

Jorge Destri Junior

**SISTEMA DE APOIO À DECISÃO ESPACIAL
APLICADO AO SERVIÇO DE ATENDIMENTO
MÓVEL DE URGÊNCIA EM VIAS DE TRÂNSITO**

Tese apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para a obtenção
do grau de Doutor em
Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Amir Mattar Valente, Dr. Eng.

**Florianópolis
2005**

Ficha Catalográfica

Destri Junior, Jorge

D477s Sistema de Apoio à Decisão Espacial no Serviço de Atendimento Móvel de Urgência em Vias de Trânsito / Jorge Destri Junior. - - Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. 186f.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2005

Orientador: Amir Mattar Valente

Banca examinadora: Heitor Vieira, Dr. Eng.

Macul Chraim, Dr. Eng.

Marcos B. L. Dalmau, Dr. Eng.

Valter Zanela Tani, Dr. Eng

Bibliografia

1.Atendimento de Urgências. 2.Atendimento Pré-hospitalar. 3.Sistema de Apoio a Decisão. 4.Sistema de Informações Geográficas. I. Título. II. Universidade Federal de Santa Catarina.

CDD 362.2

Jorge Destri Junior

**SISTEMA DE APOIO À DECISÃO ESPACIAL APLICADO AO SERVIÇO DE
ATENDIMENTO MÓVEL DE URGÊNCIA EM VIAS DE TRÂNSITO**

Esta tese foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 25 de julho de 2005

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr. Eng.
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof. Amir Mattar Valente, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador

Prof. Heitor Vieira, Dr. Eng.
Fundação Universidade Federal do Rio Grande
Examinador Externo

Prof. Macul Chraim, Dr. Eng.
UNIVALI/SC
Examinador Externo

Prof. Marcos Dalmau, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina
Membro

Prof. Valter Zanela Tani, Dr. Eng.
FAPEU/SC
Moderador

À minha esposa,
Lúcia.

Para os meus filhos,
Pedro e Gabriela.

AGRADECIMENTOS

Ao povo brasileiro, que através dos impostos pagos, mantém instituições de ensino públicas, gratuitas e de qualidade, dentre as quais a Universidade Federal de Santa Catarina, onde pude desenvolver meus estudos, desde o 1^o grau.

Ao Prof. Amir M. Valente, muito mais que um orientador, uma pessoa do qual partilho uma amizade que já dura quase 20 anos, pelo seu apoio, incentivo e perseverança quando nem eu mesmo mais acreditava.

Ao Prof. Heitor Vieira, companheiro e amigo desde os tempos de mestrado, pelo seu incentivo, observações e disposição em contribuir com este trabalho.

Ao Prof. Valter Tani, que com seu trabalho tem buscado ampliar o conhecimento na área de atendimento móvel de urgência, fonte de inspiração para este trabalho.

Ao Prof. Marcos Dalmau, cujas observações, principalmente de caráter metodológico, ajudaram a dar a cientificidade necessária ao trabalho.

Ao Prof. Macul Chraim, por todas as contribuições, que levaram a uma melhoria substancial na forma e no conteúdo do trabalho.

À todos aquelas pessoas com as quais tive a oportunidade de conversar em minhas pesquisas, pela sua paciência e disposição em me ouvir e responder.

Aos amigos do LabTrans, pelos anos de convivência, amizade e ajuda, em especial o Armando, a Giseli, o Pinter, a Kátia e o Roberto.

Aos amigos do NAT/CEPED que me acolheram e me ajudaram durante este último ano, em especial para as "meninas": Eliana, Analu e Dani.

Aos amigos do BESC, os quais partilhei esta jornada desde o seu início e que sempre me apoiaram.

Aos meus amigos Fábio, Alcyr, Bito, Tom, Nanda, Rogério, Luciana, só para citar os mais chegados, pois sem a amizade de vocês certamente alguma coisa ficaria faltando.

À minha família, onde alguns já não estão mais aqui dentre nós, que sempre me acompanhou e apoiou, no que lhe era possível, ao longo de todas as jornadas que já trilhei.

E, por último, certo que devo ter esquecido alguém, meus sinceros agradecimentos a todos que, de alguma forma, contribuíram para o sucesso deste trabalho

Resumo

DESTRI Jr, Jorge. **Sistema de Apoio a Decisão Espacial no Serviço de Atendimento Móvel de Urgência Médica em Vias de Trânsito**. 2005. 186f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

A vida é o bem mais precioso de um indivíduo. Atualmente, diversos fatores contribuem para colocá-la em risco, dentre eles os traumas causados por acidentes de trânsito. Quando isto ocorre, uma situação de emergência está configurada e somente a pronta intervenção, feita por pessoas altamente treinadas, poderá obter sucesso na reversão do quadro que se apresenta. O presente trabalho analisa o serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU) realizado em vias públicas, com o objetivo de modelar um sistema de apoio à decisão espacial (SADE), que utilize tecnologias da informação como rastreamento de veículos dentre outras, para atuar na gestão operacional e estratégica do referido serviço. Para alcançar esse objetivo, promoveu-se uma ampla pesquisa bibliográfica, além de entrevistas e análise de casos implantados. A partir da base teórica e usando ferramentas de modelagem de sistemas, foi proposto um SADE que contempla as principais informações e funções necessárias à operação do SAMU, além de prover mecanismos que permitem a análise de sua performance, auditoria dos procedimentos e a rastreabilidade das informações produzidas. Do modelo proposto, implementou-se um protótipo computacional e, utilizando dados referentes a uma área geográfica limitada, foram realizados testes que demonstraram a viabilidade do sistema. Essa forma de abordagem, que difere substancialmente dos enfoques tradicionais, centrados ora no ato médico, ora nos aspectos estruturais, provou que a aplicação de conceitos oriundos da área de sistemas de informações e da logística tem muito a oferecer ao SAMU.

Palavras-chave: SADE, SAMU, urgência, SIG

Abstract

DESTRI Jr, Jorge. Spatial Decision Support System in Emergency Medical Services in Traffic Ways. 2005. 186p. Industrial Engineering Thesis - Industrial Engineering Post Graduate Program, UFSC, Florianópolis.

The life is the well most precious of the man. Currently diverse factors contribute to place it in risk, amongst them the traumas caused for traffic accidents. When this occurs, an emergency situation is configured and only the ready intervention, made for people highly trained, will be able to get success in the reversion of the picture that it presents. This work analyzes the emergency medical system (EMS) carried through in public ways, with the objective of define a spatial decision support system (SDSS), that uses information technologies like AVL amongst others, to act in the operational and strategical management of the related service. To reach this objective, an ample bibliographical research was made, beyond interviews and analysis of implanted cases. From the theoretical base and using tools of modeling systems, a SDSS was considered because it contemplates the main information and necessary functions the operation of the EMS, besides providing mechanisms that allow the analysis of its performance, auditorship of the procedures and be able to track the produced information. Of the considered model, a computational prototype was implemented and using data referring to a limited geographic area, had been carried through tests that had demonstrated the viability of the system. This form of boarding, that substantially differs from the traditional approaches, centered sometimes in the medical act, sometimes in the structural aspects, have proved that the application of concepts that comes from the system information and of the logistics have a lot of to offer to EMS.

Key-words: SDSS, EMS, GIS, emergency, IT

Sumário

1. INTRODUÇÃO	19
1.1 Contextualização e definição do problema	19
1.2 Objetivos.....	23
1.2.1 Objetivo Geral	23
1.2.2 Objetivos Específicos	23
1.3 Hipóteses.....	23
1.4 Justificativa: relevância e originalidade.....	24
1.5 Metodologia	26
1.6 Limitações.....	29
1.7 Conteúdo do trabalho	30
2. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES.....	31
2.1 Introdução.....	31
2.2 Conceitos Básicos	31
2.3 Conceitos de Sistema de Informações (SI).....	34
2.3.1 Classificação pelo modo de processamento	35
2.3.2 Classificação pelos níveis gerenciais	35
2.3.3 Classificação pela área funcional ou finalidade.....	36
2.4 Sistema de Apoio a Decisão (SAD)	36
2.5 Sistemas de Informações Logísticos	38
2.6 Modelagem de Sistemas	40
2.6.1 Diagrama de Fluxo de Dados (DFD).....	41
2.6.2 Dicionário de Dados (DD)	42
2.6.3 Descrição de Procedimentos.....	43
2.6.4 Diagrama Entidade-Relacionamento (DER).....	45
2.6.5 <i>Unified Modeling Language</i> (UML).....	46
2.7 Comentários	49
3. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO	50
3.1 Introdução.....	50
3.2 GPS	50
3.2.1 Funcionamento do GPS	51
3.2.2 Fontes de Imprecisão.....	51
3.2.3 Aplicações do GPS	52

3.2.4 Critérios na escolha de um receptor GPS	53
3.3 Internet.....	54
3.3.1 Estrutura.....	54
3.3.2 Intranet/Extranet.....	55
3.3.3 Serviços oferecidos	55
3.4 Comunicação.....	56
3.5 Rastreamento de veículos	57
3.5.1 Mecanismo do rastreamento.....	58
3.5.2 Rastreamento de veículos no Brasil.....	59
3.6 Sistemas de Informações Geográficas - SIG.....	60
3.6.1 Origens.....	60
3.6.2 Definição	61
3.6.3 Componentes de um SIG.....	62
3.6.3.1 Hardware	63
3.6.3.2 Software.....	63
3.6.3.3 Dados espaciais	63
3.6.3.3.1 Dados Vetoriais.....	64
3.6.3.3.2 Dados <i>Raster</i> (matriciais).....	65
3.6.3.4 Dados não-espaciais (atributos).....	66
3.6.3.5 - Pessoas (Peopleware).....	67
3.6.4 O que um SIG pode fazer	67
3.6.5 Geocodificação (<i>Geocoding</i>).....	68
3.6.6 SIG em Transportes	69
3.6.6.1 Análise da rede.....	69
3.6.6.2 Transporte de passageiros	70
3.6.6.3 Planejamento e modelos de geração de viagens	71
3.6.6.4 Logística e Roteirização de Veículos.....	72
3.7 Comentários	73
4. SERVIÇO DE ATENDIMENTO MÓVEL DE URGÊNCIA.....	74
4.1 Introdução.....	74
4.2 Definições.....	74
4.3 Dinâmica.....	75
4.3.1 Tempos	77
4.3.2 Triagem.....	79

4.3.3	Regulação Médica.....	80
4.3.4	Ambulâncias.....	81
4.3.5	Hospitais	83
4.4	Transporte e logística no atendimento móvel de urgência.....	84
4.4.1	Modelos de alocação	85
4.4.2	Seleção, despacho e roteirização de veículos	87
4.4.3	Disponibilidade de recursos	88
4.4.4	Necessidade de dados.....	89
4.5	Modelos de Atendimento Móvel de Emergência.....	89
4.5.1	Modelo brasileiro	90
4.5.1.1	Grupamento de Socorro de Emergência (GSE)	90
4.5.1.2	Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.....	93
4.5.1.3	SAMU - Porto Alegre	94
4.5.2	Modelo Francês.....	95
4.5.3	Modelo Americano	97
4.6	SIG no Atendimento Móvel de Urgência.....	98
4.6.1	SOS-Fortaleza.....	98
4.6.2	SIG/Fiocruz	99
4.6.3	SOS-Recife	100
4.6.4	Exterior	101
4.7	Comentários	102
5.	MODELO PROPOSTO (SADE-SAMU).....	103
5.1	Visão geral do sistema.....	103
5.2	Entidades envolvidas no modelo	107
5.2.1	Entidades vinculadas ao atendimento.....	107
5.2.2	Entidades relativas à infra-estrutura.....	110
5.2.3	Entidades de suporte	111
5.2.4	Entidades usadas pelo SIG.....	112
5.3	Diagramas entidade-relacionamento	113
5.4	Dados georeferenciados.....	115
5.5	Tecnologias da informação.....	116
5.6	Processos	118
5.6.1	Processo: fazer triagem	120
5.6.2	Processo: fazer regulação.....	121

5.6.3 Processo: enviar ambulância	123
5.6.4 Processo: selecionar hospitais	124
5.7 Sistema de Informações Geográficas	125
5.8 Relatórios	126
5.9 Fontes de dados	128
5.10 Conclusões	129
6. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO - PROTÓTIPO	130
6.1 Limitações e restrições do protótipo	130
6.2 Plataforma de desenvolvimento	130
6.3 Bases de dados	131
6.4 Mecanismo de roteirização	131
6.5 Interface do protótipo	132
6.5.1 Tela principal	132
6.5.1.1 Triagem	133
6.5.1.2 Regulação	134
6.5.1.2.1 Escolhendo uma ambulância	134
6.5.1.2.2 Escolhendo um hospital	135
6.5.1.3 Menus	136
6.5.1.3.1 Arquivos	137
6.5.1.3.2 Relatórios	140
6.5.2 Interface do (SIG)	144
6.5.2.1 Ferramentas	145
6.5.2.2 Mapas temáticos	147
6.6 Testes	149
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	152
7.1 Conclusões	152
7.2 Recomendações	156
REFERÊNCIAS	158
APÊNDICE I - DESCRIÇÃO DAS TABELAS DO PROTÓTIPO	173
APÊNDICE II - MODELOS DE FORMULÁRIOS	181
APÊNDICE III - DESCRIÇÃO DAS PESQUISAS DE CAMPO	183

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo Hipotético-Dedutivo	27
Figura 2: Dados X informação	31
Figura 3: Componentes de um sistema.....	33
Figura 4: Níveis gerenciais e os correspondentes tipos de SI.....	35
Figura 5: Visão esquemática de um SAD	37
Figura 6: Exemplo de um DFD	42
Figura 7: Elementos e estrutura de um depósito.....	43
Figura 8: Exemplo de tabela de decisão	44
Figura 9: Exemplo de árvore de decisão	44
Figura 10: Exemplo de fluxograma.....	45
Figura 11: Exemplo de um diagrama ER.....	45
Figura 12: Exemplo de diagrama de caso de uso	48
Figura 13: Exemplo de diagrama de objetos	48
Figura 14: Rede de satélites do sistema GPS	50
Figura 15: Processo de triangulação usado pelo receptor GPS.....	51
Figura 16: Problemas na recepção do sinal do GPS.....	52
Figura 17: Exemplo da estrutura Internet	55
Figura 18: Comunicação móvel no atendimento a urgências.....	57
Figura 19: Funcionamento de sistemas de rastreamento por satélite	59
Figura 20: Elementos de um SIG	62
Figura 21: Exemplos de dados espaciais tipo vetor	64
Figura 22: Modelo <i>Raster</i> (representação).....	65
Figura 23: Diferentes representações de um mapa	66
Figura 24: Exemplo de um roteiro	70
Figura 25: Exemplo de linha de ônibus	70
Figura 26: Exemplo de fluxo sobre uma rede.....	71
Figura 27: Exemplo de roteirização, cobertura de arcos e fluxo em rede.....	72
Figura 28: Atendimento móvel de urgência	75
Figura 29: Tempos percebidos no SAMU.....	77
Figura 30: Tela do software de despacho utilizado no GSE.....	92
Figura 31: Tela do sistema GEOSOR	99
Figura 32: Mapa gerado pelo SIG/Fiocruz.....	99

Figura 33: Mapa gerado pelo SIG usado no SOS-Recife.....	100
Figura 34: Mapa gerado pelo SIG de Collier County.....	101
Figura 35: Fluxograma das atividades do SAMU (parte 1).....	104
Figura 36: Fluxograma das atividades do SAMU (parte 2).....	105
Figura 37: Diagrama de atividades do SAMU	106
Figura 38: Diagrama entidade-relacionamento do SAMU	114
Figura 39: Diagrama entidade-relacionamento (SIG).....	115
Figura 40: Diagrama de Contexto (DFD de nível zero)	118
Figura 41: DFD (nível 1).....	119
Figura 42: DFD (nível 2): processo "fazer triagem"	120
Figura 43: DFD (nível 2): processo "fazer regulação"	121
Figura 44: DFD (nível 2): processo "enviar ambulância"	123
Figura 45: DFD (nível 2): processo "selecionar hospitais".....	125
Figura 46: Tela principal do protótipo	133
Figura 47: Escolhendo o tipo de ambulância.....	134
Figura 48: Seleção de ambulâncias próximas à ocorrência	134
Figura 49: Escolhendo a capacitação do hospital	135
Figura 50: Seleção de hospital próximo à ocorrência.....	136
Figura 51: Sub-opções do menu: (a) arquivos, (b) relatórios	136
Figura 52: Exemplo de tabela de apoio.....	137
Figura 53: Tela do cadastro de ambulâncias.....	137
Figura 54: Tela do cadastro de hospitais.....	138
Figura 55: Tela do cadastro de ocorrências - pasta principal	138
Figura 56: Tela do cadastro de hospitais - pasta de vítimas	139
Figura 57: Tela do cadastro de hospitais - pasta de veículos.....	140
Figura 58: Parâmetros de filtro de relatório	141
Figura 59: Relatório de número de atendimentos	141
Figura 60: Relatório da ocorrência	142
Figura 61: Relatório sobre os operadores	142
Figura 62: Relatório sobre tempos (indicadores).....	143
Figura 63: Parâmetros de filtro de relatório	143
Figura 64: Relatório estatístico das vítimas.....	143
Figura 65: Relatório de distâncias percorridas	144
Figura 66: Tela do SIG	145

Figura 67: Localizando um ponto da rede viária.....	147
Figura 68: Exemplo de mapa temático mostrando o local das ocorrências.....	148
Figura 69: Exemplo de mapa temático mostrando o número de ocorrências por local (categorizado)	149

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Modelos dinâmicos e estáticos para alocação de ambulâncias	86
Quadro 2: Modelos probabilísticos para alocação de ambulâncias.....	87
Quadro 3: Ferramentas do SIG implementado.....	146

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Custos totais dos acidentes nas aglomerações urbanas brasileiras em 2001	21
--	----

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

APH - Atendimento Pré-Hospitalar
ATM – *Asynchronous Transfer Mode*
AVL – *Automatic Vehicle Location*
CAD – *Computer Aided Design*
CAE – *Computer Aided Engineering*
CAM – *Computer Aided Manufacturing*
CBMERJ – Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro
CD – *Compact Disc*
CDMA – *Code Division Multiple Access*
CFM – Conselho Federal de Medicina
CGIS – *Canada Geographic Information System*
CIM – *Computer Integrated Manufacturing*
COCB – Centro de Operações do Corpo de Bombeiros (RJ)
COPOM – Centro de Operações da Polícia Militar
CREMESC – Conselho Regional de Medicina do Estado de Santa Catarina
CRM – *Customer Relationship Management*
DAC – Departamento de Aviação Civil
DAT – *Digital Audio Tape*
DD – Dicionário de Dados
DFD – Diagrama de Fluxo de Dados
DSRC – *Dedicated Short Range Communications*
DSS – *Decision Support Systems*
DVD – *Digital Versatile Disk*
ECR – *Efficient Consumer Response*
EDI – *Electronic Data Interchange*
EIS – *Executive Information Systems*
EMD – *Emergency Medical Dispatcher*
EMS – *Emergency Medical Services*
ER ou DER – Diagrama Entidade-Relacionamento
ERM – *Enterprise Resource Management*
ERP – *Enterprise Resource Planning*
ESS – *Executive Support Systems*

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz
GPS – *Global Position System*
GSE – Grupo de Socorro de Emergência
GSM – *GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS*
GSS – *Group Support Systems*
HD – *Hard Disk*
HPS – Hospital de Pronto-Socorro (Porto Alegre/RS)
KWS – *Knowledge Work Systems*
LAN – *LOCAL AREA NETWORK*
LIS – Logistics Information Systems
MIS – *Management Information Systems*
MRP/MRP II – *Manufacturing Resources Planning*
OAS – *Office Automation Systems*
ODBC - *Open DataBase Connectivity*
OMT – *Object Modeling Technique*
OOSE - Object-Oriented Software Engineering
PDM – *Product Data Management*
PM – Polícia Militar
PRF - Polícia Rodoviária Federal
PSAP – *Public Safety Answering Point*
SAD – Sistema de Apoio à Decisão
SADE – Sistema de Apoio à Decisão Espacial
SAMU – Service d'Aide Medicale d'Urgence
SAMU – Sistema de Atendimento Móvel de Urgência
SCM – *Supply Chain Management*
SE – Sistema Especialista
SEDEC – Secretaria de Estado da Defesa Civil
SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SI – Sistemas de Informações
SIG – Sistemas de Informações Geográficas
SIG-T – Sistema de Informações Geográficas em Transportes
SQL - *Structured Query Language*
TCP/IP – *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*
TEM – Técnicos em Emergências Médicas

TI – Tecnologia da Informação

TPS – *Transactions Processing Systems*

UML – *Unified Modeling Language*

WWW – *World Wide Web*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se a contextualização do problema estudado, os objetivos que se pretende alcançar, a justificativa para a elaboração do trabalho, a metodologia seguida e as limitações do trabalho.

1.1 Contextualização e definição do problema

No Brasil, bem como nos países desenvolvidos, o perfil da mortalidade foi se alterando ao longo do último século (WALTER apud TANI, 2003). A melhoria das condições sanitárias e os progressos da medicina reduziram as mortes por vários tipos de doenças, elevando em muito as expectativas de vida nesses locais.

Por outro lado, cidades com grandes concentrações populacionais surgiram e com elas os problemas decorrentes (TANI, 2003):

- a massificação do automóvel como meio de transporte levou a grandes frotas numa infra-estrutura viária urbana que não foi planejada para tal. Essa inadequação afetou as vias públicas de duas formas: no aspecto da segurança e, em casos limites, nos aspectos relativos sua a capacidade (restringindo os deslocamentos);
- aumento da violência urbana;
- o sedentarismo aliado a hábitos alimentares inadequados, acentuou outros tipos de doenças.

Esses fatores, dentre outros, provocam diversas urgências médicas: traumáticas (acidentes de trânsito) e clínicas (acidentes cardiovasculares), que por sua vez levam ao óbito das vítimas. Porém, conforme os dados levantados por vários pesquisadores, dentre eles Dick (1999), Estoehen (1998), Moeller (2004), Tani (2003), muitas dessas mortes poderiam ser evitadas se o atendimento à vítima ocorresse nos primeiros instantes após a ocorrência da causa da urgência médica, pois o tempo é determinante para a sua sobrevivência. Tani (2003) cita dados norte-americanos onde, em acidentes de trânsito, 25% das vítimas têm até uma hora para serem socorridas, 25% poderão vir a óbito após várias horas ou dias e 50% têm óbito instantâneo.

A dimensão desse fenômeno vai muito além do aspecto humano, da perda de vidas. No Brasil, os acidentes de trânsito são a maior causa de óbitos, considerando

a população economicamente ativa na faixa etária até 50 anos, representando cerca de 30,56% do total de óbitos, contra os 10,54% e 10,96% para a segunda e terceira causas, respectivamente (TANI, 2003). Para avaliar a real dimensão de tais acidentes sobre a economia brasileira, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, realizou estudos onde qualificou e quantificou os diversos tipos de custos associados. No relatório apresentado, analisando 49 áreas urbanas, chegou-se a um custo estimado na ordem de 3,6 bilhões de reais, em valores de 2003. E, numa extrapolação para o total da área urbana do país, esses valores chegariam à quantia de 5,3 bilhões de reais, o que representa cerca de 0,34% do PIB do país, no mesmo período. No mesmo relatório, os custos associados aos acidentes foram assim classificados:

- Custo do atendimento médico-hospitalar e reabilitação: recursos humanos e materiais;
- Custo do atendimento policial e de agentes de trânsito: tempo e utilização de veículos;
- Custo de congestionamento: tempo perdido e valor de operação;
- Custo dos danos ao equipamento urbano: postes, grades, etc...;
- Custo dos danos à propriedade de terceiros: muros, portões, etc...;
- Custo dos danos à sinalização de trânsito: placas, suportes, sinalizadores, etc...;
- Custo dos danos aos veículos: recuperação ou reposição;
- Custo do impacto familiar: tempo gasto, modificações na rotina;
- Custo de outro meio de transporte: necessidade de uso de outros meios;
- Custo da perda de produção: interrupção temporária ou permanente da atividade produtiva;
- Custo previdenciário: custo da Previdência Social pela interrupção temporária ou permanente da atividade produtiva;
- Custo de processos judiciais: uso da estrutura judicial;
- Custo de remoção de veículos: uso de guinchos ou outros;
- Custo do resgate de vítimas: deslocamento, equipamentos e profissionais especializados. (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2003)

A Tabela 1, apresentada a seguir, mostra os custos anteriormente citados, separando-os por tipo e classificando-os por ordem de importância econômica.

Tabela 1: Custos totais dos acidentes nas aglomerações urbanas brasileiras em 2001

Componente de custo	Custos	
	R\$ mil	%
Perda de produção	1.537.300	42,8
Mecânico	1.035.045	28,8
Médico-hospitalar	476.020	13,3
Processos judiciais	131.083	3,7
Congestionamentos	113.062	3,1
Previdenciários	87.642	2,4
Resgates	52.695	1,5
Reabilitação	42.214	1,2
Remoção	32.586	0,9
Danos a equipamento urbano	22.026	0,6
Outro meio de transporte	20.467	0,6
Danos à sinalização de trânsito	16.363	0,5
Atendimento policial	12.961	0,4
Agentes de trânsito	6.125	0,2
Danos à propriedade de terceiros	3.029	0,1
Impacto familiar	2.105	0,1
Total	3.590.722	100,0

Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2003

Poderia-se ainda incluir o custo ao meio-ambiente, nos casos que envolvam produtos tóxicos ou perigosos.

A percepção do fenômeno (tanto pelo lado humano, quanto pelo lado econômico) fez crescer a demanda por um novo tipo de serviço: o atendimento de urgência. Esse atendimento pode ocorrer em duas etapas distintas, uma pré-hospitalar ou móvel, que ocorre em vias e locais públicos ou no domicílio da vítima, e a outra em hospitais, com setores especializados em emergência.

No Brasil, o serviço móvel é prestado tanto pelo poder público, quanto pela iniciativa privada. São exemplos, no setor público, as unidades de atendimento de emergência do Corpo de Bombeiros e da Polícia Rodoviária Federal e o SAMU, presentes em vários municípios e estados. No setor privado têm-se como exemplo, empresas como a SOS-UNIMED e a Help Emergências Médicas, no Estado de Santa Catarina.

No entanto, uma análise da estrutura desses serviços e de outras soluções (Corpo de Bombeiros/Fpolis, Grupo de Socorro de Emergência/RJ, SAMU/Porto Alegre, TANI (2003)), permite verificar alguns problemas, dentre os quais:

- falta de critérios científicos para localização de unidades fixas (hospitais) e móveis (ambulâncias);
- dificuldade para encontrar o local a urgência;
- falta ou deficiência de comunicação entre os membros do sistema (gestores, hospitais, centrais de regulação);
- dificuldade para fornecer apoio (roteirização, por exemplo) ao deslocamento das viaturas;
- dispersão, falta de padronização e armazenamento inadequado de dados, o que dificulta operações de rastreamento, auditoria e análise.

O Governo Federal, ao longo dos últimos 3 anos, editou algumas portarias visando normatizar, padronizar e consolidar o atendimento móvel de urgência no País, conforme pode ser visto no documento **Política Nacional de Atenção as Urgências** (Brasil, 2004). Porém, a legislação está mais voltada para os aspectos estruturais do que para os aspectos operacionais do sistema proposto, abrindo brechas para que alguns dos problemas anteriormente descritos continuem ocorrendo. Tal afirmação pode ser observada nas Portarias GM N° 1.863, GM N° 1.864, GM N° 2.072 e GM N° 2.048 (BRASIL, 2004), onde se encontram detalhadamente descritas a estrutura física, os recursos humanos e os materiais necessários à prestação do serviço de urgência móvel, mas, que em momento algum, especificam os requisitos de informação (fluxo, armazenamento e estrutura dos dados), tão necessários ao exercício da atividade.

Dos problemas e falhas, emerge uma constatação: o serviço de emergência vem sendo muito abordado em seu caráter médico, em detrimento aos aspectos gerenciais e operacionais, que, em última instância, são o que garantem a execução do mesmo. Médicos, ambulâncias e hospitais, por si só, não são suficientes. Numa emergência, o deslocamento das viaturas (até a vítima e para o hospital) tem que ser rápido, a troca de informações entre atendentes, médicos e hospitais tem que ser confiável, auditável e precisa.

Do exposto, decorre a questão de pesquisa que o presente trabalho procura responder:

Que sistema de informações pode ser constituído, de forma a atender às necessidades gerenciais e operacionais do serviço de atendimento móvel de emergência ?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é definir um sistema de apoio à decisão espacial, que atenda às necessidades de informações dos agentes do serviço de atendimento móvel de urgência, em vias de trânsito.

1.2.2 Objetivos Específicos

Do objetivo geral decorrem os seguintes objetivos específicos:

- a) Promover uma ampla coleta de informações, através de revisão bibliográfica e entrevistas com agentes que atuam no atendimento móvel de urgência e com tecnologias da informação, a fim de formar uma base sólida de conhecimentos;
- b) Levantar processos, fluxos, dados, informações e, com as ferramentas adequadas, gerar um sistema de informações para o serviço de atendimento móvel de urgência;
- c) Criar uma implementação computacional simplificada do sistema definido;
- d) Avaliar o sistema, através de simulação (testes).

1.3 Hipóteses

Do problema apresentado e dos objetivos propostos, decorrem as seguintes hipóteses, que deverão ser testadas ao longo deste trabalho, verificando assim sua confirmação ou não:

Hipótese 1 - o atendimento móvel de urgência é um tipo de serviço altamente dependente da quantidade e qualidade da informação disponibilizada;

Hipótese 2 - os atuais serviços de atendimento móvel de urgência exploram o potencial das tecnologias de informação e métodos de pesquisa operacional aplicados ao transporte existentes;

Hipótese 3 - a abordagem do serviço prestado através da modelagem de um sistema de informações permite uma melhor compreensão do mesmo;

Hipótese 4 - um sistema de apoio à decisão espacial permite atender às necessidades do serviço de atendimento móvel de urgência;

Hipótese 5 - a rastreabilidade das informações no serviço de atendimento móvel de urgência permite aumentar a eficácia do mesmo;

Hipótese 6 - um protótipo computacional baseado num modelo de sistema de informações permite melhorar o entendimento sobre o tema;

1.4 Justificativa: relevância e originalidade

O serviço de atendimento de urgência, em todas as suas etapas, afeta o bem mais precioso que um ser humano pode ter, que é sua própria vida. Nada mais natural, portanto, que tenha elevada importância no dia a dia das pessoas, embora as pessoas esperem jamais precisar utilizá-lo, todas esperam que esse serviço esteja disponível o tempo todo e da forma mais eficiente possível.

Os governos centrais têm se dedicado ao tema, através da edição de leis e normas, bem como, através de ações isoladas ou em parceria com estados e municípios. De outro lado, a Academia vem pesquisando com o objetivo de avaliar os modelos de prestação de serviço e, também, gerar mais conhecimento sobre o assunto. São exemplos disso o documento **Política Nacional de Atenção as Urgências** (Brasil, 2004), Schlemper Junior (2000), Dick (2004), Poulymenopoulou (2003), Sá (2001), dentre outras referências citadas neste trabalho.

A redução das perdas ou seqüelas originadas a partir da urgência, vai além da dimensão econômica, conforme referido anteriormente. As pesquisas de opinião pública (CNT/Sensus em 2004, por exemplo), constantemente, apontam os problemas na área da saúde como uma das principais preocupações do povo brasileiro.

Portanto, justifica-se este trabalho, a partir do momento que, ao alcançar seus objetivos, deverá gerar conhecimentos que podem levar à melhoria no serviço no atendimento de urgência, refletindo assim, as expectativas e os anseios da sociedade.

Porém, do ponto de vista acadêmico, um trabalho de doutorado deve apresentar mais características do que simplesmente ter um bom motivo para ser feito. Ele deve ser original, inovador e relevante.

No Brasil, o Governo Federal, que é o principal agente na promoção da saúde pública, tem divulgado apenas pesquisas de caráter avaliativo da situação existente. Seus órgãos fomentadores de pesquisa têm aberto um bom espaço para a área da saúde, porém, poucos são os trabalhos gerados. Pelo menos isso é o que indicam as escassas referências nacionais encontradas.

Dos trabalhos analisados pode-se destacar duas tendências: a primeira é a abordagem do assunto do ponto de vista estritamente médico, como se pode observar em **Regulação Médica de Urgências e de Transferências Inter-hospitalares de Pacientes Graves** (Brasil, 2002), **Política Nacional de Atenção as Urgências** (Brasil, 2004), Schlemper Junior (2000), Ferreira (1999) e Martins (2004), dentre outros. A segunda tendência é abordar algum elemento ou processo que ocorre na prestação do serviço. Nessa situação, tem-se Sá (2001), Souza (2004), Craveiro (2001), Stasiu (2002), Tani (2003) e outros.

A nível internacional, o serviço de atendimento médico de urgência está polarizado entre duas escolas ou formas de abordagem: a americana ou a francesa. Dos trabalhos publicados no exterior, aqueles publicados em língua inglesa, também demonstram as tendências aqui apresentadas. O sistema francês, que serve de referência para o brasileiro, carece de maiores estudos (SAMU FRANCÊS).

A abordagem médica é correta, porém insuficiente, pois não leva em consideração as atividades-meio, com toda a sua estrutura de suporte, e, sem elas, os fins não são alcançados. Já os trabalhos pontuais pecam em não mostrar o processo como um todo, do início ao fim.

Do ponto de vista de sistemas de informações, existem questões como: qual é o tipo mais adequado para ser usado ? quais as informações mínimas necessárias que devem ser tratadas e armazenadas ? e como se dá o fluxo de informações entre os processos.

Do ponto de vista da logística tem-se questões relativas às entidades móveis como: a localização da ocorrência, o posicionamento, a seleção e a roteirização de ambulâncias que, apesar de terem técnicas de abordagem conhecidas, carecem de melhor especificação na sua dependência das informações geradas pelos processos. Em relação às entidades fixas (hospitais, pronto-socorros), uma rara

referência a destacar, é o trabalho de Souza (1996), voltado para o dimensionamento, localização e escalonamento dessas unidades.

O presente trabalho portanto, pretende contribuir para o conhecimento na área relativa ao atendimento de urgência, a partir do momento que usa um enfoque baseado em sistemas de informações e logística para tratar o tema. Esse enfoque deverá produzir uma visão mais ampla e interligada dos processos envolvidos, reforçando a importância das atividades meio (gerenciamento de informações e logística do transporte, principalmente) na execução dos serviços. Distancia-se também do enfoque médico, na medida que trata o atendimento de urgência como um serviço oferecido, fortemente baseado em informações, que, assim como qualquer outro, deve obedecer a certas regras de negócios com o intuito de atender as expectativas do seu cliente final (estar no local certo, no momento certo e com o recurso adequado).

1.5 Metodologia

Todo trabalho científico deve estar baseado na utilização de métodos científicos (LAKATOS, 1991).

Existem vários conceitos para método, dentre eles:

- “Método é a ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um fim dado...” (JOLIVET, 1979 apud LAKATOS, 1991);
- “Método é um procedimento de conhecer, agir e fazer (...) para alcançar adequadamente um objetivo” (PAULI, 1976).

Atualmente, existem diversos tipos de métodos científicos, sendo que a decisão sobre qual deles deve ser usado depende muito dos objetivos que se pretende alcançar. Uma tendência moderna é a utilização de mais de um método, conforme as necessidades da pesquisa.

O modelo de pesquisa adotado neste trabalho é o hipotético-dedutivo, definido por Popper, que consiste em apresentar um problema, lançar hipóteses para tentar explicá-lo e prover testes que busquem falsear as hipóteses. Caso o resultado dos testes refute alguma hipótese ela é eliminada, senão ela é aceita (a incerteza sobre sua verdade ou falsidade sempre existe na prática) (LAKATOS, 1991). Esse mesmo resultado pode, também, determinar a reformulação de alguma(s) hipótese(s), reiniciando o ciclo. A Figura 1, demonstra esquematicamente, esse mecanismo:

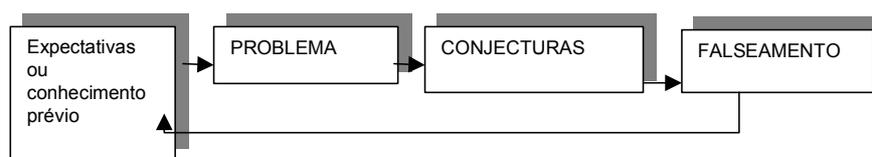


Figura 1: Modelo Hipotético-Dedutivo

Fonte: Lakatos, 1991

Esse método, conforme descrito, mostra-se adequado para abordar o tema da tese e por isso, é aqui utilizado.

Tendo definido o método, faz-se necessário estabelecer as atividades ou etapas que permitirão executá-lo. Considerando o objetivo principal do trabalho, foram adotados métodos oriundos do campo da análise e desenvolvimento de sistemas (estruturada e orientada a objetos), bem como da engenharia de *software*, resultando nas seguintes etapas do trabalho:

1. análise da situação atual: nesta fase procura-se identificar os elementos que compõem a realidade a ser modelada, bem com seus inter-relacionamentos. Para isso, faz-se uma pesquisa que pode ser definida quanto aos seus objetivos, como um misto de exploratória, descritiva e explicativa. Onde a pesquisa exploratória tem por finalidade familiarizar o pesquisador com o assunto, desenvolver hipóteses sobre o tema pesquisado e modificar ou esclarecer conceitos, a pesquisa descritiva visa observar, registrar e analisar os fenômenos (entendimento da realidade praticada), e a pesquisa explicativa visa estruturar sistemas e modelos teóricos (apresentação do novo modelo), exigindo síntese e reflexão (LAKATOS, 2001 apud ZAPELINI, 2004 e JUNG, 2003). Do ponto de vista de procedimentos, faz-se uma exaustiva pesquisa bibliográfica, procurando verificar o estado da arte tanto no Brasil, quanto no exterior. Também são feitas pesquisas de campo (entrevistas) com agentes de empresas privadas e órgãos públicos que prestam esse tipo de serviço, tais como bombeiros, PRF, SOS-UNIMED. Os detalhes relativos às entrevistas estão especificados em apêndice;
2. identificação de problemas e delimitação de escopo: nesta fase, com base nas informações coletadas, são detectadas as carências, falhas e redundâncias dos sistemas existentes, bem como seus aspectos positivos (os quais devem ter sua essência preservada). Feito isso, são determinados os limites do novo sistema de informação, com base nos objetivos e limitações deste trabalho;

3. abstração do mundo real ou modelo conceitual: nesta fase entram em cena as ferramentas de modelagem de sistemas (apresentadas no capítulo apropriado), com a finalidade de descrever as entidades (estruturas de dados), os objetos com suas propriedades e relacionamentos, os processos e os fluxos de informações que compõem o sistema projetado;
4. modelo físico: nesta fase são detalhados aspectos relacionados à parte física da implementação do sistema: interface do usuário e de periféricos, gerenciamento de banco de dados, comunicação com outros sistemas, estratégias de segurança, dentre outros;
5. programação (protótipo): nesta fase o modelo conceitual é transcrito para uma linguagem de programação, gerenciadores de banco de dados e outras ferramentas computacionais. Considerando que a construção do protótipo visa o teste das idéias apresentadas no trabalho e não a obtenção de um produto final, comercializável, as ferramentas computacionais utilizadas são aquelas do campo de domínio do autor. Além disso, a constante evolução dessas ferramentas torna prudente a indicação de diretivas de tecnologia, quando for o caso, em detrimento a soluções de alguma empresa, em particular;
6. validação (testes): nesta fase, o sistema já implementado, passa por testes e avaliações, visando detectar possíveis erros de transcrição, além de verificar se o mesmo atendeu aos objetivos e expectativas previamente determinados. Considerando o tempo e os recursos disponíveis, os testes são feitos através de simulações, ao invés de uma aplicação em campo, com dados reais (maiores detalhes no respectivo capítulo). As simulações geram ocorrências que alimentam os bancos de dados, permitindo verificar a dinâmica de funcionamento, a geração de relatórios de indicadores e mapas temáticos dentre outros elementos, que formam a interface de saída do sistema. Os dados são obtidos junto a operadores desse tipo de serviço, tais como bombeiros e PRF e abrangem ocorrências em diversos períodos (do dia e da semana), envolvendo vítimas com trauma (ou suspeita);
7. finalização: são apresentadas as conclusões a respeito do sistema modelado, bem como do protótipo desenvolvido.

Finalizando a parte metodológica, cabe ainda destacar que do ponto de vista da forma de abordagem do problema, este trabalho deve ser considerado uma pesquisa qualitativa, pois seu foco principal é o entendimento do processo. O

formato descritivo, não apoiado em métodos e tratamentos estatísticos faz parte desse tipo de pesquisa.

1.6 Limitações

Na execução deste trabalho, algumas considerações tiveram que ser feitas com o objetivo de delimitar a abrangência do mesmo, tendo em vista a complexidade da área e o número de variáveis existentes.

A primeira restrição diz respeito ao local de prestação do serviço, ou seja, o foco principal será o atendimento feito em vias públicas. Embora não difiram substancialmente desse, o atendimento feito no domicílio ou em áreas remotas requer tratamento especial no quesito de identificação do local (com será detalhado no capítulo apropriado).

A segunda restrição diz respeito ao local ou área de abrangência deste trabalho. Como já foi citado nos objetivos, o trabalho deverá contemplar as regras estabelecidas pelo Governo Federal, relativas ao assunto. Priorizando assim, os aspectos relacionados à realidade brasileira.

A terceira restrição diz respeito ao não aprofundamento em questões de caráter operacional ou estratégico, ou seja, não serão analisadas as metodologias para dimensionamento de centrais de atendimento ou de frotas de veículos de socorro, para gestão de pessoal, materiais e frota e, por último, para a localização de unidades hospitalares e posicionamento de ambulâncias. Essas metodologias serão apresentadas e se mostrará como se beneficiarão das informações geradas pelo sistema proposto.

Uma outra restrição tem a ver com as tecnologias da informação que serão analisadas e sugeridas. A preocupação aqui será com os princípios que envolvem cada tecnologia e não necessariamente com implementações delas, tendo em vista a contínua e acelerada evolução que as mesmas apresentam.

Por último, o protótipo computacional implementado para demonstrar o sistema tem simplificações necessárias (descritas no respectivo capítulo), a fim de ajustar a complexidade do tema aos prazos e recursos disponíveis.

1.7 Conteúdo do trabalho

Em relação ao conteúdo, este trabalho é apresentado em 7 (sete) capítulos. Do segundo ao quarto capítulo, encontram-se as bases teóricas e as pesquisas de campo que definem o sistema proposto. O quinto e o sexto são relativos ao SADE e o sétimo apresenta as conclusões.

Especificamente, enquanto no capítulo 1 são apresentados os aspectos formais, no capítulo 2 são apresentados os princípios dos sistemas de informações, classificação e variações e as ferramentas utilizadas para fazer modelagem.

No capítulo 3 são detalhadas as tecnologias da informação que atualmente dão suporte aos sistemas de informação: GPS, Internet, telecomunicações, rastreamento de veículos. O capítulo finaliza com sistemas de informações geográficas, um tipo de sistema de informações que se aplica a este trabalho.

No capítulo 4 são descritos em detalhes os principais elementos do serviço de atendimento de móvel de urgência. As filosofias que norteiam estes sistemas (francês X americano), alguns dos modelos que se encontram implementados no Brasil, as questões que envolvem o transporte e logística na prestação desse serviço e, finalmente, alguns casos do uso de tecnologias da informação na área.

No capítulo 5 tem-se a modelagem do sistema de informações proposto, onde, utilizando as ferramentas adequadas, descreve-se de forma detalhada a estrutura e o funcionamento do mesmo.

