

DIMENSIONAMENTO DE RECURSOS DE ATENDIMENTO MÓVEL DE URGÊNCIA  
DA REGIÃO METROPOLITANA II DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Leonardo Claro Garcia

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA 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.

Aprovada por:

---

Prof. Mário Jorge Ferreira de Oliveira, PhD.

---

Prof. Eduardo Saliby, PhD.

---

Prof. Virgílio José Martins Ferreira Filho, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2006

GARCIA, LEONARDO CLARO

Dimensionamento de Recursos de Atendimento  
Móvel de Urgência da Região Metropolitana do  
Estado do Rio de Janeiro [Rio de Janeiro] 2006  
[Rio de Janeiro] 2006

XII, 95 p.29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,  
Engenharia Produção, 2006)

Dissertação - Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, COPPE

1. Pesquisa Operacional
2. Simulação

I. COPPE/UFRJ II. Título ( série )

Aos meus pais, Almir e Norma. Pelo exemplo de vida e dedicação incondicional aos filhos. Seus ensinamentos sempre me conduziram a portos seguros.

Ao meu amor, Lúcia, que me acompanhou em toda esta jornada, com seu carinho e amizade, me dando sempre força e inspiração para a realização deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador acadêmico, Professor Mário Jorge, pela confiança e conhecimentos transmitidos.

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

Aos professores e funcionários da Área de Pesquisa Operacional do Departamento de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ.

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

Ao meu orientador-técnico, Capitão-de-Corveta Paes, pelo apoio e incentivo em todos os momentos.

Ao Diretor do Hospital Universitário Antônio Pedro, Sr. Leonardo Carâp, e aos funcionários do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU-Metropolitana II) por disponibilizar seus dados e serviços para a realização da presente dissertação.

Ao meu irmão, Luciano e família e aos meus amigos que sempre torceram por mim.

E a Deus, Pai e Criador, e São Jorge, pela vida e amor.

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

DIMENSIONAMENTO DE RECURSOS DE ATENDIMENTO MÓVEL DE URGÊNCIA  
DA REGIÃO METROPOLITANA II DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Leonardo Claro Garcia

Março/2006

Orientador: Mário Jorge Ferreira de Oliveira

Programa: Engenharia de Produção

O objetivo desta dissertação é avaliar o dimensionamento de recursos do serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU) da região metropolitana II do Estado do Rio de Janeiro. A pesquisa inicia-se com um trabalho de campo, onde a demanda e a oferta de serviços foram observadas. De posse das informações relevantes, modelos de simulação a eventos discretos foram propostos inicialmente para dimensionar os recursos humanos na central de atendimentos e avaliar o impacto desse novo serviço no setor de emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP). A partir deste estudo são propostos cenários alternativos para uma avaliação integrada do serviço do SAMU com outros hospitais e unidades móveis dos municípios de Niterói e de São Gonçalo. Nesse sentido, o trabalho procura contribuir para a melhoria do atendimento pré-hospitalar público da região metropolitana II.

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

MEASURING OF RESOURCES OF THE SYSTEM OF EMERGENCY MEDICAL  
ASSISTANCE OF ONE REGION OF THE STATE OF RIO DE JANEIRO

Leonardo Claro Garcia

March/2006

Advisor: Mário Jorge Ferreira de Oliveira

Department: Production Engineering

This dissertation intends to evaluate the measuring of resources of the SAMU, System of Emergency Medical Assistance, of one region of the State of Rio de Janeiro. The research initiates with a field work, where the demand and offers of services had been observed. With regard of the main information, discrete event simulation models had been considered initially to measure the human resources in the call center and to evaluate the impact of this new service in the sector of emergency of the Antonio Pedro University Hospital (HUAP). From this study, alternative scenes are considered for an integrated evaluation of the SAMU service with other hospitals and mobile units of the cities of Niterói and São Gonçalo. In this sense, the work seeks contribution for the improvement of the public pre-hospital attendance of the metropolitan II region.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.2	OBJETIVOS.....	2
	1.2.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	2
	1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	3
1.3	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....	3
<b>2</b>	<b>SAMU .....</b>	<b>5</b>
2.1	DESCRIÇÃO.....	5
2.2	CARACTERÍSTICAS DO MODELO FRANCÊS.....	9
2.3	HISTÓRICO DO SAMU NO BRASIL .....	12
2.4	CIDADES ATENDIDAS NO BRASIL.....	13
2.5	CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO ESTUDADA .....	14
	2.5.1 <i>O SAMU no Estado do Rio de Janeiro</i> .....	14
	2.5.2 <i>Região Metropolitana II</i> .....	16
	2.5.3 <i>Dados dos Serviços de Saúde</i> .....	19
2.6	DIMENSIONAMENTO DA CENTRAL DE REGULAÇÃO DE URGÊNCIA.....	21
2.7	DIMENSIONAMENTO DA FROTA DE AMBULÂNCIAS.....	22
2.8	PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA CENTRAL DE REGULAÇÃO.....	23
<b>3</b>	<b>SIMULAÇÃO .....</b>	<b>25</b>
3.1	INTRODUÇÃO.....	25
3.2	COMPONENTES DA SIMULAÇÃO .....	27
3.3	CLASSIFICAÇÃO DA SIMULAÇÃO .....	29
3.4	ETAPAS DA SIMULAÇÃO .....	30
3.5	GERAÇÃO DE NÚMEROS PSEUDO-ALEATÓRIOS E VARIÁVEIS ALEATÓRIAS	
	33	
	3.5.1 <i>Teste de Números Pseudo-Aleatórios</i> .....	35
	3.5.2 <i>Geração de Variáveis Aleatórias</i> .....	35
3.6	TEORIA DAS FILAS.....	36
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DO BANCO DE DADOS.....</b>	<b>42</b>
4.1	COLETA DE DADOS .....	42
4.2	ESTATÍSTICAS DAS CHAMADAS.....	43
4.3	ACIONAMENTO DAS AMBULÂNCIAS.....	53
<b>5</b>	<b>MODELOS DE SIMULAÇÃO PARA O SAMU.....</b>	<b>57</b>
5.1	INTRODUÇÃO .....	57
5.2	MODELO I – MODELO PRELIMINAR DA CENTRAL DE ATENDIMENTOS.....	59
	5.2.1 <i>Central de Atendimentos</i> .....	59
	5.2.2 <i>A Central de Atendimentos no SAMU</i> .....	60
	5.2.3 <i>Modelo I</i> .....	62
	5.2.4 <i>Resultados Obtidos do Modelo I</i> .....	63
5.3	MODELO II - DIMENSIONAMENTO DA FROTA DE AMBULÂNCIAS DO CENTRO	
	PREVIDENCIÁRIO DE NITERÓI (CPN).....	65
	5.3.1 <i>Tratamento Estatístico dos Dados de Entrada do Modelo II</i> .....	65
	5.3.2 <i>Modelo II</i> .....	67
	5.3.3 <i>Resultados Obtidos do Modelo II</i> .....	67

5.4	MODELO III - CAPACIDADE DE ATENDIMENTO DA FROTA DE AMBULÂNCIAS DO CENTRO PREVIDENCIÁRIO DE NITERÓI (CPN).....	70
5.4.1	<i>Tratamento Estatístico dos Dados de Entrada do Problema</i> .....	70
5.4.2	<i>Modelo III</i> .....	71
5.4.3	<i>Resultados Obtidos do Modelo III</i> .....	72
5.5	MODELO IV - MODELO INTEGRADO.....	76
5.5.1	<i>Tratamento Estatístico dos Dados de Entrada do Problema</i> .....	76
5.5.2	<i>Modelo IV</i> .....	82
5.5.3	<i>Resultados Obtidos do Modelo IV</i> .....	86
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>91</b>
6.1	CONCLUSÕES OBTIDAS DA SIMULAÇÃO REALIZADA NO SAMU .....	91
6.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	91
6.3	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	92
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>93</b>

**TABELAS**

Tabela 1 - Distribuição da população .....	17
Tabela 2 - Distribuição da população por sexo e faixa etária.....	18
Tabela 3 - População urbana e rural .....	19
Tabela 4 - Composição das equipes na Central de Regulação .....	22
Tabela 5 - Distribuição atual das unidades móveis de urgência .....	23
Tabela 6 - Estatísticas das chamadas por município .....	43
Tabela 7 - Taxa de utilização do serviço por município.....	45
Tabela 8 - Percentual das chamadas por dia da semana .....	46
Tabela 9 - Relação município x hospital.....	48
Tabela 10 - atendimentos realizados pelo SAMU nos bairros de Niterói.....	51
Tabela 11 - atendimentos realizados pelo SAMU nos bairros de São Gonçalo .....	52
Tabela 12 - Resultados computacionais - Modelo I.....	63
Tabela 13 - Resultados computacionais - Modelo II.....	68
Tabela 14 - Resultados computacionais - Modelo III.....	72
Tabela 15 – Módulos utilizados - Modelo IV .....	82
Tabela 16 - Parâmetros utilizados - Modelo IV.....	86
Tabela 17 - Cenários propostos nas simulações - Modelo IV .....	87
Tabela 18 - Análise dos resultados da simulação – Modelo IV .....	87

**FIGURAS**

Figura 1 – Fluxo do paciente no Estado do Rio de Janeiro.....	14
Figura 2 – SAMU no Estado do Rio de Janeiro.....	15
Figura 3 - Malha viária.....	19
Figura 4 -Etapas da simulação (extraído de BANKS – 1996) .....	32
Figura 5 - Representação esquemática de um sistema com fila.....	38
Figura 6 - Sistema de fila.....	38
Figura 7 - Esquema de prestação de serviço.....	41
Figura 8 - Estatísticas das chamadas.....	44
Figura 9 - Atividades envolvidas.....	58
Figura 10 - Atividades do TARM.....	61
Figura 11 - O TARM sob supervisão do médico regulador .....	61
Figura 12 - Lay-out da central de atendimento.....	62
Figura 13 - Modelo proposto – Modelo I.....	62
Figura 14 - Modelo proposto -Modelo II.....	67
Figura 15 - Modelo desenvolvido para a capacidade máxima - Modelo III .....	71
Figura 16 - Modelo Integrado – Modelo IV .....	83

## GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição da população segundo o sexo .....	17
Gráfico 2 - Distribuição da população por faixa etária.....	18
Gráfico 3 - Chamadas por municípios .....	43
Gráfico 4 - Número de chamadas efetivadas .....	44
Gráfico 5 - Taxa de utilização do serviço do SAMU x municípios .....	46
Gráfico 6 - Percentual das chamadas por dia da semana.....	47
Gráfico 7 - Número de atendimentos realizados no HUAP .....	49
Gráfico 8 - Número de atendimentos realizados no HEAL.....	50
Gráfico 9 - Atendimentos realizados em São Gonçalo.....	50
Gráfico 10 - Atendimentos realizados pelo SAMU nos bairros de Niterói .....	52
Gráfico 11 - Intervalo entre acionamento das ambulâncias .....	53
Gráfico 12 - Percentual de acionamento das ambulâncias ao longo do dia.....	53
Gráfico 13 - Percentual de acionamento das ambulâncias ao longo do dia em Niterói.....	54
Gráfico 14 - Percentual de acionamento das ambulâncias ao longo do dia em SG ....	54
Gráfico 15 - Tempo médio de deslocamento ao longo do dia .....	55
Gráfico 16 - Tempo médio de resposta ao longo do dia.....	55
Gráfico 17 - Tempo médio de remoção ao longo do dia .....	56
Gráfico 18 - Tempo gasto na fila - Modelo I .....	64
Gráfico 19 – Tamanho da fila - Modelo I .....	64
Gráfico 20 – Taxa de utilização - Modelo I .....	65
Gráfico 21 - Distribuição do tempo de acionamento - Modelo II.....	66
Gráfico 22 - Distribuição do tempo de atendimento das ambulâncias - Modelo II .....	66
Gráfico 23 - Análise do tempo gasto na fila - Modelo II.....	68
Gráfico 24 - Análise do tamanho da fila - Modelo II.....	69
Gráfico 25 - Análise da taxa de utilização - Modelo II .....	69
Gráfico 26 - Análise do tempo no sistema - Modelo II.....	70
Gráfico 27 - Distribuição do tempo de atendimento das ambulâncias - Modelo III .....	71
Gráfico 28 - Análise da capacidade de atendimento - Modelo III .....	73
Gráfico 29 - Tempo médio no sistema - Modelo III.....	73
Gráfico 30 - Tempo médio gasto na fila - Modelo III.....	74
Gráfico 31 - Tempo máximo gasto na fila - Modelo III.....	74
Gráfico 32 - Tamanho médio da fila - Modelo III .....	75
Gráfico 33 - Tamanho máximo da fila - Modelo III.....	75
Gráfico 34 - Taxa de utilização das ambulâncias - Modelo III .....	76
Gráfico 35 - Distribuição do tempo entre chegadas – Modelo IV .....	77

Gráfico 36 - Distribuição do tempo de preparação das amb. de Niterói – Modelo IV... 78	78
Gráfico 37 - Distribuição do tempo de preparação das amb. de SG – Modelo IV..... 78	78
Gráfico 38 - Distribuição do tempo de deslocamento das amb. de Niterói–Modelo IV 78	78
Gráfico 39 - Distribuição do tempo de deslocamento das amb. de SG – Modelo IV.... 79	79
Gráfico 40 - Distribuição do tempo de atendimento das amb. de Niterói – Modelo IV . 79	79
Gráfico 41 - Distribuição do tempo de atendimento das amb. de SG – Modelo IV ..... 79	79
Gráfico 42 - Distribuição do tempo de remoção das amb. de Niterói – Modelo IV..... 80	80
Gráfico 43 - Distribuição do tempo remoção das amb. de SG – Modelo IV ..... 80	80
Gráfico 44 - Distribuição do tempo de recepção dos hospitais de Niterói – Modelo IV 80	80
Gráfico 45 - Distribuição do tempo de recepção dos hospitais de SG – Modelo IV ..... 81	81
Gráfico 46 - Distribuição do tempo de deslocamento para a base de Niterói–ModeloIV ..... 81	81
Gráfico 47 - Distribuição do tempo de deslocamento para a base de SG–Modelo IV . 81	81
Gráfico 48 - Tempo de espera da fila - Modelo IV ..... 88	88
Gráfico 49 - Tamanho da fila - Modelo IV ..... 88	88
Gráfico 50 - Taxa de utilização das ambulâncias - Modelo IV ..... 89	89

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações Iniciais

A Pesquisa Operacional (PO) tornou-se uma importante ferramenta para resolver problemas de administração dos mais variados sistemas organizacionais. No caso específico dos serviços de saúde, várias referências sobre a modelagem e a utilização de modelos para a operação de sistemas específicos podem ser encontradas na literatura (LAGERGREN, 1998 e 2002). Acessibilidade e qualidade dos serviços de saúde foram temas centrais de uma conferência internacional sobre PO em serviços de saúde realizada no Rio de Janeiro (DE OLIVEIRA, 2004a).

Em todo o mundo, os serviços médicos emergenciais estão enfrentando novos desafios depois dos recentes desastres acontecidos no começo do século XXI. Alguns desses desastres, naturais ou provocadas pelos homens, são complexos e nossas autoridades terão cada vez mais de se prepararem para esses desafios. Nas últimas duas décadas, um grande número de trabalhos foi publicado no campo de gerência de emergência. A maioria dos recentes estudos se concentrou na gerência e administração dos serviços de emergências, tais como a demanda dos serviços DE OLIVEIRA (1994), plano de evacuação (PIDD, DE SILVA e EGGLESE, 1996) e alocação de veículos (CHAIKEN e LARSON, 1998).

É de conhecimento geral o estado precário em que se encontram os hospitais públicos do estado do Rio de Janeiro. Segundo DE OLIVEIRA e FILHO (2003), a situação dos serviços de emergência segue também a essa realidade, agravando-se ainda por causa dos altos custos, falta de infra-estrutura e por fatores tais como o aumento da violência urbana e rural. Um sistema eficiente de atendimento de emergência é de interesse particular para a maioria das comunidades, em qualquer lugar do mundo, e

um componente crítico do sistema é a resposta de um bom gerenciamento dos serviços (TOSCANO, 2001).

Um sistema de informação e suporte à decisão para hospitais públicos foi proposto por DE OLIVEIRA e TOSCANO (2003). O modelo contempla as admissões de emergência em duas fases: a pré-hospitalar, organizada pelo grupo de socorro de emergência (GSE) e a fase hospitalar que abrange os serviços de recepção, triagem e atendimento médico de emergência do Hospital Municipal Miguel Couto, localizado na cidade do Rio de Janeiro. Um modelo de simulação a eventos discretos foi desenvolvido por DE OLIVEIRA e FILHO (2003), para avaliar diversos cenários, com vistas ao dimensionamento dos recursos humanos necessários para a redução do tempo de espera no atendimento de emergência no mesmo hospital.

O Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), foi lançado no Brasil, em setembro de 2003, com a finalidade de prestar o socorro à população em casos de emergência. A literatura revela alguns estudos preliminares sobre o serviço do SAMU, porém a presente pesquisa foi pioneira na área metropolitana II, sendo iniciada praticamente durante a implementação do serviço. Dois trabalhos já foram publicados, pelo autor, sobre o dimensionamento dos recursos humanos da central de atendimento (GARCIA e DE OLIVEIRA, 2005a) e avaliação do impacto desse novo serviço sobre o setor de emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro (GARCIA e DE OLIVEIRA, 2005b).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Em um atendimento de urgência, um dos fatores críticos de sucesso é o tempo de resposta da solicitação de assistência médica. A agilidade na condução do atendimento, com a redução do tempo de espera em todo seu ciclo de atividades envolvidas são fundamentais para o aumento da sobrevivência. Nesse contexto, o objetivo desta dissertação é avaliar o dimensionamento do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) da área metropolitana II.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Dimensionar os recursos humanos na central de atendimentos, com especial ênfase no número de atendentes e sua adequação à demanda de chamadas recebidas pelo SAMU.
- Avaliar o impacto da frota de ambulâncias do Centro Previdenciário de Niterói (CPN) como uma única componente para o atendimento pré-hospitalar móvel das solicitações provenientes da área metropolitana do município de Niterói, tendo como destino o Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP).
- Analisar a capacidade de atendimento da frota de ambulâncias do CPN, atendendo às ocorrências da região metropolitana de Niterói e tendo como hospital de destino o Hospital Universitário Antônio Pedro.
- Avaliar a configuração da frota de ambulâncias para cenários alternativos do serviço integrado das unidades móveis do SAMU com os hospitais dos municípios de Niterói e São Gonçalo.

### 1.3 Organização da Dissertação

A seqüência de apresentação da dissertação é composta por sete capítulos: Introdução, SAMU, Simulação, Análise do Banco de Dados, Modelos de Simulação para o SAMU, Conclusão e Referências Bibliográficas.

O Capítulo 2 retrata o SAMU, fazendo uma descrição do serviço e traça-se um paralelo com o modelo francês. É apresentado um breve histórico e estudam-se as características da região onde é aplicada a pesquisa. Por fim, o capítulo aborda o dimensionamento da Central de Regulação de Urgência e da frota de ambulâncias.

No Capítulo 3 apresentam-se os conceitos relacionados à simulação, apresentando seus componentes, etapas e tipos. Um estudo da geração de números pseudo-aleatórios e variáveis aleatória é realizado e o capítulo encerra-se apresentando, de uma forma geral, a Teoria das Filas.

A análise do banco de dados é realizada no Capítulo 4, onde é feita a coleta de dados pertinente ao problema e apresentada sua análise estatística. O Capítulo 5 apresenta

os modelos de simulação para cada objetivo específico, aplicando a teoria de simulação a eventos discretos para analisar os cenários alternativos propostos.

No Capítulo 6 apresentam-se as conclusões deste trabalho e sugere-se um novo estudo a ser realizado. Por fim, o Capítulo 7 indica as referências bibliográficas utilizadas para a construção desta dissertação.

## **2 SAMU**

### **2.1 Descrição**

O SAMU é um programa subordinado ao Sistema Único de Saúde (SUS) que tem como finalidade prestar o socorro à população em casos de emergência. Segundo as leis brasileiras, o SUS é destinado a todos os cidadãos brasileiros e financiado por recursos federais, estaduais e municipais. Ele tem como meta promover a equidade no atendimento das necessidades de saúde da população, ofertando serviços com qualidade adequados às necessidades, independente do poder aquisitivo do cidadão.

De acordo com a Portaria nº 2048/GM/Ministério da Saúde, de 05 de novembro de 2002, o atendimento pré-hospitalar (APH) pode ser definido como a assistência prestada, em um primeiro nível de atenção, aos portadores de quadros agudos, de natureza clínica, traumática ou psiquiátrica, quando ocorrem fora do ambiente hospitalar, podendo acarretar sofrimento, seqüelas ou mesmo a morte. O Brasil iniciou a prática de atendimento pré-hospitalar especializado a partir dos anos 80 e em 1986 foi fundado o Grupo de Socorro de Emergência (GSE), com sede no Rio de Janeiro.

Segundo o Ministério da Saúde, o SAMU é o principal componente da Política Nacional de Atenção às Urgências, criada em 2003, que tem como finalidade proteger a vida das pessoas e garantir a qualidade no atendimento no SUS. A política tem como foco cinco grandes ações:

- Organizar o atendimento de urgência nos pronto-atendimentos, unidades básicas de saúde e nas equipes do Programa Saúde da Família;
- Estruturar o atendimento pré-hospitalar móvel;
- Reorganizar as grandes urgências e os pronto-socorros em hospitais;
- Criar a retaguarda hospitalar para os atendidos nas urgências; e

- Estruturar o atendimento pós-hospitalar.

O SAMU é um serviço de APH que tem um forte potencial ordenador da assistência, procurando atender a todas demandas de urgência, sejam no domicílio, no local de trabalho ou em vias públicas, oferecendo todos os recursos necessários para o atendimento, independentemente de sua complexidade. O serviço funciona 24 horas por dia com equipes de profissionais de saúde, como médicos, enfermeiros, auxiliares de enfermagem e socorristas que atendem às urgências de natureza traumática, clínica, pediátrica, cirúrgica, gineco-obstétrica e de saúde mental da população. O socorro é feito após chamada gratuita, feita para o telefone 192. A ligação é atendida por técnicos na Central de Regulação que identificam a emergência e, imediatamente, transferem o telefonema para o médico regulador. Esse profissional faz o diagnóstico da situação e inicia o atendimento no mesmo instante, orientando o paciente, ou a pessoa que fez a chamada, sobre as primeiras ações.

De acordo com a gravidade do caso, o médico regulador pode desde orientar a pessoa a procurar um posto de saúde até enviar uma unidade móvel, com médico e enfermeiro. Com poder de autoridade sanitária, o médico regulador comunica a urgência ou emergência aos hospitais públicos e, dessa maneira, reserva leitos para que o atendimento de urgência tenha continuidade. Para um melhor entendimento do que seja “urgência” e “emergência”, seguem abaixo os seus conceitos, segundo o Conselho Federal de Medicina, em sua Resolução CFM nº 1451, de 10 de março de 1995:

- Urgência: ocorrência imprevista de agravo à saúde com ou sem risco potencial de vida, cujo portador necessita de assistência médica imediata.
- Emergência: constatação médica de condições de agravo à saúde que impliquem em risco iminente de vida ou sofrimento intenso, exigindo, portanto, tratamento médico imediato.

O SAMU está estruturado de modo a melhorar e qualificar o atendimento às urgências, diminuindo o tempo de internação hospitalar e os prognósticos de reabilitação. O atendimento rápido a quadros agudos de natureza traumática e clínica é possibilitado pelo o uso de unidades móveis de suporte básico e avançado com suas respectivas equipes de saúde.

As Centrais de Regulação de Urgências – Centrais SAMU-192 – constituem-se em “observatório privilegiado da saúde”, com capacidade de monitorar de forma dinâmica, sistematizada e em tempo real, todo o funcionamento do sistema de saúde, devendo

gerar informes regulares para a melhoria imediata e mediata do sistema de atenção às urgências e da saúde em geral. A Portaria nº 2.657 / GM / Ministério da Saúde, de 16 de dezembro de 2004, estabelece as atribuições das centrais de regulação médica de urgências, que são:

Atribuições Gerais:

I - ser instância operacional onde se processa a função reguladora, em casos de urgências clínicas, pediátricas, cirúrgicas, traumáticas, obstétricas e psiquiátricas;

II - ser polivalente na utilização dos recursos;

III - ser capaz de refletir a relação entre a oferta disponível e as necessidades demandadas;

IV - subsidiar o planejamento das correções necessárias para adequar a relação acima mencionada, sempre que se observar deficiência de oferta no exercício cotidiano da regulação médica das urgências;

V - articular ações harmonizadoras e ordenadoras buscando a resposta mais eqüitativa possível frente às necessidades expressas e devidamente hierarquizadas;

VI - estar articulada com os Serviços de Controle, Avaliação, Auditoria e Vigilância em Saúde, permitindo a utilização dos recursos do sistema de forma harmônica, de acordo com uma hierarquia de necessidades;

VII - nortear-se por pactos estabelecidos entre as instâncias gestoras do Sistema e demais atores envolvidos no processo assistencial;

VIII - facilitar a execução de programas e projetos estratégicos e prioritários de atenção à saúde, formulados junto a instituições parceiras ou com missões semelhantes e aprovados pelo respectivo Comitê Gestor de Atenção às Urgências;

IX - identificar e divulgar os fatores condicionantes das situações e agravos de urgência atendidos, notificando os diferentes setores envolvidos por intermédio do Comitê Gestor;

X - pactuar ações conjuntas com outros atores envolvidos na atenção integral às urgências, como a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros, a Polícia Militar, a Polícia

Rodoviária, os Departamentos de Trânsito, as Concessionárias de Rodovias, as Empresas Privadas de Transporte e Atendimento de Urgência, entre outros;

XI - avaliar permanentemente o desempenho das parcerias com os demais atores e notificar o Comitê Gestor de Urgências, fornecendo elementos para a implementação e otimização das ações conjuntas;

XII - participar da formulação dos planos de saúde, de atenção integral às urgências e de atenção a eventos com múltiplas vítimas e desastres, do município ou região de sua área de abrangência, fornecendo dados epidemiológicos, contextualizando os agravos atendidos e identificando os fatores facilitadores e de estrangulamento das ações.

Atribuições específicas:

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

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

III - identificar, qualificar e classificar os pedidos de socorro oriundos de unidades de saúde, julgar sua pertinência e exercer a tele-medicina sempre que necessário. Discernir sobre a urgência, a gravidade e o risco de todas as solicitações;

IV - hierarquizar necessidades;

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

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

VII - monitorar e orientar o atendimento feito pelas equipes de suporte básico e suporte avançado de vida;

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

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

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

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

XII - respeitar os preceitos constitucionais do País, a legislação do SUS, as leis do exercício profissional médico, o código de ética médica, bem como toda a legislação correlata existente.

## **2.2 Características do Modelo Francês**

Segundo o site oficial do serviço de atendimento móvel de urgência francês, o “SAMU DE FRANCE” começou na década de 60 e o conceito de regulação médica das urgências tem sua origem no atendimento pré-hospitalar francês. Embora a idéia do atendimento fora da estrutura hospitalar, com o uso de ambulâncias com suporte médico tenha se originado no final do século XIX, em Nova Iorque, e daí tenha sido levada para a Europa, é da França a concepção de regulação médica das urgências que se utiliza no Brasil.

De acordo com a APOSTILA DE REGULAÇÃO (2005) do SAMU, a regulação médica das urgências na França conseguiu êxito no seu objetivo de descongestionar as portas de entrada dos hospitais de urgência adotando dois processos concomitantes: a ampliação radical da atenção básica - com credenciamento quase universal de consultórios e clínicas ambulatoriais - e a implantação do serviço. Estes, além da prestação da assistência pré-hospitalar, funcionam como centros regionais de regulação das urgências, conseguindo intervir, previamente, no fluxo dos usuários para os serviços de atendimento. Como resposta positiva a esse processo, a população francesa veio a assumir a conduta de telefonar previamente para um número de acesso público, buscando orientação e ajuda, antes de se dirigir a um serviço de urgência.

Em 1986 é publicada uma lei francesa governamental que define o SAMU francês como um serviço hospitalar com seus centros de recepção e regulação das chamadas – os centros 15 – que coordenam os Serviços Móveis de Urgência e Reanimação (SMUR). O serviço francês tem como objetivo responder com meios exclusivamente

médicos às situações de emergência, com as seguintes missões: garantir uma escuta médica permanente; decidir e enviar, no menor prazo possível, a resposta mais adequada à natureza do chamado; assegurar a disponibilidade dos recursos hospitalares públicos ou privados adaptados ao estado do paciente, respeitando sua livre escolha e, preparar sua recepção; organizar o transporte para uma instituição pública ou privada, solicitando para isto os serviços públicos ou privados de transporte sanitário; garantir a admissão do paciente no hospital.

A mesma lei estabelece que os “centros-15” devem manter comunicação privilegiada com os centros de operações do corpo de bombeiros, informando-se, mutuamente, do andamento das respectivas intervenções. A lei determina que o SAMU se responsabilize por atividades de ensino que possibilitem a capacitação e formação continuada das profissões médicas e paramédicas (auxiliares do médico) para o atendimento às emergências. A formação desses profissionais é aperfeiçoada em função de um treinamento específico que muito interessa a médicos e enfermeiros da América Latina.

A França tem enviado, todo ano, médicos formadores a países como o Brasil e o Chile, que têm a competência de seus profissionais ampliada em virtude do trabalho realizado pelos médicos franceses. Dessa forma, Brasil e Chile acabam por poderem treinar outros profissionais do continente sul americano. Regulamenta, por fim, a regionalização do sistema, com a definição da lista de unidades envolvidas no atendimento e sua respectiva atribuição.

O responsável pela gestão administrativa de um SAMU é o diretor do hospital, que também assume a responsabilidade pelo estabelecimento de redes de comunicação e de alerta, além de se ocupar com o recrutamento e formação do pessoal. O serviço apresenta um Comitê Departamental Consultivo. Esse comitê se constitui de representantes de diversos hospitais públicos ou privados e de vários profissionais parceiros.

