



SIMULAÇÃO DE ADMISSÃO DE PACIENTES EM UM SERVIÇO DE
EMERGÊNCIA REFERENCIADA

Waleska Barbosa Chaves

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

Orientador: Mario Jorge Ferreira de Oliveira.

Rio de Janeiro
Agosto de 2012

SIMULAÇÃO DE ADMISSÃO DE PACIENTES EM UM SERVIÇO DE
EMERGÊNCIA REFERENCIADA

Waleska Barbosa Chaves

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

Examinada por:

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

Prof^ª. Laura Silvia Bahiense da Silva Leite, D.Sc.

Prof. Sílvio Hamacher, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

AGOSTO DE 2012

Chaves, WaleskaBarbosa

Simulação de Admissão de Pacientes em um Serviço de Emergência

Referenciada / Waleska Barbosa Chaves – Rio de Janeiro:
UFRJ/COPPE, 2012.

IX, 73 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Mario Jorge Ferreira de Oliveira

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

Referencias Bibliográficas: p. 68-73.

1. Emergência. 2. Simulação. 3. Pesquisa OperacionalI. Oliveira,
Mario Jorge Ferreira de. II. Universidade Federal do Rio de
Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III.
Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, João Cirino e Carmen Sidéa e meus irmãos, pelos incentivos e ensinamentos dados ao longo de toda minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à Deus pela vida e oportunidade de concluir o trabalho.

Ao meu orientador e amigo, Professor Mário Jorge, pela paciência e dedicação na realização do projeto.

Aos professores do Programa Engenharia de Produção, por terem me apresentado e difundido inúmeras lições na área de Pesquisa Operacional.

À minha amiga Delana de Oliveira pela amizade de longa data, que me incentivou a fazer a inscrição na prova de admissão para o Mestrado da COPPE, na UFRJ. Ao Fábio pela amizade e apoio no curso.

Aos demais amigos, pela amizade e apoio em fazer o mestrado que souberam compreender a minha ausência para dedicar-me ao curso.

Aos funcionários da secretaria, Andréia, Pedrinho e Roberta por toda dedicação e presteza que sempre caracterizaram os seus atendimentos de qualidade.

Aos profissionais do Hospital Universitário Antônio Pedro, pelo apoio e informações concedidas que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa.

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

SIMULAÇÃO DE ADMISSÃO DE PACIENTES EM UM SERVIÇO DE
EMERGÊNCIA REFERENCIADA

Waleska Barbosa Chaves

Agosto/2012

Orientador: Mario Jorge Ferreira de Oliveira

Programa: Engenharia de Produção

O objetivo desta dissertação é propor três modelos para o atendimento de emergência em hospitais públicos brasileiros. O primeiro modelo baseia-se na configuração típica da maioria dos hospitais de emergência que atendem, simultaneamente, pacientes de complexidades diversas. A ideia central é verificar o efeito da redução gradativa de pacientes de baixa e média complexidade e a capacidade do sistema de lidar com aumentos inesperados na demanda. O segundo modelo incorpora o conceito de emergência referenciada, e propõe modificações no serviço de modo a acomodar somente pacientes de alta complexidade. O terceiro modelo contempla uma possibilidade de integração do serviço de emergência referenciada com setores de internação e com os serviços de atendimento pré-hospitalar. A ferramenta de pesquisa operacional utilizada é a simulação a eventos discretos.

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

SIMULATION OF PACIENT ADMISSION IN THE REFERENCED EMERGENCY
DEPARTMENT

Waleska Barbosa Chaves

August/2012

Advisor: Mario Jorge Ferreira de Oliveira

Department: Production Engineering

The objective of this dissertation is to propose three models for emergency care in a typical public Brazilian hospital. The first model is based upon services that receive cases of different complexity. The central idea is to check the effect of the gradual reduction of the number of patients with both low or medium complexity and evaluate the service capacity to deal with unexpected increases in demand. The second model incorporates the concept of referenced emergency, and proposes modifications that enable the service to accommodate only high complexity cases. The third model includes a possibility of integration of the referenced emergency service with pre-hospital care and other hospital services. The operational research tool used is the discrete event simulation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Considerações Iniciais	1
1.2 Objetivo.....	1
1.3 Metodologia de Pesquisa.....	2
1.4 Justificativa do Estudo.....	3
1.5 Organização da dissertação	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Publicações Internacionais	5
2.2 Publicações Nacionais	8
3. EMERGÊNCIA	10
3.1 Conceito de Emergência.....	10
3.2 Modelo Integrado	10
3.3 Emergência referenciada	13
4. SIMULAÇÃO	17
4.1 Definição	17
4.2 Simulação de eventos discretos	17
4.3 Diagrama de Ciclo de Atividades (DCA)	18
4.4 Sistemas	19
4.5 Modelo.....	19
4.6 Componentes da simulação	21
4.7 Etapas da simulação.....	22
5. MODELO ATUAL	25
5.1 Modelagem	25
5.2 Coleta de Dados.....	28
5.3 Experimentos e resultados	29
5.3.1 Experimento 1: Capacidade do Sistema.....	32
5.3.2 Experimento 2: Redução da demanda de pacientes de baixa complexidade ..	35
5.3.3 Experimento 3: Redução da demanda de pacientes de média complexidade	39
5.3.4 Experimento 4: Aumento da demanda de pacientes de alta complexidade ...	41
6. MODELO EMERGÊNCIA REFERENCIADA	45
6.1 Modelagem	46
6.2 Coleta de Dados.....	47
6.3 Experimentos e resultados	49

6.3.1 Experimento 1: Variação da demanda para todo o serviço.....	49
6.3.2 Experimento 2: Variação do número de pacientes de alta complexidade.....	52
6.3.3 Experimento 3: Dimensionamento do setor BOX	53
6.3.4 Experimento 4: Dimensionamento do setor UPG	57
7. MODELO IDEAL	61
7.1 Modelagem	61
7.2 Coleta de Dados.....	62
7.3 Experimentos e resultados	63
8. CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

INTRODUÇÃO

1.1 – Considerações Iniciais

A área de emergência nos hospitais públicos do Rio de Janeiro tem apresentado situações críticas no que se refere à qualidade e acessibilidade para o atendimento de serviços a população. Em vista disso, as autoridades governamentais estão tentando mudar este quadro através de investimentos na área de gestão a fim de que os recursos sejam dimensionados da melhor forma possível e haja um maior controle dos gastos. Entretanto, há ainda muito a fazer para que o sistema de emergência hospitalar se torne eficiente.

A Pesquisa Operacional é um campo que tem proporcionado soluções para a área de saúde. O surgimento desta aplicação ocorreu na Inglaterra na década de 40 do século XX a partir deste momento diversas pesquisas têm sido feitas na área.

Dentre várias técnicas da pesquisa operacional, destaca-se a simulação que permite criar cenários que auxiliam na tomada de decisão. Com isto, é possível que as situações futuras sejam previstas antes de imobilizações de recursos humanos, materiais, tecnológicos.

1.2 – Objetivo

O objetivo desta dissertação é propor um modelo de atendimento de emergência referenciada em hospitais públicos do estado do Rio de Janeiro para pacientes classificados como alto nível de risco. Buscando a melhor forma de alocar equipes e dimensionar o número de leitos para que a vida do paciente seja estabilizada o mais breve possível.

A simulação é utilizada na pesquisa por ser uma ferramenta flexível que permite gerar cenários representando uma situação real. Além disso, o setor de emergência hospitalar é uma área bastante complexa com ambiente de muitas variáveis dinâmicas e características aleatórias, como afirma ROUNHONEN T e TEITTINEN J. (2006). Através da simulação é possível inserir este contexto na modelagem de problemas e avaliar cenários alternativos para auxiliar a tomada de decisão.

O primeiro modelo baseia-se na configuração atual de emergência na maioria dos hospitais onde existem, simultaneamente, pacientes de alto, médio e baixo risco. A ideia

central é verificar o efeito da redução gradativa de pacientes de baixo e médio risco do setor. O modelo avalia a vantagem de se trabalhar com um setor que tenha exclusivamente pacientes de alto risco. Isto ocorre através de política de retirada gradativa de pacientes que não tem o perfil. Cenários alternativos são avaliados para verificar a capacidade do modelo atual de lidar com um aumento substancial na demanda.

O segundo modelo incorpora o conceito de emergência referenciada, ou seja, uma emergência direcionada exclusivamente para pacientes de alto risco. Após avaliação do modelo anterior, verificou-se a necessidade de propor modificações no fluxo de pacientes, no *layout* do sistema e no dimensionamento de recursos para acomodar a nova proposta de emergência referenciada.

O terceiro modelo contempla uma possibilidade de integração do serviço de emergência referenciada com setores de internação e com os serviços de atendimento pré-hospitalar.

Os modelos têm como objetivos principais eliminar “gargalos” através da modelagem de processos e do dimensionamento da capacidade dos recursos envolvidos. Foram considerados três aspectos importantes para realizar as simulações: tempo de atendimento, número de recursos e demanda.

1.3 – Metodologia de Pesquisa

O método de pesquisa é baseado na modelagem da situação do hospital para a criação de um modelo lógico, em seguida este é convertido para um programa computacional a fim de que sejam feitos experimentos, gerando resultados e conclusões. A pesquisa utiliza conceitos de modelagem e simulação a eventos discretos. Este trabalho é continuação da linha de pesquisa Gestão Pública da área de Pesquisa Operacional da COPPE/UFRJ onde foram realizados diversos projetos na área de saúde hospitalar orientando trabalho como: SOUZA JUNIOR (2007), MAGALHÃES (2006), FREDERICO (2009), MORAES (2006), entre outros.

A metodologia que é utilizada na pesquisa tem caráter exploratório e explicativo. A primeira tem caráter de aprofundar as ideias e hipóteses e a segunda procura mostrar os fatores que influenciam na modelagem e quantitativa apresentando valores relacionados ao funcionamento do sistema e sua sensibilidade.

1.4 – Justificativa do Estudo

O panorama do setor de emergência hospitalar caracteriza-se por atender os pacientes da forma mais rápida possível, já que normalmente a situação na qual se encontra o paciente deve ser estabilizada, pois se isto não for feito poderá deixar sequelas para o mesmo. Para HULKA e WHEAT (1985), cada grupo de habitantes possui diferentes perfis, que demonstram as necessidades por diferentes especialidades na saúde.

Desta forma, a pesquisa considerou parâmetros para avaliar o estudo: tempo médio e máximo na fila, tamanho na fila, taxa de utilização, número de pacientes atendidos.

No contexto da área de emergência hospitalar é possível verificar aumentos inesperados da demanda, como exemplo, quando há uma catástrofe, os primeiros atendimentos são realizados através da emergência. Casos que têm se tornado mais comuns no Estado do Rio de Janeiro, como as enchentes na região Serrana em janeiro de 2011 causando mais de 700 mortes, segundo o balanço do IML e 513 desaparecidos, segundo o Ministério Público Estadual. Outro caso de fortes chuvas ocorreu em abril de 2010 na cidade do Rio de Janeiro onde houve alagamento em diversas regiões, gerando transtornos para a sociedade.

Essas situações também têm ocorrido fora do País, como os terremotos que atingiram em abril de 2011 o Japão, atentados terroristas na Europa, como a explosão do trem em Madri em 11 de março de 2004, e nos Estados Unidos, como por exemplo, o ataque ao World Trade Center em 11 de setembro de 2001. Para minimizar os efeitos destas catástrofes descritas acima, é necessário que a região atingida tenha um sistema de emergência hospitalar integrado e eficiente para evitar mortes e danos causados à população.

Em virtude disto, verifica-se a necessidade de ter um sistema de emergência hospitalar composto pelo estudo da demanda, sistema de atendimento móvel e área interna da emergência de forma integrada e eficiente são fundamentais para que estejam preparadas ações de respostas diante de situações de catástrofes. A área interna que abrange o estudo do fluxo de pacientes dentro da emergência é o tema da pesquisa em estudo.

Além disso, esta pesquisa vem contribuir na forma de avaliação da capacidade dos hospitais de emergência, sendo realizado também um estudo de caso em um hospital

universitário no Rio de Janeiro. Esta pesquisa pode contribuir para a Secretaria Municipal de Saúde e Defesa Civil para o planejamento da Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas de 2016 no sentido de avaliar a capacidade dos hospitais em caso de catástrofe. É possível utilizar a ferramenta simulação melhorar o funcionamento do sistema a fim de atender as pessoas o mais rápido possível e com qualidade. Como por exemplo, um incidente num local de grande aglomeração como um estádio de futebol ou desabamento de um prédio.

Em todos os casos descritos acima, há um aumento inesperado de demanda por atendimento em emergência, principalmente, para casos de alta complexidade quando o paciente necessita de atendimento imediato. A pesquisa tem como foco de estudo os pacientes de alta complexidade, pois eles têm maior urgência por atendimento e grau de complexidade.

1.5 – Organização da dissertação

A estrutura da dissertação será composta pelos capítulos: Introdução, Revisão Bibliográfica, Emergência, Simulação, Modelo Atual, Modelo Emergência Referenciada, Modelo Ideal, Conclusão e Referências Bibliográficas.

A introdução da dissertação mostra os objetivos e a justificativa do estudo. Em seguida, na revisão bibliográfica é feita um levantamento das publicações nacionais e internacionais relevantes para o desenvolvimento da pesquisa. No capítulo sobre Emergência são apresentados os conceitos fundamentais para o entendimento do trabalho.

No capítulo Simulação são apresentados os conceitos, as etapas e a forma de criação do modelo nesta ferramenta. No capítulo Modelo Atual faz-se um estudo preliminar sobre o fluxo de pacientes na emergência e variação de demanda. No capítulo Modelo de Emergência Referenciada é uma proposta para o atendimento direcionado para pacientes de alta complexidade. No capítulo Modelo Ideal é criado um modelo simplificado do capítulo anterior. Na conclusão são mostrados os principais resultados e propostas para continuação da pesquisa.

CAPÍTULO 2– REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As dificuldades encontradas na administração pública hospitalar são complexas, colocando em xeque a qualidade dos serviços. A escassez de recursos materiais e humanos gera uma necessidade de uma boa gestão. A revisão bibliográfica foi realizada a fim de rever os trabalhos feitos por diversos autores de origem nacional e internacional na área de simulação e a sua aplicação nas emergências hospitalares. Este capítulo serviu como impulso para a criação de novas ideias e conceitos para o desenvolvimento da pesquisa.

2.1 – Publicações Internacionais

Um conjunto de publicações é apresentado pelo grupo de pesquisa operacional na área de saúde ORAHS (*Operation Research Applied to Health Services*). Outras publicações em destaque são de LAGERGREN (1998); ROYSTON (2009); CARDOEN *et al* (2010) que fizeram uma revisão bibliográfica sobre o assunto.

A simulação se desenvolveu a partir da década de 60 do século XX como uma ferramenta da Pesquisa Operacional capaz de criar cenários para auxiliar na tomada de decisão. Dentre as principais publicações internacionais relacionadas ao assunto, destacam-se:

SMITH e SOLOMON (1966) estudaram problemas sobre capacidade de atendimento em um grande hospital especializado. O objetivo era selecionar uma política que permitisse estabilizar a taxa de admissão. Três políticas foram analisadas: 1- Admissão de um percentual fixo do número de pacientes que tiveram alta, aproximadamente de um número constante, 2- Admissão de um percentual fixo do número de pacientes que receberam alta, 3- Admissão de um determinado número de pacientes.

HANDYSIDE e MORRIS (1967) utilizaram um método para prever o efeito da ocupação dos leitos através de diversos agendamentos de admissão para isto, utilizaram dados relativos a duração de taxa de admissão e tempo médio de internação.

Nas publicações sobre modelos de localização de veículos encontram-se CHAIKEN e LARSON (1971), que observaram os aspectos sobre determinação do número de veículos, sua localização, sobre as áreas de atendimento, planejamento preventivo com a polícia. SAVAS (1969) que aplicou o mesmo assunto para avaliar

diversos cenários para ser tomada a melhor decisão que se referia a um baixo custo e uma localização de veículos adequados a situação.

PIDD *et al* (1996) fizeram uma pesquisa sobre planejamento de evacuação para situações de catástrofes, sejam causadas por desastres nucleares, terremotos, furacões, utilizou a ferramenta simulação com o sistema de informação geográfico para determinar a melhor configuração para evacuação no modelo chamado de Sistema de planejamento e gerenciamento de configuração da emergência (CEMPS).

DE OLIVEIRA (1999) fez um estudo sobre um projeto modular e progressivo de novas unidades no Instituto de Doenças Torácicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O resultado é utilizado para sugerir mudanças na arquitetura original a fim de melhorar a qualidade do processo de atendimento do serviço. A plataforma de simulação é utilizada para representar os dados em 3D para melhor visualização e entendimento do processo para os administradores da área envolvida.

Segundo TRAVASSOS *et al* (2000), o nível de serviço da área de emergência depende de fatores internos e externos, que configuram a oferta e a demanda pelo serviço. Os aspectos no ambiente interno são fundamentais para influenciar o nível de atendimento do setor de emergência de saúde. Esses aspectos são avaliados pelo tipo, quantidade e disponibilidade dos recursos humanos, financeiros e tecnológicos.

No ambiente externo, dependerá dos seguintes fatores: a cultura hospitalar do local, localização geográfica entre outros. Porém, nem todas as necessidades por serviços hospitalares serão convertidas em demanda e nem toda a demanda gerada será atendida. Por exemplo, uma pessoa doente pode achar que consegue se tratar com medicamentos naturais, e o oposto ocorre quando a pessoa vai até a unidade hospitalar e não consegue ser atendida.

ALEXOPOULOS *et al* (2001) relataram o reconhecimento da eficácia da ferramenta simulação, mas que não está acessível a todos, principalmente quando será utilizado para atender pacientes de baixa renda. Então, ele propôs um modelo para eventos discretos para criar soluções de baixos custos, entretanto sem perder a eficácia da ferramenta.

DERLET e RICHARDS (2001) apresentaram a definição, os fatores relacionados à superlotação da área de emergência dos Estados Unidos. Analisaram uma amostra nos 50 estados no país em que os entrevistados avaliavam a frequência, o impacto e a determinação da superlotação. A pesquisa teve como resultado: dos 836 conselheiros entrevistados, 575 (69%) responderam, e 525 (91%) relataram a superlotação como um

problema. Definições comuns sobrelotação: pacientes nos corredores, todos os leitos ocupados na emergência, tempo nas salas de espera mais de 6 horas / dia e pacientes agudamente doentes que esperam 60 minutos para ver um médico.

BAESLER *et al* (2003) o trabalho apresentou diversos resultados obtidos a partir do uso do modelo (em simulação) que estimou a máxima demanda na sala de emergência de um hospital privado chileno. A segunda parte do estudo houve a definição de números mínimos de recursos necessários para atender a demanda.

MILLER *et al* (2003) realizaram pesquisa em um hospital dos Estados Unidos utilizando a simulação como ferramenta para ajudar na implantação do sistema seis sigmas. Feito através de um projeto de reestruturação de processos que foram testados através da simulação.

MARTIN *et al* (2003) mostraram a preocupação com a crescente demanda de pacientes idosos e seus custos na área de emergência na Noruega. O artigo demonstra como a simulação pode contribuir para satisfazer esta demanda e aumentar a eficiência, reduzir o número de camas nos corredores. O processo é desenhado analisando quatro aspectos principais: caminhos clínicos, demanda reprimida de atendimento geriátrico no hospital, potencial para aumentar o processamento de pacientes na enfermagem geriátrica e as formas de alcançá-los.

KOMASHIE e MOUSAVI(2005) discutiram uma aplicação para a situação da área de emergência para compreender situações a princípio inexplicáveis excessivos de tempo de espera. Através da simulação foi possível mencionar o impacto de cada recurso sob o sistema com seu respectivo custo. O estudo proporcionou também o desenho do fluxo de pacientes e reduziu em 20% os tempos de espera dos pacientes.

GUNAL E PIDD (2006) examinaram por meio de simulação o desempenho dos hospitais no Reino Unido no setor de emergência. O estudo contribuiu para compreender dados reais de admissão de pacientes e realizar análises. Os destaques foram o comportamento e a experiência do nível médico dos profissionais que contribuíram para o desempenho da área.

BELAIDI *et al* (2007) apresentaram dois objetivos: mostrar a modelagem na rede de emergência hospitalar e mostrar problemas relacionados aos suprimentos desta área e o posicionamento da literatura dedicado para as questões de saúde.