No capítulo 6 descreve-se o protótipo computacional, baseado no sistema proposto e os testes de validação realizados.

No capítulo 7, apresentam-se as conclusões a respeito do trabalho desenvolvido e são feitas recomendações sobre novos temas a serem abordados nesta área.

2. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

2.1 Introdução

O fluxo das informações tem se tornado um dos mais importantes aspectos da gestão nas empresas, sejam elas produtoras de bens ou serviços. A complexidade fez crescer a necessidade de sistemas de informações eficientes, apoiados nas novas tecnologias disponíveis.

Este capítulo apresenta o conceito de sistemas de informações, como eles são representados e modelados, além de extensões dos mesmos.

2.2 Conceitos Básicos

Para que se defina com clareza o que é um sistema de informações, é necessário que alguns conceitos sejam apresentados.

Primeiramente, deve-se fazer a distinção entre dados e informações. Segundo Stair (1998) "dados são os fatos em sua forma primária" ou seja a eles não foi adicionado nenhum conhecimento. São exemplos o número de matrícula de um aluno, sua nota numa prova, etc. Já, conforme o mesmo autor, a informação é o fato que através de algum processo, foi organizado ou arranjado, agregando valor que é percebido por quem dele necessita. Por exemplo, a média da prova de uma matéria, o número de alunos reprovados, etc. A Figura 2, demonstra a transição:

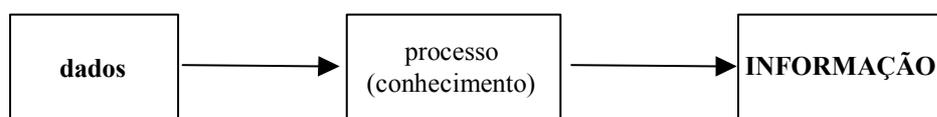


Figura 2: Dados X informação

Fonte: adaptado de Stair (1998)

Para que a informação tenha seu valor reconhecido (percebido), ela deve apresentar as seguintes características, segundo Stair (1998):

- ser precisa: não pode conter erros. Causas possíveis de erros: coleta de dados incorreta ou processamento inadequado;
- completa: deve contemplar todos os aspectos aos quais ela se destina;

- econômica: ou seja, os benefícios de sua utilização devem superar os custos de sua obtenção;
- flexível: servir a vários propósitos;
- confiável;
- relevante: o seu valor é reconhecido;
- simples: informações complexas tendem a ser ignoradas pois têm análise mais demorada;
- em tempo: a informação tem que estar disponível no momento que dela se necessita;
- verificável: permitir que o processo que a gerou seja auditado para garantir sua correticidade.

O próximo conceito a ser apresentado é o de sistema. Não existe uma definição única para sistema, ela varia conforme a área de conhecimento do autor ou mesmo nos dicionários e enciclopédias. Porém, o que se observa é que todas elas remetem a idéia de algo composto por partes que interagem entre si com algum propósito específico. A seguir, algumas das definições, retiradas da literatura:

- "Conjunto de elementos relacionados entre si em vista de uma finalidade. Disposição das partes de um todo, coordenadas entre si e que funcionam como estrutura organizada. Conjunto de elementos que funcionam como um todo na realização de uma tarefa." (Disponível em <www.barsa.com>)
- "Conjunto de elementos ou componentes que interagem para se atingir objetivos." (STAIR,1998)
- "Conjunto de elementos interdependentes, ou um todo organizado, ou partes que interagem formando um unitário e complexo". (BIO, 1996)

Um sistema, sintetizando os conceitos de Stair (1998), Bio (1996) e Vidal (1998), pode ser decomposto, conforme visualizado na Figura 3. Primeiramente, existe o ambiente onde o sistema está inserido. Desse ambiente se originam as entradas que o alimentam (dados ou matérias-primas) e é para onde se destinam suas saídas (informações ou produtos). A parte interna do sistema é composta pelos seus componentes, que processam os fluxos (de informações ou de materiais) que os interligam.

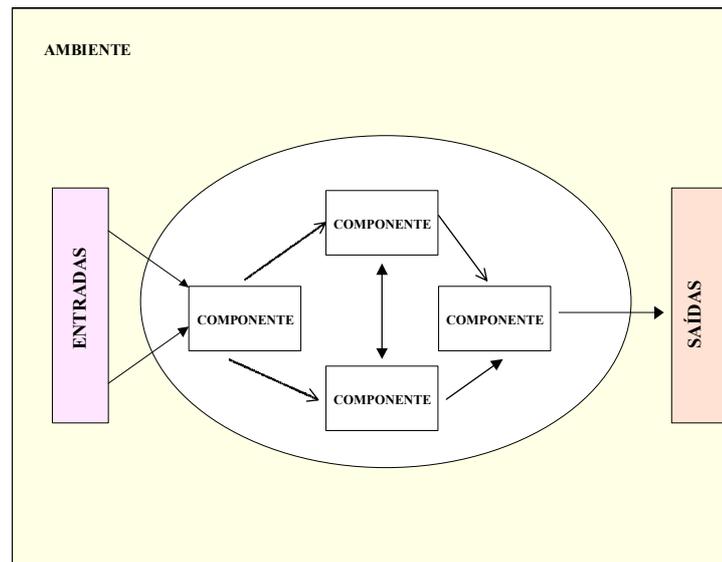


Figura 3: Componentes de um sistema

Para Vidal (1998), as principais características de um sistema são:

- ❑ objetivo: qual a finalidade de sua existência;
- ❑ componentes: os elementos que tornam possível alcançar os objetivos;
- ❑ estrutura: como os componentes estão relacionados;
- ❑ comportamento: a interação com o seu ambiente;
- ❑ "ciclo de vida: nascimento, evolução, desgaste, obsolescência, envelhecimento, substituição, reparo e "morte" do sistema".

Os sistemas, segundo Stair (1998), podem ser classificados como:

- simples X complexos;
- abertos X fechados;
- estáveis X dinâmicos;
- adaptáveis X não-adaptáveis;
- permanentes X temporários.

Para avaliar um sistema, geralmente são criados indicadores de performance, que variam conforme os objetivos ou finalidade do mesmo. O que se pode afirmar, é que esses indicadores devem, de maneira geral, permitir a análise da eficiência (quanto está sendo produzido) e da eficácia (como está sendo produzido) do sistema.

2.3 Conceitos de Sistema de Informações (SI)

Assim como o conceito de sistema não é objeto de consenso, o de sistema de informações (SI) também se enquadra nessa situação. Numa adaptação de Stair (1998), pode-se dizer que um sistema de informações é um conjunto de elementos ou componentes inter-relacionados que coletam dados (entrada), manipulando-os e armazenando-os (processo), de forma a produzir informações (saída) que são utilizadas nas diferentes esferas de uma organização ou organizações. Possui também mecanismos de "*feedback*", ou seja, saídas que re-alimentam o sistema a fim de promover as alterações ou correções necessárias.

Rebello (2004), apresenta os seguintes conceitos:

Sistema de Informação pode ser conceituado como um sistema cujo objetivo é a obtenção, de um modo formal, de informações que satisfaçam às necessidades transacionais, gerenciais, externas e legais da organização.

Um conjunto de elementos (equipamentos, pessoas, programas de computador, meios de comunicação, procedimentos, normas, manuais, instalações, materiais, processos, etc.), interligados segundo um plano (os elementos do sistema são interdependentes, ou seja, não devem ser vistos de maneira isolada), cujo objetivo é fornecer, de um modo formal, informações a quem delas necessita (desde os mais baixos aos mais altos níveis da estrutura organizacional da empresa), que satisfaçam as necessidades transacionais, gerenciais, externas e legais da organização.

Sistema de Informação é um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise, e o processo decisório em empresas e outras organizações. (Laudon, 1999 apud REBELLO, 2004).

Existem vários tipos de sistemas de informações, os quais podem ser classificados conforme suas características operacionais, finalidade e escopo, dentre outros parâmetros, como visto a seguir.

2.3.1 Classificação pelo modo de processamento

Do ponto de vista do modo de processamento, os SI podem ser divididos conforme a quantidade de dados que processam e momento em que isso ocorre.

Em relação à quantidade, existe o processamento em lote, onde os dados são acumulados por um determinado período para processamento posterior ou o processamento por transação, onde cada dado gera um processamento.

Em relação ao momento do processamento, esse pode ocorrer na hora que os dados chegam, também conhecido como *on-line* ou *real-time*, ou em uma determinada hora ou período (dia, semana, mês, etc...), conhecido como *off-line*.

2.3.2 Classificação pelos níveis gerenciais

Numa organização, em geral, existem vários níveis administrativos ou de gestão e para cada um deles pode-se encontrar um SI. Embora, como dito antes, as divisões não são rígidas.

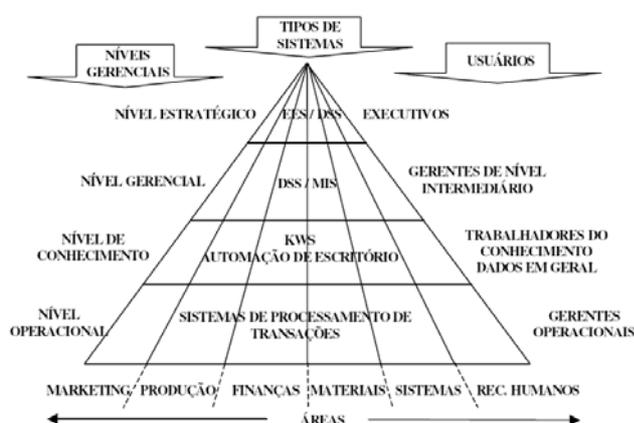


Figura 4: Níveis gerenciais e os correspondentes tipos de SI

Fonte: Rebello (2004)

Da Figura 4, tem-se no nível operacional:

- TPS (*Transactions Processing Systems*): sistemas de processamento de transações;
- No nível de conhecimento:
- KWS (*Knowledge Work Systems*): sistemas de trabalho com o conhecimento;
- OAS (*Office Automation Systems*): sistemas de automação de escritório.

No nível gerencial:

- MIS (*Management Information Systems*): sistemas de informações gerenciais;
- DSS (*Decision Support Systems*): sistemas de suporte à decisão;
- No nível estratégico:
- ESS (*Executive Support Systems*) ou EIS (*Executive Information Systems*): sistemas de suporte a executivos.

2.3.3 Classificação pela área funcional ou finalidade

Neste caso, os SI são classificados pela área ou finalidade ao qual se destinam nas organizações. São exemplos, por função, segundo Rebello (2004):

- projeto e manufatura: CAD/CAM/CAE (*Computer Aided Design / Manufacturing / Engineering*), PDM (*Product Data Management*), CIM (*Computer Integrated Manufacturing*);
- relacionamento com os clientes, fornecedores e distribuidores: CRM (*Customer Relationship Management*), ECR (*Efficient Consumer Response*);
- gerenciamento da produção: MRP/MRP II (*Manufacturing Resources Planning*);
- gerenciamento da cadeia de suprimentos: SCM (*Supply Chain Management*).
- São exemplos, por finalidade, segundo o mesmo autor:
- troca de informações: EDI (*Electronic Data Interchange*);
- gestão integrada: ERP (*Enterprise Resource Planning*), ERM (*Enterprise Resource Management*);
- trabalho em grupo, gestão do fluxo de informações: *Groupware*, GSS (*Group Support Systems*).

A classificação apresentada não pretende ser completa e, além disso, deve-se observar que um sistema devido a sua complexidade, pode se enquadrar em mais de uma categoria.

2.4 Sistema de Apoio a Decisão (SAD)

Para se definir o que é um Sistema de Apoio a Decisão (SAD) ou como é conhecido em inglês DSS - *Decision Support System*, deve-se primeiramente ter em mente que esses sistemas atuam focados nas áreas de planejamento estratégico e controle gerencial e nelas podem ser identificadas três classes de decisões (LIMA, 2003 e VIDAL, 1998):

- decisões estruturadas: normas e estratégias definidas, com procedimentos documentados e automatizados;
- decisões semi-estruturadas: necessitam de análise, julgamento e experiência na área do negócio, não são automatizadas por completo, pois necessitam de informações não estruturadas;
- decisões não estruturadas: partem de informações aleatórias e de grande complexidade. Contam quase que totalmente com a intuição.

Barroso (2001), define sistemas de apoio à decisão como:

sistemas interativos sob controle do usuário, projetados para auxiliar as decisões gerenciais não estruturadas e semiestruturadas, sobre assuntos dinâmicos (que sofrem constantes mudanças) ou assuntos complexos (que não podem ser facilmente especificados).

Já para Rafaeli Neto (2000) apud Massukado (2003):

o SAD tem seu foco no gerenciamento com ênfase na flexibilidade e capacidade de fornecer respostas rápidas, podendo ser iniciado e controlado pelo responsável da tomada de decisões. Seus objetivos gerais são melhorar a eficácia, ou qualidade, da decisão e eficiência do processo de tomada de decisão em nível de planejamento e gerência.

A Figura 5, apresentada a seguir, mostra de forma esquemática, a estrutura de um SAD.

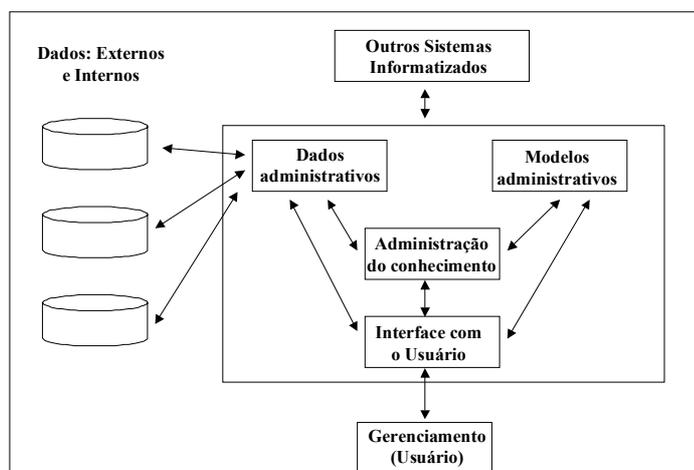


Figura 5: Visão esquemática de um SAD

Fonte: Silva Junior (1999)

Os SAD's trabalham com muitas fontes de dados externas e internas e de vários tipos (textos, imagens, sons, planilhas, tabelas, índices, gráficos), de forma a prover o decisor da maior gama possível de informações para a tomada da decisão.

Para gerar as informações necessárias, os SAD's estão fortemente baseados em modelos matemáticos e estatísticos, assim como também usam técnicas heurísticas.

A variabilidade e quantidade de dados de entrada e informações resultantes levam a questões como, uma especial atenção às interfaces do SAD com o usuário e o grande uso de tecnologias de informação (TI): *softwares* especializados, comunicação, banco de dados, etc.

Uma distinção deve aqui ser feita, um SAD não assimila conhecimento como um sistema especialista (SE), onde uma experiência passada serve de indicativo para a resolução de um novo problema similar.

2.5 Sistemas de Informações Logísticas

A estabilização da economia desviou o foco principal das empresas do setor financeiro. Com a produção já enxuta, o novo alvo na busca por melhor competitividade passou a ser a logística. Novaes (2001) apud Almeida (2003), apresenta uma definição para logística, destacando a importância dos sistemas de informação:

Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, **bem como os serviços de informação associados**¹, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor.

Apesar da complexidade de muitos sistemas logísticos, devido às inovações tecnológicas e a escala de aplicação, a informação tem um custo cada vez menor em detrimento aos outros custos logísticos.

Devido à necessidade de controle na logística, surgiram os sistemas de informações logísticas (SIL). Para eles, Nazário (1999) apresenta a seguinte definição:

¹ Grifo do autor

Os sistemas de informações logísticas funcionam como elos que ligam as atividades logísticas em um processo integrado, combinando *hardware* e *software* para medir, controlar e gerenciar as operações logísticas. Estas operações tanto ocorrem dentro de uma empresa específica, bem como ao longo de toda cadeia de suprimentos.

Segundo Dornier (2000), o sistema de informações logísticas (SIL) tornou-se um fator crítico de sucesso na estratégia logística, englobando o monitoramento de fluxo ao longo de toda a cadeia de atividades.

Suas funções básicas seriam:

- Capturar os dados básicos;
- Transferir dados para centros de tratamento e processamento;
- Armazenar os dados, conforme a necessidade;
- Processar os dados, transformando-os em informações;
- Armazenar as informações, conforme a necessidade;
- Disponibilizar as informações aos usuários.

As informações podem ser utilizadas para:

- Prever, antecipar e planejar ações;
- Rastrear operações e localizar produtos;
- Controlar e relatar as operações;
- Retro-alimentar o sistema.

Nesse cenário, as telecomunicações desempenham um papel central, pois permitem, em tempo real, o envio e o recebimento de dados que se encontram dispersos em diversos locais espacialmente distribuídos.

As principais questões que envolvem a definição de um SIL, segundo Dornier (2000), são:

- Permitir a redução dos custos envolvidos na gestão dos fluxos de materiais e/ou serviços;
- Prover a otimização dos recursos físicos alocados, gerando informações para suporte a tomada de decisões;
- Permitir acompanhar o desempenho operacional, gerando indicadores;
- Disponibilizar ferramentas de tomada de decisão para a gerência;
- Possibilitar a transferência de informações com outros SIL.

Finalizando, um SIL deve também, permitir a troca de informações com os demais sistemas corporativos, tendo em vista o caráter das mesmas, que fluem por diversas áreas e níveis.

2.6 Modelagem de Sistemas

A grandeza e a complexidade dos atuais sistemas de informações torna necessária a criação de modelos que permitam melhor compreendê-los. Segundo Stair (1998), "um modelo é uma abstração ou uma aproximação que é usada para simular a realidade". Uma abstração pode aqui ser entendida como um exame seletivo de certos aspectos de um sistema.

O processo de modelagem atende aos seguintes objetivos, segundo Vidal (1998):

- simplificar o mundo real, omitindo detalhes desnecessários;
- testar uma entidade antes de sua construção, permitindo assim detectar falhas muito mais cedo;
- comunicação com os clientes: modelos são a base da comunicação entre os usuários e projetistas (analistas), permitindo que esses cheguem a um acordo acerca dos requisitos e funcionalidades do sistema e validando a informação recolhida na análise do sistema;
- reduzir a complexidade, separando um pequeno número de aspectos importantes que vão sendo analisados isoladamente.

Existem diversos tipos de modelos que podem ser utilizados para representar um sistema, Stair (1998) os separa em 4 categorias:

- narrativos: baseados nas palavras, descrições verbais ou escritas da realidade;
- físicos: "representação tangível da realidade", como uma maquete, um protótipo, uma figura 3D feita num CAD;
- esquemáticos: baseiam-se em representações gráficas da realidade. Fortemente apoiados em diagramas, fluxogramas, tabelas, figuras, etc;
- matemáticos: representam a realidade através de expressões aritméticas e lógicas.

Apesar da diversidade, não existem modelos adequados para todos os tipos de situações (sistemas). Cabe ao "modelador" verificar qual deles melhor atende as suas necessidades ou seja, captura os aspectos cruciais de seu sistema e omite os

outros. Em muitos casos, o processo de modelagem utiliza vários modelos de forma complementar, cobrindo assim um a deficiência do outro.

Como critério de escolha, deve-se considerar que uma boa ferramenta/técnica de modelagem deve retratar um sistema a partir de 3 (três) pontos distintos (Rumbaugh, 1994 apud SÁ, 2001):

1. estático: descreve os objetos e dados que compõem o sistema e seus relacionamentos;
2. dinâmico: descreve os aspectos do sistema que se modificam com o passar do tempo, especificando o controle do sistema;
3. funcional: descreve as transformações dos valores dos dados de um sistema.

Dentre as ferramentas que mais se destacam atualmente para a modelagem de sistemas, algumas são apresentadas nos tópicos a seguir.

2.6.1 Diagrama de Fluxo de Dados (DFD)

Pode-se definir um diagrama de fluxo de dados, ou simplesmente DFD, como uma ferramenta gráfica que mostra, de forma não técnica, a lógica dos fluxos de dados num sistema de informação, assim como as sucessivas transformações que esses sofrem. Ele mostra o que o sistema faz e não como é feito. É constituído por quatro elementos essenciais (Balestero Alvarez, 2000 apud BARROSO, 2001):

- entidades: recebem ou enviam os dados;
- fluxos: modelam a passagem dos dados;
- processos: transformam os dados;
- depósitos: armazenam os dados.

A Figura 6, exemplifica o uso desse quatro elementos. Nela temos as entidades: vítima e despacho, o processo (1 do nível 2): processar ligação, o depósito: ambulâncias e os fluxos denotados pelas linhas/setas.

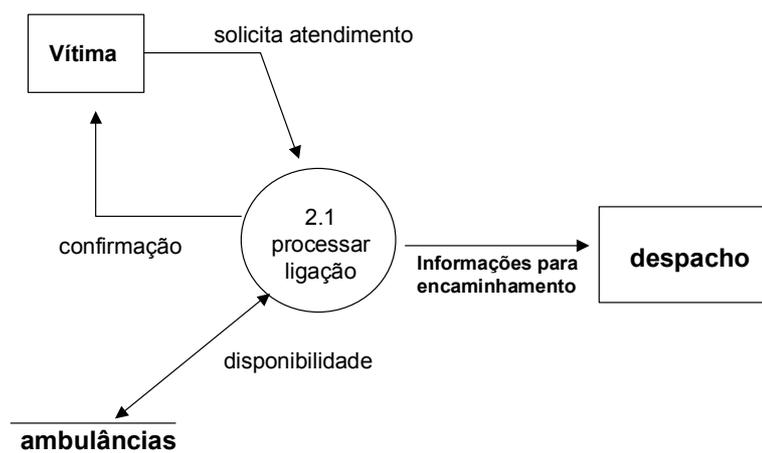


Figura 6: Exemplo de um DFD

A simbologia adotada para representar os quatro elementos anteriormente citados, varia de autor para autor.

Na modelagem de um sistema, são elaborados, na verdade, vários DFD's. Parte-se de uma representação do sistema como um todo e através de refinamentos sucessivos, os vários processos retratados vão sendo partidos em processos menores, até que se tenha um nível de detalhamento que as partes envolvidas julguem adequado.

2.6.2 Dicionário de Dados (DD)

O dicionário de dados ou DD, atua de forma a complementar o DFD, descrevendo as informações implícitas nos fluxos ou contidas nos depósitos.

Um dos elementos de um DD é a especificação dos atributos e estrutura de um depósito de dados. Na Figura 7, pode-se observar que o depósito "TipoDano", apresenta dos campos ou atributos: CodTipoDano e Descricao. Na ferramenta usada para o exemplo ainda pode-se verificar que o campo CodTipoDano é a chave principal do depósito (símbolo da chave ao lado do seu nome) e ele é do tipo que só aceita números inteiros.

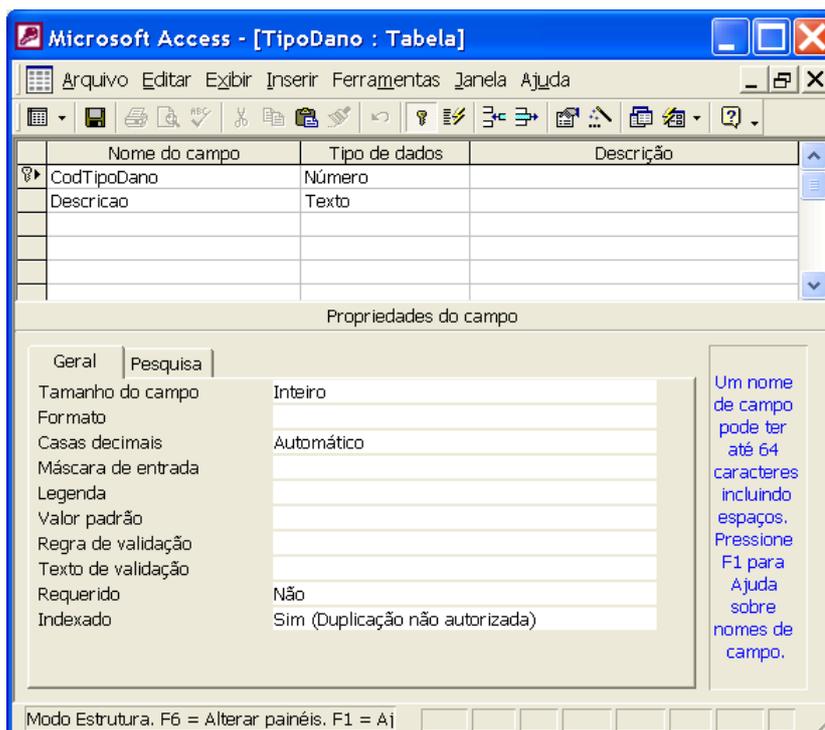


Figura 7: Elementos e estrutura de um depósito

O outro elemento de um DD é a especificação de informações que são obtidas a partir de outros dados elementares, como pode ser observado no exemplo a seguir, onde se mostra como calcular o valor de um pedido:

$$\text{Valor_Pedido} = \sum (\text{valor_produto} * \text{qtidade}) - \text{desconto}$$

2.6.3 Descrição de Procedimentos

A descrição de procedimentos serve para detalhar os processos especificados num DFD. Para auxiliar nessa tarefa, tem-se os seguintes instrumentos:

- texto narrativo;
- pseudo-código: uma pseudo-linguagem de programação, exemplo

SE categoria = professor ENTÃO

salario_liquido = salario_bruto * 1,1

SENÃO

salario_liquido = salario_bruto * 1,05

- tabela de decisão: "utilizada para expressar lógica com um grande número de combinações de condições" (BARROSO, 2001). A tabela é dividida em quatro quadrantes, cada um com um significado, conforme demonstra a Figura 8:

CONDIÇÕES	REGRAS	CONFERE ASSINATURA TEM SALDO TEM CHEQUE ESPECIAL	1 2 3 4 S S S N S N N - - S N -
AÇÕES	DECISÕES	PAGA NÃO PAGA AVISA CLIENTE	X X X X X X

Figura 8: Exemplo de tabela de decisão

- árvores de decisão: "representação gráfica indicada principalmente para lógicas que envolvem combinações de condições" (BARROSO, 2001). A Figura 9, apresenta um exemplo baseado no atendimento de uma ligação telefônica.

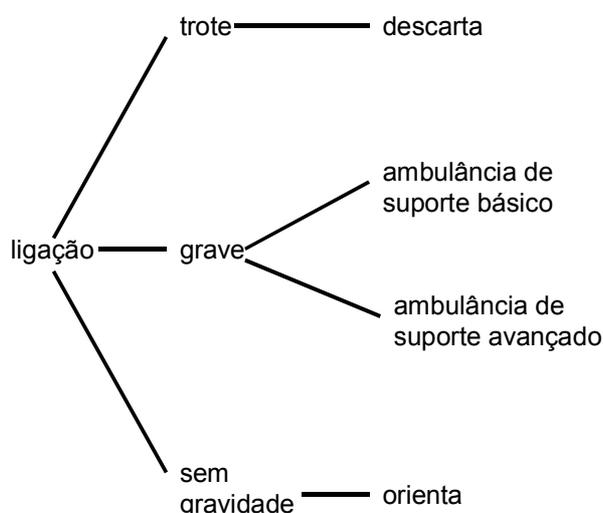


Figura 9: Exemplo de árvore de decisão

- Fórmulas matemáticas;
- Fluxogramas: segundo Barroso (2001), "combina símbolos que incluem figuras geométricas (quadrado, retângulo, círculo entre outras, cada uma com um significado) e narrativas resumidas para descrever uma seqüência de operações". A Figura 10, mostra um fluxograma simplificado sobre o tratamento de uma ligação telefônica.

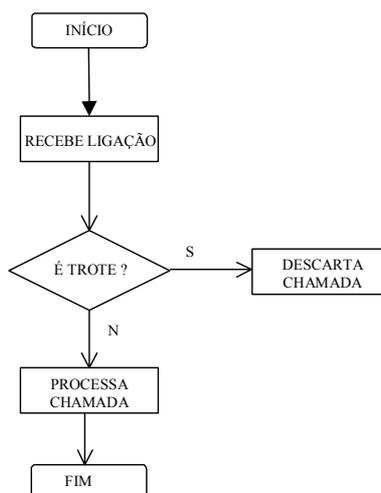


Figura 10: Exemplo de fluxograma

2.6.4 Diagrama Entidade-Relacionamento (DER)

Um dos aspectos mais importantes da modelagem de um sistema é a parte relativa a modelagem de seus dados. Para executar essa tarefa, uma das ferramentas mais utilizadas é o diagrama entidade-relacionamento (DER). Ele tem por base a percepção do mundo real como um conjunto de objetos básicos, chamadas entidades, e os relacionamentos (fatos) existentes entre eles.

Além desses elementos, tem-se ainda os atributos que são as qualidades (propriedades) dos relacionamentos ou das entidades, e a cardinalidade, que representa o grau de relacionamento entre as entidades.

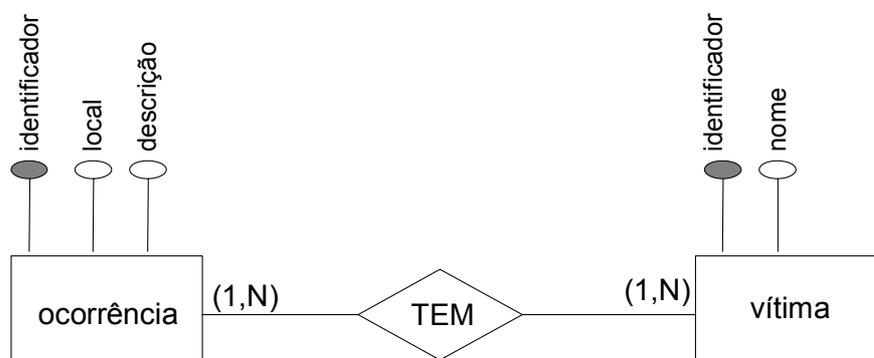


Figura 11: Exemplo de um diagrama ER

No exemplo de um DER, mostrado na Figura 11, tem-se:

- retângulos: são as entidades (ocorrência, vítima);
- círculos: representam os atributos (identificador, local, descrição, identificador, nome);
- losango: representa os relacionamentos entre as entidades;
- linhas: unem os atributos às entidades e as entidades aos seus relacionamentos;
- cardinalidades: expressas pelos valores entre parênteses (1,N). Devem ser compreendidas como: uma ocorrência tem 1 (uma) ou mais vítimas e uma vítima tem 1 (uma) ou mais ocorrências.

Assim como os DFD's, os diagramas ou modelos DER não apresentam uma padronização, tendo sua simbologia variando conforme o autor, sendo a de Peter Chen, que propôs a notação original, uma das mais utilizadas (XEXÉO, 2004).

2.6.5 Unified Modeling Language (UML)

As ferramentas anteriormente apresentadas abordam o sistema de uma forma conhecida como estruturada. Mais recentemente, o conceito de orientação a objetos vem dominando as áreas de análise e modelagem de sistemas. Surgiram então vários modelos que suportam esse tipo de abordagem, segundo Booch (2000):

- *Booch*: sistema é analisado a partir de um número de visões, onde cada visão é descrita por um número de modelos e diagramas;
- OMT: Técnica de Modelagem de Objetos (*Object Modelling Technique*) é um método especialmente voltado para o teste dos modelos, baseado nas especificações da análise de requisitos do sistema.
- OOSE (*Object-Oriented Software Engineering*)/*Objectory*: são baseados na utilização de casos de uso (*use-cases*), que definem os requisitos iniciais do sistema, vistos por um ator externo.

Com o intuito de padronizar e ao mesmo tempo utilizar o que havia de melhor em cada um dos modelos, foi criada a UML (*Unified Modeling Language*) ou Linguagem de Modelagem Unificada. A UML, na fase de análise e projeto, utiliza 5 (cinco) visões diferentes, 9 (nove) tipos de diagramas e vários modelos de elementos. Visões servem para mostrar diferentes aspectos do sistema modelado, utilizando diagramas. Os modelos de elementos mostram as definições típicas da orientação a objetos.

As visões utilizadas, segundo Booch (2000), são:

- visão caso de uso ("*use-case*"): descreve a funcionalidade do sistema desempenhada pelos atores externos do sistema (usuários);
- visão lógica: descreve como a funcionalidade do sistema será implementada;
- visão de componentes: descrição da implementação dos módulos e suas dependências;
- visão de concorrência: trata a divisão do sistema em processos e processadores, é utilizada em sistemas concorrenciais;
- visão de organização: mostra a organização física do sistema, os computadores, os periféricos e como eles se conectam entre si.

Os modelos de elementos utilizados, segundo Booch (2000), são:

- objetos: elemento que podemos manipular, acompanhar seu comportamento, criar, destruir, etc;
- classes: descrição de um tipo de objeto;
- estados: resultado de atividades executadas pelo objeto, normalmente determinado pelos valores de seus atributos e ligações com outros objetos;
- pacotes: mecanismo de propósito geral para organizar elementos semanticamente relacionados em grupos;
- componentes: pode ser tanto um código em linguagem de programação como um código executável já compilado;
- relacionamentos: ligam as classes/objetos entre si criando relações lógicas entre essas entidades;

Os diagramas utilizados, segundo Booch (2000), são:

- de caso de uso (*use case*): serve para descrever e definir os requisitos funcionais do sistema. Utiliza atores externos, casos de uso (seqüência de ações) e o sistema modelado, conforme mostrado na Figura 12;

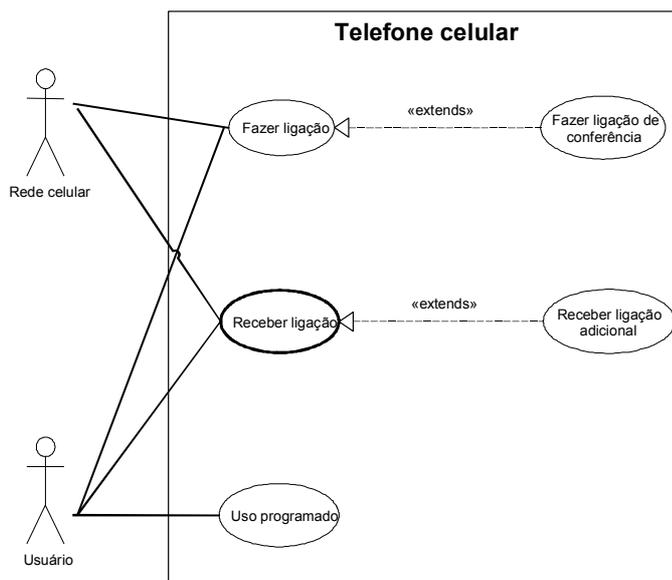


Figura 12: Exemplo de diagrama de caso de uso

Fonte: Booch (2000)

- de classes: demonstra a estrutura estática das classes;
- de objeto: mostra os objetos que foram instanciados a partir das classes, mostrando o perfil do sistema em um certo momento de sua execução, conforme mostrado da Figura 13:

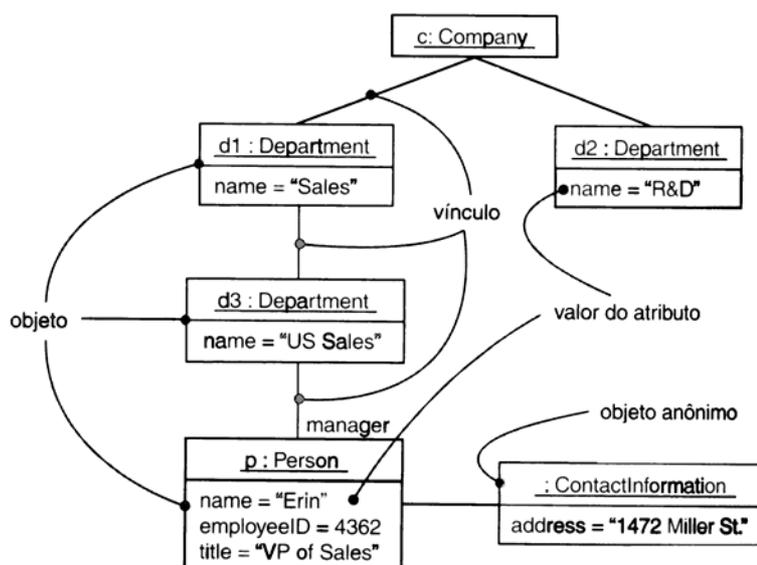


Figura 13: Exemplo de diagrama de objetos

Fonte: Booch (2000)

- de estado: mostra todos os estados possíveis que objetos de uma certa classe podem se encontrar e mostra também quais são os eventos do sistema que provocam tais mudanças;
- de seqüência: mostra a colaboração dinâmica entre os vários objetos de um sistema;
- de colaboração: mostra a colaboração dinâmica entre os objetos;
- de atividade: capturam ações e seus resultados;
- de componente: expõe as relações entre os componentes e a organização dos módulos do sistema, durante sua execução;
- de execução: mostra a arquitetura física do hardware e do software no sistema.

Apesar de sua complexidade, a UML vem conquistando cada vez mais adeptos, que encontram a sua disposição diversas ferramentas de desenvolvimento que adotam esse padrão de modelagem.

2.7 Comentários

Como pôde ser visto ao longo deste capítulo, inúmeros são os tipos e usos dos sistemas de informações, os quais são cada vez mais imprescindíveis no dia a dia das pessoas e das corporações. E, diversas são as ferramentas que permitem a sua compreensão e desenvolvimento. Porém, o grau crescente de complexidade, aliado ao volume e a necessidade temporal das informações (no local certo, no momento certo) torna imperativo o uso cada vez maior de novas tecnologias para dar suporte a tais sistemas. Conhecidas como tecnologias da informação (TI), são apresentadas no capítulo a seguir.

3. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO

3.1 Introdução

As tecnologias de informação (TI) que se desenvolveram ou foram aperfeiçoadas nas últimas décadas, principalmente a partir de 1980, possibilitaram um enorme avanço em várias outras áreas, disponibilizando uma quantidade de informação jamais vista antes, de modo rápido e a um baixo custo.

Este capítulo apresenta algumas tecnologias (GPS, Internet, comunicação móvel, rastreamento de veículos e sistemas de informações geográficas), destacando suas características básicas e principais aplicações.

3.2 GPS

GPS é a abreviação para *Global Positioning System*, que pode-se traduzir como sistema de posicionamento global. Ele destina-se a navegação (terra, mar e ar) e tem como infraestrutura básica uma rede de 24 satélites que foram postos em órbita pelos EUA, conforme esquema exibido na Figura 14. Inicialmente era destinado ao uso militar, sendo que a partir da década de 1980 foi liberado para uso civil. Ele está disponível 24 horas por dia, independentemente de condições climáticas e praticamente em todos os lugares da Terra (GARMIN, 2000).



Figura 14: Rede de satélites do sistema GPS

Fonte: Garmin (2000)

Além do sistema americano, a Rússia tem um similar chamado GLONASS e a União Europeia está desenvolvendo um outro chamado Galileo.

3.2.1 Funcionamento do GPS

De modo simplificado, os satélites enviam continuamente sinais de rádio de baixa potência que são captados pelos receptores GPS. Usando o tempo de percurso do sinal, o receptor pode determinar sua distância em relação ao satélite. A partir do sinal de 3 (três) satélites, usando um processo de triangulação, é possível determinar a posição do receptor em 2 dimensões (latitude e longitude) e com 4 (quatro) satélites tem-se a posição em 3D (latitude, longitude e altitude) (TENNANT). Uma representação esquemática desse processo pode ser visualizada na Figura 15.

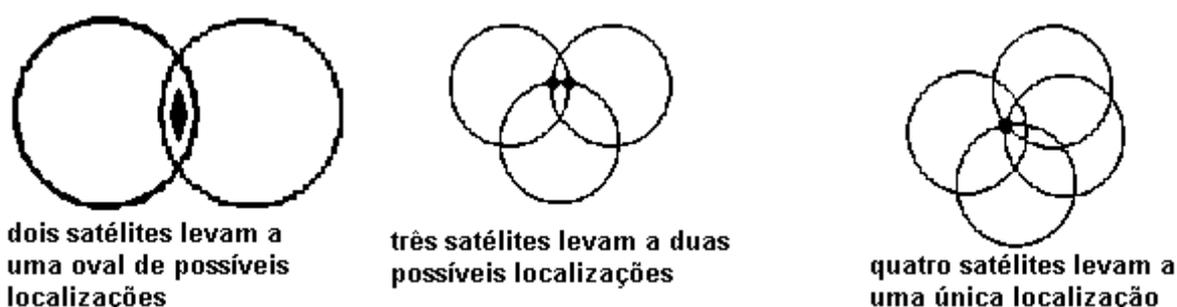


Figura 15: Processo de triangulação usado pelo receptor GPS

Fonte: Tennant

3.2.2 Fontes de Imprecisão

Existem alguns fatores que podem causar erros ou falhas no cálculo da posição feito pelo receptor GPS (GARMIN, 2000):

- ao passar pelas camadas da atmosfera, o sinal emitido pelo satélite sofre um pequeno atraso. Internamente os receptores têm um algoritmo que procura minimizar o atraso, calculando um tempo médio de perda;
- o sinal do satélite pode refletir em um grande objeto, como um edifício ou uma montanha rochosa, o que aumenta o seu tempo de viagem até o receptor;
- os satélites em órbita possuem relógios atômicos de altíssima precisão, o mesmo não ocorre com os receptores, o que gera uma pequena mas significativa diferença;
- "*ephemeris error*" ou erro orbital é a imprecisão gerada pelos satélites ao reportar sua posição no espaço;
- o número de satélites visíveis (chegando sinal ao receptor) determina a precisão do posicionamento. Vale a regra de que quanto mais melhor. Locais como

cavernas, túneis, submersos ou fechados e de floresta muito densa dificultam ou mesmo bloqueiam a passagem do sinal.

- o posicionamento relativo dos satélites entre si. Quanto mais afastados uns dos outros melhor.
- degradação intencional do sinal, também conhecida como disponibilidade seletiva, era imposta pelo governo americano até maio de 2000, para dificultar o uso militar do GPS por seus adversários. Atualmente somente é usada em áreas de conflito onde os EUA estejam militarmente envolvidos.

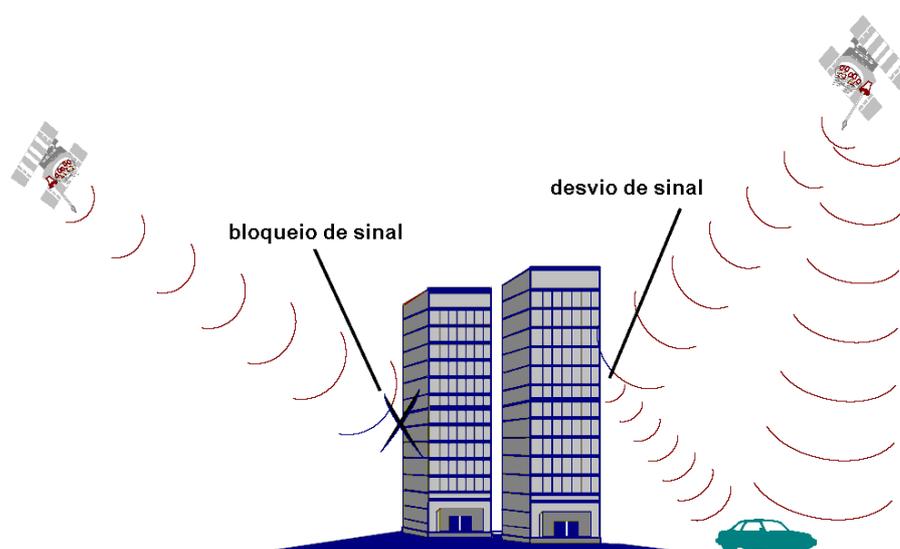


Figura 16: Problemas na recepção do sinal do GPS

Fonte: Garmin (2000)

A figura 16, mostra dois tipos desses fatores, o bloqueio do sinal e o desvio do sinal.

