SISTEMA DE APOIO Á DECISÃO ESPACIAL (SADE) NA LOGÍSTICA DO SERVIÇO DE ATENDIMENTO MÓVEL DE URGÊNCIA (SAMU)

Jorge Destri Junior, Amir Mattar Valente.

Laboratório de Transportes – Labtrans/ECV/UFSC
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO - O SAMU pode ser caracterizado pela sua complexidade, traduzido no número de variáveis envolvidas, e pelo fato de que decisões vitais devem ser tomadas em um curto intervalo de tempo. O caráter espacial presente nas diversas etapas dos processos constituintes remete a necessidade de uso de um Sistema de Apoio à Decisão Espacial - SADE como ferramenta que auxilie a melhorar a eficiência e a eficácia do serviço prestado. O objetivo deste trabalho é apresentar uma especificação de características estruturais e funcionais mínimas para um sistema desse tipo, bem como as conclusões retiradas do uso de um protótipo computacional baseado nesses conceitos.

Palavras-chave: SAMU, SIG, SADE, Sistemas de Informações.

ABSTRACT
The EMS can be characterized by its complexity, based on the number of involved variables and for the fact by that vital decisions must be taken in a short interval of time. The present spatial character in the diverse stages of the constituent processes sends the necessity of use of a SDSS as tool that assists to improve the efficiency and the effectiveness of the given service. The objective of this work is to present a minimal specification of structural and functional characteristics for a system of this type, as well as the conclusions of the use of a computational prototype based in these concepts.

Key-words: EMS, GIS, SDSS, Information Systems.

Introdução

O perfil da mortalidade vem se alterando ao longo das últimas décadas. Fatores como acidentes de trânsito e AVC's (acidente vascular cerebral) têm provocado diversas urgências por trauma e clínicas, respectivamente. E elas, por sua vez, levam as vítimas ao óbito [8].

Porém, conforme os dados levantados por vários pesquisadores, dentre eles Estochen [2] e Moeller [4], muitas dessas mortes poderiam ser evitadas se o atendimento à vítima ocorresse nos primeiros instantes após a ocorrência da causa da urgência médica, pois esse tempo é determinante para a sua sobrevivência.

Os sistemas atualmente implantados no Brasil apresentam diversos problemas [7], conforme apresentado a seguir:

- falta de critérios científicos na localização de unidades fixas (hospitais) e móveis (ambulâncias);
- dificuldade para encontrar o local da urgência;
- falta ou deficiência na comunicação entre os membros do sistema (gestores, hospitais, centrais de regulação, viaturas);
- 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 vem editando portarias visando normatizar, padronizar e consolidar esse tipo de atendimento no País como um todo [1]. 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.

Este trabalho procura suprir essa deficiência, apresentando uma estrutura mínima de sistema de apoio à decisão espacial que atenda a necessidade de informações, tão importantes nesse tipo de serviço. Para alcançar esse objetivo, primeiramente descreve-se a estrutura e o mecanismo de funcionamento do SAMU. Em seguida, apresenta-se o modelo proposto de SADE e, finalizando, uma breve apresentação de um protótipo baseado nas idéias colocadas.

Metodologia

Para definir as necessidades de informação do SADE proposto, deve-se entender o atendimento móvel de urgência. A Figura 1, adaptada de [7], procurar ilustrar isso.

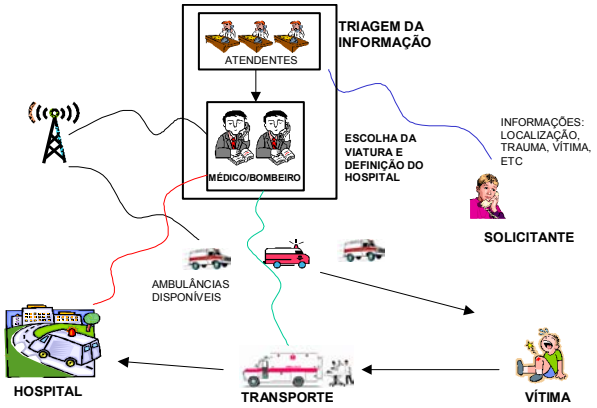

Figura 1: Sistemática do serviço de atendimento móvel de urgência

Do exposto, pode-se distinguir as seguintes etapas:

