos reguladores, de forma que estes profissionais recebam ligações para remoção de ambulâncias para um único hospital, variando os pedidos até o dobro do número de chamadas iniciais (redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas), realocando-se os recursos. Ou seja, em uma situação de catástrofe, chegam ao conhecimento desta Central de Operações e Controle somente os casos emergenciais, para que as autoridades façam o que deve ser feito: decidir sobre onde enviar os pacientes, uma vez que a disponibilidade, a quantidade e a qualidade dos recursos serão de conhecimento da central.

Toda a simulação foi realizada de forma que os recursos trouxessem um menor tempo e a extinção das filas para melhor atender as demandas de pacientes. A taxa de utilização dos profissionais tem um valor percentual bem inferior a 60%, de forma que não sobrecarregue os profissionais.

### 11.1.1 A ANÁLISE DO MODELO V PARA O INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Busca-se a configuração ideal dos recursos humanos para cada setor, de forma a equilibrar a demanda e a oferta de serviços, proporcionando um atendimento de maior qualidade para todas as chamadas.

Conforme foi dito no início deste capítulo, cada experimento de simulação nos fornece os indicadores de tamanho médio e máximo, tempo médio e máximo de espera e a taxa de utilização dos profissionais. Para verificar a quantidade ideal de profissionais, fizemos vários experimentos e os resultados desta análise são apresentados abaixo:

Para o intervalo inicial entre chegadas, é necessário um atendente para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 2% para o atendente, atendendo a 15 ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.1.

**Tabela 11.1:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de chamadas para o intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Atendentes	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	2%

Para o intervalo inicial entre chegadas, é necessário um médico regulador para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 1% para a regulação, atendendo a 15 ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.2.

**Tabela 11.2:** Análise de sensibilidade geral do processo de regulação médica para o intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos Reguladores	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	1%

### 11.1.2 A ANÁLISE DO MODELO V PARA UMA REDUÇÃO DE 10% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário um atendente para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 2% para o atendente, atendendo a dezesseis ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.3.

**Tabela 11.3:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de chamadas para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Atendentes	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	2%

Para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário um médico regulador para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 1% para a regulação, atendendo a dezesseis ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.4.

**Tabela 11.4:** Análise de sensibilidade geral do processo de regulação médica para uma redução de 10% do intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos Reguladores	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	1%

### 11.1.3 A ANÁLISE DO MODELO V PARA UMA REDUÇÃO DE 20% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário um atendente para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 3% para o atendente, atendendo a dezenove ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.5.

**Tabela 11.5:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de chamadas para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Atendentes	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	3%

Para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário um médico regulador para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 2% para a regulação, atendendo a dezenove ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.6.

**Tabela 11.6:** Análise de sensibilidade geral do processo de regulação médica para uma redução de 20% do intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos Reguladores	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	2%

#### 11.1.4 A ANÁLISE DO MODELO V PARA UMA REDUÇÃO DE 30% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário um atendente para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 3% para o atendente, atendendo a vinte e duas ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.7.

**Tabela 11.7:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de chamadas para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Atendentes	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	3%

Para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário um médico regulador para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 2% para a regulação, atendendo a vinte e duas ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.8.

**Tabela 11.8:** Análise de sensibilidade geral do processo de regulação médica para uma redução de 30% do intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos Reguladores	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	2%

#### 11.1.5 A ANÁLISE DO MODELO V PARA UMA REDUÇÃO DE 40% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário um atendente para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 3% para o atendente, atendendo a vinte e cinco ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.9.

**Tabela 11.9:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de chamadas para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Atendentes	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	3%

Para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário um médico regulador para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 2% para a regulação, atendendo a vinte e cinco ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.10.

**Tabela 11.10:** Análise de sensibilidade geral do processo de regulação médica para uma redução de 40% do intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos Reguladores	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	2%

#### 11.1.6 A ANÁLISE DO MODELO V PARA UMA REDUÇÃO DE 50% DO INTERVALO INICIAL ENTRE CHEGADAS

Para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário um atendente para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 4% para o atendente, atendendo a trinta ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.11.