3.2.3 Aplicações do GPS

Pode-se afirmar que, onde existe uma informação vinculada a uma posição espacial, existe um potencial para a aplicação do GPS.

A seguir, uma breve lista de áreas ou mercados que se utilizam dessa tecnologia (BRANDON, 2003):

- recreacional: pessoas que usam receptores GPS portáteis em suas atividades de esporte e lazer. Exemplo: montanhismo, *trekking*, corridas de aventura;

- navegação: orientação de veículos (mar, terra e ar), guiando-os pelas rotas mais seguras, mais rápidas, ou mais baratas ou qualquer outro critério adotado;
- rastreamento: permite a localização, em tempo real e com precisão, de objetos (pessoas, veículos, animais) com a finalidade de prover segurança, qualidade de serviço (logística) ou para estudos científicos;
- mapeamento: a precisão do posicionamento e a capacidade de armazenamento/transmissão do receptor GPS aliadas a uma ferramenta computacional adequada (um SIG, com veremos mais adiante), permitem a criação de mapas com níveis de detalhamento até então inimagináveis;
- militar: acompanhamento de movimentação de tropas (aliadas ou inimigas), marcação de alvos e sistema guia para certas armas (mísseis, por exemplo).

3.2.4 Critérios na escolha de um receptor GPS

A escolha de um receptor GPS deve ter sempre como foco principal a aplicação ao qual ele se destina. Existem centenas de tipos, cujas características apresentam importância diferenciada em relação ao uso do receptor.

Dentre os fatores a considerar, tem-se (DEPARTMENT OF SUSTAINABILITY AND ENVIRONMENT):

- precisão: a elaboração de mapas e rotas precisas demanda o armazenamento de muitos pontos;
- mapas: muitos receptores já vêm com mapas ou podem permitir que novos mapas sejam adicionados, outros não têm essa capacidade;
- *display*: onde as informações e mapas serão exibidos, pode ou não ser colorido (que são mais caros e consomem mais bateria);
- baterias: unidades receptoras que não estão *on-board* em veículos, precisam de baterias, cuja duração geralmente varia de 10 a 20 horas. A possibilidade de uso cabos para prover energia de fonte externa também deve ser considerada;
- interface com computadores: refere-se ao modo como o receptor transfere e recebe dados de um computador. Na maioria das vezes é via cabo, porém existem soluções *wireless* usando telefonia móvel, ondas de rádio, dentre outras.

3.3 Internet

A internet ou rede mundial de computadores, como também é conhecida, é a evolução de um conceito surgido por volta de 1964, nos EUA, em plena época da Guerra Fria.

Naquela época, a maioria das redes de computadores era estruturada de uma forma que todos os dados que nela trafegavam passavam de um computador central (a era dos *mainframes*). Isso tornava-as extremamente vulneráveis a ataques.

A idéia então, foi criar uma rede onde não existisse um ponto central. Vários computadores (genericamente chamados de nós) compartilhariam de um mesmo status e existiriam vários caminhos possíveis para que uma informação chegasse de uma origem a um destino.

Inicialmente, eram poucos os locais interligados e seu uso era restrito aos centros acadêmicos. Porém, a cada ano o número de novos membros aumentava e, a partir da década de 1980, com a popularização dos microcomputadores, a criação da *Word Wide Web* (WWW) e da entrada do setor comercial, o crescimento da rede tornou-se exponencial e irreversível.

3.3.1 Estrutura

A estrutura da rede de computadores de uma organização obedece a critérios estabelecidos pelas suas necessidades. Considerando a internet como a ligação de milhares de redes corporativas, estabelecer ou definir padrões de estrutura foge ao escopo deste trabalho. Porém, para que a mesma funcione adequadamente, alguns elementos têm que estar presentes (CALIXTO, 2003):

- protocolo TCP/IP: o protocolo é o *software* que permite a comunicação entre os diversos tipos de computadores e sistemas operacionais existentes na rede (Windows, Unix, Linux, etc.), bem como a identificação de cada um deles (computadores);
- servidores de domínio: são os responsáveis por traduzir os endereços do tipo "www.algo.com.br" para seu verdadeiro endereço físico na rede (200.1.50.10, por exemplo);
- roteadores: são os responsáveis pelo gerenciamento do tráfego de dados pela rede;

A figura 17 mostra um exemplo de como pode ser essa estrutura.

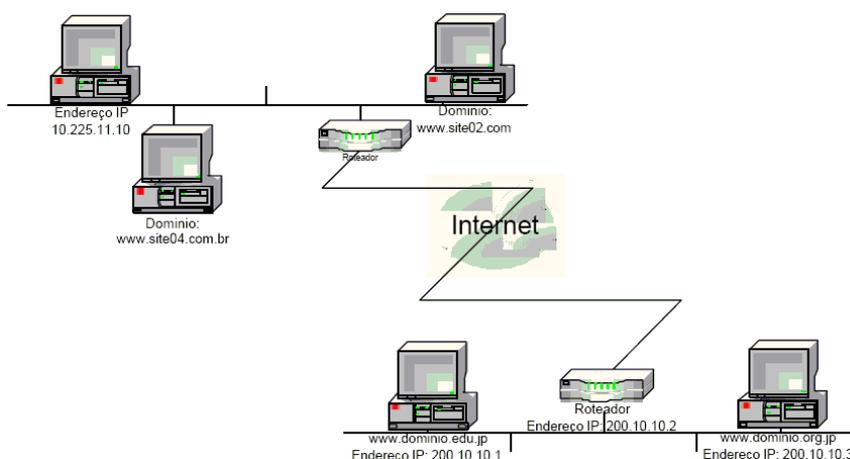


Figura 17: Exemplo da estrutura Internet

Fonte: Calixto (2003)

A velocidade que os dados trafegam na rede é produto do tipo de meio utilizado entre computadores que estão no percurso utilizado.

3.3.2 Intranet/Extranet

A intranet é uma rede corporativa que segue os mesmos princípios e apresenta geralmente os mesmos serviços da internet, porém se restringe ao ambiente da instituição ao qual pertence. Ou seja, não são permitidos acessos de outras redes a ela. Apesar de ser restrita a uma corporação, sua existência física não se restringe a um único local. Sua unicidade se dá a nível virtual.

Já a extranet pode ser descrita como uma intranet que compartilha uma parte de suas informações com outras intranets. Pode-se dizer que é uma rede dividida em duas partes, uma privada (de uso exclusivo) e outra pública (onde a corporação se relaciona com seus clientes e fornecedores).

3.3.3 Serviços oferecidos

As várias aplicações que são desenvolvidas para a internet, usufruem um conjunto de serviços básicos que fazem parte de infra-estrutura da rede. Alguns serviços existem desde o início da criação da rede, outros foram surgindo à medida que os computadores ficaram mais poderosos e a capacidade de transmissão de dados se ampliou.

Dentre os serviços, segundo Calixto (2003), tem-se:

- o correio eletrônico (*e-mail*) permite a troca de mensagens entre usuários;
- transferência de arquivos: permite que usuários recebam (*download*) ou que enviem (*upload*) arquivos de/para computadores remotos;
- WWW: a "grande teia mundial" revolucionou a interface da rede com o usuário leigo. A informação antes contida em arquivos de *softwares* específicos (editores de texto, planilhas e banco de dados), passou a ser disponibilizada através de páginas de hipertexto, com seus *links* (âncoras) para outras páginas. Os navegadores (*browsers*) permitiram a navegação fácil entre as páginas e, os mecanismos de busca (*search engine*) facilitaram a localização do conteúdo procurado;
- som e imagem: permite a transmissão de som e imagem. O atraso na transmissão dependerá da capacidade de transferência do caminho envolvido.

Como principais aplicações derivadas desses serviços tem-se o comércio eletrônico (*e-commerce*), os grupos de discussão virtuais e os *sites* especializados (notícias, científicos, esportes, recreacionais, governamentais).

3.4 Comunicação

Numa espécie de círculo virtuoso, juntamente com a expansão do uso dos computadores e da internet, a partir da década de 1980, a área de das comunicações alcançou um grau de desenvolvimento jamais visto. Diversas tecnologias permitiram aumentar a velocidade, a qualidade e a quantidade do que se quer transmitir (dados, som, imagem).

Nessa área, tem-se os termos fixo e móvel, que se referem à localização do ponto em relação à rede e os termos *wired* e *wireless* se referem à forma como esse ponto está conectado à rede (fisicamente ou não).

A comunicação móvel gerou dois fatos extremamente significativos para os sistemas de monitoramento e controle nas áreas de transporte e logística. O primeiro foi à possibilidade de trocar informações em locais remotos e o segundo foi permitir rastrear em tempo real o movimento de objetos.

Na Figura 18, tem-se um exemplo do uso da comunicação (móvel, fixa e por satélite) para interligar os diversos atores do atendimento de uma ocorrência de urgência.

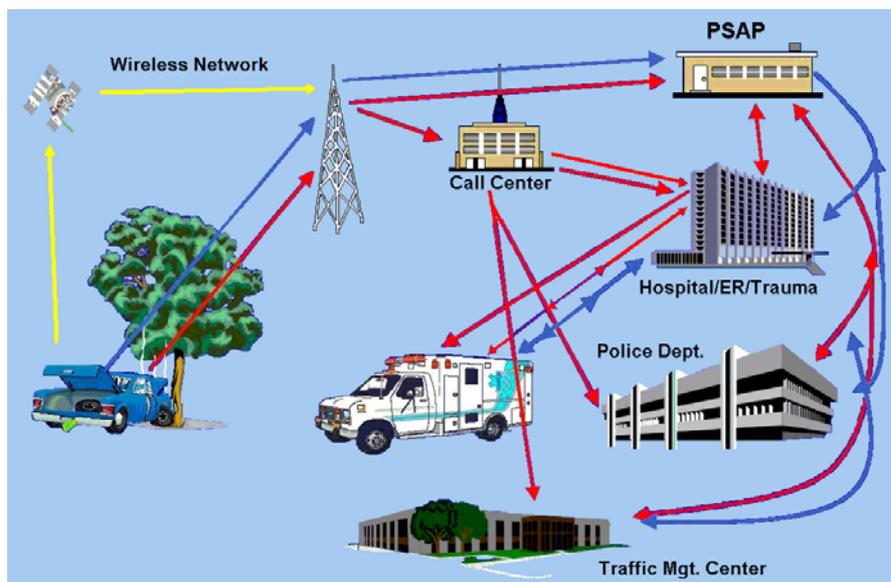


Figura 18: Comunicação móvel no atendimento a urgências

Fonte: adaptado de Gerges (2000)

Existem várias tecnologias que podem ser utilizadas na comunicação móvel.

A seguir, as mais conhecidas:

- *wireless LAN*: rede local, sem fio (rádio, principalmente);
- *wireless local loops*: laços/círculos locais, sem fio;
- celular: CDMA, GSM;
- *mobile IP*: comunicação usando a estrutura da internet;
- *wireless ATM*: rede de alta velocidade com tecnologia ATM, sem fio;
- satélites;
- *DSRC: dedicated short range communications*. Utilizado para transmitir dados em pequenas distâncias (uma área metropolitana, por exemplo).

Cada uma dessas tecnologias tem seus prós e seus contras: custo, área de abrangência, taxa de transmissão, grau de desenvolvimento e aplicabilidade ao objetivo de uso.

3.5 Rastreamento de veículos

Unindo as tecnologias citadas nos tópicos anteriores, GPS, internet e comunicação móvel, tem-se um ramo de atividades que a cada dia se torna mais

presente no dia a dia de empresas, pessoas e governos, o rastreamento de objetos (veículos, pessoas, animais).

Diversos são os fatores que levaram a esse crescimento, Pena (2001) aponta os seguintes:

- gerenciamento de risco: esse item pode ser subdividido em 2 (dois):
 - a) monitorar o transporte de produtos de alto valor agregado com vista a combater o roubo de cargas;
 - b) monitoramento de veículos de uso pessoal e de seus ocupantes com a finalidade de minimizar as possibilidades de roubo e seqüestro;
- logística: atualmente, a logística é um grande diferencial competitivo entre as empresas. Acompanhar a carga significa reduzir custos e, em muitos casos, aumentar o nível de satisfação do cliente. Dados como nível de combustível, temperatura do compartimento de cargas, tempo restante de viagem, paradas não previstas e desvios de rotas são obtidos em tempo real.

Segundo Reis (1997) apud Anefalos (1999), os sistemas de rastreamento possuem três funções básicas:

- comunicação entre estação de controle e veículo;
- localização *on-line* do veículo;
- controle e monitoramento de parâmetros (combustível, por exemplo).

3.5.1 Mecanismo do rastreamento

A Figura 19 apresenta um modelo genérico de como funciona o rastreamento de veículos, também conhecidos como AVL (*Automatic Vehicle Location*).

Inicialmente, é necessário que os veículos estejam equipados com um chamado *kit* básico, composto por receptor/transmissor de sinais, antena e um terminal (console) para tratamento das mensagens trocadas.

A posição do veículo é obtida através do GPS e, juntamente com outros dados definidos pelo usuário, é transmitida para uma estação de controle que pode ou não fazer um tratamento dos mesmos (via uma estação intermediária) antes de repassá-los ao cliente (usuário). A troca de dados pode ser feita via satélite, via rádio ou pelo uso da rede de telefonia celular (áreas urbanas).

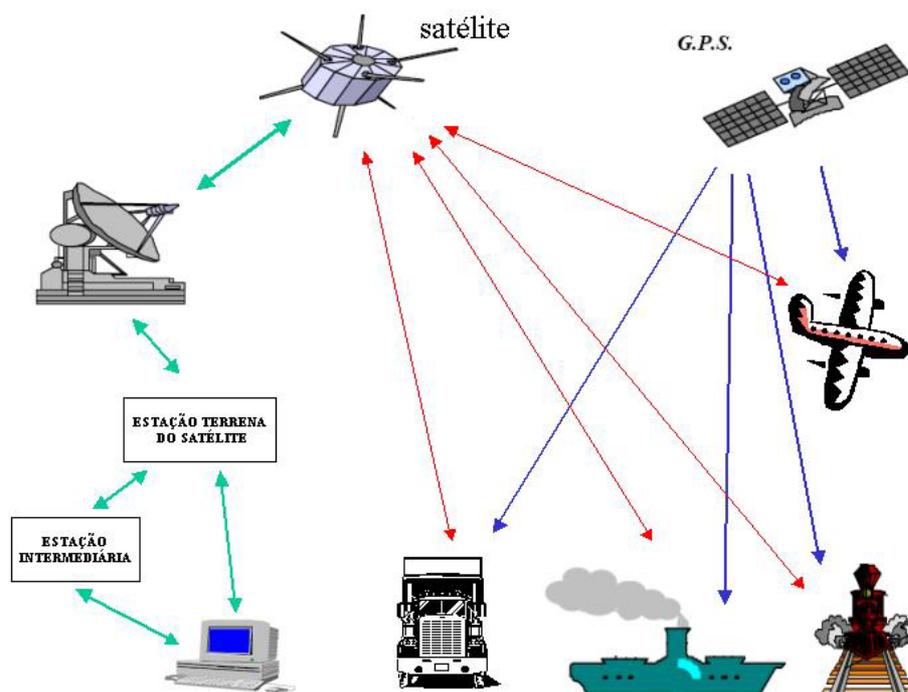


Figura 19: Funcionamento de sistemas de rastreamento por satélite

Fonte: adaptado de Anefalos (1999)

3.5.2 Rastreamento de veículos no Brasil

Atualmente, existem diversas empresas que prestam serviços de rastreamento de veículos. O cliente encontra diversas soluções tecnológicas, conforme suas necessidades e disponibilidade financeira.

Basicamente, os sistemas existentes diferem na tecnologia de transmissão de dados e no modo como esses são disponibilizados aos seus usuários.

A seguir, são apresentadas as principais características dos sistemas encontrados no mercado brasileiro (BYSAT, COMQUEST, HATEN DO BRASIL, SULCOM, SYSTEMSAT):

- comunicação entre veículos da frota;
- sensores de controle (portas, temperatura, etc...);
- acionamento remoto (travamento de portas, interrupção do fornecimento de combustível, etc...)
- botão "pânico";
- áudio da cabine e controle de pessoas embarcadas;
- acesso ao sistema via internet.

A diversidade de soluções remete a um problema que é definir qual delas oferece a melhor relação custo/benefício para a empresa. Deve-se considerar que alguns aspectos desse tipo de análise, têm valores de difícil mensuração: nível de satisfação do usuário, vantagem competitiva, etc (ANEFALOS, 1999).

3.6 Sistemas de Informações Geográficas - SIG

O conceito de representar num mesmo mapa temas diferentes, remonta a alguns séculos atrás. Como exemplo tem-se os mapas da batalha de Yorktown, da Revolução Americana, mostrando os movimentos de tropas através desse recurso, o "*Atlas to Accompany the Second Report of the Irish Railway Commissioners*" mostrando dados acerca de população, fluxo de tráfico, geologia e topografia sobrepostos no mesmo mapa básico. Na área da saúde, o exemplo clássico e pioneiro foi o mapa elaborado pelo Dr. John Snow, que mostrava as localizações dos casos de morte por cólera no centro de Londres em setembro de 1853 (BRETERNITZ, 2001).

Com o avanço dos conhecimentos e a complexidade das atividades, o volume de dados concentrados no ambiente de trabalho tornou-se muito grande para ser utilizado manualmente. O avanço dos recursos computacionais permitiu o desenvolvimento de tecnologias capazes de gerenciar grande quantidade de informações de forma rápida e a custos baixos.

Citando Sá (1993), "na cartografia, os computadores que iniciaram como instrumentos de auxílio aos pesados cálculos de coordenadas e na aerotriangulação. Hoje, revolucionam todo o conceito do mapa e sua utilização".

Este tópico trata sobre os Sistemas de Informações Geográficas, conhecidos também pela sigla SIG. Apresentam-se sua origem, definições mais utilizadas, seus elementos constituintes, áreas de aplicação e especializações.

3.6.1 Origens

Segundo Breternitz (2001), a criação do primeiro SIG, como se conhece hoje, remonta a década de 1960, no Canadá. Convergiram para a sua criação a preocupação emergente pelas questões ambientais, o reconhecimento pelo governo da necessidade de gerenciar os recursos naturais e os avanços no campo

computacional, tanto ao nível de *hardware* quanto de *software*. Somente computadores poderiam manipular grandes quantidades de dados necessários as atividades que deveriam ser desenvolvidas. O SIG criado foi denominado CGIS (*Canada Geograph Information System*) e foi utilizado no inventário das terras daquele país.

Em seguida, outros projetos se seguiram:

- STORET (1964), do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos;
- MIDAS (1964), do Serviço Florestal americano;
- DIME, do *U.S. Bureau of the Census*, também dos anos 60;
- criação, pela Universidade de Harvard, do "*Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis*".

Porém, a grande explosão no uso e desenvolvimento de SIG's se deu a partir de meados dos anos de 1990, quando as novas gerações de microcomputadores aliaram alta capacidade de processamento e armazenamento com baixos custos e, em outra frente, cada vez mais dados sócio-econômicos e ambientais espacialmente identificados (georeferenciados) foram disponibilizados.

3.6.2 Definição

Primeiramente, deve-se entender um sistema de informações geográficas como o resultado do desenvolvimento de várias áreas da ciência, onde cada uma delas interage com as demais visando uma melhor produtividade/desempenho. Dentre essas áreas, tem-se a Geografia, a Cartografia, o Sensoriamento Remoto, o Fotogrametria, a Geodésica, a Estatística, a Ciência da Computação, a Engenharia de Software, a Matemática e a Avaliação (*Surveying*) (SCHOLTEN et al, 1995 apud PUBLIC HEALTH GIS UNIT).

A própria denominação SIG varia conforme o uso para o qual ele se destina, podendo ser conhecido também como (PUBLIC HEALTH GIS UNIT):

- Mapeamento Automatizado e Gerenciamento de Facilidades;
- Mapeamento Assistido por Computador;
- Cartografia Assistida por Computador;
- Traçado (*drafting*) Assistido por Computador;
- Sistemas de Informações sobre a Terra (*land*);
- Cadastro Multifinalitário.

Dada essa multidisciplinaridade, é natural que não exista um consenso sobre uma definição única que conceitualize um SIG. Em Sá (1993), são apresentadas três definições que congregam as muitas existentes:

Segundo BURROUGH (1986), o SIG é um sistema que codifica, armazena e recupera dados da superfície terrestre, representando assim, o modelo real da Terra.

De acordo com RODRIGUES (1990), o SIG é um sistema automatizado capaz de armazenar dados de diversas fontes, manipular, analisar, gerar informações e apresentar resultados em formato que possa ser entendido pelos usuários.

A *National Science Foundation* definiu o SIG como sendo um sistema computadorizado de gerência de dados, que se destina à aquisição, armazenamento, recuperação, manipulação, análise e exibição de dados espaciais, VARELLA (1992).

3.6.3 Componentes de um SIG

Uma das principais características de um SIG é sua capacidade de manipular dados gráficos (cartográficos) e não gráficos (descritivos) de forma integrada, provendo uma ferramenta consistente para análise e consulta. Portanto, é possível ter acesso às informações descritivas de um fenômeno geográfico a partir de sua localização e vice-versa.

Um SIG é constituído de *hardware*, *software*, dados e pessoas, conforme mostra o esquema da Figura 20:

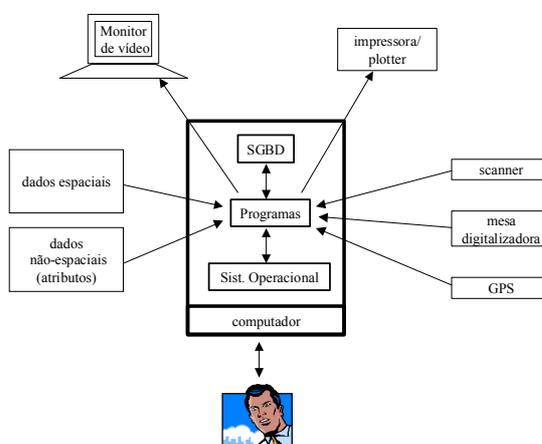


Figura 20: Elementos de um SIG

Fonte: adaptado de Forster (2000)

Cada um desses elementos será apresentado, nos tópicos a seguir.

3.6.3.1 Hardware

Basicamente o *hardware* é constituído por:

- uma unidade de processamento: muitas vezes sinónimo de computador;
- dispositivos de armazenamento internos ou externos: HD, CD, DVD, fitas DAT;
- dispositivos para a aquisição de dados espaciais: nesta categoria tem-se os scanners e as mesas digitalizadoras que obtêm os dados a partir de material impresso e o GPS, que obtêm os dados diretamente no campo;
- dispositivos para exibição de dados e resultados: nesta categoria tem-se os monitores de vídeo, impressoras e *plotters* (para grandes impressões).

3.6.3.2 Software

O *software* é constituído pelos programas que permitem ao usuário transformar dados em informações. Geralmente possui vários módulos que são responsáveis pelas diversas tarefas que um SIG deve executar: armazenamento de dados (SGBD), apresentação de resultados, análise de dados e interfaceamento com outras aplicações ou sistemas remotos. SIG's voltados para determinadas áreas, possuem módulos específicos, que podem ou não ser acionados sem que isso cause prejuízo ao desempenho do sistema. Na área de transportes (SIG-T), um módulo desse teria rotinas para roteirização, caminhos mínimos, fluxo em redes, dentre outras.

3.6.3.3 Dados espaciais

Os dados espaciais ou objetos espaciais são um dos fundamentos de um SIG. Compreendem os elementos que podem ser georeferenciados. Elementos georeferenciados, ou referenciados geograficamente, são aqueles que descrevem fenômenos geográficos cuja localização está associada a uma posição sobre/sob a superfície terrestre, num determinado sistema de coordenadas.

Esses dados podem ou não ser observáveis no mundo real. No primeiro caso tem-se como exemplos os rios, estradas, edifícios, já no segundo caso tem-se os

limites de um município ou reserva biológica, curvas de nível e áreas de influência dentre outros.

Os dados espaciais são divididos em duas categorias, cada uma com suas vantagens e desvantagens, conforme a área onde são utilizados. O uso ou a escolha de uma delas determina o modo como eles são obtidos, como são integrados dentro do SIG e como as análises sobre os mesmos são efetuadas.

3.6.3.3.1 Dados Vetoriais

O uso de dados espaciais no formato vetorial parte do princípio que qualquer desses dados pode ser representado por uma figura geométrica, que neste caso seria um ponto, uma linha ou uma área (polígono).

A partir do exemplo mostrado na Figura 21, observa-se que um ponto é representado por um par de coordenadas (latitude, longitude, por exemplo), uma linha é a união de dois ou mais pontos através de segmentos de reta e uma área é um conjunto de linhas conectadas de modo a delimitar uma região.

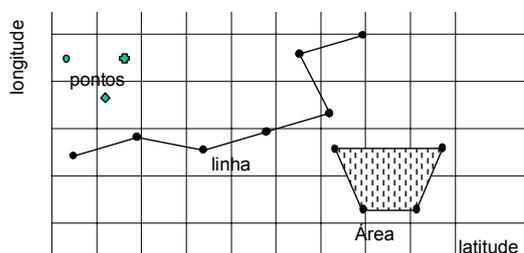


Figura 21: Exemplos de dados espaciais tipo vetor

Essa forma apresenta como vantagens um baixo volume de dados armazenados, melhor precisão pela elevada resolução e mais facilidades no tratamento de análises da área de transporte e logística. Além disso, cada tipo de figura permite associar a ela, atributos específicos. Por exemplo, um ponto pode ser representado por uma estrela, um círculo, um quadrado, de um tamanho N (independente da escala). Já uma linha pode ser tracejada, pontilhada, fina, grossa e uma área pode ser preenchida com motivos ou cores diversas.

3.6.3.3.2 Dados Raster (matriciais)

Conforme Câmara Neto (2004):

Nesta representação, o espaço é representado como uma matriz $P(m, n)$, composto de m colunas e n linhas, onde cada célula possui um número de linha, um número de coluna e um valor correspondente ao atributo estudado e, cada célula é individualmente acessada pelas suas coordenadas. A representação matricial supõe que o espaço pode ser tratado como uma superfície plana, onde cada célula está associada a uma porção do terreno. A resolução do sistema é dada pela relação entre o tamanho da célula no mapa ou documento e a área por ela coberta no terreno.

Seu uso é mais comum nas áreas de estudos ambientais e agronegócios, onde muito freqüentemente encontramos a necessidade de sobrepor mapas.

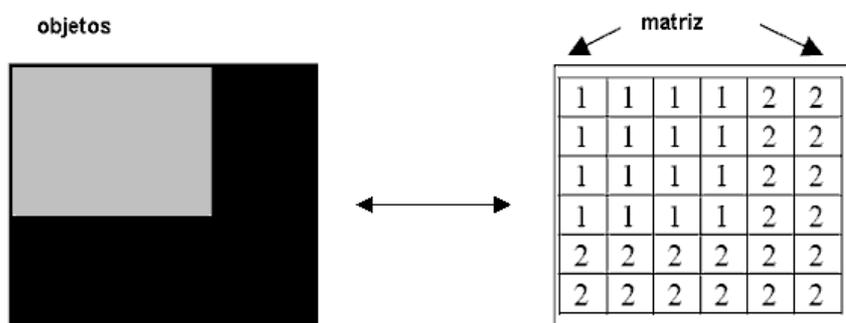


Figura 22: Modelo *Raster* (representação)

Fonte: adaptado de PUBLIC HEALTH GIS UNIT.

Na Figura 22, um objeto quadrado e com duas cores, teria sua representação conforme a matriz apresentada, onde cada célula representa uma parte do objeto e cada número uma cor associada.

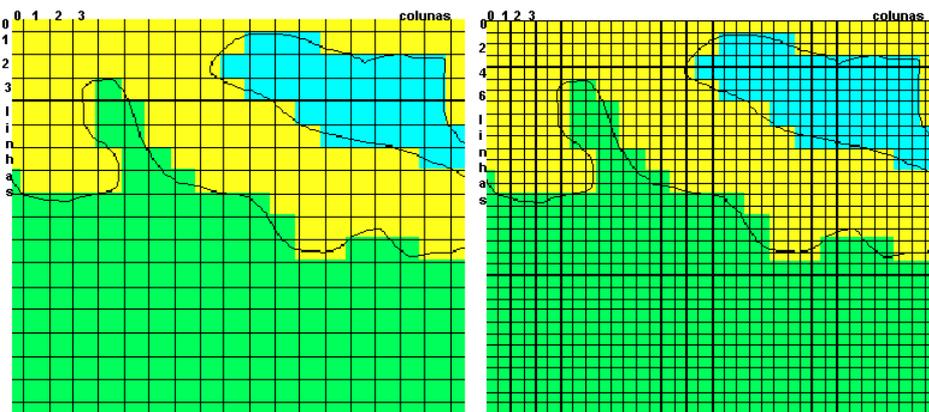


Figura 23: Diferentes representações de um mapa

O uso de dados matriciais implica muitas vezes numa escolha entre quantidade armazenada e precisão. Na Figura 23, o mapa da esquerda ocupa cerca de 25% do espaço de armazenagem do mapa da direita, porém ele é proporcionalmente, na forma inversa, menos preciso.

3.6.3.4 Dados não-espaciais (atributos)

Os dados não-espaciais são conhecidos como atributos pois são eles que caracterizam os objetos espaciais. No caso de uma rodovia, por exemplo, seriam atributos, o número de faixas, o tipo de pavimento, o fluxo de veículos, o valor do pedágio. Num hospital seria o número de ambulâncias, o número de leitos.

A quantidade de atributos e o tipo dos mesmos (valor numérico, valor alfanumérico, imagem, som, etc...) varia conforme as necessidades dos usuários do SIG. Essa multiplicidade faz com que esses dados sejam a grande maioria armazenada na estrutura de banco de dados de um SIG.

A maior parte das análises feitas em um SIG, é feita usando os dados não-espaciais. Por isso, o ponto chave da questão é a necessidade desses dados manterem um vínculo forte com os objetos espaciais aos quais se relacionam. Esse vínculo pode ser feito através das coordenadas georeferenciadas ou de algum outro atributo comum aos dois tipos de dados (um número identificador, por exemplo).

3.6.3.5 - Pessoas (Peopleware)

As pessoas que trabalham com SIG podem ser classificadas, segundo Burrough (1986), conforme o seu grau de envolvimento com o mesmo. Ele apresenta 4 (quatro) grupos distintos:

- suporte básico: são as pessoas responsáveis pela alimentação e integridade dos bancos de dados (espaciais e não-espaciais) e pela operação do sistema. Nessa categoria se enquadrariam os digitadores, operadores, digitalizadores, analistas de suporte e sistemas, etc;
- científico: é a equipe de pesquisa, considerada como a classe de contato com os demais segmentos e os usuários. Suas especialidades variam com o tipo de aplicação ao qual o SIG se destina;
- técnico: são as pessoas encarregadas em traduzir as especificações do corpo científico e dos usuários para o âmbito do SIG. Nessa categoria se enquadrariam programadores, analistas de rede, analistas de sistemas, administradores de banco de dados, etc;
- gerencial: são as pessoas que mantêm o sistema funcionando, administrando os recursos e os conflitos entre as partes envolvidas.

A partir dessa descrição, fica claro a multidisciplinaridade da equipe que trabalha com um SIG.

Considerando que todo sistema varia ao longo do tempo, é responsabilidade dessa equipe fazer sempre uma reflexão crítica dos rumos que o SIG deve tomar a fim de atender as expectativas dos seus usuários.

3.6.4 O que um SIG pode fazer

Um SIG é muito mais do que um gerador de mapas. A forma como integra numa só ferramenta dados espaciais e seus atributos permite análises que antes de sua existência eram inviáveis devido a fatores como altos custos, grandes volumes de dados e tempo necessário para elaboração de relatórios e mapas.

Existem algumas funções que são comuns a todos os SIG's ou senão a grande maioria deles (SÁRKÖZY, 1999):

- localização: apontar um objeto espacial em particular, com seus atributos;
- geração de mapas temáticos;
- geração de mapas através da sobreposição de camadas ou mapas;

- importação, exportação e conversão de dados espaciais nos mais diversos tipos de coordenadas e formatos;
- estatísticas espaciais tais como distâncias, áreas, perímetros;
- rede: caminhos mínimos, roteirização, tempos de viagem;
- simulação de cenários;
- consulta: obter respostas à consulta tanto sobre os dados espaciais quanto seus atributos.

Várias áreas se utilizam dessas funções em seus estudos. A lista que se segue é apenas um exemplo daquelas que mais se destacam, conforme Lisboa Filho (1995):

- infra-estrutura pública: redes de água, luz, esgoto, telefone, viária, ferroviária, rede hospitalar, rede de ensino;
- transportes e logística: roteirização de veículos, cartas náuticas e aéreas, monitoramento de veículos, distribuição de produtos, transporte de matéria-prima, localização de facilidades;
- planejamento de serviços públicos: cadastramento territorial urbano e rural, serviços de atendimentos emergenciais, facilidades turísticas (museus, bares, restaurantes, etc), limpeza urbana, controle epidemiológico, mapeamento eleitoral;
- agro-negócio: planejamento agropecuário, estocagem e escoamento da produção agrícola, classificação de solos, gerenciamento de bacias hidrográficas, levantamento topográfico e planimétrico, mapeamento do uso da terra;
- gestão ambiental: controle de queimadas, estudos climáticos, controle de emissão de poluentes, gerenciamento florestal, áreas de risco, reservas e parques, extrativismo vegetal e mineral.

3.6.5 Geocodificação (*Geocoding*)

No dia a dia, a referência a um objeto espacial geralmente se dá através de um nome e um endereço. São exemplos: Palácio Cruz e Souza, Praça XV de Novembro, nº 1 (antiga sede do governo estadual catarinense) ou esquina da rua Trajano com Tenente Silveira (local de um acidente de trânsito). Se essas referências forem transformadas em coordenadas geográficas, os objetos aos quais elas se referem poderão ser utilizados por um SIG.

O processo de atribuir coordenadas geográficas partindo de uma referência alfanumérica é chamado de geocodificação (*geocoding*).

Diversas pesquisas estão sendo desenvolvidas nessa área, como destaca Souza (2004). Uma das áreas que mais pode se beneficiar com ferramentas rápidas e eficazes de geocodificação é o atendimento móvel de urgência, onde a localização imediata e precisa do paciente/vítima pode fazer a diferença entre ele sobreviver ou não.

3.6.6 SIG em Transportes

Um sistema de informações geográficas em transportes (SIG-T) é aquele que se destina à análise dos sistemas de transporte e logística. Das aplicações de um SIG, essa é a que apresenta maior desenvolvimento. O que seria de se esperar dada à relevância do setor nas economias modernas.

As análises realizadas pelo SIG-T envolvem uma rede de transporte em uma determinada área. Porém, a transformação dessa rede real para sua representação equivalente na forma de um grafo, não é tarefa fácil. A visão da rede pode variar com o tipo de usuário (malha viária municipal, estadual ou federal), com a escala utilizada (só as principais vias). A representação de intersecções, relações intermodais e movimentos ao longo do tempo (rastreamento) também são fatores bastante complexos.

As aplicações de um SIG-T podem ser divididas por áreas, conforme descrito nos tópicos a seguir.

3.6.6.1 Análise da rede

Resolve problemas de redes de transporte tais como:

- caminhos mínimos: caminhos mais curtos, rápidos ou de menor custo entre dois ou mais pontos;
- problema do caixeiro viajante: como visitar pontos de uma rede de modo mais eficiente;
- particionamento: como dividir uma rede em sub-redes obedecendo a um determinado critério.

A Figura 25 apresenta, um exemplo de estatísticas sobre uma linha de ônibus urbano, na cidade de New York, EUA.

3.6.6.3 Planejamento e modelos de geração de viagens

Utilizado para prever as mudanças dos padrões de deslocamentos (viagens) e conseqüentemente, da utilização do sistema de transportes, ocasionadas pela inclusão de novos elementos (uma auto-estrada, por exemplo), mudanças nas atividades econômicas ou variação populacional (TRANSCAD, 2004). Tem-se:

- modelo de geração de viagens que são originadas ou atraídas para os pontos em análise;
- modelo de equilíbrio de viagens: busca a igualdade entre oferta e demanda;
- modelos de distribuição das viagens: utilizados para prever os padrões de fluxo entre os pontos em análise;
- modelos de divisão modal: para análise e previsão das escolhas de viagens considerando diferentes modais de transporte;
- modelos de atribuição de fluxo em rede: atribuem fluxo aos elementos da rede, segundo determinados critérios, permitido análises como o de pontos de engarrafamento, por exemplo.

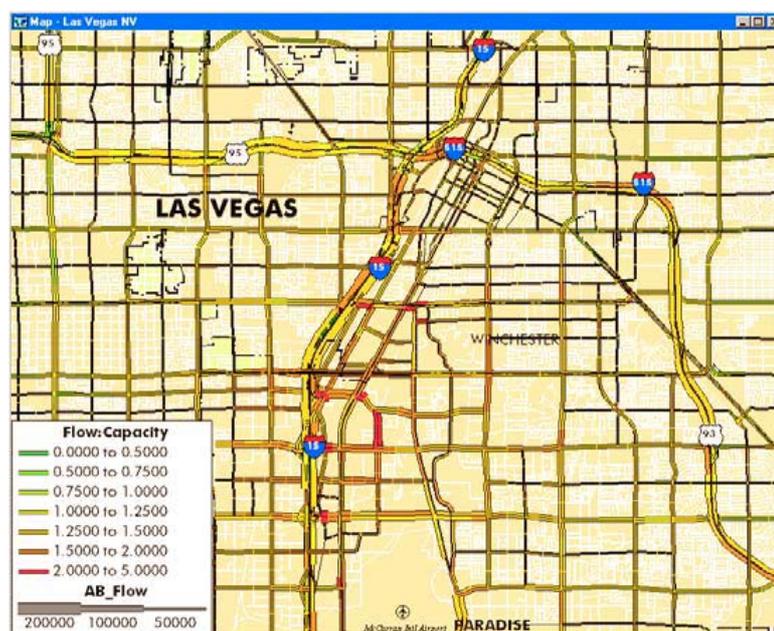


Figura 26: Exemplo de fluxo sobre uma rede

Fonte: TransCAD (2004)

A Figura 26, mostra a variação (mudança de cor) da capacidade de fluxo nas ruas da cidade de Las Vegas, EUA.

3.6.6.4 Logística e Roteirização de Veículos

Nessa categoria, tem-se as seguintes divisões (TRANSCAD, 2004):

- roteirização: roteiro de veículos, considerando vários depósitos (fontes), vários pontos de entrega, restrições de tempo nos pontos de entrega, restrição de capacidade dos veículos;
- cobertura de arcos: consiste em passar por todos os arcos da rede. São exemplos a roteirização da coleta de lixo, do carteiro;
- fluxo em rede e análise da distribuição: como levar de maneira eficiente de pontos de oferta para pontos de demanda. Aqui estão incluídos o clássico problema dos transportes, o problema do fluxo com mínimo custo e o problema de *matching*;
- localização de facilidades: determinar a melhor localização para uma facilidade (hospital, fábrica, depósito), com base em critérios como tempo de acesso, custo de deslocamento, área de cobertura.



Figura 27: Exemplo de roteirização, cobertura de arcos e fluxo em rede

Fonte: TransCAD (2004)

A Figura 27(a), mostra um exemplo de roteiros de entrega, a Figura 27(b) mostra em exemplo de cobertura de arcos (como recolhimento de lixo) e a Figura 27(c) mostra o cálculo de pontos ótimos para localização de pontos de distribuição.

3.7 Comentários

Neste capítulo pôde-se observar as principais características e potencialidades de tecnologias da informação que vão integrar o SADE proposto. Foram selecionadas pois permitem obter e processar dados, bem como trocar e apresentar informações de acordo com as necessidades operacionais e gerenciais do serviço de atendimento móvel de urgência, o qual será descrito no próximo capítulo.

4. SERVIÇO DE ATENDIMENTO MÓVEL DE URGÊNCIA

4.1 Introdução

Neste capítulo são apresentados os conceitos básicos relativos ao serviço de atendimento móvel de urgência: os elementos constituintes, o mecanismo de funcionamento, as normas e leis que o regem, a prática no Brasil e no exterior e, finalizando, como as novas tecnologias estão ou podem melhorar esse serviço.

4.2 Definições

Para avançar no tema proposto, é prioritário que se defina o que é emergência e o que é urgência, no escopo deste trabalho. Os Conselhos Regionais de Medicina (SP, SC, ...) e o Conselho Federal de Medicina apresentam conceitos diferentes, mas que na sua essência destacam que a diferença existente é fruto do ato médico. O CREMESC (Schlemper Junior, 2000), adota os seguintes conceitos, retirados da Resolução N° 1.451/95, do CFM:

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

Segundo Ferreira (1999), nos países de língua inglesa a palavra utilizada é emergência, enquanto para os franceses é urgência. Já na língua portuguesa, o senso comum, indicado pelos dicionários, mostra que as duas palavras são sinônimas. Sendo esta, também, a linha adotada por este trabalho.

Cabe ainda salientar que a urgência/emergência deve ser entendida não somente como a constatação médica, mas também a percepção do paciente da necessidade de atendimento em face de risco de vida ou intenso sofrimento.

O próximo passo é definir as causas que levam a uma situação de emergência. Elas podem ser divididas em três grupos, conforme descrição a seguir:

- trauma: ocasionado por acidentes de trânsito, quedas, choques, etc;
- médica: como um ataque cardíaco, uma hemorragia, um choque anafilático, etc;

- psiquiátrica: situação onde o indivíduo apresenta comportamento que põe sua vida ou a de outros em risco.

Finalizando esta parte, tem-se que o atendimento móvel de urgência, pode ser definido como aquele atendimento feito em campo (ruas, locais, públicos, na casa das pessoas, etc...), por pessoas especializadas (médicos, técnicos socorristas, dentre outras), em pessoas em situação de emergência. Esse atendimento, pode atender a uma das seguintes estratégias (EMERGENCY MEDICAL SERVICE):

- *scoop and run*: adotada principalmente nos EUA, parte do princípio de que o paciente deve chegar no hospital o mais rápido possível, para aumentar suas chances de sobrevivência. Os cuidados tomados em campo são mínimos e o transporte ocorre o mais rápido possível;
- *stay and play*: adotada na França, principalmente após observar que muitos pacientes morriam durante o transporte. Nesse caso, o máximo de cuidados é administrado ao paciente, tendo em vista que a prioridade aqui é a estabilização do seu quadro clínico. Feito isso, então a remoção é efetuada;
- *play and run*: é a mais atual, nela o tempo que não pode ser reduzido (retirar a vítima do veículo, por exemplo) é usado para cuidados médicos. Esses cuidados são os mínimos necessários para que os riscos com transporte também sejam minimizados.

4.3 Dinâmica

A Figura 28, apresenta de maneira esquemática, um diagrama de como se processa um caso de atendimento móvel de emergência.