O número telefônico 15 é conhecido nacionalmente. Todos os atendimentos de urgência pré-hospitalar convergem para esse número. Ele tem, por lei, a exclusividade do alerta e da regulação médica e de todos os recursos, públicos ou privados, em todos os casos de urgências, individuais ou coletivas. Um médico, chamado de médico regulador, que é auxiliado pelo plantonista auxiliar, é o responsável pela qualidade da resposta.

A equipe médica de regulação deve analisar a demanda, avaliar as necessidades, classificar as prioridades entre as diferentes necessidades e escolher os serviços mais apropriados para atender à ocorrência.

O médico regulador pode encontrar apoio nos recursos externos ao seu território através dos centros regionais ou de Paris. Cada um possui à sua disposição mais de 50 especialistas de plantão pertencentes à assistência pública hospitalar de Paris. Essa rede hospitalar está sob a coordenação de um sindicato nacional chamado “SAMU de France”. Tal rede, com o apoio do Ministério das Relações Exteriores e o da Saúde, organiza a cooperação e o treinamento de estruturas de assistência a vitimados de via pública.

O médico regulador exerce diversas funções, tais como as de otimização do serviço de urgência e a de distribuição adequada das emergências, em função dos recursos disponíveis. Na verdade, o serviço acaba sendo um meio de controlar o aumento da procura de urgência médica, o que faz do médico regulador um controlador dessa demanda.

Na França, mais de 300 hospitais de segundo e terceiro níveis, foram obrigados por lei a se dotarem de um serviço móvel de terapia intensiva extra-hospitalar; entretanto, existem vetores descentralizados do SAMU que estão em conexão direta com esse serviço. Esses vetores são dotados de médicos e aparelhagem necessária e preenchem as unidades móveis hospitalares (UMH), que recebem, na França, o nome de *Unité Mobile Hospitalière*.

Os profissionais que as utilizam são funcionários dos hospitais, e tanto podem utilizar as ambulâncias terrestres quanto as aéreas (helicópteros). A função dos médicos é a de intervir “in situ” onde o médico regulador do SAMU determinou, após ter detectado uma urgência médica extra-hospitalar, na demanda que recebeu. Além disso, devem assegurar o transporte entre hospitais dos doentes ou feridos que não estiverem em condições de serem transportados por ambulâncias comuns.

Segundo DE BARROS (1998), os transportes urgentes e que não necessitam de acompanhamento médico são confiados às ambulâncias privadas, homologadas pelo SAMU. Elas são dotadas de técnicos de ambulâncias e de um auxiliar. Os acidentados nessa mesma situação são confiados às ambulâncias de salvamento dos bombeiros, as quais são dotadas somente de socorristas. O médico regulador do SAMU decide e

assiste eventualmente todos estes transportes urgentes por ambulâncias básicas que devem estar ligadas a ele diretamente por rádio.

### **2.3 Histórico do SAMU no Brasil**

No Brasil, através de uma cooperação franco-brasileira no início da década de 90, mediada pelo Ministério da Saúde e o Ministério dos Assuntos estrangeiros na França, deu-se início a uma nova concepção de modelo de atenção pré-hospitalar, centrada no médico, contando com a participação de profissionais da enfermagem e acrescentando o motorista de ambulância com uma formação específica.

Essa discussão foi intensificada, em decorrência da constatação de mudanças importantes no perfil epidemiológico, evidenciando um aumento da incidência da morbimortalidade por causas externas e causas cardiovasculares e a ausência de políticas públicas de saúde voltadas para a atenção às urgências, tanto na área hospitalar, quanto na pré-hospitalar, caracterizada pela desestruturação dos serviços e desorganização dos fluxos dos casos de urgência.

A estruturação inicial destes serviços proporcionou a aglutinação de técnicos, que a partir de 1995, vem promovendo uma ampla discussão em todo o Brasil sobre a atenção às urgências e o que ela representa na organização de Sistemas de Saúde e no processo de construção do SUS. Os trabalhos desse grupo subsidiaram de forma importante à divulgação desta nova forma de trabalho, e resultaram concretamente em parecer do Conselho Federal de Medicina (CFM), e, posteriormente, como um marco histórico na área de atenção às urgências, a Portaria Ministerial nº 824/ GM / Ministério da Saúde, de 24 de junho de 1999, que regulamentou e conceituou a regulação médica, orientando e subsidiando a organização desses serviços.

Surgiu então uma nova fase, em que foram desenvolvidas as estratégias de implantação efetiva das diretrizes desta portaria através da incorporação desses conceitos pelos médicos reguladores e pelo corpo clínico dos hospitais, implicando na necessidade de mudança na postura desses profissionais no que diz respeito ao recebimento da demanda referenciada segundo determinados critérios, estabelecidos a partir da necessidade do paciente.

A difusão do conceito de Regulação, então, propiciou o surgimento da Portaria nº 814/GM / Ministério da Saúde, de 01 de junho de 2001, que conceituou de forma mais ampliada e avança na normatização da atenção pré-hospitalar, além de considerar a regulação médica interferindo em outros momentos do processo assistencial e mais

adiante, consolidando estes conceitos e como marco importante surge a Portaria nº 2048 / GM / Ministério da Saúde, de 05 de novembro de 2002, que regulamenta o atendimento de urgências e emergências em todo o Brasil, estando em vigor até a presente data.

Em 29 de setembro de 2003, pela Portaria nº 1864/GM / Ministério da Saúde, o SAMU foi lançado pelo governo federal, abrangendo inicialmente 49,8 milhões de brasileiros em 18 estados. O critério de seleção dos municípios levou em consideração grandes centros populacionais em condições de gerir seus próprios recursos em saúde, além das condições locais de saúde relacionadas às urgências.

Em 27 de abril de 2004, pelo Decreto Presidencial nº 5.055, foi instituído nos municípios e regiões do território nacional o SAMU, ficando estabelecido o acesso nacional pelo número telefônico único – 192. Por último, a Portaria nº 2.657/GM / Ministério da Saúde, de 16 de dezembro de 2004, estabeleceu as atribuições das centrais de regulação médica de urgências e o dimensionamento técnico para a estruturação e operacionalização das Centrais SAMU-192.

#### **2.4 Cidades atendidas no Brasil**

Atualmente, 70 serviços de atendimento móvel de urgência estão implantados e em operação no Brasil. Ao todo, 266 municípios são atendidos pelo SAMU, num total de 62 milhões de pessoas. Entre as capitais brasileiras, o serviço está presente em Aracaju, Belém, Belo Horizonte, Campo Grande, Curitiba, Fortaleza, Goiânia, João Pessoa, Maceió, Natal, Palmas, Porto Alegre, Porto Velho, Recife, Rio Branco, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís, São Paulo, Teresina e Vitória, a qual está em fase de implantação.

Apesar de o serviço ser organizado para ser gerenciado pelo município, várias cidades podem se organizar num serviço de amplitude regional, cuja Central de Regulação Médica de Urgências será coordenada pelas secretarias estaduais de saúde, de forma a diminuir custos e qualificar a estrutura do atendimento às urgências nos municípios integrados. Esse é o caso do presente estudo, uma vez que a Área Metropolitana II é composta por sete municípios.

## 2.5 Características da Região Estudada

### 2.5.1 O SAMU no Estado do Rio de Janeiro

O SAMU, pela Rede de Centrais de Regulação (RCR), é um dos componentes da estratégia de regulação do Sistema Único de Saúde (SUS) no estado do Rio de Janeiro. Segundo a Secretaria de Saúde do Estado do Rio de Janeiro, em <<http://www.saude.rj.gov.br/Centraisregulacao>>, a RCR tem como objetivo otimizar a oferta de serviços de saúde de internações e exames de alta e média complexidade do SUS-RJ para a população, possibilitando um acesso mais ágil, equânime e democrático. Cada região do estado, conta com uma central de regulação informatizada, implantada no município-pólo, definido conforme o fluxo dos pacientes na região. A regionalização adotada foi pactuada com os gestores municipais e estadual. De uma forma geral, a Figura 1 indica o fluxo dos pacientes na RCR-RJ

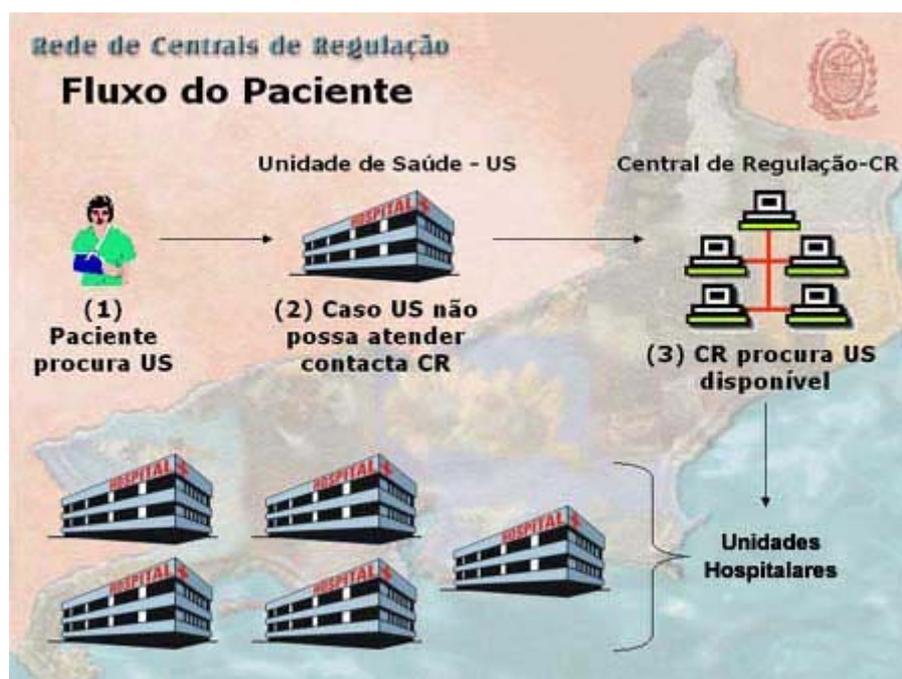


Figura 1 – Fluxo do paciente no Estado do Rio de Janeiro

A Central verifica a situação dos leitos da região, em termos de ocupação/especialidades e perfil tecnológico associado, poupando o usuário da peregrinação por diferentes municípios e hospitais na busca de internação. Em dezembro de 1999, a SES/RJ implantou a primeira Central, na Região Serrana, com pólo em Teresópolis. A RCR-RJ está ilustrada na Figura 2.

As Centrais estão assim distribuídas:

### Baixada Litorânea

Município Pólo - Cabo Frio

Demais Municípios – Araruama, Armação de Búzios, Arraial do Cabo, Casimiro de Abreu, Iguaba Grande, Rio das Ostras, São Pedro da Aldeia e Saquarema.

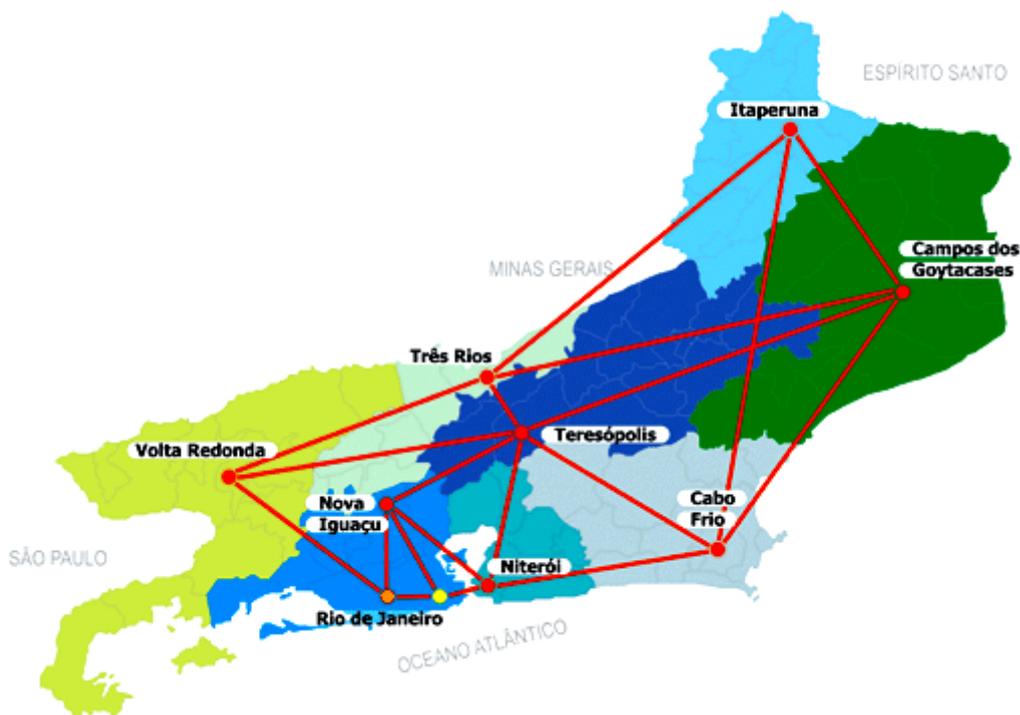


Figura 2 – SAMU no Estado do Rio de Janeiro

### Centro-Sul Fluminense

Município Pólo - Três Rios

Demais Municípios – Areal, Comendador Levy Gasparian, Engenheiro Paulo de Frontin, Mendes, Miguel Pereira, Paracambi, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Sapucaia e Vassouras.

### Médio Paraíba e Baía de Ilha Grande

Município Pólo - Volta Redonda

Região Médio Paraíba - Barra do Piraí, Barra Mansa, Itatiaia, Pinheiral, Rio Claro, Piraí, Porto Real, Quatis, Resende, Rio das Flores e Valença.

Região Baía de Ilha Grande - Angra dos Reis, Parati e Mangaratiba.

### Metropolitana I

Municípios Pólo - Nova Iguaçu

Demais Municípios - Belford Roxo, Duque de Caxias, Itaguaí, Japeri, Magé, Mesquita, Nilópolis, Queimados, São João de Meriti e Seropédica.

#### Metropolitana II

Município Pólo - Niterói

Demais Municípios – Itaboraí, Marica, São Gonçalo, Tanguá, Silva Jardim e Rio Bonito.

#### Noroeste Fluminense

Município Pólo - Itaperuna

Demais Municípios – Aperibé, Bom Jesus do Itabapoana, Cambuci, Cardoso Moreira, Italva, Itaocara, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Santo Antônio de Pádua, São José de Ubá e Varre Saí.

#### Norte Fluminense

Município Pólo - Campos dos Goytacazes

Demais Municípios – Carapebus, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, São Fidélis, São Francisco de Itabapoana e São João da Barra.

#### Região Serrana

Município Pólo - Teresópolis

Demais Municípios - Bom Jardim, Cachoeiras de Macacu, Cantagalo, Carmo, Cordeiro, Duas Barras, Guapimirim, Macuco, Nova Friburgo, Petrópolis, S. José do Vale do Rio Preto, Santa Maria Madalena, São Sebastião do Alto, Sumidouro e Trajano de Moraes.

#### Central de Regulação do Município do Rio de Janeiro

Município Pólo – Rio de Janeiro

### **2.5.2 Região Metropolitana II**

A região metropolitana II é composta por sete municípios, sendo que 11,89% da população do Estado do Rio de Janeiro reside nesta região, o que significa que 1.776.622 de habitantes se beneficiam do serviço do SAMU, cuja distribuição pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição da população

Município	População	%
Rio Bonito	51.085	3
Silva Jardim	22.228	1
Itaboraí	201.442	11
Tanguá	27.741	2
São Gonçalo	925.400	52
Niterói	466.630	26
Maricá	86.039	5
Total	1.776.622	100

Fonte: IBGE

Percebe-se a alta concentração populacional nas cidades de Niterói e São Gonçalo. A população feminina é maior que a masculina na região metropolitana II, representando 51,9% da população total da região. Este padrão é seguido por praticamente todos os municípios, exceto por Silva Jardim e Rio Bonito, que possuem um percentual maior de homens, como mostra o Gráfico 1.

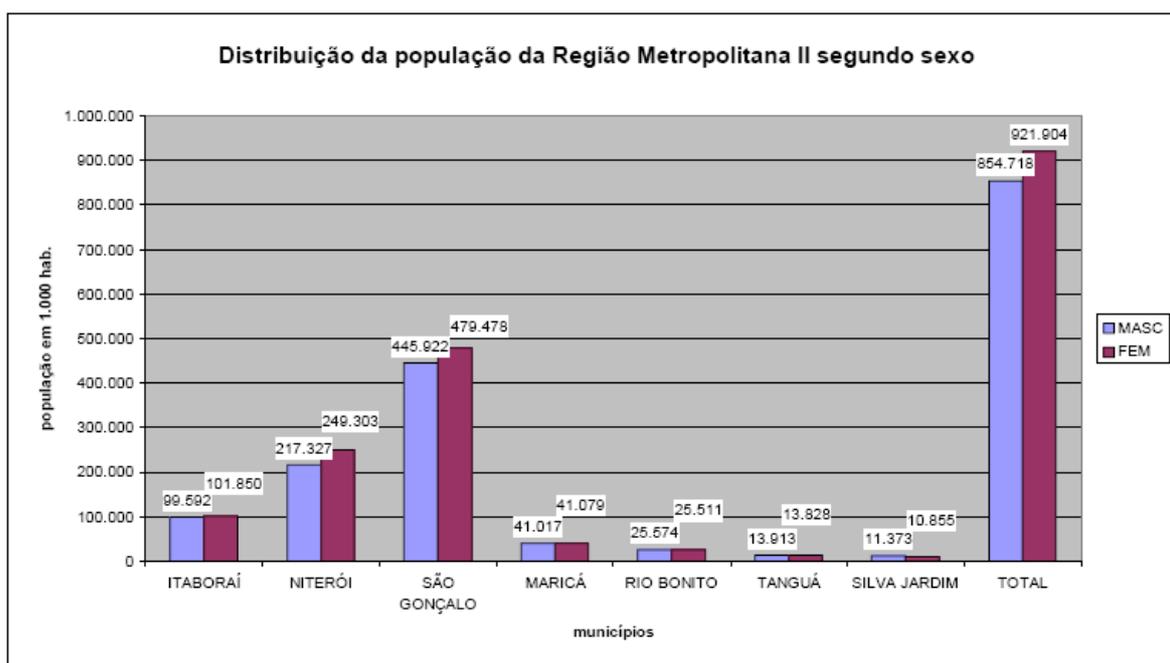


Gráfico 1 - Distribuição da população segundo o sexo

O PLANO REGIONAL- SAMU 192 - REGIÃO METROPOLITANA II realizou em 2003 um estudo abordando a distribuição da população por faixa etária (Tabela 2), onde indicou uma concentração maior de pessoas na faixa etária entre 20 a 49 anos, tanto em homens quanto em mulheres (47,5% da população total da região estão na faixa etária entre 20 e 49 anos). É fundamental ressaltar a menor proporção de homens, em

comparação com as mulheres, nas faixas etárias acima de 50 anos e, mais acentuadamente, acima de 60 anos. Esta diferença (que chega a 100% na faixa etária de 80 anos e mais) é, segundo o estudo, decorrente da maior mortalidade entre os homens nas faixas etárias mais jovens, que se devem, principalmente a causas externas, como acidentes e violências.

Tabela 2 - Distribuição da população por sexo e faixa etária

Faixa Etária	Masculino	Feminino	Total
Menor 1 ano	14.586	13.921	28.507
1-4 anos	59.073	56.802	115.875
5-9 anos	72.593	70.441	143.034
10-14 anos	73.771	71.315	145.086
15-19 anos	80.035	81.010	161.045
20-29 anos	152.722	159.356	312.078
30-39 anos	137.164	149.829	286.993
40-49 anos	115.159	129.725	244.884
50-59 anos	74.861	85.605	160.466
60-69 anos	46.367	58.078	104.445
70-79 anos	23.118	33.450	56.568
80 em diante	7.178	14.406	21.584
Total	856.627	923.938	1.780.565

Fonte: Plano Regional da Área Metropolitana II

O Gráfico 2 retrata a distribuição da população por faixa etária.

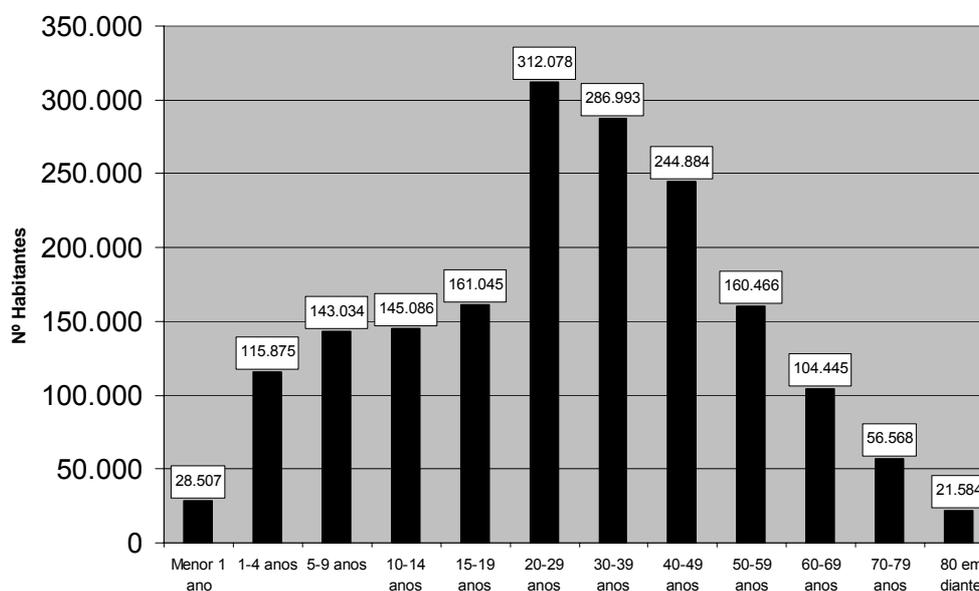


Gráfico 2 - Distribuição da população por faixa etária

A região metropolitana II é de população essencialmente urbana, apresentando, no ano de 2000, uma taxa de urbanização de 84%. No entanto, há diferenças importantes entre os municípios da região. A diferença na taxa de urbanização varia de 100% entre os municípios de São Gonçalo e Niterói a 63% em Silva Jardim, município com maior proporção de população rural na região (Tabela 3).

Tabela 3 - População urbana e rural

Município	Urbana	Rural	Total	Tx Urb.%
Itaboraí	177.260	10.219	187.479	95
Maricá	63.399	13.338	76.737	83
Niterói	459.451	0	459.451	100
Rio Bonito	32.450	17.996	50.446	64
São Gonçalo	891.119	0	891.119	100
Silva Jardim	14.215	8.348	22.563	63
Tanguá	22.448	4.890	27.338	82
Total	1.660.342	54.791	1.715.133	84

Fonte: IBGE (2002)

A região conta com a disponibilidade de malhas viárias estadual e federal (Figura 3), o que, associado a pouca extensão territorial, principalmente quando comparada com as demais regiões do estado do Rio de Janeiro, e à ausência de obstáculos (acidentes geográficos, rios...), possibilita intenso deslocamento e trânsito das pessoas entre os municípios.



Figura 3 - Malha viária

### 2.5.3 Dados dos Serviços de Saúde

Os municípios que compõem a região metropolitana II apresentam diferenciados níveis de organização das suas redes assistenciais de saúde. Contudo, no que se refere à atenção às urgências, a situação dos municípios da região se nivela. Dificuldades como a superlotação das unidades hospitalares de emergência, a baixa

resolubilidade da atenção básica, a informalidade nos fluxos de referência e contra-referência, a predominância de pacientes crônicos e portadores de patologias clínicas nas emergências e os problemas relacionados a recursos humanos têm contribuído para o agravamento do quadro de saúde da população. Do ponto de vista da oferta de serviços, pode-se dizer que a região é bem aparelhada, tendo em Niterói e São Gonçalo seus principais pólos. No entanto, a oferta de serviços não é distribuída de modo equânime e há necessidades de se expandir certos serviços, especialmente quando se pensa na organização da atenção às urgências e emergências, que traz consigo a necessidade de reorganização de outras áreas como a terapia intensiva, os serviços não hospitalares de emergência e o apoio diagnóstico.

De acordo com o PLANO REGIONAL- SAMU 192 - REGIÃO METROPOLITANA II, a região possui um complexo universitário gerador de ciência e tecnologia, o que disponibiliza mão de obra de diferentes níveis de escolaridade e qualificação. A principal unidade formadora, a Universidade Federal Fluminense, situa-se em Niterói e possui vasta tradição na área da saúde, inclusive no que diz respeito às urgências e emergências, pois no momento é a única universidade da região sudeste a possuir um hospital universitário (HUAP) com emergência aberta. Isso tem possibilitado a realização de cursos de atendimento às urgências e emergências com ênfase nas atividades práticas, na modalidade treinamento em serviço.

Outro importante serviço quando se fala da atenção às urgências e emergências é o Corpo de Bombeiros. O Serviço de Defesa Civil do Corpo de Bombeiro Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMRJ), com acionamento pelo número 193, abrange a região metropolitana II até a cidade de Itaboraí. Esta área está coberta pelo Quartel do 3º Grupamento de Bombeiro Militar - Niterói, com apoio do destacamento de Charitas, Maricá e do Quartel de São Gonçalo. As cidades de Tanguá, Rio Bonito e Silva Jardim são atendidas pelo destacamento de Casimiro de Abreu (que não pertence à área metropolitana II) e são também acionadas pelo número 193. As unidades operacionais e logísticas dos Grupamentos de Bombeiros que atuam na região estão descritas abaixo:

#### **Unidades Operacionais e Logísticas**

- 3º Grupamento de Bombeiro Militar (Niterói), incluindo destacamento de Charitas e Maricá
- Posto e Bombeiro Militar de Maricá

- 20º Grupamento de Bombeiro Militar de São Gonçalo
- Destacamento de Bombeiro Militar 1/20 – Itaboraí
- Destacamento de Casimiro de Abreu

É importante destacar ainda os serviços privados de atendimento as urgência e emergência que atuam na região. Atualmente 15 empresas disponibilizam este tipo de serviço.

## **2.6 Dimensionamento da Central de Regulação de Urgência**

A Portaria nº 2.657/GM, de 16 de dezembro de 2004, estabelece o dimensionamento técnico para a estruturação e operacionalização das Centrais SAMU- 192, onde a sala de regulação médica deve ser estruturada de acordo com as seguintes diretrizes e características:

- a) a sala de regulação deverá ser dimensionada levando-se em conta o tamanho da equipe e o número de postos de trabalho, conforme recomendações técnicas desta Portaria, considerando que cada posto de trabalho utiliza 2 m<sup>2</sup> de área, projetando-se, além disso, os espaços dos corredores de circulação e recuos, além das portas e janelas;
- b) acesso restrito aos profissionais que nela trabalham, exceto em situações de ensino com prévia aprovação da coordenação;
- c) isolamento acústico, iluminação e temperatura adequadas;
- d) propiciar a integridade da conduta profissional, a imparcialidade no manejo dos casos e o sigilo ético-profissional das informações;
- e) sistema de telefonia com número suficiente de linhas disponíveis à população, número de aparelhos telefônicos adequado aos postos de trabalho de médicos e auxiliares de regulação e equipamento de fax;
- f) sistema de comunicação direta entre os rádios-operadores, as ambulâncias, suas bases operacionais e de estabilização, outras unidades de saúde e outras centrais de regulação, bem como com outros atores diretamente relacionados aos atendimentos móveis, como o Corpo de Bombeiros, a Defesa Civil, a Polícia Militar, Operadoras Privadas de Serviços Móveis de Urgência e outros;

g) sistema de gravação digital contínua para registro de toda a comunicação efetuada por telefone e rádio, com acesso protegido, permitido apenas às pessoas autorizadas pela Coordenação do Serviço; e

h) sistema de gestão informatizado para arquivamento dos registros gerados pela regulação.

A Central de Regulação de Urgência da Área Metropolitana II funciona no município de Niterói desde 28 de março de 2002, e atualmente possui 264 funcionários, de modo a atender as unidades móveis em atividades na região e operar e administrar a central de regulação, distribuídos conforme a Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Composição das equipes na Central de Regulação

Equipe	Nº Equipes	Composição	Carga	Prof/equip	Tota
Equipe de suporte básico	12	técnico	32	6	70
		motorista	32	6	70
Equipe suporte avançado	5	enfermeiro	40	5	25
		motorista	32	6	30
		médico	40	5	25
Equipe central	1	médico regulador	40	5	10
		operador de frota	32	6	6
		telefonistas	32	6	20
Administração	1	coordenador	32	1	1
		dir. médico	32	1	1
		dir. enfermagem	32	1	1
		dir. administrativo	32	1	1
		ag. administrativo	32	4	4
Total	19				264

Fonte: Plano Regional da Área Metropolitana II.

## 2.7 Dimensionamento da Frota de Ambulâncias

As ambulâncias serão adquiridas na proporção de um veículo de suporte básico à vida para cada grupo de 100.000 a 150.000 habitantes, e de um veículo de suporte avançado à vida para cada 400.000 a 450.000 por habitantes. A distribuição da frota de ambulâncias na região Metropolitana II está demonstrada na Tabela 5.

Tabela 5 - Distribuição atual das unidades móveis de urgência

<b>Município</b>	<b>População</b>	<b>USB</b>	<b>USA</b>
Rio Bonito	51.085	0	1
Silva Jardim	22.228	1	0
Itaboraí	201.442	0	1
Tanguá	27.741	1	0
São Gonçalo	925.400	6	2
Niterói	466.630	3	1
Marica	82.096	1	0
<b>Total</b>	<b>1.776.622</b>	<b>12</b>	<b>5</b>

USB: unidade de suporte básico / USA: unidade de suporte avançado.