**Tabela 11.11:** Análise de sensibilidade geral do processo de atendimento de chamadas para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Atendentes	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	4%

Para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas, é necessário um médico regulador para a demanda de chamadas que tem um tamanho médio e máximo de 0 e 1 chamada, respectivamente. Tempo médio e máximo de 0 minuto para ambos os casos e uma taxa de utilização de 2% para a regulação, atendendo a trinta ligações no período simulado, conforme a Tabela 11.12.

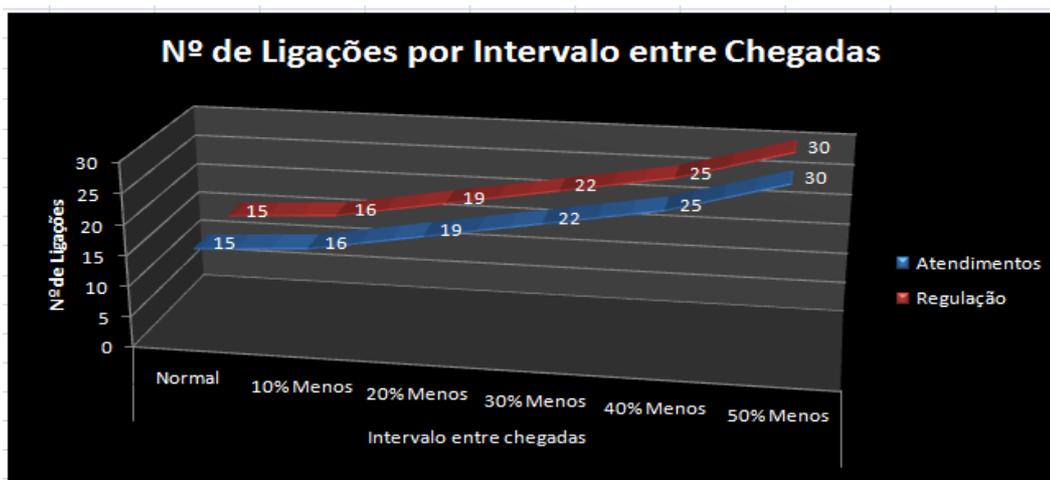
**Tabela 11.12:** Análise de sensibilidade geral do processo de regulação médica para uma redução de 50% do intervalo inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Nº Médicos Reguladores	Tamanho da Fila		Tempo na Fila		%
	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	Tempo Médio	Tempo Máximo	Taxa de Utilização
1	0	1	0	0	2%

## 11.2 A SÍNTESE DOS RESULTADOS DO MODELO V

O Gráfico 11.1 faz uma visualização simples e objetiva do número de ligações que são realizadas para todos os intervalos entre chegadas em cada processo envolvido do modelo V, a partir de ligações que correspondam somente a alta complexidade.



**Gráfico 11.1:** Número de ligações por intervalo entre chegadas para cada processo do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

A Tabela 11.13 apresenta a síntese dos resultados obtidos para o modelo V da Central de Operações e Controle.

**Tabela 11.13:** Resultados Finais Obtidos para as Reduções até 50% do Intervalo Inicial entre chegadas do modelo V

Fonte: Relatório do simulador

Setor	Total de ligações que entraram na fila			Tamanho médio na fila			Tempo médio na fila			Nº de atendimentos			Nº de Profissionais			Taxa de Utilização dos Profissionais		
	96	86.4	76.8	96	86.4	76.8	96	86.4	76.8	96	86.4	76.8	96	86.4	76.8	96	86.4	76.8
Demanda de Chamadas - Variação do intervalo entre chamadas (minutos)	96	86.4	76.8	96	86.4	76.8	96	86.4	76.8	96	86.4	76.8	96	86.4	76.8	96	86.4	76.8
Atendimentos	15	16	19	0	0	0	0	0	0	15	16	19	1	1	1	2%	2%	3%
Regulação	15	16	19	0	0	0	0	0	0	15	16	19	1	1	1	1%	1%	2%
Demanda de Chamadas - Variação do intervalo entre chamadas (minutos)	67.2	57.6	48	67.2	57.6	48	67.2	57.6	48	67.2	57.6	48	67.2	57.6	48	67.2	57.6	48
Atendimentos	22	25	30	0	0	0	0	0	0	22	25	30	1	1	1	3%	3%	4%
Regulação	22	25	30	0	0	0	0	0	0	22	25	30	1	1	1	2%	2%	2%