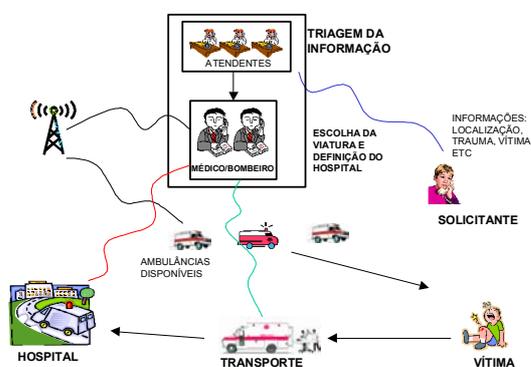


Figura 28: Atendimento móvel de urgência

Fonte: adaptado de Stasiu (2002)

O processo está dividido nas seguintes etapas (STASIU, 2002):

1. Ocorre um trauma;
2. O trauma é detectado por alguém que faz uma ligação para uma central, solicitando ajuda;
3. A ligação é recebida numa central de triagem e informações sobre o tipo de trauma, localização e condições da vítima são solicitadas. Nessa fase procura-se detectar possíveis trotes;
4. A ligação é transferida para o médico regulador ou equivalente, que analisa a gravidade da situação e decide pela necessidade ou não do envio de uma ambulância. Em caso positivo, determina-se o tipo de veículo a ser enviado, verifica-se onde estão disponíveis os que são daquele tipo e o mais próximo é despachado para o local da ocorrência;
5. chegando no local, o socorrista verifica o estado da vítima, relata a central e ministra os cuidados, se necessário;
6. Caso seja necessário remover a vítima para um hospital, a central é contatada e busca o hospital mais próximo que esteja apto (do ponto de vista técnico e com relação a existência de vaga) a recebê-la;
7. A vítima é transportada para o hospital onde receberá o atendimento adequado ou então é liberada.

No caso analisado por Stasiu (2002), foram detectados vários problemas. Muitos deles podem ser extrapolados para outros locais do Brasil ou mesmo no exterior. Destacam-se:

- dificuldade de determinação do local de ocorrência: onde se localiza o telefone (se fixo), pontos de referência;
- dificuldade de localização das ambulâncias, principalmente as "em trânsito", e na forma de auxiliar os motoristas a escolher o melhor trajeto até a vítima e dela para o hospital;
- falta de informações sobre os hospitais da rede: disponibilidade de máquinas e equipamentos, corpo clínico;
- a informação biométrica (pressão, frequência respiratória, etc...) não trafega em tempo real nem para a central de regulação e nem para o hospital;
- informações importantes para estudos epidemiológicos não estão sendo armazenadas ou se estão, isso acontece de forma inadequada.

A solução para esses problemas passa pela compreensão dos elementos constituintes do diagrama apresentado, bem como da troca de informações entre eles.

4.3.1 Tempos

Muitos dos indicadores de desempenho de um sistema onde o deslocamento (transporte) tem papel preponderante, são baseados em medições de tempo. No atendimento móvel de urgência isso não podia ser diferente.

Porém, segundo Moeller (2004) e MacFarlane (2003), a despeito da precisão infinitesimal dos aparelhos de medição, a determinação dos tempos decorridos numa ação de atendimento é motivo de dúvidas e controvérsias, dificultando a comparação entre entidades diferentes. Observa-se também, que as "imprecisões" em muitos casos são executadas de forma consciente, de forma a melhorar os indicadores.

A Figura 29, baseada no modelo Utstein (Dick, 1999), mostra como o tempo é percebido pelos agentes envolvidos no atendimento.

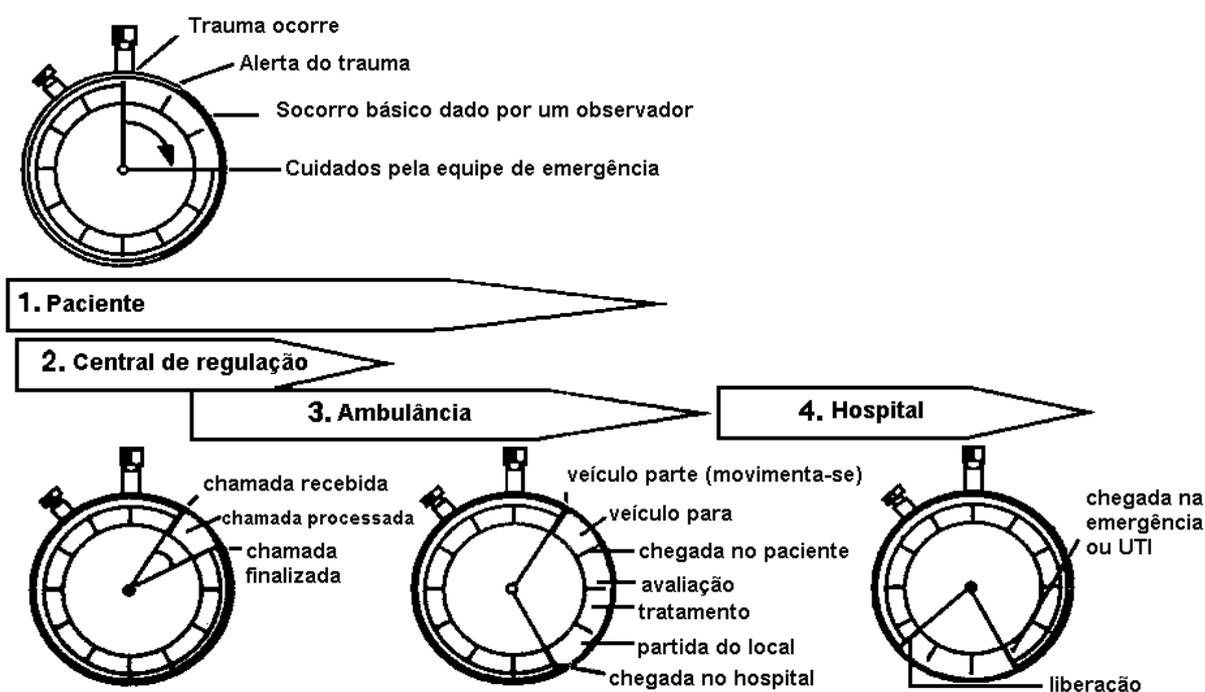


Figura 29: Tempos percebidos no SAMU

Fonte: traduzido de Dick (1999)

Como pôde ser observado, o tempo total decorrido para cada agente varia, bem como existem vários eventos intermediários que podem ser mensurados.

O Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), através da Portaria n.º 1864/GM, de 29 de setembro de 2003, define indicadores de desempenho, dentre os quais os seguintes são baseados no tempo:

1. tempo médio de resposta entre a chamada telefônica e a chegada da equipe no local da ocorrência;
2. tempo médio decorrido no local da ocorrência;
3. tempo médio de transporte até a unidade de referência (hospitais);
4. tempo médio de resposta total (entre a solicitação telefônica de atendimento e a entrada do paciente no serviço hospitalar de referência).

Conforme o que foi mostrado na figura 29, pode-se concluir que os tempos descritos na portaria podem dar margem a dúvidas do tipo:

1. onde se inicia a chamada telefônica, no atendimento ou no despacho da ambulância ?
2. o tempo médio no local deve considerar o tempo de espera para se chegar na vítima (vítima presa em ferragens ou soterrada, por exemplo) ?
3. o tempo total deve considerar a hora de chegada no hospital ou a hora da efetiva liberação da ambulância (a ser discutido mais adiante) ?

Essas questões deverão se tornar mais evidentes a partir do momento que o sistema de atendimento móvel de urgência (SAMU) esteja implantado em vários estados e os indicadores regionais passem a ser confrontados.

Apesar de poder parecer óbvio, afinal o que toda vítima quer é que o atendimento de urgência chegue o mais rápido possível, qual é a real importância do tempo de atendimento ?

A literatura tem registrado vários estudos que procuram confirmar ou rejeitar a tese de que o tempo de resposta influencia a sobrevivência do paciente. Apesar de algumas controvérsias (PONS, 2002), a maioria dos trabalhos tem apresentado casos que confirmam a tese. Um conceito muito conhecido é a da hora de ouro (*golden hour*). Ele foi criado pelo Dr. R. Adams Cowley, do *Maryland Institute for Emergency Medical Services*, para representar a primeira hora decorrida após o trauma. Ele acreditava, e as pesquisas confirmam, que se a vítima fosse atendida dentro deste intervalo de tempo, suas chances de sobrevivência aumentariam consideravelmente (ELLIOT, 2000).

Finalizando, definir com precisão início e fim dos eventos, medir os tempos e disponibilizar essas informações, é de suma importância para que se possa avaliar a eficiência e a eficácia dos sistemas de atendimento móvel de urgência.

4.3.2 Triagem

Toda triagem compreende um processo de seleção ou filtragem. Neste trabalho, a triagem compreende somente aquela executada pelos membros da central de regulação médica ou equivalente. Na triagem, segundo Stasiu (2002), as seguintes tarefas são executadas:

1. Descarte de chamadas falsas (trotes) ou que não caracterizam situação de emergência;
2. Coleta de dados da vítima: localização, identificação, trauma, etc;
3. Determinação do recurso que deve ser utilizado no atendimento: envio de viatura, encaminhamento a um hospital, etc...;
4. Em caso de necessidade, encaminhamento da vítima a unidade hospitalar adequada.

Dependendo do modelo de atendimento, o processo de triagem pode ser executado por uma só pessoa, como no caso americano que tem a figura do *dispatcher*, ou duas pessoas, como no caso do SAMU brasileiro, onde se tem um telefonista auxiliar de regulação e um médico regulador.

Para executar as tarefas de coleta de dados e seleção de recursos a enviar, Clawson (1994) afirma que existem atualmente duas filosofias que vêm se destacando: usar protocolos ou usar guias (*guidelines*).

Os protocolos são normas e regras detalhadas que devem ser seguidas, executando uma espécie de algoritmo de perguntas e que levará a determinação da resposta mais adequada ao problema.

As guias, por sua vez, são linhas gerais de ação, sem a rigidez dos protocolos. Seus defensores, dizem que o importante neste caso é ouvir e não interrogar.

Independentemente da filosofia adotada, dois fatos devem ficar claros para quem analisa o sistema de atendimento. O primeiro é a necessidade periódica de se reavaliar as decisões tomadas, para verificar se as ações tomadas e os recursos disponibilizados foram compatíveis com a gravidade da urgência, possibilitando assim a otimização dos recursos disponíveis. Por isso, a importância de se manter

registros (dados e gravações) dos atendimentos realizados. O segundo surge com o uma consequência do primeiro, a necessidade de treinamento das pessoas envolvidas e reavaliação dos procedimentos de tomada de decisão.

4.3.3 Regulação Médica

Com base na Resolução CFM N° 1.529/98 e da Portaria MS N° 824/99, o CREMESC (Schlemper Junior, 2000) define a regulação médica como "o elemento ordenador e orientador da atenção pré-hospitalar, faz o enlace com o nível hospitalar e abarca duas dimensões de competência: a decisão técnica em torno aos pedidos de socorro e a decisão gestora dos meios disponíveis."

A portaria GM n.º 2.048, de 5 de novembro de 2002, define assim essas competências:

- Técnica: sintetiza a capacidade do médico regulador de "julgar", discernindo o grau presumido de urgência e prioridade de cada caso, segundo as informações disponíveis, fazendo ainda o enlace entre os diversos níveis assistenciais do sistema, visando a dar a melhor resposta possível para as necessidades dos pacientes.
- Gestora: ao médico regulador compete tomar a decisão gestora sobre os meios disponíveis, devendo possuir delegação direta dos gestores municipais e estaduais para acionar tais meios, de acordo com seu julgamento.

Esta mesma portaria define as pessoas que trabalham neste sistema, dividindo-as em dois grupos: oriundos da área da saúde (médico, enfermeiro e técnico em emergências) e não dessa área (socorrista, condutor, radio-operador e telefonista auxiliar de regulação).

Outra definição de central de regulação pode ser vista em Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa, 2002:

A central de regulação é composta por unidades de trabalho, desempenhando o papel de receber e direcionar a demanda por serviços, a partir do conhecimento da capacidade de produção instalada, como também identificar os déficits e as falhas do sistema. A central de regulação deverá dispor em tempo real de informações das condições oferta, haja vista, que a informação atualizada é um instrumento fundamental no processo de regulação. É uma atividade permanente e dinâmica para possibilitar a tomada de decisões de forma consistente, eficaz e eficiente.

Brasil (2002), apresenta o seguinte conceito:

A regulação médica classifica a prioridade das urgências uma em relação às outras e gera o acesso aos recursos disponíveis dos Serviços de Urgência e de Cuidados Intensivos da rede hospitalar de uma maneira eficiente e eqüitável. A regulação é um neologismo criado por uma nova função e um novo conceito relacionado à gestão do fluxo entre oferta de cuidados e a procura, ambas realizadas por um médico regulador.

O que se pode observar de mais importante nas definições apresentadas é que a central de regulação médica é, ao mesmo tempo, grande consumidora e grande geradora de informações. Pois, só assim é possível tomar as decisões que lhe competem. Conclui-se também que, somente fortes investimentos em tecnologia da informação, podem garantir a gestão adequada do enorme volume e diversidade de fluxos de informações existentes.

4.3.4 Ambulâncias

No atendimento móvel de urgência, as ambulâncias desempenham um papel crucial, pois são elas que transportam o pessoal e o material para socorro, bem como as vítimas ao hospital, se necessário.

Segundo o CREMESC (Schlemper Junior, 2000), ambulância é todo veículo (aéreo, terrestre ou aquático) que se destina exclusivamente ao transporte de enfermos e é classificada nos seguintes tipos:

- *TIPO A* – Ambulância de Transporte: veículo destinado ao transporte de pacientes que não apresentam risco de vida, para remoções simples e de caráter eletivo;

- *TIPO B* – Ambulância de Suporte Básico: veículo destinado ao transporte inter-hospitalar de pacientes com risco de vida conhecido e ao atendimento pré-hospitalar de pacientes com risco de vida desconhecido, não classificado com potencial de necessitar de intervenção médica no local e/ou durante transporte até o serviço de destino;
- *TIPO C* – Ambulância de Resgate: veículo de atendimento de urgências pré-hospitalares de pacientes vítimas de acidentes ou pacientes em locais de difícil acesso, com equipamentos de salvamento (terrestre, aquático e em alturas);
- *TIPO D* – Ambulância de Suporte Avançado: veículo destinado ao atendimento e transporte de pacientes de alto risco em emergências pré-hospitalares e/ou de transporte inter-hospitalar que necessitam de cuidados médicos intensivos. Deve contar com os equipamentos médicos necessários para esta função;
- *TIPO E* – Aeronave de Transporte Médico: aeronave de asa fixa ou rotativa utilizada para transporte inter-hospitalar de pacientes e aeronave de asa rotativa para ações de resgate, dotada de equipamentos médicos homologados pelo Departamento de Aviação Civil – DAC;
- *TIPO F* – Embarcação de Transporte Médico: veículo motorizado aquático, destinado ao transporte por via marítima ou fluvial. Deve possuir os equipamentos médicos necessários ao atendimento de pacientes conforme sua gravidade.

Para o atendimento de uma urgência, existem duas questões relativas as ambulâncias: qual ambulância deve atender a ocorrência e qual o caminho/trajeto a ser percorrido para que isso ocorra.

Em relação à primeira questão, duas variáveis devem ser levadas em consideração: o tipo da ambulância e o posicionamento dela. A gravidade da ocorrência, aliada a sua localização determina o tipo. Por exemplo, uma colisão que cause um enorme congestionamento talvez precise de uma viatura aérea e uma ocorrência onde um das vítimas teve uma parada cardíaca precisa de uma viatura de suporte avançado de vida. Determinado o tipo, seria de se supor que a viatura, daquele tipo e mais próxima, fosse enviada para o atendimento. Porém, essa escolha depende muito da forma como o sistema está projetado para funcionar, fato que é discutido no tópico 4.4.

A segunda questão é uma consequência da primeira, ou seja, escolhida a ambulância, qual o trajeto mais rápido para se chegar até a vítima (a mesma coisa

acontece no deslocamento para o hospital). A partir de dados viários disponibilizados (vias, entroncamentos, tempos de viagem), a aplicação de um algoritmo de caminho mínimo como Floyd ou Dijkstra, por exemplo, rapidamente fornece o roteiro a ser percorrido. Nas pesquisas de campo, foi observado que o trajeto percorrido depende do conhecimento do motorista da viatura e do pessoal da central de regulação, sobre a estrutura viária.

4.3.5 Hospitais

Os hospitais ou unidades de pronto-socorro são o destino final das vítimas atendidas pelo SAMU e que necessitam de atendimento mais prolongado e especializado do que aquele fornecido pela equipe de campo. Em relação a eles, dois pontos são de fundamental importância no que tange as decisões que devem ser tomadas pela equipe de regulação, quando do envio de vítimas.

O primeiro ponto é a capacidade técnica do hospital em atender a ocorrência que se apresenta. Ou seja, deve haver uma compatibilidade entre os recursos disponíveis na unidade e as necessidades decorrentes do quadro clínico da vítima. Por exemplo, uma vítima de trauma, com suspeita de fratura, não pode ser encaminhada para um hospital onde não haja um aparelho de radiografia ou similar.

Desse fato, decorre a necessidade de que cada unidade hospitalar que atue junto ao SAMU, continuamente disponibilize para os agentes reguladores, a sua real capacidade técnica. A legislação brasileira (Brasil, 2004) classifica os hospitais, conforme sua capacidade técnica, limitando assim o leque de escolhas a poucas categorias. Porém, na prática, isso não elimina a troca de informações pois sempre pode haver problemas com equipamentos ou com o corpo clínico.

O segundo ponto é a capacidade física do hospital, ou seja, a existência ou não de vaga/leito disponível para receber a vítima. Mais uma vez, a troca de informações é o elemento central, pois evita que se encaminhe alguém para onde não existam vagas. Uma ressalva importante deve aqui ser feita, devido ao conceito de "vaga zero", determinado na legislação brasileira (Brasil, 2004):

decidir os destinos hospitalares não aceitando a inexistência de leitos vagos como argumento para não direcionar os pacientes para a melhor hierarquia disponível em termos de serviços de atenção de urgências, ou seja, garantir o atendimento nas urgências, mesmo nas situações em que inexistam leitos

vagos para a internação de pacientes (a chamada “vaga zero” para internação).

Como visto, no caso brasileiro, nenhum hospital pode se recusar a aceitar uma vítima sob a alegação de falta de vagas. Na prática, isso implica, muitas vezes, na permanência de equipamentos da viaturas (a maca, principalmente) na unidade hospitalar.

4.4 Transporte e logística no atendimento móvel de urgência

Do ponto de vista do transporte e da logística, vários são os temas, tanto a nível operacional quanto estratégico e tático, que devem ser considerados a fim de prover um serviço de atendimento eficiente e eficaz. Goldberg (2004) afirma que as decisões mais importantes nessa área seriam:

- a localização de bases fixas e localização dinâmica de ambulâncias;
- seleção e despacho de veículos;
- quantidade de veículos, por tipo;
- como e onde redirecionar recursos.

Ainda, segundo Goldberg (2004), a grande maioria dos modelos de Pesquisa Operacional que tratam do assunto, usa o tempo de resposta como o objetivo principal, fazendo as seguintes considerações:

- existe um tempo T , que é aquele que deve levar um veículo para chegar ao local do atendimento para que o serviço seja bem-sucedido. Esse tempo pode variar conforme a gravidade da chamada, sendo que maior gravidade reflete em menor tempo e vice-versa.
- a área analisada é particionada em zonas e nelas os dados são agregados. O tempo de viagem é sempre relativo ao ponto central da zona.

A função objetivo desses modelos, segundo esse mesmo autor, pode ter o seguinte comportamento:

- minimizar o tempo total ou médio para atender todas as chamadas;
- minimizar o tempo máximo de viagem para qualquer atendimento;
- maximizar a área atendida, num tempo T;
- maximizar as chamadas atendidas, ou seja o atender o maior número chamadas dentro de um tempo T.

4.4.1 Modelos de alocação

Brotcorne (2003) produziu um trabalho onde revisa os principais trabalhos que surgiram nas últimas décadas, no que se refere à localização e realocação de ambulâncias. Nele, os modelos são divididos em estáticos (planejamento), dinâmicos (operação) e probabilísticos (planejamento e operação). Os Quadros 1 e 2 apresentam um breve resumo desses modelos.

Em relação à localização das bases das ambulâncias, existem outros critérios, além do tempo, para se posicioná-las de modo que o serviço oferecido atenda aos padrões esperados de nível de serviço. Dentre eles temos (PELEG, 2004; ESTOCHEN, 1998; GOLDBERG, 2004; BROTCORNE, 2003):

- raio de abrangência ou seja, determina-se um raio que produz uma área de cobertura;
- minimização do custo do investimento;
- maximização da equidade do atendimento, ou seja, todos os locais considerados apresentam o mesmo nível de serviço;
- posicionamento próximo aos pontos de maior demanda ou mesmo não estabelecer pontos fixos, realocando as ambulâncias conforme a necessidade;
- formas empíricas por assim dizer, como posicionar as ambulâncias junto às unidades da polícia (militar, rodoviária federal), hospitais ou as centrais de regulação.

Quadro 1: Modelos dinâmicos e estáticos para alocação de ambulâncias

referência	modelo	objetivo	restrições de atendimento	restrições de local	ambulâncias
ReVelle and coworkers (1971)	LSCM	Minimizar o número de ambulâncias	atender cada ponto de demanda pelo menos uma vez	pelo menos uma ambulância por local	um tipo, número ilimitado
Church and ReVelle (1974)	MCLP	Maximizar a demanda atendida	nenhuma	pelo menos uma ambulância por local	um tipo, número fornecido
Schilling et al.(1979)	TEAM	Maximizar a demanda atendida	nenhuma	pelo menos uma ambulância de cada tipo por local. Tipo A só pode ser alocado se B é alocada	dois tipos, número fornecido
Schilling et al (1979)	FLEET	Maximizar a demanda atendida	nenhuma	pelo menos uma ambulância por local. Somente p locais podem ser usados	dois tipos, número fornecido
Daskin and Stern (1981)	Modified MCLP	Maximizar a demanda atendida, e o número de pontos atendidos	atender cada ponto de demanda pelo menos uma vez	pelo menos uma ambulância por local	um tipo, número fornecido
Hogan and ReVelle (1986)	Modified MCLP (BACOP1 and BACOP2)	Maximizar a demanda atendida duas vezes ou uma e duas vezes	atender cada ponto de demanda pelo menos uma vez	pelo menos uma ambulância por local	um tipo, número fornecido
Gendreau et al. (1997)	DSM	Maximizar a demanda atendida	toda demanda atendida num tempo r1 e num tempo r2 num percentual de r1	limita o máximo de ambulância por local	um tipo, número fornecido
Gendreau et al. (2001)	DDSM [†]	maximizar dinamicamente a demanda atendida	toda demanda atendida num tempo r1 e num tempo r2 num percentual de r1	limita o máximo de ambulâncias por local	um tipo, número fornecido

Fonte: adaptado de Brotcorne (2003)

Quadro 2: Modelos probabilísticos para alocação de ambulâncias

referência	modelo	objetivo	restrições de atendimento	restrições de local	ambulâncias	período ocupado
Daskin (1983)	MEXCLP	maximizar o atendimento da demanda esperada	Nenhuma	Nenhuma	Um tipo. limite superior fornecido	o mesmo para cada ambulância. valor fornecido
ReVelle and Hogan (1989)	MALP I	maximizar o atendimento da demanda esperada com uma probabilidade de pelo menos α	Nenhuma	Nenhuma	Um tipo. Número fornecido	o mesmo para todos os locais
ReVelle and Hogan (1989)	MALP II	maximizar o atendimento da demanda esperada com uma probabilidade de pelo menos α	Nenhuma	Nenhuma	Um tipo. Número fornecido	varia de acordo com cada ponto de demanda
Batta et al.(1989)	Adjusted MEXCLP (AMEXCLP)	maximizar o atendimento da demanda esperada	Nenhuma	Nenhuma	Um tipo. Número fornecido	varia de acordo com cada ponto de demanda as ambulâncias não são independentes
Goldberg et al. (1990b)	Adjusted MEXCLP	maximizar o atendimento da demanda esperada, dentro de 8 minutos	Nenhuma	pelo menos uma por local	Um tipo. Número fornecido. Dois tipos de chamadas	o mesmo para cada ambulância. valor fornecido
Ball and Lin (1993)	Modified LSCM (Rel-P)	minimizar o somatório dos custos fixos das ambulâncias	uma parte de toda demanda atendida dentro de um tempo r_1	pelo menos p_j ambulâncias no local j	Um tipo. número ilimitado	limite superior calculado
Repede and Bernardo (1994)	Time dependent MEXCLP (TIMEXCLP)	maximizar o atendimento da demanda esperada	Nenhuma	Nenhuma	Um tipo. Número fornecido. velocidades variadas	o mesmo para cada ambulância. valor fornecido
Marianov and ReVelle (1994)	QPLSCP	maximizar o atendimento da demanda esperada com uma probabilidade de pelo menos α	Nenhuma	Nenhuma	Um tipo. limite inferior computado para cada ponto de demanda	varia de acordo com os pontos de demanda
Mandell (1998)	TTM	maximizar a demanda total esperada	Nenhuma	limites de cada tipo por local	Dois tipos. números fornecidos	calculado usando modelo de filas

Fonte: adaptado de Brotcorne (2003)

4.4.2 Seleção, despacho e roteirização de veículos

Cabe ao médico regulador ou equivalente, definir qual tipo de ambulância é o mais adequado para o atendimento solicitado. Uma avaliação subestimada pode levar ao uso de um veículo com recursos insuficientes. Já, uma avaliação superestimada poderá gerar uma falta de recursos num atendimento subsequente (BRASIL, 2004). Como visto, portanto, a escolha do tipo de ambulância constitui-se num ato médico, porém o despacho da mesma já se torna uma questão um pouco mais complexa.

Segundo Goldberg (2004), o envio da ambulância mais próxima (menor tempo) nem sempre é a decisão mais correta. Quando existirem outros veículos disponíveis com tempos de atendimentos muito próximos, o processo decisório também deveria levar em consideração a probabilidade de novas ocorrências e a área de coberturas das viaturas que restarão disponíveis.

Cunninghame-Greene (1988) apud Goldberg (2004) mostra que a escolha do veículo mais próximo somente é ótima quando o critério de operação do sistema é minimizar o tempo médio de resposta.

Para a determinação de qual veículo está mais próximo da ocorrência, três fatores devem ser conhecidos:

1. a localização da vítima (exatamente ou muito proximamente);
2. a localização da ambulância;
3. a rede viária, com seus tempos de viagem, que dependendo do grau de sofisticação do sistema montado, pode contemplar a variação que ocorre ao longo do dia (picos, entre-picos, madrugada), da semana e sazonalidades (BROTCORNE, 2003).

Com esses fatores e aplicando-se um algoritmo de determinação de caminhos mínimos, como Dijkstra ou Floyd, consegue-se apontar os veículos mais próximos (menor tempo), bem como apontar qual a rota que deve ser seguida por eles.

4.4.3 Disponibilidade de recursos

O número de ambulâncias e hospitais (pronto-socorros) necessários para atender uma região nem sempre obedece a critérios científicos, sendo produto muitas vezes da vontade política dos governantes e da necessidade imediata de suprir uma carência (SOUZA, 1996).

São recursos caros (construção de uma unidade, reposição e aquisição de viaturas), que demoram a ser disponibilizados e que não permitem que se tenha uma margem grande de ociosidade. Exigindo portanto, que seu uso seja otimizado ao máximo.

Goldberg (2004) afirma que são poucos os estudos voltados a análise da demanda por esses serviços. O tratamento típico é feito com base nas estatísticas de ocorrências passadas e projeções de crescimento por uma taxa conhecida ou estimada.

O uso de sistemas de rastreamento de veículos e procedimentos de realocação dinâmica permite o aproveitamento dos veículos "em retorno" e a manutenção dos níveis de serviço.

Segundo Eckstein (2004), o tempo entre a chegada ao hospital e a liberação da ambulância, deve ser fator de preocupação se demasiadamente elevado, pois diminui a disponibilidade de viaturas. Deve-se considerar também que, conforme o tipo de ocorrência atendida, pode ser necessário a descontaminação (limpeza) do veículo, bem como a reposição ou troca de materiais e equipamentos.

4.4.4 Necessidade de dados

Os modelos apresentados anteriormente deixam claro o quanto o planejamento e a operação dos serviços móveis de emergência são dependentes das informações por eles mesmos geradas.

São informações relativas ao local dos atendimentos, aos tempos realizados, ao posicionamento, disponibilidade e tipo das ambulâncias e localização das facilidades (hospitais, pronto-socorros).

O uso de sistemas de informações, SIG e SAD principalmente, aliado às novas tecnologias de informação, com destaque para o rastreamento de veículos, permite a obtenção, tratamento e armazenamento adequado dessas informações.

4.5 Modelos de Atendimento Móvel de Emergência

Existem vários modelos de serviço de atendimento móvel de urgência. Neste tópico serão apresentados o modelo definido pelo governo brasileiro, o modelo americano que é muito difundido e o modelo francês, que serve de base para o brasileiro.

4.5.1 Modelo brasileiro

No Brasil, o atendimento móvel de urgência é normatizado por várias portarias² do Ministério da Saúde. Nelas estão definidos os princípios e diretrizes do sistema, bem como normas e critérios de funcionamento, classificação e cadastramento de serviços. A portaria GM n.º 1.864, de 29 de setembro de 2003, define a implantação dos Serviços de Atendimento Móvel de Urgência, o SAMU.

As portarias, são detalhistas quanto aos componentes estruturais:

- classificação, equipamentos, competências de hospitais;
- classificação, equipamentos e qualificação da tripulação das ambulâncias;
- competências e qualificações da equipe da central de regulação.

Porém, um aspecto muito importante em qualquer sistema, que é definição formal dos fluxos de informações, não está contemplado nessas portarias. Esses fluxos são os responsáveis pelo pleno funcionamento do sistema, pois ligam os componentes dando a ele sua forma coesa e harmônica. Também, produzem os dados que servem de base às análises de desempenho do sistema, bem como estudos epidemiológicos na área. A falta de definição produz falta de padronização, sendo que os modelos implantados em estados e municípios acabam herdando estes fluxos dos antigos sistemas existentes.

A seguir, são descritos serviços de atendimento de urgência que estão em funcionamento em algumas cidades brasileiras.

4.5.1.1 Grupamento de Socorro de Emergência (GSE)

O GSE é uma unidade pertencente ao Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ), e que se encontra vinculada à Secretaria de Estado da Defesa Civil (SEDEC). Sua missão principal é promover o atendimento pré-hospitalar nas situações de emergências clínicas e traumáticas em vias e logradouros públicos da Cidade e do Estado do Rio de Janeiro. Realiza também o transporte inter-hospitalar (TIH), credencia e participa de sistemas de segurança em grandes eventos e para autoridades.

² Portaria GM N.º 1.863, de 29 de setembro de 2003, Portaria GM N.º 1.864, de 29 de setembro de 2003, Portaria GM N.º 2.072, de 30 de outubro de 2003 e Portaria GM N.º 2.048, de 5 de novembro de 2002.

A descrição da estrutura e da forma de operação do GSE, encontradas nos parágrafos seguintes, foi obtida através da página oficial, na internet, e de visita técnica a unidade, onde foi contatado seu comandante, o Cel BM Méd Marcelo Dominguez CANNETI e o Ten Cel BM Méd Alfredo MARTINHO.

O GSE conta com mais de 700 profissionais de área da saúde: oficiais médicos, oficiais enfermeiros, oficiais farmacêuticos, técnicos em emergências médicas (TEM), auxiliares e técnicos de enfermagem e socorristas. Esses recursos estão distribuídos por 68 postos com ambulâncias, uma base de helicóptero e uma central de coordenação, na região metropolitana do Rio de Janeiro e municípios do interior do Estado. O Conselho Regional de Medicina do Rio de Janeiro reconhece o GSE como um Serviço Médico.

As viaturas utilizadas são do tipo suporte avançado, onde há a presença do Oficial Médico e, de suporte básico onde se tem a presença do Sargento TEM (Técnico em Emergências).

Alguns números relevantes:

- mais de 1 milhão de atendimentos em 17 anos;
- 65% vítimas de causas externas;
- média de 9.000 socorros mensais;
- o tempo médio resposta está em cerca de 8 minutos;
- regulado por profissionais médicos e de enfermagem, 24 horas por dia.

O GSE possui um setor voltado para o treinamento de seus profissionais e estudos na área de emergências. Foram pioneiros na implementação e publicação de protocolos voltados para emergências.

O processo de atendimento de uma ocorrência, acontece da seguinte forma:

- uma ligação é feita para o número 193, a companhia operadora de telefonia (fixa ou móvel, conforme a origem), encaminha a chamada para a unidade da Corporação mais próxima ou para o Centro de Operações do Corpo de Bombeiros (COCB) ou a uma unidade da Corporação;
- como o GSE atende somente ocorrências em via pública, aquelas que ocorrem em domicílio somente são atendidas se forem de caráter de extrema urgência, caso contrário solicita-se que o comunicante ligue para o serviço público adequado;
- são anotados dados básicos como tipo de acidente, local e pontos de referência.

- uma viatura é enviada. Não existe triagem no sentido de escolher entre uma viatura de suporte básico ou avançado, vai a que estiver mais próxima. Motos e helicópteros são para locais muito congestionados e locais de difícil acesso, respectivamente. Eventualmente, na falta de unidades disponíveis, uma viatura com paciente pode ser deslocada para atender uma ocorrência. Viaturas se deslocando para atendimento ou em retorno podem ser redirecionadas;
- o atendimento inicia-se no local do evento e se complementa, se necessário, com o transporte para um hospital de referência. No caso de uso de helicópteros, pela falta de heliporto nos hospitais, as vítimas são deslocadas para uma base fixa de aeronaves e dali, por ambulância, até o hospital. Os atendimentos são monitorados pelos coordenadores médicos de plantão no COCB, sendo eventualmente enviados recursos complementares conforme a complexidade da ocorrência;
- a partir do momento que a viatura fica livre para retorno a sua base, o atendimento é dado como encerrado.

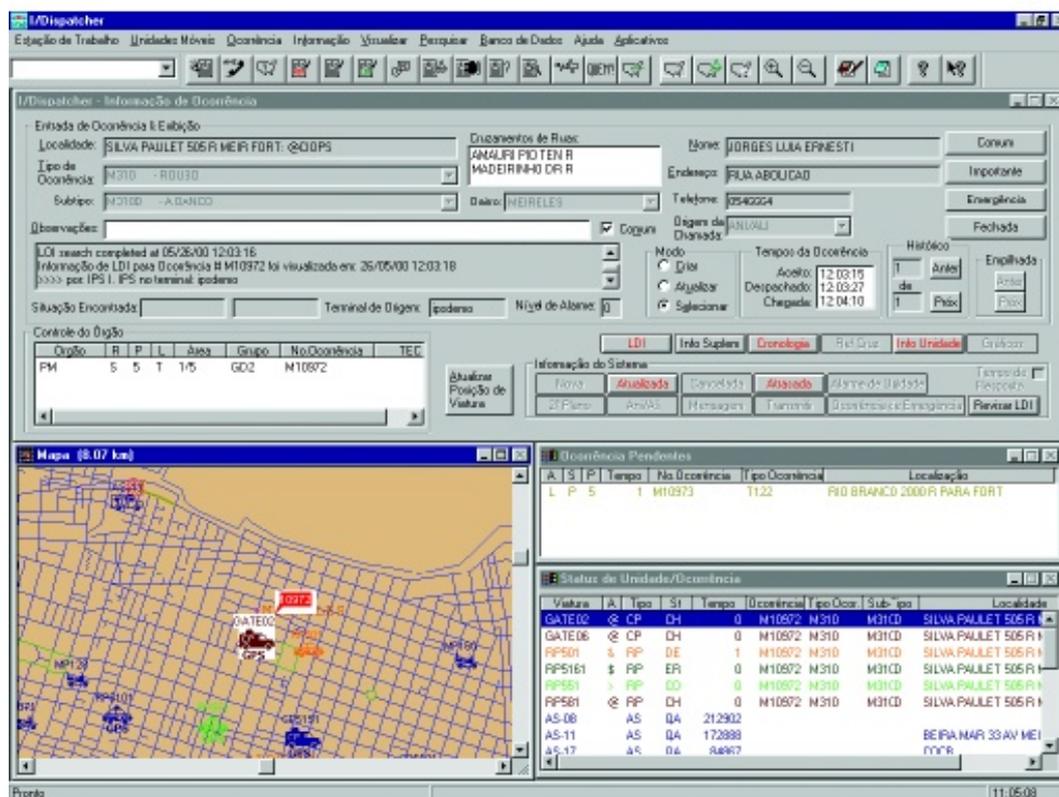


Figura 30: Tela do software de despacho utilizado no GSE

Fonte: SISGRAPH

As informações ligadas às ocorrências são processadas através de duas entradas distintas, uma é o sistema informatizado que atende a central de regulação e a outra é uma ficha conhecida como RAE Básico, que é preenchida por um dos membros da viatura. Essa ficha contém informações detalhadas sobre as vítimas e procedimentos adotados e seus dados são digitados para consolidação com aqueles do sistema da central de regulação.

A Figura 30 mostra a interface do sistema informatizado, o I/CAD (*Computer Aided Dispatch System*), nela podem ser observadas as 4 (quatro) principais janelas. A principal, na parte superior, registra os dados da ocorrência, a do canto inferior esquerdo mostra no mapa, a via da ocorrência, no canto direito inferior uma janela mostra as ocorrências pendentes e outra, a situação das viaturas.

As informações armazenadas geram relatórios, solicitados por diversos órgãos governamentais. Também existem mecanismos que permitem auditar a qualidade do serviço prestado.

4.5.1.2 Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

A descrição da estrutura e atividades do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, feita neste tópico, baseia nas entrevistas com os seguintes membros do 1º Batalhão/Fpolis: Tenente-Coronel Marcos de Oliveira (CMT), Major BM Gevaerd (Sub Cmdo) e 2º Ten. BM Guideverson Heisler. Além disso, foram feitas visitas técnicas à sede do 1º Batalhão e a sede do COPOM/Fpolis.

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina atua no atendimento de urgência em diversas regiões do Estado, socorrendo vítimas em vias e locais públicos e em domicílio. Eventualmente, também executa o transporte inter-hospitalar de pacientes.

Na região metropolitana da capital do Estado, Florianópolis, subordinada ao 1º Batalhão de Bombeiro Militar, existem 12 sub-unidades, cujas ações são determinadas pelo COPOM/Fpolis (Centro de Operações da Polícia Militar).

Atualmente, o COPOM centraliza as chamadas para os números 190 (polícia civil e militar), 193 (bombeiros) e Guarda Municipal de Florianópolis. Existe a expectativa que o sistema SAMU (192), também venha a ser incorporado a estrutura.

O processo de atendimento de uma ocorrência, acontece da seguinte forma:

- uma chamada é recebida no COPOM e é feita uma triagem onde é verificado o tipo de necessidade, para se encaminhar ao setor responsável (PM, Civil, Bombeiro ou Guarda Municipal);
- são solicitadas informações sobre a(s) vítima(s) e local do acidente;
- se necessário, a viatura da sub-unidade mais próxima é deslocada para o local. Em caso de indisponibilidade da viatura, são verificadas as que estão em trânsito ou a das outras sub-unidades mais próximas;
- no local, havendo necessidade, a vítima é transportada para o hospital mais próximo.

Neste processo alguns aspectos devem ser destacados:

- muitas vezes os hospitais ligam para o COPOM, solicitando que não lhe sejam encaminhadas vítimas pois estão sem condições para recebê-los;
- não existe uma verificação prévia se há vaga ou não em determinado hospital, o que acarreta em espera por leito ou procura de outro hospital;
- toda a conversa telefônica fica registrada;
- existe um acompanhamento do tempo que cada atendente leva em cada chamada;
- apesar do registro, não existe acompanhamento dos tempos envolvidos em cada atendimento.

4.5.1.3 SAMU - Porto Alegre

A descrição apresentada a seguir baseia na página oficial, na internet, da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, na parte relativa ao SAMU (PORTO ALEGRE).

O SAMU da cidade de Porto Alegre iniciou suas atividades no ano de 1995, atendendo situações onde houver a percepção de risco à vida. O sistema tem sua central no Hospital de Pronto-Socorro (HPS) e conta ainda com mais 5 (cinco) unidades geograficamente distribuídas. Existem viaturas de suporte básico e de suporte avançado.

O processo de atendimento de uma ocorrência, acontece da seguinte forma:

- uma chamada chega a central e um telefonista auxiliar de regulação registra algumas informações sobre a vítima e transfere para o médico regulador;

- o médico regulador, conforme a gravidade, orienta a vítima ou desloca uma viatura mais adequada e próxima, para o local;
- no local, a vítima é avaliada segundo protocolos pré-estabelecidos e, via rádio, é feita a comunicação com o médico regulador, que decide pela remoção ou não;
- se necessário, a vítima é removida para uma das unidades hospitalares adequada.

Toda ligação feita é gravada para fins de registro.

4.5.2 Modelo Francês

A literatura sobre o atendimento de urgência é quase unânime em apontar a França, ou melhor um médico das tropas de Napoleão Bonaparte, como o criador desse tipo de serviço. Essa vasta experiência, que remonta a séculos atrás, faz com que o seu modelo, o SAMU (Service d'Aide Medicale d'Urgence), divida como o americano, às preferências dos órgãos ou governos que implantaram esse tipo de serviço.

São 6 (seis) os princípios no qual o sistema está baseado (SAMU FRANCÊS):

1. A assistência móvel de urgência é uma atividade da área da saúde e, portanto, controlada por profissionais dessa área;
2. As intervenções em campo devem ser rápidas, eficientes e usar os recursos adequados;
3. A abordagem para cada caso é simultaneamente médica, operacional e humana;
4. As responsabilidades e as regras detalhadas para a coordenação entre as pessoas envolvidas devem estar definidas/ser reguladas por um conjunto de regras;
5. Os resultados dependem, em grande parte, da perícia das pessoas envolvidas;
6. Ações preventivas devem complementar a ação de emergência: uso dos dados para a realização de estudos epidemiológicos.

Já a estrutura de funcionamento, está centrada em 4 (quatro) pontos principais (SAMU FRANCÊS):

- Integração dos recursos: bombeiros, ambulâncias e clínicos-gerais particulares, hospitais, unidades móveis de tratamento intensivo, dentre outros, estão subordinados a um mesmo comando (divido em regiões);

- Envolvimento dos médicos dos hospitais nos atendimentos de campo: tratando pacientes no local, durante o transporte, decidindo qual e preparando o hospital para receber a vítima;
- Regulação médica: existe um central de regulação, ativada através de uma ligação para o número 15, que coordena todo o processo de atendimento, garantindo assim que os recursos corretos serão utilizados de forma adequada (onde, quando e por quem);
- Controle do hospital: por lei, é o controle maior de toda a operação. Ele é responsável pela central de regulação (que fica dentro de suas instalações), com suas respectivas atividades.

Atualmente o sistema conta com 96 centrais de regulação, para aproximadamente 500 hospitais aptos a receber emergências.

A sistemática de um atendimento de emergência acontece da seguinte forma (SAMU FRANCÊS):

1. uma chamada é recebida no centro de regulação (Centro 15), por um auxiliar de regulação, que faz a triagem;
2. se a chamada se configurar numa necessidade médica, o médico regulador é acionado e determina a resposta mais adequada. Existem várias alternativas a sua disposição: orientação pelo telefone, envio de um clínico geral, envio de uma viatura, etc;
3. o pessoal do atendimento in-loco, passa sua avaliação ao médico regulador, que decide ou não pela internação do paciente;
4. em caso de internação, o médico regulador encaminha o paciente ao hospital mais adequado (vaga, equipamentos e recursos humanos).

Segundo Chanteloup (1997) apud Ferreira (1999), 12% das chamadas foi resolvida com orientação médica por telefone, 21% foi encaminhada para um clínico-geral, 44% necessitaram de algum tipo de transporte e 12% necessitaram de uma unidade móvel hospitalar.

A avaliação ou a falta de indicadores do sistema francês é dificultada pela falta pesquisa, conforme cita Barrier (1995) apud Ferreira (1999).