Além das ambulâncias do SAMU e da Defesa Civil do CBMRJ, a região ainda conta com outros serviços que apóiam o serviço de APH, dentre eles, as unidades da Ponte S/A, que conta com uma unidade de suporte avançado e duas unidades de suporte básico e da Polícia Rodoviária Estadual, que conta com quatro unidades. Porém, de acordo com a Portaria nº 2048 /GM / Ministério da Saúde, de 05 de novembro de 2002 foi iniciada a elaboração de um projeto de parceria com a Polícia Rodoviária Federal para disponibilizar nove unidades de suporte básico com equipamentos de resgate que cobririam um trecho da BR-101 compreendido entre os municípios de Niterói e Rio de Bonito. Já a Polícia Rodoviária Federal possui três unidades de atendimento na região metropolitana II, sendo que 01 está localizada na Ponte Rio-Niterói, 01 em São Gonçalo e 01 em Rio Bonito.

## **2.8 Procedimentos Operacionais da Central de Regulação**

A Portaria nº 2.657 / GM / Ministério da Saúde, de 16 de dezembro de 2004, estabelece normas de operacionalização dos Centros de Regulação de Urgência, bem como prevê todas as ferramentas de regulação necessárias para seus funcionamentos, que são:

- a) mapas do município e região de cobertura do serviço, onde estejam localizados os serviços de saúde, bases descentralizadas do SAMU, outras ambulâncias ou serviços de transporte inclusive privados, Corpo de Bombeiros, Polícia Rodoviária e outros;
- b) mapas do município e região de cobertura do serviço, com as estradas e principais vias de acesso, registro de barreiras físicas e outros fatores que dificultem o acesso a cada local;
- c) listas de telefones de todos os serviços de saúde do município ou região, além de outros setores envolvidos na assistência à comunidade;

d) grades pactuadas, regionalizadas e hierarquizadas, com informações efetivas sobre a composição e a capacidade operativa diária e horária da estrutura dos serviços, organizados em redes e linhas de atenção, hierarquizados por complexidade de resposta técnica. Essas grades deverão ser mantidas atualizadas diariamente pelos serviços, indicando e justificando se há impedimento de uso do potencial do serviço, ocasião em que os serviços comunicarão formalmente por escrito a alteração transitória de grade e, em caso de alteração definitiva, deverão comunicar com antecedência adequada ao comitê gestor das urgências e ao gestor municipal ou estadual competente;

e) mecanismos de relacionamento direto com as centrais de regulação de leitos hospitalares, consultas ambulatoriais especializadas e serviços auxiliares de diagnóstico, quando estas existirem ou criação e utilização de planilhas auxiliares com vagas/censos diários etc;

f) diretrizes técnicas de regulação médica e de atendimentos de urgência;

g) agenda de eventos;

h) planos para manejo de situações complexas, envolvendo muitas pessoas afetadas, com perda ou não da capacidade de resposta por setores públicos e privados encarregados (planos de desastre com protocolos integrados entre todos os agentes públicos e privados responsáveis); e

i) manuais de normas e rotinas do serviço.

### **3 SIMULAÇÃO**

#### **3.1 Introdução**

A essência da modelagem de simulação é a caracterização de objetos da vida real como um conjunto de entidades abstratas, o relacionamento entre estas entidades e um conjunto de mapeamentos que dão uma interpretação real às entidades abstratas. A simulação, como técnica de pesquisa operacional, consiste na experimentação numérica com modelos lógico-matemáticos, com o objetivo de estimar parâmetros relativos ao desempenho de sistemas descritivos por estes modelos (GARCIA e DE OLIVEIRA, 2005).

De acordo com BANKS (1984), a técnica de simulação pode ser definida como sendo uma imitação de um processo ou sistema do mundo real através do tempo. Podendo ser realizada manualmente ou utilizando recursos computacionais, a simulação envolve a geração de uma história artificial do sistema e a observação desta história artificial para que sejam realizadas inferências relativas às características operacionais do sistema no mundo real.

Segundo PIDD (1984), modelos utilizando técnicas de simulação computacional estão sendo desenvolvidos desde o início da década de 60. Os princípios básicos para sua construção são simples. O analista elabora um modelo do sistema de interesse, codifica programas de computador que incorporem o modelo e utiliza o computador para imitar o comportamento do sistema sujeito a uma variedade de políticas operacionais. Depois, através de experimentos, seleciona a política que lhe trouxer resultados mais desejáveis.

Segundo GABCAN (2000), a simulação de um sistema é a representação fictícia e, conseqüente análise, de uma situação formada por diversos elementos (entidades)

que interagem numa determinada atividade. A simulação permite estudar e experimentar complexas interações internas de um dado sistema, seja ele uma firma, indústria, um tipo qualquer de empreendimento administrativo ou um subsistema de algum deles, ou mesmo para delinear novas políticas e regras de decisão, como por exemplo, em jogos operacionais do tipo: jogos de gerência comercial e jogos militares.

Para DE OLIVEIRA (1994), o uso da simulação é indicado em função da complexidade do problema e da dificuldade de se obter um modelo matemático simples para o sistema em estudo. A modelagem é um dos processos básicos para a obtenção de conhecimento sobre a operação do sistema e nos permite explorar diversos cenários. Ela deve servir como uma aproximação bastante precisa do sistema real e também conter aspectos que lhe são importantes. Em uma simulação, quanto mais preciso forem os dados de entrada do problema, mais eficiente será a simulação, conseqüentemente seus resultados mais se aproximarão da situação real, tornando-se uma eficiente ferramenta de tomada de decisão.

Como citado em TAVARES *et al.* (1996), nos modelos de simulação não se conhece a relação analítica direta entre variáveis de decisão e a(s) medida(s) de desempenho. Em tais modelos representa-se a evolução do sistema ao longo do tempo, sendo essa evolução dependente da solução adotada, a qual se pretende avaliar. Durante a simulação, vão-se compilando as estatísticas de funcionamento relevantes para a avaliação do desempenho da solução adotada. Deste modo, a simulação do sistema passa a corresponder a uma perspectiva experimental da abordagem escolhida para resolver o problema.

Para GONÇALVES (2004), a simulação é uma excelente ferramenta para modelar diferentes ambientes de maneira flexível e pode ser utilizada com os seguintes propósitos:

- Possibilitar o estudo e experimentação de sistemas complexos.
- Simular mudanças operacionais, organizacionais com vistas a observar o efeito dessas alterações no comportamento do modelo.
- Obter o conhecimento sobre o processo e sugerir melhorias.
- Alterar entradas do modelo e observar os resultados. Podemos assim obter indicadores valiosos sobre o comportamento das principais variáveis do sistema simulado.
- A simulação pode ser utilizada como uma ferramenta de aprendizado muito útil para o entendimento de modelos complexos.

- A simulação pode ser utilizada no experimento de novos projetos ou políticas operacionais antes de sua implementação antecipando o que irá acontecer.

A simulação permite ultrapassar limitações dos modelos de resolução direta. Inúmeras vantagens com relação a outros métodos de Pesquisa Operacional podem ser citadas, dentre elas destacam-se a simplicidade e a flexibilidade. A técnica permite modelar o comportamento de sistemas de qualquer grau de complexidade, com um nível de detalhes mais ajustado a cada caso, e não é necessário, em geral, fazer hipóteses simplificadoras que podem em alguns casos comprometer a validade desses modelos.

### **3.2 Componentes da Simulação**

Para a construção de um modelo é necessário um perfeito conhecimento do problema. O analista deve possuir um domínio completo do conceito, escopo e componentes do sistema. BANKS (1984) define um sistema como um grupo de objetos com interação e interdependência em torno de um determinado propósito. O escopo é determinado através dos limites do sistema estabelecidos dentro de um ambiente.

O sistema que será apresentado nesta dissertação é o atendimento pré-hospitalar móvel, via SAMU. Serão realizadas as principais atividades relativas ao atendimento da população da área metropolitana II. A estrutura do modelo descreve como as partes se organizam. A sua dinâmica descreve como as partes interagem. Um centro de regulação comandará essa interação, ditando as ações e condutas a serem tomadas por todos durante todo o processo. As entidades mais importantes do sistema são os pacientes, a equipe de atendimento e as unidades móveis.

O Estado do Sistema indica a situação em que ele se encontra num certo instante, a qual é aferida 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 destes valores todos os dados relativos ao início, execução, funcionamento, tempo de duração e término de todas as atividades envolvidas no processo de atendimento deverão ser obtidas e avaliadas, em intervalos regulares de tempo. A mudança de estado pode ser, de uma certa forma, monitorada.

Os Elementos a serem utilizados neste problema, são todos os recursos materiais, humanos e de infra-estrutura envolvidos num processo de atendimento pré-hospitalar móvel de urgência. Cada elemento possui características próprias que o descrevem, denominadas atributos.

Os Atributos podem estar correlacionados uns aos outros. A diferença verificada no valor do atributo pode causar uma mudança no estado do sistema. O tempo decorrido entre um determinado estímulo e uma mudança significativa de estado é uma das variáveis importantes para avaliar as performances dos cenários.

Variáveis são valores cujo comportamento desejamos observar ao longo do tempo. As variáveis podem ser endógenas, quando determinadas internamente no sistema, ou exógenas, quando não são determinadas internamente, sendo também chamadas independentes. As variáveis exógenas podem ser, ou não, controláveis no processo de atendimento. Neste caso, sendo denominadas variáveis de controle. Denominamos parâmetros aos valores que permanecem constantes durante a execução da simulação. A mudança nos valores dos parâmetros afeta o comportamento do sistema.

Entidades são pessoas ou objetos envolvidos no processo de atendimento. Exemplos de entidades são pacientes, atendentes da central de atendimentos, ambulâncias, médico, entre outros. As entidades podem ser individuais ou grupais. Embora entidades sejam individualmente identificáveis, podem ser agrupadas em classes de entidades semelhantes, como por exemplo, os pacientes atendidos no município de Niterói.

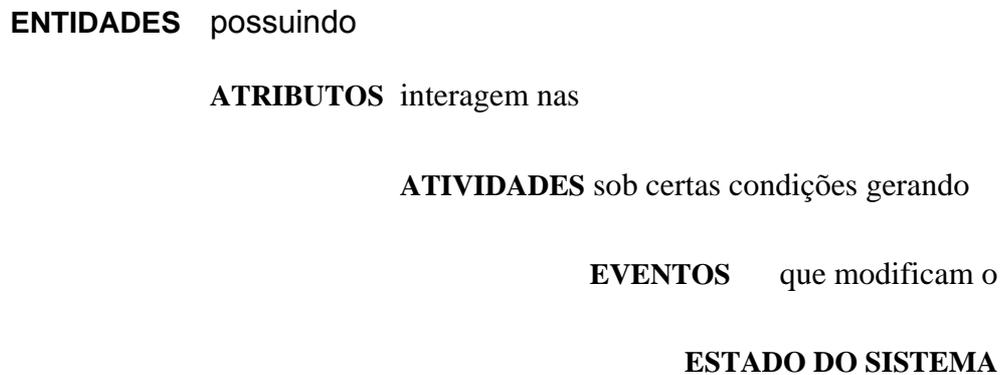
Atividades são operações e/ou procedimentos que têm uma duração de tempo e que requerem a disponibilidade de várias entidades envolvidas. Para o início de uma atividade é necessário que as condições mínimas sejam satisfeitas. Por exemplo, para que uma intervenção clínica pela equipe médica do SAMU aconteça no local da solicitação do paciente é necessário que haja:

- Chamada;
- Atendimento pela central de atendimento
- Disponibilidade de ambulância
- Deslocamento da equipe médica
- Atendimento ao paciente na cena de ação
- Remoção do paciente
- Recepção do paciente por um hospital qualificado

Evento é considerado como o instante de tempo no qual entidades trocam de estado. Por exemplo, quando uma ambulância está realizando uma remoção de algum

paciente, ela possui um status de ocupada. Quando o paciente é acolhido por algum hospital num determinado instante, muda-se seu estado para disponível.

DE OLIVEIRA (2004b) descreve os relacionamentos dos componentes da seguinte forma:



### 3.3 Classificação da Simulação

Sistemas podem ser categorizados como discretos ou contínuos. Na realidade poucos sistemas podem ser considerados na prática como sendo puramente discretos ou contínuos, porém algumas características predominantes permitem que se faça esta classificação.

Segundo SALIBY (1989), uma simulação a eventos discretos é aquela em que a mudança de estado ocorre em um conjunto de pontos específicos ao longo do tempo, podendo ser determinado pela ocorrência de eventos. Em uma simulação contínua, as variações de estado são contínuas, muito embora ela seja feita a pequenos intervalos de tempo, por imposição do método empregado e do próprio computador. A simulação contínua é muito útil no estudo de sistemas descritos através de equações diferenciais. Outra aplicação importante refere-se à simulação de processos contínuos, como é o caso da operação de refinarias de petróleo. Tal como ocorre na simulação a eventos discretos, sua aplicação prática tem sido cada vez maior.

Com relação ao comportamento das variáveis do sistema podemos classificar os modelos como sendo determinísticos ou probabilísticos. Os modelos determinísticos são aqueles cujas todas as variáveis presentes são também determinísticas. Em contra partida, os modelos probabilísticos baseiam-se numa descrição mais próxima da realidade e contém uma ou mais variáveis aleatórias, cujo papel, numa simulação, será representado através de amostras. Nesse sentido, o processo de amostragem

tem por objetivo reproduzir, de maneira mais precisa possível, o comportamento probabilístico destas variáveis.

Para realizarmos uma simulação devemos também fazer uma distinção entre sistemas terminais e não terminais. Um sistema terminal é aquele que roda durante um determinado período de tempo e um evento específico causa o término da simulação. Este tipo de sistema possui condições iniciais bem definidas e o seu término pode ser previamente determinado ou vinculado a um evento específico. Já um sistema não terminal roda continuamente ou pelo menos por um longo período de tempo.

BANKS (1984) enfatiza, no caso dos sistemas terminais, a utilização do método de replicações independentes, onde a simulação é repetida por um determinado número de vezes e, a cada rodada, uma semente diferente é utilizada na geração dos números aleatórios das distribuições de probabilidade do modelo. Com este modelo os resultados de cada replicação são coletados e correspondem a uma observação estatisticamente independente. Desta forma podemos empregar métodos estatísticos para análise dos resultados. Para os sistemas não terminais, devem ser feitos estudos para determinar o período de tempo necessário para que o sistema atinja uma fase estacionária em que seu comportamento possa ser analisado e a partir de então, as estatísticas dos resultados possam ser coletadas. Esse procedimento é comumente chamado de aquecimento do sistema.

### **3.4 Etapas da Simulação**

Segundo BANKS (1996), o processo de construção do modelo de simulação pode ser dividido em 4 fases compostas em 12 etapas. O fluxograma das etapas da simulação está representado esquematicamente na Figura 4.

**Formulação do Problema** – todo estudo deve iniciar com a definição clara e precisa do problema. É importante que tanto os usuários quanto o analista entendam e concordem com a formulação do problema.

**Estabelecimento de objetivos e Plano de Projeto** – os objetivos indicam as questões a serem respondidas pela simulação. Um plano de projeto com cronograma, recursos envolvidos e custos alocados também deve ser elaborado.

**Elaboração do Modelo Conceitual** – a construção de um modelo conceitual está relacionada mais à arte do que à ciência. É recomendável iniciar com um modelo simples e ir aumentando sua complexidade gradativamente. Outro fator é a interação

com o usuário. O envolvimento do usuário final aumenta a qualidade e confiabilidade do modelo elaborado.

**Coleta de Dados** – existe uma interação constante entre a elaboração do modelo e a coleta de dados. Se a complexidade do modelo é alterada, a coleta de dados sofre mudanças. A coleta de dados toma grande parte do tempo de elaboração do modelo e, por esta razão, deve ser o mais cedo possível.

**Codificação** – desde que modelos de sistemas reais requerem um grande volume de informações a serem armazenadas e computadas, é necessário desenvolver um programa de computador. O analista deve decidir se irá desenvolver um programa específico ou utilizar pacotes de simulação. Desenvolver um programa específico geralmente requer um tempo maior enquanto a utilização de pacotes diminui o tempo de programação e agilizam a verificação do modelo computacional.

**Verificação do Modelo Computacional** – o programa desenvolvido deve ser testado para verificar se o modelo computacional executa a simulação e produz resultados corretos. Nesta fase de homologação a participação do usuário junto com o analista agiliza a verificação e aumenta a confiabilidade do modelo desenvolvido.

**Validação** – corresponde a avaliar se o modelo elaborado é uma representação precisa do sistema real. A validação é geralmente obtida pela calibragem do modelo em um processo iterativo de comparação entre o comportamento do modelo e o sistema real corrigindo-se eventuais distorções. Este processo é repetido até que sejam alcançados resultados considerados aceitáveis pelos usuários.

**Projeto Experimental** – as alternativas que serão simuladas devem ser determinadas. Geralmente a decisão relativa a quais alternativas simular devem ser função do número de execuções que serão completadas e analisadas. Para cada simulação devem ser definidos os tempos de aquecimento, tempo total de execução e número de replicações.

**Execução da Simulação da Simulação e Análise** – a simulação deve ser executada para que análises, através de técnicas estatísticas, possam ser realizadas.

**Execuções Adicionais da Simulação** – baseado nos resultados obtido, o analista deve decidir se há necessidade de execuções da simulação adicionais.

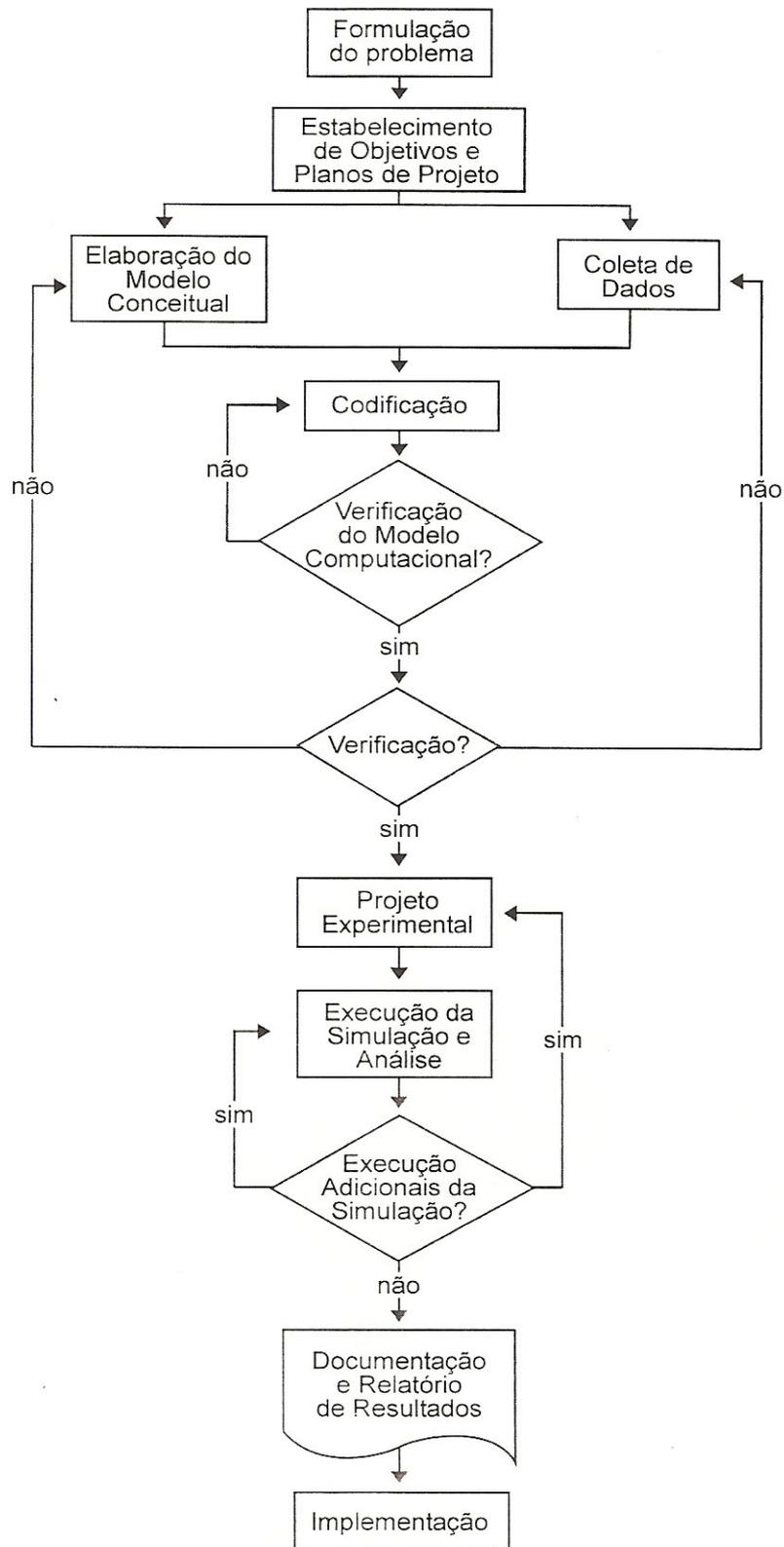


Figura 4 -Etapas da simulação (extraído de BANKS – 1996)

**Documentação e Relatórios de Resultados** – todos os programas devem ser documentados facilitando as manutenções futuras e o entendimento dos usuários finais quanto à operação do modelo computacional desenvolvido.

**Implementação** – o sucesso da implementação depende de como as etapas anteriores foram executadas. A interação entre o analista da simulação e o usuário final também influencia diretamente a consistência e credibilidade do modelo implementado.

### 3.5 Geração de Números Pseudo-Aleatórios e Variáveis Aleatórias

Segundo DE OLIVEIRA (2001), número pseudo-aleatórios são números gerados pela aplicação seqüencial de procedimentos algébricos determinísticos, mas que, para todos os efeitos práticos, têm as mesmas características dos números aleatórios. Isto significa que apresentam uma distribuição uniforme e uma independência que podem ser confirmadas por testes estatísticos e, assim, apesar da seqüência gerada não ser de fato aleatória ela aparenta ser.

É desejado que o processo geral de geração de números pseudo-aleatórios de uma determinada distribuição possua:

**Uniformidade:** os números gerados se distribuem uniforme e continuamente no intervalo  $[0,1]$  com média 0,5 e variância  $1/12$ .

**Independência:** impossibilidade de previsão de um número da seqüência a partir do conhecimento do número anterior, a não ser que se conheça o código gerador.

**Ausência de tendências:** a geração de cadeias monotonamente crescentes ou decrescentes não deve seguir padrões excessivamente longos ou curtos, ou mesmo padrões cíclicos (como vários números acima da média seguidos por vários números abaixo da média).

**Ciclos longos:** sempre que na seqüência de números voltar a surgir algum número já gerado previamente, exatamente a mesma cadeia de números, a parti daquele valor, será gerada e este ciclo se repetirá indefinidamente. Neste caso diremos que a seqüência se degenera quando começa a repetir números. O comprimento do ciclo é chamado de período de um gerador, sendo que o gerador deve produzir uma quantidade razoável de números antes de começar a se repetir.

**Replicação controlada:** podem-se gerar seqüências diferentes a partir de valores iniciais diferentes denominadas sementes. Para sementes iguais geram-se seqüências iguais.

As propriedades computacionais desejáveis para um método de geração de números pseudo-aleatórios são:

- Alta velocidade de geração
- Baixo consumo de memória
- Facilidade de implementação
- Facilidade de utilização

As duas grandes famílias mais conhecidas de métodos de geração de números pseudo-aleatórios são os métodos de partição da palavra e os métodos congruenciais. Existem bastantes literaturas específicas que abordam esse assunto, como em DE OLIVEIRA (2001). Geradores de números aleatórios mais recentes são baseados no uso de números congruentes. Por isso, aqui será apenas descrito o Método Congruencial.

Suponha que tenhamos três números inteiros  $a$ ,  $b$  e  $m$ , com  $m > 0$ . Toda vez que a diferença  $(a-b)$  seja múltiplo inteiro de  $m$ , ou seja,  $(a-b) = k \cdot m$  ( $k$  inteiro) diremos que  $a$  e  $b$  são congruentes módulo  $m$ . Denotando esta relação por  $a \equiv b \pmod{m}$  (lê-se “ $a$  é congruente a  $b$  módulo  $m$ ”) temos,

$$\forall a, b, m \in \mathbb{Z}, m > 0, a \equiv b \pmod{m} \Leftrightarrow (a-b) = k \cdot m, k \in \mathbb{Z}$$

$a \bmod b =$  resto da divisão inteira de  $a$  por  $b$

O método introduzido por D.H. Lehmer em 1951, chamado Congruencial Linear, escolhe quatro números, que são respectivamente:

$X_0$  valor inicial

$a$  multiplicador

$c$  incremento

$m$  módulo

com:

$$X_0 \geq 0;$$

$$a \geq 0;$$

$$c \geq 0;$$

$$m > X_0, m > a, m > c;$$

A seqüência desejada de números aleatórios é obtida a partir de:

$$X_{n+1} = (a X_n + c) \bmod m, n \geq 0$$

### 3.5.1 Teste de Números Pseudo-Aleatórios

Números pseudo-aleatórios gerados em computadores são completamente determinados a partir dos dados iniciais e têm precisão limitada. Para determinar se um gerador de número pseudo-aleatório está fornecendo números que possuam as propriedades de uniformidade e independência desejadas certos testes devem ser realizados. Existem vários tipos de testes empíricos para verificar a qualidade dos números, tais como:

- **Teste de Frequência: Qui-quadrado e Komolgorov-Smirnov** que são usados para verificar a uniformidade dos números gerados.
- **Teste de Autocorrelação:** verifica a independência entre seqüência de números.
- **Teste de Intervalo (Gap Test):** analisa estatisticamente a quantidade de números gerados entre um determinado número.
- **Teste de Corridas Acima e Abaixo da Média:** é semelhante ao teste do intervalo.
- **Teste de Série:** testa a independência e uniformidade de uma seqüência de números pseudo-aleatórios.

### 3.5.2 Geração de Variáveis Aleatórias

Segundo DE OLIVEIRA (2001), existe um conjunto de métodos específicos para a geração em computador de valores de variáveis aleatórias através de distribuições de probabilidades, a partir da seqüência de números pseudo-aleatórios gerados anteriormente. Os três métodos básicos são: Método da Transformação Inversa, Método da Aceitação-Rejeição e Método da Composição.

### **Método da Transformação Inversa**

Este método pode ser utilizado quando, se  $F(x)$  for a distribuição acumulada, a inversa da distribuição acumulada  $F^{-1}(x)$  pode ser calculada analiticamente. Infelizmente, para muitas distribuições de probabilidades ou é impossível ou é extremamente difícil expressar  $x$  em termos da transformação inversa. Nesses casos, deve-se obter uma aproximação numérica para a função inversa e então recorrer a um dos outros métodos propostos.

### **Método da Aceitação-Rejeição**

Este método exige que a função densidade de probabilidade  $f(x)$  seja conhecida e que tenha as seguintes características.

- $f(x)$  é definida apenas para  $a \leq x \leq b$
- existe  $c$  tal que  $c \cdot f(x) \leq 1 \quad \forall x \in [a,b]$

Assim, se definirmos  $f_{\max} = \text{Max} \{f(x) \mid a \leq x \leq b\}$  de modo que  $c = 1 / f_{\max}$ , o método se resumirá aos seguintes passos:

- Gere  $x \sim U(a,b)$ ;
- Gere  $y \sim U(0, f_{\max})$ ;
- Se  $y \leq c \cdot f(x)$ , aceite  $x$  e retorne;
- Caso contrário, rejeite  $x$  e vá para etapa inicial.

### **Método da Composição**

Chamado também de método das misturas, neste método  $f(x)$  é expresso como uma mistura de probabilidades de funções de densidade  $g(x)$ , devidamente selecionadas. A distribuição de probabilidades da soma de duas ou mais variáveis aleatórias independentes pode ser denominada de composição das distribuições desta variável aleatória.

## **3.6 Teoria das Filas**

A Teoria das Filas é um assunto bastante extenso e existem bastantes registros na literatura especializada. Neste tópico, fez-se apenas uma breve abordagem sobre a Teoria das Filas, a qual foram usadas as referências SINAY (2004) e FERREIRA FILHO (2004).

A espera por serviços em filas faz parte do cotidiano das pessoas na sociedade moderna e como não podem ser evitadas, tendem a ser tolerada, apesar dos atrasos e inconveniências que causam. O comportamento das filas pode ser estudado e dimensionado de forma a aliviar os prejuízos em tempo e produtividade assim como as perdas financeiras que elas acarretam.

O pioneiro no estudo das filas foi A.K. Erlang, um engenheiro dinamarquês, que publicou vários trabalhos sobre o assunto, quando da implantação do serviço telefônico em Copenhague na década de 1910. A.K. Erlang é considerado como o pai da Teoria das Filas, devido ao fato do seu trabalho ter-se antecipado por várias décadas aos conceitos modernos desta teoria. Já no ano de 1917, publicou o livro “Solutions of Some Problems in the Theory of Probabilities of Significance in Automatic Telephone Exchanges”. Diversas áreas usufruíram dessa técnica destacando-se entre outros, problemas de congestionamento de tráfego, de escoamento de fluxo de carga em terminais, de carregamento / descarregamento de veículos, de escoamento de fluxo de processamento de informações, de formação de estoque, de comunicação de computadores, etc.

Segundo SINAY (2004), a Teoria das Filas consiste na modelagem analítica de processos ou sistemas que resultam em espera e tem como objetivo determinar e avaliar quantidades, denominadas medidas de desempenho, que expressam a produtividade/operação dos mesmos. Entre essas medidas, podemos citar: número de elementos na fila, tempo de espera pelo atendimento e tempo ocioso dos prestadores do serviço. O estudo dessas quantidades é importante na tomada de decisão quanto à modificação ou manutenção da operação do sistema no seu estado atual e facilita o dimensionamento racional da infra-estrutura dos recursos humanos e financeiros, dos equipamentos e instalações, visando um melhor desempenho global. Dessa forma, os conceitos e a teoria básica das filas são fundamentais para a gerência e administração de sistemas produtivos.