GIBSON (2007) relatou a simulação aplicada a construção do layout e recursos dos hospitais para um melhor desempenho de qualidade e produtividade dos serviços é explorado também o assunto sobre a satisfação no trabalho. A simulação a eventos

discretos é feita para verificar a viabilidade do projeto para uma clínica onde foi necessário analisar os processos, os recursos e requisitos de instalações para alcançar o objetivo.

MEDEIROS *et al* (2008) analisaram o fluxo de pacientes na área de emergência com o aumento da demanda relacionado a capacidade do setor. O estudo que a realidade se aproximou do da simulação do projeto piloto feito no *software* Arena.

EKKEHARD *et al* (2009) estudaram a variação da demanda para tem uma combinação ótima de recursos como: leitos, recepcionistas, enfermeiros para triagem, enfermeiros e médicos. Usaram o modelo também para fazer uma mudança no processo de admissão, colocando o registro de pacientes depois da triagem. Verificaram que esta alteração somente é válida quando há o número de leitos suficientes para atender a demanda, caso contrário, o paciente fica mais tempo no setor de emergência.

REINDL *et al* (2009) fizeram um estudo sobre a modelagem e simulação do processo cirúrgico de catarata a fim de reduzir o tempo de espera dos pacientes e aumentar a taxa de utilização das salas cirúrgicas. A coleta dos dados e a modelagem tiveram como base a realidade.

2.2 – Publicações Nacionais

Dentre as publicações nacionais relacionadas à simulação na área de saúde destacam-se:

TOSCANO (2001) “Uma ferramenta integrada de suporte a decisões em casos de emergências médicas hospitalares” analisou o sistema de admissão de emergência em duas fases: pré-hospitalar que contempla Grupo de Socorro de Emergência (GSE) e fase hospitalar que inclui serviços de recepção, triagem e atendimento médico de emergência no Hospital Municipal Miguel Couto (HMMC).

MAGALHÃES (2006) “Simulação do sistema de admissão de emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro” que fez um estudo avaliação sobre os aspectos sobre melhoria de acesso, redução no tempo de espera e qualidade no atendimento analisando dois modelos: atual onde foi verificado a capacidade do sistema e um novo onde inseria a classificação de risco dos pacientes em três níveis.

SOUZA JUNIOR (2007) “Simulação do fluxo de pacientes nos setores de emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro” realizou um estudo sobre as áreas de emergência: Trauma, Repouso, BOX, Hipodermia e Clínicas Especializadas e

realizou diversos cenários a fim de auxiliar na tomada de decisão mostrando os impactos de cada variável escolhida.

FREDERICO (2009) “Modelo Integrado de um sistema de admissão de emergência para a rede pública de hospitais no Estado do Rio de Janeiro”, propôs a integração da rede de atendimento pré-hospitalar, triagem e entre os setores de emergência. Além disso, realizou uma pesquisa através de questionários sobre a estrutura de uma gestão eficiente e de um sistema de classificação de risco.

MARTINS (2009) “Simulação em setor de urgência hospitalar com aplicação da arquitetura orientada a serviços” estudou a porta de entrada da Policlínica José Paranhos Fontenelle (PJPF) aplicando arquitetura orientada a serviços, pois ela possui atividades bem definidas como “solicitar”, “entregar” para potencializar o uso da simulação.

OLIVEIRA, D.G. (2012) desenvolve modelos de simulação para representar o fluxo operacional do atendimento pré-hospitalar desde a ocorrência de uma solicitação de resgate até a liberação do paciente. A potencialidade de uma integração entre os serviços da central de regulação com outros órgãos públicos é avaliada.

OLIVEIRA, F.B. (2012) 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 na emergência. O trabalho simula a função de uma Central de Operações e Controle para o monitoramento, a classificação de risco e o encaminhamento de pacientes para setores apropriados.

Entre os aspectos comuns das pesquisas encontram-se estudos relacionados ao tamanho das filas, tempo de espera por atendimento, “gargalos”, fluxo de pacientes edimensionamento de recursos humanos e materiais.

Verifica-se através desta pesquisa, que a emergência hospitalar é um fator crítico para a determinação do atendimento eficiente de pacientes que chegam ao hospital com diagnósticos diversos e esperam um rápido atendimento. O estudo do fluxo de pacientes no setor interno do setor é fundamental para evitar “gargalos” no processo e fluxo confuso.

CAPÍTULO 3 – EMERGÊNCIA

Neste capítulo são apresentados os conceitos de emergência e modelo integrado que são fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa e, a partir deste, é feito o modelo inicial. Em seguida, é inserida a ideia de emergência referenciada como uma solução encontrada para o melhor direcionamento do atendimento do perfil de uma emergência de alta complexidade que formará os modelos dois e três.

3.1 – Conceito de Emergência

A emergência é uma área fundamental para a estabilização da vida do paciente. Representam os primeiros cuidados ao paciente, caso ainda não tenha recebido o atendimento de alguma Unidade Móvel.

No manual operacional do DATASUS (2000) define atendimento de emergência como “conjunto de ações para a recuperação de pacientes, cujos agravos à saúde necessitam de assistência imediata, por apresentarem risco de vida”.

O funcionamento da emergência ocorre vinte e quatro horas por dia, durante sete dias na semana. É um setor muito dinâmico, pois a demanda está estritamente ligada a situações do ambiente, como surtos de doenças, desmoronamentos e acidentes, por isso é imprescindível um adequado gerenciamento dos recursos utilizados que incluem humanos, materiais e tecnológicos.

Um dos problemas mais encontrados na realidade brasileira é a superlotação que apresenta diversas causas, pode-se destacar: inadequada gestão de recursos, falta dos mesmos, absenteísmo dos funcionários entre outros. A simulação é utilizada como uma ferramenta que auxilia na adequação dos recursos a fim de evitar este tipo de situação.

3.2 – Modelo Integrado

O Serviço Municipal de Saúde do Rio de Janeiro propôs recentemente um estudo para avaliar a capacidade de atendimento dos hospitais de emergência com vistas a melhorar a qualidade e acessibilidade aos serviços. Um estudo preliminar sobre um modelo integrado foi discutido por De OLIVEIRA *et al* (2011, 3). O artigo propõe um método que permite uma variação flexível da oferta e da demanda. Três módulos são

avaliados: o resgate, a monitoração dos pacientes em todo o processo e o atendimento hospitalar.

Um estudo aprofundado do fluxo de pacientes de emergência atendidos pelo SAMU/GSE foi realizado por OLIVEIRA, D.G (2012) que desenvolveu modelos de simulação para representar o atendimento pré-hospitalar, desde a ocorrência de uma solicitação de resgate até a liberação do paciente. A potencialidade de uma possível integração entre os vários serviços é avaliada. OLIVEIRA, F.B (2012) simulou a função de uma Central de Operações e Controle para o monitoramento, a classificação de risco e o encaminhamento dos pacientes para setores apropriados.

Esta dissertação completa este processo de integração na medida em que focaliza a terceira parte do modelo integrado, ou seja, a área interna da emergência, que se inicia após a admissão no setor. O objetivo é avaliar cuidadosamente o fluxo de pacientes e simular alternativas que possam concentrar os esforços no sentido de priorizar os pacientes de alto risco reduzindo gradualmente o número de pacientes classificados como baixo e médio risco. Com esta iniciativa fica claro que o setor de emergência deve focalizar somente os pacientes de alto risco.

Os experimentos realizados nesta dissertação são fundamentados pelos conceitos propostos nos trabalhos preliminares aqui descritos. Entretanto, o fluxo de pacientes será aprimorado com base na Política Nacional de Atendimento a Urgência e Emergência (2006) que contém diversas Portarias. Os modelos foram desenvolvidos com base nos melhores resultados anteriores e com o apoio de profissionais envolvidos no setor de emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro no município de Niterói, no Estado do Rio de Janeiro.

Conforme MAGALHÃES (2006), ao entrar na emergência hospitalar, o paciente é encaminhado para a recepção e, em seguida, para a triagem onde é classificado em um dos três níveis: alta, média e baixa complexidade. O fluxo de pacientes de emergência num determinado hospital público típico do estado do Rio de Janeiro é mostrado na Figura 1, abaixo:

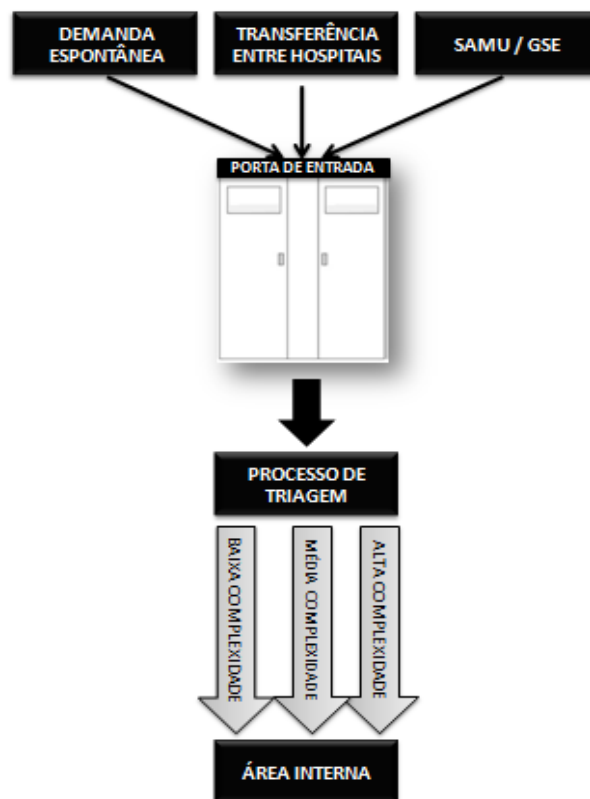


Figura 1: Modelo de Emergência Hospitalar

Fonte: Magalhães (2006)

Segundo SOUZA JUNIOR (2007), a área interna compreende os setores: Trauma, Repouso, BOX, Hipodermia e Clínicas Especializadas. A entrada no setor de emergência segue o modelo apresentado na figura 1. A saída de pacientes do setor de emergência será para outros serviços como o CTI, o centro cirúrgico, uma internação na enfermaria ou alta.

Clínicas Especializadas compreendem atendimentos médicos da emergência pediátrica, ORL (otorrinolaringologia), oftalmologia, ortopedia, setor de processos cirúrgicos, cirurgia buco maxilar, emergência odontológica, ginecologia e obstetrícia. A maioria dos pacientes recebe alta depois do atendimento.

No setor de Hipodermia os leitos são utilizados para os pacientes que necessitam de medicação ou realizarão exames específicos e devem ficar em observação. O BOX é o setor que recebe pacientes de média complexidade que podem eventualmente ser encaminhados para o Trauma, CTI ou enfermaria. O setor Trauma é responsável por manter a vida do paciente classificado como alto risco. Depois de estabilizado o paciente é encaminhado para outro setor do hospital ou outra unidade hospitalar.

Repouso é o setor onde os pacientes recebem cuidados médicos provisoriamente até a estabilização da vida ou transferência para o CTI ou outras unidades de saúde.

3.3 – Emergência Referenciada

Devido seu grau de importância e preocupação da sociedade, o serviço de emergência referenciada é um conceito novo que procura direcionar o atendimento para pacientes de alta complexidade. O sistema de emergência referenciada possibilita atender com mais qualidade e eficiência. Além disso, ele propicia a criação de um ambiente com melhores condições de trabalho e atendimento. A admissão do paciente provém de uma central de regulação onde é feita a comunicação entre uma unidade local da própria região ou moradia do paciente e a emergência. Se o estado do paciente for de alta complexidade ele é admitido na emergência referenciada.

A proposta de mudança para uma emergência referenciada se baseou na Portaria GM nº 2.048, 5 de novembro de 2002 que estabelece atribuições legais sobre a área de Urgência e Emergência para fornecer assistência, com a finalidade de aperfeiçoar as normas existentes sobre o assunto.

No âmbito recursos humanos, o anexo V desta Portaria sugere:

2.1.1 Recursos Humanos

Toda equipe da Unidade deve ser capacitada nos Núcleos de Educação em Urgências e treinada em serviço, desta forma, capacitada para executar suas tarefas. No caso do treinamento em serviço, o Responsável Técnico pela Unidade será o coordenador do programa de treinamento dos membros da equipe. Uma cópia do programa de treinamento (conteúdo) ou as linhas gerais dos cursos de treinamento devem estar disponíveis para revisão; deve existir ainda uma escala de treinamento de novos funcionários.

A Unidade deve contar com:

a) Responsável Técnico: médico com Título de Especialista em sua área de atuação profissional reconhecido pelo Conselho Federal de Medicina ou com Certificado de Residência Médica em sua especialidade emitida por Programa de Residência Médica reconhecida pelo MEC.

O médico responsável técnico pela Unidade somente poderá assumir a responsabilidade técnica por uma única Unidade cadastrada pelo Sistema Único de Saúde. No caso de responsável técnico de Unidade instalada em Hospital Universitário, o médico poderá acumular esta responsabilidade com a de mais uma Unidade cadastrada pelo SUS, desde que instale dano mesmo município.

b) Equipe Médica: deve ser composta por médicos em quantitativo suficiente para o atendimento dos serviços nas 24 horas do dia para atendimento de urgências/emergências e todas as atividades dele decorrentes.

c) Enfermagem: a Unidade deve contar com:

- Coordenação de Enfermagem: 1 (um) Enfermeiro Coordenador;
- Enfermeiros, técnicos de enfermagem e auxiliares de enfermagem em quantitativo suficiente para o atendimento dos serviços nas 24 horas do dia para atendimento de urgências/emergências e todas as atividades dele decorrentes.(BRASIL,2006)

Percebe-se que esta Portaria busca padronizar os atendimentos e adequar a quantidade de profissionais envolvidos no setor, tanto médicos como os enfermeiros, técnicos e auxiliares de enfermagem. Através da capacitação será possível que o serviço seja feito com melhor qualidade e eficiência.

No âmbito da estrutura, ou seja, a área física abordada no anexo V da Portaria GM nº 2.048 de 5 de novembro de 2002, tem-se:

2.1.2 Área Física

As áreas físicas da Unidade deverão se enquadrar nos critérios e normas estabelecidos pela legislação em vigor ou outros ditames legais que as venham substituir ou complementar, a saber:

- a) Resolução n.º 50, de 21 de fevereiro de 2002, que dispõe sobre o Regulamento Técnico para Planejamento, Programação, Elaboração e Avaliação de projetos Físicos de Estabelecimentos de Assistência à Saúde, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA.
- b) Resolução n.º 5, de 5 de agosto de 1993, do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente.

A área física deve ser estruturada de acordo com o tamanho, complexidade e perfil assistencial da unidade e adequado para o acolhimento e atendimento especializado aos portadores de danos e/ou agravos em específicos em situação de urgência/emergência. (BRASIL,2006)

A resolução nº50, de 21 de fevereiro de 2002, apresenta com detalhes as configurações necessárias para se obter um *layout* de uma emergência. A configuração de uma Unidade de Emergência de Alta Complexidade é mostrada na Figura 2, abaixo:

UNIDADE FUNCIONAL: 2 - ATENDIMENTO IMEDIATO		
UNIDADE/AMBIENTE	DIMENSIONAMENTO	
	QUANTIFICAÇÃO (min)	DIMENSÃO (min.)
Atendimento de Urgência e Emergência (alta complexidade)		
Posto de Enfermagem/ prescrição médica	1 para cada 12 leitos de observação	6,0 m ²
Sala de Serviços	1	5,7 m ²
Sala de Isolamento		8,0 m ²
Sala coletiva de Observação de Pediatria	1 de pediatria, 2 de adulto(mas.e fem.). O nº de leitos é calculado sobre a estimativa do total de atendimento de emergência e urgência. A sala de pediatria é opcional quando o nº de leitos total de obs. for ≤ a 6.	8,5 m ² por leito
Salas de Observação de Adulto - masculina e feminina		8,5 m ² por leito
Sala de procedimentos especiais (invasivos)		15,0 m ²
Área de Escovação	2 torneiras por sala invasivos	1,10 m ² por torneira
Sala de emergência (politraumatismo, parada cardíaca, etc)	1	12 m ² por leito (2 leitos no min.), com distância de 1 m entre estes e paredes, exceto cabeceira e pé do leito = 1,2 m. Pé-direito máximo = 2,7m

Figura 2: Estrutura de um setor para atender aos pacientes de alta complexidade (BRASIL. Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002).

Além da estrutura apresentada na Figura 2, a Resolução nº 50, de 21 de fevereiro de 2002 mostra que são necessários ambientes de apoio como: área para guarda de pertences de pacientes, sala/área para estocagem de hemocomponentes, banheiros para pacientes, rouparia, sanitários para funcionários, quarto de plantão, depósito de equipamentos, salas administrativas entre outros.

A resolução nº 5, de 5 de agosto de 1993 do CONAMA apresenta as normas mínimas de tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde que devem ser levadas em consideração no funcionamento do setor de emergência. Os resíduos são classificados em quatro grupos e cada tipo é tratado de forma diferente.

Grupo A: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos; Grupo B: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas; Grupo C: rejeitos radioativos; Grupo D: resíduos comuns.

No âmbito administrativo, rotina e gestão, tem-se:

2.1.3 Rotinas de Funcionamento e Atendimento

A Unidade deve possuir Rotinas de Funcionamento e Atendimento escritas, atualizadas a cada 4 anos e assinadas pelo responsável técnico pela Unidade. As rotinas devem abordar todos os processos envolvidos na assistência que contemplem desde os aspectos organizacionais até os operacionais e técnicos. Deve haver também uma rotina de manutenção preventiva de materiais e equipamentos. As rotinas devem contemplar, no mínimo, os seguintes itens:

- CrITÉrios de avaliação dos pacientes e, se for o caso, de indicação de procedimento cirúrgico;
- Procedimentos médicos-cirúrgicos;
- Procedimentos de enfermagem;

- d) Rotinas de suporte nutricional;
- e) Rotinas de controle de infecção hospitalar;
- f) Ficha própria para descrição do ato cirúrgico;
- g) Rotinas de acompanhamento ambulatorial dos pacientes.

2.1.4 Registro de Pacientes

A Unidade deve possuir um prontuário para cada paciente com as informações completas do quadro clínico e sua evolução, todas devidamente escritas, de forma clara e precisa, datadas e assinadas pelo profissional responsável pelo atendimento. Os prontuários deverão estar devidamente ordenados no Serviço de Arquivo Médico. Informações Mínimas do Prontuário:

- a) Identificação do paciente;
- b) Histórico clínico;
- c) Avaliação inicial;
- d) Indicação do procedimento cirúrgico, se for o caso;
- e) Descrição do ato cirúrgico, se for o caso;
- f) Descrição da evolução e prescrições;
- g) Condições na alta hospitalar ou transferência.

2.1.5 Estruturação da Grade de Referência

As Unidades Hospitalares de Atendimento às Urgências e Emergências devem possuir retaguarda de maior complexidade previamente pactuada, com fluxo e mecanismos de transferência claros, mediados pela Central de Regulação, a fim de garantir o encaminhamento dos casos que extrapolem sua complexidade.

Além disso, devem garantir transporte para os casos mais graves, por meio do serviço de atendimento pré-hospitalar móvel, onde ele existir, ou outra forma de transporte que venha a ser pactuada.

(BRASIL, 2006).

O fluxo e as rotinas administrativas são de grande relevância para a melhoria da qualidade no serviço, realizando padronizações e rotinas para algumas tarefas. Pois, quando elas são conhecidas pelos envolvidos facilita a rotina da emergência.

A atualização e manutenção dos prontuários e rotinas representam fatores que contribuem para aumentar a confiabilidade do sistema, trazendo benefícios tanto para a equipe envolvida como para os pacientes e seus acompanhantes.

CAPÍTULO 4 – SIMULAÇÃO

A simulação é uma disciplina da área de pesquisa operacional que utiliza modelos lógico-matemáticos para gerar cenário de forma flexível para que se possa auxiliar na tomada de decisão. A simulação é uma representação da realidade. Neste capítulo serão apresentadas diversas visões da simulação.

4.1 – Definição

HARRINGTON e TUMAY (1999) afirmam que a simulação é uma técnica que nos ajuda a prever e comparar o desempenho modelo proposto sem custo e risco de interrupção das operações. Logo, permite a representação de processos, recursos, produtos, e serviços de forma dinâmica.

Segundo BANKS (1998), a simulação é a imitação da realidade de um processo ou sistema ao longo do tempo. A simulação envolve a geração de um histórico artificial do sistema e da observação deste histórico para fazer inferências sobre as características de operação do sistema que é representado.