4.5.3 Modelo Americano

O modelo de atendimento de emergência utilizado nos Estados Unidos, baseia-se na lei "*Emergency Medical Services Systems Act*" (*public law 93-154*), de 1973. Essa lei e outras que se seguiram, criaram diretivas para a o planejamento, operação, treinamento, pesquisa e implantação do serviço, além de designar fontes de recursos financeiros. Porém, devido à autonomia dos estados americanos, não existe um modelo único ou padrão para todo o país, do ponto de vista do provedor de serviços. Para o usuário, isto fica transparente na medida que a forma de acesso ao serviço é padronizada, através de número telefônico 911, que concentra todos os tipos de chamada (polícia, bombeiro, emergência).

Diferentemente do modelo francês, onde o médico é o elemento chave, no americano a designação e a capacitação do profissional varia de região para região. Porém, 4 (quatro) tipos podem ser destacados, segundo o *National Highway Traffic Safety Administration*:

- socorristas ("*first responders*"): bombeiros ou policiais;
- técnicos em emergência "básicos" (EMT-B): prestam o primeiro atendimento (suporte básico à vida);
- técnicos em emergência "intermediários" (EMT-I);
- paramédicos (EMT-P): suporte avançado.

A sistemática de um atendimento de emergência pode ser generalizada da seguinte forma (ADCOMM, 1991b):

1. uma chamada é feita para o número 911;
2. a chamada é recebida no PSAP (*Public Safety Answering Point*), onde é direcionada para a agência apropriada (polícia, bombeiro, EMS), conforme o tipo de ocorrência;
3. se o caso for para o pessoal do atendimento de urgência, um profissional treinado (*emergency medical dispatcher - EMD*) fará a triagem da chamada, com base em protocolos criados por médicos. Na necessidade de envio de ambulâncias, o recurso mais adequado será escolhido (suporte básico ou suporte avançado);

A variabilidade regional tem levado a algumas discussões sobre como medir o desempenho do serviço (padronização dos indicadores), quem deve administrar o sistema (existem vazios legais, com uma tendência atual para os médicos) e, por

último, qual a verdadeira eficiência dele (a despeito da aceitação pública, vários estudos vêm contestando o sistema, conforme citam Rainer, 2003 e Ferreira, 1999). Essa mesma situação permite, por outro lado, que vários estudos e pesquisas sejam realizados simultaneamente, gerando resultados que, aos poucos, vão se agregando aos sistemas atuais. São exemplos disso o uso de sistemas de informações geográficas e a localização de chamadas feitas a partir de celulares.

4.6 SIG no Atendimento Móvel de Urgência

O potencial de aplicação de sistemas de informações geográficas na área da saúde e, mais especificamente, na área de atendimento móvel de urgência, é muito grande. A localização da vítima, hospitais e ambulâncias, aliadas a roteirização das mesmas, são todas informações de cunho espacial. Além disso, ainda tem-se a grande capacidade de armazenamento de dados, a facilidade de geração de mapas e as funções de análise.

Assim como existe o termo SIG-T para os SIG's voltados para a área de transporte, o termo SADE, que significa sistema de apoio à decisão espacial, começa a surgir (LIMA, 2003) para designar aqueles SAD que estão apoiados num SIG e que incorporam ferramentas de análise mais complexas, voltadas para uma determinada área de aplicação.

Tanto no Brasil, quanto no exterior, já existem diversas aplicações que utilizam o SIG na área de atendimento de urgência, como pode ser visto nos tópicos a seguir.

4.6.1 SOS-Fortaleza

Segundo Craveiro (2001), o sistema de atendimento de urgência de Fortaleza, é conhecido como SOS-Fortaleza. Atua numa área aproximada de 300 Km², subdividida em 9 (nove) regiões. O atendimento é centralizado no número 192, e fica no Centro de Operações de Atendimento, que funciona 24 horas por dia. A partir da base cartográfica digital da cidade e usando o software GEOSOR (ver Figura 31), o sistema permite controlar, rastrear e definir rotas de menor tempo para as ambulâncias. A tecnologia utilizada para a comunicação entre veículos e controle é via GSM, conforme citado pelo Enf. Cleyderson (com pers).

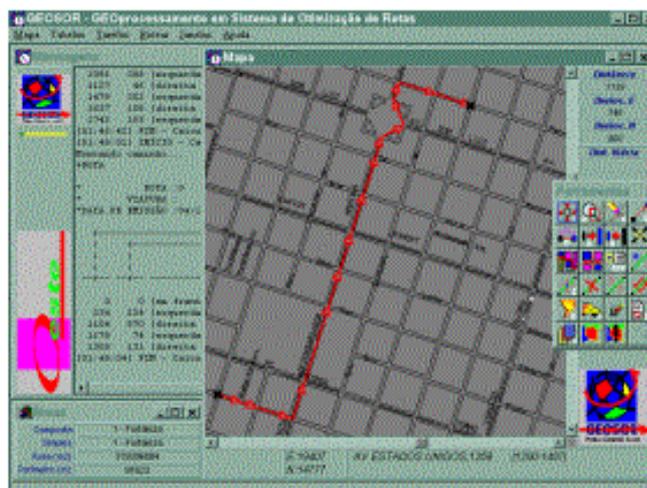


Figura 31: Tela do sistema GEOSOR

Fonte: Craveiro (2001)

4.6.2 SIG/Fiocruz

A Fundação Oswaldo Cruz (2005), tem implantado um SIG que é utilizado em pesquisas de saúde na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Embora não se destine ao atendimento de urgência, dentre seus objetivos, encontram-se áreas de estudo que estão fortemente correlacionadas com o tema:

- Mapeamento de áreas de risco epidemiológico;
- Alocação de recursos públicos;
- Localização de equipamentos urbanos.

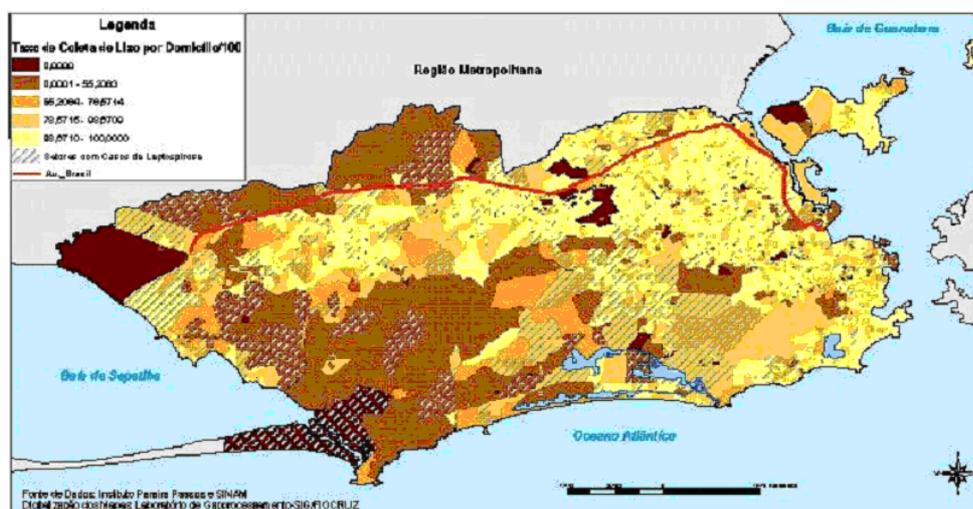


Figura 32: Mapa gerado pelo SIG/Fiocruz

Fonte: Fundação Osvaldo Cruz (2005)

A Figura 32 mostra um mapa temático, relativo à coleta de lixo, gerado pelo referido SIG.

4.6.3 SOS-Recife

Sá (2001), em sua tese de doutorado, desenvolveu uma aplicação SIG que foi utilizada sobre um dos distritos sanitários de Recife, abrangido pelo programa SOS-Recife. A principal função do sistema é, a partir do endereço e outros dados do paciente, identificar a posição dele no espaço urbano. Além disso, ele gera mapas temáticos, relatórios estatísticos, troca informações com outros programas de saúde do município, dentre outras funções.

Em Sá (2003), tem-se uma descrição de como funciona o serviço de atendimento:

O cidadão faz a solicitação através do telefone, discando o número 192. A telefonista, treinada para atuar no serviço, classifica a ocorrência, recorre ao médico quando necessário, e registra a chamada. O médico define a gravidade da ocorrência, aciona a equipe móvel de socorro e instrui o atendimento. A equipe móvel de socorro executa o atendimento, remove o paciente para o hospital, quando autorizada pelo médico. Quando há remoção, a equipe móvel aguarda no hospital a sua liberação pelo médico do hospital, só assim está disponível para realizar outro atendimento.

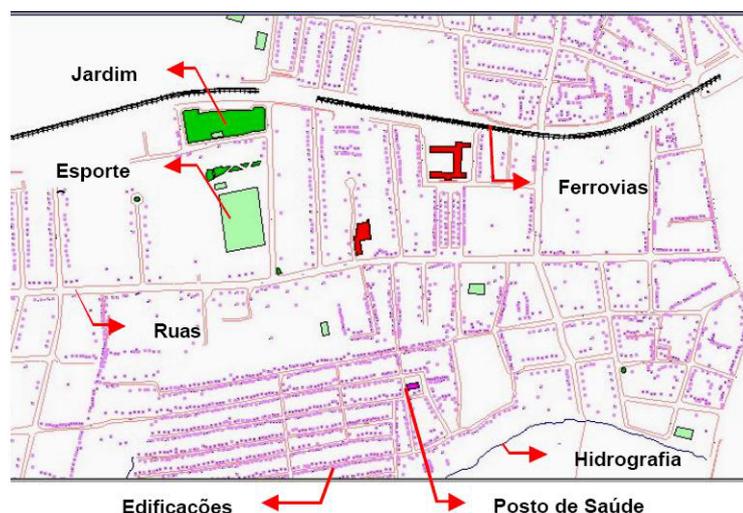


Figura 33: Mapa gerado pelo SIG usado no SOS-Recife

Fonte: Sá (2001)

A Figura 33, apresenta uma tela que mostra parte da base cartográfica utilizada no SIG.

4.6.4 Exterior

Fora do Brasil, o destaque para o uso de SIG no atendimento de urgência está nos Estados Unidos. São muitas cidades que adotaram o SIG no planejamento e operação das mais diversas atividades, dentre elas o segmento das urgências. Dentre os vários usos, destacam-se os estudos sobre áreas de alta concentração de acidentes, tempo de resposta e localização de ambulâncias e das chamadas.

Como exemplo, pode-se destacar as seguintes cidades:

- Virginia Beach (Virginia): disponível em http://www.vbgov.com/dept/comit/vgn_files/cgis_plan.pdf;
- Collier County (Flórida): a Figura 34 mostra a tela do SIG, referente ao sistema de rastreamento de veículos. Disponível em <http://gis.colliergov.net/website/CollierGIS/>;
- Hocking County (Ohio): disponível em <http://www.co.hocking.oh.us/h911>.

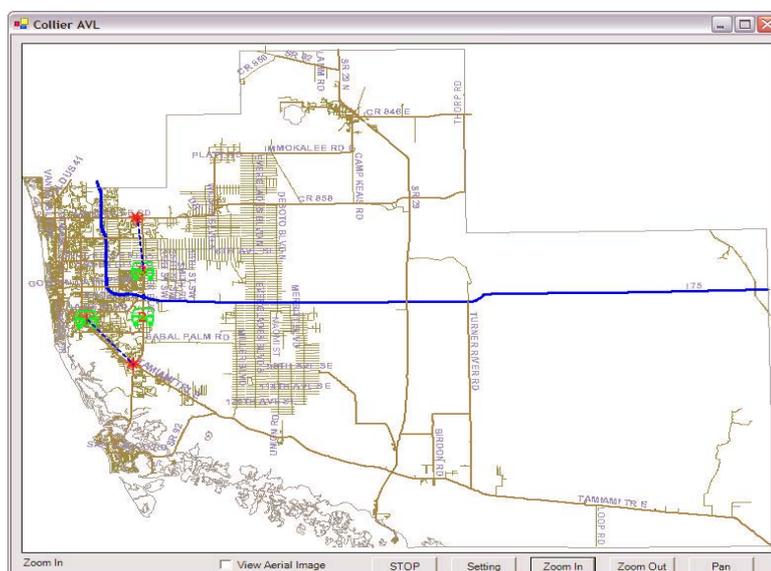


Figura 34: Mapa gerado pelo SIG de Collier County

Fonte: disponível em <http://gis.colliergov.net/website/CollierGIS/documents/AVLArticle.pdf>. Acesso em 28/02/2005

4.7 Comentários

Como pôde ser visto ao longo deste capítulo, o atendimento móvel de urgência, como aqui apresentado, apesar de ter um mecanismo de operação relativamente simples, é composto por diversas informações e seus respectivos fluxos. Seu funcionamento, de modo a produzir um serviço adequado as percepções dos usuários e gestores, depende cada vez mais do uso intensivo das tecnologias descritas no capítulo anterior. Portanto, com base no conhecimento até aqui visto, o capítulo seguinte apresenta uma proposta de sistema de apoio à decisão espacial para o SAMU, que busca criar uma estrutura mínima informacional, apoiada em TI, que satisfaça as expectativas gerenciais e operacionais dos agentes participantes, bem como os aspectos legais pertinentes.

5. MODELO PROPOSTO (SADE-SAMU)

Os capítulos anteriores apresentaram o referencial teórico e prático que dão suporte ao modelo de sistema de informação aqui proposto, caracterizado como um sistema de apoio à decisão espacial (SADE), e que se destina a dar suporte gerencial e operacional ao serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU), em vias de trânsito.

As ferramentas de modelagem de sistemas apresentados no capítulo 2 (DFD, DD, DER, UML, etc) são utilizadas para descrever, especificar e fazer compreender o modelo.

O SADE proposto é composto por agentes, processos, fluxos de informações, base de dados de suporte, base de dados geográficos, procedimentos de entrada e saída (dados, relatórios, mapas) e rotinas de roteirização. Esses elementos estão descritos a seguir.

5.1 Visão geral do sistema

Neste tópico, o sistema é apresentado através de uma visão mais ampla, desconsiderando os detalhes que, num primeiro momento, não são necessários para a compreensão do mesmo.

Inicialmente, são definidos os agentes que interagem com o sistema e de que forma isso acontece.

O primeiro deles é a vítima, ou seja, a pessoa que necessita do serviço de atendimento móvel de urgência. Ela se caracteriza por uma identificação, que deve ser única, por um estado, que vai determinar o tipo de serviço a ser disponibilizado e por indicadores de tempo que permitem a avaliação do atendimento.

Uma figura intermediária, que geralmente pode ser observada, mas que do ponto de vista de atendimento e de estudos sobre os mesmos, não tem significado relevante é a pessoa que solicita o serviço, na impossibilidade da vítima o fazer. Devido ao seu caráter apenas informativo (mas muito importante), essa pessoa não será considerada nesse modelo.

O segundo agente é o operador ou seja, aquela pessoa que é responsável por fazer o recebimento do pedido de atendimento. Essa atividade visa descartar chamadas erradas ou possíveis trotes, bem como solicitar dados sobre o que,

quando e onde ocorreu e dados preliminares sobre a(s) vítima(s) (idade, estado que se encontra, ...).

O terceiro agente é o regulador, cuja função é avaliar a gravidade da situação e disponibilizar os recursos necessários, que vão desde a seleção e despacho de ambulâncias, até a seleção de hospital para encaminhamento da vítima.

O quarto agente é a ambulância, ou seja a viatura responsável por levar equipe e material adequado para o atendimento da vítima no local do ocorrido e, também, fazer o transporte da mesma para um hospital, se necessário.

Por último, tem-se o agente gerenciador. Ele tem como principais atribuições monitorar o desempenho do serviço oferecido, assim como prover os recursos adequados ao bom funcionamento do sistema.

O fluxo de atividades que envolve esses agentes, fruto de uma solicitação de serviço, é descrito, de forma geral, conforme apresentado nas Figuras 35 e 36, que tem como base o trabalho de Stasiu (2002) e a descrição do capítulo anterior.

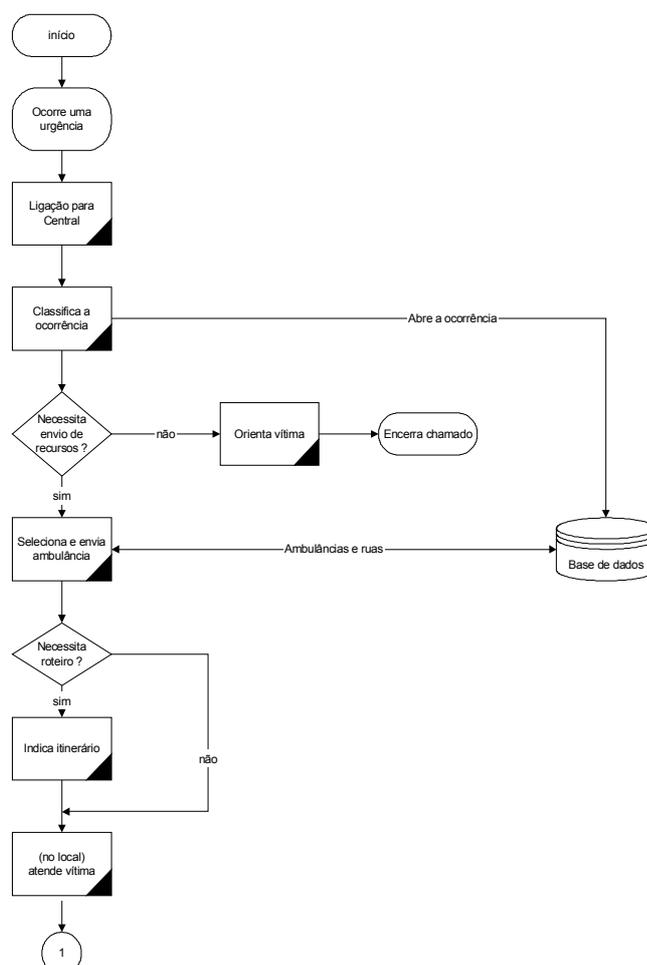


Figura 35: Fluxograma das atividades do SAMU (parte 1)

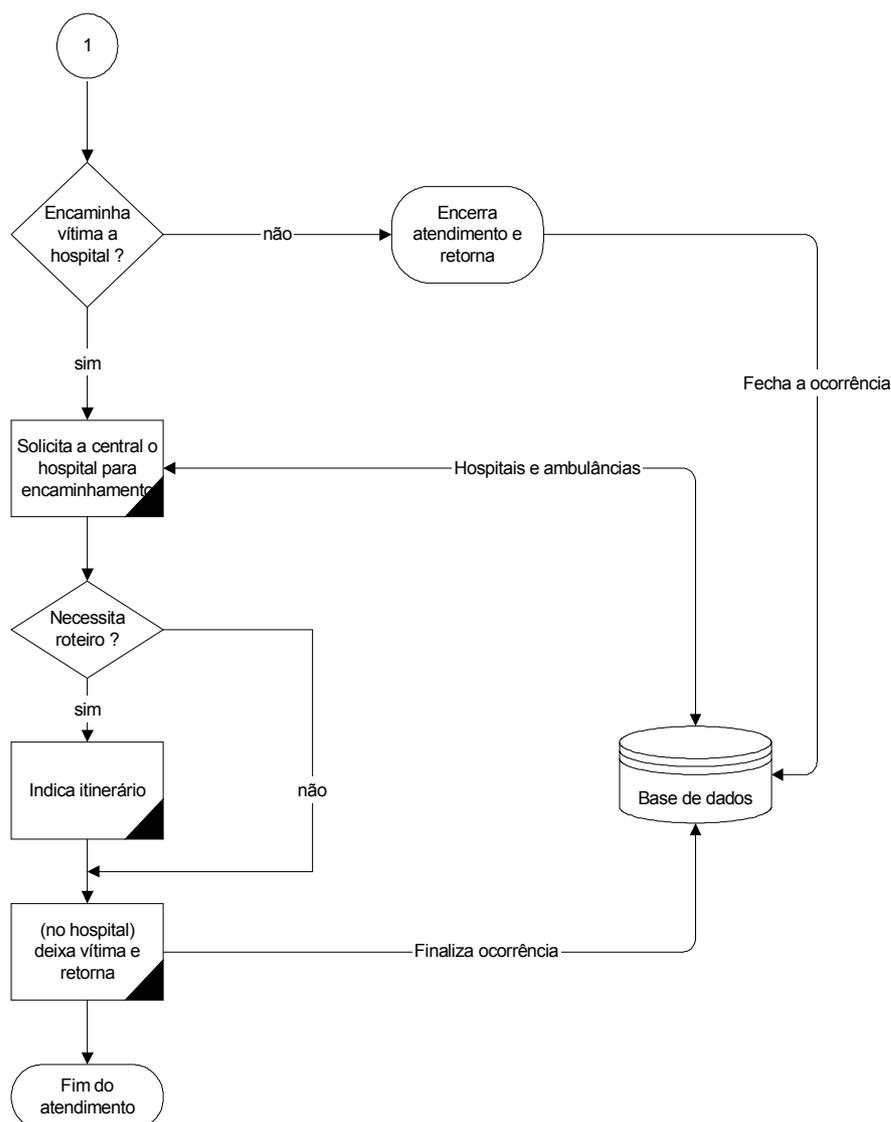


Figura 36: Fluxograma das atividades do SAMU (parte 2)

Esse fluxo varia um pouco de local para local, conforme visto no capítulo anterior. Porém, isso não repercute de modo a gerar restrições ou derivações no modelo aqui proposto.

Outra maneira de mostrar a participação desses agentes, pode ser observada na Figura 37, que apresenta o diagrama de atividades dos mesmos, com exceção do gerenciador. Esse diagrama tem as mesmas informações dos fluxogramas anteriormente mostrados, porém separa as atividades por agente envolvido.

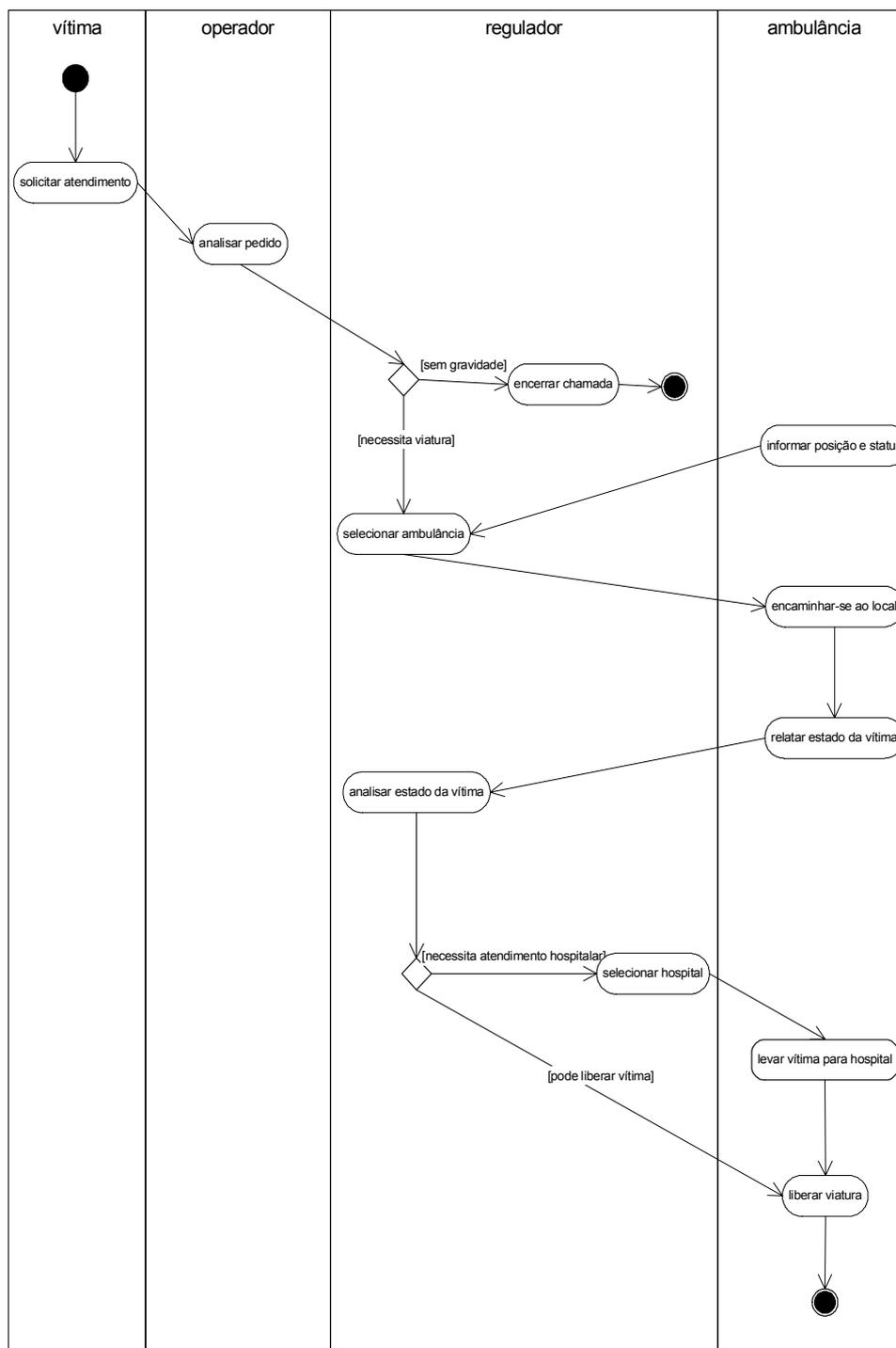


Figura 37: Diagrama de atividades do SAMU

A partir da observação tanto da Figura 35, quanto a Figura 37, pode-se concluir que o fato gerador da realização de um atendimento é uma solicitação (chamada), por parte da vítima (ver comentário no início do tópico). Essa solicitação doravante será conhecida como ocorrência e, como poderá ser verificado ao longo deste capítulo, os elementos do sistema de um modo ou de outro estão vinculados a ela.

Portanto, a identificação de forma precisa (unívoca) de uma ocorrência, é crucial para o desempenho correto do sistema. A idéia central nesse caso é identificação da ocorrência através de um código numérico e seqüencial, que será gerado automaticamente pelo sistema, no momento que o operador receber uma nova chamada.

Esse código proporcionará o elo de ligação entre todas as informações armazenadas, desde o recebimento do pedido de atendimento, até o momento que a vítima seja liberada (no local ou hospital) ou venha a óbito. Operacionalmente, após a seleção da, ou das ambulâncias, o código deve ser repassado as mesmas juntamente com as informações do local da ocorrência e rota (se solicitado), para que o mesmo faça parte do formulário que sempre acompanha a equipe em cada ocorrência e que, mais tarde, será utilizado para completar os dados da ocorrência no sistema. Caso se encaminhe a vítima para um hospital, o identificador deve ser repassado para o sistema do hospital, assim como as demais informações da vítima.

Como definido desde o início deste trabalho, o sistema proposto atende a parte móvel do atendimento de urgência, ou seja, o seu limite está no exato momento que a viatura é liberada pelo hospital. Não cabendo assim qualquer intervenção nos sistemas de informação lá existentes. Porém, com o objetivo de não quebrar o vínculo informacional existente, o hospital deveria manter código identificador, juntamente com os demais dados da vítima, até o momento que ela seja liberada, venha a falecer ou seja transferida para outra unidade hospitalar. Nesse caso, o código deverá ser repassado juntamente com os demais dados e assim sucessivamente no caso de novas transferências.

5.2 Entidades envolvidas no modelo

Neste tópico são descritas as entidades que constituem e/ou dão suporte ao modelo proposto. Cada uma delas reflete uma tabela no banco de dados utilizado pelo sistema. Elas foram agrupadas em categorias baseadas na sua finalidade.

5.2.1 Entidades vinculadas ao atendimento

São aquelas entidades que gerenciam as informações relacionadas a um atendimento. Dividem-se conforme apresentado a seguir:

➤ **Ocorrências**

Uma ocorrência nada mais é do que o fato gerado pela comunicação da urgência e seus desdobramentos no sistema. As informações relevantes sobre elas são:

- identificação: número seqüencial, gerado pelo sistema, que identifica de forma única toda e qualquer ocorrência;
- triagem: código do operador;
- regulação: código do regulador;
- localização: latitude e longitude ou ponto georeferenciado;
- Logradouro: endereço completo (rua, número, complemento);
- Bairro;
- Cidade;
- UF: sigla da unidade da federação;
- Data: data da ocorrência;
- Telefone: número do telefone que efetuou a chamada (DDD+número);
- Tempos: hora de início e fim da chamada;
- Tipo: tipo de ocorrência;
- Condições climáticas;
- Descrição da ocorrência.

➤ **Vítima**

Para o sistema, as informações relevantes sobre ela são:

- ocorrência: código de identificação da ocorrência ao qual a vítima está associada,
- identificação: um número e um qualificador único que a identificará a vítima para o sistema. Têm-se as seguintes opções que podem ser usadas:
 - número de identidade e órgão emissor, ex: 18400, qualificador: SSP/SC;
 - número do CPF, ex: 57866088920, qualificador CPF;
 - número do passaporte e país de origem;
 - carteira de órgão de classe ou profissional, ex: 123.456 OAB;
 - um número seqüencial único gerado pelo sistema, para o caso de pessoas sem identificação (crianças, por exemplo).
- nome;

- data de nascimento;
- sexo;
- ocupação/profissão;
- tempos: hora de início do atendimento, do fim do atendimento ou remoção para um hospital ou do óbito, de chegada no hospital, da liberação do hospital;
- situação da vítima;
- dados médicos: tipo de dano, gravidade, nível de consciência, procedimentos adotados;
- hospital encaminhado;
- veículo onde ela estava (se for o caso);

➤ **Viaturas da Ocorrência**

É a entidade que relaciona as viaturas (ambulâncias) que participam de uma ocorrência. Para o sistema, as informações relevantes sobre ela são:

- idOcorrencia: código da ocorrência que a viatura atendeu;
- placa: placa do veículo
- tempos: hora de saída da viatura para o atendimento (quando em retorno, hora do aviso), hora de chegada ao local do atendimento, hora que a viatura foi liberada (no local ou no hospital);
- Viatura alocada quando em retorno;
- idVitima: código identificador da vítima atendida/transportado;
- distâncias: até o local da ocorrência e de lá ao hospital.

➤ **Veículos do acidente**

É a entidade que relaciona os veículos que se envolveram na ocorrência. Para o sistema, as informações relevantes sobre ela são:

- idOcorrencia: código da ocorrência que o veículo está envolvido;
- placa: placa do veículo ou identificador gerado pelo sistema;
- tipo: tipo do veículo (automóvel, moto, caminhão, bicicleta, etc);
- marca do veículo;
- modelo do veículo;
- ano de fabricação;
- carga transportada;
- descrição de sua posição na via.

5.2.2 Entidades relativas à infra-estrutura

São aquelas entidades relacionadas aos meios físicos que operam o sistema.
Tem-se:

➤ **Operador**

Para o sistema ela será um dos tipos de usuário, o qual terá um número de identificação e uma senha de acesso.

➤ **Regulador**

Para o sistema ela será um dos tipos de usuário, o qual terá um número de identificação e uma senha de acesso.

➤ **Ambulâncias**

Para o sistema, as informações relevantes sobre elas são:

- identificação: aqui traduzida na placa do veículo, visto que a mesma é única para cada veículo;
- tipo de viatura: identifica qual tipo serviço que ela está apta a fazer;
- localização: onde ela se encontra (latitude e longitude ou um ponto da rede viária, já georeferenciado);
- status: existem várias situações possíveis: livre, em deslocamento ao local, em atendimento, em retorno, em deslocamento para hospital, em manutenção, indisponível, dentre outras;
- proprietário: identifica a quem pertence à viatura;
- contato: identifica um número para contato com a viatura. Ex: telefone celular, faixa de rádio, conforme a tecnologia adotada.

➤ **Hospitais**

As unidades hospitalares, com seus setores de atendimento de urgência são o destino final daquelas vítimas que se encontram em estado mais grave. Para o sistema, as informações relevantes sobre eles são:

- identificação: CNPJ do hospital;
- nome ou razão social;
- endereço;

- telefone: número de contato para assuntos relativos ao atendimento de urgência;
- vagas: qual a disponibilidade de vagas para atendimento de urgência;
- localização georeferenciada: ponto na rede viária;
- capacitação: o que está apto a atender, conforme determina o Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

➤ **Entidades de apoio**

Entidades de apoio são todas aquelas que participam ou podem participar dos serviços de atendimento de urgência, tais como bombeiros, PRF, serviços privados de atendimento de urgência, etc. Para o sistema, as informações relevantes sobre elas são:

- identificação: CNPJ da entidade;
- nome ou razão social;
- endereço;
- sigla;
- tipo: pública, privada, civil, militar, etc;
- telefone: número de contato para assuntos relativos ao atendimento de urgência.

Embora sejam de grande importância no atendimento, as equipes que compõem a tripulação de uma ambulância não fazem parte do modelo proposto. Isso se deve ao fato que a sua presença no sistema não agrega novas informações que possam ser utilizadas, dentro dos objetivos traçados.

5.2.3 Entidades de suporte

São entidades que tem por objetivo prover informações que são utilizadas pelas entidades fundamentais do sistema. Nessa categoria tem-se:

- status das viaturas: tipifica as situações reconhecidas;
- tipos de viaturas: tipifica as unidades móveis reconhecidas;
- condições climáticas: tipifica as condições climáticas reconhecidas;
- tipos de ocorrências: tipifica as ocorrências reconhecidas;
- situação da vítima: tipifica as situações na qual a vítima se encontra e que são reconhecidos;
- tipos de procedimentos: tipifica os procedimentos realizados na vítima e que são reconhecidos;

- tipos de danos: tipifica os danos (traumas) sofridos pela vítima e que são reconhecidos;
- tipos de veículos;
- marcas: tipifica as marcas de veículos reconhecidas;
- modelos: tipifica os modelos de veículos reconhecidos;
- produtos: tipifica os produtos transportados pelos veículos envolvidos;
- níveis de capacitação: tipifica os hospitais por níveis de atendimento.

5.2.4 Entidades usadas pelo SIG

O sistema de informações geográficas aqui definido, é constituído de várias entidades, algumas delas de carácter ilustrativo (visualização somente) e outras agregando informações que permitam sua utilização no processo seleção de ambulâncias e hospitais próximos ao local da ocorrência, bem como no processo de roteirização. As seguintes entidades são utilizadas:

➤ **representando áreas**

São consideradas áreas o contorno das seguintes entidades geopolíticas:

- País
- Estado
- Município

➤ **representando linhas**

São consideradas linhas o traçado das vias públicas:

- rodovias: vias de trânsito existentes (federais, estaduais e municipais), identificando tipo de pavimento, tempos de percurso (até quatro períodos no dia) e sentido de tráfego de cada segmento. As proibições de conversões em entroncamentos não serão consideradas pois as viaturas de urgência podem ignorar esta restrição e isso simplifica demasiadamente a montagem da rede para cálculo de caminhos mínimos (SHERAFAT, 2004) .

➤ **representando pontos**

São considerados pontos as entidades que podem ser representadas por um único par de informações (latitude, longitude). Tem-se:

- as cidades: centro urbano definido pelo IBGE;
- hospitais, unidades de bombeiros, postos da Polícia Rodoviária Federal e Estadual, as centrais de emergência móvel privadas e demais locais onde as ambulâncias ficam sediadas.

Tendo sido listadas as entidades, o próximo passo é mostrar como elas estão vinculadas umas com as outras, conforme pode ser visto no próximo tópico.

5.3 Diagramas entidade-relacionamento

A Figura 38 apresenta o DER, gerado através de engenharia reversa, pelo *software* MS-Visio, sobre a base de dados utilizada pelo protótipo implementado do modelo (descrito no próximo capítulo).

A partir da Figura 38, alguns aspectos do relacionamento entre as entidades podem ser destacados:

- a) a entidade principal do sistema é a **Ocorrência** e as entidades **Vítima**, **Veículos** e **Viaturas** tem um relacionamento do tipo 0..N, ou seja uma ocorrência pode ter zero ou mais vítimas (no caso de trote ou engano, deve ficar registrado), zero ou mais viaturas deslocadas (pode não ser grave o suficiente para justificar o envio) e zero ou mais veículos envolvidos (um atropelamento sem causador identificado, por exemplo);
- b) as demais entidades estabelecem uma relação de 1..1 (um para um) com as entidades citadas no item anterior. Isso significa, por exemplo que para um hospital identificado na entidade **Vítima** existe um e somente um hospital com a mesma identificação na entidade **Hospitais**.

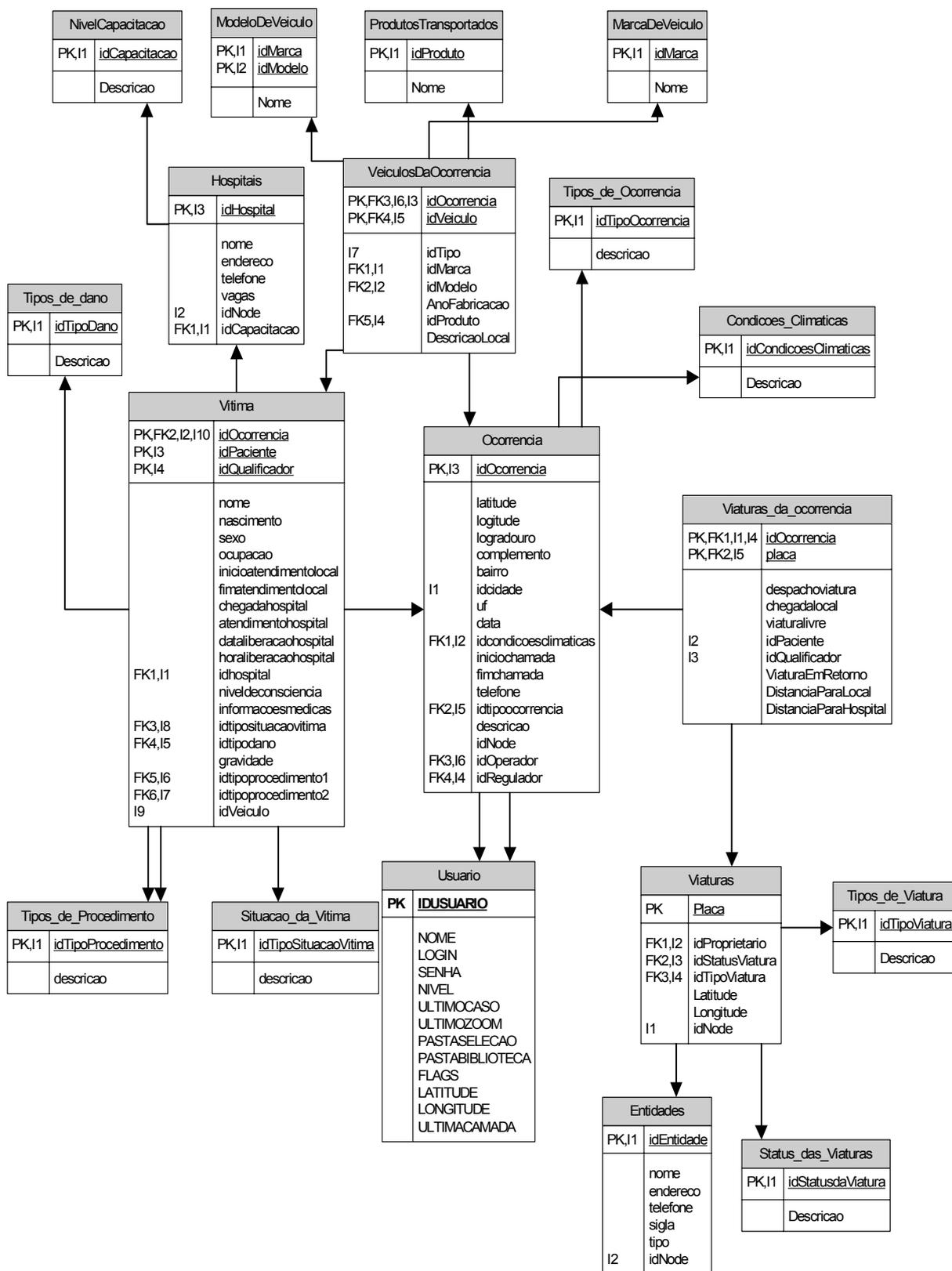


Figura 38: Diagrama entidade-relacionamento do SAMU

As entidades que contemplam a parte relativa ao SIG, podem ser observadas na Figura 39.

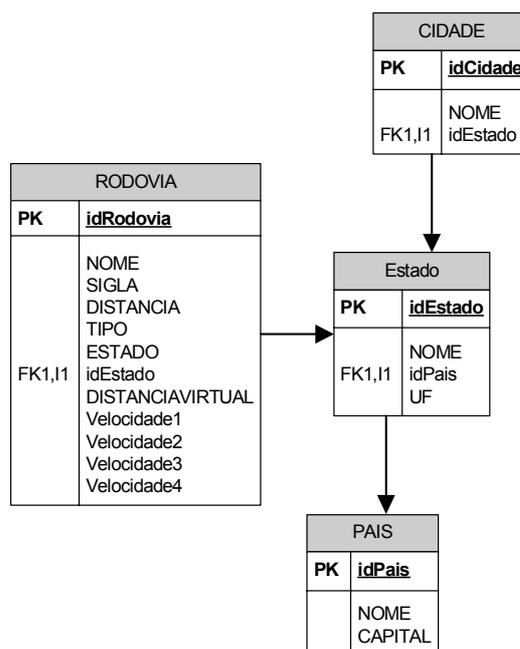


Figura 39: Diagrama entidade-relacionamento (SIG)

Em relação ao diagrama, algumas observações devem ser feitas:

1. a entidade *Município*, pode ser vinculada a entidade *Cidade*, ou seja, tem-se uma informação apresentada de duas formas distintas: ponto (cidade) e área (município);
2. outras entidades do tipo área, que sejam exclusivamente para visualização (não interferindo nos modelos de cálculo), tais como bairros, distritos e micro-regiões, podem usar o mesmo tipo de estrutura da entidade *Cidade*: um código, uma descrição e a qual entidade maior ela está vinculada;
3. outras entidades do tipo ponto, tais como bases de ambulância, hospitais, pronto-socorro (que variam conforme a implementação do modelo), devem seguir a estrutura da entidade *Cidade*, conforme citado anteriormente.

5.4 Dados georeferenciados

Um dos pontos fundamentais do sistema proposto é sua capacidade de localizar as ocorrências e roteirizar as viaturas para aquele ponto e de lá para uma facilidade (hospital, pronto-socorro), se necessário.

Para que isso ocorra, o SIG deve conter dados que podem variar, conforme a implementação do modelo. Por isso, algumas considerações devem ser feitas:

- a) em relação à rede viária urbana (municipal): ela deve conter, para cada segmento (arco) cadastro, os dados referentes à numeração inicial e final das edificações compreendidas nele, além dos dados já mostrados na entidade *Rodovia*;
- b) em relação à rede viária estadual e federal: ela deve conter, para cada segmento (arco) cadastro, os dados referentes ao quilometro inicial e final do mesmo;
- c) a posição das ambulâncias, por seu caráter extremamente dinâmico, deve ser continuamente objeto de atualização no modelo implementado e sua visualização no SIG, uma opção de operação;
- d) havendo disponibilidade de recursos, a localização de uma ocorrência pode se dar através da posição georeferenciada do aparelho telefone fixo que fez a chamada, em qualquer local. Isso envolveria uma parceria com as operadoras que atuam na área. Para telefones celulares móveis, essa opção, ainda em fase de consolidação, somente está disponível em áreas urbanas.