Um sistema com fila é qualquer processo onde usuários oriundos de uma determinada população chegam para receber um serviço pelo qual esperam, se for necessário, saindo do sistema assim que o serviço é completado. Essa espera acontece quando a demanda é maior do que a capacidade de atendimento oferecido, em termos de fluxo. Um sistema de filas é composto fisicamente por usuários, por canais ou posto de serviço/ atendimento e por um espaço designado para a espera.

Os usuários chegam segundo um determinado comportamento que caracteriza o processo de chegadas, para serem atendidos em canais ou postos de serviço (que funcionam em paralelo) segundo um padrão de atendimento. Enquanto os postos estão ocupados, os usuários aguardam na fila em um espaço designado para tal. Assim que o canal de serviço fica livre, um dos usuários da fila é chamado para atendimento segundo um critério estabelecido pela gerência. Uma vez completado o serviço, o usuário é liberado do sistema. Essa estrutura básica está representada na Figura 5.

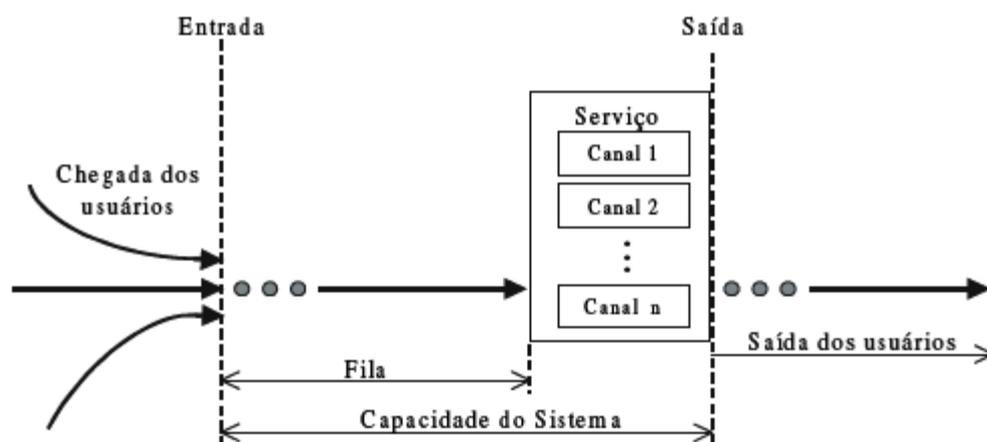


Figura 5 - Representação esquemática de um sistema com fila

Para GABCAN (2000), um sistema de filas pode ser representado esquematicamente de acordo com a Figura 6.

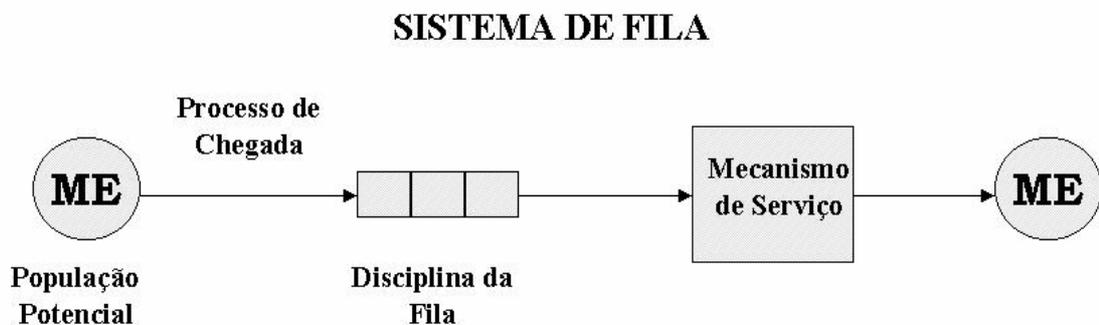


Figura 6 - Sistema de fila

Os passos do esquema representado na Figura 6, de uma maneira geral, está reproduzido a seguir.

### **População Potencial**

Como o próprio nome já diz, consiste nos elementos pertencentes ao mundo externo (ME) ao sistema de fila, que potencialmente podem entrar no sistema. Pode ser considerada infinita quando o número de elementos é tal que a presença de um ou mais elementos na fila não influi no processo de chegada. E finita, quando a presença no sistema de elementos da população potencial influi no comportamento do sistema.

### **Processo de Chegada**

O processo de chegadas dos usuários é especificado pelo comportamento do fluxo de chegadas dos mesmos sistemas. Se for conhecido o número de chegadas e os instantes de tempo em que elas acontecem, esse processo é denominado determinístico; caso contrário, tem-se um comportamento aleatório constituindo um processo estocástico caracterizado por uma distribuição de probabilidade. Essa distribuição é especificada por um parâmetro denominado taxa que representa o número médio de usuários que chegam ao sistema por unidade de tempo. A população de onde o usuário se origina pode ser finita ou infinita. Como exemplo do primeiro caso, tem-se a população constituída por poços de petróleo a serem explorados no instante em que suas vazões o indicarem e para o segundo caso, uma população constituída por carros chegando a uma oficina mecânica de reparo. Os usuários podem chegar ao sistema individualmente ou em grupos cujos tamanhos podem ser constantes ou aleatórios. Como exemplo para o primeiro caso, pode-se citar a chegada de navios a um porto para carregamento / descarregamento e para o segundo caso, pessoas em excursão chegando de ônibus a pontos turísticos.

### **Disciplina da Fila**

É a descrição dos fatores ligados às regras de conduta, necessidades e comportamentos dos clientes, políticas para selecionar clientes para o atendimento, i.e. a descrição de prioridades. Dentre as disciplinas mais utilizadas, destacam-se:

**FIFO (“First in First Out”)**: os usuários são atendidos na ordem das chegadas. Essa disciplina de atendimento é a mais comumente adotada. Como exemplos tem-se a venda de ingressos num cinema, atendimento bancário, carregamento e descarregamento de navios num porto.

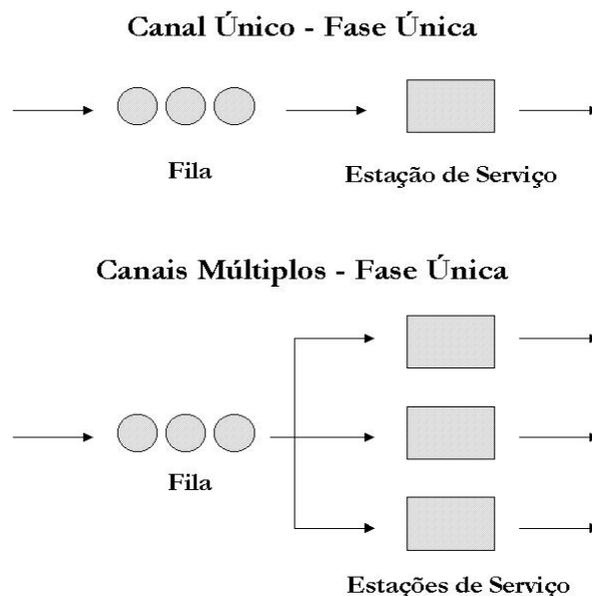
**LIFO (“Last in First Out”)**: o primeiro usuário a ser atendido é o que chegou por último. Como exemplos tem-se a utilização de estoques verticais ou horizontais e o carregamento de pilhas de contêineres em navios.

**PRI (“Priority”)**: o atendimento aos usuários segue uma ou mais prioridades pré-estabelecidas pela gerência do sistema. Como exemplo podem ser mencionados a internação hospitalar ou cirurgias, a exploração de poços petrolíferos e tarefas a serem processadas por um computador.

**SIRO (“Service in random order”)**: o atendimento aos usuários segue uma ordem aleatória. Como exemplo tem-se a contemplação de consórcios e seleção de ganhadores em concursos populares.

### **Mecanismo de Serviço**

Consiste de uma ou mais instalações de serviços, cada uma das quais contendo um ou mais canais de serviços paralelos, chamados servidores. Um modelo de fila tem que especificar a organização destas instalações e o número de servidores (canais paralelos) em cada uma. Um sistema de fila pode ser genericamente catalogado em quatro estruturas básicas, conforme o seu esquema de prestação de serviços, que de uma forma sucinta está representado na Figura 7.



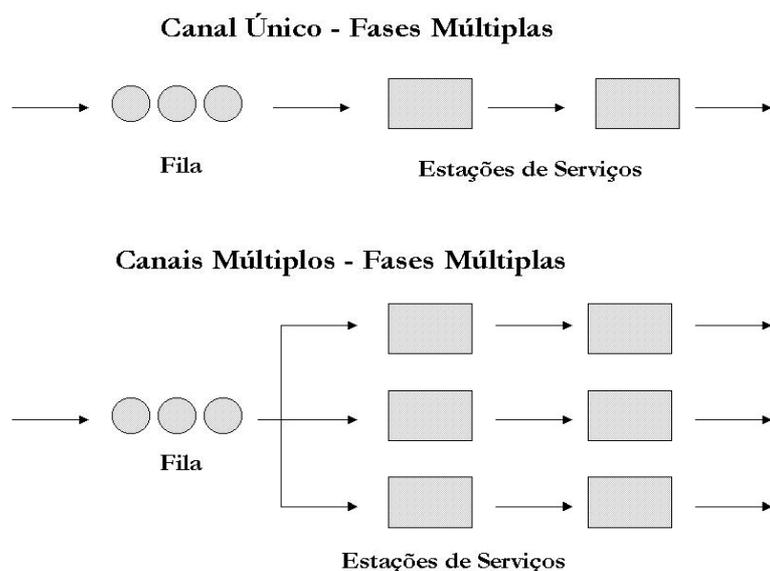


Figura 7 - Esquema de prestação de serviço

O número de canais é simplesmente o número de estações de serviços paralelas e o número de fases indica a quantidade de etapas seqüenciais que cada cliente tem que passar. Como no processo de chegada, na grande maioria dos sistemas de filas, a duração do serviço prestado é aleatória e para descrevê-la precisamos definir uma distribuição probabilística. Para se obter esta distribuição, que descreve o serviço prestado, precisa-se obter uma amostragem do sistema em questão e realizar sua análise estatística.

### **Capacidade do Sistema**

A capacidade do sistema é o número máximo de usuários que o mesmo comporta (incluindo fila e atendimento) que pode ser finita ou infinita. Como exemplo do primeiro caso, pode-se citar um posto de vistoria de carros que admite um número máximo de carros aguardando pelo serviço e do segundo caso, um porto aonde navios chegam para descarregamento, aguardando, se necessário, no mar. No caso de capacidade finita, quando esta é atingida, os usuários que chegam são rejeitados até o instante em que o sistema volte a sua normalidade.

## **4 ANÁLISE DO BANCO DE DADOS**

### **4.1 Coleta de Dados**

Coletar dados referentes a unidades hospitalares é sempre uma atividade que deve ser realizada de forma criteriosa. Devido à natureza pessoal de algumas informações que estão contidas no prontuário, todos os dados referentes ao histórico médico devem ser cercados do sigilo necessário. Outro aspecto de grande relevância a ser observado durante a etapa de levantamento de dados é o respeito às prioridades do pessoal dos setores envolvido nas entrevistas e pesquisas necessárias. Todas as pessoas geralmente estão muito ocupadas em tarefas relacionadas à rotina do setor. Por esta razão a coleta de dados deve ser realizada com o mínimo de intromissão possível.

Os dados utilizados na simulação foram baseados nos registros do Setor de Telefonia e Regulação de Frota do SAMU realizados durante os meses de setembro, outubro e novembro do ano de 2004. Embora os dados acessados cobrissem três meses, apenas os dados de novembro se apresentaram confiáveis, fato este compreensível, haja vista que o processo de registro de dados tinha sido implantado no SAMU no mês de setembro daquele mesmo ano. Mesmo utilizando somente os dados de novembro para a análise do comportamento das várias atividades envolvidas no processo, os dados dos meses anteriores foram de extrema importância para o entendimento do problema em questão.

## 4.2 Estatísticas das Chamadas

Com o objetivo de estimar a demanda do serviço do SAMU, uma análise das chamadas recebidas no período de novembro de 2004 foi realizada. A Tabela 6 mostra as principais informações referentes aos tipos de ligações recebidas, detalhada pelos municípios integrantes da área metropolitana II e que, posteriormente, gerará algumas análises estatísticas.

Tabela 6 - Estatísticas das chamadas por município

Município	Trote	Informação	Engano	Regulação com saída	Regulação sem saída	Outras Ligações	Total Chamadas
Niterói	30	544	234	655	1.185	407	3.055
São Gonçalo	30	630	163	1134	1.546	412	3.915
Itaboraí	15	120	24	164	314	63	700
Rio Bonito	7	31	13	63	48	35	197
Marica	6	140	27	147	221	55	596
Tanguá	5	42	3	145	105	28	328
Silva Jardim	4	22	3	33	44	21	127
Não Identificado	18.765	438	551	0	0	346	20.100
<b>Total</b>	<b>18.862</b>	<b>1.967</b>	<b>1.018</b>	<b>2.341</b>	<b>3.463</b>	<b>1.367</b>	<b>29.018</b>

O Gráfico 3 indica a distribuição percentual das chamadas segundo o município de origem, evidenciando o predomínio nos municípios de Niterói e São Gonçalo. Já o Gráfico 4 indica a mesma distribuição em números absolutos.

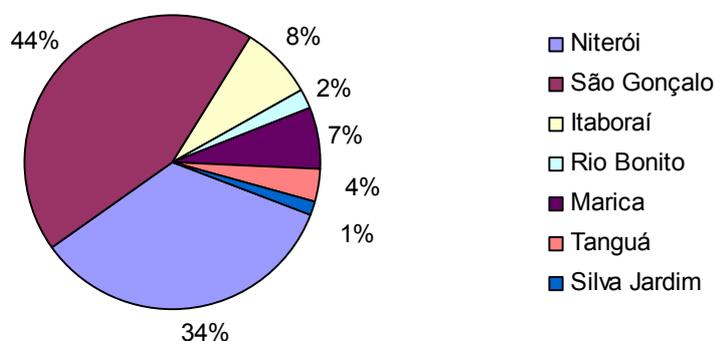


Gráfico 3 - Chamadas por municípios

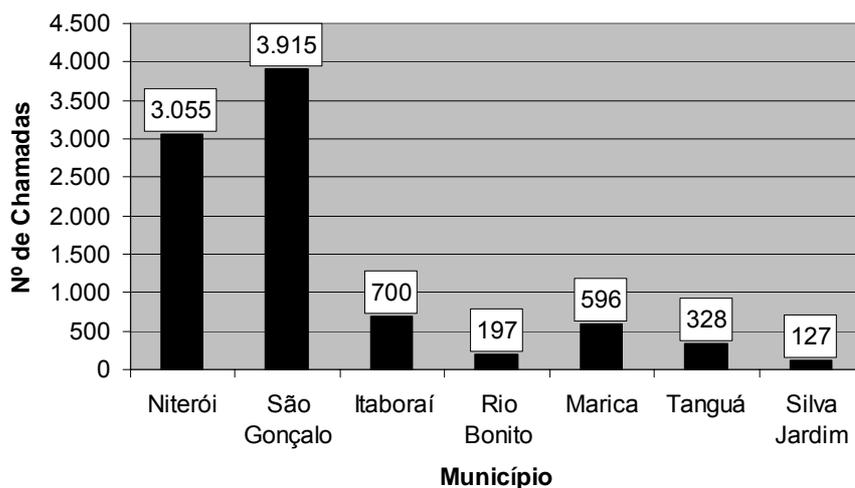


Gráfico 4 - Número de chamadas efetivadas

A Figura 8 indica a distribuição das chamadas desde do seu recebimento até o atendimento do paciente pelo setor de emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP).

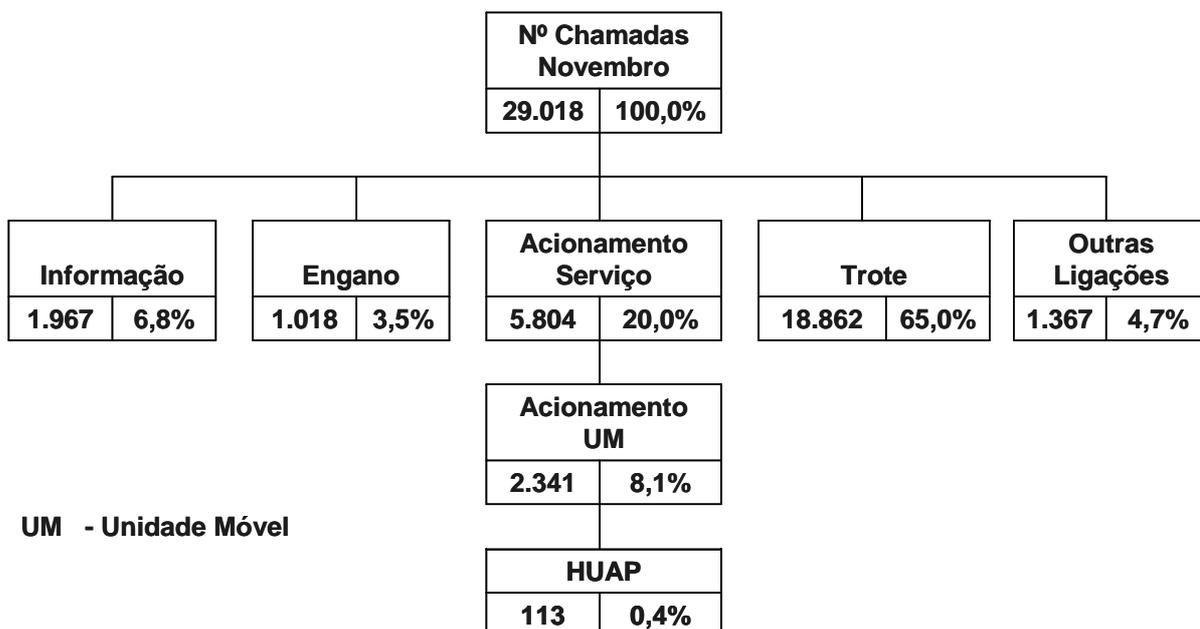


Figura 8 - Estatísticas das chamadas

A análise das estatísticas das chamadas permite destacar alguns pontos importantes, tais como:

- 65% das chamadas foram trotes;
- 20% do total de chamadas foram efetivamente protocoladas;

- 8,1% do total de chamadas resultaram em acionamento de uma unidade móvel (UM);
- 0,4% do total de chamadas resultaram em demanda para o HUAP.

Cabe observar que durante esse período, 29.018 chamadas foram recebidas pelo centro de regulação do SAMU. Das chamadas recebidas, 2.341 resultaram em acionamento de uma unidade móvel, e deste valor, 113 chamadas demandaram entrada no HUAP.

Isolando as chamadas efetivadas por municípios, isto é, chamadas identificadas, percebemos que os municípios de Niterói e São Gonçalo juntos dominam quase 80 % do serviço.

Tabela 7 - Taxa de utilização do serviço por município

<b>Município</b>	<b>Total chamadas</b>	<b>Regulação com saída</b>	<b>Regulação sem saída</b>	<b>Chamadas protocoladas</b>	<b>Taxa utilização</b>
Niterói	3.055	655	1.185	1.840	60,23%
São Gonçalo	3.915	1134	1.546	2.680	68,45%
Itaboraí	700	164	314	478	68,29%
Rio Bonito	197	63	48	111	56,35%
Maricá	596	147	221	368	61,74%
Tanguá	328	145	105	250	76,22%
Silva Jardim	127	33	44	77	60,63%
<b>Total</b>	<b>8.918</b>	<b>2.341</b>	<b>3.463</b>	<b>5.804</b>	<b>65,08%</b>

A Tabela 7 mostra a taxa de utilização do serviço por município e o Gráfico 5, ilustra a relação das chamadas protocoladas (total de chamadas com regulação) com o total de chamadas efetivas, indicando uma leve igualdade da relação chamada x atendimento pré-hospitalar.

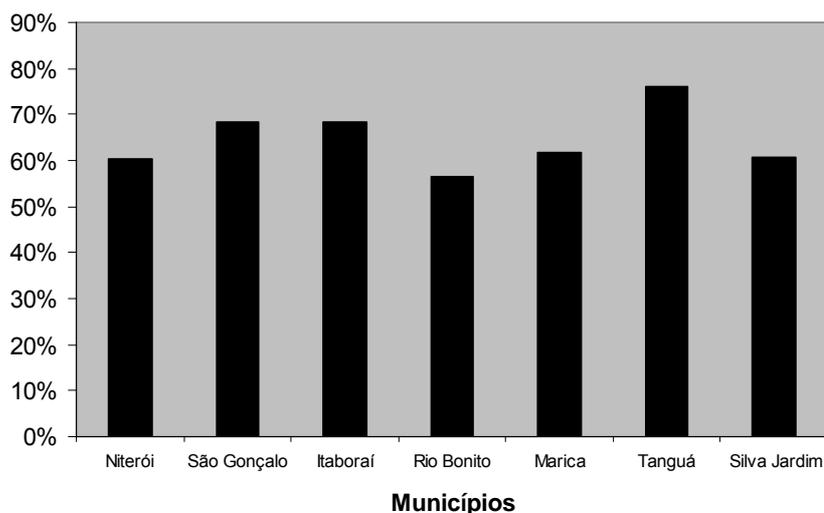


Gráfico 5 - Taxa de utilização do serviço do SAMU x municípios

Detalhando as chamadas protocoladas por dia da semana em que foram efetuadas, temos:

Tabela 8 - Percentual das chamadas por dia da semana

<b>Dia da semana</b>	<b>Taxa utilização</b>
Domingo	12,50%
Segunda-Feira	19,00%
Terça-Feira	12,40%
Quarta-Feira	14,20%
Quinta-Feira	13,30%
Sexta-Feira	15,10%
Sábado	13,60%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>

Observando a Tabela 8, com exceção de segunda-feira, o comportamento da demanda por dia da semana é bastante semelhante. Este fato não é particular da região em estudo, sendo a procura pelos serviços de APH na segunda-feira comum também em outros países. O Gráfico 6 indica percentualmente a distribuição das chamadas pelos dias de semana.

Percentual das Chamadas por Dia da Semana

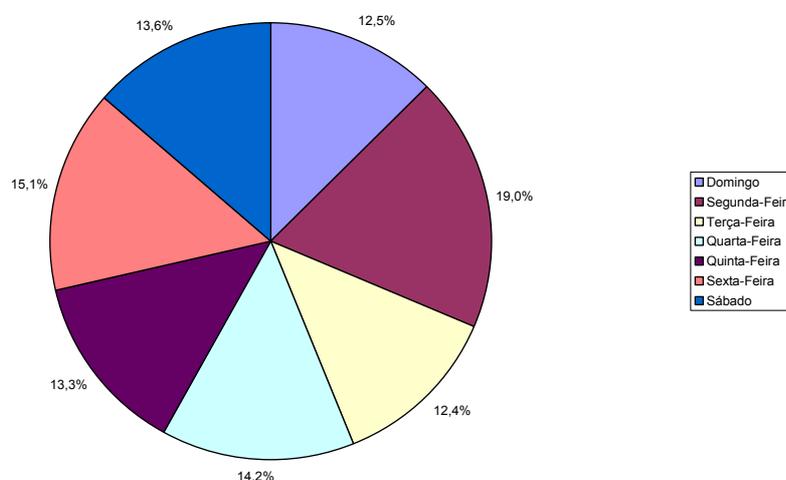


Gráfico 6 - Percentual das chamadas por dia da semana

Para uma análise da relação hospital x município, a Tabela 9 mostra o número de atendimentos realizados pelos hospitais, indicando a cidade de origem das chamadas. No final da tabela está indicado a estatística das informações de caráter geral, tais como os atendimentos domiciliares, as ligações não identificadas e as não localizadas, pacientes removidos por meios próprios e acionamento da defesa civil (via 193). As seguintes siglas foram usadas na sua construção:

- SG – São Gonçalo
- NIT – Niterói
- ITAB – Itaboraí
- RB – Rio Bonito
- MAR – Maricá
- TANG – Tanguá
- SJ – Silva Jardim
- AD – atendimento domiciliar
- N ID – não identificado
- PRMP – paciente removido por meios próprios
- AM – abortar a missão
- N LOC – não localizado
- 193 – acionamento da Defesa Civil
- OUTHOSP – outros hospitais
- OUTMUNIC – outros municípios
- CPN – Centro Previdenciário de Niterói
- HEAL - Hospital Estadual Azevedo Lima
- HUAP - Hospital Universitário Antônio Pedro
- HPJ - Hospital Estadual Psiquiátrico de Jurujuba
- PSC - Pronto Socorro da Central Dr. Armando G. de Sá Couto
- PSA – Pronto Socorro de Alcântara
- HEAT - Hospital Estadual Alberto Torres

- HLP – Hospital Luiz Palmier
- HMDLJ – Hospital Municipal Desembargador Leal Junior
- HEPJBC - Hospital Estadual Prefeito João Batista Cáfaró
- HRDV – Hospital Regional Darcy Vargas
- HMCML – Hospital Conde Modesto Leal
- CSBGF - Casa de Saúde Benerval Garcia Filho
- PMAM – Policlínica Municipal Aguinaldo Moraes

Tabela 9 - Relação município x hospital

	SG	NIT	ITAB	RB	MAR	TANG	SJ	TOTAL
<b>NITERÓI</b>								
CPN	8	81	0	0	0	0	0	89
HEAL	21	58	4	1	2	0	1	87
HUAP	23	78	6	2	1	2	1	113
HPJ	1	29	0	0	0	0	0	30
OUT HOSP NIT	15	114	5	0	2	0	0	136
<b>SÃO GONÇALO</b>								
PSC	142	4	10	0	0	1	0	157
PSA	125	0	0	0	0	0	0	125
HEAT	45	4	0	0	0	0	0	49
HLP	23	0	0	0	0	0	0	23
OUT HOSP SG	38	1	0	1	1	0	0	41
<b>ITABORAÍ</b>								
HMDLJ	7	0	46	4	1	9	1	68
HEPJBC	7	0	17	0	0	5	1	30
OUT HOSP ITAB	1	0	3	1	0	2	0	7
<b>RIO BONITO</b>								
HRDV	0	0	0	19	2	7	2	30
OUT HOSP RB	0	0	1	5	0	0	0	6
<b>MARICÁ</b>								
HMCML	2	1	1	0	80	0	0	84
OUT HOSP MAR	1	0	0	0	3	0	0	4
<b>TANGUÁ</b>								
CSBGF	1	0	0	0	0	14	0	15
OUT HOSP TANG	0	0	0	4	0	5	0	9
<b>SILVA JARDIM</b>								
PMAM	0	0	1	0	0	0	9	10
OUT HOSP SJ	0	0	0	0	0	0	4	4
<b>DADOS GERAIS</b>								
OUT MUNIC	18	24	2	5	4	1	1	55
AD	392	172	76	8	28	17	1	694
N ID	83	44	21	4	8	4	0	164
PRMP	90	34	17	5	7	8	3	164
AM	41	24	9	0	6	1	0	81
TROTE	4	0	1	1	0	1	0	7
ÓBITO	18	14	5	0	2	0	2	41
N LOC	1	0	1	0	0	0	0	2
193	8	3	3	0	2	0	0	16
<b>TOTAL</b>	<b>1115</b>	<b>685</b>	<b>229</b>	<b>60</b>	<b>149</b>	<b>77</b>	<b>26</b>	<b>2341</b>

Os atendimentos domiciliares (AD), que totalizaram 694 atendimentos, representaram os casos em que não houve a necessidade de remoção do paciente para algum hospital, após a unidade móvel do SAMU clinicá-lo em sua residência. Paciente removido por meios próprios (PRMP) indica os casos em que foi solicitada assistência, porém por causas diversas o paciente foi removido para algum hospital por meios próprios, geralmente por auxílio de familiares, parentes ou pessoas da vizinhança.

Alguns dados presentes na Tabela 9 nos indicam informações interessantes, tais como, do total de pacientes provenientes do SAMU, o Hospital Universitário Antônio Pedro recebe 20% de pacientes oriundos do município de São Gonçalo (Gráfico 7). Se analisarmos a demanda de casos no município de São Gonçalo que são oriundos de Niterói, percebemos que os números não são significativos. Comportamento semelhante acontece com o Hospital Estadual Azevedo Lima (HEAL), onde 24% dos atendimentos são oriundos do município de São Gonçalo (Gráfico 8).

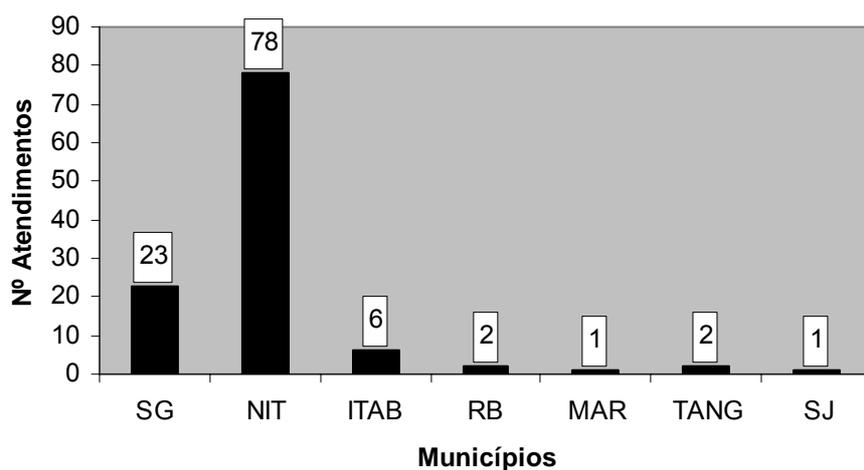


Gráfico 7 - Número de atendimentos realizados no HUAP

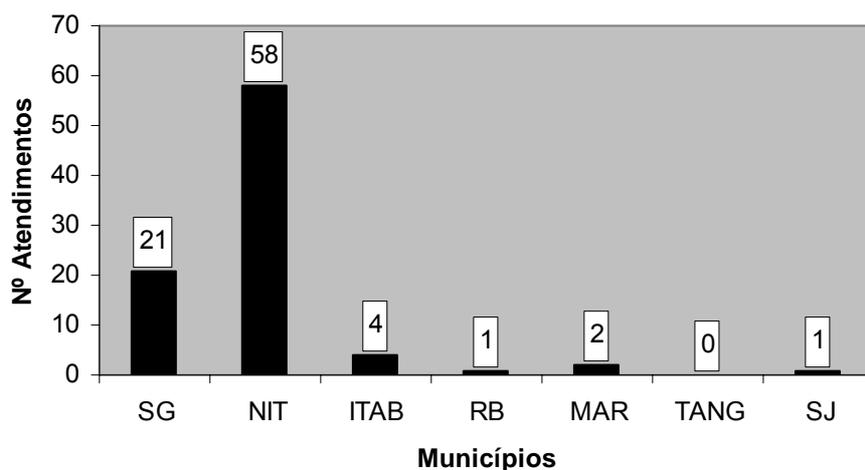


Gráfico 8 - Número de atendimentos realizados no HEAL

Analisando somente os atendimentos realizados em São Gonçalo e oriundos do mesmo município, observamos que a carga de utilização pesa nos Prontos-Socorros de Alcântara e Pronto Socorro da Central Dr. Armando G. de Sá Couto, que totalizam perto de 72% da demanda total (Gráfico 9).