1. ocorrência de um trauma;
2. detecção do trauma por alguém, que faz uma ligação para uma central, solicitando ajuda;
3. recebimento da ligação numa central, que executa a triagem inicial, solicitando informações sobre tipo de trauma, localização e condições da vítima, dentre outras;
4. transferência da ligação para um médico regulador ou equivalente, que analisa a gravidade e decide pela necessidade ou não do envio de uma ambulância. Em caso positivo, determina-se o tipo adequado de veículo a ser enviado e aquele que estiver disponível e mais próximo (ou outro critério) é despachado;
5. no local da ocorrência, o socorrista verifica o estado da vítima, relata a situação a central, buscando orientação e ministra 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 do ponto de vista de existência de vaga) a recebê-la;
7. transporte da vítima para o hospital onde receberá o atendimento adequado ou então a sua liberação.

As entidades (agentes) observadas na Figura 1 são descritas a seguir:

- A Vítima

Um dos problemas do processo com maiores dificuldades de equacionamento é determinar com precisão a localização da vítima. Normalmente essa informação é obtida através de um endereço ou ponto de referência. Porém, em muitos casos isso não suficiente ou mesmo carrega imprecisões. A abordagem mais atual trabalha usando sistemas de informações geográficas e geocodificação. Algumas das alternativas para geocodificação são manter a posição georeferenciada dos aparelhos de telefonia fixa, uso de triangularização no caso telefonia móvel (limitada pela área de cobertura) e o uso de localizadores espaciais [6].

- Ambulâncias

As ambulâncias transportam o pessoal e o material para o atendimento, bem como a vítima ao hospital, se necessário. No Brasil, são classificadas em 6 categorias, de acordo com sua capacitação e modal de transporte [1].

Do ponto de vista operacional, as principais questões que envolvem as ambulâncias são:

- ❑ quantas e de que tipo o sistema deve dispor;
- ❑ qual critério usar para posicionar viaturas dentro de sua área de atuação;
- ❑ qual critério usar para escolher uma ambulância, na prestação do socorro;
- ❑ qual rota a ambulância escolhida deve percorrer para chegar ao local da ocorrência;
- ❑ deve haver reposicionamento das ambulâncias disponíveis (que não estão em atendimento) para garantir os níveis de serviço do sistema;
- ❑ qual rota a ambulância escolhida deve percorrer para conduzir a vítima ao hospital;

Goldberg [3] apresenta em seu trabalho diversos modelos matemáticos, com o intuito de responder as questões relativas à escolha e posicionamento. Já a roteirização tem sido abordada através de sistemas de informações geográficas [2].

- Hospitais

Dependendo das condições da vítima, ela deve ser encaminhada à unidade hospitalar, devidamente hierarquizada, com capacidade de resolução à situação apresentada.

Com relação a eles, existem 3 (três) informações que são fundamentais:

- ❑ qual a sua localização;
- ❑ qual o tipo de serviço que estão habilitados a fazer, o que determina o tipo de urgência que pode receber;
- ❑ qual a disponibilidade de vagas (na emergência), no momento da solicitação.

- Triagem/Regulação

A triagem, segundo Stasiu [7], é um processo que basicamente se destina as seguintes tarefas:

1. descarte de chamadas falsas (trotes) ou que não caracterizam situação de emergência;

2. coleta de dados da vítima: localização, identificação, trauma, etc.

No caso da regulação, ela envolve dois aspectos distintos [1]:

1. técnico: sintetiza a capacidade do médico regulador de "julgar", presumindo o grau de urgência e priorizando cada caso, segundo as informações disponíveis, visando assim dar a melhor resposta possível para as necessidades das vítimas.
2. gestor: decidir sobre os meios disponíveis, principalmente através do envio de viaturas, encaminhamento para hospitais, se necessário.

Dependendo do número de recursos disponíveis, da área de atuação e da demanda por serviços, a tarefa do regulador torna-se extremamente complexa, tal é o número de variáveis envolvidas e do tempo de resposta exigido.