Os resultados fornecidos pelo simulador indicam que os processos de atendimento e médico regulador mantiveram para um profissional as suas necessidades de recursos humanos, por ocasião do aumento da variação (o dobro) das chamadas provenientes das ligações para remoção de ambulâncias, todos os processos tiveram uma taxa ocupacional bem inferior a 60%. A ociosidade dos atendentes e médicos reguladores se deve a necessidade da central de operações e controle receber chamadas estritamente emergenciais filtradas por um *call center* previamente montado para um hospital emergencial, conforme citado no ítem 6.9 do capítulo 6, para que a decisão seja melhor direcionada, a fim de que não haja um congestionamento de informações na central.

Os tamanhos e tempos médios nas filas, ao longo de todos os aumentos gradativos da demanda, foram zero para trazer rapidez no atendimento dos pacientes.

## CAPÍTULO 12 - CONCLUSÃO

Esta dissertação se concentra em avaliar a capacidade do sistema de admissão de emergência de um hospital público, dimensionar os recursos necessários para acomodar as variações da demanda e avaliar o impacto da utilização de uma Central de Operações e Controle para manter o equilíbrio entre a oferta de serviços e o número de pacientes. Assim sendo, a função desta Central é a unificação das decisões relativas à admissão da demanda, desde a ocorrência de um incidente até a entrada do paciente na área interna do hospital. Logo, todas as informações relativas ao fluxo dos pacientes são monitoradas pela Central, que está diretamente ligada ao sistema de resgate e transferência e a administração de recursos do hospital.

Vários modelos de simulação foram aqui propostos. O modelo I representa a situação onde todos os pacientes são encaminhados para o hospital e passam por um processo de classificação de risco na triagem. O fluxo de pacientes compreende três etapas: demanda pré-hospitalar, classificação de risco em três níveis de complexidade e encaminhamento para a área interna. A idéia é reconfigurar os recursos humanos, a fim de reduzir o tamanho das filas e o tempo de espera para o atendimento.

Diversos cenários são avaliados para dimensionar os recursos para acomodar variações na demanda. Com a demanda atual, a configuração sugerida para que não haja gargalos no fluxo de pacientes é: 1 (uma) ambulância do SAMU/GSE, 1 (uma) ambulância para transferência entre hospitais, 3 (três) recepcionistas, 11 (onze) enfermeiros para a triagem, 3 (três) médicos para o atendimento de alta complexidade, 7 (sete) médicos para o atendimento de média complexidade e 10 (dez) médicos para o atendimento de baixa complexidade.

No caso de dobrar a demanda, a configuração sugerida para que não haja gargalos é manter o número de ambulâncias e considerar 6 (seis) recepcionistas, 22 (vinte e dois) enfermeiros para a triagem, 5 (cinco) médicos para o atendimento de alta complexidade, 13 (treze) médicos para o atendimento de média complexidade e 20 (vinte) médicos para o atendimento de baixa complexidade.

O modelo II sugere que o fato de encaminhar os pacientes provenientes do SAMU/GSE, diretamente ao serviço de alta complexidade, reduz o risco de morte, uma vez que facilita o acesso ao serviço e um tratamento mais apropriado. O mesmo benefício é notado para os pacientes oriundos de transferência entre hospitais. Para tanto, basta apenas aumentar o número de médicos no processo de alta complexidade. Outra

vantagem desta iniciativa é a liberação do veículo de resgate e transferência em um menor tempo, o que vem a facilitar a operação das ambulâncias em novos eventos.