Com relação aos dados não geográficos (atributos) que o SIG deve manipular, o que foi aqui exposto no DER e será detalhado mais adiante, é o que o autor considera com requisito mínimo. Na prática, dois fatores influenciam sua disponibilidade e variabilidade:

1. tendo em vista que esses são dados sempre caros, seu alto valor pode servir como restrição ou então, mais dados podem ser acrescentados para uso em outras aplicações (necessidade X recursos);
2. muitas vezes, as empresas que fornecem dados, o fazem na forma de pacote, ou seja, a opção de escolha pode não contemplar toda a necessidade do sistema ou então existem vários dados para os quais não se tem uso.

5.5 Tecnologias da informação

Para que o sistema funcione adequadamente, muitos dos fluxos de informações devem transitar em tempo real entre os processos do sistema. Existem diversas soluções no mercado que permitem que isso se realize. Não é objetivo deste trabalho analisar qual delas representa a melhor relação custo/benefício, principalmente porque esse tipo de tecnologia evolui muito rapidamente. Neste tópico, serão abordadas as funcionalidades básicas que essas soluções devem ter para atender as necessidades do modelo proposto.

Com relação à comunicação entre as entidades, deve-se destacar dois aspectos importantes. O primeiro é o caráter bi-direcional do canal que será utilizado, ou seja, ambas as pontas devem poder transmitir e receber (ouvir e falar). A segunda, refere-se à questão legal da necessidade de gravação das conversas relativas a ocorrência (BRASIL, 2004), ou seja a solução deve permitir a gravação preferencialmente em meio digital e, principalmente, associar o registro de gravação ao código da ocorrência gerado pelo sistema.

Com relação à localização das ambulâncias, a utilização de um receptor GPS a bordo das viaturas, aliada com a transmissão periódica da posição, atende perfeitamente as necessidades do sistema. O intervalo de transmissão é determinado pela ocorrência de um dos seguintes eventos:

- viatura chegou na sua base;
- viatura chegou no local da ocorrência;
- viatura chegou no hospital;
- viatura está disponível.

Além disso, durante os deslocamentos deve haver transmissão periódica de posição, pois pode haver a necessidade de redirecionar uma ambulância de uma ocorrência para outra ou realocar uma que está retornando a sua base.

Com relação aos hospitais e pronto-socorros, é dever dos mesmos informar continuamente o número de vagas disponíveis. Essa informação pode ser atualizada no sistema, de três formas diferentes:

1. o hospital permite acesso ao seu sistema de informações, que disponibiliza a informação;
2. o hospital tem acesso ao sistema de atendimento e faz a atualização da informação;
3. o regulador ou o operador periodicamente conversa com alguém do hospital e promove a atualização no sistema.

As duas primeiras alternativas são, com certeza, as que garantem uma melhor performance e segurança no processamento do sistema. Porém, sua execução fica a mercê dos recursos dos sistemas dos hospitais.

5.6 Processos

Para mostrar quais são os processos mais importantes do sistema, são utilizados diagramas de fluxo de dados (DFD's). Eles permitem identificar de forma clara esses processos, bem como a troca de informações que existe entre eles e as entidades envolvidas.

A Figura 40 apresenta o diagrama de contexto, ou DFD de nível zero, que apresenta o macro-processo atendimento de emergência e os fluxos, dando uma visão geral do sistema. Tanto nessa figura, quanto nas demais relativas aos DFD's, o SIG foi identificado como uma entidade, pois o seu fluxo interno de informações não será objeto de análise.

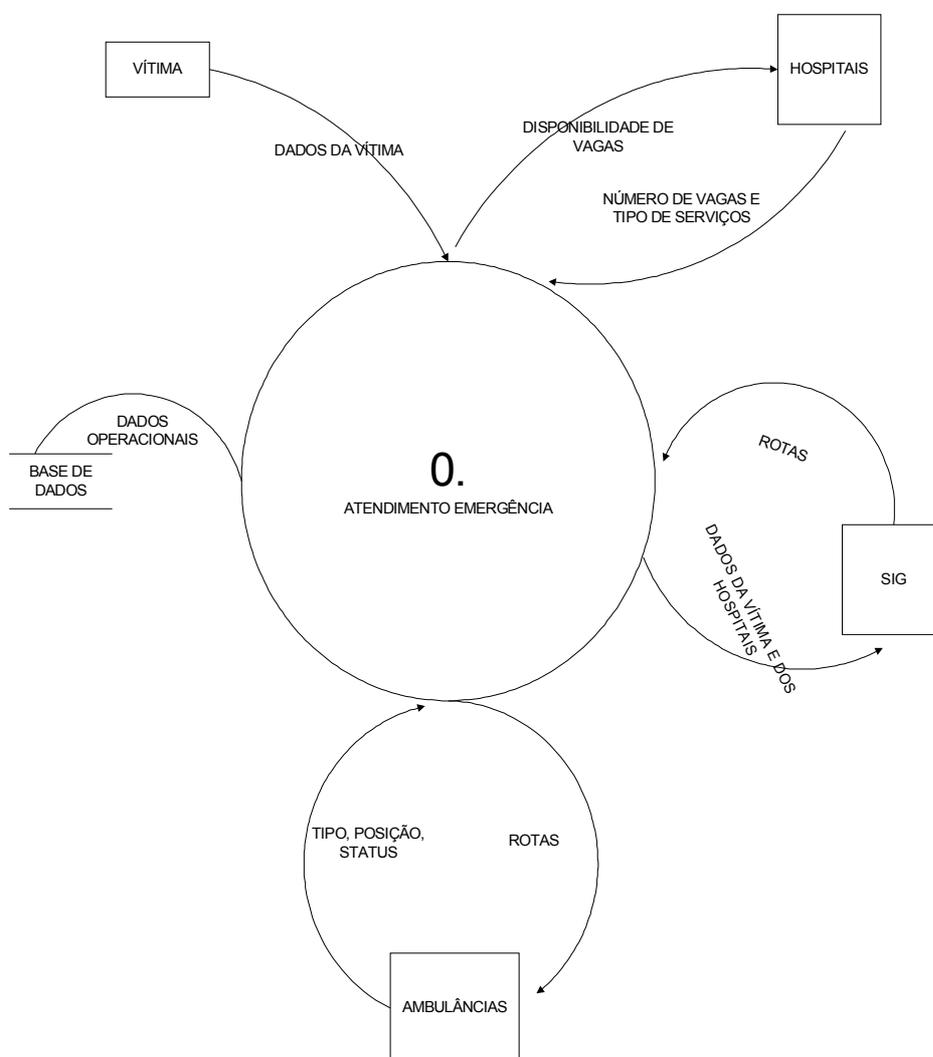


Figura 40: Diagrama de Contexto (DFD de nível zero)

A partir do diagrama de contexto, desmembrando (explodindo) o macro-processo "atendimento emergência", cria-se o DFD de nível 1, conforme apresentado na

Figura 41. Esse DFD apresenta 4 (quatro) processos: fazer triagem, fazer regulação, enviar ambulância e selecionar hospital. Já nele, pode-se observar um maior detalhamento das informações que transitam pelo sistema.

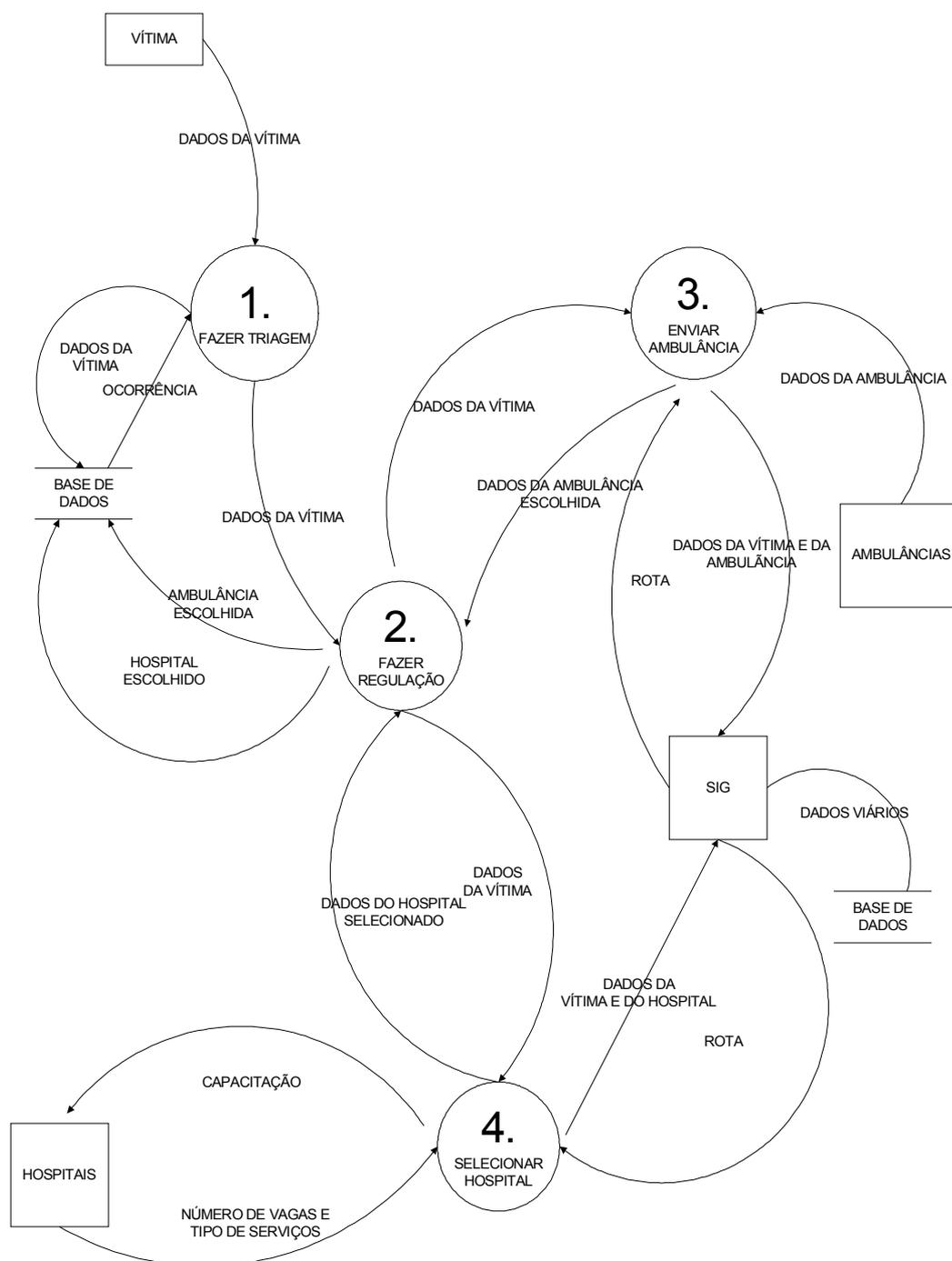


Figura 41: DFD (nível 1)

Com o intuito de aprofundar o conhecimento sobre os processos do nível 1 do DFD, cada um deles foi desmembrado, dando origem a processos menores,

gerando assim o DFD de nível 2. Esses novos diagramas, são apresentados nos tópicos a seguir.

5.6.1 Processo: fazer triagem

Esse processo, que se inicia com o recebimento de uma ligação telefônica, é dividido em 3 (três) outros, conforme mostrado na Figura 42:

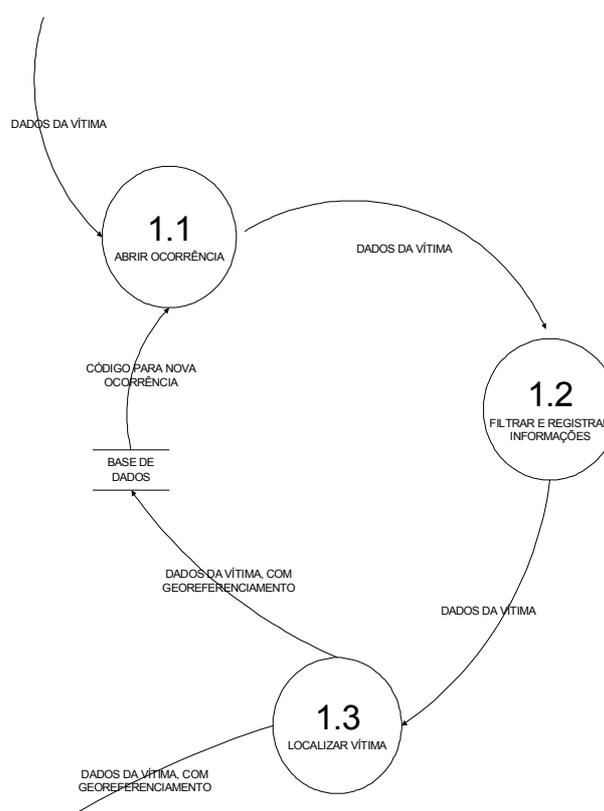


Figura 42: DFD (nível 2): processo "fazer triagem"

O processo "abrir ocorrência" tem como principais funções identificar a legitimidade da chamada e criar o registro (código) para armazenamento de uma nova ocorrência. Seu ponto de partida é o recebimento de uma chamada telefônica por parte do operador do sistema. Nesse momento também se inicia a gravação da conversa telefônica.

O processo "filtrar e registrar informações" tem por finalidade obter os dados iniciais (principalmente localização) da ocorrência, verificando a necessidade de atendimento por parte do regulador.

O processo "localizar vítima", tem por finalidade, a partir da localização declarada da vítima e com o auxílio do SIG, identificar de forma georeferenciada a posição da mesma. Isso permitirá que as etapas subseqüentes do atendimento ocorram de maneira otimizada.

5.6.2 Processo: fazer regulação

Esse processo, se inicia após o processo de triagem e é feito por um regulador, sendo dividido em 4 (quatro) outros processos, conforme mostrado na Figura 43:

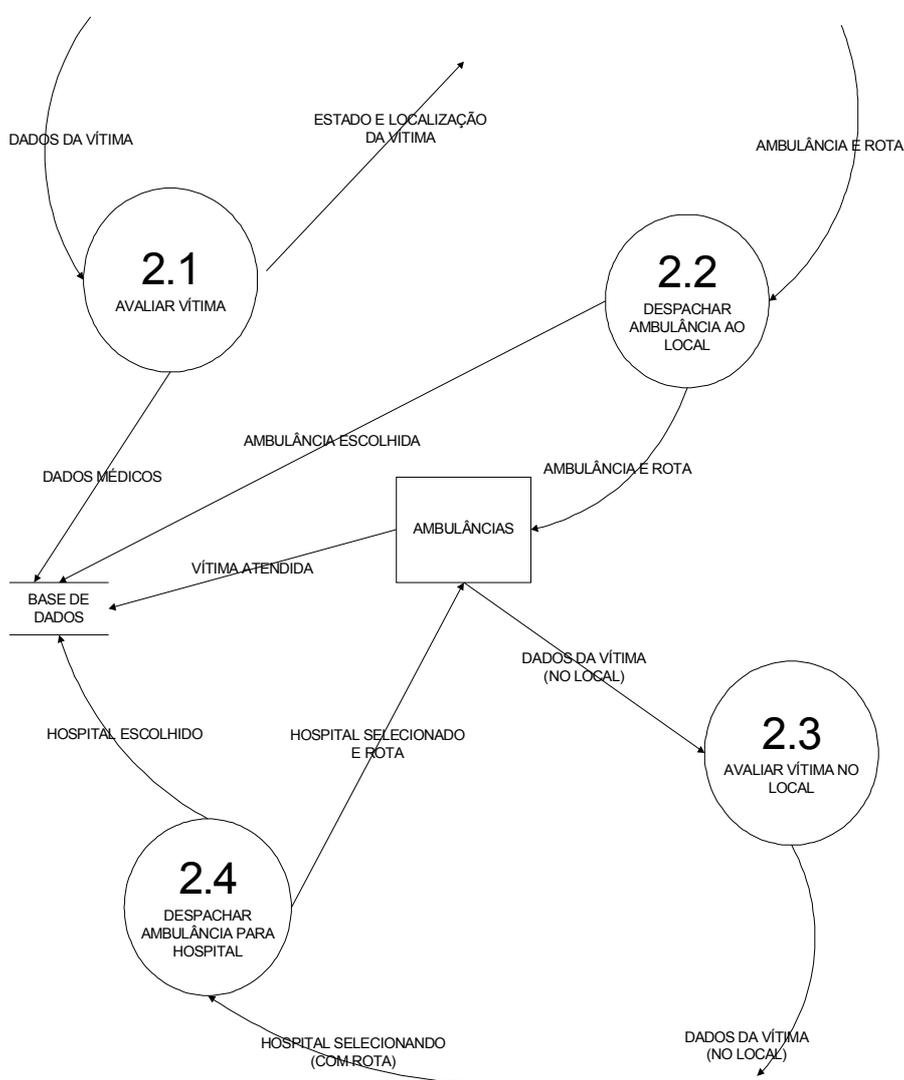


Figura 43: DFD (nível 2): processo "fazer regulação"

O processo "avaliar vítima" tem por objetivo determinar a gravidade do quadro clínico da vítima, decorrendo disso a necessidade ou não do envio de uma ambulância.

O processo "despachar ambulância ao local", tem por finalidade encaminhar ao local da ocorrência, a ambulância mais bem classificada conforme critério do operador do sistema. Pode ainda, se solicitado, fornecer a rota até o local. No momento do despacho, a ambulância designada deve ser assinalada (status) como "em deslocamento para atendimento"

No processo "avaliar a vítima no local", são obtidas as informações necessárias que permitem determinar se é necessário ou não a remoção da vítima para um hospital e, em caso positivo, que tipo de hospital deve ser acionado (com base em sua capacitação). No momento de chegada ao local, a ambulância designada deve ser assinalada (status) como "em atendimento"

O processo "despachar ambulância para hospital", tem por finalidade encaminhar a vítima ao hospital mais adequado, em virtude da gravidade de seu quadro clínico e conforme critério do operador do sistema. Pode ainda, se solicitado, fornecer a rota até o local. No momento do despacho, a ambulância designada deve ser assinalada (status) como "em deslocamento para hospital".

O processo "fazer regulação", do ponto de vista médico (que foge ao escopo deste trabalho), gera e necessita de uma ampla gama de informações. Os protocolos de atendimento (regulação), por si só, justificariam a inserção de um sistema especialista, que ajudasse o regulador nas suas decisões sobre a gravidade e como abordar cada ocorrência. Algumas informações médicas são contempladas pelo modelo, como pode ser visto no DER, com a finalidade de permitir análises para verificar a coerência entre os dados apresentados e as decisões tomadas. A variabilidade dessas informações pode ainda ser ampliada, dependendo dos critérios de avaliação implementados.

Nesse processo, um fator muito importante para seu sucesso é comunicação permanente entre as entidades. Isso permite, entre outras coisas:

- redirecionar uma ambulância que esteja a caminho de atendimento, para outro mais prioritário;
- fornecer uma nova rota para uma ambulância que esteja a caminho de atendimento ou do hospital, que tenha encontrado um problema (via congestionada, por exemplo) na rota anteriormente fornecida;

- caso existam recursos na ambulância, monitorar os sinais biomédicos da vítima tanto pelo regulador, quanto pela equipe do hospital que a atenderá;
- embora ainda esteja em fase de estudos, o prontuário eletrônico (PE) ou similar e a identificação da vítima, deve fornecer informações adicionais sobre o histórico clínico da mesma, para a equipe da ambulância, o regulador e a equipe do hospital que a atenderá.

5.6.3 Processo: enviar ambulância

Esse processo, é dividido em 3 (três) outros processos, conforme mostrado na Figura 44:

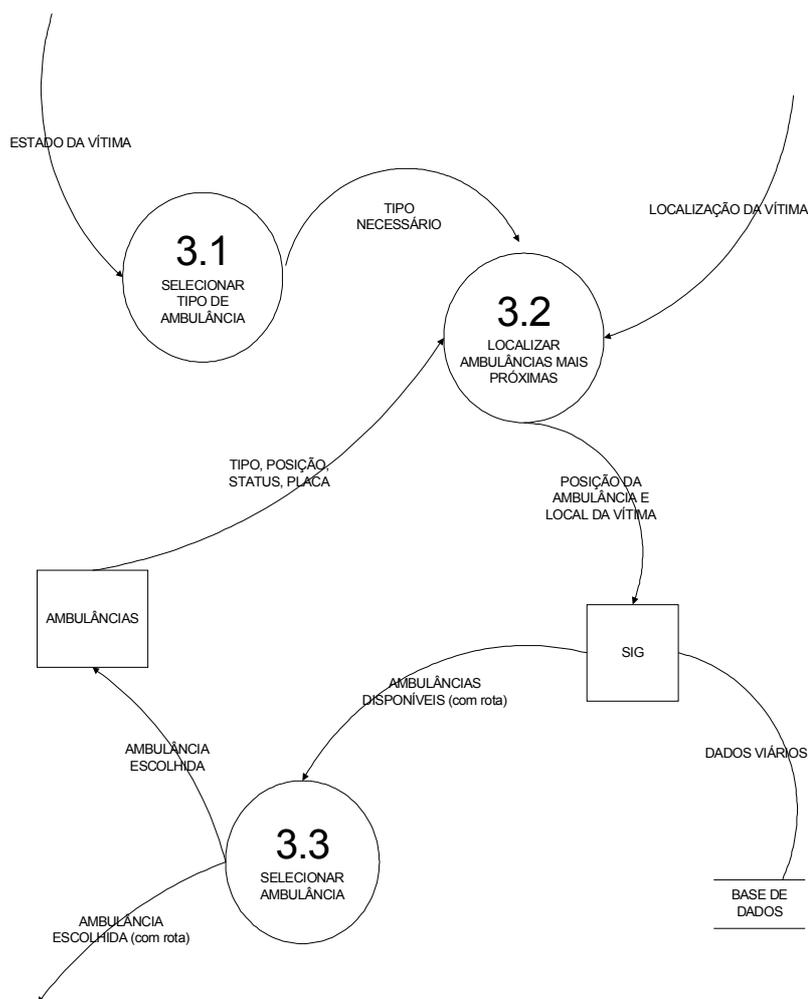


Figura 44: DFD (nível 2): processo "enviar ambulância"

No processo "selecionar tipo de ambulância", o regulador, com base nas informações tomadas em relação à vítima e em protocolos estabelecidos, determina que tipo de ambulância se faz necessário no local da ocorrência.

No processo "localizar ambulâncias mais próximas", é feita uma lista com as ambulâncias do tipo especificado e que estejam disponíveis para atendimento (livres, em retorno a base ou em deslocamento para atendimento, se o regulador assim julgar necessário). Essa lista é repassada ao SIG que através de rotina específica, determina um ranking baseado na proximidade em termos de tempo de deslocamento, em relação ao local da ocorrência. Também são fornecidas as rotas que produzem tais tempos.

No processo "selecionar ambulância", como o próprio nome diz, seleciona-se a ambulância que será despachada para o local da ocorrência. Essa rotina é baseada no critério definido na implementação do sistema, podendo ser a viatura mais próxima, apontada pelo SIG, ou uma que mantenha o nível de atendimento na área do sistema, dentro outros (detalhes sobre esses critérios foram comentados no capítulo 4).

5.6.4 Processo: selecionar hospitais

Esse processo, é dividido em 3 (três) outros processos, conforme mostrado na Figura 45:

No processo "selecionar tipo de hospital", o regulador, com base nas informações repassadas pela equipe da ambulância e em normas estabelecidas, determina quais os recursos e, portanto, que tipo de hospital está apto a receber a vítima.

No processo "localizar hospitais mais próximos", é feita uma lista com os hospitais do tipo especificado e que tenham vagas em seu setor de emergência. Essa lista é repassada ao SIG que através de rotina específica, determina um ranking baseado na proximidade em termos de tempo de deslocamento, em relação ao local da ocorrência. Também são fornecidas as rotas que produzem tais tempos.

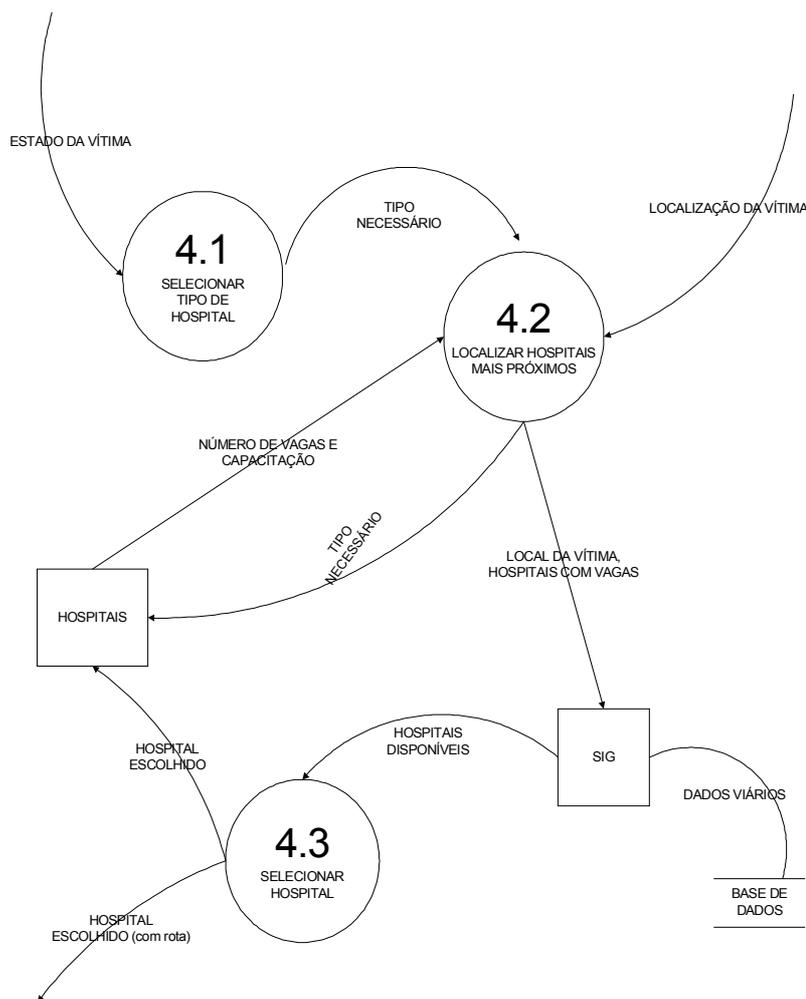


Figura 45: DFD (nível 2): processo "selecionar hospitais"

No processo "selecionar hospital", como o próprio nome diz, seleciona-se o hospital para onde será despachada a vítima. Dependendo da forma de atualização das vagas disponíveis, definido na implementação do sistema, pode ser necessário neste ponto, confirmar com o hospital a disponibilidade da vaga.

5.7 Sistema de Informações Geográficas

No modelo de sistema proposto, o SIG é um dos pilares fundamentais. Afinal, não há como fazer um SADE sem ele. Sua enorme complexidade, aliada aos objetivos e prazos deste trabalho e, também, a quantidade de soluções disponíveis no mercado, se refletem na opção do autor em não detalhar sua estrutura mas sim especificar suas funcionalidades.

Além das funções comuns a um SIG, as seguintes tarefas devem ser suportadas:

- manter e gerenciar os dados que permitam a criação de um grafo que represente a rede viária que contempla a área de atuação do sistema, bem como as facilidades nela (área) contidas (hospitais, bases de ambulâncias, etc). É a partir desse grafo, que são calculados os tempos mínimos de viagem e as rotas das ambulâncias, utilizando algoritmos como Floyd ou Dijkstra, por exemplo;
- localizar, georeferenciar e apresentar o ponto relativo ao local de uma ocorrência, seja através de pesquisa nos atributos dos dados georeferenciados armazenados ou através de dispositivo de apontamento, diretamente sobre o mapa;
- criar mapa e emitir relatório textual que indique a rota que uma ambulância deve percorrer;
- criar mapa e emitir relatório textual que indique a frequência e o local das ocorrências, segundo critérios pré-estabelecidos: dia da semana, horário, tipo de ocorrência, dentre outros;
- apresentar, em tempo real ou em intervalo de tempo definido, a posição onde as ambulâncias se encontram na rede viária;
- seleção (filtragem) e exportação de dados, conforme critérios pré-estabelecidos.

Outras funcionalidades, como por exemplo a realocação dinâmica e a indicação de pontos para estacionamento de ambulâncias e indicação de pontos carentes de unidades de pronto-socorro, podem ser acrescentadas, dependendo do SIG que for acoplado ao sistema e dos objetivos do mesmo.

5.8 Relatórios

O sistema apresenta diversos tipos de relatórios, que têm por objetivo prover informações que permitam avaliar o seu desempenho, auditar seu funcionamento e fazer pesquisa epidemiológicas relativas às ocorrências. Alguns deles decorrem das obrigações legais impostas pelas portarias governamentais (BRASIL, 2004), outros dos próprios objetivos do sistema proposto. Para melhor compreensão, os relatórios foram agrupados conforme descrito nos tópicos a seguir.

A. Indicadores de desempenho baseados na quantidade

São os relatórios que servem para medir a eficiência do sistema. Desse tipo tem-se:

- Atendimentos por data, faixa horária, dia da semana, local, tipo de ocorrência, veículos envolvidos, condições climáticas;
- Distância média diária e mensal percorrida pelas ambulâncias: visa identificar o grau de utilização/ociosidade das mesmas.

B. Indicadores epidemiológicos

São os relatórios que apresentam os dados para pesquisas epidemiológicas. Desse tipo tem-se:

- Vítimas por faixa etária, sexo, tipo de trauma, por situação, local, período, horário.

C. Indicadores de desempenho baseados no tempo

São os relatórios que servem para medir a eficácia do sistema. Desse tipo tem-se:

- tempo médio de resposta entre a chamada telefônica e a chegada da equipe no local da ocorrência;
- tempo médio decorrido no local da ocorrência;
- tempo médio de transporte até a unidade de referência (hospitais);
- tempo médio de resposta total (entre a solicitação telefônica de atendimento e a entrada do paciente no serviço hospitalar de referência).
- tempos médio de duração da chamada;
- tempo médio de espera para liberação no hospital;
- tempo médio de ocupação da viatura;

Os quatro primeiros fazem parte das exigências legais. Esses indicadores poderão ser filtrados por dia da semana e por faixa horária.

D. Auditoria

São os relatórios que tem como objetivo prover informações sobre as ocorrências e usuários cadastrados. Tem-se:

- relatório completo da ocorrência: todos os dados armazenados relativos a uma ocorrência específica (dados genéricos, vítimas, viaturas), inclusive os usuários que a atenderam;

- relatório de atividades dos usuários: número médio de ocorrências atendidas, tempo médio em cada ocorrência, percentual de tempo livre/ocupado;
- relatório de ação: informa todas as ações do usuário no sistema, ou seja quando ele deu entrada, quais ações realizou e quando saiu do mesmo.

Esses relatórios certamente não esgotam as possibilidades de informações que podem ser geradas. A implementação e o uso do sistema, certamente, fará surgir novas necessidades informacionais.

5.9 Fontes de dados

O sistema trabalha com dois tipos de dados distintos, os dados operacionais e os dados do SIG, com seus atributos.

Os dados geográficos podem ser obtidos em empresas especializadas ou através de levantamento em campo, usando GPS. Na implementação do sistema a relação custo/benefício determinará qual a melhor alternativa. A ferramenta do SIG determinará também a possibilidade de manipulação (inclusão, exclusão e alteração) desses dados, diretamente sobre o mapa.

Os dados operacionais devem dispor de interface adequada para sua manipulação, quando da implementação do sistema.

Com relação aos dados de uma ocorrência, é correto supor que alguns deles (principalmente os relacionados aos dados da vítima) somente estarão a disposição para inclusão no sistema, a partir do momento que a ambulância retorne a sua base de origem, com os devidos formulários preenchidos. No Apêndice II deste trabalho, são apresentados esboços desses formulários. São assim considerados pois representam o mínimo necessário para o funcionamento do modelo aqui proposto. Podem, entretanto, ser acrescidos de mais informações, dependendo das necessidades gerenciais de quem implementar o modelo.

Os dados relativos aos tempos e que são vinculados às ambulâncias, podem ser registrados em tempo real ou a partir dos formulários (mais uma vez, depende da implementação).

Com relação às vítimas que foram encaminhadas aos hospitais, esses devem prover em intervalos regulares, informações sobre o que aconteceu com elas (data e hora de liberação/óbito ou transferência).

Em todos esses casos, torna-se necessário que existam rotinas que verifiquem a consistência dos dados armazenados, evitando assim a geração de informações imprecisas. São exemplos de rotinas: a verificação de valores dentro dos limites especificados, se todo dado secundário está atrelado a um dado principal (toda vítima pertence a uma ocorrência), se algum dado relevante não apresenta valor, etc.

Alguns dos dados relativos às entidades de suporte, são apresentados no Apêndice I deste trabalho e são resultado da pesquisa apresentada dos capítulos anteriores.

5.10 Conclusões

O modelo proposto (SADE) foi descrito em seus mais variados aspectos (estrutural, funcional, etc), de modo a permitir sua ampla compreensão. O passo seguinte é a criação de um protótipo computacional, baseado nesse modelo, cuja finalidade é demonstrar e testar, na prática, a viabilidade do que foi apresentado. O próximo capítulo traz a descrição do protótipo implementado e discute os testes realizados.

6. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO - PROTÓTIPO

O presente capítulo descreve o protótipo computacional implementado com o objetivo de demonstrar o sistema de apoio a decisão espacial proposto. Inicialmente são apresentadas as simplificações e restrições em relação ao modelo proposto, o ambiente de desenvolvimento e os dados utilizados. Em seguida, descreve-se o protótipo através de suas interfaces de entrada e saída. Finalizando, é feita uma análise sobre os testes realizados.

6.1 Limitações e restrições do protótipo

Um protótipo, na maioria dos casos, é criado com o intuito de demonstrar uma idéia ou conceito, sem a preocupação de uso ou aplicabilidade imediata. No caso deste trabalho, a implementação do modelo tem suas maiores restrições e limitações decorrentes dos prazos regimentais ao qual o autor está sujeito e aos recursos humanos e financeiros disponíveis.

Diante desses fatos, algumas estratégias de desenvolvimento foram adotadas. Primeiramente, a parte relativa ao SIG foi adaptada da tecnologia (programa) desenvolvida pela equipe do Laboratório de Transportes do Departamento de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Catarina (Labtrans/ECV/UFSC), ao qual o autor está vinculado. Os testes foram feitos em laboratório, pois não havia recursos para colocar TI (rastreamento, principalmente) embarcada em viaturas, nem adquirir mapas rodoviários georeferenciados detalhados, que viabilizassem uma roteirização precisa. A geocodificação dos locais das ocorrências foi feita por aproximação usando uma rotina implementada no SIG.

Além do exposto, tem-se questões de ordem política, pois a possibilidade de um teste prático, usando o protótipo em paralelo a outro sistema similar já existente esbarrou no receio dos operadores do mesmo de que isso pudesse ser usado como uma forma de auditar seu próprio desempenho, o que não era desejável.

6.2 Plataforma de desenvolvimento

O protótipo foi desenvolvido no sistema operacional MS Windows XP®, com ferramenta de desenvolvimento de aplicativos DELPHI 7®, da Borland. Para

armazenamento de dados gerais (não-geográficos), foi utilizando o gerenciador de banco de dados MS-ACCESS[®] 2000, através de uma conexão *ODBC* do sistema operacional. Para armazenamento dos dados geográficos foram criados arquivos binários, usando o próprio DELPHI. Devido ao fato de se tratar de um protótipo, o sistema não se encontra preparado para o uso simultâneo por vários usuários e nem em programas navegadores de internet (browsers).

Para que se tenha uma melhor performance do sistema, sugere-se que o computador tenha 512 MB de memória RAM e pelo menos um monitor de 17 polegadas. Se possível, o uso de um segundo monitor para exibição da interface do SIG, é recomendado. Quanto ao espaço no disco rígido, de 10 a 15 Mb de espaço livre são suficientes.

6.3 Bases de dados

Os dados utilizados para testar a operação do protótipo são oriundos de diversas fontes.

Com relação aos dados geográficos, embora o SIG utilizado tivesse capacidade para armazenar informações sobre diversas camadas, optou-se por utilizar informações somente sobre municípios e as rodovias (municipais, estaduais e federais) que os interligam, do Estado de Santa Catarina. Esses dados foram, em sua maioria, disponibilizados pelo Labtrans/ECV/UFSC. Os demais dados, foram obtidos através de idas a campo com um receptor GPS (Garmin GPS12), na região metropolitana de Florianópolis. Foram registradas as localizações dos hospitais, postos de bombeiros, PRF, serviços de socorro médico privados, bem como um nível de detalhamento maior no que diz respeito ao sistema viário.

Os dados de suporte, como por exemplo tipos de ambulância, foram obtidos no processo de pesquisa bibliográfica.

Os dados relativos às ocorrências atendidas e que foram utilizados nos testes, foram cedidos pelo COPOM/Fpolis.

6.4 Mecanismo de roteirização

Para que o sistema possa adequadamente verificar a proximidade das ambulâncias e hospitais em relação ao local da ocorrência, bem como apresentar as

rotas ótimas de encaminhamento, foi criada uma rotina conhecida como "geração de rede".

O conceito básico por trás dessa rotina é a necessidade de se ter um grafo orientado onde as arestas ou arcos são as rodovias cadastradas e os nós são os pontos de conexão das mesmas, bem como hospitais e bases de ambulâncias cadastradas. Esses últimos são vinculados a rede viária através de um arco de custo nulo ligado ao ponto de conexão rodoviário mais próximo. Todas as rodovias são consideradas como permitindo tráfego em ambos os sentidos.

Com o grafo montado, é possível aplicar o algoritmo de Dijkstra, obtendo assim os caminhos de menor custo entre uma origem e os demais pontos da rede. Como se sabe, um subproduto desse algoritmo é indicação das rotas que leva aos menores custos. Devido à falta de dados disponíveis sobre a velocidade nas rodovias cadastradas, optou-se por utilizar a menor distância como parâmetro de custo ao invés do tempo. Porém, essa distância é corrigida, multiplicando-a por um fator associado ao tipo de superfície de rolamento existente, para representar melhor a influência da mesma no tempo de viagem.

6.5 Interface do protótipo

A interface do sistema está dividida em duas telas distintas e que são exibidas simultaneamente. Na primeira, encontram-se as opções de acesso às tabelas e relatórios, além do gerenciamento do atendimento às ocorrências. A segunda tela apresenta o Sistema de Informações Geográficas que dá apoio à operação. Inicialmente, será descrita a interface principal, com seus componentes e depois, descreve-se o SIG.

6.5.1 Tela principal

A Figura 46 apresenta a tela principal do sistema. Nela, pode-se destacar claramente 3 (três) segmentos de ação: o menu que provê acesso às bases de dados e aos relatórios, a caixa (*groupbox*) onde os dados iniciais da ocorrência são registrados, e a caixa onde se tem acesso às rotinas de localização e alocação de ambulâncias e alocação de hospitais (regulação).

Figura 46: Tela principal do protótipo

O menu está sempre disponível, bem como o processo de triagem, já a regulação precisa que a ocorrência seja confirmada (botão "Fechar..."), para tornar-se ativa.

6.5.1.1 Triagem

Na triagem, pode-se abrir nova ocorrência, registrar ou abandonar a inclusão e navegar (visualizar) pelas ocorrências já cadastradas. A data e os horários são automaticamente preenchidos. Nesse local também, consta uma das informações mais importantes para o correto funcionamento do protótipo, que é o chamado "Ponto de entrada na rede". Esse ponto nada mais é do que um dos nós que constituem a grafo montado e foi à forma escolhida para georeferenciar a localização da ocorrência. Pode ser determinado de duas formas, a primeira é a escolha direta na caixa de escolha (*combobox*) disponibilizada. A outra é acessando o SIG, e através da ferramenta  (localização de ponto da rede) determinar o ponto, que será atribuído a caixa de escolha através do botão ">>".

6.5.1.2 Regulação

Na regulação, tem-se botões que levam aos processos de alocação de ambulâncias e de hospitais, os quais são descritos a seguir.

6.5.1.2.1 Escolhendo uma ambulância

A Figura 47 apresenta a tela que é disponibilizada assim que o botão "Ambulâncias" é acionado. Nessa tela, são apresentados os tipos das ambulâncias que estão cadastradas no sistema e que no momento estejam disponíveis (na base ou em retorno). Deve-se então selecionar aqueles tipos que, conforme a gravidade reportada, sejam adequados a atender a ocorrência.



Figura 47: Escolhendo o tipo de ambulância

Feito isso, acionando o botão "Procurar", o sistema acionará a rotina de caminhos mínimos e apresentará as ambulâncias mais próximas da ocorrência, conforme os tipos especificados.



Figura 48: Seleção de ambulâncias próximas à ocorrência

A Figura 48 apresenta as ambulâncias que podem ser acionadas. Pode-se selecionar uma ou mais, dependendo do número de vítimas. Ao se clicar no botão "Alocar", as ambulâncias são vinculadas à ocorrência e marcadas (status) como "a caminho". Numa implementação com mais recursos, isso desencadearia uma ordem automática (despacho) a base da ambulância ou a ela própria (se em retorno). Como se trata de um protótipo, o efetivo despacho da viatura deve ser feito através de comunicação telefônica ou via rádio.

6.5.1.2.2 Escolhendo um hospital

A Figura 49 apresenta a tela que é disponibilizada assim que o botão "Hospitais" é acionado. Nessa tela, são apresentados (em ordem crescente) os níveis de capacitação dos hospitais que estão cadastradas no sistema. Deve-se então selecionar aqueles tipos que, conforme a gravidade reportada, sejam adequados para a condução da vítima.



Figura 49: Escolhendo a capacitação do hospital

Feito isso, acionando o botão "Procurar", o sistema acionará a rotina de caminhos mínimos e apresentará os hospitais mais próximos da ocorrência, cuja capacitação seja igual ou superior a requisitada.

CNPJ	Hospital	Telefone	Vagas	Nivel	Distância
82951245001050	HOSPITAL REGIONAL HOMERO DE MIRANDA GOMES	(48) 271-9023 / 271-9018	1	30	009,58
82951245001564	HOSPITAL FLORIANOPOLIS	(48) 271-1500 / 271-1586	4	20	005,48
82951245000835	HOSPITAL GOVERNADOR CELSO RAMOS	(48) 251-7000 / 224-0680	5	20	009,52
83884999000106	IRMANDADE DO SENHOR JESUS DOS PASSOS E HOSPITAL DE CARIDADE	(48) 221-7586 / 221-7589	0	20	009,55
82951245001211	HOSPITAL NEREU RAMOS	(48) 228-5333 / 228-3071	0	20	011,93
83899526000182	UNIVERS FEDERAL DE SANTA CATARINA HOSPITAL UNIVERSITARIO	(48) 331-9100 / 234-3014	0	30	013,23

Figura 50: Seleção de hospital próximo à ocorrência

A Figura 50 apresenta os hospitais que podem ser acionados. Os destacados não têm leitos disponíveis no momento. Porém, segundo o conceito de "vaga zero" (BRASIL, 2004), podem receber a vítima. Pode-se selecionar somente um hospital. Ao se clicar no botão "Alocar", o hospital tem seu número de vagas reduzido no sistema. Numa implementação com mais recursos, isso desencadearia um bloqueio de vaga no sistema do hospital. Para manter uma correta informação sobre o número de vagas é interessante uma periódica troca de informações entre a operação do sistema e os hospitais.