- Indicadores de performance

Conforme estabelece a legislação brasileira sobre o assunto [1] e, também, pode-se observar em sistemas de outros países [2], a maioria dos indicadores de desempenho desse processo é baseada em medições de tempo. Porém, segundo Moeller [4], a determinação dos tempos decorridos numa ação de atendimento é motivo de dúvidas e controvérsias, pois os eventos (inicial e final) de cada atividade medida, não obedecem a padrões únicos. Isso gera "imprecisões" que, em muitos casos, são executadas de forma consciente, de forma a melhorar a avaliação dos sistemas em operação.

Dentre os indicadores recomendados para medição [1], 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).

Além desses, pode-se também avaliar o tempo médio que cada operador gasta numa ligação, o tempo médio de ocupação da viatura e o tempo médio de espera para liberação no hospital, dentre outros.

Conhecidos os elementos participantes e suas inter-relações, apresenta-se agora o que é um SADE. Ele é um tipo de sistema de informações que reúne as funcionalidades de um sistema de informações geográficas e de um sistema de apoio à decisão. Aliando a capacidade de tratar ao mesmo tempo dados espaciais e não-espaciais, com poderosos algoritmos de localização, roteirização e posicionamento, torna-se a ferramenta ideal para atender as necessidades de operação do SAMU.

Para que um SADE desempenhe suas funções, inicialmente é necessário definir algumas questões como qual a área abrangida, quem estará envolvido e qual é a política com relação ao serviço prestado (minimizar o tempo de atendimento, manter o nível de serviço, etc.). Essa política determinará principalmente, a estratégia e operação do serviço de ambulâncias. Porém, cabe salientar que essas questões, na maioria dos casos, não obedecem a critérios técnicos e/ou científicos [5].

Nos tópicos a seguir, são apresentados, aspectos estruturais básicos de um SADE aplicado ao SAMU.

- Tecnologia da Informação (TI)

A tecnologia da informação tem como principal função permitir a operação do sistema em tempo real, compreendendo a troca de informações entre os elementos participantes do sistema e, também, a obtenção de dados.

Com relação à troca de informações, tem-se em destaque, as seguintes conexões:

- entre a central de regulação e as ambulâncias, com o intuito de obter a posição e estado (ocupada, livre) delas, fornecer roteiro de deslocamento, trocar informações médicas sobre a vítima, dentre outras;
- entre a central de regulação e os hospitais, com o intuito de obter a disponibilidade de vagas no setor de emergências deles, bem como reservar vagas para vítimas que estejam a caminho.

Com relação à obtenção de dados, o ponto crucial para a operação é o uso da tecnologia embarcada nas ambulâncias, compreendendo o uso de receptores GPS e aparelhos para recepção e transmissão de dados e voz. A determinação precisa do ponto onde se encontra uma viatura é fator determinante para que os algoritmos de seleção e roteirização produzam os resultados esperados. Além disso, estando a viatura no local da ocorrência, permite também verificar e corrigir, se necessário, a geocodificação deste.

- Dados espaciais

Os dados espaciais, com seus atributos, são utilizados pelo SIG presente no sistema e fornecem subsídios para as rotinas de apoio a tomada de decisão e geração de mapas temáticos.

Considerando o tipo de aplicação, os dados geográficos devem ser do tipo vetorial, os quais podem ser separados conforme o tipo de objeto que representam:

- pontos: hospitais, pronto-socorros, ambulâncias (dinâmico) e bases de viaturas (bombeiro, PRF,

SAMU, etc) e pontos de conexão (intersecções) da rede viária;

- linhas: a malha viária da área de abrangência do sistema, compreendendo vias municipais, estaduais e federais. A questão da representação das conversões em intersecções pode ser ignorada dada à prioridade de deslocamento das viaturas pelas vias de trânsito.
- áreas: representam as divisões geopolíticas ou administrativas observadas, compreendendo estados, municípios, distritos, bairros, micro-regiões, etc.