O modelo III não considera a demanda espontânea, todos os pacientes são provenientes de ambulâncias não monitoradas e são encaminhados para a recepção. Os resultados mostram que o paciente espera até 18,41 minutos em média nas filas de espera até chegar ao atendimento específico da área interna. Isto aponta para a necessidade de uma redução no tempo de espera, uma vez que estamos tratando de pacientes de alta complexidade. O tempo de espera é indesejável em uma unidade de emergência e pode representar a diferença entre a vida e a morte.

No modelo IV, a demanda proveniente de ambulâncias é monitorada e os pacientes são transferidos diretamente para a área interna ou para o setor de alta complexidade, dependendo do caso. Pode-se avaliar o impacto positivo desta iniciativa, pois neste caso a redução no tempo de espera foi substancial. Os resultados mostram que neste cenário o tempo médio de espera se reduz a 1,44 minuto para os pacientes do SAMU/GSE e não existe fila para os pacientes transferidos.

Este resultado nos mostra a potencialidade de um sistema de controle das operações de resgate, transferência e direcionamento apropriado dos pacientes emergenciais. Por esta razão consideramos aqui a possibilidade da existência de uma Central de Operações e Controle que possa regular todo o processo de admissão do paciente. Além disso, essa central pode ser útil para apoiar eventos de grande porte.

O modelo V foi projetado para simular a Central de Operações e Controle. Um experimento inicial foi projetado para uma situação de âmbito reduzido envolvendo o núcleo interno de regulação do hospital, o núcleo de regulação de ambulâncias e a operação do serviço de emergência. Os resultados mostram que a integração entre os serviços é fundamental para a melhoria da atenção aos pacientes de emergência.

A forma mais apropriada de buscar esta integração é através de uma unificação das decisões relacionadas com o cuidado e tratamento dos pacientes. O experimento mostra que é possível melhorar a capacidade de atendimento e dimensionar os recursos humanos de acordo com as variações da demanda. Observa-se que, para um melhor dimensionamento e configuração de recursos humanos em cada área crítica, é possível reduzir o tamanho e o tempo de permanência nas filas, além de adequar a taxa de utilização dos recursos de cada área específica.

Para que ocorra a integração, é necessário que sejam desenvolvidos mecanismos que possibilitem a realização de uma previsão a curto prazo da oferta de serviços e da demanda. Em adição, é necessário a implantação de um processo eficiente de classificação de risco e o encaminhamento mais assertivo do paciente ao tratamento adequado.

Algumas recomendações são sugeridas para futuros estudos:

- Equalização dos recursos para os atendimentos diários e corriqueiros;
- Formação de equipes reserva para atender a situações de grande porte; e
- Avaliação da Central de Operações e Controle em outros segmentos que prestam serviços para a sociedade como o Corpo de Bombeiros, outros hospitais, a Defesa Civil, a Polícia Militar, a Polícia Civil, o sistema de trânsito, entre outros, atuando de forma integrada.

Tendo em vista as definições e as soluções apresentadas, constatamos que a simulação é uma importante ferramenta para a análise de um sistema extremamente complexo.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGUILAR, R.M., MORENO, L., *Using KADS Methodology in a Simulation Assited Knowledge Based System: Application to Hospital Management*, Science@Direct v.20, n.3, pp.235-249, April.2001.

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

BARNOON, S. e WOLFE, H., *Scheduling a Multiple Operating Room System: A Simulation Approach*, Health Services Research, 3(1968) pp 272-285.

BELAIDI, A., BESOMBES, B., MARCON, E. e GUINET, A., *Identifying and Modeling Decision Problems for Emergency Network in France: A Literature Analysis*, Operational Research Applied to Health Services, 2007.

BLEWETT, F., GROVE, D.M., MASSINAS, A., NORMAN, J.H. e SOUTHERN, K.M., *Computer Simulation Models in a Multi-Specialty Ward*, Opens Res. Quart 23(1972) pp 139-149.

BOND, W.F., LAMMERS, R.L., SPILLANE, L.L., COGGINS, R.S., FERNANDEZ, R., REZNEK, M.A., VOZENILEK, J.A. e GORDON, J.A., *The Use of Simulation in Emergency Medicine: A Research Agenda*, Academic Emergency Medicine, 2007.