LAMARCA (2008,p. 64) afirma que a simulação ao ser utilizada como técnica de pesquisa operacional visa à experimentação numérica de modelos lógico-matemáticos, objetivando estimar os parâmetros relativos ao desempenho dos sistemas descritivos via modelos.

4.2– Simulação de eventos discretos

Para DE OLIVEIRA (2001), se cada variável de estudo 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.

A simulação por eventos discretos ocorre quando a mudança de estados é feita por meio de pontos discretos no tempo e para cada variável tem-se um conjunto de estados de forma ordenada de eventos discretos, tornando a realidade mais simples com resultados rápidos. Esta pesquisa utiliza este tipo de simulação por proporcionar respostas rápidas e eficientes para a área hospitalar visto os resultados das pesquisas anteriores com o uso da ferramenta simulação.

4.3 – Diagrama de Ciclo de Atividades (DCA)

O Diagrama de Ciclo de Atividade descreve o comportamento de um sistema dinâmico de maneira simbólica como as entidades interagem durante o tempo de simulação em um modelo de simulação discreta. PIDD (1998) afirma que o DCA é uma rede que procura apresentar como o processo de diferentes classes de entidades que interagem, pelo menos de forma básica. O DCA é composto pelos símbolos ativo e passivo, apesar disso é possível representar sistemas bastante complexos.

O estado ativo normalmente envolve a cooperação entre diferentes classes de entidade, a duração do estado ativo é determinada com antecedência através de uma amostra de distribuição da probabilidade apropriada caso o modelo de simulação seja estocástico. O estado passivo é a não cooperação entre diferentes classes de entidades no qual as entidades esperam algo a acontecer. O tempo que a entidade ficar neste estado não pode ser determinado com antecedência, pois dependem da duração dos estados ativos imediatamente anteriores e posteriores. Conforme é ilustrado na figura 3.

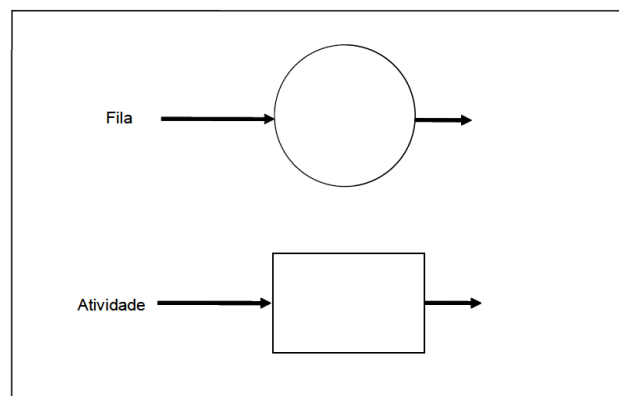


Figura 3: Símbolos representativos no DCA.

Fonte: PIDD (1998)

O DCA é um excelente meio de comunicação entre pessoas envolvidas em uma discussão de um determinado problema de simulação sendo um mapa que apresenta a história de vida de cada classe de entidades e apresenta graficamente a interação entre elas.

4.4 – Sistemas

O sistema é um conjunto de elementos ou componentes que se relacionam entre si para atingir determinado objetivo. O sistema para atingir determinada finalidade é necessário que ele seja composto por uma estrutura e conter recursos de forma lógica. Estes podem variar de acordo com a aplicação. Nesta pesquisa a aplicação será na área hospitalar, no setor de emergência.

O estado do sistema indica a situação em que ele se encontra num certo instante, a qual é auferida através de uma variável ou conjunto de variáveis. O espaço de estados é o conjunto de valores possíveis, obtidos a partir de observações sobre sua performance. Para a obtenção de valores todos os dados relativos ao início, execução, funcionamento, tempo de duração e término de todas as atividades envolvidas no processo de interesse deverão ser obtidas e avaliadas em intervalos regulares de tempo. (Moraes,2006,p.17)

Desta forma, segundo DE OLIVEIRA (2001), o sistema é caracterizado por ter uma estrutura (como as partes componentes se organizam), sua dinâmica (de que forma as partes interagem entre si ao longo do tempo) e de sua ecologia (trata-se das relações do sistema com o ambiente no qual se insere).

4.5 – Modelo

O modelo é a representação simplificada de parte de um sistema. Segundo BANKS e CARSON (1984), um modelo pode ser definido como a representação de um sistema com o propósito de estudá-lo. Segundo DE OLIVEIRA (2001), os modelos podem ser classificados quanto a forma, a finalidade e a dinâmica. A forma significa a maneira de apresentação do modelo que podem ser dos tipos:

- Iconográfica através de objetos (maquetes) ou figuras para representar as partes do sistema real;
- Analógica adotam sistemas de outra natureza, entretanto de fácil entendimento e compreensão, preservando analogia com o sistema real em estudo;
- Simbólicos utilizam símbolos como variáveis e operadores simbólicos para descrever o sistema.

A finalidade pode ser conceitual ou qualitativo, explicativo e descritivo.

- Conceitual ou qualitativo: representa modelos preliminares que buscam determinar as variáveis que serão relevantes para o problema e bem como esboçar as suas relações com o sistema.
- Explicativo: são os que contêm as variáveis de controle que explicam o funcionamento do sistema.
- Descritivo: neste não há variáveis de controle, somente é feita a descrição do funcionamento do sistema sem, porém, explicá-lo já que não se pode interferir no seu comportamento.

A dinâmica (comportamento ao longo do tempo) classifica-se em contínuo ou discreto e determinístico ou estocástico.

- Contínuo: quando a passagem do tempo é considerada de forma contínua, desta forma, o estado do sistema pode ser determinado a qualquer instante.
- Discreto: a passagem de tempo é feita por intervalos de tempo de modo que o estado do sistema só possa ser conhecido em determinados instantes de tempo.
- Determinísticos: ocorre quando o resultado depende das condições do experimento ou procedimento.
- Estocástico: quando pelo menos uma das variáveis do modelo não é totalmente determinado pelo estado do sistema no instante anterior, devido alguma influência aleatória sobre a mesma.

Esta pesquisa é caracterizada pelo tipo discreto, principalmente no estudo da simulação das filas de espera por atendimento. Para isto, é necessário mostrar os elementos que compõem um sistema de filas.

4.6 – Componentes da Simulação

O domínio do problema é imprescindível para o sucesso na construção do modelo. A equipe envolvida deve ter conhecimento sobre conceito, escopo e componentes do sistema estudado. Para BANKS e CARSON (1984) um sistema é um grupo de objetos com interação e interdependência em torno de um determinado propósito. O escopo delimita o sistema dentro de um ambiente.

Os componentes de um modelo são divididos em duas partes. Objetos do Sistema (entidades, classes, atributos e conjuntos) e Operações (eventos, atividade, fila, processo, relógio da simulação, estado do sistema).

Ainda em objetos dos sistemas, tem-se: entidades, classes, atributos, conjuntos. As entidades são elementos do sistema que está sendo simulado. Podem ser individualmente identificadas e processadas, sendo entendidas como qualquer coisa que mude de estado no sistema.

As classes são entidades agrupadas devido terem características similares, tornando mais fácil se referir a todas ou muitas entidades de um mesmo tipo. Os atributos são características, ou seja, informações sobre a entidade. Os conjuntos estão sempre organizados em classes, porém nas simulações as entidades trocam de estados sendo representados por conjuntos, como por exemplo, as filas que as entidades passam até o procedimento desejado.

Nas operações têm-se: atividade, evento, fila, processo e relógio da simulação. Atividades são operações e procedimentos onde as entidades se movem entre os conjuntos durante a simulação. Evento é o instante quando há uma significativa troca de estado do sistema. Fila é um estado passivo composto por uma lista ordenada de entidades aguardando que determinadas condições sejam satisfeitas para realização de uma determinada atividade.

Processo é uma sequência de eventos na ordem cronológica de seus acontecimentos, frequentemente, é utilizado para representar toda (ou parte da) vida das entidades temporárias. O relógio de simulação é o ponto onde está o tempo de simulação.

O Estado do Sistema mostra a situação do sistema em um determinado momento. Abaixo, mostra de que forma os componentes se relacionam (DE OLIVEIRA, 2001)

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

Os Elementos que serão utilizados na pesquisa serão humanos, materiais e a infraestrutura envolvida no setor de Alta Complexidade do Hospital. As características de cada elemento são peculiares e descritos nos atributos. Os atributos podem estar inter-relacionados uns aos outros, podendo causar mudanças em todo o sistema caso uma variação em um deles.

4.7 – Etapas da Simulação

A construção do processo de simulação é feita em doze etapas, conforme BANKS *et al* (1996). O fluxograma das etapas é mostrado na Figura 4.

Formulação do Problema: o estudo inicia-se com um problema a ser solucionado, este deve ser o mesmo para o analista e para as pessoas envolvidas na situação a fim de que não haja divergência de objetivos.

Estabelecimento dos objetivos e planos de projeto: o objetivo indica o que a simulação pretende resolver. O plano de projeto deve conter os custos, cronograma e recursos necessários para a sua realização.

Elaboração do modelo conceitual: é mais arte que ciência, porém esta etapa ajuda a compreender melhor o funcionamento do sistema. Abstrair a essencialidade do problema e aproximá-lo da realidade é fundamental. É recomendável iniciar um modelo simples e ir aumentando a complexidade quando necessário.

Coleta de dados: é uma etapa crítica da simulação, nesta deve existir inter-relação com a elaboração do modelo. À medida que a complexidade do modelo altera, a coleta de dados sofre mudanças. Normalmente, é uma fase longa da simulação.

Codificação: desde que modelos de sistemas reais requerem um grande volume de informações a serem armazenadas e computadas, é necessário desenvolver um programa específico ou utilizar pacotes de simulação.

Verificação do modelo computacional: o programa desenvolvido deve ser testado para verificar se o modelo é adequado e se produz resultados corretos. A participação

entre o usuário e o analista nesta fase é importante para aumentar a confiabilidade no sistema.

Validação: avalia se o modelo representa o sistema real. Normalmente, é feita através da calibragem entre o comportamento modelo feito e o sistema real, corrigindo as diferenças encontradas. Repete-se este procedimento até o momento em que haja resultados aceitáveis aos usuários.

Projeto experimental: há a determinação das alternativas que deverão ser simuladas, muitas vezes a escolha relativa a quais alternativas simular deve-se em função do número de execuções que serão completadas e analisadas. Em cada uma é necessário definir os tempos de aquecimento, número de replicações e tempo total de execução.

Execução de Simulação: vários experimentos são realizados com o modelo com vistas a avaliar cenários diferentes. A simulação deve ser executada para que possam ser realizadas análises do comportamento do sistema.

Execuções adicionais da Simulação: diante dos resultados obtidos, o analista determinará se há necessidade de executar simulações adicionais.

Documentação e relatório de resultados: os programas devem ser documentados a fim facilitar as manutenções futuras e o entendimento das operações do programa pelos usuários.

Implementação: colocar em prática os resultados do modelo e comparar os resultados de cada experimento sob um ponto de vista prático. A interação entre o analista com os usuários do sistema certamente influencia a consistência e a credibilidade do modelo sugerido.

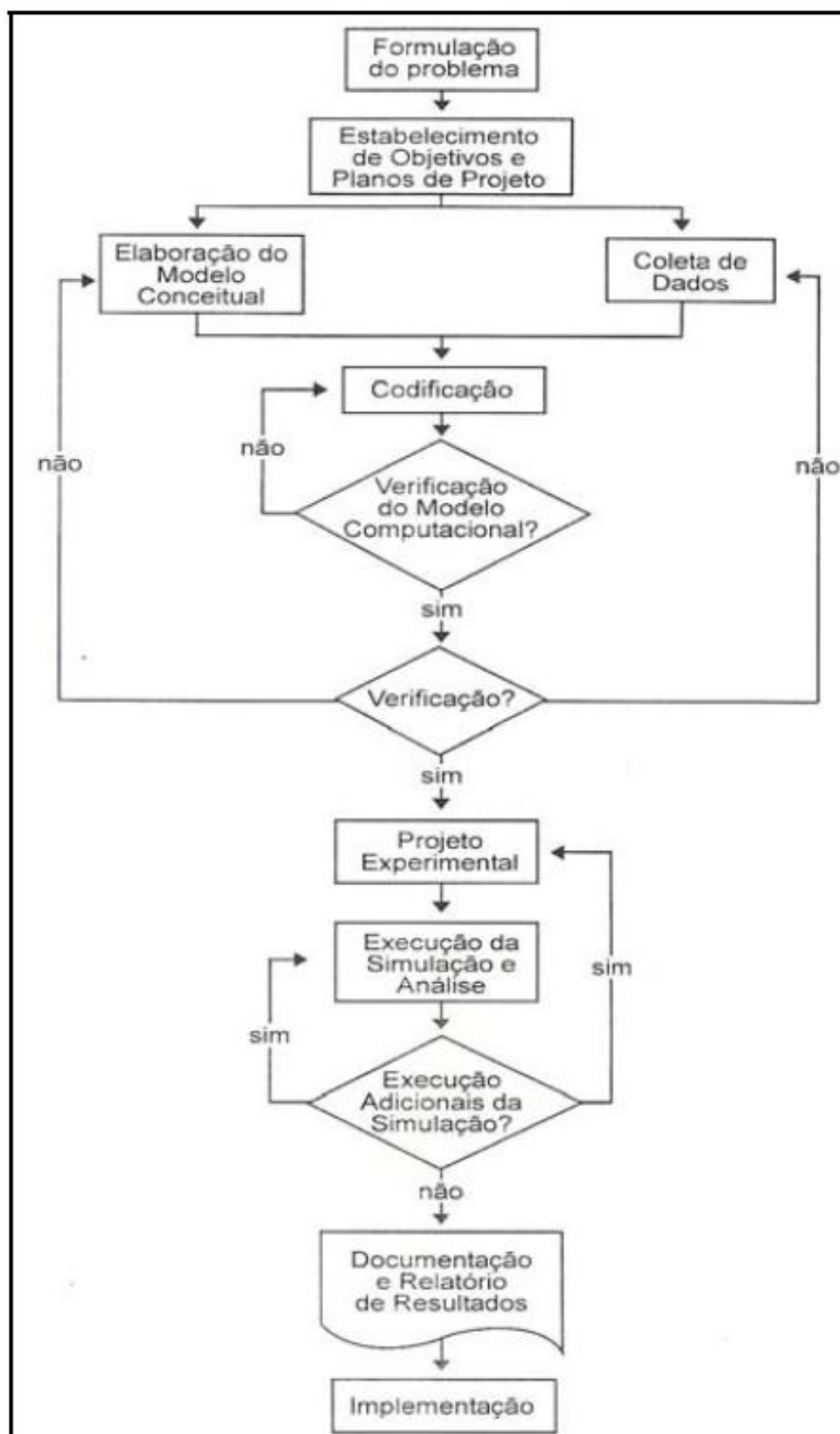


Figura 4: Etapas da simulação (BANKSet et al, 1996)

CAPÍTULO 5 – MODELO ATUAL

Este capítulo mostra a simulação de uma emergência hospitalar típica município do Rio de Janeiro para verificar a sensibilidade a variações de demanda para o atendimento destes serviços. O modelo analisa os recursos humanos, identifica “gargalos” e propõe melhorias.

5.1 – Modelagem

A modelagem é baseada no conceito de um modelo que abrange a área de entrada, a triagem e a área interna. O objetivo deste experimento é identificar a capacidade do sistema de lidar com pacientes de alta, média e baixa complexidade. Para tanto, serão desenvolvidas três vertentes: aumento de demanda, redução do número de pacientes de baixa complexidade e a redução do número de pacientes de baixa e média complexidade.

Os dados foram obtidos de experiências anteriores realizadas pelo grupo de trabalho envolvido no projeto de pesquisa operacional em saúde existente na COPPE/UFRJ. O foco do estudo é avaliar: tamanho da fila, tempo dispendido na fila, número de atendimentos, dimensionamento e taxa de utilização dos profissionais.

O modelo atual é baseado no fluxo de pacientes na área interna, constituída pelos setores: Repouso, Trauma, Hipodermia, BOX e Clínicas Especializadas mostrados na Figura 5, abaixo.

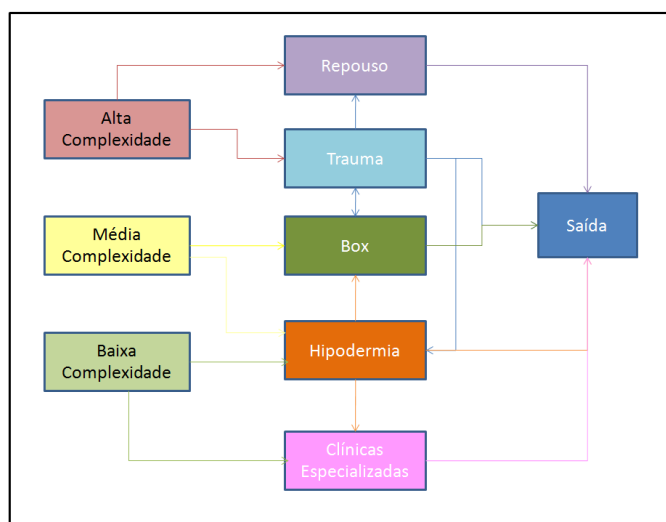


Figura 5: Fluxo de pacientes na área interna

Fonte: Souza Junior (2007)

O modelo lógico, apresentado na Figura 6, representa um conjunto de atividades que ocorrem no fluxo de pacientes. Cada atividade representa um serviço a ser executado. Caso a demanda por cada um dos serviços seja maior que a oferta de serviços haverá formação de filas. Assim sendo, os fatores que influenciam a formação destas filas são: a demanda, o tempo de execução do serviço, e a quantidade de recursos humanos e materiais envolvidos. As seguintes equipes de profissionais são utilizadas para simular o modelo:

- Recepcionistas;
- Enfermeiros para a Triagem;
- Equipe de Alta Complexidade;
- Equipe de Média Complexidade;
- Equipe de Baixa Complexidade;
- Equipe Hipodermia;
- Equipe Repouso;
- Equipe Trauma;
- Equipe Box;
- Equipe Hipodermia;
- Equipe Clínicas Especializadas.

O fluxo mostrado na Figura 6 representa o modelo lógico utilizado para realizar simulações, inicia-se no atendimento da recepção realizada por recepcionistas, em seguida o paciente irá para o setor de triagem onde é verificada a sua situação de saúde que determinará para a continuação do seu atendimento que pode ser de alta complexidade, média complexidade ou baixa complexidade. Nestes atendimentos, contém os setores: Trauma, Repouso, Hipodermia, Box e Clínicas Especializadas que compõem a área interna.