Dos dados mencionados, certamente a malha viária é o que mais merece destaque. Pois, além dos atributos necessários a sua identificação, deve-se introduzir atributos que vão ser utilizados nos algoritmos. Dentre eles, tem-se as distâncias e tempos ou velocidades nos arcos. Esses últimos, podem ser ainda refinados para considerar períodos diários de pico e sazonalidades.

- Dados não-espaciais

Os dados não-espaciais podem ser divididos em dois tipos: aqueles relacionados diretamente ao atendimento de uma urgência (ocorrência) e aqueles que dão suporte a operação (tabelas de referências).

A Figura 2 mostra, através de um diagrama entidade-relacionamento, a proposição de uma estrutura mínima de dados que permitiria dar suporte a operação do SAMU. Dessa figura, pode-se observar que, a uma ocorrência estão vinculadas vítimas, viaturas que prestam atendimento e veículos (no caso de acidentes de trânsito). As demais entidades fornecem dados que parametrizam os atributos da ocorrência.

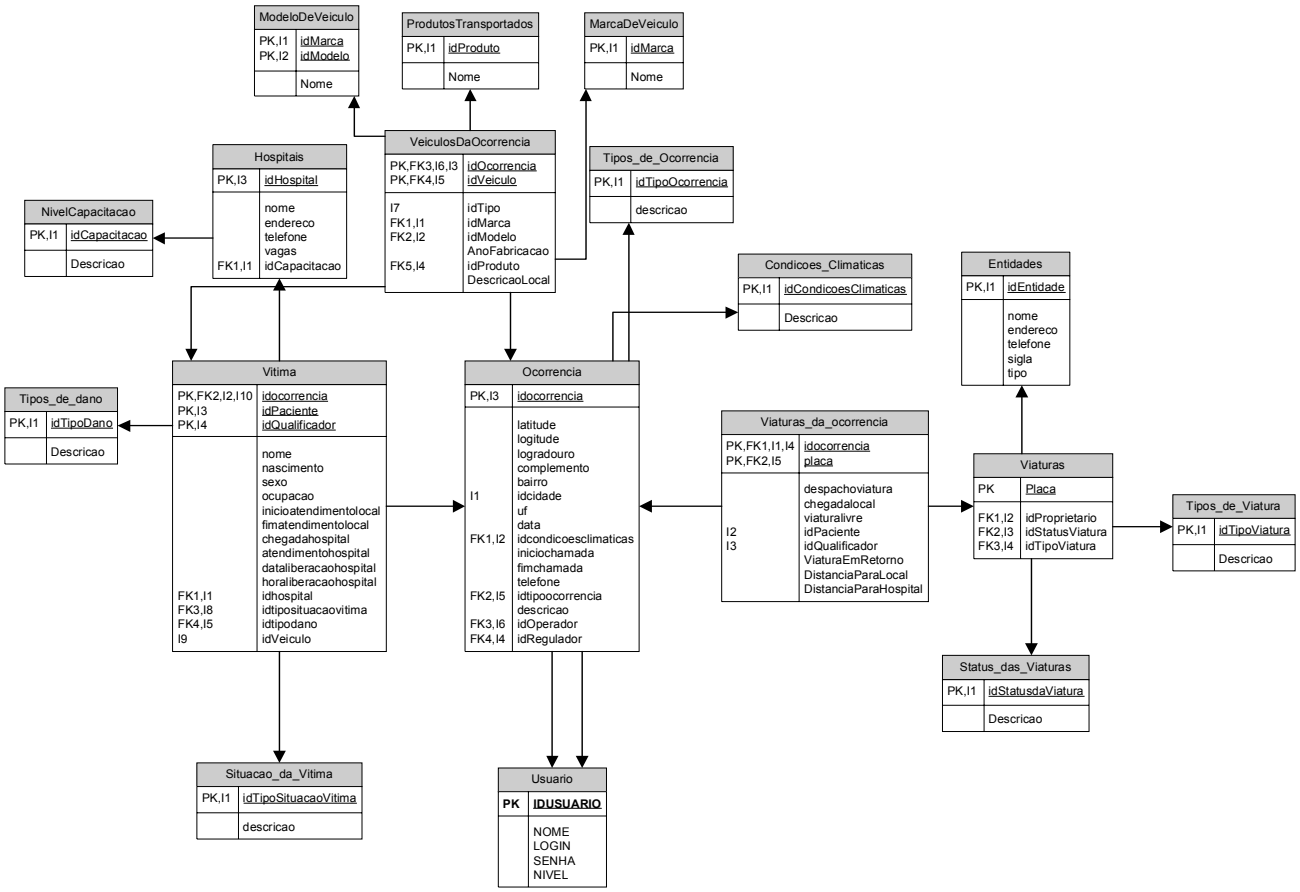

Figura 2: Diagrama entidade-relacionamento relativo à estrutura dos dados não-espaciais

- Funcionalidades

As funcionalidades do SADE devem abarcar 3 aspectos distintos do SAMU: estratégico, operacional e provedor de informações. Como a escolha dos algoritmos está vinculada à política definida na implementação do SADE, aqui não são citados métodos específicos, mas assim objetivos a serem alcançados.

No aspecto estratégico, deve-se ter as seguintes funcionalidades:

- determinação do número de viaturas e leitos de emergência;

- localização de hospitais e bases de ambulâncias;
- reposicionamento de ambulâncias.

No aspecto operacional, deve-se ter as seguintes funcionalidades:

- escolha de viatura para atendimento;
- roteirização da viatura;
- escolha do hospital para remoção da vítima.

No aspecto de provedor de informações, deve-se ter as seguintes funcionalidades:

- mapas temáticos sobre o local dos atendimentos (intersecções, vias, etc.), filtrados por intervalo de datas, período do dia, causa, idade e sexo dos envolvidos, dentre outros;
- mapas temáticos sobre a quantidade de atendimentos filtrados, por intervalo de datas, período do dia, causa, dentre outros;
- relatórios de indicadores de desempenho;
- comutação de dados com outros sistemas.

Resultados

Com o intuito de demonstrar e testar o SADE proposto, criou-se um protótipo computacional. Ele apresenta restrições e limitações decorrentes dos prazos e recursos humanos e financeiros disponíveis para sua implementação.

Para a parte relativa ao SIG, foi adaptado um *software* disponível. Os dados espaciais foram cedidos e/ou foram obtidos em campo, através de receptores GPS e abrangem a região metropolitana de Florianópolis/SC. Os testes foram feitos em laboratório, principalmente por questões orçamentárias (custo da TI, principalmente a embarcada). Foram utilizados dados de acidentes de trânsito ocorridos na região especificada e que foram disponibilizados pela Polícia Militar/SC e PRF/SC. Muitas das informações relacionadas a tempos de deslocamento não existiam e foram estimadas com base na distância entre o evento e a base de ambulância mais próxima. A geocodificação dos locais das ocorrências foi feita por aproximação usando uma rotina implementada no SIG.

A interface do sistema está divida em duas telas distintas e que são exibidas simultaneamente. Na primeira, apresentada na Figura 3, encontram-se as opções de acesso às tabelas e relatórios, além do gerenciamento do atendimento às ocorrências.

A segunda tela, apresentada na Figura 4, exibe o Sistema de Informações Geográficas que dá apoio à operação.

O protótipo suporta vários tipos de viaturas e hospitais com variados níveis de capacitação, fazendo a seleção dos mesmos usando os critérios de adequação e proximidade (menor distância). Também fornece as rotas que devem ser percorridas.