CARDOEN, B., ERIK, D. e JEROEN, B., *Operating Room Planning and Scheduling: A Literature Review*, European Journal of Operational Research, 2010.

CHWIF, L. e MEDINA, A.C., *Introdução ao Software de Simulação Simul8*, (Editor), 2006.

CONNELLY, L.G. e BAIR, A.E., *Discrete event Simulation of Emergency Department Activity: A Platform for System-Level Operations Research*, Academic Emergency Medicine, 2004.

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. 27<sup>th</sup> Meeting of the European Working Group on Operational Research Applied to Health Services (ORAHs), p. 235-251, Proceeding, Viena, Austria, jul 20- Aug 4, 2001.

DE OLIVEIRA, M.J.F., *Monitoring Evaluating Planning Health Services*, *World Scientific Publishing* v.173, n.3, pp 39 a 52, 1999.

DE OLIVEIRA, M.J.F., *Notas de Aula da Disciplina de Simulação*, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2001.

DE OLIVEIRA, M.J.F., *The Use of Information in Planning Hospital Admissions With Special Reference to Glasgow Western Infirmary*, Ph.D. dissertation. University of Strathclyde Department of Operation Research, Glasgow, Scotland, 1982.

EHRlich, P.J., *Pesquisa Operacional: Curso Introdutório*, 5<sup>a</sup> edição, São Paulo, Atlas, 1985.

ELDABI, T., PAUL, R.J. e YOUNG, T., *Simulation Modelling in Healthcare: Reviewing legacies and Investigating Futures*, *Journal of the Operational Research Society*, 2007.

ENGELBRECHT, D., *Se Não Tem Sangue, Não é Emergência*, Reportagem do Jornal O Globo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 9 de abril de 2006.

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.

FILHO, E.R.L., PEREIRA, R. C., DE CASTRO, V.F. e DE ALMEIDA, M.A.R., *Simulação de Eventos Discretos Aplicado em Manutenção de Tomógrafos Hospitalares*, SPOLM, 2008.

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.

GABA, D.M., *The Future Vision of Simulation in Health Care*, Qual Saf Health Care 2004; 13:i2-i10 doi:10.1136/qshc.2004.009878.

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.

GOLDMAN, J., KNAPPENBERGER, H.A. e MOORE, E.W.Jr., *An evaluation of Operating Room Scheduling policies*, Hosp. Manag. 107(1969) pp 40-51.

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

GONZÁLEZ, C.J., GONZÁLEZ, M., Rios, N.M., *Improving The Quality of Service An Emergency Room Using Simulation-Animation And Total Quality Management* Computers Ind. Eng., v.33, nºs. 1-2, pp.97-100, 1997.

GUNAL, M.M. e PIDD, M., *Understanding Accident and Emergency Department Performance Using Simulation*, Winter Simulation Conference, 2006.

HANCOCK, W.M., MAGERLEIN, D.B., STORER, R.H. e MARTIN, J.B., *Parameters Affecting Hospital Occupancy and Implications for Facility Sizing*, Health Services Research Vol 13, No 3, Fall 1978.

HANDYSIDE, A. J. e MORRIS, D., *Simulation of Emergency Bed Occupancy*, Health Services Research, 2(1967) pp 287-298.

HOSPITAL MUNICIPAL MIGUEL COUTO. *Site do Hospital Municipal Miguel Couto*. Disponível em <<http://www.biohard.com.br/mcouth>>. Acessado em 15 de agosto de 2011.

IBM. City of Madrid: Coordinated emergency response raises public safety to a new level. Disponível em <[http://www-01.ibm.com/software/success/cssdb.nsf/CS/JSTS-7ZWSPF?OpenDocument&Site=default&cty=en\\_us](http://www-01.ibm.com/software/success/cssdb.nsf/CS/JSTS-7ZWSPF?OpenDocument&Site=default&cty=en_us)>. Acessado em 12 de setembro de 2011.

KLEIN, U., SCHULZE, T. e STRASSBURGER, S., *Traffic Simulation Based on the High Level Architecture*, Winter Simulation Conference, 1998.

MABRY, S., RORIGUEZ, S. e HEFFERNAN, J., *Integrated Medical Analysis System*, Winter Simulation Conference, 1997.