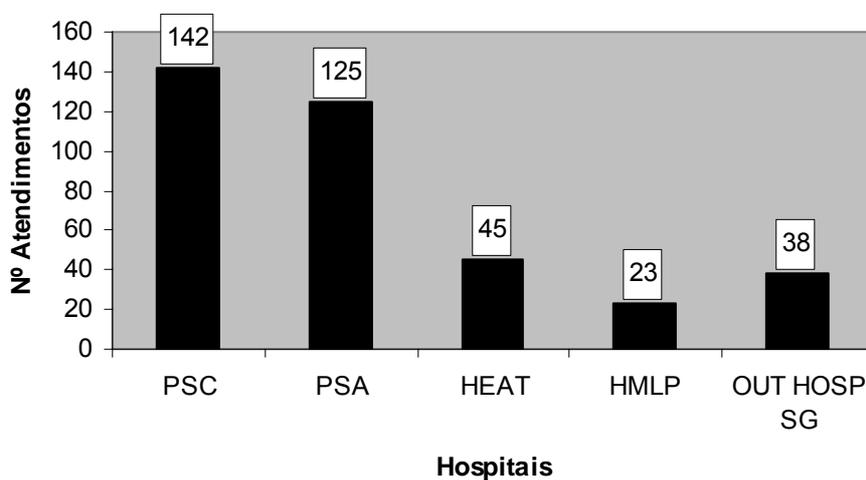


Gráfico 9 - Atendimentos realizados em São Gonçalo

Uma análise regional foi realizada no município de Niterói, com o objetivo de verificar o comportamento das chamadas por bairros. A Tabela 10 mostra esse resultado, indicando também a demanda por mês. Observa-se que os bairros do Centro e do Fonseca apresentam uma demanda bastante superior as demais.

Tabela 10 - Atendimentos realizados pelo SAMU nos bairros de Niterói

Bairros	SET	OUT	NOV	TOTAL	Bairros	SET	OUT	NOV	TOTAL
Centro	69	79	70	218	S. Lourenço	5	5	0	10
Fonseca	55	67	65	187	Cantagalo	1	2	6	9
Icaraí	16	53	43	112	Ititioca	0	2	7	9
Barreto	33	35	29	97	Tribobó	2	6	1	9
Itaipú	26	30	28	84	Venda da Cruz	2	5	2	9
Santa Rosa	28	25	30	83	Ilha da Conceição	1	0	5	6
Piratininga	26	24	16	66	Camboinhas	3	2	0	5
Engenhoca	12	22	29	63	Morro Castro	2	2	1	5
Pendotiba	16	24	23	63	Itacoatiara	0	4	0	4
L. Batalha	15	15	15	45	S. Domingos	4	0	0	4
Caramujo	11	16	15	42	Vital Brasil	2	2	0	4
S. Francisco	10	17	14	41	Atalaia	0	0	3	3
Ingá	11	8	12	31	Boa Viagem	0	2	1	3
Maria Paula	8	10	10	28	Larg. Barrado	0	0	3	3
Cafubá	5	13	9	27	Largo Marrom	0	0	3	3
Cubango	7	8	10	25	Maruí	0	2	1	3
Sta. Barbara	6	7	8	21	Ponto Cem Reis	0	0	3	3
Charitas	9	5	6	20	Anaia	1	1	0	2
Jurujuba	9	5	6	20	Maravista	1	0	1	2
Eng. Do Mato	8	5	6	19	Matapaca	0	1	1	2
B. De Fátima	9	3	5	17	Riodade	0	1	1	2
Sape	3	6	8	17	Gragoata	0	1	0	1
Ponta D'Areia	1	6	9	16	Grota	0	1	0	1
Varz. Moças	2	7	5	14	S. Sebastião	1	0	0	1
Badú	3	3	6	12	Sta. Marta	0	1	0	1
Baldeador	9	2	1	12	Ten. Jardim	0	0	1	1
Maceió	3	2	5	10	Viradouro	0	0	1	1
S. Domingos	4	4	2	10					
					Total	439	541	526	1506

Um segundo estudo foi feito a partir da Tabela 10, onde foram agrupados os bairros por suas proximidades geográficas. O Gráfico 10 mostra o resultado e indica as três maiores demandas, que são as regiões do Centro, Oceânica e do Fonseca.

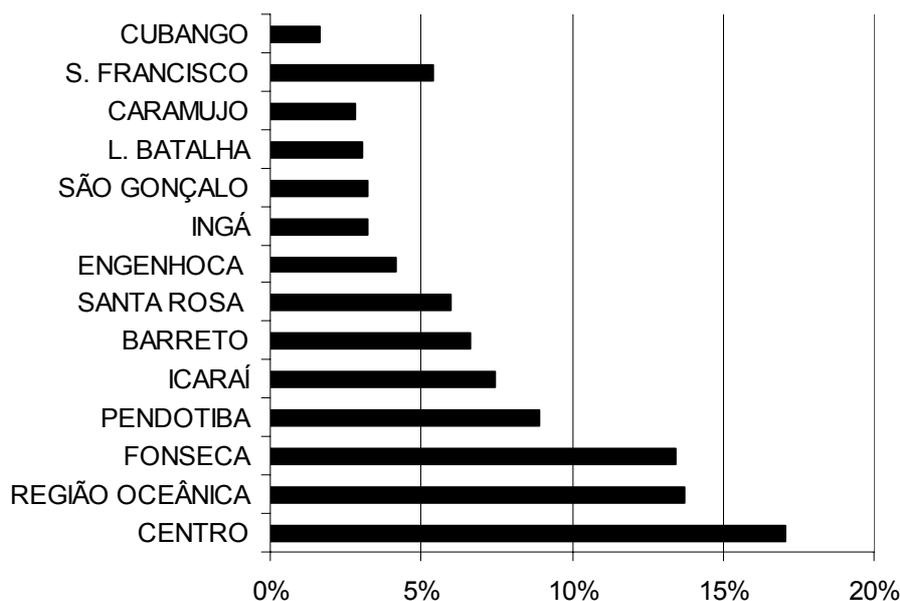


Gráfico 10 - atendimentos realizados pelo SAMU nos bairros de Niterói

Análise semelhante foi realizada no município de São Gonçalo, onde os resultados estão demonstrados na Tabela 11. Pela extensão geográfica do município, só foram mostradas as principais demandas e observou-se uma elevada taxa de utilização dos serviços do SAMU pela população do bairro de Jardim Catarina.

Tabela 11 - atendimentos realizados pelo SAMU nos bairros de São Gonçalo

BAIRRO	TOTAL CHAMADAS	BAIRRO	TOTAL CHAMADAS
JD. CATARINA	90	NOVA CIDADE	18
CENTRO	45	PORTO NOVO	17
TRINDADE	44	PACHECO	16
ITAÚNA	42	NEVES	15
STA IZABEL	33	JD. BOM RETIRO	15
VISTA ALEGRE	32	JOCKEY	14
ALCANTARA	29	ROCHA	13
PORTÃO ROSA	26	BRASILANDIA	13
AMENDOEIRA	24	PORTO PEDRA	13
LARANJAL	23	GALO BRANCO	13
RIO D'OURO	22	PITA	12
COELHO	22	GRADIM	12
STA. LUZIA	21	LUIZ CAÇADOR	11
COLUBANDE	21	COVANCA	11
MUTUÁ	21	BOA VISTA	11
BOASSU	20	LINDO PARQUE	10
ARSENAL	20	COVANCA	11
MUTONDO	19	BOA VISTA	11
		<b>TOTAL</b>	<b>1009</b>

### 4.3 Acionamento das Ambulâncias

Neste item, o objetivo é detalhar o comportamento das ambulâncias em todas as suas atividades. Nesse sentido, o Gráfico 11 mostra o comportamento do tempo entre acionamento das ambulâncias pelos dias da semana. Percebemos que a média é bastante próxima em todos os dias, com um tempo aproximado de 17 minutos entre os acionamentos das ambulâncias.

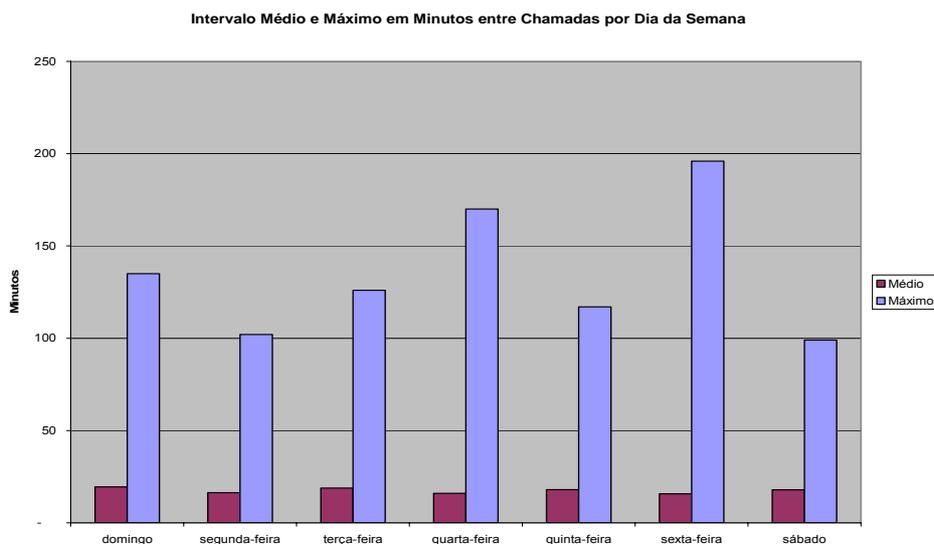


Gráfico 11 - Intervalo entre acionamento das ambulâncias

Estudando o comportamento dos acionamentos das ambulâncias ao longo do dia (Gráfico 12), constatamos que no período entre 08:00 e 12:00 horas representa o maior fluxo de demanda. Para a construção desse gráfico, foi levado em conta todo o banco de dados, isto é, uma visão integrada do SAMU.

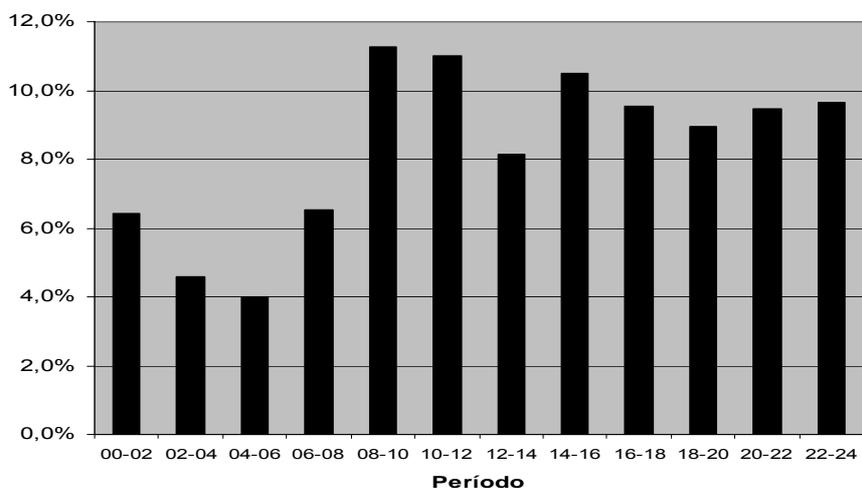


Gráfico 12 - Percentual de acionamento das ambulâncias ao longo do dia

Na construção do Gráfico 13, verificou-se apenas o comportamento das ambulâncias na região do município de Niterói. O mesmo foi realizado no município de São Gonçalo (Gráfico 14). Constatamos que a característica de maior demanda de acionamento das ambulâncias entre 08:00 e 12:00 horas prevalece nos dois municípios.

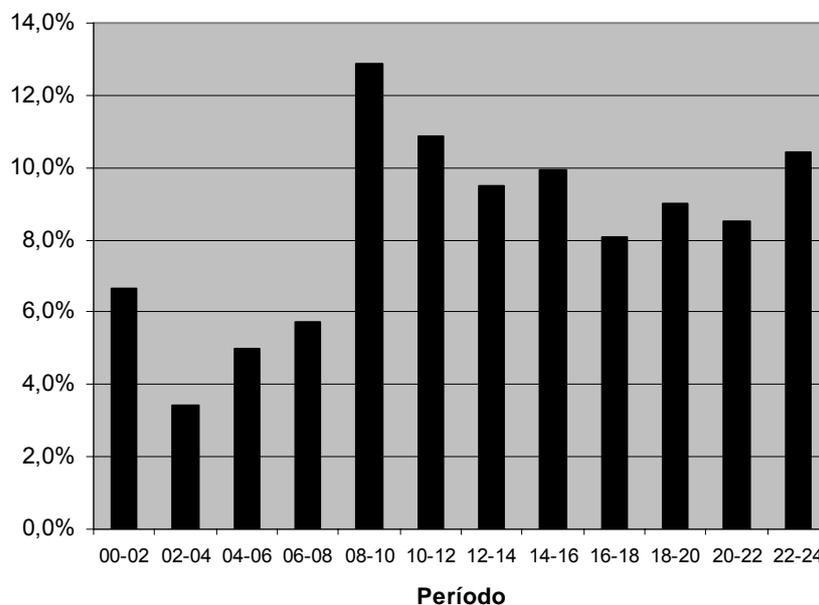


Gráfico 13 - Percentual de acionamento das ambulâncias ao longo do dia em Niterói

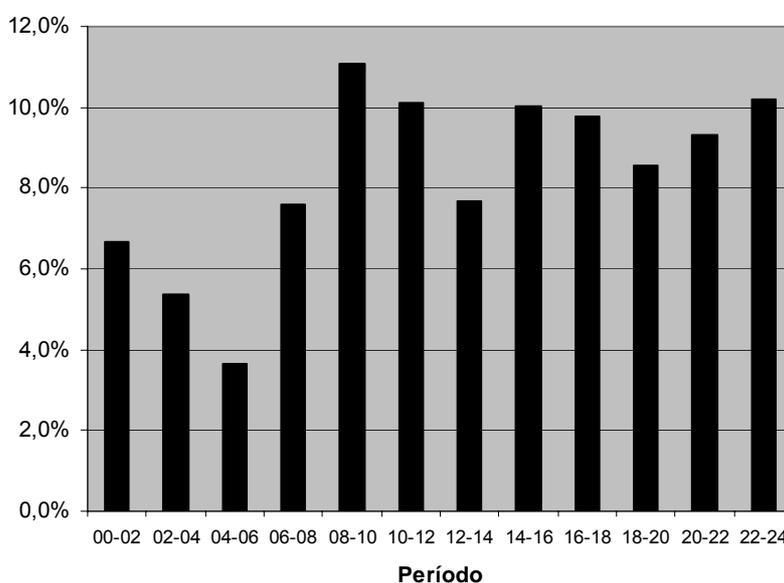


Gráfico 14 - Percentual de acionamento das ambulâncias ao longo do dia em SG

No Gráfico 15, está retratado o tempo médio de deslocamento da ambulância ao longo do dia, isto é, o tempo médio gasto pela ambulância desde a hora de sua liberação até a chegada a cena de ação.

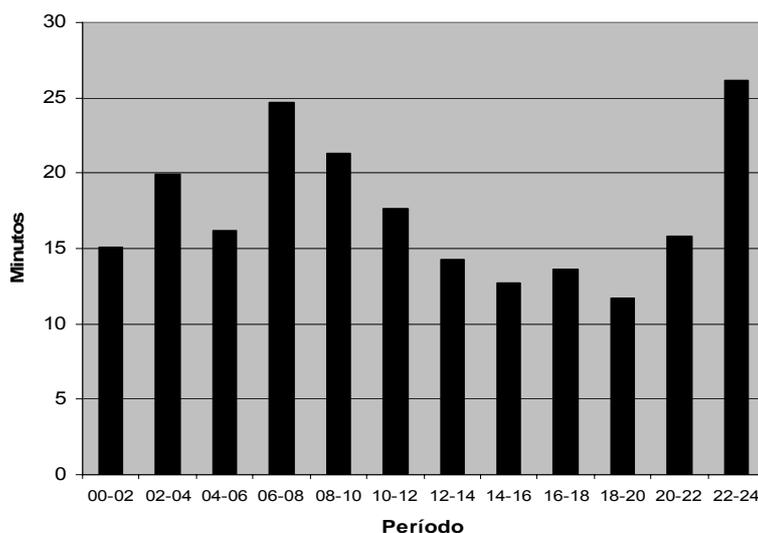


Gráfico 15 - Tempo médio de deslocamento ao longo do dia

Um tempo importante em se tratando de salvamento de vidas é o tempo de resposta do atendimento, que contabiliza o tempo entre o recebimento da chamada do paciente até a chegada da equipe médica a cena de ação. O Gráfico 16 indica o comportamento do tempo médio de resposta ao longo do dia.

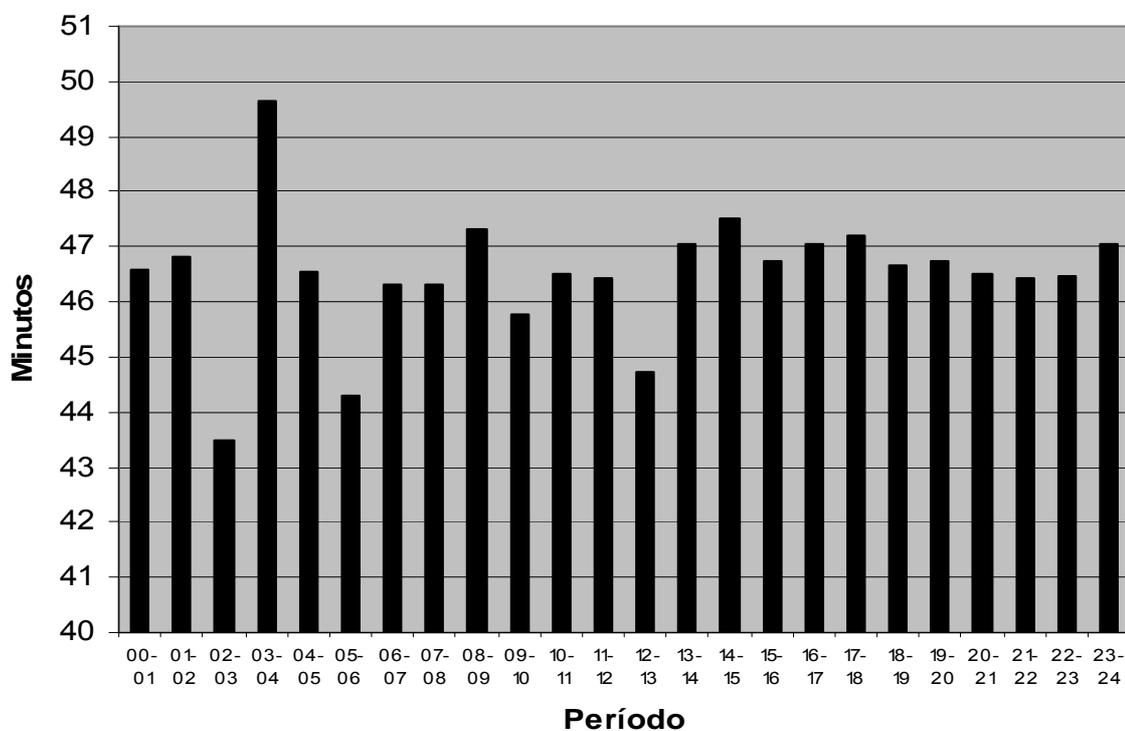


Gráfico 16 - Tempo médio de resposta ao longo do dia

Por último, realizou-se o estudo do comportamento do tempo médio de remoção do paciente ao longo do dia. O Gráfico 17 mostra os resultados, indicando tempos elevados para os intervalos compreendidos entre 06:00 e 10:00 horas e 21:00 e 24:00 horas.

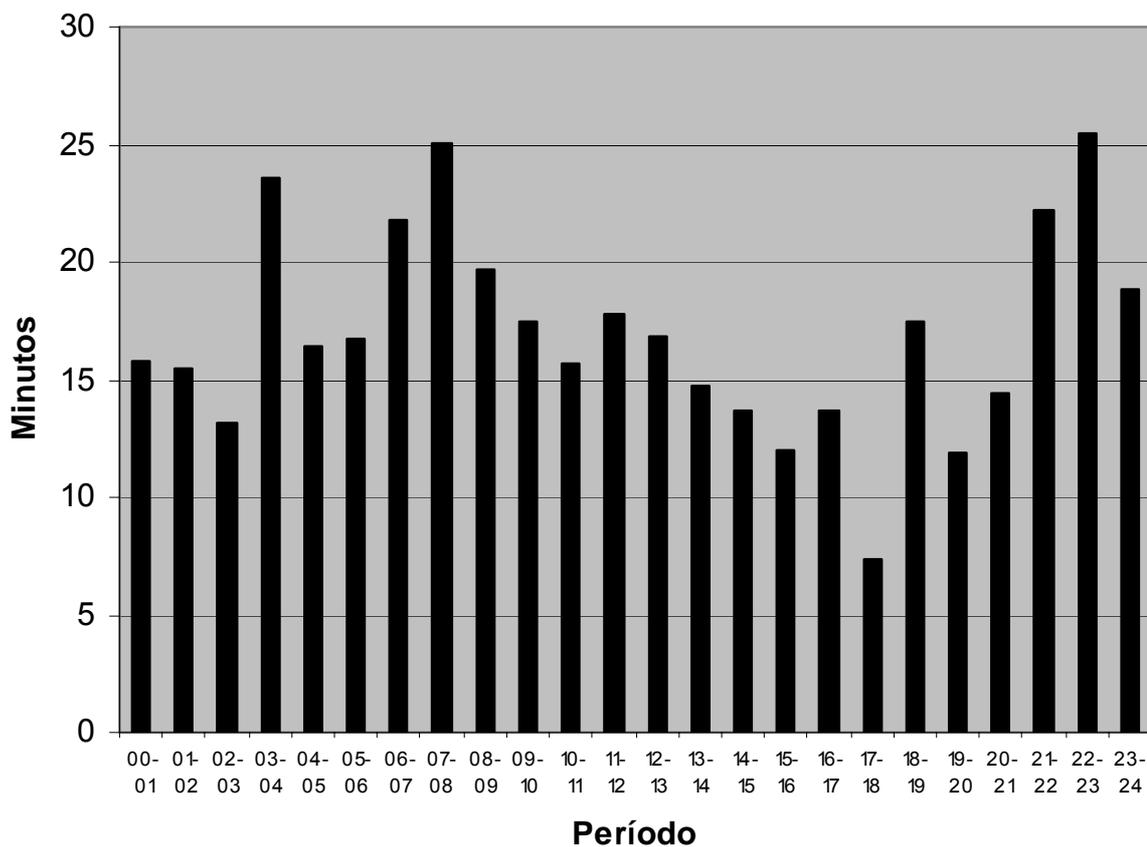


Gráfico 17 - Tempo médio de remoção ao longo do dia

## 5 MODELOS DE SIMULAÇÃO PARA O SAMU

### 5.1 Introdução

Foram realizados quatro experimentos de simulação. O primeiro procura avaliar o dimensionamento do número de atendentes da central de atendimentos telefônicos em relação ao número de chamadas recebidas. O segundo e o terceiro avaliam o dimensionamento e a capacidade, respectivamente, da frota de ambulâncias na região metropolitana do município de Niterói. O último experimento avalia de uma forma integrada a configuração da frota de ambulâncias, levando-se em conta toda sua área de abrangência. Para tanto, foram desenvolvidos modelos de simulação que mais se aproximam da realidade do sistema SAMU e traçados cenários alternativos para analisar as configurações dos recursos materiais e humanos. Os modelos foram desenvolvidos utilizando o software Arena – versão 8.0, fornecido por PRADO (2004), e os pacotes estatísticos para análise das distribuições probabilísticas: BestFit – versão 2.0 e Input Analyser (ferramenta do Arena). Nos dois softwares foram utilizadas as versões estudantes.

Antes de entrar na modelagem do problema, os procedimentos operacionais do Centro de Regulação de Urgência estão representados a seguir, de uma maneira sucinta, para um melhor entendimento dos modelos desenvolvidos.

**Contato:** o telefonista recebe a ligação e coleta as informações básicas. Neste momento o protocolo do atendimento é aberto.

**Análise:** o médico regulador avalia as informações sobre o paciente e, de acordo com o resultado, aciona uma unidade móvel.

**Atendimento telemédico:** o atendimento é feito pelo rádio/telefone.

**Atendimento móvel:** ocorre quando uma unidade móvel é enviada para o local do incidente. O serviço oferece suporte básico para remoção ou tratamento de casos simples, ou suporte avançado com acompanhamento de um médico e recursos para atendimento local a emergências.

**Remoção:** o paciente é levado para o pronto-socorro mais próximo nos casos onde não é possível completar o atendimento no local.

**Registro do caso:** concluído o atendimento, todas as informações da ocorrência são registradas para análises posteriores.

A Figura 9 descreve esquematicamente as atividades envolvidas no SAMU desde o recebimento da chamada do paciente até a sua entrega no setor de emergência do hospital de destino.

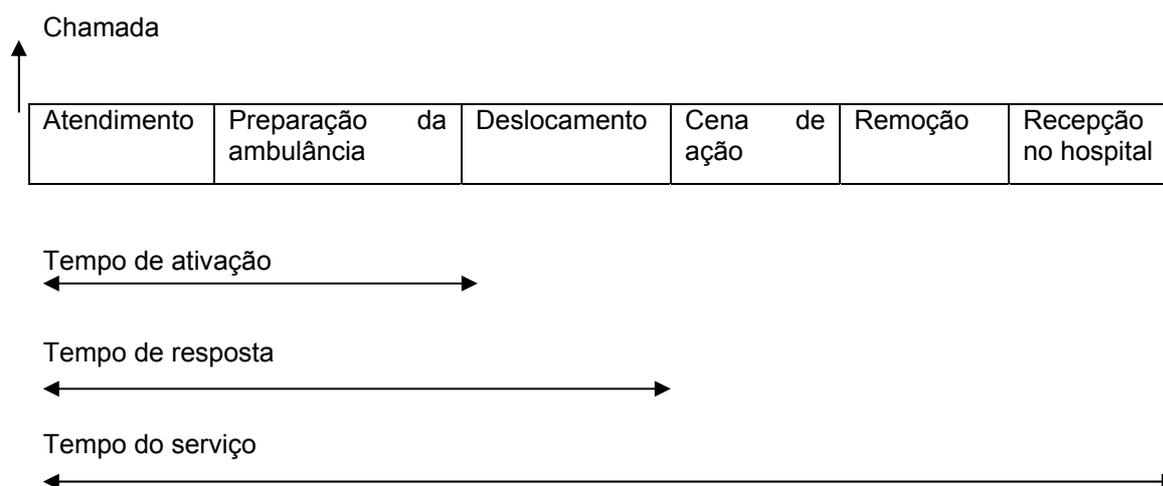


Figura 9 - Atividades envolvidas

As seguintes ações foram consideradas dentro de suas respectivas atividades:

- **Chamadas:** recebidas pelo canal telefônico 192;
- **Atendimento:** informação, confirmação, coleta de dados, protocolo;
- **Preparação:** preparação da ambulância, preparação da equipe, contato rádio;
- **Deslocamento:** itinerário, condições de tráfego, contato rádio;
- **Cena de ação:** estacionamento, reconhecimento da área, avaliação de riscos, solicitação de apoio, avaliação da vítima, diagnóstico inicial, tratamento, inspeção, transmissão de dados;

- **Remoção:** preparação, contato com o hospital, itinerário, condições de tráfego;
- **Recepção:** chegada, recepção no hospital, reconhecimento de responsabilidades.

Os tempos de ativação, de resposta e do serviço estão também representados na Figura 9. Eles são importantes para a avaliação de desempenho do serviço, principalmente o tempo de resposta, pois representa o primeiro contato físico com o paciente, sendo por vezes, primordial para o salvamento da vida de um ser humano.

## **5.2 Modelo I – Modelo Preliminar da Central de Atendimentos**

O objetivo do modelo é dimensionar os recursos humanos na central de atendimentos, com especial ênfase no número de atendentes e sua adequação à demanda de chamadas recebidas pelo SAMU.

### **5.2.1 Central de Atendimentos**

O serviço é regulamentado pela Resolução nº 85 da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), de 30 de dezembro de 1998, e de uma maneira geral, uma central de atendimentos telefônicos possui uma estrutura montada para centralizar o relacionamento com clientes / pacientes que entram em contato com uma empresa / instituição pelo telefone. Seu funcionamento é realizado pelas próprias empresas / instituição ou, seguindo uma tendência crescente, por operadoras especializadas, que contam com grande número de linhas telefônicas, atendentes e computadores para acesso às informações contidas nos banco de dados dos clientes.