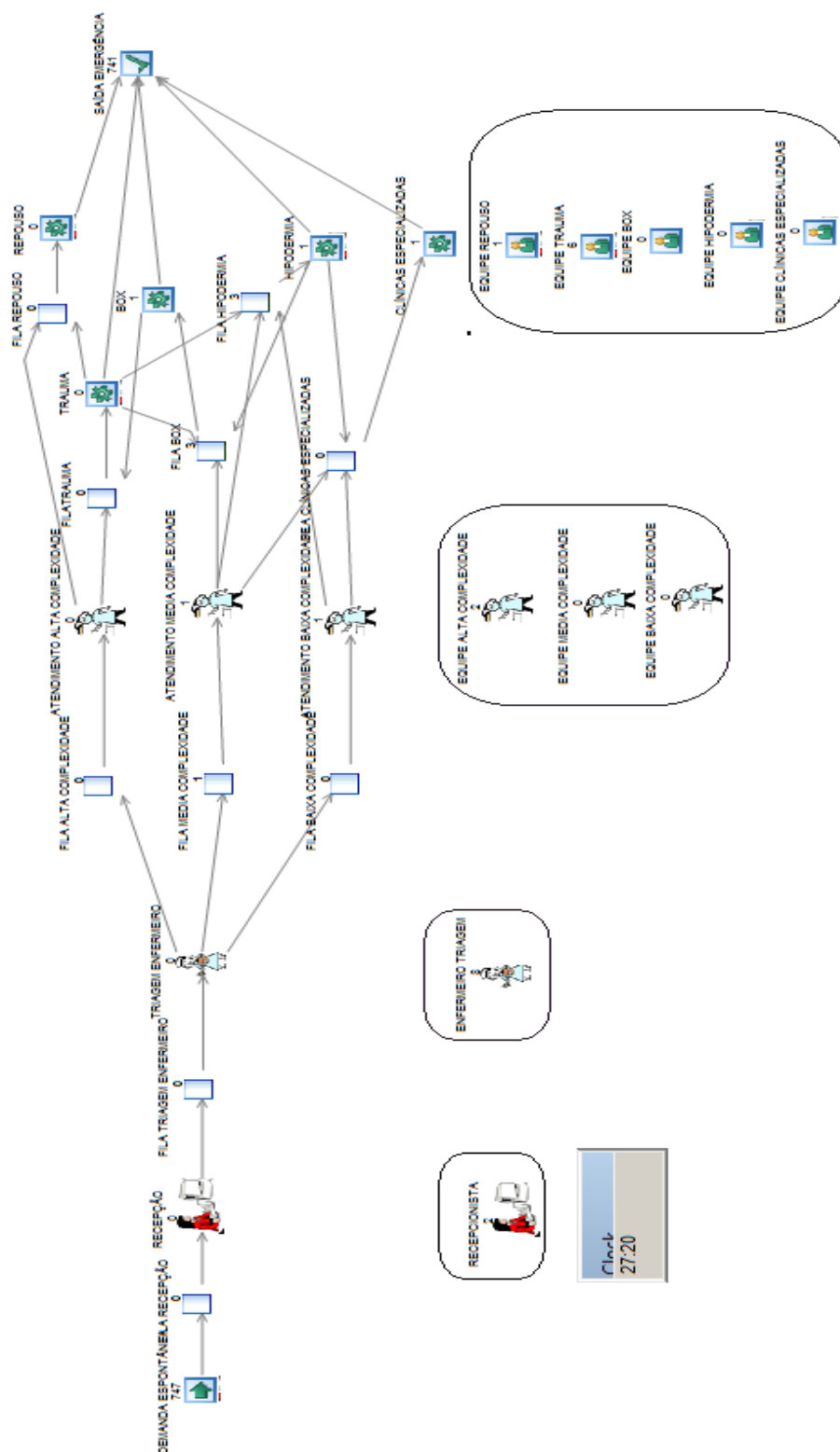


Figura 6: Fluxograma do modelo atual de Emergência

A pesquisa é direcionada para o estudo da área interna. Os outros setores no modelo foram dimensionados de forma que não houvesse fila ou pouca demora no atendimento.

5.2 – Coleta de Dados

Fez-se um estudo para um hospital público de emergência que recebe em média 738 pacientes/dia, conforme dados do Biohard (2011), para um turno de vinte e quatro horas, ou seja, 1440 minutos, resultando em um intervalo médio entre chegadas de 1,95 min.

Os dados sobre a demanda são imprescindíveis para determinar o dimensionamento de recursos a ser disponibilizado para o público. A partir do momento em que o paciente está no processo de atendimento, cada atividade tem um tempo de duração que é estimado por uma distribuição estatística dos dados coletados no hospital.

A coleta de dados foi realizada através de entrevistas estruturadas com os profissionais envolvidos nos diversos serviços, com autorização explícita da diretoria do hospital e com a participação do responsável pela emergência hospitalar. Uma pesquisa ampla foi realizada para encontrar os tempos de atendimento nos diversos setores envolvidos no fluxo de pacientes. Alguns dados foram extraídos de trabalhos anteriores realizados por membros do grupo de pesquisa, sem perda de generalidade, uma vez que o trabalho aqui desenvolvido procura ampliar resultados anteriores. A Tabela 1 mostra alguns dados extraídos de iniciativas anteriores:

Tabela 1: Taxa de serviço de atendimento

Fonte: Magalhães(2006)

	Distribuição	Mínimo	Médio	Máximo
Recepção	Triangular	1 min	3 min	5 min
Triagem Enfermeiro	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

De acordo com SOUZA JUNIOR (2007), 98% dos pacientes de alta complexidade são encaminhados para o setor de Trauma e 2% para o Repouso. Nos casos de média complexidade: 25% são encaminhados para o BOX, 23% para a Hipodermia e 52% para as Clínicas Especializadas. Para os pacientes de baixa

complexidade, 22% são encaminhados para Hipodermia e 78% para as Clínicas Especializadas.

Tabela 2: Distribuição da probabilidade dos tempos de atendimento em minutos.

Fonte: Souza Junior (2007)

Setor	Distribuição	Alpha	Beta
Trauma	Weibull	5,88	99,54
Repouso	Weibull	5,88	99,54
Box	Weibull	5,88	99,54
Hipodermia	Weibull	3,7	44,61
Clínicas Especializadas	Weibull	3,7	22,3

Existe um fluxo secundário no hospital de emergência que representa a mudança do paciente já admitido para outro setor, como por exemplo, do BOX para o Trauma, conforme é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Fluxo secundário de pacientes

Fonte: Souza Junior (2007)

De \ Para	Trauma	Repouso	Box	Hipodermia	Clínica Espe.	Saída Emergência
Trauma		3,48%	60,34%	6,90%		29,28%
Repouso						100%
Box	5%					95%
Hipodermia			18%		2%	76%
Clínica Espe.						100%

Estes dados descrevem o fluxo inicial do modelo a ser estudado a fim de que possa fazer melhorias no modelo e criar condições para aperfeiçoar o fluxo de pacientes de alta complexidade.

5.3 – Experimentos e Resultados

Os experimentos foram realizados no *software* Simul8, com tempo de simulação (*clock*) de 1440 minutos e *warm-up* de 200 minutos. Buscou-se equalizar o sistema de admissão para verificar o comportamento do fluxo de pacientes na área interna.

Para a escolha do número de replicações, é necessário analisar a variância e escolher a que tem o menor valor e com menor tempo computacional. Os valores obtidos são mostrados a seguir, na Tabela 4:

Tabela 4: Resultados obtidos por número de replicações

Número de replicações	Tempo de simulação (centésimos)
5	159
10	250
15	275
20	397
25	359
30	313
35	350
40	382
45	541
50	744
60	771
70	796
80	871
90	1075
100	1116

Escolheu-se o número de replicações 80, por considerar uma relação vantajosa entre o benefício e o tempo de processamento do modelo, pois cada experimento é preciso rodar várias vezes o sistema para analisá-lo.

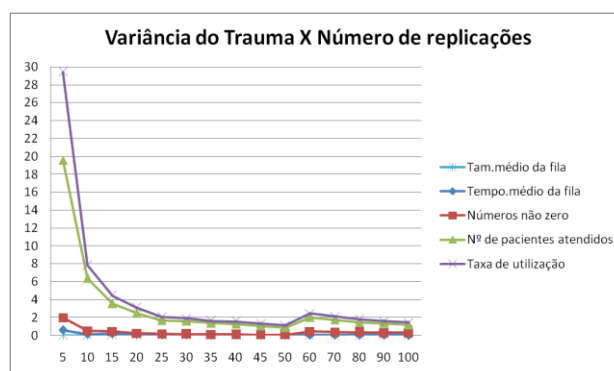


Gráfico1: Comportamento da variância das replicações no setor Trauma

À medida que o número de replicações aumenta, a variância do Trauma diminui, conforme é apresentado no gráfico 1, a partir de 70 replicações a variância estabiliza. Um comportamento semelhante ocorre no setor de Repouso.

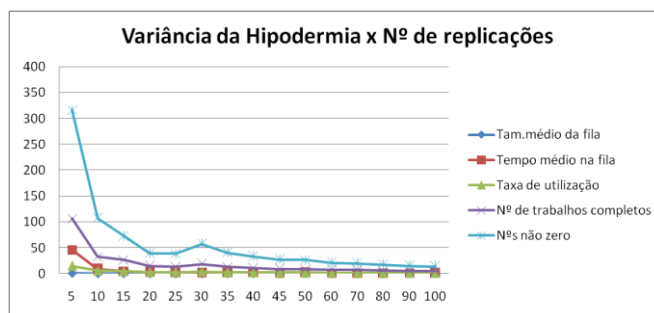


Gráfico 2: Comportamento da variância x nº de replicações no setor Hipodermia

No setor de Hipodermia, Gráfico 2, há uma estabilização da variância com o número de replicações mais rápido que os setores anteriores, quando número de replicações atinge 60.

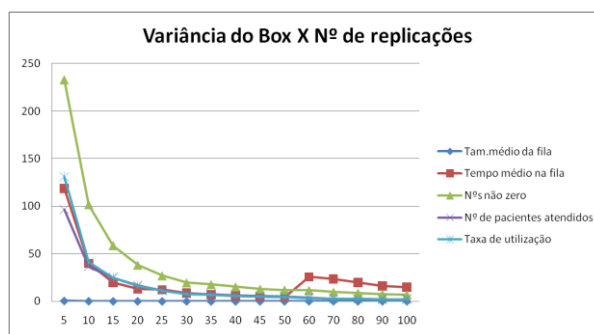


Gráfico 3: Comportamento da variância x nº de replicações no setor BOX

O Gráfico 3 mostra o desempenho da variância no setor BOX à medida que aumenta o número de replicações. Ao analisá-lo, é possível verificar que a estabilidade somente é atingida a partir de 80 replicações. Fez-se o mesmo experimento para o setor Clínicas Especializadas verificou-se que a partir de 80 replicações o sistema estabiliza-se.

Dessa forma, usa-se para realizar cada experimento 80 replicações no modelo inicial, porque neste valor todos os setores já se encontram estabilizados e, conforme mostra a tabela 4, o tempo de simulação é adequado para o estudo. Os experimentos são descritos a seguir:

Experimento 1: Capacidade do Sistema

Experimento 2: Redução da demanda dos pacientes provenientes de baixa complexidade.

Experimento 3: Redução da demanda dos pacientes de média complexidade.

Experimento 4: Aumento da demanda dos pacientes de alta complexidade.

5.3.1 –Experimento1: Capacidade do Sistema

Diante do modelo inicial, o objetivo deste primeiro experimento é verificar a capacidade máxima de atendimento da área interna para a configuração inicial de profissionais mostrada na Tabela 5.

Tabela 5: Quantidade e profissionais inicial

Setores	Quantidade de profissionais
Recepcionistas	2
Enfermeiros	8
Atendimento alta complexidade	2
Atendimento média complexidade	6
Atendimento baixa complexidade	8
Trauma	6
Repouso	1
Box	7
Hipodermia	6
Clínicas especializadas	9

Fonte: DE OLIVEIRA, M.J.F. *et. al* (2011:3)

Foram realizadas dez simulações cada uma com aumento de 10% em relação ao valor inicial chegando até 100% com o objetivo de verificar o comportamento do atendimento de serviço dos setores Trauma, Repouso, BOX, Hipodermia e Clínicas Especializadas.

Com isso, no decorrer do sistema, foi necessário equalizar o número de profissionais dos setores: recepção, triagem, atendimento alta complexidade, média complexidade e baixa complexidade, observando a premissa de que a taxa de utilização deveria ficar em torno de 80%. Isto foi necessário para que estas áreas não gerassem “gargalos” e impedisse a continuação do fluxo de pacientes.

A importância de realizar este experimento deve-se a situações como catástrofes naturais e humanas, como furações, enchentes, acidentes, ataques terroristas onde as pessoas não estão preparadas para receberem aumento de uma demanda de pacientes inesperadas.

Foram observados os parâmetros: tamanho médio da fila, tempo médio na fila (minutos), tempo máximo na fila (minutos), quantidade de pacientes atendidos e a taxa de utilização dos setores internos da emergência. A simulação teve como resultado:

Tabela 6: Resultado das simulações através do aumento de demanda

VARIACÃO DA DEMANDA		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
TRAUMA	Tamanho médio na fila	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
	Tempo médio na fila	0,45	0,54	0,61	0,72	0,76	0,68	0,69	0,75	0,66	0,77	1,22
	Tempo máximo na fila	4,13	4,89	5,51	6,39	6,87	6,81	7,49	8,16	7,73	8,53	10,82
REPOUSO	Tamanho médio na fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	1,49	1,60	1,66	1,72	1,76	1,74	1,58	1,65	1,22	1,54	1,66
	Tempo máximo na fila	2,61	2,77	2,85	2,92	2,98	2,87	2,36	2,60	2,96	3,70	3,84
HIPODERMIA	Tamanho médio na fila	1,05	1,85	3,38	6,72	12,65	20,56	29,73	39,06	49,93	58,61	68,33
	Tempo médio na fila	8,95	14,38	24,10	44,27	77,93	119,31	162,73	202,29	243,48	273,13	303,38
	Tempo máximo na fila	39,95	51,03	70,43	103,35	154,09	220,87	293,71	362,80	436,48	489,44	543,16
BOX	Tamanho médio na fila	0,85	1,34	2,05	3,27	4,86	6,68	8,98	11,29	14,15	16,52	19,28
	Tempo médio na fila	14,86	21,22	30,10	44,45	62,51	82,59	106,89	129,54	156,04	176,44	199,09
	Tempo máximo na fila	58,89	71,92	87,29	109,93	138,14	167,98	205,22	241,13	286,47	321,44	360,36
CLÍNICAS ESPECIALIZADAS	Tamanho médio na fila	0,73	1,74	6,41	29,34	60,99	92,10	124,43	156,41	192,70	221,56	253,64
	Tempo médio na fila	1,99	4,28	14,50	61,40	118,63	167,76	213,01	252,54	292,33	320,60	349,31
	Tempo máximo na fila	11,16	18,27	36,18	112,23	215,63	304,01	384,31	454,83	525,76	576,34	627,47

Através da Tabela 6, é possível notar que nos setores Trauma e Repouso não houve grandes alterações com o aumento da demanda, desta forma os pacientes ficam durante muito tempo esperando por atendimento. A capacidade de atendimento do setor Hipodermia limita-se a um acréscimo de até 30% da demanda inicial para que não haja filas enormes.

O setor BOX somente é possível aumentar em até 20% da demanda inicial sem haver grandes impactos no serviço. Após isto, o tempo de espera para receber atendimento torna-se insatisfatório. O setor de Clínicas Especializadas foi a área que teve maior procura por atendimento, pois os pacientes que utilizam este serviço representam 58,5% do total.

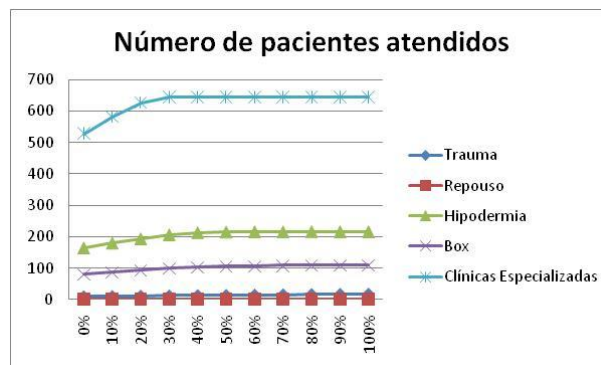


Gráfico 4: Quantidade de pacientes atendidos x aumento da demanda

O Gráfico 4, mostra que os setores de Clínicas Especializadas, Hipodermia e BOX, chegam a sua capacidade máxima de 644, 215 e 108 atendimentos por dia, respectivamente. Desta forma, vimos que mesmo aumentando a demanda, o número de atendimentos permanece o mesmo, já que existem os recursos humanos que são críticos e impedem a sejam atendidos mais pacientes. Nos setores de Trauma e Repouso não atingem a capacidade máxima à medida que aumenta a demanda, porém o tempo de espera atingido nos cenários torna-se inviável em situações reais.

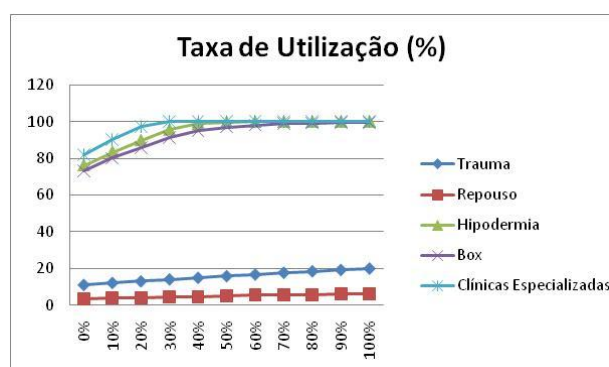


Gráfico 5: Taxa de utilização x Aumento de demanda

Através do Gráfico 5, verifica-se que nos setores de Clínicas Especializadas, Hipodermia e BOX há uma taxa de utilização acima de 90% para o cenário onde a demanda é 30% maior em relação à inicial. Porém, na realidade um profissional não consegue trabalhar todo o tempo de expediente, isto gera consequencia como, por exemplo, profissionais sobrecarregados. Os setores Trauma e Repouso conseguem manter uma taxa de utilização viável.

A partir do experimento sobre aumento de demanda, é possível concluir que nesta situação os pacientes que necessitam dos serviços de Trauma e Repouso têm dificuldade

em serem atendidos, mesmo assim a taxa de utilização permanece adequada. Nos setores de Clínicas Especializadas, Hipodermia e BOX em todos os parâmetros será recomendado redimensionar o número de profissionais para que haja um atendimento mais rápido.

5.3.2 – Experimento 2: Redução da demanda dos pacientes de baixa complexidade

Este experimento consiste em verificar de que forma os pacientes de baixa complexidade influenciam na demanda por serviço de emergência. Para alcançar esse objetivo, reduziu-se a demanda de baixa complexidade, pois estes, em geral, não necessitam de atendimento urgente e podem esperar, possibilitando a disponibilização de mais recursos para os pacientes de maiores complexidades.

Após a triagem, os pacientes de baixa complexidade vão para o setor intitulado como setor branco que representará o encaminhamento para outros atendimentos, como o ambulatório. Reduziu-se, gradualmente, em 5% a percentagem dos pacientes de baixa complexidade através da triagem e, ao mesmo tempo, aumentou-se na mesma proporção o setor branco até 75% que é o percentual que representa os pacientes de baixa complexidade. Como mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Configuração das simulações realizadas do experimento 2.

Simulação	Alta Complexidade	Média Complexidade	Baixa Complexidade	Saída Branca
1	1%	24%	75%	0%
2	1%	24%	70%	5%
3	1%	24%	65%	10%
4	1%	24%	60%	15%
5	1%	24%	55%	20%
6	1%	24%	50%	25%
7	1%	24%	45%	30%
8	1%	24%	40%	35%
9	1%	24%	35%	40%
10	1%	24%	30%	45%
11	1%	24%	25%	50%
12	1%	24%	20%	55%
13	1%	24%	15%	60%
14	1%	24%	10%	65%
15	1%	24%	5%	70%
16	1%	24%	0%	75%

Foram observados os parâmetros: tamanho médio da fila, tempo médio na fila (minutos), tempo máximo na fila (minutos), quantidade de pacientes atendidos e a taxa de utilização dos setores internos da emergência.

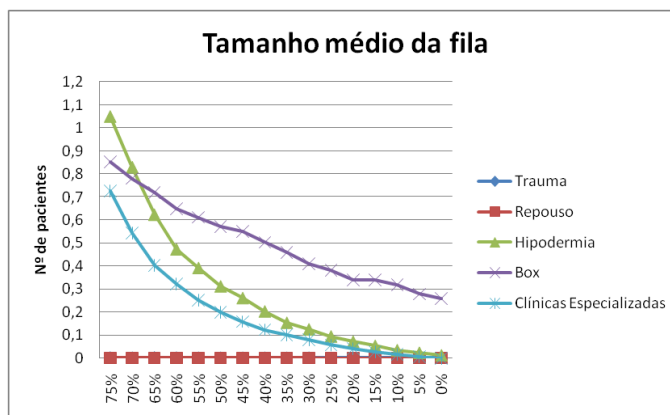


Gráfico 6: Tamanho médio da fila x redução dos pacientes de baixa complexidade

O Gráfico 6 mostra que os setores que mais sofreram com variação de demanda no experimento foram Clínicas Especializadas e Hipodermia onde há maior concentração desse tipo de paciente.

Em seguida, houve um impacto no setor BOX, pois apesar de não atender diretamente os pacientes de baixa complexidade, há fluxo secundário proveniente da Hipodermia.