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.

MANUAL DA DEFESA CIVIL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, Sistema de Comando em Operações, Vitória, ES, 2010.

MORAES, Adriana., DE OLIVEIRA, M.J.F., ESPOSITO, S.M e BORDALO, S.M., *A Multi User Simulation of a Hospital Queue*, In: Proceedings of the 28<sup>th</sup> Meeting the European Working Group on Operational Research Applied to Health Services, pp 207 a 221, Frankfurtan, jul.2002.

NESS. Sistema de Gerenciamento de Emergência. Disponível em <<http://www.ness.com/global/Industries/defense-and-homeland-security/homeland-security/Documents/AwareNessPortugis.pdf>>. Acessado em 15 de setembro de 2011.

PIDD, M., *Modelling and Simulation*, A Tutorial paper Presented to the Euro XV Conference, Barcelona, Catalunya, July 14-17, pág.202, 1997.

PRADO, D., *Usando o Arena em Simulação*, 3ª edição, Belo Horizonte, INDG Tecnologia e Serviço Ltda, 2004.

RIKKERS, R.F., *Effect of Spoke Design on Occupancy: A Simulation Mode*, Health Services Research, 5(1970) pp 233-247.

ROBINSON, G.H., WING, P. e DAVIS, L.E. *Computer Simulation of Hospital Scheduling Systems*, Health Services Research, 3(1968) pp 130-141.

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

SABBADINI, F. S., GONÇALVES, A. A., DE OLIVEIRA, M. J. F., VILAVICÊNCIO, J. R. R. e NOVAES, M., *Estudo de Demanda por Atendimento em Hospital de Emergência*, Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2007.

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.

SALUSTRI, L., SBANDI, P., BRAILSFORD, S., BROCATO, R., DE ANGELIS, V., HARPER, P. e LASINIO, G. J., *Simulation Modelling of a Major Accident and Emergency Department Rome*, *Operational Research Applied to Health Services*, 2007.

SAMAHA, S., ARMEL, W.S. e STARKS, D.W., *The Use of Simulation to Reduce the Length of Stay in a Emergency Department*, Winter Simulation Conference, 2003.

SASSE, Fernando Deeke. In *Deserto Vita*. Disponível em <<http://santoantao.blogspot.com/2007/05/as-origens-da-pesquisa-operacional.html>>. Acessado em 28 de março de 2011.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE E DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE RIO DE JANEIRO. *Saúde Presente*. Disponível em <<http://www.saude.rio.rj.gov.br>>. Acessado em 28 de março de 2011.

SEPÚLVEDA, J.A., THOMPSON, J.W., BAESLER, F.F., ALVAREZ, M.I. e CAHOON, L.E., *The Use of Simulation for Process Improvement in a Cancer Treatment Center*, Winter Simulation Conference, 1999.

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.

TAKAKUWA, S. e SHIOZAKI, H., *Functional Analysis for Operating Emergency Department of a General Hospital*, Winter Simulation Conference, 2004.

THOMPSON, J.D. e FETTER, R.B., *Economics of Occupancy with Varying Mixes of Private and Other Patient Accommodations: a simulation*, Health Services Research, 4(1969) pp 42-52.

THOMPSON, J.D. e FETTER, R.B., *The Economics of Maternity Service*, Yale J. Biol. Med., 36(1963) pp 91-103.

TOSCANO, L.N.P., *Uma Ferramenta Integrada de Suporte a Decisões em Casos de Emergência*, Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2001.

UNIVERSITÄT WIEN. Archiv der Online – Zeitung der Universität Wien. Disponível em <<http://www.dieuniversitaet-online.at/beitraege/news/neugestaltung-des-judischen-bethauses-am-campus/10/neste/104.html>>. Acessado em 12 de setembro de 2011.

WU, S., SHUMAN, L., BIDANDA, B., KELLEY, M., SOCHATS, K. e BALABAN, C., *Agent-Based Discrete Event Simulation Modeling for Disaster Responses*, Proceedings of the Industrial Engineering Research Conference, 2008.

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.