A central trabalha através da URA (Unidade de Resposta Audível), que pode atender as chamadas quando não há atendente disponível. O serviço oferece informações e/ou “entretenimento” enquanto as chamadas estiverem retidas. Existe um menu de opções para fornecer informações sobre produtos e serviços, bem como obter informações sobre os usuários que são transferidos pelo DAC (Distribuidor Automático de Chamadas), assim que o atendente estiver disponível. Existe ainda pré-atendimento automático, no qual o cliente adquire as informações desejadas, sendo transferidos para atendentes, somente quando houver necessidade. A ativação da PA (Posição de Atendimento) é feita após verificar-se a identidade do usuário e o serviço desejado, transferindo-se assim as chamadas para os respectivos setores. Pode-se ainda efetuar através dela, gravações, transferências de chamadas e chamadas externas.

Na área de saúde, as centrais de atendimentos são consideradas muito mais do que somente uma mídia que armazena dados com segurança. A maioria dos governos e instituições da área de sistemas informatizados as considera necessária para promover e desenvolver políticas de saúde. Suas principais funções na área da saúde são:

### **Prontuário eletrônico**

A central pode ser usada como um meio ativo de armazenamento, utilizando ambientes on-line que funcionam conectados a um banco de dados. Algumas funções são extremamente úteis, como por exemplo, a identificação, gerenciamento de referências e acesso para dados pessoais. O sistema armazena informações de identificação como: nome, endereço, cidade, data de nascimento, tipo de sangue, doenças pré-existentes, alergias, as últimas consultas realizadas e outras informações adicionais. Como a central de atendimento é uma tecnologia interativa, permite a atualização de informações e acesso seguro as informações do tipo: dados emergenciais, informações gerais do médico, dados pessoais para prevenir no caso de emergência, últimas prescrições, alergias, imunizações, etc.

### **Central de Chamadas**

Os usuários podem ter um atendimento mais ágil, onde a pessoa que utiliza a central de chamadas seleciona a especialidade médica desejada, informa-se sobre o local da consulta e solicita o agendamento e/ou cancelamento da mesma. Os médicos também podem utilizar o sistema para consultar sua agenda, bastando informar o seu número de identificação, através de telefone ou via internet.

## **5.2.2 A Central de Atendimentos no SAMU**

Quando esta pesquisa foi realizada, em novembro de 2004, o setor de atendimento telefônico do SAMU possuía 4 atendentes, que são chamados de Telefonista Auxiliar de Regulação Médica (TARM). São eles que realizam o primeiro contato com o paciente e colhem as informações, confirmam os dados e abrem o protocolo, conforme necessário. Os atendentes prestam apoio e servem de ponte com o serviço de regulador de frota (controla as ambulâncias ou solicita outro meio de transporte mais adequado e escolhe o itinerário) e com os hospitais, caso o atendimento local não for suficiente para o tratamento do paciente. A Figura 10 resume esquematicamente as funções do TARM.

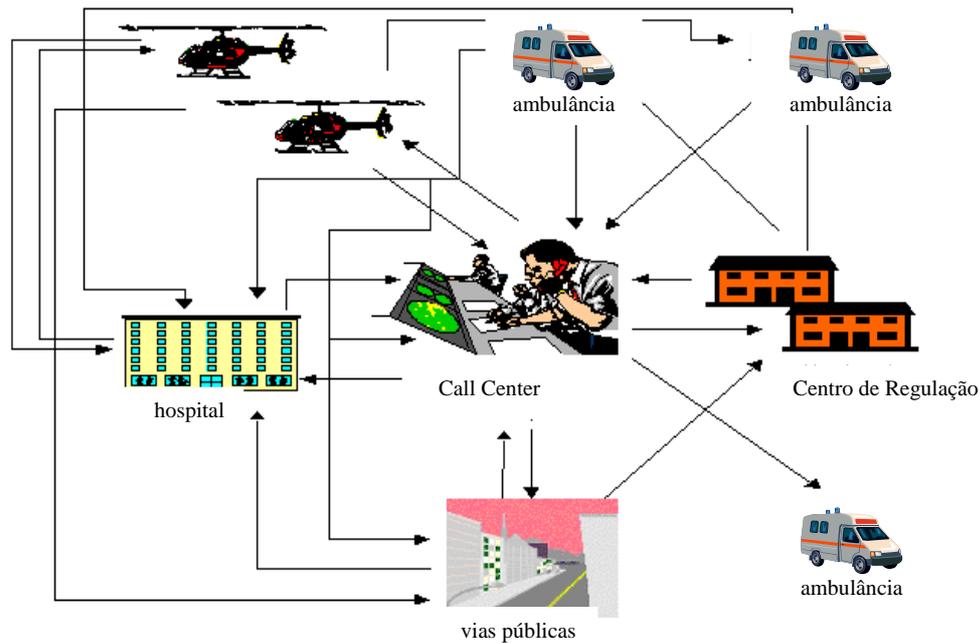


Figura 10 - Atividades do TARM

A Figura 11 retrata de uma forma sucinta o serviço do médico regulador, o qual supervisiona o serviço do TARM e com base nas informações colhidas pelos atendentes, inicia seu processo de tomada de decisões.

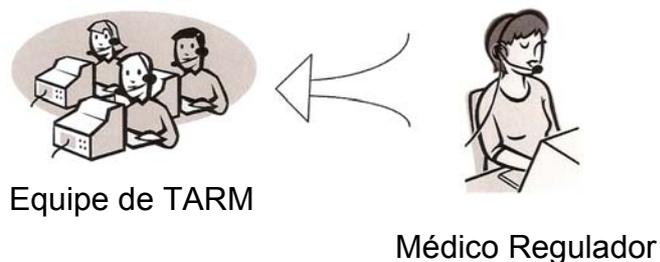


Figura 11 - O TARM sob supervisão do médico regulador

O Lay-out da central de atendimentos está representado na Figura 12. Informações essenciais, tais como mapas, telefones, capacidade de atendimento dos hospitais, etc., estão visualmente disponíveis para todos na central na forma de painéis. A comunicação entre os integrantes do SAMU é direta e supervisionada pelo médico regulador.

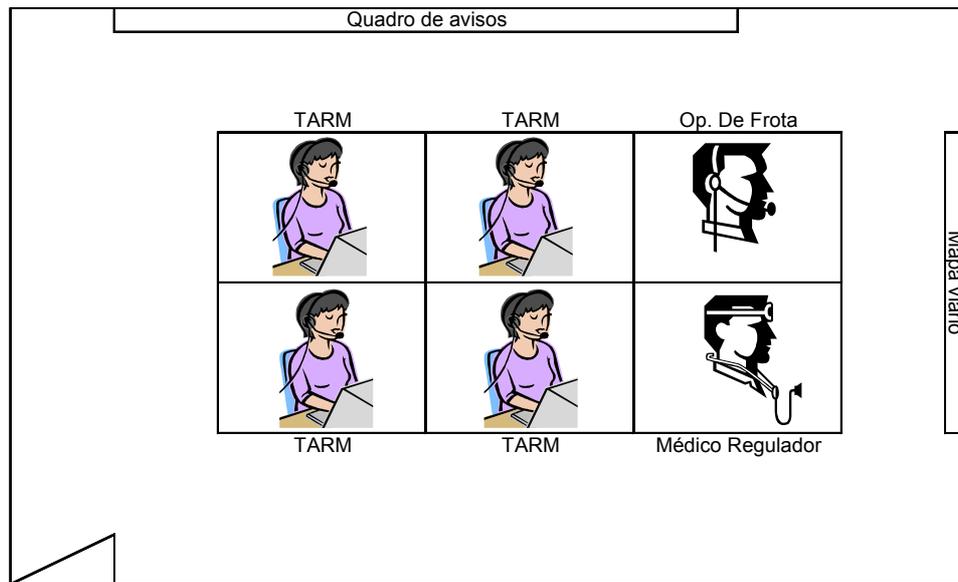


Figura 12 - Lay-out da central de atendimento

### 5.2.3 Modelo I

A modelagem é baseada no fluxo de chamadas do paciente (via 192), que é considerado como a entidade mais importante. Uma forma sintética do funcionamento do modelo é considerar o paciente como a entidade principal e o seu fluxo. O modelo desenvolvido para análise do número de atendentes está mostrado na Figura 13.

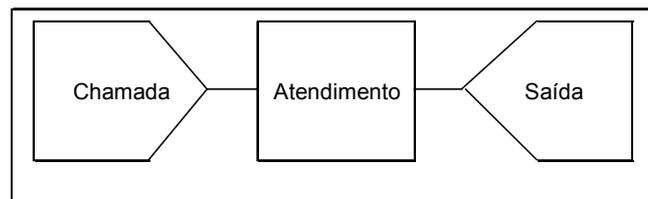


Figura 13 - Modelo proposto – Modelo I

Para a atividade “Chamada” foi utilizada uma taxa de chegada obedecendo a uma distribuição exponencial com média de 1,6 minutos. Essa distribuição foi estimada com base na demanda total de chamadas realizadas em três meses de estudo (81.527 chamadas), devido ao fato de não existir, na época, a informação da hora de recebimento das chamadas. Na atividade “Atendimento” utilizou-se um tempo de atendimento com distribuição triangular (2, 12, 60) minutos. Os parâmetros da distribuição triangular foram gerados a partir de informações colhidas junto ao pessoal da central de atendimentos telefônicos.

### 5.2.4 Resultados Obtidos do Modelo I

O modelo foi programado para ao final da simulação registrar o tempo e tamanho da fila e indicar a taxa de utilização do serviço de atendimento da central de atendimentos telefônicos. Foram realizados ao todo 17 simulações e analisou-se a utilização de cinco a vinte e um atendentes no sistema, de modo a verificar sua configuração ideal, isto é, operar sem gargalo. Em cada uma das simulações utilizou-se um comprimento de replicação de três horas por dia, devido às limitações da versão do software utilizado ao número de entidades no sistema. Para o estudo não se avaliou a variável custo, portanto não foi implantado nenhum tipo de restrição ao sistema por conta dos acréscimos ao número de atendentes. Como já relatado anteriormente, os dados utilizados para a construção desse modelo foram estimados e conseqüentemente os resultados apresentam uma margem de erro. A Tabela 12 mostra os resultados obtidos da simulação em horas.

Tabela 12 - Resultados computacionais - Modelo I

Nº Atend.	Tempo na Fila		Tamanho da Fila		Taxa de Utilização
	Tempo Médio	Tempo Máximo	Tamanho Médio	Tamanho Máximo	
5	0,86190	1,97400	36,30110	76	0,98220
6	0,73450	1,63640	32,68770	71	0,98000
7	0,72000	1,61000	29,28000	62	0,97300
8	0,62000	1,42000	25,78000	56	0,96600
9	0,57110	1,35640	22,61000	51	0,95810
10	0,47720	1,11030	19,58000	44	0,94890
11	0,41780	0,99090	16,66970	38	0,94040
12	0,36360	0,76570	13,66320	29	0,93200
13	0,28750	0,57090	10,69000	22	0,92380
14	0,21260	0,43520	7,94500	17	0,91590
15	0,13700	0,30610	5,19740	12	0,90000
16	0,07000	0,22000	2,66000	9	0,89920
17	0,02000	0,13000	0,81000	5	0,87380
18	0,00400	0,06000	0,18000	3	0,82770
19	0,00090	0,03000	0,03000	2	0,78500
20	0,00006	0,00700	0,00200	1	0,74620
21	0,00000	0,00000	0,00000	0	0,71060

Através de informações colhidas da Tabela 12 podemos construir gráficos sobre a performance do sistema, como por exemplo, o Gráfico 18, o qual apresenta a evolução do tempo gasto na fila à medida que se aumenta o número de atendentes. Percebemos no gráfico que a atual configuração de quatro atendentes gera uma fila

elevada no sistema, haja vista que apresenta um tempo médio na fila de aproximadamente quarenta e cinco minutos, com um pico de até duas horas. Observamos ainda que a fila cessa para um número aproximado de 15 atendentes.

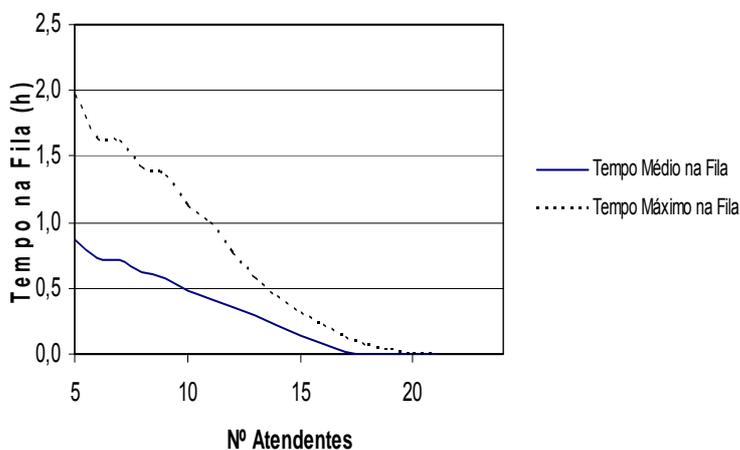


Gráfico 18 - Tempo gasto na fila - Modelo I

O Gráfico 19 demonstra a relação entre o número de atendentes e o tamanho médio e máximo fila. O comportamento do Gráfico 19 é semelhante ao do Gráfico 18 devido ao fato de reproduzir resultados diretamente proporcionais.

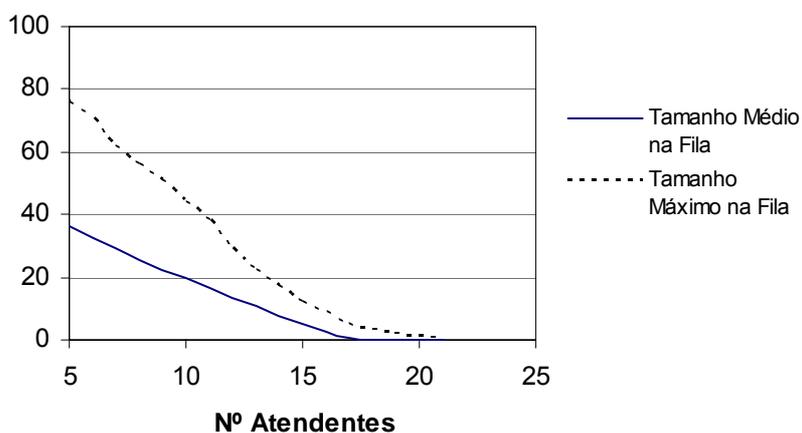


Gráfico 19 – Tamanho da fila - Modelo I

Por último, o Gráfico 20 mostra a taxa de utilização dos atendentes da central, a medida que se aumenta o número de atendentes. No Gráfico 20 concluímos que para uma situação ideal, isto é, sem fila, o sistema opera numa taxa de utilização de 70 %. Porém devemos lembrar que 75 % do total de chamadas são ligações que não

acionam o sistema (trote, engano...), aumentando sensivelmente a taxa de ocupação da central desnecessariamente.

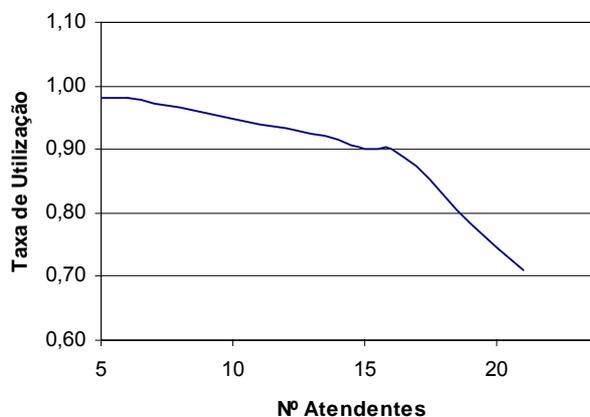


Gráfico 20 – Taxa de utilização - Modelo I

Percebemos ao analisar os resultados que o dimensionamento da central de atendimentos telefônicos é prejudicado pela alta taxa de ligações do tipo “trote” ou “engano” e que a sua performance em situações de pico de demanda é crítica, evidenciando um sub-dimensionamento.

### 5.3 Modelo II - Dimensionamento da Frota de Ambulâncias do Centro Previdenciário de Niterói (CPN)

O objetivo do modelo é avaliar o impacto da frota de ambulâncias do CPN como uma única componente para o atendimento pré-hospitalar móvel das solicitações provenientes da área metropolitana do município de Niterói, tendo como destino o Hospital Universitário Antônio Pedro.

#### 5.3.1 Tratamento Estatístico dos Dados de Entrada do Modelo II

O primeiro passo se concentrou na busca da melhor distribuição que representasse a taxa de acionamento do serviço. Para tal, foi realizado uma filtragem no banco de dados do SAMU, para selecionar as informações necessárias para posterior análise. O banco de dados foi construído utilizando o Microsoft Excel. A principal filtragem foi deixar no banco de dados apenas os casos em que as chamadas foram provenientes do município de Niterói e o hospital de destino foi o HUAP. Após a filtragem, os dados foram ordenados e submetidos ao pacote estatístico BestFit que gerou diversas distribuições para a taxa de acionamento, como para o tempo de atendimento, das ambulâncias.

O Gráfico 21 mostra que a distribuição que melhor representou a taxa de acionamento das ambulâncias foi a distribuição exponencial com parâmetro Expo (2,17).

Comparação entre os dados de entrada e a distribuição Expo (2,17)

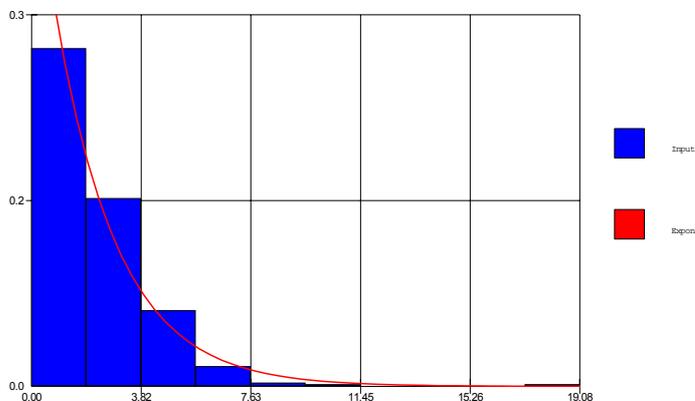


Gráfico 21 - Distribuição do tempo de acionamento - Modelo II

A distribuição que melhor representou a tempo de atendimento das ambulâncias foi a distribuição Lognormal com os parâmetros  $\mu = 2,15$  e  $\sigma = 1,65$  (Gráfico 22).

Comparação entre os dados de entrada e a distribuição Lognorm (2,15;1,65)

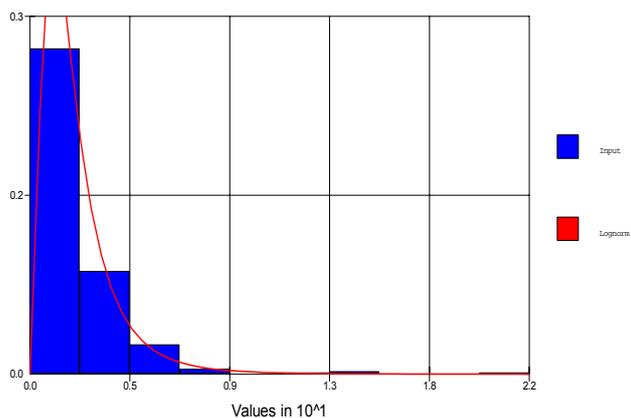


Gráfico 22 - Distribuição do tempo de atendimento das ambulâncias - Modelo II

### 5.3.2 Modelo II

Este modelo se concentrou no estudo do dimensionamento do número de ambulâncias do posto do CPN em relação ao serviço integrado do setor de emergência do HUAP, isto é, como se o posto, com suas quatro ambulâncias disponíveis e todo o serviço do SAMU, atendesse somente os casos oriundos da região metropolitana de Niterói e o único hospital de destino fosse o HUAP. O CPN é localizado nas áreas adjacentes ao complexo do HUAP. Atualmente, a área metropolitana da cidade de Niterói possui somente essas quatro ambulâncias, porém isso não exclui a possibilidade de ser acionada uma outra ambulância de outra região do SAMU. Porém o modelo focalizou a busca do melhor dimensionamento da frota de ambulância para a região metropolitana de Niterói sem a necessidade de apoio de ambulâncias de outras regiões vizinhas.

O modelo desenvolvido para análise do número de ambulâncias está mostrado na Figura 14.



Figura 14 - Modelo proposto -Modelo II

### 5.3.3 Resultados Obtidos do Modelo II

O modelo foi programado para ao final da simulação registrar o tempo e tamanho da fila, a taxa de utilização e o tempo total de utilização da ambulância em cada um dos cenários alternativos. Foram realizadas 6 simulações, onde se variou o número de ambulâncias de 1 até 6 na atividade “Atendimento” e manteve todos os outros parâmetros constantes. Em cada uma das simulações realizaram-se 03 replicações, com um comprimento de replicação de 30 dias e 24 horas de simulação por dia. Como no Modelo I, não se avaliou a variável custo. Os principais dados obtidos na simulação estão mostrados na Tabela 13. Algumas análises gráficas foram realizadas a partir da Tabela 13, onde várias informações são reveladas.

Tabela 13 - Resultados computacionais - Modelo II

Nº Ambulâncias	Tempo total (Horas)	Tempo de espera na fila (Horas)		Tamanho da Fila		Taxa utilização
	Média	Média	Máximo	Média	Máximo	%
1	15,25	13,18	48,47	6,150	23	94,48
2	2,650	0,520	8,340	0,246	5	49,45
3	2,150	0,051	2,690	0,024	3	32,73
4	2,123	0,010	1,860	0,004	2	26,86
5	2,114	0,001	0,620	0,001	1	19,84
6	2,112	0,000	0,000	0,000	0	16,53

O Gráfico 23 retrata o tempo gasto na fila pelo paciente, em minutos, à medida que se aumenta o número de ambulâncias. O gráfico indica que a maior redução ocorre entre o uso de 1 a 3 ambulâncias, a partir daí, o ganho não apresenta resultados relevantes.

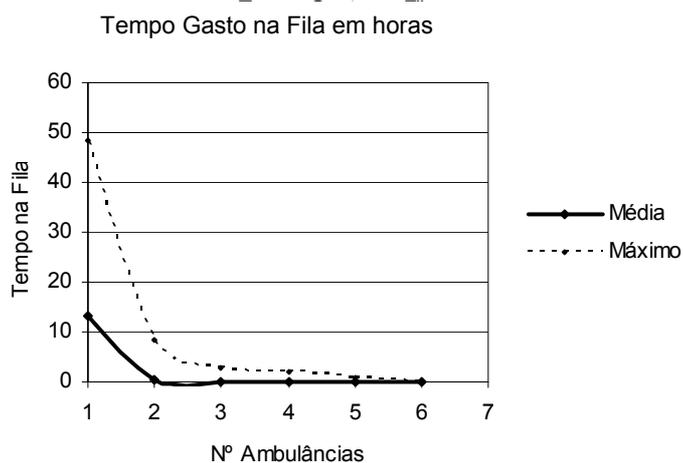


Gráfico 23 - Análise do tempo gasto na fila - Modelo II

O Gráfico 24 é semelhante ao Gráfico 23, onde ao invés do tempo é analisado o tamanho médio e máximo da fila.

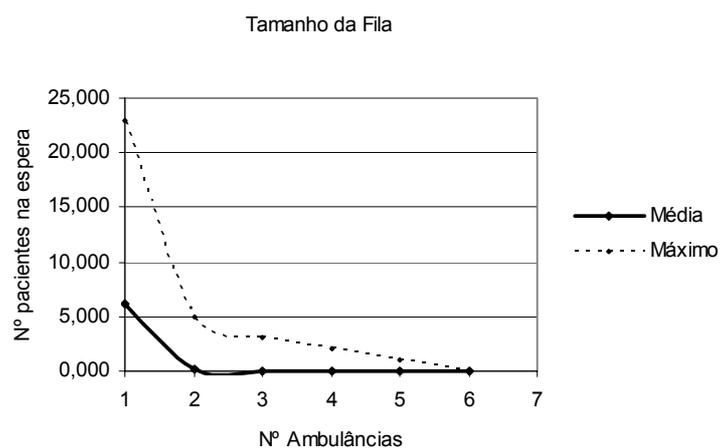


Gráfico 24 - Análise do tamanho da fila - Modelo II

O Gráfico 25 ilustra o comportamento da taxa de utilização das ambulâncias. Nessa análise, percebemos que, com a configuração de 3 ambulâncias, cada veículo teria uma utilização de aproximadamente 30% , com uma fila média bastante reduzida.

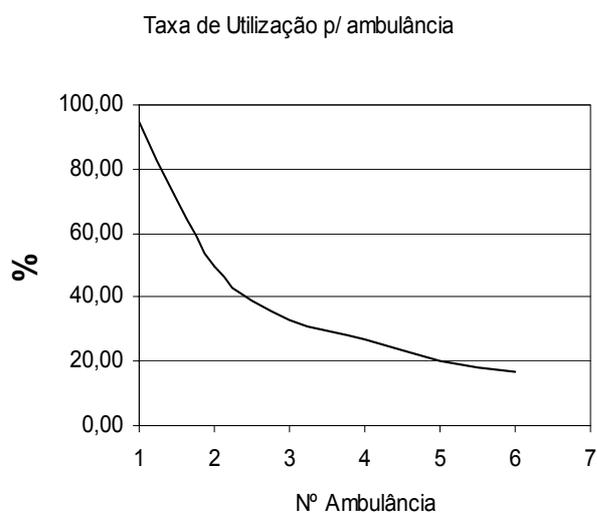


Gráfico 25 - Análise da taxa de utilização - Modelo II

O Gráfico 26 representa o tempo médio de utilização de uma ambulância, à medida que se acrescentam novos veículos ao sistema. Nele observamos que o ganho com a redução dos números de ambulâncias a partir de 3 ambulâncias não é significativo.

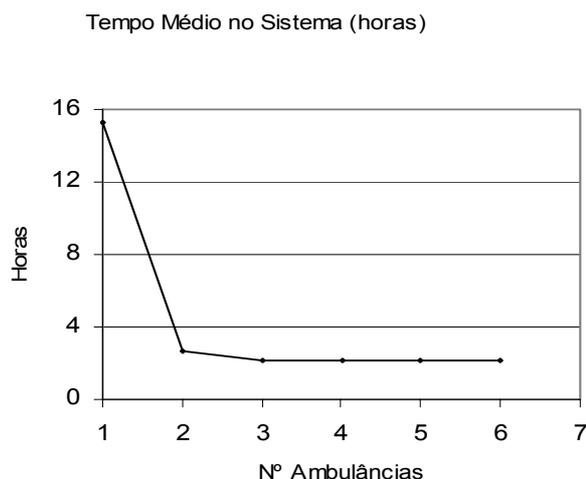


Gráfico 26 - Análise do tempo no sistema - Modelo II

Numa análise conclusiva, observamos que para um atendimento com qualidade e exclusivo à área metropolitana de Niterói, a configuração com 3 ambulâncias atende plenamente a demanda local. Nessa configuração, o SAMU teria um uso efetivo para cada ambulância de aproximadamente 30% e uma fila média satisfatória.

#### 5.4 Modelo III - Capacidade de Atendimento da Frota de Ambulâncias do Centro Previdenciário de Niterói (CPN)

O objetivo desse modelo é analisar a capacidade de atendimento da frota de ambulâncias do CPN, atendendo às ocorrências da região metropolitana de Niterói e tendo como hospital de destino o Hospital Universitário de Niterói (HUAP).

##### 5.4.1 Tratamento Estatístico dos Dados de Entrada do Problema

Nesse modelo o resultado do tratamento estatístico foi apresentado diretamente ao leitor, pois a metodologia empregada aqui foi idêntica ao do modelo anterior. A distribuição que melhor representou o tempo de atendimento das ambulâncias foi a distribuição Lognormal com os parâmetros  $\mu = 2,15$  e  $\sigma = 1,65$  (Gráfico 27).

Comparação entre os dados de entrada e a distribuição Lognorm (2,15;1,65)

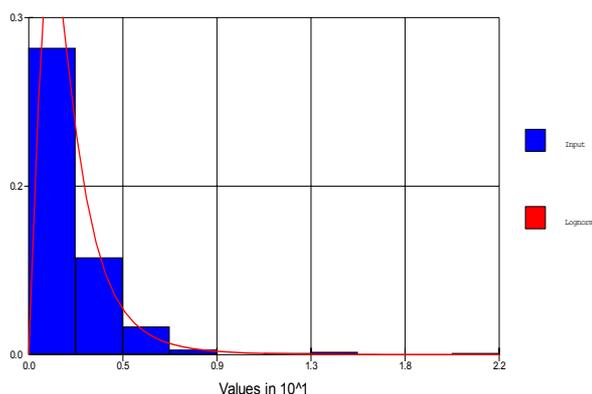


Gráfico 27 - Distribuição do tempo de atendimento das ambulâncias - Modelo III

#### 5.4.2 Modelo III

Nesse modelo se buscou obter a informação da capacidade máxima de atendimento com qualidade do CPN, utilizando a configuração atual de 4 ambulâncias disponíveis para a área metropolitana da cidade de Niterói. Para tal, todos os parâmetros foram mantidos constantes e variou-se a demanda do acionamento das ambulâncias. Esse estudo junto com a análise do dimensionamento da frota de ambulâncias do CPN completa uma análise global do uso desse posto clínico como um centro exclusivo de APH do HUAP, para as demandas dentro da região metropolitana do município de Niterói, advindo do sistema SAMU. A diferença desse modelo em relação ao Modelo II é basicamente que se varia a demanda de acionamento das ambulâncias na atividade “Chamada” e mantém-se o número de ambulâncias constante na atividade “Atendimento”. Para efeito da simulação foram agrupados as atividades deslocamento, atendimento na cena de ação, remoção e recepção em apenas uma atividade, chamada de “Atendimento”. A Figura 15 retrata o modelo utilizado.