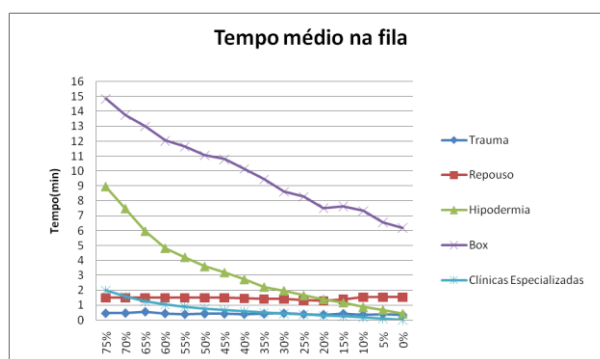


Gráfico 7: Tempo médio na fila x redução dos pacientes de baixa complexidade

No Gráfico 7, é possível verificar que os setores que mais sofreram influência decrescente em virtude do experimento foram: Hipodermia e BOX. Em Clínicas Especializadas não houve grande alteração no atendimento devido o tempo médio na fila inicial ter um valor baixo de 1,98 minutos. Os setores Trauma e Repouso não

sofreram impactos significativos, pois os pacientes de baixa complexidade não têm o perfil para serem atendidos nestes setores.

Tabela 8: Resultado do experimento 2 sobre o tamanho e tempo na fila.

	SAÍDA BRANCA	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%
TRAUMA	Tamanho médio na fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	0,45	0,46	0,55	0,44	0,39	0,42	0,41	0,39	0,41	0,45	0,39	0,37	0,42	0,36	0,40	0,35
	Tempo máximo na fila	4,13	4,04	4,25	3,74	3,52	3,89	3,64	3,52	3,68	3,96	3,47	3,49	3,91	3,29	3,33	2,95
REPOUSO	Tamanho médio na fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,46	1,41	1,41	1,32	1,30	1,39	1,53	1,53	1,53
	Tempo máximo na fila	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,52	2,35	2,35	2,10	1,78	1,90	2,19	2,19	2,19
HIPODERMIA	Tamanho médio na fila	1,05	0,83	0,62	0,47	0,39	0,31	0,26	0,20	0,15	0,13	0,10	0,07	0,05	0,04	0,02	0,01
	Tempo médio na fila	8,94	7,46	5,95	4,81	4,20	3,59	3,18	2,72	2,21	1,97	1,64	1,38	1,16	0,86	0,68	0,42
	Tempo máximo na fila	39,95	35,53	30,81	25,99	24,58	21,15	20,10	18,76	16,70	15,43	13,45	12,26	11,19	8,96	7,99	5,36
BOX	Tamanho médio na fila	0,85	0,78	0,72	0,65	0,61	0,57	0,55	0,50	0,46	0,41	0,38	0,34	0,34	0,32	0,28	0,26
	Tempo médio na fila	14,85	13,76	12,99	12,03	11,63	11,05	10,79	10,15	9,43	8,60	8,28	7,51	7,62	7,33	6,56	6,17
	Tempo máximo na fila	58,88	55,25	52,80	50,83	51,35	48,92	49,05	47,62	45,54	41,81	40,82	38,54	37,94	36,87	35,05	33,01
CLÍNICAS ESPECIALIZADAS	Tamanho médio na fila	0,73	0,54	0,40	0,32	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00
	Tempo médio na fila	1,99	1,57	1,24	1,05	0,89	0,76	0,66	0,57	0,50	0,43	0,36	0,30	0,24	0,18	0,10	0,00
	Tempo máximo na fila	11,15	9,85	8,34	7,33	6,84	6,30	5,97	5,40	4,95	4,79	4,28	3,96	3,45	3,12	2,56	0,23

A Tabela 8 concretiza a performance da atuação dos setores através da visão dos parâmetros tamanho médio, tempo médio e tempo máximo na fila quando a demanda de pacientes de baixa complexidade é reduzida gradualmente. Apresentando maior impacto nos setores como Hipodermia, Box e Clínicas Especializadas.

Os parâmetros número de pacientes atendidos e taxa de utilização mostram o desempenho dos setores na emergência. Como neste experimento o cenário inicial já estava equilibrado, as próximas simulações geradas resultaram na redução do uso dos serviços de emergência. A Tabela 9 mostra o comportamento deste sistema:

Tabela 9: Resultado do experimento 2 sobre número de atendimento e taxa de utilização

SAÍDA BRANCA		0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%
TRAUMA	Nº de pacientes atendidos	10,45	10,45	10,38	10,33	10,33	10,18	10,09	9,98	9,90	9,85	9,79	9,74	9,61	9,51	9,48	9,43
	Taxa de Utilização (%)	11,19	11,19	11,13	11,07	11,07	10,92	10,84	10,70	10,64	10,56	10,49	10,43	10,32	10,19	10,12	10,10
Repouso	Nº de pacientes atendidos	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,54
	Taxa de Utilização (%)	3,60	3,61	3,59	3,54	3,48	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46
Hipodermia	Nº de pacientes atendidos	164,03	156,31	147,61	138,60	130,33	122,45	114,90	106,31	97,61	89,56	81,68	73,25	65,14	57,40	49,25	41,59
	Taxa de Utilização (%)	76,14	72,55	68,43	64,33	60,47	56,78	53,22	49,28	45,32	41,53	37,86	34,01	30,24	26,65	22,75	19,37
BOX	Nº de pacientes atendidos	80,00	78,64	76,93	75,10	73,66	72,16	70,61	68,95	67,55	66,09	64,58	63,00	61,71	60,34	58,98	57,78
	Taxa de Utilização (%)	73,06	71,85	70,31	68,71	67,35	66,02	64,61	63,15	61,85	60,45	59,10	57,71	56,57	55,31	54,00	52,89
Clínicas Especializadas	Nº de pacientes atendidos	527,50	497,80	468,86	440,14	412,68	382,99	354,48	325,01	296,51	268,14	239,13	209,85	179,55	150,84	121,13	91,95
	Taxa de Utilização (%)	81,76	77,12	72,66	68,16	63,96	59,37	54,92	50,34	45,89	41,51	37,03	32,42	27,70	23,25	18,66	14,17

No experimento, é possível identificar que ao retirar os pacientes de baixa complexidade o número de pacientes atendidos dos setores Clínicas Especializadas e Hipodermia diminuiram 82% e 75%, respectivamente. O setor BOX quase não teve alteração, porque já estava trabalhando com capacidade alta de atendimento. Além disso, à maioria de seus pacientes apresentam média complexidade. O setor Trauma reduziu o número de pacientes em uma unidade e Repouso manteve o número inicial da simulação no experimento.

À medida que aumenta os pacientes sendo encaminhados para a Saída Branca há menos pacientes na emergência, logo a taxa de utilização dos profissionais envolvidos é reduzida. Os setores Clínicas Especializadas e Hipodermia passaram de 81%, 76% para 14% e 19%, respectivamente. O BOX como setor intermediário variou 21%. Trauma e Repouso permaneceram novamente estáveis variando 1,08% e 0,15%, respectivamente.

A partir do experimento da redução de pacientes de baixa complexidade, conclui-se que isto evita aglomerações na emergência, pois se reduziu 75% dos pacientes, proporcionando um melhor fluxo dos pacientes de média e alta complexidade já que estes não podem esperar muito tempo por atendimento.

Além disso, com os recursos humanos provenientes dos pacientes de baixa complexidade que ficaram ociosos será possível utilizá-los nas áreas onde os pacientes não conseguem esperar, dessa forma a emergência será capaz de ter respostas rápidas e eficientes melhorando o setor.

5.3.3 – Experimento 3: Redução da demanda dos pacientes de média complexidade

O experimento 3 tem como objetivo dar continuidade na redução de pacientes que não têm o perfil de paciente de alta complexidade. Este experimento consiste em transferir gradualmente em 3% a percentagem dos pacientes de média complexidade para outro setor no meio externo que no modelo foi intitulado como Setor Azul de modo que ao final do experimento sejam transferidos os 24% dos pacientes de média complexidade para o setor criado, como mostra a tabela 10.

A situação inicial representa a última simulação feita no experimento 2, ou seja, tendo como distribuição dos pacientes em: 1% alta complexidade, 24% média complexidade, 0% baixa complexidade e 75% setor branco.

Tabela 10: Configuração das simulações realizadas do experimento 3.

Simulação	Alta Complexidade	Média Complexidade	Baixa Complexidade	Setor Branco	Setor Azul
Sim1	1%	24%	0%	75%	0%
Sim2	1%	21%	0%	75%	3%
Sim3	1%	18%	0%	75%	6%
Sim4	1%	15%	0%	75%	9%
Sim5	1%	12%	0%	75%	12%
Sim6	1%	9%	0%	75%	15%
Sim7	1%	6%	0%	75%	18%
Sim8	1%	3%	0%	75%	21%
Sim9	1%	0%	0%	75%	24%

Os parâmetros analisados foram os mesmos dos experimentos anteriores a fim de que haja uma comparação entre os experimentos.

O parâmetro tamanho médio na fila mostra que o setor que mais sofreu alteração foi o BOX, devido este receber 25% dos pacientes de média complexidade e 18% provenientes da Hipodermia. Nas Clínicas Especializadas não houve variações significativas, pois à maioria dos pacientes são de baixa complexidade que já foram retirados no experimento anterior.

Tabela 11: Resultado do experimento 3 sobre o tamanho e tempo na fila.

Setor Azul		0%	3%	6%	9%	12%	15%	18%	21%	24%
TRAUMA	Tamanho médio na fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	0,35	0,24	0,36	0,30	0,26	0,23	0,10	0,10	0,05
	Tempo máximo na fila	2,95	2,12	2,95	2,54	1,98	1,62	0,94	0,87	0,49
REPOUSO	Tamanho médio na fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	1,53	0,80	1,76	0,96	1,04	0,40	0,23	0,96	0,77
	Tempo máximo na fila	2,19	0,82	2,73	2,03	2,25	0,80	0,45	2,26	1,79
HIPODERMIA	Tamanho médio na fila	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	0,42	0,34	0,29	0,20	0,17	0,14	0,11	0,05	0,00
	Tempo máximo na fila	5,36	4,74	3,76	2,85	2,26	1,67	1,21	0,26	0,00
BOX	Tamanho médio na fila	0,26	0,19	0,14	0,09	0,05	0,03	0,02	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	6,17	5,13	4,16	3,12	2,28	1,55	1,16	0,54	0,00
	Tempo máximo na fila	33,02	30,22	26,53	21,73	17,38	13,29	10,18	4,59	0,00
CLÍNICAS ESPECIALIZADAS	Tamanho médio na fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo máximo na fila	0,23	0,15	0,12	0,11	0,03	0,08	0,00	0,00	0,00

O parâmetro tempo médio na fila mostra que o setor BOX houve alterações significativas, alterando de seis minutos no primeiro cenário para atendimento imediato no último cenário. Todos os outros setores tenderam a zero minuto no tempo médio na fila. O mesmo comportamento acontece no parâmetro tempo máximo na fila.

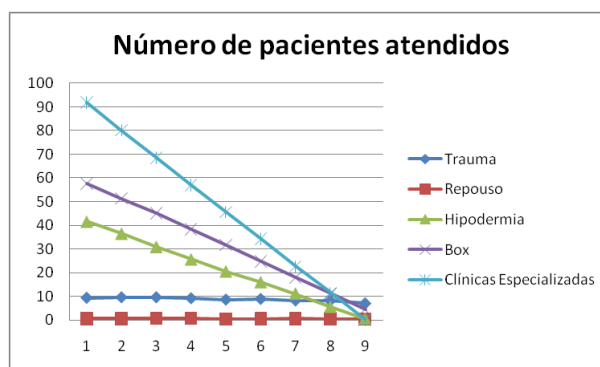


Gráfico 8: Número de pacientes atendidos x redução dos pacientes de média complexidade

O número de pacientes atendidos no Gráfico 8 mostra que diminui em todos os setores, entretanto a variação é mais sensível nos setores de, BOX e Hipodermia atendendo de 57; 41 para 4,3; 0,5 pacientes.

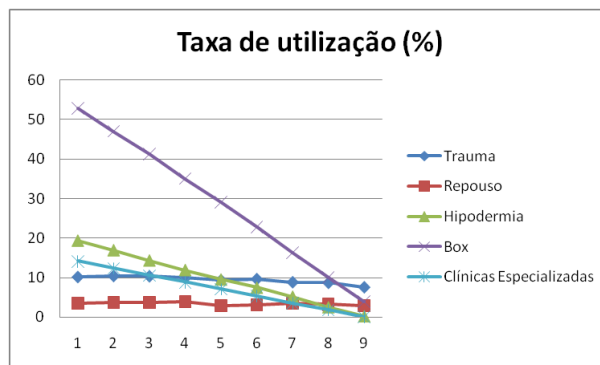


Gráfico 9: Taxa de utilização (%) x redução dos pacientes de média complexidade

O Gráfico 9 mostra a evolução da taxa de utilização no experimento que apresentava valores aceitáveis na primeira simulação, com os outros cenários os setores tornaram-se ociosos. Isto possibilita que os recursos excedentes possam ser deslocados para outros setores, principalmente, em casos como de catástrofes urbanas ou naturais. O sistema tornar-se-á mais eficiente no sentido de ter respostas rápidas para solucionar problemas.

5.3.4 – Experimento 4: Aumentar a demanda dos pacientes de alta complexidade

O Experimento 4 consiste em aumentar a demanda de pacientes de alta complexidade a partir do cenário construído nos experimentos anteriores, ou seja, sem os pacientes de média e baixa complexidade no sistema. Na simulação inicial, representa a distribuição dos pacientes: 1% alta complexidade, 0% Média Complexidade, 0% Baixa Complexidade, 99% Setor Cinza. Este último representa pacientes não admitidos na emergência estudada.

Durante o experimento há a transferência gradual em 3% dos pacientes do Setor Cinza para Alta Complexidade a fim de verificar a flexibilidade do sistema em atender nova demanda, porém com o mesmo número de profissionais utilizado do início do estudo. A Tabela 12 mostra as simulações realizadas no experimento.

Tabela 12: Configuração das simulações realizadas do experimento 4.

Simulação	Alta Complexidade	Medí Complexidade	Baixa Complexidade	Setor Branco	Setor Azul	Setor Cinza
1	1%	0%	0%	75%	24%	99,00%
2	4%	0%	0%	75%	24%	96,00%
3	7%	0%	0%	75%	24%	93,00%
4	10%	0%	0%	75%	24%	90,00%
5	13%	0%	0%	75%	24%	87,00%
6	16%	0%	0%	75%	24%	84,00%
7	19%	0%	0%	75%	24%	81,00%
8	22%	0%	0%	75%	24%	78,00%
9	25%	0%	0%	75%	24%	75,00%
10	28%	0%	0%	75%	24%	72,00%
11	31%	0%	0%	75%	24%	69,00%
12	34%	0%	0%	75%	24%	66,00%
13	37%	0%	0%	75%	24%	63,00%
14	40%	0%	0%	75%	24%	60,00%
15	43%	0%	0%	75%	24%	57,00%
16	46%	0%	0%	75%	24%	54,00%
17	49%	0%	0%	75%	24%	51,00%
18	52%	0%	0%	75%	24%	48,00%
19	55%	0%	0%	75%	24%	45,00%

Para dar prosseguimento à pesquisa, o experimento 4 utilizou os mesmos parâmetros dos anteriores para haver comparação entre eles. A realização do experimento trouxe resultados que são mostrados através do Gráfico 10 onde é possível verificar que o Trauma é o setor que mais cresceu, pois ele recebe 98% dos pacientes de alta complexidade, restando 2% para o Repouso. Na simulação seis, que representa 16% deste tipo de paciente, o sistema começa a ter “gargalo” no Trauma, porque ele é o principal setor de entrada no sistema neste experimento.

O parâmetro tempo médio na fila, mostrado na Tabela 13, ao atingir um aumento de 13% o sistema funciona de forma inadequada, gerando filas e tempo de espera longo, com tempo médio de 94min. O mesmo comportamento ocorre no parâmetro tempo máximo que é 186min na última simulação realizada do experimento.

Tabela 13:Resultado do experimento 4 sobre o tamanho e tempo na fila.

Simulação	TRAUMA			REPOUSO			HIPODERMIA			BOX			CLÍNICAS ESPECIALIZADAS		
	Tamanho médio na fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Tamanho médio na fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Tamanho médio na fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Tamanho médio na fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila	Tamanho médio na fila	Tempo médio na fila	Tempo máximo na fila
1	0,00	0,05	0,49	0,00	0,77	1,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
2	0,05	2,45	16,95	0,01	2,40	7,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	2,29	0,00	0,00	0
3	0,32	8,34	41,15	0,03	8,29	24,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,40	5,75	0,00	0,00	0
4	1,36	25,07	78,56	0,05	12,73	38,92	0,00	0,00	0,00	0,02	0,61	7,61	0,00	0,00	0
5	6,56	94,77	186,04	0,07	16,49	53,50	0,00	0,00	0,00	0,03	0,77	8,97	0,00	0,00	0
6	17,67	211,65	376,63	0,10	20,80	64,72	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,47	0,00	0,00	0
7	30,65	312,50	552,50	0,13	25,69	72,38	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,57	0,00	0,00	0
8	43,92	389,90	690,62	0,15	28,25	83,89	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,57	0,00	0,00	0
9	57,38	452,22	799,80	0,17	30,09	93,09	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,57	0,00	0,00	0
10	70,97	499,85	886,73	0,20	32,84	101,67	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,57	0,00	0,00	0
11	84,36	538,16	954,55	0,24	37,12	109,88	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,56	0,00	0,00	0
12	98,00	571,69	1013,59	0,27	38,77	119,53	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,58	0,00	0,00	0
13	111,55	598,07	1060,83	0,31	41,77	125,14	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,58	0,00	0,00	0
14	125,10	621,20	1100,97	0,36	45,81	134,27	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,58	0,00	0,00	0
15	138,97	640,56	1137,05	0,41	51,17	145,56	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,58	0,00	0,00	0
16	153,09	659,33	1171,44	0,46	55,30	156,73	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,58	0,00	0,00	0
17	167,07	674,80	1200,85	0,51	59,66	165,15	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,58	0,00	0,00	0
18	180,72	687,79	1225,11	0,57	65,04	174,69	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,65	0,00	0,00	0
19	194,04	699,15	1245,84	0,64	70,80	183,55	0,00	0,00	0,00	0,03	0,82	9,65	0,00	0,00	0

Em um cenário intermediário, como por exemplo, quando há a entrada de 25% de pacientes de alta complexidade, a tempo médio é 452 minutos e máximo de 799 minutos. Quando atinge 55% desse tipo de paciente entrando no sistema, o tempo médio atinge 699 minutos e máximo de 1245 minutos. É importante ressaltar, que no experimento não foi modificado o número de profissionais envolvidos, mantendo os valores da Tabela 5.

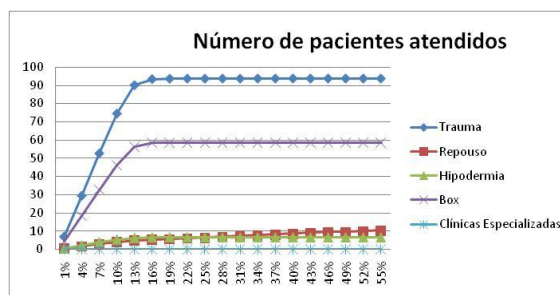


Gráfico 10: Número de pacientes atendido x aumento de pacientes de alta complexidade

O número de pacientes atendidos, apresentado no Gráfico 10, alcança a capacidade máxima para este experimento nos setores Trauma, Hipodermia, BOX com 96; 75; 58 pacientes por dia, respectivamente. O mesmo não acontece nos setores como Clínicas Especializadas e Hipodermia, pois o experimento não propicia a entrada do perfil destes pacientes na emergência. Isto traz como consequência a ociosidade dos

profissionais nestes setores que possivelmente poderão ser alocados para áreas críticas a fim de melhorar o fluxo de pacientes.

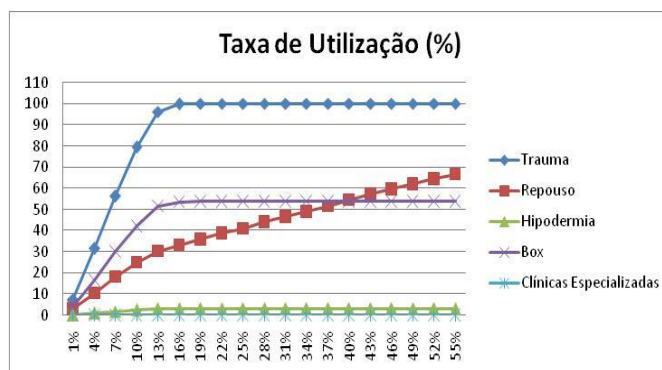


Gráfico 11: Taxa de utilização x aumento de pacientes de alta complexidade

No Gráfico 11, a taxa de utilização mostra onde foram utilizados os recursos com mais intensidade no experimento, como o Trauma que atinge acima de 90% no cenário que contém 13% dos pacientes de alta complexidade. No Repouso, há um aumento progressivo na taxa de utilização, apesar de mantê-las em níveis aceitáveis em todos os cenários.