6.5.1.3 Menus

O menu do sistema, como já foi dito, divide-se em dois grandes blocos, com diversas opções, conforme mostra a Figura 51:

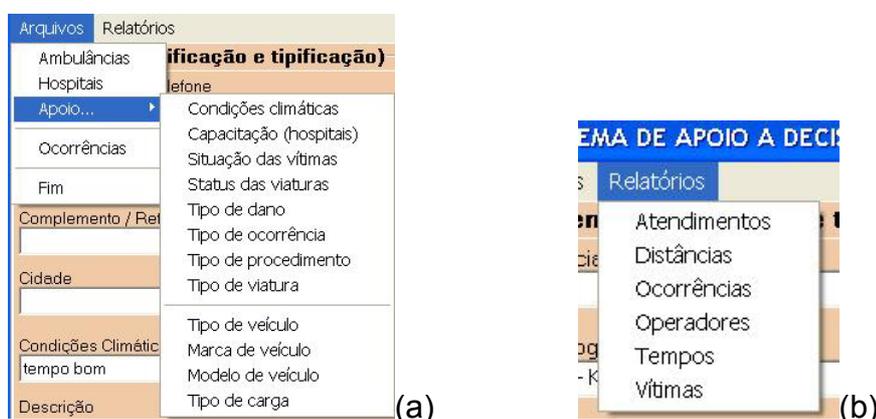


Figura 51: Sub-opções do menu: (a) arquivos, (b) relatórios

6.5.1.3.1 Arquivos

Na opção "arquivos", tem-se acesso às tabelas de operação e suporte do sistema. Pode-se, portanto, incluir (com exceção das ocorrências), excluir, alterar e visualizar os dados armazenados.

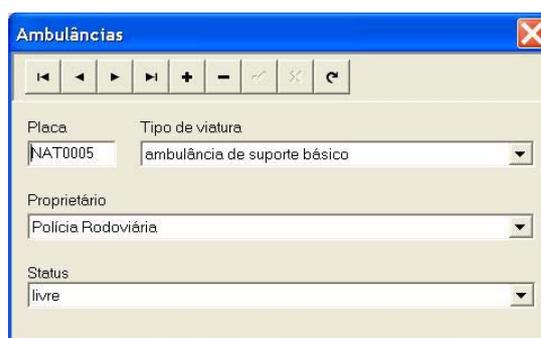
Dentre essas tabelas, o grupo formado por aquelas que dão suporte (apoio) as tabelas vinculadas diretamente a uma ocorrência apresenta uma interface padrão, conforme mostra a Figura 52, a seguir. Nela, tem-se o nome da tabela, no título da tela, uma barra de navegação, com todas as funções e uma grade (tipo planilha) para digitação dos dados.



código	descrição
0	trote
1	engano
2	colisão frontal
3	colisão lateral
4	colisão traseira
5	atropelamento de pedestre
20	queimadura
30	contato com produto químico
40	intoxicação
50	ferimento com arma de fogo
60	ferimento com arma branca
70	queda

Figura 52: Exemplo de tabela de apoio

Em relação ao cadastro das ambulâncias, a Figura 53 apresenta a tela que permite a manipulação dos dados. Nela, estão disponíveis os atributos da tabela, identificando principalmente qual o tipo, quem é o proprietário (que indica a sua posição de sua base na rede viária) e qual seu status para o sistema, naquele momento.



Placa: NAT0005

Tipo de viatura: ambulância de suporte básico

Proprietário: Polícia Rodoviária

Status: livre

Figura 53: Tela do cadastro de ambulâncias

O cadastro de hospitais, cuja interface é mostrado pela Figura 54, tem como principais informações o número de vagas disponíveis para recebimento de emergências (cuja atualização aqui não é automática) e o nível de capacitação do mesmo.

Figura 54: Tela do cadastro de hospitais

A opção mais importante desse grupo até aqui apresentado é, sem dúvida nenhuma, o cadastro das ocorrências, com suas várias tabelas. Seu preenchimento é auxiliado pelos formulários que acompanham as viaturas (descritos no Apêndice II). Devido à complexidade e quantidade de informações a tela é dividida em pastas. A Figura 55 mostra a primeira delas, que é praticamente igual à tela de triagem descrita anteriormente.

Figura 55: Tela do cadastro de ocorrências - pasta principal

A segunda pasta destina-se a registrar as informações relativas a cada uma das vítimas que participaram da ocorrência. Nessa pasta, cabe destaque ao botão "gerar identificador", pois é através dele que as vítimas não identificadas ganham um identificador único e seqüencial, de modo a possibilitar sua inclusão no cadastro. A Figura 56 apresenta a referida pasta. O navegador na parte de baixo da tela, serve a tabela de vítimas.

Início	Fim/ida hospital	Chegada hospital	Entrega
20:58	21:05	21:20	21:21

Figura 56: Tela do cadastro de hospitais - pasta de vítimas

A terceira pasta destina-se a registrar as informações referentes às ambulâncias que atuaram na ocorrência bem como as dos veículos nela envolvidos. Para cada ambulância, são informados os tempos, distâncias e qual vítima atendeu. Já os veículos devem ser identificados (placa ou seqüencial gerado através do botão "gerar placa") e tipificados, conforme mostra a Figura 57, a seguir. Os navegadores mostrados servem a tabela de ambulâncias da ocorrência e a de veículos da ocorrência respectivamente.

Ocorrências

Localização e Tipificação | Vitimas | **Veículos**

Dados da ambulância

Placa viatura em retorno

Dist. até o local Dist. até o hospital

Horários

Despacho Chegada ao local Viatura Livre

Vitima

identificação qualificador nome

Veículos envolvidos

placa	tipo	marca	modelo	ano	descrição
▶ LXE1208	automóvel de p/fiat		A4	2003	SAIU FORA DA F

Gerar placa

Figura 57: Tela do cadastro de hospitais - pasta de veículos

6.5.1.3.2 Relatórios

O sistema apresenta diversos relatórios que permitem acompanhar e avaliar a performance dos elementos envolvidos. Com exceção do relatório dos operadores, que não possui parâmetros, os demais podem ser filtrados.

A Figura 58 mostra a tela onde são escolhidos os parâmetros para os relatórios de número de atendimentos, ocorrências atendidas, distâncias percorridas, e tempos realizados. Pode-se escolher o intervalo de datas, uma determinada faixa horária, o dia da semana e o tipo da ocorrência. Esse último não se aplica aos últimos relatórios citados acima.

Figura 58: Parâmetros de filtro de relatório

A seguir, uma breve descrição de cada relatório com um pequeno exemplo:

- **Estatísticas das ocorrências:** número de ocorrências atendidas, conforme os parâmetros especificados.



SISTEMA DE APOIO A DECISÃO E RELATÓRIO DE ESTATÍSTICAS DAS OC

Parâmetros: data: 14/01/2005 a 06/06/2005.

Data	Dia da semana	Qtidade
14/01/2005	sexta-feira	3
15/01/2005	sábado	1
01/02/2005	terça-feira	4
02/02/2005	quarta-feira	1
11/03/2005	sexta-feira	5
06/06/2005	segunda-feira	1

Figura 59: Relatório de número de atendimentos

- **Ocorrências:** registro completo sobre cada ocorrência atendida, conforme os parâmetros especificados.



SISTEMA DE APOIO A DECISÃO ESPACIAL - SAMU RELATÓRIO DE OCORRÊNCIAS

Parâmetros: data: 14/01/2005 a 06/06/2005, tipo de ocorrência: queda de moto.

Identificador: 7	Atendente: Administrador do sistema	José	Telefone: 0					
Data: 14/01/2005	Hora ligação: 18:16	Final ligação: 18:18	Coordenadas: 0 - 0					
Local: Cláudio Zacchi, 1	Complemento:							
Passa Vinte	PALHOCA	SC						
Condições meteorológicas: tempo bom		Tipo de ocorrência: queda de moto						
Descrição: queda de moto								
VÍTIMA	Identificador: 10	Nome: Vítima 10	Nascimento: 04/04/1983	Sexo: M				
	Início atend.: 18:37	Fim atend.: 19:00	Chegada hospital: 19:25	Atend. hospital: 19:26				
	Hospital: HOSPITAL REGIONAL HOMERO DE MIRANDA GOMES	Data liberação:	Hora liberação:					
	Situação: encaminhada ao hospital	Dano: não se aplica						
	Nível de consciência: 0	Gravidade: 0	Procedimentos: não se aplica	não se aplica				
	Informações médicas:							
	VIATURAS							
Placa: NAT0001	VÍTIMA: 10	Gerado: Gerado	despacho: 18:25	chegada ao local: 18:35	Viatuta livre: 19:27	Em retorno: não	dist.p/ local: 18,15	dist. p/ hospital: 17,90
VEÍCULOS ENVOLVIDOS								
placa	tipo	marca	modelo	ano fab.	produto	produto		
G000008	motoricleta	não identificada	não identificada	0	não se aplica			

Figura 60: Relatório da ocorrência

- ❑ **Operadores:** estatísticas sobre cada um dos operadores do sistema (considerando como jornada de trabalho 6 horas).



SISTEMA DE APOIO A DECISÃO ESPACIAL - SAMU RELATÓRIO DE DESEMPENHO DOS OPERADORES

Operador	Num. chamadas atendidas	Tempo médio da ligação (em minutos)	Percentual de ocupação (%)
0 Administrador do sistema	5	2	2,78
1 Pedro	5	2	2,78
2 João	5	1,8	2,50
3 José	5	2	2,78
4 Francisco	5	2	2,78
5 Maria	5	1,8	2,50

Figura 61: Relatório sobre os operadores

- ❑ **Tempos:** estatísticas sobre os tempos envolvidos na operação do sistema, conforme os parâmetros especificados.



SISTEMA DE APOIO A DECISÃO ESPA
RELATÓRIO DE INDICADORES DE TEMPO
 Parâmetros: data: 14/01/2005 a 06/06/2005.

Descrição	Tempo médio (em minutos)	Qtidade
tempo médio de resposta	17,764	17
tempo médio no local	25,352	17
tempo médio até hospital	13,5	14
tempo médio de resposta total	63,5	14
tempo médio de duração da chamada	1,9333	15
tempo médio de liberação do hospital	1,0555	18
tempo médio de ocupação da viatura	45	17

Figura 62: Relatório sobre tempos (indicadores)

- **Vítimas:** estatísticas sobre as vítimas das ocorrências registradas no sistema, conforme os parâmetros especificados: faixa de idade, sexo, situação da vítima (o que ocorreu com ela) e tipo de dano.

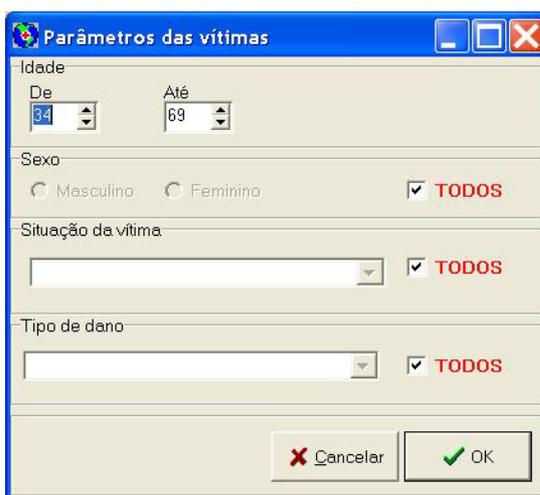


Figura 63: Parâmetros de filtro de relatório



SISTEMA DE APOIO A DECISÃO ESPACIAL - SAMU
RELATÓRIO DE ESTATÍSTICAS DAS VÍTIMAS
 Parâmetros: idade: de 0 até 45 anos.

Idade	Sexo	Situação	Dano	Qtidade
0	M	encaminhada ao hospital	não se aplica	1
2	M	encaminhada ao hospital	não se aplica	1
8	F	encaminhada ao hospital	não se aplica	1
16	M	encaminhada ao hospital	não se aplica	1
18	M	recusou atendimento	não se aplica	1
21	F	liberada após atendimento no local	não se aplica	1

Figura 64: Relatório estatístico das vítimas

- **Distâncias:** estatísticas sobre as distâncias percorridas pelas ambulâncias.



SISTEMA DE APOIO A DECISÃO ESPACIAL - SAMU
RELATÓRIO DE DISTÂNCIAS PERCORRIDAS PELAS AMBULÂNCIAS

Parâmetros: data: 14/01/2005 a 06/06/2005.

Placa	para o local da ocorrência			para o hospital		
	Qtidade	Tempo médio (em minutos)	Distância média (em Km)	Qtidade	Tempo médio (em minutos)	Distância média (em Km)
NA T0001	2	10	13,6	2	18	12,9
NA T0002	2	13	2,3	2	8	2,5
NA T0003	1	7	25,0	1	24	27,0
NA T0004	2	12	10,4	2	16	9,0
NA T0005	4	8	6,5	4	15	11,2
NA T0007	1	2	0,3	1	4	6,3
NA T0008	1	8	4,9	1	5	1,0
NA T0009	1	21	17,0	1	15	12,0

Figura 65: Relatório de distâncias percorridas

6.5.2 Interface do (SIG)

A tela do SIG apresenta um menu de opções, duas barras de ferramentas, uma área para exibição dos mapas, uma área de dados onde são mostrados os dados na camada ativa e uma barra de status. A Figura 66 apresenta essa tela, com o mapa destacando a ligação ilha-continente de Florianópolis (SC) e tendo como camada ativa (a primeira da pilha de camadas), a camada referente às cidades (do tipo ponto). A legenda apresenta as demais camadas do mapa.

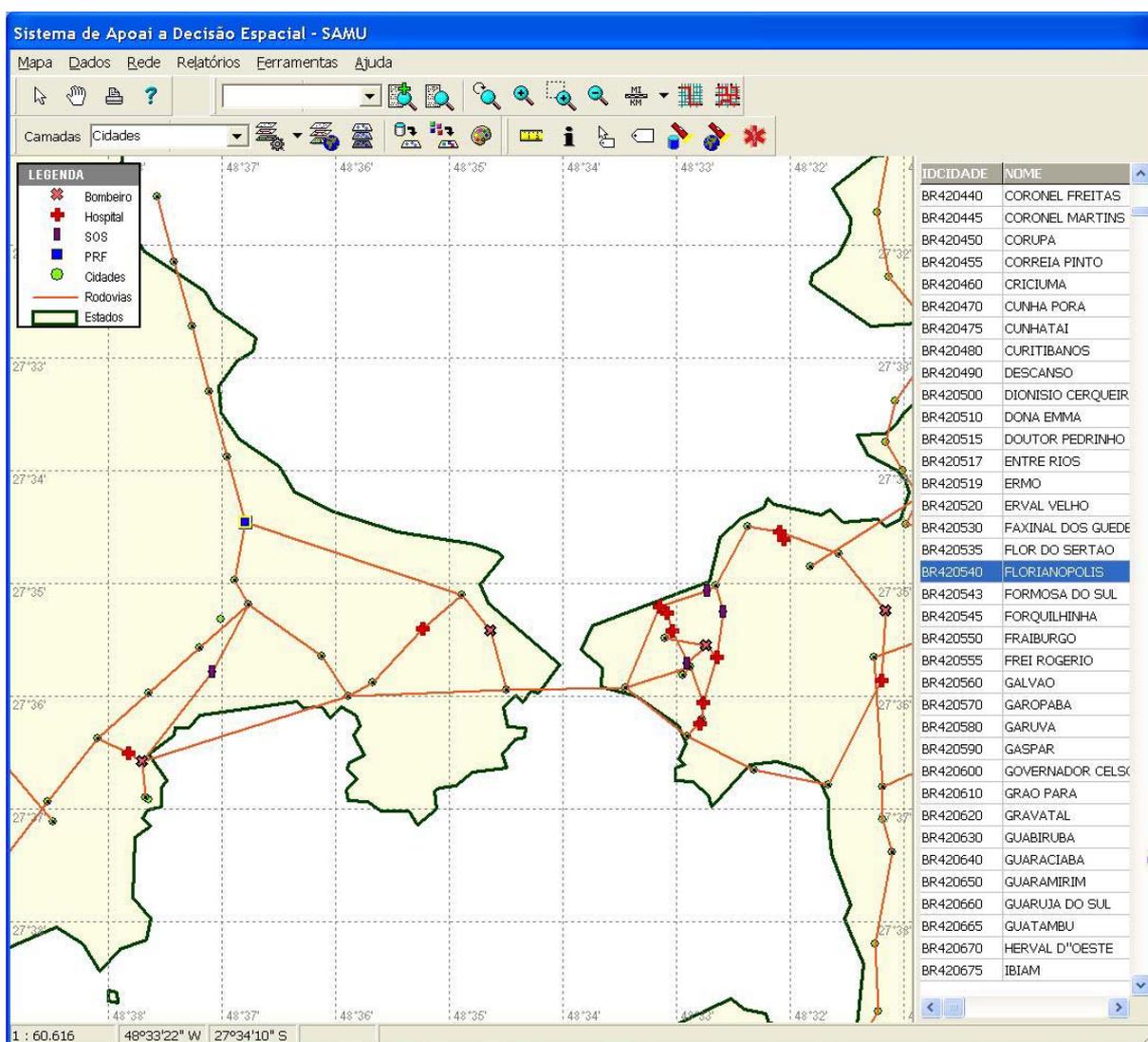


Figura 66: Tela do SIG

6.5.2.1 Ferramentas

As ferramentas que ativam as funções do SIG estão divididas em 4 segmentos afins: básico, camada, informação e visualização. O Quadro 3 apresenta cada uma das funções disponíveis.

Quadro 3: Ferramentas do SIG implementado

Ferramentas	Função/modo de usar
	Desabilitar a ferramenta corrente, mudando o cursor.
	Deslocar o mapa para qualquer direção, permitindo a visualização de outras partes do mesmo.
	Imprimir o mapa, tal qual ele está sendo visualizado.
	Sair do sistema, encerrando o programa.
	Acessar a janela de ajuda ao usuário.
	Incluir a visualização corrente da área de dados na lista de zoons preferenciais
	Escolher um zoom da lista preferencial, para torná-lo ativo
	Realizar a exclusão ou alteração do nome de um zoom preferencial
	Mostrar o zoom anterior.
	Aumentar proporcionalmente a escala do mapa diminuindo assim a área visualizada.
	Marcar uma área no mapa para que o mesmo seja ampliado.
	Reduzir proporcionalmente a escala do mapa, aumentando assim a área visualizada.
	Escolher uma escala de visualização, dentre as pré-definidas.
	Mostrar o menor caminho entre dois pontos, calculado na opção "Pesquisar Caminhos".
	Mostrar a árvore de alcance máximo, calculada na opção "Pesquisar Caminhos".
	Tornar ativa a camada selecionada. Os atributos da camada serão mostrados na grade (área de dados).
	Dar acesso as rotinas de importação, exportação do arquivo padrão mapinfo, dentre outras operações sobre as camadas de trabalho.
	Dar acesso as rotinas de importação, exportação do arquivo padrão mapinfo, dentre outras operações sobre as camadas de visualização.
	Apresentação de todas as camadas, sejam elas de trabalho ou visualização.
	Criar camada de visualização através de SQL
	Criar camada de visualização, separando os dados em categorias.
	Modificar os atributos de visualização (cor, tipo de figura, tipo de linha) da camada ativa.
	Mostrar a distância real entre dois pontos (distância geodésica), levando em conta a curvatura da Terra.
	Apresentar as informações disponíveis do elemento selecionado no mapa, na camada ativa.
	Identificar todos os elementos de uma camada através de seu nome ou outras características.
	Identificar um rótulo individual para uma camada através de seu nome ou outras características.
	Localizar itens da camada e visualizar o resultado na área de dados.
	Localizar itens da camada e visualizar o resultado na área de desenhos.
	identificação de um ponto na rede

Do ponto de vista de operação do sistema, as duas principais funcionalidades do SIG são à busca do caminho mínimo rodoviário, disponível através de um item do menu "Rede", onde o usuário indica os pontos de origem e destino e obtém a rota de menor distância e a identificação de um ponto da rede, através do botão , da barra de ferramentas. Essa última função é de importância fundamental para o bom funcionamento do sistema, haja vista que uma ocorrência somente pode ser atendida (enviar ambulâncias) se puder ser associada a um ponto da rede viária.

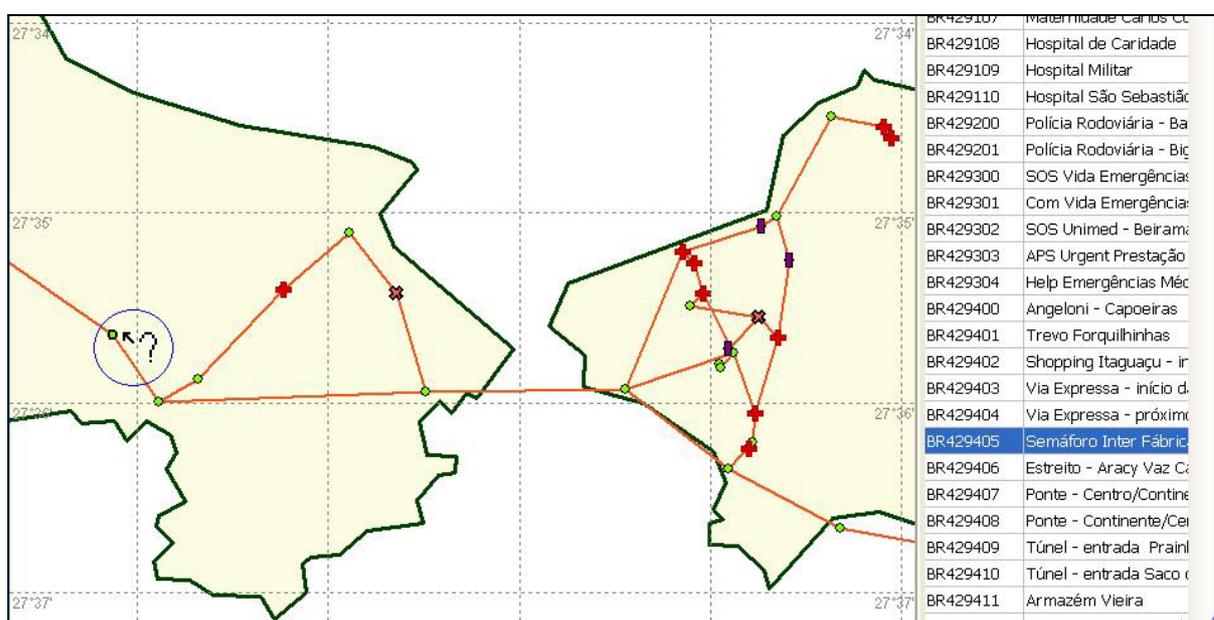


Figura 67: Localizando um ponto da rede viária

A Figura 67 demonstra o processo, no círculo em destaque. Ao se clicar no botão  (identificação do ponto na rede), o cursor é modificado (seta com sinal de interrogação) e quando esse for acionado (clicado) sobre a área do mapa, o ponto mais próximo da rede viária é localizado (no caso a borda da bolinha é destacada). A identificação desse ponto é mantida no sistema e, então, ele pode ser associado a uma ocorrência, conforme descrito anteriormente.

6.5.2.2 Mapas temáticos

O sistema, na sua parte de SIG, permite fazer mapas temáticos pontuais (por exemplo, onde aconteceram as ocorrências) e mapas temáticos por categorias (por exemplo, número de ocorrências por faixa de quantidade).

Na construção desses mapas podem ser utilizados diversos filtros, como aqueles que seriam utilizados em consultas SQL sobre as bases de dados.

Os atributos de desenho da camada gerada por um mapa temático pontual, são definidos na sua criação, mas, podem ser alterados a qualquer momento, como outras camadas do sistema.

Numa camada gerada por um mapa temático por categorias, os atributos somente são definidos no processo de criação. Para alterá-los, é necessário remover a camada, redefinir os atributos e recriá-la.

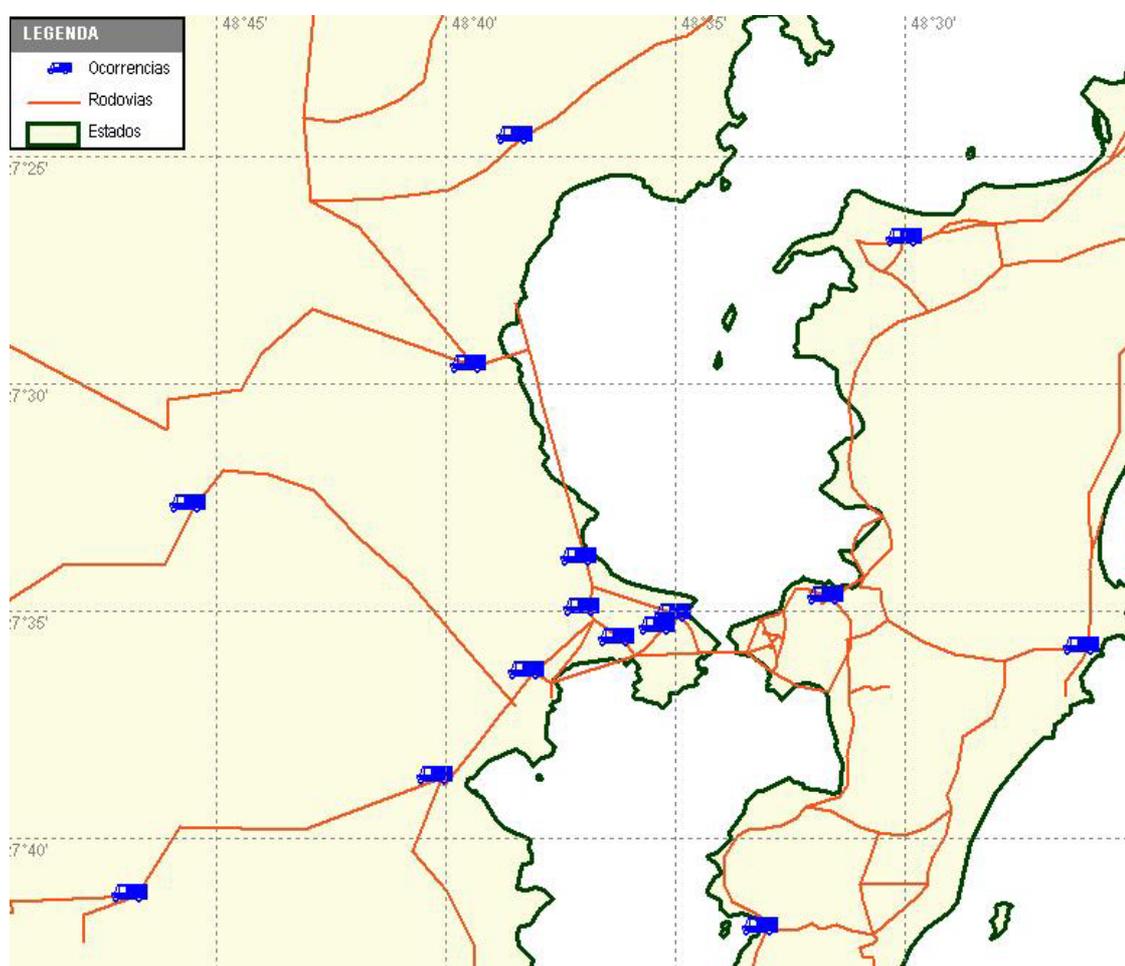


Figura 68: Exemplo de mapa temático mostrando o local das ocorrências

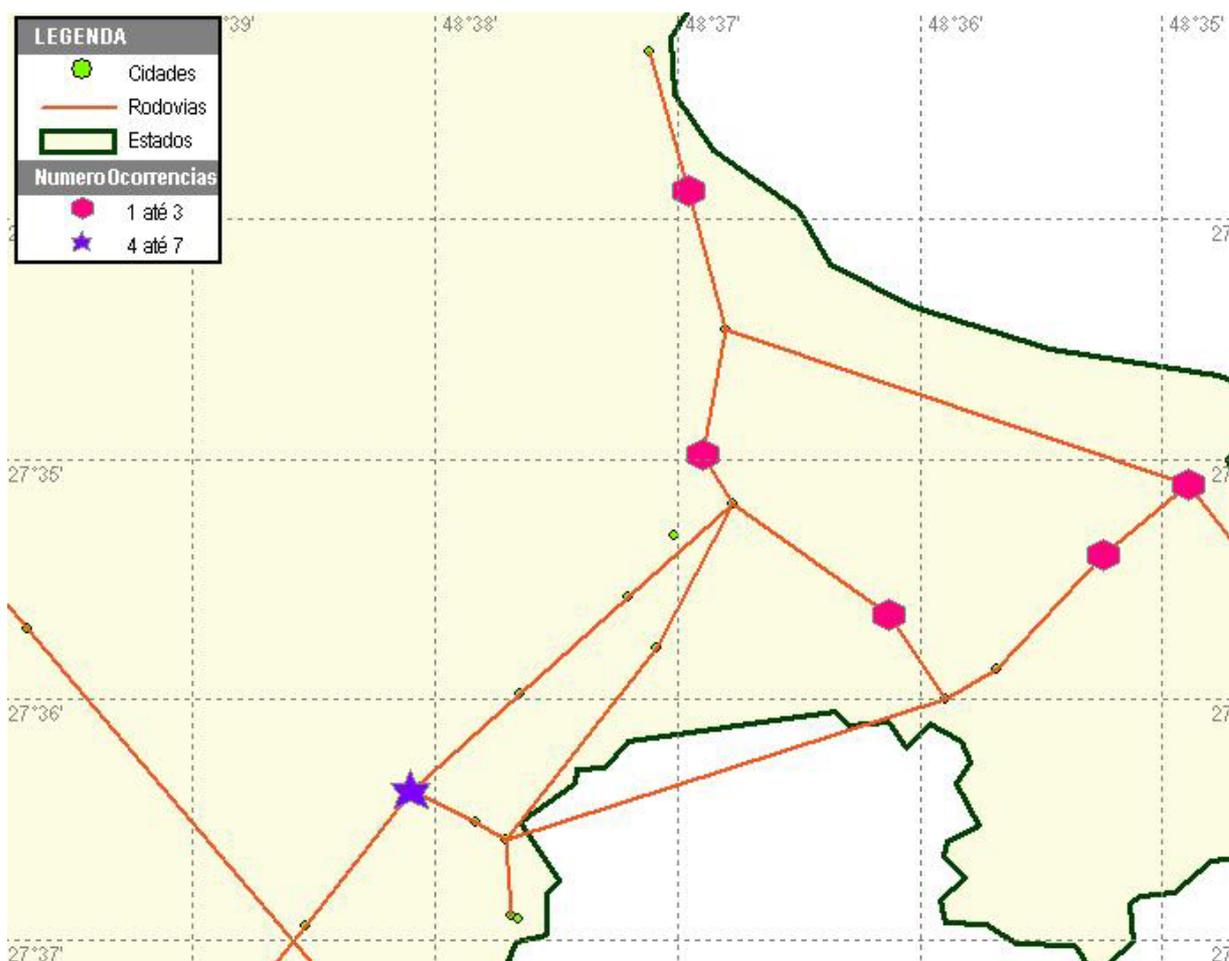


Figura 69: Exemplo de mapa temático mostrando o número de ocorrências por local (categorizado)

A Figura 68 mostra um mapa temático pontual que exibe os locais onde foram registradas ocorrências. Na Figura 69, o mapa exibe o número de ocorrências por local, categorizando esse valor: o hexágono representa de 1 a 3 e a estrela de 4 a 7 ocorrências (conforme pode ser observado na legenda).

6.6 Testes

Os testes realizados foram divididos em duas fases: validação da implementação e validação da operação e foram efetuados pelo autor deste trabalho.

O processo de validação da implementação ocorreu durante toda o desenvolvimento do protótipo e tinha como objetivo garantir a correta tradução do modelo para o programa computacional. Na medida que a programação avançava,

eram introduzidos dados fictícios no sistema, verificando assim a interface de digitação, o armazenamento de dados e a exatidão dos cálculos (principalmente os dos relatórios), que eram confrontados com os resultados calculados manualmente.

Finalizada a programação do protótipo, veio à fase de validação da operação. Para tornar o processo mais realista, foram utilizados dados de acidentes viários com vítimas, ocorridos nos primeiros meses do corrente ano, na região metropolitana de Florianópolis, obtidos junto ao COPOM/Fpolis, num total de 20 (vinte) ocorrências. Também foram disponibilizadas informações sobre acidentes, registrados junto a PRF/Fpolis, porém devido à falta de dados essenciais sobre tempos, os mesmos acabaram sendo descartados.

Antes de iniciar a análise dos testes deve-se, entretanto, fazer algumas observações sobre os dados usados. Eles são oriundos de sistemas que servem aos propósitos de suas corporações e não exatamente ao sistema SAMU, como definido pela legislação (BRASIL, 2004). Disso decorre o fato que alguns dados essenciais não existirem, principalmente os relacionados à determinação dos tempos (horários), local de partida e tipo das ambulâncias. No caso dos tempos, muitos valores foram estimados através do uso do SIG, onde foram calculadas distâncias e, a partir delas, os tempos faltantes. Apesar da malha viária simplificada, os dados refletiam, na sua quase totalidade, locais cadastrados no sistema.

O processo de registro da ocorrência seguiu a mesma sistemática que se esperaria de uma simulação em tempo real, ou seja, primeiro foram informados os dados que são obtidos na triagem, que é finalizada com a geocodificação do local da ocorrência. No passo seguinte, como na regulação, foram selecionadas as ambulâncias e os hospitais. A última etapa foi à complementação dos dados da ocorrência, que deve acontecer sempre após "as viaturas retornarem a base".

A geocodificação do local da ocorrência, a seleção de ambulâncias e hospitais mostraram ser funções de fácil manipulação e bastante rápidas na execução. Apesar disso, a impossibilidade de se ter à posição da ambulância em tempo real, bem como uma base mais completa para geocodificação não passou despercebida. Com elas, algumas ações seriam instantâneas ou desnecessárias.

A partir dos dados registrados, foram gerados todos os relatórios disponibilizados pelo sistema, bem como os mapas temáticos. As figuras apresentadas no tópico anterior, são o resultado desse procedimento.

Com relação aos relatórios, sua emissão permitiu primeiramente verificar a exatidão das rotinas implementadas, ou seja, se as informações geradas eram realmente produto dos dados armazenados. Em segundo lugar, verificou-se a adequação das informações aos objetivos propostos na sua emissão.

Os mapas temáticos, por sua vez, ao apresentar informações num formato visual/espacial, ao invés do modo textual, permitiram uma análise mais abrangente sobre a dinâmica dos atendimentos prestados.

Finalizando, os testes mostraram-se satisfatórios dentro da realidade que foram propostos, permitindo avaliar a dinâmica do processo, destacar os pontos do sistema mais sensíveis ao uso de TI e quais são os fluxos de informações mais importantes para o atendimento.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Nesta última parte do trabalho, são apresentadas as conclusões resultantes de sua execução, confrontando os resultados obtidos com os objetivos traçados e as hipóteses lançadas. Finalizando, são feitas sugestões para a evolução da linha de pesquisa aqui executada.

7.1 Conclusões

Para verificar se este trabalho alcançou ou não seu principal objetivo, inicialmente apresenta-se a confirmação ou não das hipóteses lançadas, segundo a metodologia utilizada.

Hipótese 7 - o atendimento móvel de urgência é um tipo de serviço altamente dependente da quantidade e qualidade da informação disponibilizada.

Essa hipótese mostrou-se verdadeira. A revisão bibliográfica e os estudos de caso apresentaram um grande número de informações envolvidas e a necessidade de sua disponibilidade no momento certo. Destacando-se aquelas informações que permitem determinar corretamente o local do atendimento e escolher a ambulância e o hospital mais adequados para prestar atendimento a vítima. Além dessas, sistemas apoiados em SIG necessitam de muita informação georeferenciada, principalmente aquelas relativas à malha viária e a localização das facilidades.

Hipótese 8 - os atuais serviços de atendimento móvel de urgência exploraram o potencial das tecnologias de informação e métodos de pesquisa operacional aplicados ao transporte existentes.

Essa hipótese mostrou-se falsa. Porém, uma ressalva deve ser feita no que diz respeito ao uso de TI, pois existem alguns poucos casos do uso de rastreamento de veículos e roteirização de ambulâncias. Porém, isso não é a regra, tanto no Brasil quanto no exterior. Os algoritmos de localização de facilidades, posicionamento e realocação dinâmica de veículos apesar de bastante conhecidos pela comunidade acadêmica, carecem de aplicações práticas. Talvez a complexidade dos dados exigidos, aliados ao desconhecimento de quem detém o poder decisório expliquem tal fato. Mas, somente estudos detalhados poderiam determinar as verdadeiras

causas dessa falta de uso. As decisões dos operadores, muito freqüentemente, apóiam-se na experiência adquirida ao longo dos anos. O mesmo se dá com a roteirização das ambulâncias, que se baseia no conhecimento do seu condutor sobre a área onde atua.

Hipótese 9 - a abordagem do serviço prestado através da modelagem de um sistema de informações permite uma melhor compreensão do mesmo.

Essa hipótese mostrou-se verdadeira. O uso das ferramentas de modelagem de sistemas levou a um nível de compreensão e detalhamento do SAMU que certamente, não seria alcançado através do simples textos descritivos. Reconhecidamente, diagramas, fluxogramas e esquemas conseguem contextualizar melhor, determinadas situações ou fatos. Além do que, com os atuais *softwares* de modelagem, qualquer alteração num ponto do sistema, repercute imediatamente para o todo, mantendo a integridade do que foi definido. Esse tipo de ação não seria possível num texto descritivo.

Hipótese 10 -um sistema de apoio à decisão espacial permite atender às necessidades do serviço de atendimento móvel de urgência.

Essa hipótese mostrou-se verdadeira. Apesar de ser uma tecnologia mais recente, o SADE baseia-se em tecnologias já consolidadas (SIG e SAD) e diversas pesquisas, tanto no Brasil quanto no exterior, apontam para seu uso no SAMU. Seu uso ainda está restrito a roteirização de ambulâncias, mas sua enorme capacidade de armazenamento aliada à disponibilidade de dados georeferenciados e ao uso de algoritmos já mencionados, certamente ampliará essa atuação.

Hipótese 11 -a rastreabilidade das informações no serviço de atendimento móvel de urgência permite aumentar a eficácia do mesmo.

Essa hipótese mostrou-se verdadeira. Um das maiores dificuldades dos gestores que trabalham no SAMU é determinar se o serviço oferecido está atendendo as expectativas planejadas. Isso se deve ao fato de que são necessárias diversas informações, obtidas em momentos e por pessoas diferentes dentro da prestação do serviço. A inclusão de elementos (variáveis) no sistema que possibilitem a "amarração" de toda a informação relacionada a cada atendimento em particular, permite analisar o processo de ponta a ponta (rastreabilidade). Isso permite, num

segundo momento, verificar se a escolha dos recursos (ambulâncias e hospitais) foi adequada ao caso apresentado e se os tempos realizados encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos.

Hipótese 12 -um protótipo computacional baseado num modelo de sistema de informações permite melhorar o entendimento sobre o tema.

Essa hipótese mostrou-se verdadeira. Por melhor que seja a modelagem do sistema, somente com a prática da operação é que se percebe o que é vital e o que é periférico. Durante o processo de desenvolvimento do protótipo, testes de rotina já indicaram mudanças que resultaram em acréscimos e alterações no modelo proposto, bem como na interface disponibilizada. Na fase de testes, propriamente dita, diversos questionamentos surgiram, fruto dos conflitos entre os dados reais utilizados e as necessidades do modelo. Embora esses questionamentos não tenham provocado mudanças, certamente aumentaram a percepção sobre o universo tratado.

Da confirmação das hipóteses decorre o cumprimento dos objetivos específicos associados, como se pode verificar a seguir.

O primeiro objetivo específico estabelecido foi obter o maior número de informações sobre o tema estudado. Para atendê-lo, foi feita uma extensa pesquisa por referências em livros, periódicos, artigos e diversas outras fontes disponíveis em forma de material impresso e em meio eletrônico. As referências apresentadas ao final deste trabalho atestam esse fato. O material obtido permitiu não só entender como funciona o SAMU tanto aqui quanto no exterior mas, também, entender como e quais sistemas e tecnologias de informação poderiam auxiliar a prestação do serviço. Além disso, foram realizadas pesquisas de campo na forma de entrevistas e observação de processos. As pesquisas foram realizadas com membros de entidades prestadoras desse tipo de serviço, tanto públicas quanto privadas. No primeiro grupo tem-se o COPOM/Fpolis e o GSE/Rio de Janeiro, no segundo grupo tem-se a SOS-Unimed/Fpolis. Visitou-se ainda uma empresa privada que atua na área de rastreamento de veículos, a ONSAT. Essas pesquisas de campo permitiram tomar contato com o ambiente operacional dos que fornecem esse serviço e, também, verificar e analisar que tipos de sistemas eles utilizam como ferramenta de

apoio. Dessa coleta, resultaram os capítulos 2, 3 e 4, que apresentam o arcabouço teórico que dá sustentação ao trabalho.

O objetivo seguinte foi relativo à compreensão e sistematização do que foi estudado, produzindo um modelo que o representasse. A partir do capítulo 4, o SAMU foi apresentado tanto sobre o ponto de vista legal, quanto sobre os diversos aspectos operacionais que o constituem. Com todo esse suporte, partiu-se para a definição de um modelo mínimo de sistema (SADE), que pudesse ser utilizado no SAMU. Ao longo do capítulo 5, foram apresentados os elementos constituintes, os processos, os fluxos, os dados alimentadores e as informações que seriam geradas pelo sistema proposto. Para tal, foram utilizadas as ferramentas de modelagem de sistemas apresentadas no capítulo 3. Logicamente, pela ausência de discussão como os futuros usuários, a descrição do modelo carece de um processo de refinamento, que poderia levar a alterações no material que foi apresentado.

Finalizando os objetivos específicos, tinha-se a implementação computacional do modelo e a realização de testes. Isso foi alcançado através da criação de um protótipo, conforme demonstrado no capítulo 6. Mesmo com algumas simplificações, o protótipo permitiu a realização de testes e simulações, gerando resultados que, por sua vez, permitiram avaliar o modelo proposto, conforme descrito no final do capítulo anterior.

Tendo sido atingidos todos os objetivos específicos, infere-se que este trabalho conseguiu atingir seu principal objetivo, que foi definido como a criação de um sistema de apoio à decisão espacial (SADE), destinado ao serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU), em vias de trânsito. A especificação e a validação desse sistema responde a questão de pesquisa do trabalho: que sistema de informações pode ser constituído, de forma a atender às necessidades gerenciais e operacionais do serviço de atendimento móvel de emergência ?

O SADE proposto ainda está longe de se tornar uma ferramenta de uso prático (comercial) pois, como mencionado anteriormente, muitas de suas funções dependem da forma como ele será utilizado. Porém, o que foi apresentado deve ser considerado como alicerce ou ponto de partida para sistemas mais complexos.

O processo de busca de conhecimento aqui feita, mostrou que essa área ainda é muito pouco estudada e, quando isso acontece, é feito através de aspectos isolados e não de maneira sistêmica.

O conhecimento aqui gerado (agregado) deve não somente repercutir em futuros trabalhos mas, também, ser utilizado para repensar o modo como os atuais sistemas estão funcionando.

7.2 Recomendações

A ciência é feita pela construção do conhecimento, que se renova a cada pesquisa realizada. Este trabalho não é um fato isolado. Ele reflete a continuidade de uma linha de pesquisa iniciada por Tani (2003).

Como todo trabalho científico, aqui neste também tiveram que ser feitas algumas considerações, com o objetivo principal de centrar o foco dos estudos e se adequar a outros fatores que direta ou indiretamente o afetam.