Figura 15 - Modelo desenvolvido para a capacidade máxima - Modelo III

### 5.4.3 Resultados Obtidos do Modelo III

O modelo foi programado para, ao final da simulação, indicar a capacidade de atendimento do SAMU em sua configuração atual, porém ele também indica o tempo e tamanho da fila e a taxa de utilização das ambulâncias para se obter a análise qualitativa da capacidade de atendimento. Foram realizadas 11 simulações, onde se variou a demanda de acionamento das ambulâncias e manteve todos os outros parâmetros constantes. Em cada uma das simulações realizaram-se 03 replicações, com um comprimento de replicação de 30 dias e 24 horas de simulação por dia. Como nos outros modelos, não se avaliou a variável custo. A Tabela 14 mostra os principais resultados computacionais obtidos na simulação do Modelo III.

Tabela 14 - Resultados computacionais - Modelo III

Taxa de chegadas Expo( $\mu$ )	Capacidade por mês Un	Tempo total (Horas) Média	Tempo de espera na fila (Horas)		Tamanho da Fila UN		Taxa utilização %
			Média	Máximo	Média	Máximo	
Expo(2,17)	338	2,123	0,010	1,210	0,004	2	24,86
Expo(2,00)	361	2,144	0,012	1,240	0,006	2	26,80
Expo(1,90)	381	2,145	0,012	1,320	0,006	3	28,29
Expo(1,80)	404	2,145	0,013	1,590	0,007	3	29,95
Expo(1,70)	431	2,149	0,019	1,860	0,012	3	31,97
Expo(1,60)	458	2,157	0,020	1,970	0,013	3	34,12
Expo(1,50)	492	2,164	0,030	2,520	0,020	4	36,51
Expo(1,00)	724	2,250	0,139	3,530	0,140	6	53,12
Expo(0,90)	800	2,332	0,227	3,770	0,253	7	58,59
Expo(0,80)	905	2,593	0,470	6,480	0,593	11	66,79
Expo(0,70)	1036	3,290	1,149	15,150	1,672	27	77,09

Os principais resultados estão acima descritos e a partir deles foram realizadas análises gráficas. A primeira delas, a análise da capacidade do sistema, está mostrada no Gráfico 28 e revela o número de atendimentos realizados, quando aumentamos o tempo entre acionamento das ambulâncias. O eixo da abscissa indica o parâmetro  $\mu$  da exponencial utilizada para a respectiva demanda.

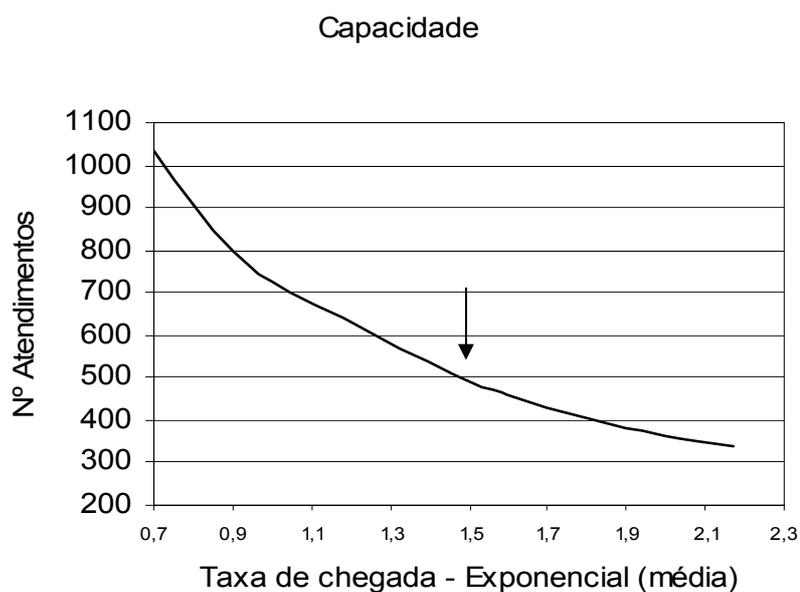


Gráfico 28 - Análise da capacidade de atendimento - Modelo III

O Gráfico 29 indica o tempo médio que a ambulância permanece no sistema em relação a cada demanda, onde o eixo da abscissa aponta a capacidade absoluta de atendimento para a respectiva demanda. Observa-se que até a demanda com capacidade para 600 atendimentos o sistema não apresenta grandes variações. A partir daí o tempo médio de uso da ambulância cresce significativamente, obedecendo a uma curva exponencial.

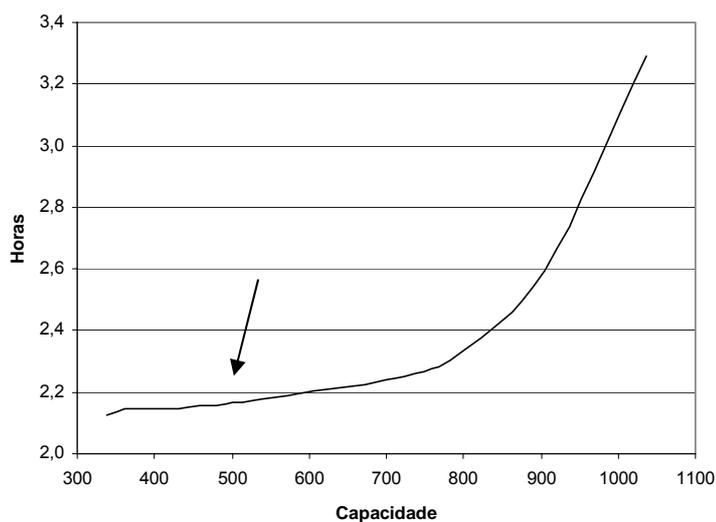


Gráfico 29 - Tempo médio no sistema - Modelo III

O tempo médio gasto na fila está representado no Gráfico 30. Ele nos revela um comportamento bastante regular e satisfatório até a demanda com capacidade para 500 casos/mês. Para essa demanda, o tempo de espera da ambulância na fila é de aproximadamente 2 minutos.

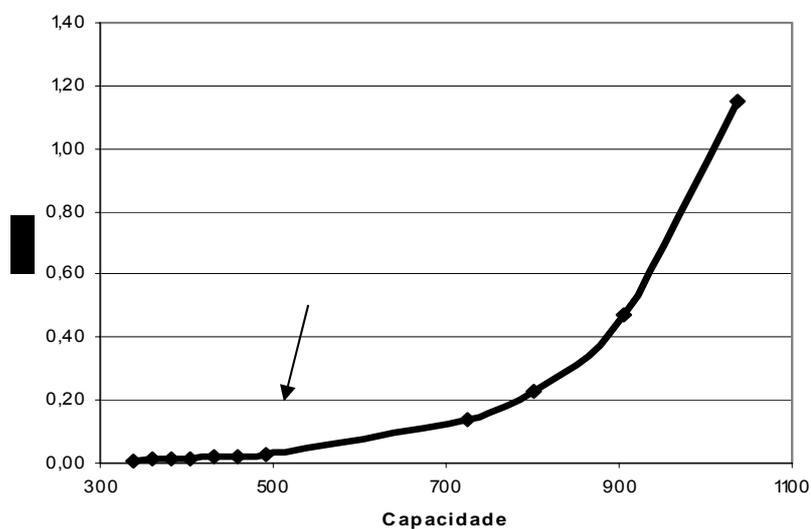


Gráfico 30 - Tempo médio gasto na fila - Modelo III

O Gráfico 31 representa o tempo máximo gasto na fila e nos indica que a partir da demanda com capacidade para 800 casos/mês, a fila tem um crescimento significativo e uma performance inadequada para um serviço de urgência. Para essa demanda, o tempo máximo gasto na fila é de aproximadamente 4 horas.

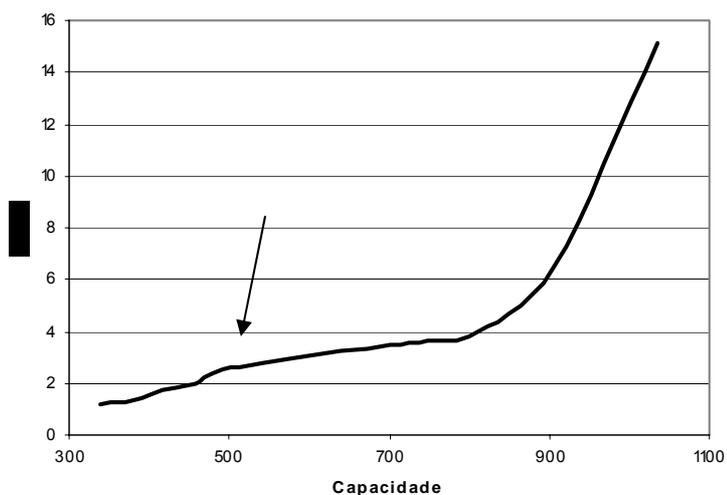


Gráfico 31 - Tempo máximo gasto na fila - Modelo III

Os tamanhos médios e máximos da fila estão representados nos Gráficos 32 e 33, respectivamente. Percebemos no primeiro que a partir da demanda com capacidade para 500 casos/mês existe um acréscimo significativo no tamanho da fila.

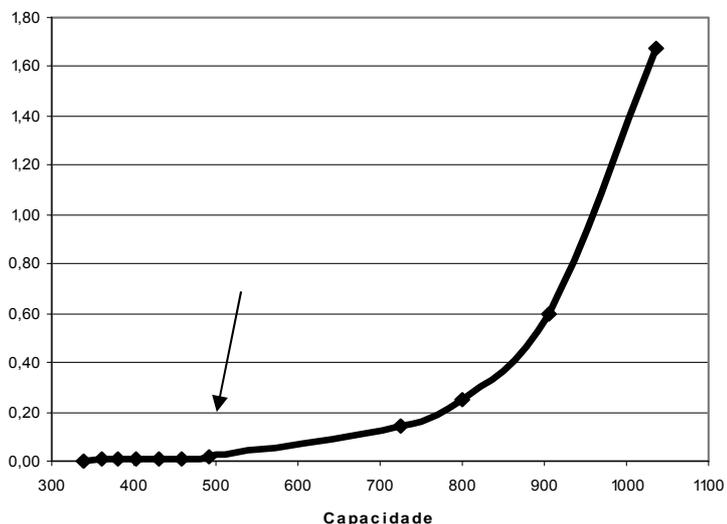


Gráfico 32 - Tamanho médio da fila - Modelo III

O Gráfico 33 mostra que a faixa entre 300 e 600 casos/mês possui um comportamento regular e compatível para um serviço de urgência. Já a faixa entre 600 e 800 casos/mês representa pico de filas acima de 5 atendimentos a espera de uma ambulância.

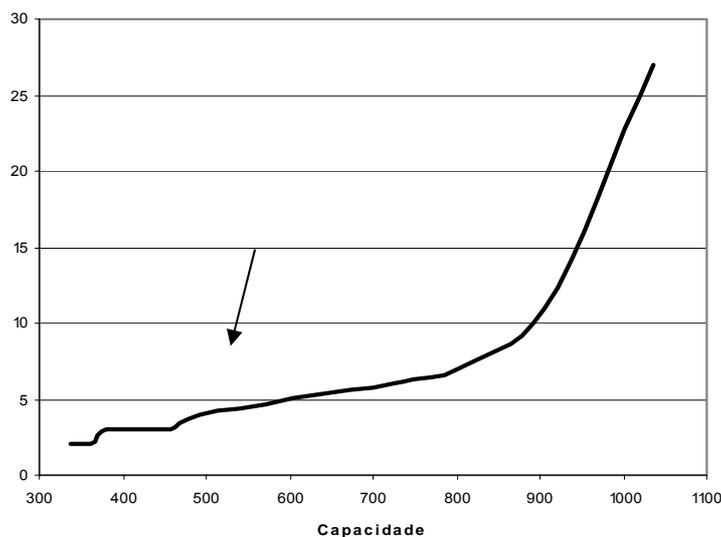


Gráfico 33 - Tamanho máximo da fila - Modelo III

O Gráfico 34 ilustra o comportamento da taxa de utilização das ambulâncias.

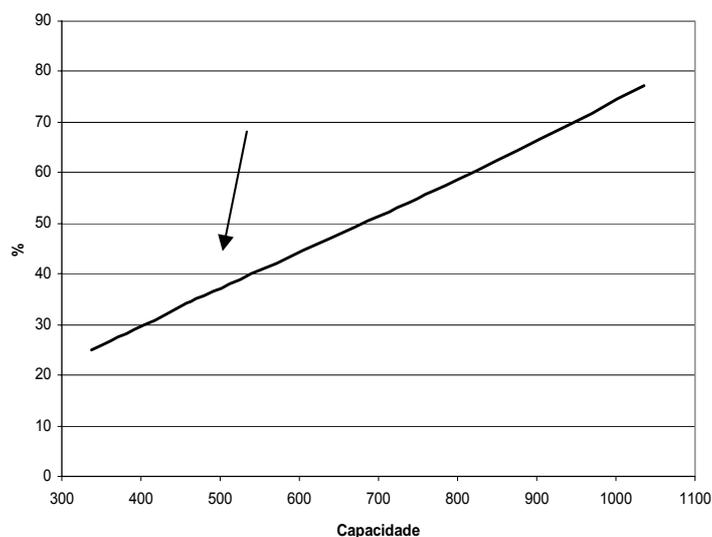


Gráfico 34 - Taxa de utilização das ambulâncias - Modelo III

Realizando uma análise final, o modelo III revela que o CPN possui uma capacidade máxima de atendimento com qualidade para a área metropolitana de Niterói, tendo o hospital de destino o HUAP, de aproximadamente 500 casos/mês (17 casos/dia). Essa capacidade está apontada em todos os gráficos de análises para melhor ilustrar o resultado obtido. Para atingir essa capacidade, a taxa de acionamento dos serviços das ambulâncias obedece a uma distribuição exponencial com parâmetro Expo (1,50). Nessa situação, a performance do sistema se comporta com um tempo de espera da ambulância na fila de aproximadamente 2 minutos e com uma taxa de utilização das ambulâncias de 35%.

## 5.5 Modelo IV - Modelo Integrado

O objetivo do modelo é avaliar a configuração da frota de ambulâncias para cenários alternativos do serviço integrado das unidades móveis do SAMU com os hospitais dos municípios de Niterói e São Gonçalo.

### 5.5.1 Tratamento Estatístico dos Dados de Entrada do Problema

O tratamento inicial concentrou-se na busca da melhor distribuição que representasse a taxa de acionamento do serviço móvel do SAMU. Ao término da fase inicial, foi realizada uma filtragem no banco de dados, de modo a separar os dados das atividades do município de São Gonçalo dos de Niterói, para posterior análise das informações. Após a filtragem, os dados foram ordenados e submetidos ao pacote

estatístico BestFit, para que fossem geradas as diversas distribuições probabilísticas das atividades envolvidas no processo. Para a validação das distribuições encontradas, os dados foram novamente submetidos ao Input Analyser (ferramenta do software Arena). Foram feitas análises para os seguintes eventos:

- Distribuição do tempo entre chamadas;
- Distribuição do tempo de preparo de ambulância;
- Distribuição do tempo de deslocamento da base até o local da chamada;
- Distribuição do tempo de atendimento no local da chamada (cena de ação);
- Distribuição do tempo de remoção até o hospital;
- Distribuição do tempo de recepção no HUAP;
- Distribuição do tempo de deslocamento do HUAP até a base.

Os Gráficos 35 a 47 mostram as distribuições que melhor se adequaram aos eventos descritos acima para as cidades de Niterói e de São Gonçalo, indicando o comportamento dos dados de entrada (input) e da distribuição proposta.

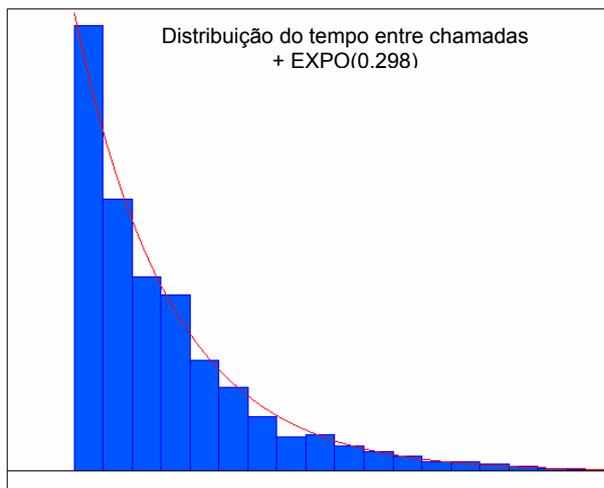


Gráfico 35 - Distribuição do tempo entre chegadas – Modelo IV

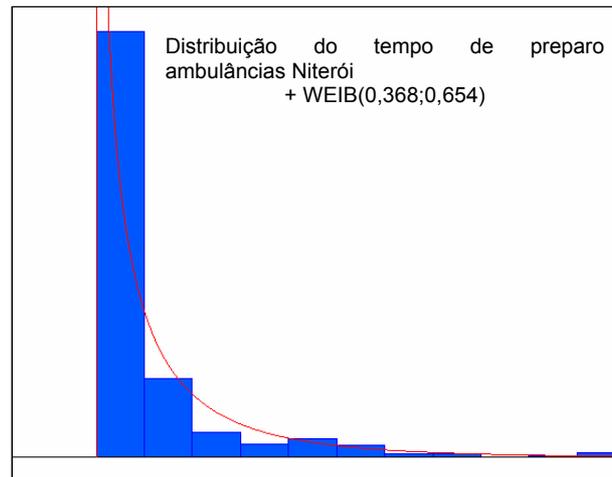


Gráfico 36 - Distribuição do tempo de preparação das amb. de Niterói – Modelo IV

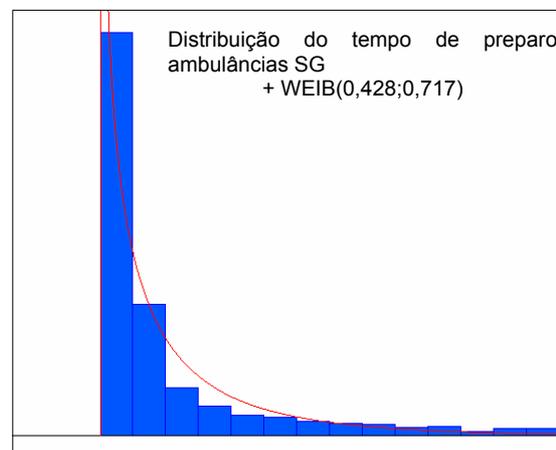


Gráfico 37 - Distribuição do tempo de preparação das amb. de SG – Modelo IV

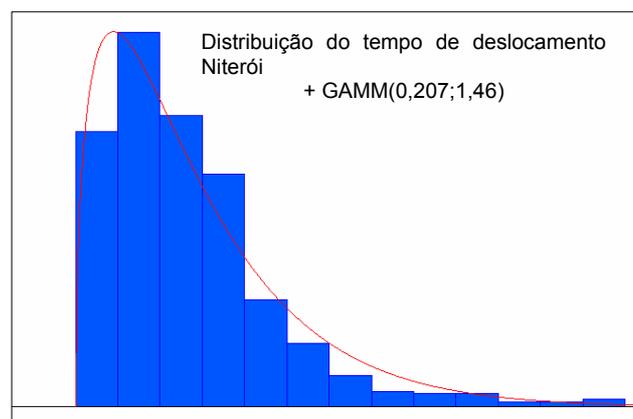


Gráfico 38 - Distribuição do tempo de deslocamento das amb. de Niterói–Modelo IV

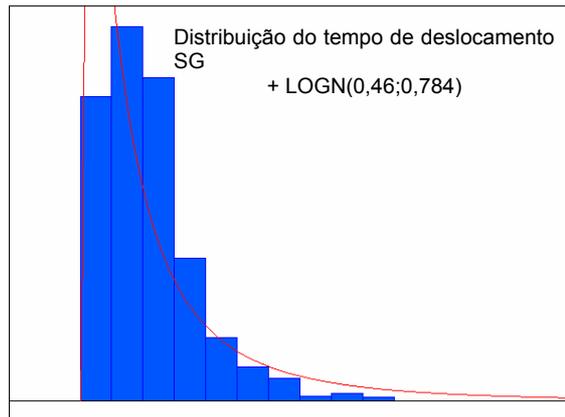


Gráfico 39 - Distribuição do tempo de deslocamento das amb. de SG – Modelo IV

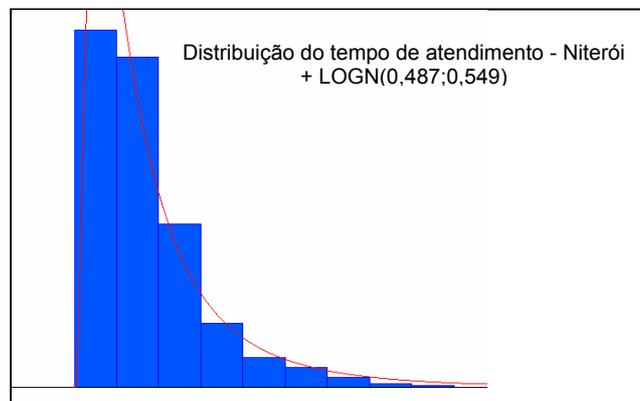


Gráfico 40 - Distribuição do tempo de atendimento das amb. de Niterói – Modelo IV

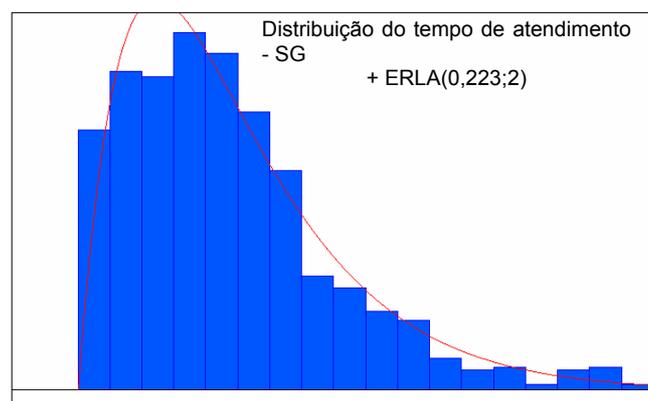


Gráfico 41 - Distribuição do tempo de atendimento das amb. de SG – Modelo IV

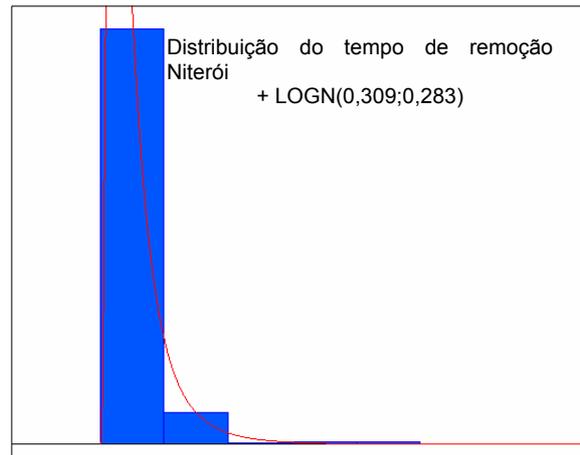


Gráfico 42 - Distribuição do tempo de remoção das amb. de Niterói – Modelo IV

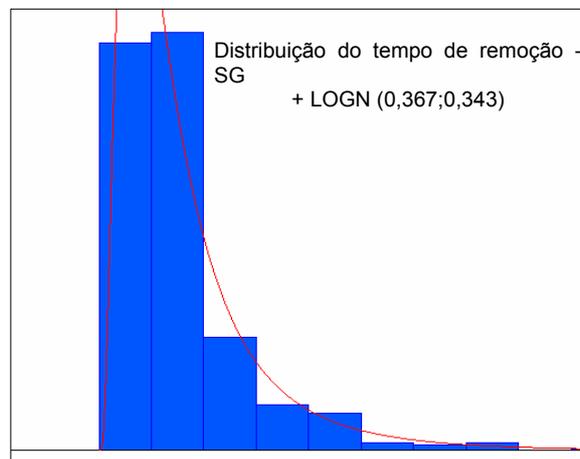


Gráfico 43 - Distribuição do tempo remoção das amb. de SG – Modelo IV

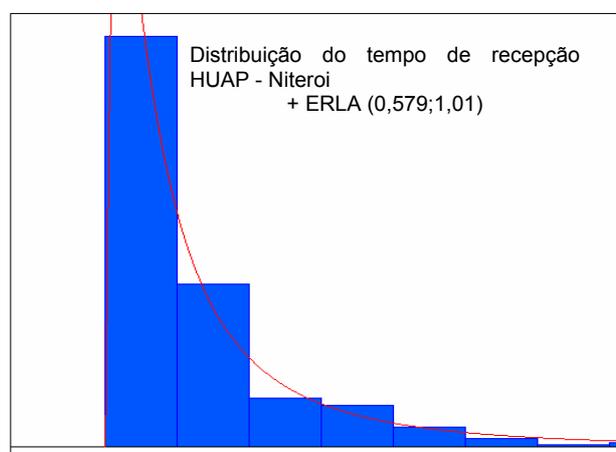


Gráfico 44 - Distribuição do tempo de recepção dos hospitais de Niterói – Modelo IV

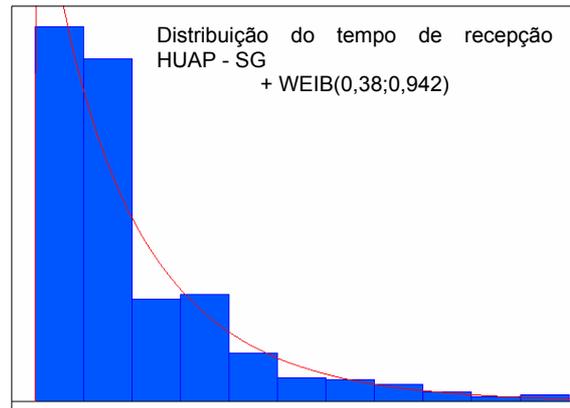


Gráfico 45 - Distribuição do tempo de recepção dos hospitais de SG – Modelo IV

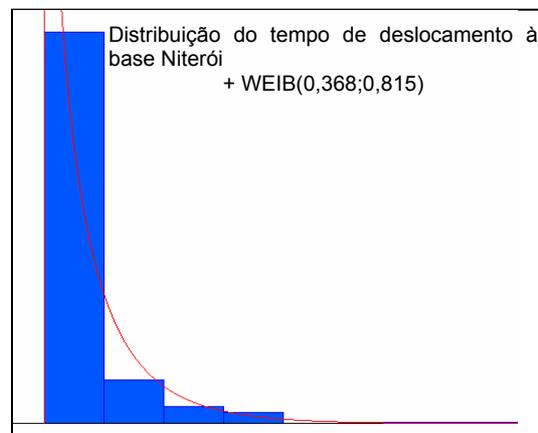


Gráfico 46 - Distribuição do tempo de deslocamento para a base de Niterói–ModeloIV

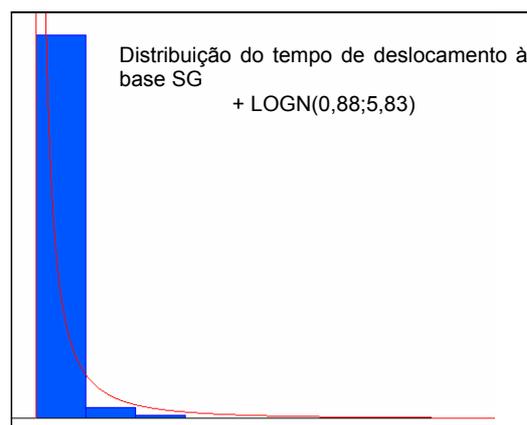


Gráfico 47 - Distribuição do tempo de deslocamento para a base de SG–Modelo IV

### 5.5.2 Modelo IV

Na época da pesquisa, a área metropolitana da cidade de Niterói possuía quatro ambulâncias oferecidas pelo SAMU, enquanto que São Gonçalo possuía oito ambulâncias. O estudo focou somente na busca do melhor dimensionamento da frota de ambulância para atender a região metropolitana de Niterói e de São Gonçalo sem a necessidade de apoio de ambulâncias de outras regiões vizinhas. A simulação foi realizada utilizando o software Arena. Para um melhor entendimento, a Tabela 15 identifica cada módulo utilizado no modelo, bem como mostra o tipo de módulo utilizado e o nome adotado para rodar a simulação no software adotado.

Tabela 15 – Módulos utilizados - Modelo IV

<b>Módulo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nome</b>
1	Create	Gerador de chamadas Niteroi
2	Assign	Definindo origem
3	Assign	Definindo destino
4	Decide	Demanda Niterói?
5	Assign	Chamadas Niteroi
6	Seize	Aloca ambulancia Niteroi
7	Assign	Troca Entidade Nit
8	Delay	Preparacao para Niteroi
9	Decide	Cancelamento Nit 1?
10	Delay	Deslocamento Nit
11	Decide	Cancelamento Nit 2?
12	Delay	Cena de Acao Nit
13	Decide	Atendimento Local Nit?
14	Delay	Remocao Nit
15	Decide	Demanda HUAP?
16	Delay	Atendimento Nit no HUAP
17	Assign	Pacientes Atendidos HUAP Nit
18	Delay	Tempo de retorno Nit1 base
19	Delay	Outros Niteroi
20	Delay	Tempo de retorno Nit1 base
21	Release	Liberando a ambulancia Nit
22	Dispose	Pacientes atendidos Nit
23	Assign	Chamadas São goncalo
24	Seize	Aloca ambulancia SG
25	Assign	Troca Entidade SG
26	Delay	Preparacao para SG
27	Decide	Cancelamento SG 1?
28	Delay	Deslocamento para SG
29	Decide	Cancelamento SG 2?
30	Delay	Cena de Acao SG
31	Decide	Atendimento Local SG?
32	Delay	Remocao SG
33	Decide	Demanda HUAP SG?
34	Delay	Atendimento SG no HUAP
35	Assign	Pacientes Atendidos HUAP SG
36	Delay	Tempo de retorno SG1 base

Módulo	Tipo	Nome
37	Delay	Outros SG
38	Delay	Tempo de retorno SG base
39	Release	Liberando a ambulancia SG
40	Dispose	Pacientes atendidos SG
41	Assign	Chamada Outros
42	Dispose	Outras Localidades

O fluxograma do modelo está demonstrado na Figura 16 e de uma forma sucinta, os parâmetros utilizados estão identificados a seguir.