Este modelo inicial confirma a hipótese de que grande parte dos pacientes de baixa complexidade e alguns casos de média complexidade devem utilizar outros serviços para receberem tratamento, tais como ambulatórios e Unidades de Pronto Atendimento (UPA) e há necessidade constante de observação no comportamento da demanda para que a emergência tenha ações de respostas através do dimensionamento de seus recursos. Dessa forma, a pesquisa dá continuidade através de um estudo de caso na emergência de hospital universitário do Estado do Rio de Janeiro.

CAPÍTULO 6 – MODELO DE EMERGÊNCIA REFERENCIADA

A proposta do modelo de emergência referenciada consiste em possibilitar a criação de uma unidade de atendimento para pacientes de alta complexidade, pois eles precisam de necessidades especiais como recursos e profissionais específicos. Este modelo auxiliará no dimensionamento de recursos adequado para um atendimento de qualidade. O estudo do fluxo de pacientes é possível verificar a capacidade de resposta do modelo em atender a uma demanda específica ou inesperada, como no caso de catástrofes naturais ou urbanas.

O capítulo anterior mostrou que a modelagem é ineficaz ao aumento de demanda de alta complexidade. Em vista disto, torna-se necessário criar um novo modelo a fim de melhorar o fluxo de pacientes. A proposta é utilizar novas tecnologias e novo *layout* a fim de que este seja adequado ao atendimento de pacientes em estudo.

O Hospital Universitário estudado foi objeto de estudo do grupo de pesquisa onde vários trabalhos identificaram uma série de problemas no fluxo de pacientes de emergência. O setor de emergência atendia a todos os tipos de pacientes, tinha como principais problemas enormes filas, profissionais sobrecarregados e corredores superlotados. A pesquisa resultou na proposta de um modelo de fluxo de pacientes que prezava a acessibilidade e a qualidade. Porém, a emergência passou por uma crise e teve que ser fechada.

Atualmente, a proposta é implementar uma emergência referenciada através da reorganização dos setores com prioridade para pacientes de alta complexidade. Isto ocorrerá através da reorganização dos setores a fim de tornar uma unidade de referência. O perfil dos atendimentos são pacientes que se encontram em estado grave, que resulta em uma necessidade de profissionais qualificados para melhor atendê-los com excelência.

O estudo tem como objetivo oferecer suporte no gerenciamento de leitos na tomada de decisão para esta emergência quanto aos assuntos relacionados a quantidade de leitos e a sua capacidade de atendimento. Os dados foram obtidos através de estudos anteriores e por entrevistas com profissionais da área que foram imprescindíveis para a realização dos experimentos. A utilização desse método de obtenção de dados ocorreu devido haver poucas informações, pois a emergência está fechada. Logo, a pesquisa torna-se relevante no sentido de apoiar a tomada de decisão na estrutura conforme a expectativa de demanda.

A admissão na emergência referenciada inicia-se através da comunicação com o setor de regulação que é responsável pelo controle dos leitos e pela verificação da entrada de pacientes com o perfil de alta complexidade. O setor de regulação funciona como um “filtro”, e caso o paciente não tenha o perfil, ele será encaminhado para outra unidade de saúde.

O modelo criado, considerou que existem alguns casos de média e baixa complexidade, pois há casos em que estes devem ser atendidos imediatamente. Este capítulo apresentará o fluxo do processo, os dados e a simulação feita.

6.1 –Modelagem

A nova emergência referenciada tem como objetivo atender os pacientes, principalmente, de alta complexidade. Neste contexto, devido a mudança do perfil da demanda houve necessidade de extinguir o setor Clínicas Especializadas. A retirada deste setor deve-se ao fato de que os pacientes lá atendidos poderiam ser encaminhados para ambulatórios ou para UPAs (Unidades de Pronto Atendimento) permitindo que os profissionais que estavam no setor fossem transferidos para áreas críticas da emergência, como BOX e UPG.

Os setores da emergência são a Unidade de Paciente Graves (UPG), a Sala de Reanimação, o Isolamento, o BOX e a Hipodermia. O fluxo foi obtido através de entrevistas com profissionais da área de emergência do hospital em estudo, mostrado na Figura 7.

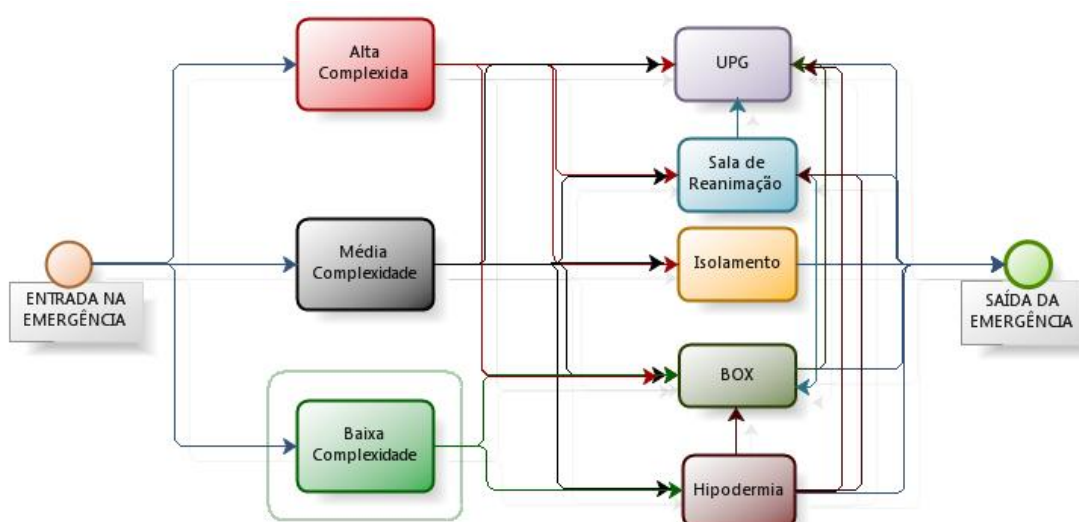


Figura 7: Fluxo de pacientes da emergência referenciada.

A UPG atende pacientes em estado grave sendo uma unidade semelhante ao Trauma do modelo atual, descrito no capítulo 5. A Sala de Reanimação recebe pacientes com estado clínico bastante instável, o tempo de estada nos leitos é curto. Os pacientes permanecem neste setor por até duas horas, sendo transferidos para a UPG ou para a saída da emergência.

O Isolamento atende pacientes com doenças contagiosas. O setor BOX recebe pacientes de alta, média e baixa complexidade, apresentando o mesmo perfil de atendimento do modelo atual. Há um fluxo intenso neste setor, tabela 14 e 15, tornando-o crítico para o bom funcionamento do sistema. A Hipodermia recebe os pacientes de média e baixa complexidade. Este não é um setor crítico no modelo e o tempo de estada é curto proporcionando maior rotatividade no setor.

A proposta no novo projeto de emergência referenciada é atender ao perfil da demanda esperada configurada da seguinte maneira: 75% pacientes de alta complexidade, 24% de média complexidade e 1% de baixa complexidade. Este perfil direciona para o atendimento de pacientes com situação crítica de saúde.

6.2 – Coleta de Dados

Após desenhar o fluxo de pacientes, o próximo passo é coletar os dados que serão inseridos no programa para fazer simulações. Com isso será possível gerar os primeiros resultados e analisar o comportamento do ambiente virtual, para identificar “gargalos” e sugerir melhorias.

Como a emergência do Hospital Universitário em estudo está fechada, devido a mudança de conceito e de perfil de emergência que será implantada. A coleta de dados ocorreu por meio de entrevista estruturada com profissional da área e estudos anteriores feitos no mesmo hospital.

Como o perfil de atendimento de pacientes é direcionado para pacientes classificados como alta complexidade, a expectativa do fluxo principal e secundário esperado é mostrado nas tabelas 14 e 15, abaixo.

Tabela 14: Fluxo principal de pacientes

De \ Para	Reanimação	UPG	Box	Hipodermia	Isolamento
Alta Complexidade	30%	20%	49%		1%
Média Complexidade	2%	6%	20%	71%	1%
Baixa Complexidade			10%	90%	

Diante da Tabela 14, é possível verificar que o setor com maior fluxo de pacientes é o BOX, pois todos os graus de complexidades o influenciam, resultando 41,65% da demanda total. Logo, mesmo sendo um setor de média complexidade, ele é uma área crítica para o modelo.

Tabela 15: Fluxo secundário de pacientes

De \ Para	UPG	Reanimação	Box	Hipodermia	Isolamento	Saída Emergência
UPG			5%			95%
Reanimação	50%		25%			25%
Box	5%					95%
Hipodermia	1%	2%	20%			77%
Isolamento						100%

A Tabela 15 confirma que há novamente um fluxo direcionado para o setor BOX, pois os pacientes que melhoram sua situação vão para este setor, o mesmo acontece com os pacientes de baixa complexidade que pioram também vão para o setor BOX.

Tabela 16: Número de leitos nos setores da Emergência

Setor	Número de leitos
UPG	6
Reanimação	2
BOX	12
Isolamento	1
Hipodermia	8

Os dados para a simulação foram obtidos através de entrevista com profissional da área de vasta experiência e um dos idealizadores do projeto, que informou a proposta do número de leitos, na Tabela 16, e o tempo de estada do paciente, como a emergência ainda não foi aberta, logo não existem dados dos prontuários a distribuição utilizada foi a triangular e a média, mostrado na Tabela 17. A demanda esperada é de 9100 pacientes no período simulado de três meses, o que representa uma média de 100 pacientes/dia.

Tabela 17: Tempo de estada nos setores da Emergência

Setor	Tempo de Estada (minutos)		
	mínimo	médio	máximo
UPG	120	720	1440
Reanimação	10	40	120
BOX	720	4320	7200
Isolamento	60	720	2880
Hipodermia	30	240	1440

6.3 – Experimentos, Resultados realizados e validação

Para os experimentos do modelo de emergência referenciada foi realizado um estudo sobre o dimensionamento de leitos, com tempo de simulação (*clock*) de 131040 minutos o que corresponde a um período de três meses. Foi utilizado o período de aquecimento (*warm-up*) de 500 minutos para que fosse atingido o equilíbrio. Os experimentos são descritos a seguir:

Experimento 1: Variação da demanda para todo o serviço.

Experimento 2: Variação do número de pacientes de alta complexidade.

Experimento 3: Dimensionamento do setor BOX.

Experimento 4: Dimensionamento do setor UPG.

As medidas de desempenho utilizadas são: tamanho médio da fila, tempo médio e máximo na fila (minutos), número de pacientes atendidos e taxa de utilização (%). Os fatores considerados importantes são: demanda, quantidade de leitos e tempo de estada.

6.3.1 – Experimento 1: Variação da demanda para todo o serviço.

Este experimento foi realizado para verificar a capacidade e identificar os setores críticos do modelo. Desta forma, reduziu-se a demanda gradualmente em 10% em relação ao valor inicial de 9100 pacientes no período de 101340 minutos até o valor de 2730 pacientes no mesmo período. Neste experimento houve duas vertentes, a primeira com a utilização da distribuição triangular dada na Tabela 17 e a segunda com a média dessa distribuição nos setores.

6.3.1.1 – Redução da demanda utilizando a distribuição triangular

Os resultados fornecidos pelo simulador mostram que tanto o tamanho médio como o tempo médio na fila ao longo do período, no Gráfico 12, reduzem com a variação da demanda. Porém, cada setor tem diferentes níveis de sensibilidade a mudanças. Percebe-se que os setores BOX e UPG são os mais críticos, devido apresentarem valores altos de tamanho médio e tempo médio na fila, conseguindo melhor cenários quando a demanda representa 30% em relação à inicial. O tempo máximo na fila apresenta o comportamento semelhante ao tempo médio.

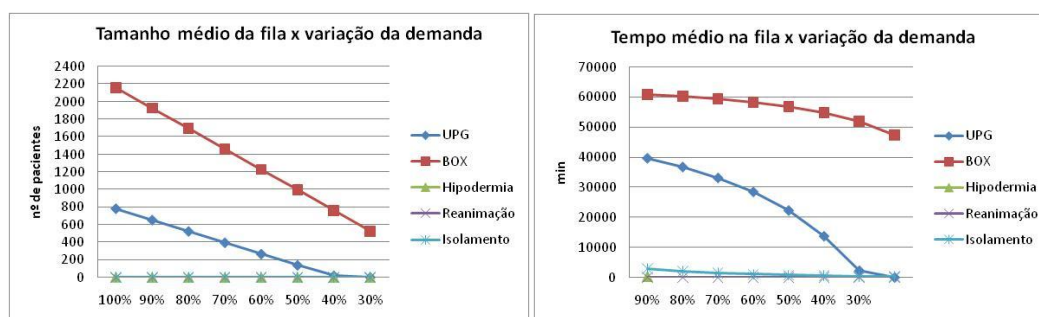


Gráfico 12: Tamanho e tempo de estada médio na fila

Os parâmetros Taxa de Utilização e Número de pacientes atendidos confirmam o comportamento através dos resultados da Tabela 18. Os setores BOX e UPG continuam sendo os mais críticos atuando na capacidade máxima durante vários experimentos. Isto é identificado a partir da redução da demanda e a manutenção do número de pacientes atendidos e da taxa de utilização no período estabelecido, ou seja, a percentagem de tempo que o leito ficou ocupado.

Tabela 18: Número de pacientes atendidos e Taxa de Utilização (%)

Variação da demanda		100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%
UPG	Nº de pacientes atendidos	1034,54	1034,41	1034,23	1033,95	1033,54	1032,48	1017,32	790,76
	Taxa de Utilização	100,00	100,00	99,99	99,98	99,96	99,88	98,43	76,50
REANIMAÇÃO	Nº de pacientes atendidos	2124,73	1911,99	1700,32	1487,16	1274,58	1062,36	851,69	639,14
	Taxa de Utilização (%)	45,97	41,37	36,78	32,17	27,58	22,99	18,43	13,84
BOX	Nº de pacientes atendidos	380,55	380,50	380,40	380,32	380,15	379,97	379,73	379,32
	Taxa de Utilização(%)	100,00	100,00	100,00	99,99	99,98	99,96	99,92	99,83
HIPODERMIA	Nº de pacientes atendidos	1628,94	1467,74	1305,24	1141,70	978,04	814,64	649,83	486,80
	Taxa de Utilização(%)	88,67	79,90	71,04	62,17	53,27	44,40	35,42	26,56
ISOLAMENTO	Nº de pacientes atendidos	86,92	78,86	70,57	62,13	53,30	44,46	35,80	26,75
	Taxa de Utilização(%)	80,90	73,54	65,82	57,96	49,67	41,47	33,46	25,11

6.3.1.2 - Redução da demanda utilizando a média da distribuição triangular

Neste experimento foi utilizado a média distribuição triangular para verificar se havia grande diferença nos resultados entre este e o anterior. O Gráfico 13 mostra que os parâmetros tamanho médio e tempo médio há o mesmo comportamento do experimento 6.3.1.1, ou seja, a UPG e o BOX são os setores críticos do sistema.

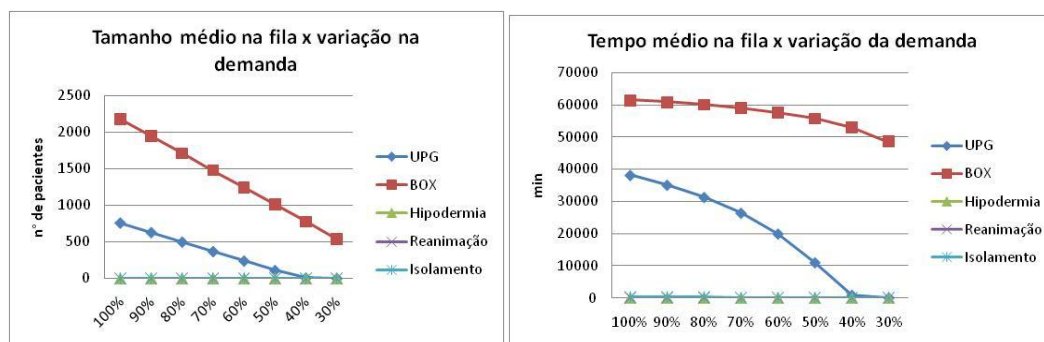


Gráfico 13: Tamanho médio e tempo médio na fila utilizando a média

O número de pacientes atendidos e a taxa de utilização, na Tabela 19, confirmam mais uma vez que os setores UPG e BOX são os “gargalos”. Eles mantêm sua capacidade máxima até a utilização de 60% da demanda em relação à inicial e com alta taxa de utilização. Apesar do setor Reanimação não apresentar elevadas taxas de utilização, é interessante deixar ocioso este setor, pois os pacientes que são atendidos neste serviço necessitam de atendimento imediato.

Tabela 19: Número de pacientes atendidos e Taxa de Utilização (%)

Variação da demanda		100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%
UPG	Número de pacientes atendidos	1091,28	1091,14	1090,96	1090,67	1090,07	1088,66	1039,34	790,27
	Taxa de Utilização	100,00	100,00	99,99	99,98	99,95	99,85	95,37	72,54
REANIMAÇÃO	Número de pacientes atendidos	2124,68	1912,12	1700,38	1487,15	1274,57	1062,32	851,75	639,15
	Taxa de Utilização	32,45	29,19	25,96	22,70	19,46	16,21	13,00	9,75
BOX	Número de pacientes atendidos	359,41	359,37	359,27	359,14	359,00	358,83	358,62	358,17
	Taxa de Utilização	100,00	100,00	100,00	99,99	99,98	99,96	99,92	99,83
HIPODERMIA	Número de pacientes atendidos	1633,48	1470,87	1307,47	1143,25	979,22	815,70	650,71	487,58
	Taxa de Utilização	37,40	33,68	29,93	26,18	22,42	18,68	14,90	11,16
ISOLAMENTO	Número de pacientes atendidos	89,22	80,21	71,53	62,76	53,70	44,80	36,02	26,94
	Taxa de Utilização	49,29	44,34	39,55	34,71	29,72	24,77	19,85	14,86

Como se pode observar que não há grande diferença entre os experimentos e os comportamentos dos parâmetros são similares. Desta forma, para a realização dos

experimentos a seguir escolheu-se utilizar a média da distribuição triangular devido haver ampla disparidade entre o valor mínimo e máximo.

Nos experimentos sobre variação de demanda, é possível identificar o desequilíbrio da demanda com a oferta de serviços. A estabilidade deve ocorrer em virtude das seguintes ações: variação da demanda de alta complexidade, dimensionamento do número de leitos dos setores críticos, variação do tempo de estada e a combinação das duas últimas ações.

6.3.2 - Variação do número de pacientes de alta complexidade

Os pacientes de alta complexidade na emergência referenciada representam 75% da demanda. Porém, isto é um valor alto para a oferta de leitos configurada inicialmente. Este experimento consiste em retirar em 5% os pacientes de alta complexidade a cada simulação transferindo-os para uma saída alternativa intitulada como “Setor Azul”. A última simulação foi a retirada de 35% da demanda por alta complexidade. A porcentagem de cada setor ao longo das simulações é apresentada na Tabela 20.

Tabela 20: Simulações do Experimento

Simulação	Sim1	Sim2	Sim3	Sim4	Sim5	Sim6	Sim7	Sim8
Alta Complexidade	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%
Média Complexidade	24%	24%	24%	24%	24%	24%	24%	24%
Baixa Complexidade	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Saída AZUL	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%

De acordo com os valores das simulações na Tabela 21, a redução dos pacientes de alta complexidade melhorou os setores críticos do Sistema. Apesar de não haver significativo decréscimo nos parâmetros Taxa de Utilização e Número de pacientes atendidos, houve atenuação no tamanho médio da fila e o tempo de espera para ser atendido à medida que a “Saída Azul” aumentava, este setor representa uma alternativa de atendimento fora da emergência referenciada, como o encaminhamento do paciente para outra unidade antes de ser admitido na emergência em estudo.

Os setores que atendem principalmente pacientes de média e baixa complexidade não houve grandes alterações, pois a demanda continuava a mesma em todos os cenários dos experimentos, as variações que ocorreram deve-se ao fluxo secundário

quando um paciente já admitido na emergência é transferido para outro setor dentro da mesma.