Essas limitações, inicialmente apresentadas, bem como a experiência adquirida ao longo do trabalho, permitem sugerir novos rumos para pesquisas cujo foco principal seja o serviço de atendimento móvel de urgência. São sugeridos os seguintes temas:

- ❑ o uso de localizadores (geocodificação do local de atendimento) tanto para uso em atendimentos em vias públicas quanto em domicílio;
- ❑ avaliação dos serviços de atendimento móvel de urgência prestados por órgãos públicos e empresas privadas, visando principalmente verificar sua adequação as exigências legais;
- ❑ expansão do modelo para contemplar as questões logísticas relativas a gestão da frota de ambulâncias;
- ❑ estabelecimento de critérios técnicos de escolha e avaliação de tecnologias de informações utilizadas do SAMU;
- ❑ expansão do modelo com o intuito de contemplar a alocação e realocação dinâmica das ambulâncias;
- ❑ embora diga mais respeito à parte médica da prestação do serviço, tem-se a criação de modelos que permitam avaliar a decisão sobre o tipo de serviço requisitado (ambulância/hospital);
- ❑ como expandir o sistema de forma a permitir o atendimento móvel de emergência em áreas rurais;

- como o sistema deve gerenciar o transporte inter-hospitalar de pacientes, uma forma particular de serviço de atendimento móvel de emergência (pois tem hora e locais conhecidos);
- como integrar a visão médica do sistema com as necessidades de gestão estratégica e operacional do mesmo;
- do ponto de vista ergonômico, como deve ser constituída a interface dos sistemas computacionais que atuam nessa área.

Essas foram algumas sugestões, mas certamente não esgotam o leque de possibilidades de estudos dessa área tão carente de pesquisas em nosso país.

REFERÊNCIAS

ADCOMM. 9 1 1 Technology. **Management Briefing**, Washington, n. 4, 1991. Disponível em: <http://www.adcommeng.com/4_9-1-1%20Technology.PDF>. Acesso em: 29 nov. 2004.

ADCOMM. What is 9-1-1?. **Management Briefing**, Washington, n. 3, 1991. Disponível em:<http://www.adcommeng.com/3_What%20Is%209-1-1.PDF>. Acesso em: 29 nov. 2004.

ALMEIDA, Célio. M. R.; TOLEDO, Geraldo L. Modelos de Estratégia Logística: Uma Análise Crítica da Evolução de seus Componentes. In: SEMEAD,6., 2003, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: FEA-USP, 2003. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/Semead/6semead/OPERA%C7OES/011OP%20-%20Modelos%20de%20Estrat%E9gias%20Log%EDstica.doc>>. Acesso em: 09 fev. 2005.

AMORIM, Marcelo Dantas D; SILVA, Luiz Felipe Coutinho da; STRAUCH, Julia Mercedes. Sistema de Apoio Rodoviário: Uma Abordagem Metodológica. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GEOINFORMATICA, 3., Rio de Janeiro, 2001. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.geoinfo.info/geoinfo2001/papers/141marceloamorim.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2004.

ANEFALOS, Lilian C. **Gerenciamento de Frotas do Transporte Rodoviário de Cargas Utilizando Sistemas de Rastreamento por Satélite**. 1999. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-16102002-181518/publico/lilian.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2005.

BARROSO, Eldesio. Q. **Estudo do Fluxo Logístico de Informações para Análise e Validação do Programa Operativo de Produção de Veículos (POP)**: Um Estudo de Caso na FIAT Automóveis. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001

BIO, Sérgio. R. **Sistemas de Informação**: um enfoque gerencial. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH James; JACOBSON, Ivar. **UML**, guia do usuário. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 472 p.

BORSAT, Emerson P. **Modelo Unificado de Informações para Unidades de emergência**. 2000. Dissertação (Mestre em Ciências)- Pontifícia Universidade Católica-PR, Curitiba.

BOWERSOX, Donald J., DAUGHERTY, Patricia J. Logistics paradigms: the impact of information technology. **Journal of Business Logistics**, Oak Brook, Illinois:ABI/INFORM Global, v. 61, n.1, p. 65-80, 1995.

BRANDON, James M. **The Global Positioning System**: Global Developments and Opportunities. Office of Industries - U.S. International Trade Commission, 2003. Disponível em: <http://hotdocs.usitc.gov/docs/pubs/research_working_papers/IPR-ID06.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. ALMOYNA, Miguel. M.; NITSCHKE, César. A. S. **Regulação Médica de Urgências e de Transferências Inter-hospitalares de Pacientes Graves**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de atenção às urgências**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. 236 p. (Série E. Legislação da Saúde).

BRETERNITZ, Vivaldo J. **Sistemas de informações geográficas**: uma visão para administradores e profissionais de tecnologia da informação. *Análise*, Jundiaí, v. 4, p. 41-55, 2001. Disponível em: <www.monografias.com/trabajos10/sisin/sisin.shtml>. Acesso em: 16 dez. 2004.

BROTCORNE, Luce; LAPORTE, Gilbert; SEMET, Frédéric. **Ambulance location and relocation models**. *European Journal of Operational Research*, n. 147, p451-463, 2003.

BURROUGH, Peter. A. **Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment**. Oxford, England: Clarendon Press, 1986.

BYSAT. Disponível em: <<http://www.bysat.com.br/index.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2005.

CALIXTO, Eduardo C. **Internet/Intranet** - Resumo de estudos. 2003. Disponível em: <http://www.geocities.com/edu_calixto2/Docs/Internet_Intranet.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2005.

CÂMARA NETO, Gilberto; Davis, Clodoveu; Monteiro, Antônio M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2004.

CLAWSON, Jeff J.; MARTIN, Robert L.; HAUERT, Scott. A. Protocols vs. Guidelines- Choosing a Medical-Dispatch Program. **Emergency Medical Services**, Oct. 1994. Disponível em: <<http://www.emergencydispatch.org/articles/protocolsvsguidelines1.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2004.

CLEARY, Bob. **Satellite Communications and Fleet Management** - An Integrated Approach to the Road Transport Industry. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/bin/bladerunner?30REQEVENT=&REQAUTH=0&500001REQSUB=&REQSTR1=S0373463399008656>>. Acesso em: 7 jan. 2005

COMQUEST. **COMQUEST Tecnologia** Disponível em: <<http://www.comquest.com.br/empresa.asp>>. Acesso em: 10 jan. 2005.

CRAVEIRO, Ricardo K. C. et al. Uma Solução Logística Para Atendimentos Pré-hospitalares - Um estudo de caso do SOS-Fortaleza. **Revista Científica Faculdade Lourenço Filho**, Fortaleza-CE, v. 1, n. 1, p 80-85, 2001.

DAVID, Helena M. S. L; Atores, Cenários, Regulação: Notas sobre a Atenção em Urgência e Emergência no Setor de Saúde Suplementar. In: ANS – FÓRUM DE SAÚDE SUPLEMENTAR. 2003. Agência Nacional de Saúde Suplementar. **Anais eletrônicos...** Agência Nacional de Saúde Suplementar, **2003**. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/portal/upload/forum_saude/forum_bibliografias/documentostecnicos/EAatencaoasaude/Tema2Helena%20David.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2004.

DEPARTMENT OF SUSTAINABILITY AND ENVIRONMENT. **GPS - A Guide for Users**. Austrália, 2004. Disponível em: <[http://www.land.vic.gov.au/land/lnlnc2.nsf/0/10c2e8d50b56e881ca256f5d0011cc50/\\$FILE/GPS_AGuideForUsers.pdf](http://www.land.vic.gov.au/land/lnlnc2.nsf/0/10c2e8d50b56e881ca256f5d0011cc50/$FILE/GPS_AGuideForUsers.pdf)>. Acesso em: 22 dez. 2004.

DICK, W.F.; BASKETT, P. J. F. Recommendations for uniform reporting of data following major trauma - the Utstein style. A report of a Working Party of the International Trauma Anaesthesia and Critical Care Society (ITACCS). **Resuscitation. Elsevier**, n. 42, p. 81-100, 1999. Disponível em: <[http://www.erc.edu/index.php/doclibrary/en/viewDoc/29/3/v=v02/Resus%2042\(2\)%2081-100.pdf](http://www.erc.edu/index.php/doclibrary/en/viewDoc/29/3/v=v02/Resus%2042(2)%2081-100.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2004.

DORNIER, Philippe P. et al. **Logística e Operações Globais: textos e casos**. São Paulo: Atlas, 2000.

ECKSTEIN, Marc; CHAN, Linda. S. The Effect of Emergency Department Crowding on Paramedic Ambulance Availability. **Annals of Emergency Medicine**, Massachusetts, v. 43, n. 1, p. 100-105, Jan. 2004.

ECO, Umberto. **Como se faz uma tese**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1977.

ELLIOT, Peter. **An Approach to Integrated Rescue**. QMC - Queensland Mining Council:Osborne Mines, 2000. Disponível em <http://www.qmc.com.au/_files/docs/conferences/QMC_2000/conf_elliott.pdf >.

EMERGENCY MEDICAL SERVICE. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/emergency_medical_service#levels-of_care>. Acesso em: 23 nov. 2004.

ESRI. Geographic Information Systems: A Powerful New Tool for Fire and Emergency Services. **ESRI White Paper.** Redlands, California, May 2000. Disponível em: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/fire_ems.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2004.

ESTOCHEN, Bradley M.; STRAUSS, Tim; SOULEYRETTE, Reginald R. An Assessment of Emergency Response Vehicle Pre-Deployment Using GIS Identification of High-Accident Density Locations. In: TRANSPORTATION CONFERENCE PROCEEDINGS, 1998, Iowa . **Anais eletrônicos... Iowa**, 1998. p. 221-226. Disponível em: < <http://www.ctre.iastate.edu/Research/gis-alas/papers/ems.doc> >. Acesso em: 02 jul. 2004.

FERREIRA, Clara. S. W. **Os Serviços de Assistência às Urgências no Município de São Paulo:** Implantação de um Sistema de Atendimento Pré-hospitalar. 1999. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

FORSTER, Mike. Review of the use of Geographical Information Systems in the Marketing and Planning of Logistics Services. **Christian Salvesen Logistics Research Paper, Edinburg**, n. 3, 2000. Disponível em: <<http://www.som.hw.ac.uk/logistics/s3.html>>. Acesso em: 17 dez. 2004.

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA. **Plano Estadual de Organização do Modelo de Regulação da Assistência (Santa Catarina).** Belo Horizonte:Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. Disponível em: <<http://www.saude.sc.gov.br/geral/forlalecegestao/PRODUTO14.pdf> >. Acesso em: 11 abr. 2005.

FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ . Disponível em: <<http://www.sig.cict.fiocruz.br/>>. Acesso em: 25 jan. 2005.

GARMIN. **GPS Guide for Beginners**, 2000. Disponível em: <http://www.garmin.com/manuals/GPSGuideforBeginners_Manual.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2004.

GERGES, Ramez. **ITS – Radio Services - USA Perspective: Standards, and FCC Service Rules. GSC-6/RAST-9.** Japão, 2000. Disponível em: <http://www.ttc.or.jp/e/external_relations/gsc/gsc6/contents/RAST_49-ppt.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2005.

GOLDBERG, Jeffrey B. Operations Research Models for the Deployment of Emergency Services Vehicles. **EMS Management Journal**, Orlando, Flórida, v. 1, n. 1 p. 20-39, Jan.-Mar. 2004. Disponível em: <<http://www.emsmj.com/v1n1/deployment/Deployment.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2004.

GRUPO de Socorro de Emergência. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.gse.rj.gov.br/>> ou <<http://www.defesacivil.rj.gov.br/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=80&page=1>>. Acesso em: 13 jan. 2005.

HATEN do Brasil. Disponível em: <<http://www.brsat.com.br/site/empresa.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2005.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras** : relatório executivo . Brasília : Ipea : ANTP, 2003. 45 p.

JUNG, Carlos F. Metodologia Científica - Ênfase em Pesquisa Tecnológica. 3. ed., 2003. 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://www.jung.pro.br>>. Acesso em :17 fev.2005.

KUBOTA, Soichi; ITO, Yoshihiko, MUNAKA, Tatsuji. A Study of Info-communication technologies required in ITS networks. In: SYMPOSIUM ON APPLICATIONS AND THE INTERNET-WORKSHOPS. Japão, 2001. **Anais eletrônicos...** Japão, 2001. Disponível em: <<http://www2.nict.go.jp/is/t822/108/pdf-data/thesis/26-ITST2000/ITST2000-01.pdf>> 2001>. Acesso em: 6 jan. 2005.

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina A. **Metodologia Científica**. 2 .ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LA ROSA, Agatino. Transportation Planning, Location Analysis, and Business Logistics. **GIS in Teaching & Research**, Georgia Institute of Technology/Global Learning Center, 2004. Disponível em: <<http://gisconf.gis.gatech.edu/pdf/LaRosa.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2004.

LIMA, Renato. S. **Bases para uma metodologia de apoio à decisão para serviços de educação e saúde sob a ótica dos transportes**. 2003. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

LISBOA FILHO, Jugurta. **Introdução a SIG - Sistemas de Informações Geográficas**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1995.

MACFARLANE, C.; BENN, C. A. Evaluation of emergency medical services systems: a classification to assist in determination of indicators. **Emergency Medicine Journal**, v. 20, p. 188-191, 2003.

MARTINELLI, Marcelo. **Mapas da geografia e cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 2003. 112 p.

MARTINS, Pedro P. S. **Atendimento pré-hospitalar** : atribuição e responsabilidade de quem? Uma reflexão crítica a partir do serviço do corpo de bombeiros e das políticas de saúde “para” o Brasil à luz da filosofia da práxis. 2004. 264 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004..

MASSUKADO, Luciana M.; ZANTA, Viviana M. Sistema de Apoio à Decisão – Subsídio para a Gestão de Resíduos Sólidos Domiciliares. In: X SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, 2003, Bauru - SP, 2003. **Anais eletrônicos...** Bauru, SP. 2003. Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais10/gestaoambiental/arq09.PDF>>. Acesso em: 02 fev. 2005.

MILLER, Harvey J.; SHAW, Shih-Lung. **GIS-T Data Models**. Disponível em: <http://www.gisvisionmag.com/Book/miller_shaw.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2004.

MOELLER, Bruce J. Obstacles to Measuring Emergency Medical Services Performance. **EMS Management Journal**, Elsevier, v. 1, n. 2, p. 8-15, Apr.-June 2004.

MULLNER, R. M. et al. Geographic Information Systems in Public Health and Medicine. **Journal of Medical Systems**, v. 28, n. 3, p. 215-221 June 2004.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. Disponível em: <www.nhtsa.dot.gov>. Acesso em: 17 jan. 2005.

NAZÁRIO, Paulo. **A Importância de Sistemas de Informação para a Competitividade Logística**. Rio de Janeiro:UFRJ, 1999. Disponível em: <<http://www.cel.coppead.ufrj.br/fs-busca.htm?fr-sist-info.htm>>. Acesso em: 9 fev. 2005.

NÓBREGA, Eduardo G. G.; ROLIM, José T. A. L.; TIMES, Valéria C. Representing Uncertainty, Profile and Movement History in Mobile Objects Databases. In: GeoInfo2004, 2004, Campos do Jordão - SP. VI Simpósio Brasileiro de GeoInformática. p. 479-489. **Anais eletrônicos...** Campos do Jordão, 2004. Disponível em: <<http://www.geoinfo.info/geoinfo2004/papers/6444.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2004.

OSEMSI Performance Indicator Group. Performance Indicator Specification. **EMS Management Journal**, Elsevier, v. 1, n. 1, p. 42-46, Jan.-Mar. 2004.

OTT, Willian. E. **Geographical information systems in EMS**. Disponível em: <<http://www.cpcstech.com/pdf/geographical-information-systems-in-ems.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2004.

OTT, Willian. E. **Global positioning system & EMS**. Disponível em: <<http://www.cpcstech.com/pdf/global-positioning-system-and-ems.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2004.

PALUMBO, Liz et al. Performance of a system to determine EMS dispatch priorities. **American Journal of Emergency Medicine**, Elsevier, v. 14, n. 4, p. 388-390, jul. 1996.

PAULI, Evaldo. **Manual de Metodologia Científica**. São Paulo: Ed. Resenha Universitária, 1976.

PELEG, Kobi; PLISKIN, Joseph S. A Geographic Information System Simulation Model of EMS: Reducing Ambulance Response Time. **American Journal of Emergency Medicine**, Elsevier, v. 2, n. 3, p. 164-170, May 2004.

PENA, Ana Carolina. F.; SILVA, Cláudio E. S. **Serviços de Localização Baseados em Comunicação Móvel**. 2001. Dissertação (Tecnólogo)- Universidade da Amazônia, Belém, 2001. Disponível em: <<http://www.cci.unama.br/margalho/portaltcc/tcc2001/localiza%C3%A7%C3%A3o%20baseados%20em%20comunica%C3%A7%C3%A3o%20m%C3%B3vel.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2005.

PHILIPPI, Rodolfo. C. N. **A Evolução Tecnológica dos Sistemas de Controle Rodoviário**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

PINA, Maria de Fátima R. P.. A Implementação de um sistema de informações geográficas para estudos na área da saúde. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 1995, Salvador. **Anais...** Salvador, 1995 [mensagem eletrônica].

PONS, Peter T.; MARKOVCHICK, Vincent J. Eight Minutes or Less: Does the Ambulance Response Time Guideline Impact Trauma Patient Outcome? **The Journal of Emergency Medicine**, Elsevier, v. 23, n. 1, p. 43–48, 2002.

PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal de Saúde. **Serviços de Atendimentos Móveis de Urgência**. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/sms/default.php?p_secao=713>. Acesso em: 20 fev. 2005.

POULYMENOPOULOU, M.; MALAMATENIOU, F.; VASSILACOPOULOS, G. Specifying Workflow Process Requirements for an Emergency Medical Service. **Journal of Medical Systems**, v. 27, n. 4, p. 325-335, Aug. 2003.

PRATES, Gláucia A. et al. **Information and Competitiveness: Case of a Logistic Information System**. Georgia:POMS 2003. Disponível em: <<http://www.poms.org/POMSWebsite/Meeting2003/2003A/Papers/GOP-02.2.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2004.

PUBLIC HEALTH GIS UNIT. **An Introduction to Geographical Information Systems for use in Health Care and Health Services Research**. Information for Health Management. University Of Sheffield. Disponível em: <<http://gis.sheffield.ac.uk/reports/pdfs/gisinhealth.pdf>>. Acesso em: 9 dez. 2004.

QINGLING, Lu et al. Research of Logistics Information System based on GIS. Intelligent Transportation Systems, 2003. **IEEE Proceedings...** IEEE, v. 1, p. 539-542, 2003.

RAINER, Timothy H.; SMIT, Pieter V. Trauma systems and emergency medicine. **Emergency Medicine**, New York, Fischer-Murray, n. 15, p.11–17, 2003.

REBELLO, Antônio. Apostila:Administração de Sistemas de Informação. Jundiaí:Faculdade Padre Anchieta, 2004. cap. 1-2 Disponível em: <http://www.fatepa.anchieta.br/pub/Cursos/Administracao/2ano/Administracao_de_Sistemas_de_Informacao_Rebe/Apostila_ASI_Sistemas_de_Informacao_2004_V1_Cap_1_e_2.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2005.

SÁ, Lucilene A. C. M. **Um Sistema de Informações Geográficas para o Turismo em Santa Catarina**. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993.

SÁ, Lucilene A. C. M.; SILVA, Irineu da. **O estudo da emergência médica sob a ótica do geoprocessamento**. Florianópolis: COBRAC, 1998. Disponível em: <<http://geodesia.ufsc.br/geodesia-online/arquivo/cobrac98/046/046.htm>>. Acesso em: 14 ago. 2003.

SÁ, Lucilene A. C. M. **Modelagem de dados para sistemas de informações geográficas - Pesquisa na emergência médica**. 2001. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos-USP. São Paulo, 2001.

SALIM, Marcelo T. **Atendimento Pré-Hospitalar (APH): responsabilidade médica**. Disponível em: <<http://www.uff.br/ph/artigos/apheresp.pdf>>. Acesso em: 7 dez. 2004.

SAMU - Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/samu/>>. Acesso em: 30 nov. 2004.

SAMU FRANCÊS - Disponível em: <http://www.samu-de-france.com/default_zone/fr/html/page-271.asp>. Acesso em: 09 dez. 2004.

SÁRKÖZY, Ferenc. GIS Functions. **Periodica Polytechnica Ser. Civ. Eng.**, Hungary, v. 43, n. 1, p. 87–106, 1999. Disponível em: <http://www.pp.bme.hu/ci/1999_1/pdf/ci1999_1_08.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2004.

SCHLEMPER JUNIOR, Bruno Rodolfo (coord.). **Atendimento Pré-Hospitalar e Transferência Inter-Hospitalar de Urgência e Emergência: diagnóstico, normatização técnica e orientação ética**. Florianópolis: Conselho Regional de Medicina do Estado de Santa Catarina, 2000. 198 p. (Publicação técnica e ética). Disponível em: <<http://200.102.6.108/homepage/emergencia/sumario.htm>>. Acesso em: 26 nov. 2004.

SHERAFAT, Hassan. Algoritmos Heurísticos de Cobertura de Arcos. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

SILVA JUNIOR, Marco Antônio C.; Fusco, José P. A. Data Warehouse – Uma Ferramenta para o Sucesso Competitivo. In: IV SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1999. Bauru.. **Anais...** Bauru:UNESP, 1999.

SISGRAPH. Disponível em: < <http://www.sisgraph.com.br/>>. Acesso em: 10 fev. 2005.

SOUTHARD, Peter B., HONG, Soongoo., SIAU, Keng. Information Technology in the Health Care Industry: A Primer. In: PROCEEDINGS OF THE HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 33rd., 2000, Hawaii.

Anais eletrônicos...Hawaai, 2000 Disponível em: <<http://csdl.computer.org/comp/proceedings/hicss/2000/0493/05/04935027.pdf>>.

Acesso em: 3 jan. 2005.

SOUZA, João C. Dimensionamento, localização e escalonamento de serviços de atendimento emergencial. 1996. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

SOUZA, Ligiane. A. et al. LOCUS: Um Localizador Espacial Urbano. In: VI BRAZILIAN SYMPOSIUM ON GEOINFORMATICS, 2004. Campos do Jordão. **Anais eletrônicos...** Campos do Jordão, 2004. Disponível em: <<http://www.geoinfo.info/geoinfo2004/papers/6400.pdf>>. Acesso em 25 nov. 2004.

STAIR, Ralph M. **Princípios de Sistemas de Informação - Uma Abordagem Gerencial**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1998.

STASIU, Raquel K.; MALUCELLI, Andréia; DIAS, João S. **Sistema de Informação e Comunicação para Atendimento Pré-hospitalar**. Natal, RN:CBIS, 2002. Disponível em: <<http://www.avesta.com.br/anais/dados/trabalhos/463.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2004.

STRATTON, Samuel. J. Triage by Emergency Medical Dispatchers. **Prehospital and Disaster Medicine**, USA, v. 7, n. 3, p. 263-269, Jul.-Sep. 1992.

SU, Syi; SHIH, Chung-Liang. Modeling an emergency medical services system using computer simulation. **International Journal of Medical Informatics**, Elsevier, v. 72, p. 57-72, 2003.

SULCOM. Disponível em: <<http://www.sulcom.com.br>>. Acesso em: 10 jan. 2005

SYSTEMSAT. Disponível em: <<http://www.systemsat.com.br/np/index.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2005

SZOSTAK, Marcelo et al. **Sistema Gerenciador de Informações para UTI**. Natal, RN: CBIS, 2002. Disponível em: <<http://www.avesta.com.br/anais/dados/trabalhos/461.pdf>>. Acesso em: 25 nov, 2004.

TANI, Valter Z. **SAD baseado em caminhos mínimos e georeferenciamento: uma ferramenta de apoio ao serviço de regulação médica**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

TENNANT, Edward W. **Global Positioning Systems (GPS) in the Field: A Practical Guide to the Theory and Application of GPS technologies**. Disponível em: <http://www.little-yeti.com/gpsmanual/files/GPS_Manual.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2005.

TRANSCAD. Caliper Corporation, 2004 Disponível em: <<http://www.caliper.com/PDFs/TransCADBrochure.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2004.

VARSHNEY, U.; VETTER, R. Emerging mobile and wireless networks. **Communications of ACM**, New York, v. 43, n. 6, p. 73-81, 2000.

VIDAL, Antônio. G. R. **Introdução ao Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação**. São Paulo:FEA/USP, 1998. 86 p. Disponível em: <<http://www.fea.usp.br/cursos/graduacao/arquivos/ead451-05.PDF>>. Acesso em: 03 fev. 05

VIEIRA NETO, Leopoldino. Modelando um sistema de informação em logística. **Fabavi em Revista**, Vila Velha, v. 2, n. 2, jul.-dez. 2003. Disponível em: <http://www.fabavi.br/revista/artigos/v.2_n.2_Artigo_1.doc>. Acessado em: 10 maio 2003.

WANG, Yu Chung. Engineering logistics information system in the second wave of e-business era: a perspective from business network strategy. Info-tech and Info-net, 2001. In: BEIJING 2001 INTERNATIONAL CONFERENCES, 92., 2001, Beijing. **Proceedings...**Beijing:IEEE, 2001. v. 6, p.17-22.

Xexéo, Geraldo. **Modelagem de Sistemas de Informação - Análise Essencial Moderna**. Apostila. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.xexeo.org/Download/Livro_2004_1beta.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2005.

YI, Bei; MEDEIROS, Cláudia. B. Um modelo de dados de objetos móveis. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA, 2002. Caxambú, Minas gerais. **Anais...** Caxambú, Minas gerais, 2002. p. 33-40

ZAPELINI, Marcelo B.; Zapelini, SILVIA. M. K .C. **Metodologia Científica e da Pesquisa para o Curso de Administração**. Florianópolis: Faculdade Energia de Administração e Negócios - FEAN, 2004. Disponível em:<http://www.faculdadesenergia.com.br/manual_trabalhos/normas_metodologia.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2005.

ZEIMPEKIS, Vasileios; GIAGLIS, George M.; LEKAKOS, George. **A Taxonomy of Indoor and Outdoor Positioning Techniques for Mobile Location Services**. Atenas:ELTRUN (Athens University of Economics and Business), 2003. Disponível em: <<http://delivery.acm.org/10.1145/850000/844355/p19-zeimpekis.pdf?key1=844355&key2=0412115011&coll=GUIDE&dl=ACM&CFID=35365101&CFTOKEN=48140408>>. Acesso em: 07 jan. 2005.

APÊNDICE I - DESCRIÇÃO DAS TABELAS DO PROTÓTIPO

Neste anexo são descritas as tabelas (base de dados) do protótipo.

Legenda

A(*n*) - campo alfanumérico limitado a *n* caracteres;

N(*n*) - campo numérico inteiro limitado a *n* dígitos;

N(*n,m*) - campo numérico real limitado a *n* dígitos, sendo *m* na parte decimal;

D - campo que armazena uma data no formato dd/mm/aaaa (dia/mês/ano);

L - campo que armazena um valor lógico: V - verdadeiro ou F - falso;

T - campo que armazena um horário no formato hh:nn (hora:minuto);

► - campo que forma a chave primária da tabela.

Tabelas relativas aos atendimentos

Ocorrência

nome do campo	tipo	descrição
► idOcorrencia	N(14)	Seqüencial que identifica a ocorrência
Latitude	N(12,9)	Latitude da ocorrência (notação decimal)
Longitude	N(12,9)	Longitude da ocorrência (notação decimal)
Logradouro	A(50)	Local da ocorrência
Complemento	A(20)	Complemento
Bairro	A(25)	Bairro
IdCidade	A(8)	Código da cidade
UF	A(2)	Sigla da unidade da federação
Data	D	Data da ocorrência (dd/mm/aaaa)
Telefone	N(10)	Número do telefone que efetuou a chamada (DDD+número)
InicioChamada	T	Hora que a chamada foi atendida
FimChamada	T	Hora que a chamada foi finalizada
idTipoOcorrencia	N(5)	Código do tipo de ocorrência
idCondicoesClimaticas	N(3)	Código do tipo de condição climática
Descricao	A(50)	Descrição da ocorrência
idNode	A(8)	identificação do nó da rede mais próximo a ocorrência
idOperador	N(3)	identificação do usuário que recebeu a chamada
idRegulador	N(3)	identificação do usuário que atendeu a ocorrência

Paciente

nome do campo	tipo	descrição
▶ idPaciente	N(14)	número que identifica o paciente
▶ idQualificador	A(8)	qualificador. Ex.: CI, CPF, CNH
▶ idOcorrencia	N(14)	Seqüencial que identifica a ocorrência
Nome	A(35)	Nome da vítima
Nascimento	D	Data de nascimento (dd/mm/aaaa)
Sexo	A(1)	Sexo (M/F)
Ocupacao	N(12)	código da profissão da vítima (CBO)
InicioAtendimentoLocal	T	Hora do início do atendimento
FimAtendimento/SaidaHospital	T	Hora do fim do atendimento ou encaminhamento para o hospital
ChegadaHospital	T	Hora que o paciente chegou ao hospital
AtendimentoHospital	T	Hora que o paciente passou a ser responsabilidade do corpo clínico do hospital
DataLiberaçãoHospital	D	Dia da liberação por parte do hospital
HoraLiberaçãoHospital	T	Hora de liberação do paciente
idHospital	N(17)	Id do hospital para o qual a vítima foi encaminhada
NivelConsciencia	N(2)	Nível de consciência de Glasgow
InformacoesMédicas	A(25)	Pressão, nível de oxigênio, etc..
idTipoSituaçãoVitima	N(2)	Código da situação da vítima
IdTipoDano	N(2)	Código do tipo de dano
gravidade	N(2)	De 0.00 a 10.0
IdTipoProcedimento1	N(2)	código do tipo de procedimento efetuado no paciente
IdTipoProcedimento2	N(2)	código do tipo de procedimento efetuado no paciente
idVeiculo	A(7)	identificador do veículo onde a vítima se encontrava

Viaturas da Ocorrência

nome do campo	tipo	descrição
▶ idOcorrencia	N(14)	Seqüencial que identifica a ocorrência
▶ Placa	A(7)	Placa do veículo
DespachoViatura	T	Hora de saída da viatura para o atendimento. Quando em retorno, hora do aviso
ChegadaLocal	T	Hora de chegada ao local do atendimento
ViaturaLivre	T	Hora que a viatura foi liberada (no local ou no hospital)
ViaturaEmRetorno	A(1)	Viatura alocada quando em retorno (S/N)
idPaciente	N(14)	código identificador do paciente
idQualificador	A(8)	qualificador. Ex.: CI, CPF, CNH
DistanciaParaLocal	N(6)	distância até o local da ocorrência
DistanciaParaHospital	N(6)	distância entre o local da ocorrência e o hospital

Veículos da Ocorrência

nome do campo	tipo	descrição
► idOcorrencia	N(14)	Seqüencial que identifica a ocorrência
► idVeiculo	A(7)	Placa do veículo
idTipo	N(6)	tipo do veículo
idMarca	N(6)	marca do veículo
idModelo	N(6)	modelo do veículo
AnoFabricacao	A(1)	
idProduto	N(14)	código do produto transportado
DescricaoLocal	A(8)	

Tabelas relativas à infra-estrutura

Viaturas

nome do campo	tipo	descrição
► Placa	A(7)	Placa do veículo
idProprietario	N(17)	Código de identificação do proprietário
idStatusViatura	N(2)	Status da viatura
idTipoViatura	N(2)	Tipo de viatura
idNode	A(8)	posição da viatura na rede lógica
Latitude	N(12,10)	Latitude da posição da viatura (notação decimal)
Longitude	N(12,10)	Longitude da posição da viatura (notação decimal)

Hospitais

nome do campo	tipo	descrição
► IdHospital	N(17)	CNPJ do hospital
Nome	A(35)	nome do hospital
endereço	A(70)	endereço completo (log., num, bairro, cep)
Telefone	N(10)	
Vagas	N(3)	vagas disponíveis na emergência
idNode	A(8)	código do nó mais próximo na rede
idCapacitacao	N(6)	capacitação do hospital

Entidades

nome do campo	tipo	descrição
► IdEntidade	N(17)	CNPJ da entidade
Nome	A(35)	nome
endereço	A(70)	endereço completo (log., num, bairro, cep)
Telefone	N(10)	
Sigla	A(5)	
Tipo	A(1)	0 - pública 1 - privada
idNode	A(8)	código do nó mais próximo na rede

Usuario

nome do campo	tipo	descrição
► IDUSUARIO	N(3)	código identificador do usuário
NOME	A(60)	nome completo do usuário
LOGIN	A(12)	apelido para uso da senha
SENHA	A(12)	senha de acesso
NIVEL	N(1)	nível de acesso
UltimaCamada	N(2)	Informações para apresentação do SIG
UltimoZoom	N(2)	
PastaSelecao	A(250)	
PastaBiblioteca	A(250)	
Latitude	N(12,9)	
Longitude	N(12,9)	
Flags	N(10)	
Visualizacao	BLOB	

Tabelas de apoio

Status das Viaturas

nome do campo	tipo	descrição
► IdStatusViatura	N(2)	Código do status da viatura
Descrição	A(15)	Descrição: 0 – livre 1 – a caminho 2 – em atendimento 3 – em retorno 4 – em manutenção 5 – indisponível 6 - a caminho do hospital

Tipos de Viatura

nome do campo	tipo	descrição
► IdTipoViatura	N(2)	Código do tipo de viatura
Descrição	A(35)	Descrição: 0 – ambulância de transporte 1 – ambulância de suporte básico 2 – ambulância de resgate 3 – ambulância de suporte avançado 4 – aeronave de transporte médico 5 – nave de transporte médico

Condições Climáticas

nome do campo	tipo	descrição
► IdCondiçõesClimáticas	N(2)	Código de identificação do tipo de condição climática
Descrição	A(20)	Descrição: 0 – normal 1 – chuva 2 - chuva forte 3 – granizo 4 – neve 5 – neblina/serração/nevoeiro 6 – ventos fortes 7 - garoa 8 - nublado

Tipos de Ocorrência

nome do campo	tipo	descrição
► IdTipoOcorrência	N(5)	Código do tipo de ocorrência
Descrição	A(35)	Descrição 0-trote 1-engano 2-colisão frontal 3-colisão lateral 4-colisão traseira 5-atropelamento de pedestre 6-choque com objeto fixo 7-capotagem 8-atropelamento animal 9-choque com veículo estacionado 10-abalroamento lateral mesmo sentido 11-abalroamento lateral sentido oposto 12-abalroamento frontal 13-tombamento 14-saída da pista 15-outros 20-queimadura 30-contato com produto químico 40-intoxicação 50-ferimento com arma de fogo 60-ferimento com arma branca 70-queda de moto 80-emergência clínica 90-emergência psiquiátrica 100-radiação

Situação da vítima

nome do campo	tipo	descrição
► IdTipoSituacaoVitima	N(2)	Código do tipo de viatura
Descrição	A(25)	Descrição: 0 – liberada, sem problemas 1 – liberada após atendimento no local 2 – em óbito na chegada 3 – óbito durante atendimento no local 4 – óbito no transporte 5 – encaminhada ao hospital

Tipos de procedimento

nome do campo	tipo	descrição
► IdTipoProcedimento	N(2)	Código do tipo de viatura
Descrição	A(25)	Descrição: 99 – não se aplica 1 – imobilização 2 – curativos 3 - intubação

Tipos de dano

nome do campo	tipo	descrição
► IdTipoDano	N(2)	Código do tipo de dano a vítima
Descrição	A(25)	Descrição: 0 – fratura interna 1 – fratura exposta 2 – queimadura 3 - perfuração

Tipos de Veículo

nome do campo	tipo	descrição
► IdTipo	N(2)	Código do tipo de veículo
Descrição	A(35)	Descrição: 0-não identificado 1-automóvel de passeio 2-utilitário esportivo 3-motorcicleta 4-bicicleta 5-trator 6-ônibus 7-caminhão 8-semi-reboque 9-conjugado

Marcas de Veículo

nome do campo	tipo	descrição
► IdMarca	N(2)	Código da marca do veículo
Descrição	A(35)	Descrição

Modelos de Veículo

nome do campo	tipo	descrição
► IdMarca	N(2)	Código do modelo do veículo
► IdModelo	N(2)	Código do tipo de viatura
Descrição	A(35)	Descrição

Nível de Capacitação

nome do campo	tipo	descrição
► IdCapacitação	N(2)	Código do tipo de capacitação
Descrição	A(35)	Descrição

Produtos transportados

nome do campo	tipo	descrição
► IdProduto	N(2)	Código do produto
Descrição	A(35)	Descrição

Tabelas do SIG

O SIG utilizado no sistema foi derivado de outra aplicação. Por isso, alguns campos e tabelas que não são utilizados pelo mesmo, serão omitidos.

Camada

nome do campo	tipo	descrição
► IDLAYER	N(5)	Código identificador da camada
NOME	A(20)	nome da camada
ARQUIVO	A(200)	nome completo do arquivo com os dados para desenho
NUMERO	NUMBER	identifica a origem da camada
TABELA	A(20)	tabela de dados associado à camada
TIPO	N(2)	tipo de camada: área, ponto, linha
ORDEM	N(3)	ordem de visualização da camada
VISIVEL	L	indica se a camada está visível ou não

País

nome do campo	tipo	descrição
► IDPaís	A(2)	identificador do país. Ex. Brasil = BR
Nome	A(55)	nome do país
CAPITAL	A(30)	nome da capital do país

Estado

nome do campo	tipo	descrição
► Idestado	A(4)	identificador do estado. Ex. Santa Catarina = BR42
Nome	A(30)	nome do estado
IdPaís	A(2)	código do país ao qual o estado pertence
UF	A(2)	sigla do estado

Cidade

nome do campo	tipo	descrição
► IDCIDADE	A(8)	código identificador da cidade
Nome	A(30)	nome do país
IDEstado	A(4)	nome da capital do país

Rodovia

nome do campo	tipo	descrição
► IDRODOVIA	N(10)	código identificador do segmento de rodovia
NOME	A(40)	nome da rodovia
SIGLA	A(8)	sigla da rodovia
DISTANCIA	N(5,1)	comprimento do segmento de rodovia
TIPO	A(20)	tipo de pavimento
ESTADO	A(2)	sigla do estado onde o segmento está inserido
IDESTADO	A(4)	código do estado onde o segmento está inserido
Velocidade1	N(6)	velocidade no trecho (período a definir)
Velocidade2	N(6)	velocidade no trecho (período a definir)
Velocidade3	N(6)	velocidade no trecho (período a definir)
Velocidade4	N(6)	velocidade no trecho (período a definir)
DISTANCIAVIRTUAL	N(5,1)	comprimento corrigido do segmento de rodovia

APÊNDICE II - MODELOS DE FORMULÁRIOS

Neste anexo são apresentados os modelos de formulários que devem ser preenchidos pelas equipes das ambulâncias, quando do atendimento de uma ocorrência.

1 - Formulário de Informações da Vítima

Neste formulário são informados os dados relativos a vítima atendida. Deve ser preenchido um formulário por vítima envolvida na ocorrência.

VÍTIMA ATENDIDA			
Nº da ocorrência: _____	Data: ___/___/___	Hora: ___:___	
Nome: _____	D. Nascimento: ___/___/___	Sexo: <input type="checkbox"/> M / <input type="checkbox"/> F	
Identificação: _____	Qualificador: _____	Ocupação: _____	
Veículo: _____			
Tempos			
Início at.: ___:___	Fim at./remoção: ___:___	Chegada hospital: ___:___	At. Hospital: ___:___
Informações médicas			
Nível de consciência: _____	Gravidade: _____	Situação: _____	Dano: _____
Procedimentos adotados: _____			
Comentários: _____			

Hospital de destino: _____			

APÊNDICE III - DESCRIÇÃO DAS PESQUISAS DE CAMPO

As pesquisas de campo foram estabelecidas com objetivo de conhecer a prática do serviço de atendimento médico de urgência.

As entidades, públicas e privadas, foram escolhidas primeiramente pelo critério de proximidade, ou seja, aquelas que se situavam na região metropolitana de Florianópolis e as demais pela sua relevância em termos do número de atendimentos prestados e tipo de sistema implantado.

Dentro do primeiro critério foram selecionados o COPOM (Centro de Operações da Polícia Militar) e o Corpo de Bombeiros Militar, como entidades públicas e o serviço SOS-UNIMED, como entidade privada, todos sediados em Florianópolis.

Atendendo ao segundo critério, foram selecionados o Grupamento de Socorro de Emergência - GSE, estabelecido na cidade do Rio de Janeiro e o serviço SAMU, da cidade de Porto Alegre. Em relação ao último, a despeito de vários contatos, não se obteve de sucesso no agendamento de uma visita técnica nos prazos que se dispunha. Em decorrência desse fato, foram utilizados como referência o material disponível na página que esse serviço disponibiliza na internet.

As pesquisas de campo foram divididas em duas etapas: entrevistas e observação de procedimentos de operação.

As entrevistas tinham como objetivo conhecer a operação do serviço pelo ponto de vista de quem gerencia e de quem atua no processo de regulação. As entrevistas não estavam baseadas em um questionário, mas sim em um roteiro previamente definido.

No caso dos gestores, as entrevistas tinham o seguinte roteiro:

- qual a abrangência de sua área de prestação de serviço;
- quantas pessoas atuam, com qual formação;
- quantos são e de que tipos são os equipamentos/viaturas disponíveis;
- qual o suporte de TI disponível;
- qual o seu conhecimento sobre SIG e informações georeferenciadas;
- qual a integração com outros serviços públicos ou privados de atendimento de urgência;
- como é tratada a questão da "vaga zero";
- como se dá (dará) a integração do sistema atual com o SAMU (governamental);
- quais estatísticas o sistema disponibiliza;

- o serviço atual atende os padrões estabelecidos em lei;
- que tipo de informações o sistema armazena;
- como é determinado o número de viaturas necessárias para o atendimento.

No caso do pessoal que atua nas centrais de regulação, as entrevistas tinham o seguinte roteiro:

- como opera a central (número de pessoas, turnos);
- quais são os sistemas informatizados disponíveis;
- como se processa o recebimento de uma chamada (solicitação);
- como é determinado o local de ocorrência;
- qual o critério para a escolha das viaturas;
- como é determinado o trajeto da viatura até o local da ocorrência;
- como é feita a comunicação entre viatura, central e hospital;
- qual o critério para a escolha do hospital de encaminhamento da vítima;
- quais os principais problemas observados;
- quais são os dados coletados (da vítima e da ocorrência);
- qual a importância da disponibilização da informação médica em tempo real.

A parte da pesquisa relativa a observação, foi realizada dentro das respectivas centrais de regulação, onde foi feito o acompanhamento sistemático da prestação do serviço, ou seja:

- recebimento das chamadas;
- escolha da viatura e encaminhamento;
- acompanhamento da situação no local;
- encaminhamento ao hospital;
- liberação da viatura.

Como um dos temas de interesse deste trabalho era as tecnologias de informação que pudessem ser utilizadas no SADE a ser proposto e, aproveitando a existência de uma empresa atuante no serviço de rastreamento de veículos (ONSAT), sediada em São José (região metropolitana de Florianópolis), realizou-se também uma visita à mesma.

Na entrevista realizada, os seguintes pontos foram questionados:

- qual a área de atuação da empresa (produtos oferecidos);
- quais são os seguimentos de mercado existentes;
- como é o processo de rastreamento utilizado pela empresa;
- quais tecnologias a empresa utiliza;

- como se processa a troca de informações entre ela e seus clientes;
- que tipo de informações georeferenciadas ela utiliza, quem as fornece e qual a periodicidade de atualização das mesmas;
- quais as tendências desse tipo de mercado;
- quais são os dados de rastreamento que a empresa obtém e quais ela disponibiliza.

Visitou-se também uma empresa de desenvolvimento de software, parceira tecnológica da ONSAT, onde foram discutidos aspectos técnicos relativos à softwares e bancos de dados mais adequados para o desenvolvimento de sistemas que usam informações georeferenciadas.