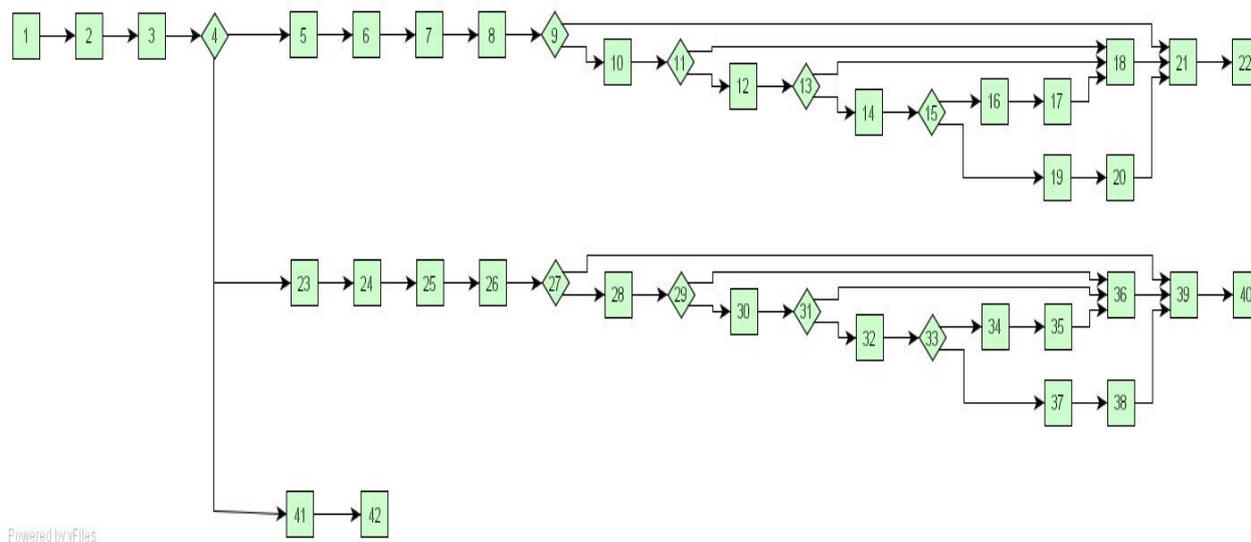


Figura 16 - Modelo Integrado – Modelo IV

O modelo inicia com uma solicitação de acionamento de uma ambulância. Para isso foi inserido o módulo do tipo “Create”, chamado de “Gerador de chamadas” com a expressão do tempo entre chamadas obedecendo a um exponencial com  $\mu = 0,298$ , campo “entidade por chegada” igual a um e campo “máximo de chegadas” igual a infinito. Na etapa seguinte foram definidos a origem e destinos dos atendimentos usando o módulo do tipo “Assign”. Para a origem, o módulo foi chamado de “Definindo origem” com a configuração DISC (0.489, 1, 0.767, 2,1.0,3), isto é, 48,9% das chamadas são oriundas do município de São Gonçalo, 27,8% ( $0.767 - 0.489 = 0.278$ ) do município de Niterói e 23,3% ( $1 - 0.767 = 0.233$ ) dos demais municípios do SAMU. Para o destino, o módulo foi chamado de “Definindo destino” com a configuração de HUAPnit = DISC(0.114, 1, 1.0, 2), isto é 11,4% das chamadas oriundas do município de Niterói tem como destino final o HUAP e HUPAsg = DISC(0.0206, 1, 1.0, 2), que

indica que 2,06% das chamadas oriundas do município de São Gonçalo tem como destino final o HUAP.

Depois de definido no modelo as origens e os destinos dos atendimentos, o fluxo se divide pelos municípios de Niterói e São Gonçalo. Para os demais municípios integrantes do SAMU, não se fez um estudo mais aprofundado devido a tornar o modelo muito pesado e o total de acionamento solicitados por esses municípios não terem um quantitativo tão significativo como dos outros dois.

Para a seleção do fluxo foi utilizado o módulo do tipo “Decide”, chamado de “Demanda Niterói?”, onde serão obedecidas as percentagens indicadas no módulo “Definindo origem”. Já no fluxo das chamadas oriundas de Niterói, foi criado o módulo do tipo “Assign” chamado de “Chamadas de Niterói” para introduzir a variável “ChamaNit”, a qual funciona como um contador de chamadas ( $\text{ChamaNit} = \text{ChamaNit} + 1$ ). Na próxima etapa do fluxo foi criado o módulo do tipo “Seize”, chamado de “Aloca ambulancia Niteroi”, em que foi definida a fila “Espera ambulancia Niteroi” e indicado os recursos a serem alocados no conjunto “Set Amb Nit”. É nesse “set” em que os números de ambulâncias serão variados para a geração dos cenários alternativos. Após isso, foi criado o módulo do tipo “Delay”, chamado de “Preparacao para Niteroi”, com o campo “Delay Time” obedecendo a uma WEIB (0.368, 0.654). No módulo do tipo “Delay” a entidade fica retida durante o tempo de atendimento estabelecido no campo “Delay Time”.

Na próxima etapa foi inserida a primeira fuga do sistema, isto é, o momento em que por motivos diversos a solicitação foi cancelada e a ambulância retorna ao status de liberada. Para isso, foi introduzido o módulo do tipo “Decide”, chamado de “Cancelamento Nit 1 ?”, onde 14,58 % das solicitações em que a ambulância estava na fase de preparação para iniciar a atividade “deslocamento”, foram canceladas. Esse percentual foi retirado do banco de dados por métodos simples de filtragem. Os 85,42% restantes das solicitações efetivamente dão início à atividade “deslocamento”. Então foi criado o módulo do tipo “Delay”, chamado de “Deslocamento Nit” com o campo “Delay Time” obedecendo a uma GAMM(1.4, 0.2). Após o início do deslocamento foi inserida outra fuga, introduzindo o módulo do tipo “Decide”, chamado de “Cancelamento Nit 2 ?”, onde 9,23 % das solicitações foram canceladas nessa fase. As solicitações que se mantiveram ativas (90,77%) entram então na próxima atividade, o atendimento do paciente na cena de ação. Para isso foi criado o módulo

do tipo “Delay”, chamado de “Cena de Acao Nit” com o campo “Delay Time” obedecendo a uma LOGN(0.487, 0.549).

Após o atendimento “in loco” ao paciente, a ambulância pode retornar para a base operacional, caso o paciente não necessite de nenhuma outra assistência, quando então o atendimento é encerrado, ou ela inicia o processo de remoção do paciente para o hospital designado pela equipe da Central de Regulação. Para reproduzir esse ambiente, foi introduzido o módulo do tipo “Decide”, chamado de “Atendimento Local Nit?”, onde 22,48% dos atendimentos “in loco” são considerados encerrados. Nos 77,52% restantes, os pacientes são removidos para algum hospital pela ambulância. O modulo do tipo “Delay” então é introduzido para representar a atividade “remoção”, chamado de “Remocao Nit”, com o campo “Delay Time” obedecendo a uma LOGN (0.309, 0.283). Nesse momento o paciente é conduzido para o Hospital Universitário Antônio Pedro ou para outro hospital da área metropolitana do município de Niterói. Então é colocado módulo do tipo “Decide”, chamado de “Demanda HUAP?”, onde o fluxo obedece ao atributo “HUAPnit” definido no módulo “Definindo destino”, detalhado anteriormente, onde 11,4% dos pacientes oriundos do município de Niterói tem como destino final o HUAP e 88,6% são levados para os demais hospitais do município de Niterói.

Os atendimentos aos pacientes pelos hospitais foram considerados idênticos, logo para o atendimento no HUAP foi posto o módulo do tipo Delay, chamado de “Atendimento Nit no HUAP”, com o campo “Delay Time” obedecendo a uma ERLA (0.579, 1.01) e para os demais hospitais, o mesmo tipo de módulo, com o mesmo parâmetro no “Delay Time”, porém chamado de “Outros Niteroi”. Para o registro dos números de pacientes atendidos no HUAP provenientes da região metropolitana de Niterói foi criado a variável “PacienteNit”, dentro do módulo do tipo “Assign” chamado de “Pacientes Atendidos HUAP Nit”, onde funciona o contador (PacienteNit = PacienteNit + 1). Seguindo o fluxo foi posto outro módulo do tipo “Delay”, chamado de ‘Tempo de retorno Nit1 base’, com o campo “Delay Time” obedecendo a uma WEIB(0.368, 0.815), para computar o tempo em que a ambulância se desloca do hospital para a sua base operacional. Após esse momento a ambulância é liberada, isto é, ganha o status de disponível. Então foi introduzido o módulo do tipo “Release”, chamado de “Liberando a ambulancia Nit” . Por fim, encerra-se o fluxo dos atendimentos realizados no município de Niterói introduzindo o módulo do tipo “Dispose”, chamado de “Pacientes atendidos Nit”, onde a entidade paciente é liberada do sistema.

Para a construção do fluxo de atendimento do SAMU dentro do município de São Gonçalo foi empregada a mesma metodologia, alterando apenas os parâmetros de cada módulo. Apenas os parâmetros utilizados na construção do fluxo estão mostrados na Tabela 16, fazendo um paralelo com os parâmetros utilizados para o município de Niterói. Os módulos em que seu uso não é específico de nenhum dos dois municípios está especificado na tabela como “Geral”.

Tabela 16 - Parâmetros utilizados - Modelo IV

<b>Geral</b>				
<b>Módulo</b>	<b>Nome</b>	<b>Parâmetro</b>		
Create	Gerador de chamadas	EXPO (0.298)		
Assign	Definindo origem	DISC (0.489, 1, 0.767, 2,1.0,3)		
Assign	Definindo destino			
Assign	HUAPnit	DISC (0.114, 1, 1.0, 2)		
Assign	HUPAsg	DISC (0.0206, 1, 1.0, 2)		
		<b>Niterói</b>	<b>São Gonçalo</b>	
<b>Módulo</b>	<b>Nome</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Nome</b>	<b>Parâmetro</b>
Assign	Chamadas Niteroi	ChamaNit = ChamaNit +1	Chamada Sao goncalo	ChamaSG = ChamaSG + 1
Seize	Aloca ambulancia Niteroi	Set Amb Nit	Aloca ambulancia SG	Set Amb SG
Delay	Preparacao para Niteroi	WEIB (0.368, 0.654)	Preparacao para SG	WEIB (0.428, 0.717)
Decide	Cancelamento Nit	14,58 % True	Cancelamento	12,29 % True
Delay	Deslocamento Nit	GAMM (0.207, 1.46)	Deslocamento	LOGN (0.46, 0.784)
Decide	Cancelamento Nit	09,23 % True	Cancelamento	08,98 % True
Delay	Cena de Acao Nit	LOGN (0.487, 0.549)	Cena de Acao	ERLA (0.223, 2)
Decide	Atendimento Local Nit?	22,48 % True	Atendimento Local SG?	33,98 % True
Delay	Remocao Nit	LOGN (0.309, 0.283)	Remocao SG	LOGN (0.367, 0.343)
Decide	Demanda HUAP?	HUAPnit	Demanda HUAP SG?	HUPAsg
Delay	Atendimento Nit	ERLA (0.579, 1.01)	Atendimento SG	WEIB (0.38, 0.942)
Delay	Outros Niteroi	ERLA (0.579, 1.01)	Outros SG	WEIB (0.38, 0.942)
Delay	Tempo de retorno Nit1 base	WEIB (0.368, 0.815)	Tempo de retorno SG1	LOGN(0.88, 5.83)
Release	Liberando a ambulancia Nit	Set Amb Nit	Liberando ambulancia SG	Set Amb SG

### 5.5.3 Resultados Obtidos do Modelo IV

Foram realizadas 10 simulações, além do caso base (real), variando-se o número de ambulâncias segundo a Tabela 17 e mantiveram-se todos os outros parâmetros constantes. Como nos modelos anteriores, não se avaliou o custo. Em cada uma das simulações realizaram-se 20 replicações, com um comprimento de replicação de 96

horas, um tempo de aquecimento (“*warm-up*”) de 5 horas e 24 horas de simulação por dia.

Tabela 17 - Cenários propostos nas simulações - Modelo IV

<b>Configuração</b>	<b>Nº Amb. Niterói</b>	<b>Nº Amb. SG</b>
Cenário Atual	4	8
Cenário 1	3	8
Cenário 2	2	8
Cenário 3	4	7
Cenário 4	4	6
Cenário 5	4	5
Cenário 6	4	4
Cenário 7	5	7
Cenário 8	6	6
Cenário 9	3	6
Cenário 10	3	5

Um grande número de informações pode ser obtido após a realização da simulação do modelo proposto. Alguns destes resultados podem ser visualizados na Tabela 18.

Tabela 18 - Análise dos resultados da simulação – Modelo IV

<b>Configuração</b>	<b>Tempo de espera na fila (horas)</b>	<b>Tempo de espera na fila (minutos)</b>	<b>Tamanho da fila (un)</b>	<b>% Utilização dos recursos</b>
Cenário Atual	0,16	10	0	49,2
Cenário 1	0,61	37	1	56,2
Cenário 2	4,63	278	5	69,5
Cenário 3	0,19	11	0	52,7
Cenário 4	0,48	29	1	56,9
Cenário 5	0,85	51	1	60,6
Cenário 6	3,17	190	5	67,8
Cenário 7	0,09	5	0	47,7
Cenário 8	0,34	20	1	49,8
Cenário 9	1,23	74	1	68,7
Cenário 10	0,81	49	1	64,2

Ao analisar os dados apresentados nos gráficos a seguir, pode-se visualizar o tempo de espera na fila e o tamanho da fila para cada um dos cenários propostos, além do percentual de utilização de recursos e o total de recursos utilizados.

O tempo gasto na fila pelo paciente a espera de uma ambulância está representado no Gráfico 48, o qual retrata todos os cenários.

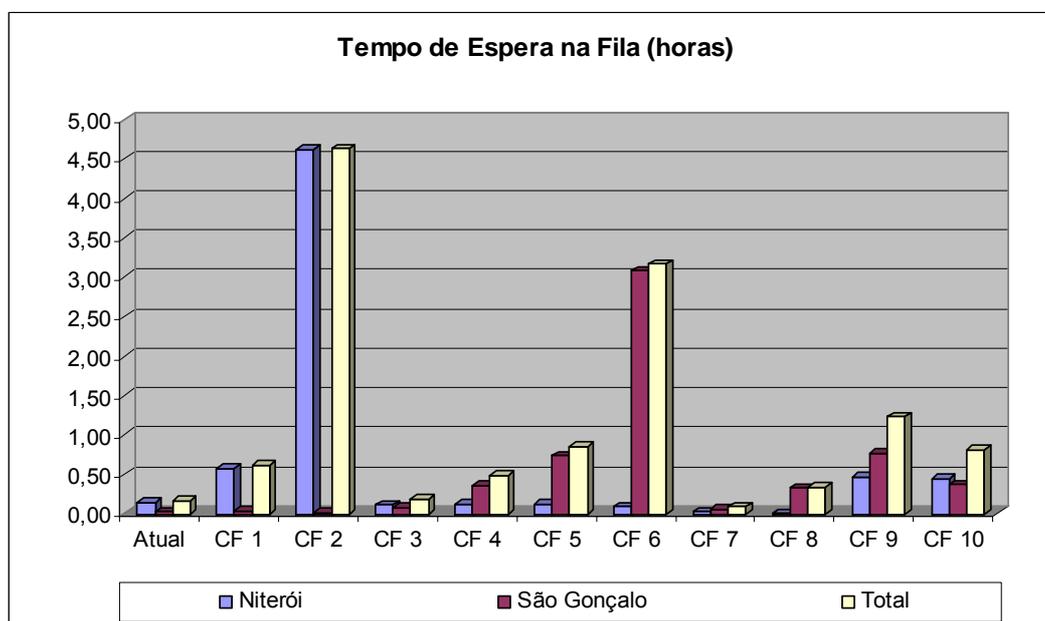


Gráfico 48 - Tempo de espera da fila - Modelo IV

Observamos no Gráfico 48 um grande desequilíbrio nos cenários 2 e 6 e que no cenário atual, a média de tempo de espera na fila é de 10 minutos. Percebe-se também que os cenários 3 e 7 apresentam uma performance satisfatória e equilibrada. Em outra análise, os tamanhos das filas estão ilustrados no Gráfico 49.

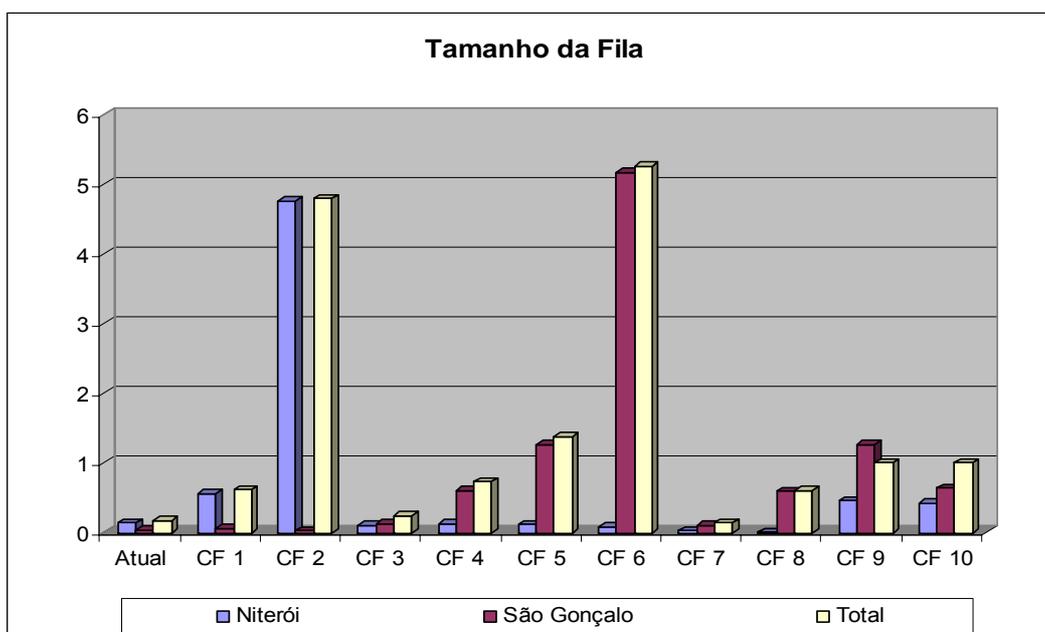


Gráfico 49 - Tamanho da fila - Modelo IV

Como na análise anterior, os cenários 2 e 6 apresentam um resultado indesejável, com uma fila bastante expressiva.

O Gráfico 50 ilustra a taxa de utilização das ambulâncias e observa-se que, para o cenário atual, a utilização média dos recursos é de aproximadamente 50%. Os cenários 3 e 7 apresentam um bom desempenho, com uma taxa para a região de Niterói um pouco abaixo dos 50% de utilização.

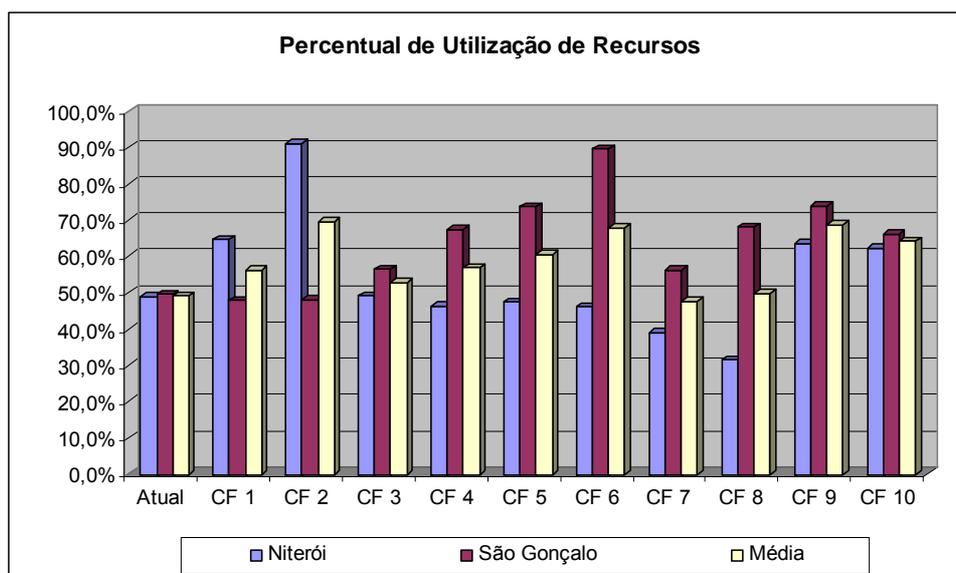


Gráfico 50 - Taxa de utilização das ambulâncias - Modelo IV

Os cenários onde se obteve maiores tempos na fila e taxas de utilização de recurso inviáveis foram aqueles com as seguintes configurações: 2 ambulâncias em Niterói e 8 em São Gonçalo (cenário 2) e 4 ambulâncias em Niterói e 4 em São Gonçalo (cenário 6). Desta forma, esses dois cenários podem ser descartados para qualquer análise futura. Pode-se verificar que o cenário 3, com 4 ambulâncias para Niterói e 7 para São Gonçalo e o cenário 7, com 5 ambulâncias para Niterói e 7 para São Gonçalo, tornam-se as soluções mais atrativas, uma vez que o tempo de espera é reduzido e os recursos são mais bem aproveitados. Porém numa última análise, o cenário 7 torna-se a melhor solução, pelas seguintes razões:

- Apresenta o menor tempo de espera.
- Apresenta o menor tamanho de fila.
- Apresenta uma taxa de utilização dos recursos de 47,7%, enquanto o cenário 3 uma taxa de 52,7%.

- A solução apontada para o cenário 7 não altera o número global de ambulâncias utilizadas nos dois municípios (12 ambulâncias), apenas sugere um remanejamento de 1 ambulância do município de São Gonçalo para Niterói, reduzindo significativamente o impacto administrativo para sua implementação.

## **6 CONCLUSÃO**

### **6.1 Conclusões Obtidas da Simulação Realizada no SAMU**

- (1) Os resultados do estudo indicam que a performance da central de atendimentos telefônicos é crítica, evidenciando seu sub-dimensionamento em situações de pico de demanda. Por outro lado, seu serviço é prejudicado pela alta taxa de ligações do tipo “trote”, a qual está sendo combatida atualmente pela identificação e cadastro dessas chamadas, para posterior bloqueio ao acesso ao SAMU.
- (2) A hipótese da utilização da frota atual de ambulâncias do Centro Previdenciário de Niterói (CPN), exclusivamente para atendimento hospitalar das chamadas oriundas da área metropolitana do município de Niterói para o Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP), mostra-se adequada sob o ponto de vista do dimensionamento.
- (3) A análise integrada do serviço do SAMU aponta para um remanejamento de uma ambulância do município de São Gonçalo para o de Niterói. Essa solução mostrou uma melhor performance operativa e um menor impacto administrativo para sua implementação.

### **6.2 Considerações Finais**

Para uma efetiva melhoria do sistema de admissão de emergência dos hospitais dos municípios de Niterói e São Gonçalo, ações são necessárias com relação à participação do SAMU como veículo integrado aos hospitais. Sem dúvida, a implantação do sistema SAMU pode vir a contribuir para a melhoria da acessibilidade aos serviços pré-hospitalares, principalmente para as pessoas menos favorecidas

financeiramente. O serviço revela uma estrutura inovadora dentro do sistema de saúde brasileiro, embora já bastante utilizada em outros países, como a França.

Se por um lado, boa parte da sociedade desconhece ou não utiliza o SAMU, por outro lado, o serviço tem que se preparar para uma demanda crescente de utilização. A cada dia a sociedade está tomando mais conhecimento sobre o serviço. A tendência, todavia, é que num futuro próximo todas as pessoas possam receber os serviços pré-hospitalares de qualidade, se assim necessitarem. A consequência natural de um processo de reflexão sobre os possíveis problemas que poderão ocorrer nesta evolução será na redução da demanda aos serviços de emergência dos hospitais públicos, bem como numa resposta mais rápida ao socorro dos pacientes.

### **6.3 Sugestões para Trabalhos Futuros**

A simulação mostrou que se pode melhorar a capacidade de atendimento com um melhor dimensionamento dos recursos materiais e humanos. Os modelos foram desenvolvidos para um sub-sistema do SAMU, porém o método empregado pode ser aplicado num sistema mais amplo. Uma sugestão para trabalhos futuros é o desenvolvimento de um sistema integrado de informações que conecta o Setor de Telefonia e Regulação de Frota do SAMU com o sistema de admissão de emergências dos hospitais. Outra sugestão é realizar uma nova avaliação da configuração da frota de ambulâncias do SAMU da área metropolitana II a medida em haja melhorias nos serviços da sua central de atendimentos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APOSTILA DE REGULAÇÃO (2005), Serviço de Atendimento Móvel de Urgência da Área Metropolitana II, disponível em <<http://www.saude.niteroi.rj.gov.br/samu/>>, acesso em 06 de novembro de 2005.

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

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.

CHAIKEN, J. and LARSON, R., 1998 “Methods for allocating urban emergency units: a survey”, *Management Science*, n.19 pp.110-130.

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

DE BARROS, S.R.T.P., 1998, *Análise Ergonômica da Mitigação de Acidentes em Via Pública: um estudo de caso no Grupo de Socorro de Emergência do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro*, Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

DE OLIVEIRA, M.J.F. e FILHO, N. A., 2003, “A Simulação como Método de Avaliação da Qualidade de Atendimento na Emergência de um Hospital Municipal”. In: VI Simpósio de Pesquisa Operacional da Marinha e VII Congresso de Logística da Marinha. Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha, v. 6, pp. 516-529.

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

DE OLIVEIRA, M.J.F, 2004a, *Accessibility and Quality of Health Services*, Peter Lang, Frankfurt am Main (Editor).

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

DE OLIVEIRA, M.J.F.,1994, “A patient-oriented modeling of emergency admission system of a Brazilian hospital”, *EURO XIII*, Glasgow, July, pp.19-22.

DE OLIVEIRA, M.J.F. e TOSCANO, L.N.P., 2003. "Emergency information support system for Brazilian public hospital", Rauner, M.S. and Heidenberger, K. (Eds), *Quantitative Approaches in Health Care Management*, Peter Lang, Frankfurt am Main/Berlin/Bern/New York/Paris/Viena, Germany, pp. 235-251.

DECRETO PRESIDENCIAL nº 5.055, de 27 de abril de 2004.

FERREIRA FILHO, V. J. M., 2004, Notas de aula da disciplina de Processo Estocásticos e Teoria das Filas, COPPE/UFRJ/PEP/PO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GABCAN, L. 2000. *Representação Visual 3D de um setor para a nova unidade do Instituto de Doenças do Tórax-IDT*. Dissertação M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GARCIA, L.C. e DE OLIVEIRA, M. J. F., 2005a, "Aplicando a Teoria de Simulação a Eventos Discretos no Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU-192)". In: *XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - Pesquisa Operacional e o Desenvolvimento Sustentável*, pp. 2209 – 2218, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil, Setembro.

GARCIA, L.C. e DE OLIVEIRA, M. J. F., 2005b, "A Teoria da Simulação a Eventos Discretos na Análise do Dimensionamento do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU-192)". In: *VIII Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha - Planejamento Estratégico*, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, Agosto.

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

LAGERGREN, M., 2002, *Modeling as tool to assist in managing problems in health care*. In D. Boldy, J. Braithwait and I. Forbes (Eds.), *Evidence based management in health care: The role of decision support systems*, Australian Studies in Health Service Administration , n. 92, pp.17-36

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

PIDD, M., DE SILVA, F.N. e EGGLESE, R.W., 1996 "A simulation model for emergency evacuation", *European Journal of Operational Research*, v. 90, n. 3, pp. 413-419.

PLANO REGIONAL - SAMU 192 - REGIÃO METROPOLITANA II, de dezembro de 2003.

PORTARIA nº 824 / GM / Ministério da Saúde, de 24 de junho de 1999.

PORTARIA nº 814 /GM / Ministério da Saúde, de 01 de junho de 2001.

PORTARIA nº 2048 /GM / Ministério da Saúde, de 05 de novembro de 2002.

PORTARIA nº 2048/GM, Ministério da Saúde, de 5 de novembro de 2002.

PORTARIA nº 1864 / GM / Ministério da Saúde, de 29 de setembro de 2003.

PORTARIA nº 2.657 / GM / Ministério da Saúde, de 16 de dezembro de 2004.

PORTARIA nº 2.657/GM / Ministério da Saúde, de 16 de dezembro de 2004.

PRADO D.S., 2004, *Usando o Arena em simulação*, Editora Desenvolvimento Gerencial, Belo Horizonte, MG, Brasil.

RESOLUÇÃO nº 1451 do Conselho Federal de Medicina / CFM, de 10 de março de 1995.

RESOLUÇÃO nº 85 da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), de 30 de dezembro de 1998.

SALIBY, E., 1989, *Repensando a Simulação: a Amostragem Descritiva*, São Paulo: Editora Atlas, Rio de Janeiro: Editora UFRJ.

SAMU DE FRANCE. *System of Emergency Medical Assistance in France*, disponível em <[http://www.samu-de-france.com/default\\_zone/fr/html/page-271.asp](http://www.samu-de-france.com/default_zone/fr/html/page-271.asp)> , acesso em 06 de novembro de 2005.

SINAY, M.C.F., 2004, "Modelagem de Filas a partir de Diagramas de Fluxos". In: *XXXVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – O Impacto da Pesquisa Operacional nas Novas Tendências Multidisciplinares*, Mini Curso, São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil, Novembro.

TAVARES, L.V. et al, 1996, *Investigação Operacional*, Portugal, MacGraw-Hill.

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