Tabela 21: Resultado das Simulações

Redução da demanda de alta complexidade		0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%
UPG	Tamanho médio da fila	755,63	674,43	594,23	513,88	434,86	354,93	275,91	195,31
	Tempo médio na fila	38179,33	36308,23	34227,74	31830,36	29090,30	25860,75	22046,15	17293,53
	Tempo máximo na fila	76030,74	72351,02	68249,51	63515,40	58066,17	51570,57	43914,95	34452,26
	Nº de pacientes atendidos	1091,28	1091,24	1091,17	1090,98	1090,72	1090,54	1090,13	1089,63
	Taxa de Utilização (%)	100,00	100,00	100,00	99,99	99,99	99,98	99,96	99,93
REANIMAÇÃO	Tamanho médio da fila	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	0,96	0,83	0,71	0,60	0,52	0,42	0,37	0,29
	Tempo máximo na fila	42,37	39,84	37,57	35,83	34,77	33,15	31,98	29,83
	Nº de pacientes atendidos	2124,68	1985,18	1850,50	1713,27	1579,64	1443,29	1307,01	1169,04
	Taxa de Utilização (%)	32,45	30,31	28,25	26,15	24,11	22,03	19,95	17,85
BOX	Tamanho médio da fila	2176,85	2046,73	1918,24	1788,42	1659,40	1530,60	1401,14	1272,26
	Tempo médio na fila	61404,98	61073,14	60703,30	60275,39	59796,59	59227,56	58530,35	57732,87
	Tempo máximo na fila	120822,33	120210,70	119511,11	118726,86	117869,60	116876,03	115701,93	114350,38
	Nº de pacientes atendidos	359,41	359,37	359,32	359,26	359,22	359,17	359,13	359,04
	Taxa de Utilização (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,99	99,99	99,98
HIPODERMIA	Tamanho médio da fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	0,13	0,14	0,13	0,13	0,12	0,13	0,14	0,14
	Tempo máximo na fila	56,23	56,66	53,90	53,98	54,77	56,07	54,73	57,16
	Nº de pacientes atendidos	1633,48	1635,21	1635,40	1632,74	1631,22	1630,25	1629,90	1628,97
	Taxa de Utilização (%)	37,40	37,44	37,45	37,38	37,35	37,33	37,32	37,30
ISOLAMENTO	Tamanho médio da fila	0,25	0,22	0,18	0,17	0,13	0,11	0,09	0,08
	Tempo médio na fila	353,76	324,26	290,52	277,06	233,98	218,66	192,88	170,25
	Tempo máximo na fila	2153,76	2087,52	1912,93	1876,85	1697,63	1617,06	1469,69	1335,70
	Nº de pacientes atendidos	89,22	85,15	80,20	77,46	71,57	67,03	62,78	57,76
	Taxa de Utilização (%)	49,29	47,06	44,28	42,82	39,53	37,05	34,72	31,97

Conforme mencionado, os setores mais problemáticos são BOX e UPG. Por isso, para retirar o “gargalo” destas áreas, há um estudo para cada setor a fim de identificar os problemas e a melhor forma de configurar cada setor crítico.

6.3.3 – Dimensionamento do setor BOX

Para evitar mudanças drásticas no modelo, em primeiro lugar é feito o dimensionamento do número de leitos no BOX sem modificar as outras variáveis, em seguida, faz-se a variação do tempo de estada para verificar a sensibilidade a fim de procurar o equilíbrio.

6.3.3.1 – Dimensionamento do número de leitos do BOX

Os resultados mostrados na Tabela 22 demonstram que conforme aumenta o número de leitos no BOX os cenários melhoram. O sistema é pouco flexível, pois mesmo acrescentando até cinco vezes mais o número de leitos o tamanho, o tempo médio e máximo não reduzem na mesma proporção.

Há pouca alteração nos outros setores, já que somente foi modificado o setor BOX. É possível identificar que o acréscimo de pacientes na UPG, isto ocorre devido ao fluxo secundário do BOX.

Tabela 22: Tamanho médio, Tempo médio e máximo na fila em todos os setores

Número de leitos no BOX		12	18	24	30	36	42	48	54	60
UPG	Tamanho médio da fila	755,63	760,09	764,48	768,84	773,22	777,60	781,95	786,30	790,64
	Tempo médio na fila	38179,33	38274,66	38364,72	38453,54	38540,09	38625,04	38708,33	38789,77	38870,33
	Tempo máximo na fila	76030,74	76235,80	76416,66	76595,35	76769,47	76937,17	77111,10	77285,28	77464,14
REANIMAÇÃO	Tamanho médio da fila	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Tempo médio na fila	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
	Tempo máximo na fila	42,37	42,37	42,37	42,37	42,37	42,37	42,37	42,37	42,37
BOX	Tamanho médio da fila	2176,85	2082,56	1988,52	1894,68	1801,07	1707,75	1614,71	1521,94	1429,41
	Tempo médio na fila	61404,98	58593,78	55651,82	52808,07	50075,23	47403,63	44790,08	42174,26	39603,15
	Tempo máximo na fila	120822,33	115731,44	110649,88	105523,47	100448,16	95309,34	90165,87	85072,43	79963,96
HIPODERMIA	Tamanho médio da fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	Tempo máximo na fila	56,23	56,23	56,23	56,23	56,23	56,23	56,23	56,23	56,23
ISOLAMENTO	Tamanho médio da fila	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	Tempo médio na fila	353,76	353,76	353,76	353,76	353,76	353,76	353,76	353,76	353,76
	Tempo máximo na fila	2153,76	2153,76	2153,76	2153,76	2153,76	2153,76	2153,76	2153,76	2153,76

À medida que o número de leitos aumenta, há mais pacientes sendo atendidos que podem ir para a UPG ou sair da emergência referenciada. Isto mostra a intensidade do serviço BOX influenciar a UPG.

O Gráfico 13 demonstra que mesmo aumentando a capacidade do BOX, mantendo a demanda inicial, a taxa de utilização (%) dos leitos mantém-se alta, ou seja, o que realmente melhorou com este experimento foi o tamanho e o tempo na fila.

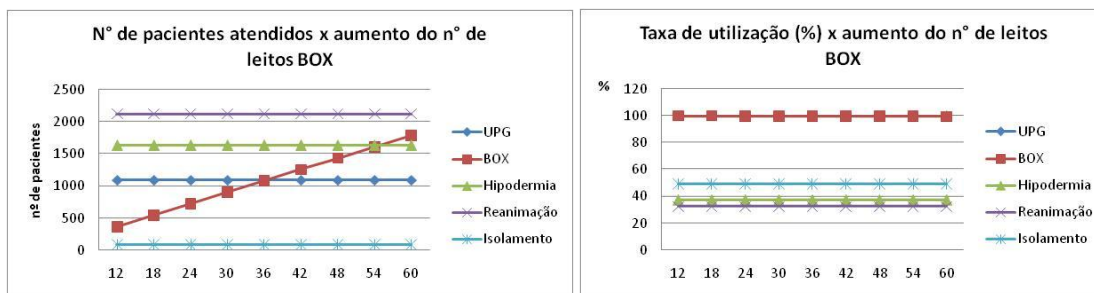


Gráfico 13: Número de pacientes atendidos e Taxa de Utilização no BOX

Este experimento mostrou que o aumento do número de leitos no BOX é pouco sensível ao equilíbrio do sistema. Isto se deve ao tempo de estada que sendo de 4320 minutos evita sejam atendidos mais pacientes em um determinado período.

6.3.3.2 – Variação do tempo de estada no BOX

Devido não haver ganhos significativos com o aumento de leitos, procurou-se a cada simulação reduzir gradualmente o tempo médio de estada em 720 minutos para verificar se o sistema era mais sensível com a mudança deste fator, a última simulação representa o tempo mínimo necessário para realizar o atendimento sem comprometer com o nível de qualidade do atendimento. Foram utilizados 60 leitos para o BOX para realizar as simulações.

A Tabela 23 mostra que no cenário de 1440 minutos o sistema atinge o equilíbrio, ou seja, o serviço irá funcionar de maneira que não haja enormes filas e haja um intervalo entre pacientes.

Tabela 23: Variação do Tempo de Estada no BOX

Tempo de Estada (min)	4320	3600	2880	2160	1440	720
Tamanho médio da fila	1429,41	1248,66	977,50	525,64	0,18	0
Tempo médio na fila	39603,15	34645,27	27165,98	14628,47	4,96	0
Tempo máximo na fila	79963,96	69888,02	54722,85	29469,25	240,36	0
Nº de pacientes atendidos	1786,40	2148,81	2693,16	3600,51	4664,47	4690,14
Taxa de Utilização (%)	99,66	99,66	99,66	99,65	85,83	43,02

O resultado do experimento mostrou que a variação no tempo de estada é mais sensível do que o número de leitos, tornando o setor mais dinâmico através da rotatividade de pacientes.

6.3.3.3 – Cenários com variação número de leitos e tempo de estada

Fez-se a simulação para os seguintes tempos médio de estada (minutos): 4230, 2880, 1440, 720 e 360, mantendo os valores iniciais para os outros setores. Para a quantidade de leitos utilizou-se: 12, 24 e 36.

Tabela 24: Variação do Tempo de Estada no BOX com 12 leitos

Tempo de Estada (min)	4320	2880	1440	720	360
Tamanho médio da fila	2176,85	2085,41	1811,03	1262,82	169,65
Tempo médio na fila	61404,98	58560,19	50606,11	35199,00	4725,08
Tempo máximo na fila	120822,33	115810,14	100740,25	70288,01	9481,00
Nº de pacientes atendidos	359,41	542,03	1089,41	2182,42	4364,13
Taxa de Utilização (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	99,93

Na Tabela 24, é possível identificar melhoras no setor BOX. Entretanto, ainda não é factível com a realidade, o tempo médio na fila continua alto, mesmo aumentando a capacidade do setor quando o tempo de estada varia. Nestes cenários, somente, foi possível reduzir a fila, maseles não estariam preparados para uma variação positiva da demanda.

Tabela 25: Variação do Tempo de Estada no BOX com 24 leitos

Tempo de Estada (min)	4320	2880	1440	720	360
Tamanho médio da fila	1988,52	1806,06	1259,32	168,74	0
Tempo médio na fila	55651,82	50443,31	35109,96	4700,18	0
Tempo máximo na fila	110649,88	100593,39	70184,08	9465,88	2,28
Nº de pacientes atendidos	718,25	1082,36	2174,00	4357,18	4699,74
Taxa de Utilização (%)	99,97	99,97	99,97	99,90	53,81

Na Tabela 25, pode-se concluir que os cenários conseguem aumentar o número de atendimento, chegando a uma situação ideal, ou seja, tamanho e tempo na fila mínimo e uma taxa de utilização que tenha uma “folga” para a troca de pacientes e limpeza do leito é o cenário com tempo de estada é de 360 minutos.

Tabela 26: Variação do Tempo de Estada no BOX com 36 leitos

Tempo de Estada (min)	4320	2880	1440	720	360
Tamanho médio da fila	1801,07	1528,35	710,53	0,01	0
Tempo médio na fila	50075,23	42523,46	19791,95	0,18	0
Tempo máximo na fila	100448,16	85249,51	39679,23	74,65	0
Nº de pacientes atendidos	1075,36	1620,50	3257,59	4690,14	4699,74
Taxa de Utilização (%)	99,88	99,88	99,88	71,71	35,87

Na última etapa do experimento, apresentada na Tabela 26, foram utilizados 36 leitos no setor BOX para estudar o impacto da variação do tempo de estada. Os cenários mais adequados ao setor para esta quantidade de leitos é 720 minutos e 360 minutos.

Em todos os cenários deste experimento, os setores UPG, Reanimação, Hipodermia e Isolamento não houve expressivas mudanças. A UPG foi a que mais sofreu com os experimentos relacionados ao BOX, pois à medida que melhora o BOX os pacientes recebem autorização para irem para a UPG ou saída da emergência.

Dentre os cenários do experimento de dimensionamento de leitos do BOX, a simulação 24 leitos com 360 minutos de tempo de estada foi escolhida para dar continuidade ao estudo, pois apresenta maior vantagem custo-benefício em relação aos dois últimos cenários com 36 leitos.

6.3.4 – Dimensionamento do setor UPG

A UPG é um setor crítico do modelo por apresentar elevada demanda em relação ao total. Há duas formas de ser admitido no setor na entrada da emergência ou através de transferências provenientes de outros setores como BOX, Reanimação e Hipodermia.

Tendo dimensionado o setor BOX, a próxima etapa é equilibrar outro setor crítico: a UPG. Assim, buscou-se aumentar o número de leitos analisando os parâmetros: tamanho, tempo médio e máximo na fila, número de pacientes atendidos no período e taxa de utilização.

6.3.4.1 – Dimensionamento do número de leitos da UPG

O Gráfico 14, mostra que a variação na quantidade de leitos é bastante sensível ao sistema até 18 leitos, a partir deste valor não há mudanças relevantes no setor. Os outros setores permanecem estáveis em todos os cenários. No BOX devido ao pequeno fluxo

secundário da UPG para o BOX, há um aumento insignificante no tamanho e tempo na fila.

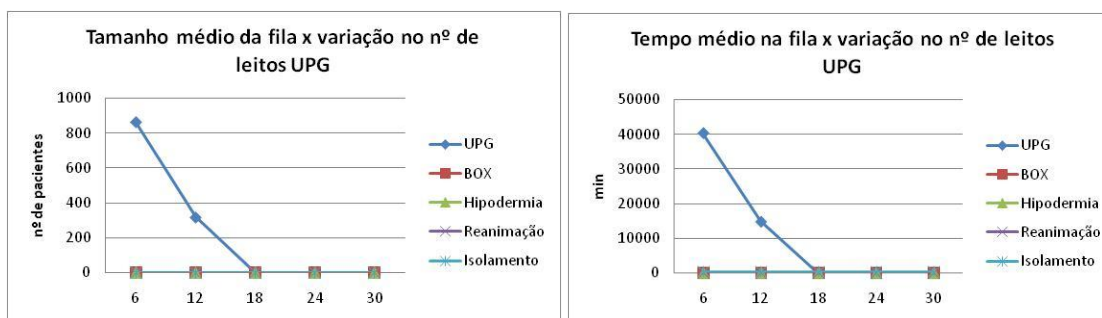


Gráfico 14: Tamanho e tempo médio na fila na UPG

A Tabela 27 mostra o acréscimo da capacidade de leitos a cada cenário até o valor máximo de 2812 atendimentos no período, com 24 leitos. A partir desta quantidade somente há melhorias no que se refere ao tamanho da fila, ao tempo na fila e a taxa de utilização.

Tabela 27: Variação do número de leitos na UPG

Quantidade de leitos na UPG		6	12	18	24	30
UPG	Nº de pacientes atendidos	1091,30	2180,11	2810,93	2811,86	2811,87
	Taxa de Utilização (%)	100,00	99,96	85,95	64,48	51,58
REANIMAÇÃO	Nº de pacientes atendidos	2124,68	2124,68	2124,68	2124,68	2124,68
	Taxa de Utilização (%)	32,45	32,45	32,45	32,45	32,45
BOX	Nº de pacientes atendidos	4699,74	4753,83	4785,28	4785,34	4785,34
	Taxa de Utilização (%)	53,81	54,43	54,79	54,79	54,79
HIPODERMIA	Nº de pacientes atendidos	1633,48	1633,48	1633,48	1633,48	1633,48
	Taxa de Utilização (%)	37,40	37,40	37,40	37,40	37,40
ISOLAMENTO	Nº de pacientes atendidos	89,22	89,22	89,22	89,22	89,22
	Taxa de Utilização (%)	49,29	49,29	49,29	49,29	49,29

A sensibilidade no acréscimo do número de leitos na UPG é maior do que no BOX, devido ao tempo de estada do primeiro ser menor. A próxima etapa é verificar a sensibilidade da variação do tempo de estada na UPG.

6.3.4.2 – Variação do tempo de estada da UPG

Variou-se o tempo de estada na UPG para os seguintes valores: 720, 600, 480 e 360 minutos. Porém, vale destacar que o valor desta redução não interfere na qualidade

do atendimento. O número de leitos na UPG para os experimentos foram 6 e 18 leitos. O primeiro representa a quantidade atual da emergência referenciada e o segundo representa o melhor cenário obtido a partir do experimento anterior. Os outros setores mantiveram os mesmos valores iniciais, exceto o BOX onde foram alocados 24 leitos e o tempo de estada foi fixado em 360 minutos.

O Gráfico 15 apresenta o tamanho médio e o tempo médio na fila para a UPG com 6 leitos. Verifica-se que apesar da melhoria na performance através da variação no tempo de estada, o sistema fica limitado pela imposição dessa quantidade de leitos. Podemos verificar que mesmo o melhor cenário com tempo de estada de 360 minutos ainda gera uma fila significativa.

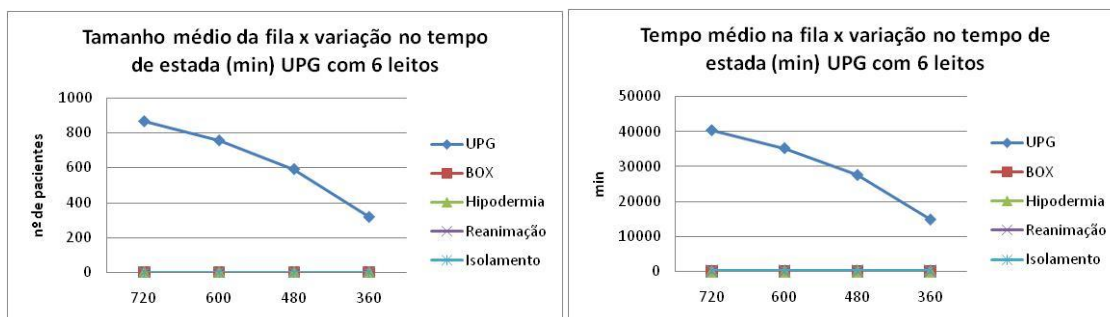


Gráfico 15: Tamanho e Tempo médio da fila na UPG.

De acordo com a Tabela 28, a taxa de utilização e o número de pacientes atendidos confirmam a pouca eficácia na solução do problema. As melhorias não foram suficientes para reduzir o tamanho e o tempo na fila de uma forma aceitável.

Tabela 28: Número de pacientes atendidos e Taxa de Utilização na UPG com 6 leitos

Tempo de Estada (min)		720	600	480	360
UPG	Nº de pacientes atendidos	1091,30	1309,92	1637,46	2183,22
	Taxa de Utilização (%)	100,00	100,00	99,99	99,97
REANIMAÇÃO	Nº de pacientes atendidos	2124,68	2124,68	2124,68	2124,68
	Taxa de Utilização (%)	32,45	32,45	32,45	32,45
BOX	Nº de pacientes atendidos	4699,74	4710,81	4726,89	4754,10
	Taxa de Utilização (%)	53,81	53,94	54,12	54,43
HIPODERMIA	Nº de pacientes atendidos	1633,48	1633,48	1633,48	1633,48
	Taxa de Utilização (%)	37,40	37,40	37,40	37,40
ISOLAMENTO	Nº de pacientes atendidos	89,22	89,22	89,22	89,22
	Taxa de Utilização (%)	49,29	49,29	49,29	49,29

A próxima parte do experimento consiste em variar o tempo de estada (minutos), porém utilizando 18 leitos na UPG. Os valores na Tabela 29 demonstram que os cenários são extremamente sensíveis as variações no tempo. O número de leitos escolhido ajudou na melhoria do sistema.

Tabela 29: Variação do Tempo de Estada na UPG com 18 leitos

Tempo de Estada (min)		720	600	480	360
UPG	Tamanho médio da fila	0,92	0,09	0,00	0
	Tempo médio na fila	42,68	4,34	0,21	0
	Tempo máximo na fila	507,70	220,84	83,27	4,03
REANIMAÇÃO	Tamanho médio da fila	0,02	0,02	0,02	0,02
	Tempo médio na fila	0,96	0,96	0,96	0,96
	Tempo máximo na fila	42,37	42,37	42,37	42,37
BOX	Tamanho médio da fila	0	0	0	0
	Tempo médio na fila	0	0	0	0
	Tempo máximo na fila	3,50	3,87	3,30	2,95
HIPODERMIA	Tamanho médio da fila	0	0	0	0
	Tempo médio na fila	0,13	0,13	0,13	0,13
	Tempo máximo na fila	56,23	56,23	56,23	56,23
ISOLAMENTO	Tamanho médio da fila	0,25	0,25	0,25	0,25
	Tempo médio na fila	353,76	353,76	353,76	353,76
	Tempo máximo na fila	2153,76	2153,76	2153,76	2153,76

A variação do tempo de estada é mais sensível do que a variação do número de leitos. Entretanto, há um limite mínimo para o tempo de estada. Uma vez atingido este limite, a única alternativa é aumentar o número de leitos. A combinação entre esses dois fatores é fundamental para resultados satisfatórios e que tenham o melhor custo-benefício.

A emergência referenciada é caracterizada pelo dinamismo, ou seja, grande fluxo de entrada e saída de pacientes. Portanto o setor deve ter uma alta rotatividade, tornando-se um local de “passagem” para estabilizar a vida do paciente que deverá, em seguida, ser encaminhado para outros setores do hospital como o centro cirúrgico, o CTI, o ambulatório, a enfermaria ou na melhor hipótese receber alta.

CAPÍTULO 7 – MODELO IDEAL

O modelo ideal foi gerado a partir da evolução do sistema de emergência referenciada. Os resultados do capítulo anterior permitem identificar algumas alternativas para dinamizar o fluxo de pacientes. Verifica-se que um dos “gargalos” do modelo de emergência referenciada é a saída de pacientes do setor. O fato de alguns permanecerem muito tempo no setor bloqueia os leitos e dificulta as operações. O modelo ideal parte da hipótese que não há este “gargalo”, logo há um fluxo regular na saída da emergência.

7.1 – Modelagem

Através de entrevista com profissionais da área e dos resultados do modelo de emergência referenciada, observou-se que um dos problemas encontrados é o longo período de ocupação dos leitos, pois os pacientes permanecem um longo tempo no setor, esperando vagas para outros departamentos como CTIs e ambulatórios gerando um “bloqueio” de leitos da emergência. Outro problema proveniente dessa ocupação é o fluxo secundário entre os setores da emergência referenciada. Este estudo é realizado com base na proposta de um novo modelo simplificado.

O modelo intitulado como Ideal consiste em retirar o fluxo secundário e reduzir o fluxo de pacientes para três setores: Unidade de Pacientes Graves (UPG), Hipodermia e BOX. O primeiro realiza os serviços de atendimento imediato para pacientes em estado grave que necessitam da estabilização da vida. A saída dos pacientes do setor de emergência é normalmente o encaminhamento para CTI, transferência para outros hospitais ou óbito. A UPG recebe os pacientes de alta complexidade que representam 75% da demanda total.

A Hipodermia e o BOX recebem pacientes de média e baixa complexidade que representam 25% da demanda total. O setor Clínicas Especializadas foi retirado por não atender ao perfil da emergência proposto. Os setores Sala de Reanimação e Isolamento foram aglutinados no setor UPG. O modelo proposto é mostrado na Figura 8.

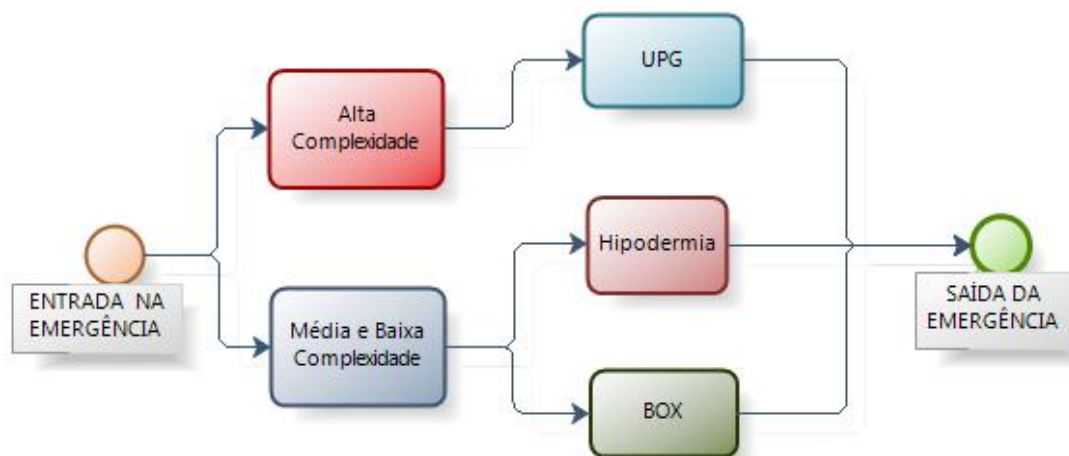


Figura 8: Fluxograma do Modelo Ideal

7.2 – Coleta de Dados

Os dados para um modelo são fundamentais para compreensão do sistema e verificação da eficiência do modelo. A demanda esperada é 9100 pacientes no período simulado, que é a mesma do modelo de Emergência Referenciada. O número de leitos para o cenário inicial utilizado é dado a seguir, que representa o projeto de emergência do hospital universitário:

- Nove leitos para a UPG;
- Doze leitos para o BOX;
- Oito para Hipodermia.

A quantidade de leitos do cenário inicial da UPG provém dos setores da emergência referenciada que recebem pacientes de alta complexidade do modelo de Emergência Referenciada. O BOX e a Hipodermia mantêm os mesmos valores do modelo anterior. O tempo de estada foi obtido a partir de entrevista com profissional da área e sua vasta experiência prática que determinou o tempo mínimo, médio e máximo, mostrados na Tabela 30.

A escolha dessa distribuição ocorre devido a inexistência de dados sobre o tempo de estada do paciente. Os parâmetros utilizados para analisar o modelo são tamanho

médio, tempo médio e máximo na fila, número de pacientes atendidos e taxa de utilização.

Tabela 30: Tempo de estada nos leitos

Setor	Tempo de Estada (minutos)		
	min	média	max
UPG	10	180	360
Box	120	240	360
Hipodermia	30	150	240

7.3 – Experimentos e Resultados

Para a realização dos experimentos sobre dimensionamento de leitos nos setores UPG, BOX e Hipodermia são utilizados os mesmos valores de *clock* (131040 minutos) e *warm-up* (500 minutos) do modelo de emergência referenciada a fim de que os modelos possam ser comparados. Os cenários estudados são descritos a seguir, na Tabela 31 que mostra a configuração dos parâmetros utilizados na simulação do modelo ideal.

Tabela 31: Simulação para o modelo ideal

Simulações	Sim1	Sim2	Sim3	Sim4	Sim5	Sim6
UPG	9	12	12	12	12	12
BOX	12	12	10	8	8	8
Hipodermia	8	8	8	8	6	4
Total	29	32	30	28	26	24

Os resultados dos vários experimentos são apresentados na Tabela 32. Podemos verificar que:

Em relação à UPG é indicado adicionar três leitos para que o sistema possa alcançar o equilíbrio. Esta iniciativa traz a redução da fila e do tempo de espera e um aumento no número de pacientes atendidos. Quanto ao BOX o número de leitos pode até ser reduzido em duas unidades sem maiores prejuízos, pois o número de pacientes atendidos é mantido. A redução do tempo de estada e a retirada do fluxo secundário em direção ao BOX, principalmente, os provenientes da UPG que representavam grande parte da demanda deste fluxo impactaram na melhoria do serviço.

Já a Hipodermia, por ter pouca demanda e por atender pacientes de média e baixa complexidade pode ter seu número de leitos reduzido em quatro unidades sem prejuízo ao atendimento.

Tabela 32: Resultado das Simulações

Setor	Parâmetro	Sim1	Sim2	Sim3	Sim4	Sim5	Sim6
UPG	Tamanho médio da fila	199,03	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	Tempo médio na fila	3.819,05	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52
	Tempo máximo na fila	7.659,12	89,44	89,44	89,44	89,44	89,44
	Nº de pacientes atendidos	6.432,87	6.825,41	6.825,41	6.825,41	6.825,41	6.825,41
	Taxa de Utilização (%)	99,98	79,56	79,56	79,56	79,56	79,56
	Nº de leitos	9,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
BOX	Tamanho médio da fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10
	Tempo máximo na fila	0,00	0,00	1,97	47,19	47,19	47,19
	Nº de pacientes atendidos	1.592,39	1.592,39	1.592,39	1.592,39	1.592,39	1.592,39
	Taxa de Utilização (%)	24,29	24,29	29,15	36,44	36,44	36,44
	Nº de leitos	12,00	12,00	10,00	8,00	8,00	8,00
HIPODERMIA	Tamanho médio da fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tempo médio na fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
	Tempo máximo na fila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	35,21
	Nº de pacientes atendidos	682,27	682,27	682,27	682,27	682,27	682,27
	Taxa de Utilização (%)	9,11	9,11	9,11	9,11	12,15	18,22
	Nº de leitos	8,00	8,00	8,00	8,00	6,00	4,00

Por fim, o dimensionamento do modelo Ideal trouxe a redução total de cinco leitos na emergência. Isto foi possível devido à redução no tempo de estada e a simplificação do modelo. O novo fluxo de pacientes trouxe ganhos consideráveis tanto para o paciente como para o recurso envolvido, o leito. Outro motivo desta melhoria é a duração do tempo de estada que gerou maior rotatividade e ampliação do número de pessoas beneficiadas.

CONCLUSÃO

A acessibilidade ao setor de emergência de um hospital público é uma questão fundamental para o estabelecimento de um padrão de qualidade do atendimento e manutenção da vida. O cuidado com pacientes de alta complexidade é delicado e complexo. Todo o esforço deve ser feito para que os pacientes possam ser atendidos num período de tempo curto evitando assim que maiores consequências possam inclusive levar a morte.

Um dos problemas decorrentes desta situação é o alto índice de pacientes de baixa complexidade admitidos no setor de emergência. Isto causa uma superlotação do setor e mesmo um desvio em relação a função primordial do serviço que é lidar com alta complexidade.

A primeira etapa desta pesquisa trata de uma avaliação do modelo atual do sistema de emergência de um hospital público. Um dos grandes problemas avaliados é a variedade de pacientes que chegam ao setor estudado. O fato do hospital lidar simultaneamente com pacientes de alta, média e baixa complexidade traz uma dificuldade grande no que diz respeito a performance do serviço. Uma análise da capacidade do modelo atual mantendo uma configuração de recursos humanos fixa aponta que o sistema não suporta um aumento da demanda maior do que 30% da atual. Caso não haja um redimensionamento de recursos, a situação tende a ficar caótica.

A primeira iniciativa desta etapa no sentido de melhorar o modelo atual ocorre através da redução gradual de pacientes de baixa e média complexidade mantendo-se a configuração de recursos. Esta ação causou uma melhoria significativa na performance do modelo. Um efeito importante é a redução do fluxo secundário envolvendo serviços comuns a pacientes com níveis de gravidade diferentes. O fluxo de pacientes de alta complexidade apresenta maior flexibilidade e os pacientes conseguem ser atendidos em menor tempo. Assim sendo, todos os pacientes de baixa e média complexidade foram retirados do sistema.

A segunda iniciativa é avaliar a capacidade do sistema em função do aumento da demanda de alta complexidade. O estudo mostra que um aumento de 13% na demanda desequilibra o sistema necessitando uma nova configuração de recursos humanos. Isto aponta para uma questão onde o modelo atual de alta complexidade apresenta limitações. Um estudo preliminar nos leva a entender que ajustes no perfil da demanda e da oferta de serviços é fundamental para propor uma melhoria do serviço.

A segunda etapa da pesquisa requer a elaboração de um modelo com ênfase no conceito de emergência referenciada. Este conceito procura direcionar os esforços para a atenção aos pacientes de alta complexidade. Três fatores importantes são avaliados neste novo modelo: a demanda qualificada, o número de leitos e o tempo de estada em cada setor.

O experimento de reduzir a demanda mantendo-se o tempo de estada e os recursos fixos causou uma melhoria limitada. O cenário que envolve o aumento do número de leitos não levou a resultados significativos. Um outro cenário envolvendo a redução do tempo de estada nos setores causou um impacto bem maior. O tempo de estada é o fator que mais influencia a dinamização dos setores da emergência referenciada. Entretanto, a combinação entre a redução do tempo de estada e o aumento do número de leitos traz os melhores resultados.

Tendo em vista o modelo de emergência referenciada observa-se que existe uma grande dificuldade com relação à saída dos pacientes do setor. Constatou-se que para uma efetiva melhoria é necessário ampliar e disponibilizar leitos em outros setores do hospital, tais como o centro cirúrgico, o CTI e as diversas enfermarias. Isto possibilitará que o paciente fique menos tempo na emergência e seja transferido para outro local gerando maior rotatividade no setor.

A terceira etapa da pesquisa procura um modelo ideal que possa atender as necessidades do serviço. Este é um modelo mais simples que incorpora as premissas e recomendações anteriores. Com este modelo, é possível redimensionar o número de leitos, o tempo de estada e impor um maior controle sobre a demanda. Isto necessariamente requer condições apropriadas do fluxo de saída do sistema. Estas condições favoráveis proporcionam um aumento da acessibilidade e qualidade de serviços.

Pelo seu grau de complexidade e importância para a sociedade, uma emergência referenciada requer ações eficientes e respostas rápidas para as contingências encontradas. O estudo da simulação se mostra muito útil como uma ferramenta eficaz no apoio à tomada de decisão administrativa.

Espera-se que esta dissertação possa contribuir efetivamente a melhoria do serviço de emergência referenciada. Recomenda-se como extensão deste trabalho o estudo mais detalhado sobre o fluxo de pacientes em outros hospitais de emergência com vistas a identificar novas oportunidades de pesquisa. Uma vez que muitas simulações foram realizadas neste estudo, sugere-se a utilização de ferramentas de otimização da

simulação para facilitar a avaliação de cenários alternativos. Outra sugestão é a ampliação do presente estudo de forma a criar o modelo integrado com as unidades pré-hospitalares.

REREFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHÃO, N.F.2002, *A simulação como método de avaliação da qualidade de atendimento hospitalar: o caso na emergência de um hospital municipal*. Msc. Dissertação, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.

ALEXOPOULOS, C., GOLDSMAN, D., FONTANESI, J., SAWYER, M., DE GUIRE, M., KOPALD, D. e HOLCOMB, K., 2001. *A Discrete-Event Simulation Application for Clinics Serving The Poor*, Winter Simulation Conference.

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

BANKS, J., 1998. *Handbook of Simulation. Principles, Methods, Advances, Applications and Practice*. Engineering & Management Press (EMP)

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

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

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

BRASIL. Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico destinado ao planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. ANVISA. Brasília,DF. 21 de fev. 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/50_02rdc.pdf>. Acesso em: 20/12/2011.

BRASIL. Ministério da Saúde, 2006. *Política Nacional de Atenção às Urgências*. Brasília, 3ed. Brasília, Editora do Ministério da Saúde.

BIOHARD. Hospital Municipal Miguel Couto. *Site do Hospital Municipal Miguel Couto*. Disponível em: <<http://www.biohard.com.br/mcouto/>>. Acesso em: 15/08/2011.

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

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

DATASUS. Glossário Emergência, Disponível em: <http://www.datasus.gov.br/catalogo/credenciamento/Manuais_Hospub.htm>. Acesso em: 20/01/2011. Versão 9.0.

DERLET, R.W., J. R. RICHARDS AND R.L. KRAVITZ, 2001. *Frequent overcrowding in U.S. Emergency Departments*. Academic Emergency Medicine, 8(2): 151–155.

DE OLIVEIRA, M.J.F.; DE OLIVEIRA, D.G., DE OLIVEIRA, F.B., CHAVES, W.B, 2011(1), *Análise do modelo de simulação com variação de demanda para a área de emergência hospitalar*. Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha. Rio de Janeiro, RJ.

DE OLIVEIRA, M.J.F.; DE OLIVEIRA, D.G., DE OLIVEIRA, F.B., CHAVES, W.B, 2011(2), *Modelo integrado de simulação para avaliar o desempenho do sistema de admissão de pacientes na emergência hospitalar*. XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Ubatuba –SP.

DE OLIVEIRA, M.J.F.; DE OLIVEIRA, D.G., DE OLIVEIRA, F.B., CHAVES, W.B, 2011 (3), *Towards an Integrated Emergency Admission System for major events*. Operational Research Applied to Health Services. Cardiff, Wales, UK.

DE OLIVEIRA, M.J.F., 2001. *Uma Introdução à Simulação*. COPPE/UFRJ/PEP/PO. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

DE OLIVEIRA, M.J.F., 1999. *3D Visual Simulation Platform for the Project of a new hospital facility*. In: *Monitoring Evaluating, Planning Health Services*, v.24, pp.39-52. Roma.

EKKEHARD, BECK; BALASUBRAMANIAN, HARI; HENNEMAN, PHILIP L., 2009, *Resource Management and Process Change in a Simplified Model of the Emergency Department*. WinterSimulationConference.

FREDERICO, V.K.S, 2009, *Modelo Integrado de um sistema de admissão de emergência para a rede pública de hospitais no estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de Msc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GIBSON, IAN W., 2007, *An approach to hospital planning and design using discrete event simulation*. Winter Simulation Conference.

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

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

HARRINGTON, H.J. e TUMAY, K., 1999. *Simulation Modeling Methods – To reduce risks and increase performance*. McGraw-Hill

HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.L., 2006. *Introdução à Pesquisa Operacional*. McGraw-Hill. 8 ed.

HUAP. Disponível em: < <http://www.huap.uff.br/huap/node/257>>. Acesso em: 03/08/11

HULKA B & WHEAT J, 1985. Patterns of utilization: a patient perspective. *Medical Care* 23(5):438-460.

KOMASHIE, ALEXANDER; MOUSAVI, ALI., 2005, *Modeling emergency departments using discrete event simulation techniques*. Winter Simulation Conference.

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

LAMARCA, B.R.C., 2008. *Utilização de simulação para avaliação de equipes cirúrgicas de revascularização miocárdica em relação ao Australian National Diagnosis Related Groups (AN-DRG) em um hospital privado*. Dissertação de Msc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

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

MARTIN, E.; GRONHAUG, R.; HAUGENE, K., 2003, *Proposals to Reduce Over-Crowding, Lengthy Stays and Improve Patient Care: Study of the Geriatric Department in Norway's Largest Hospital*. Winter Simulation Conference.

MARTINS, E.N, 2009, *Simulação em setor de urgência hospitalar com aplicação da arquitetura orientada a serviços*. Dissertação de Msc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

MEDEIROS, D. J.; SWENSON, E.; DEFLITCH CHRISTOPHER, 2008, *Improving Patient Flow in a Hospital Emergency Department*. Winter Simulation Conference.

MILLER, MARTIN J.; FERRIN, DAVID M.; SZYMANSKI JILL M., 2003, *Simulation Six Sigma Improvement Ideas for a Hospital Emergency Department*. Winter Simulation Conference.

MINISTÉRIO PÚBLICO – RJ. Disponível em:

<<http://www5.mp.rj.gov.br/consultaClippingWeb/clipAtual.do?id=175547&exibindoTodasAsNoticias=tudo>>. Acesso em: 03/08/11.

MORAES, A. B., 2006, *Simulação Multiusuário de um sistema de triagem hospitalar*. Dissertação de Msc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

OLIVEIRA, D.G, 2012. *Simulação do fluxo operacional do serviço de atendimento pré-hospitalar realizado pelo GSE/SAMU no município do Rio de Janeiro*. Dissertação Msc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

OLIVEIRA, F.B., 2012. *Simulação de uma central de operações e controle para emergências hospitalares em eventos de grande porte*. Dissertação Msc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

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

REINDL, SONJA; MONCH, MARIA, 2009, *Modeling and simulation of cataract surgery processes*. Winter Simulation Conference.

ROUNHONEN T, TEITTINEN J., 2006, *Simulation Model For Improving The Operation Of The Emergency Department Of Special Health Care*. Winter Simulation Conference.

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

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

SMITH, W.G. E SOLOMON M. B. JR., 1966, *A Simulation of Hospital Admission Policy*, Communication A.C.M., 9, 5:362-365.

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

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

TRAVASSOS, C., VIACAVAL, F., FERNANDES, C., ALMEIDA, C.M, 2000. Desigualdades geográficas e sociais na utilização de serviços de saúde no Brasil. *Ciênc. saúde coletiva* vol.5 no.1 Rio de Janeiro.

UOL. Disponível em: <
<http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/rj/ja+sao+844+os+mortos+pelas+chuvas+na+regiao+serrana+do+rio/n1237942987761.html#31>>. Acesso em: 03/08/11.