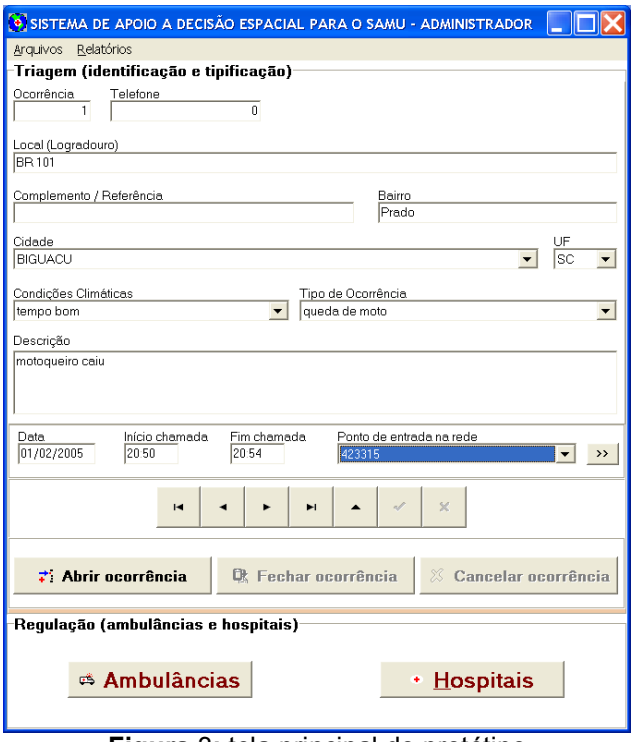

Figura 3: tela principal do protótipo

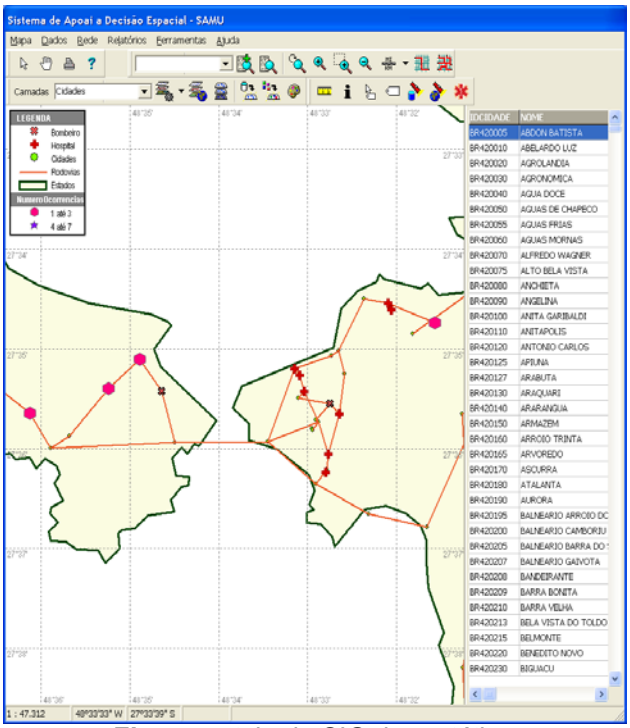

Figura 4: tela do SIG do protótipo

A operação é relativamente simples. As chamadas relativas às ocorrências são registradas e processadas na tela principal, usando o SIG principalmente para a geocodificação do local. Como não existe transferência de dados em tempo real, o sistema prevê a complementação dos dados de

atendimento, através dos formulários utilizados pelas equipes das viaturas.

São disponibilizados diversos relatórios sobre a operação e desempenho do sistema, bem com é possível gerar mapas temáticos a partir do SIG.

Discussão e Conclusões

Os testes mostraram que o modelo de SADE aqui apresentado suporta as necessidades operacionais do SAMU. Mesmo utilizando dados incompletos, o sistema produziu relatórios (tempo, perfil das vítimas, dos acidentes) e mapas temáticos do serviço executado (locais x qtdade), de forma satisfatória. As rotinas de seleção e roteirização foram rápidas e, na maioria dos casos, seus resultados foram coerentes com o observado nos dados disponibilizados e com os valores esperados.

A falta do uso de tecnologia embarcada nas viaturas, que permitiria fazer testes de campo, gerou um certo estado de "lentidão", que não combina com esse tipo de operação.

À medida que novos recursos forem disponibilizados, deve-se ampliar o uso da TI e também, adquirir mapas rodoviários georeferenciados mais detalhados, com objetivo de se realizar testes de campo, preferencialmente acompanhado em paralelo um sistema que já esteja em funcionamento.

Uma outra área não contemplada por este trabalho, mas que certamente interessa ao SAMU, é aquela relativa ao tratamento das informações médicas por parte do SADE. Compreenderia a troca de dados entre central de regulação, ambulâncias e hospitais, bem como o uso de protocolos que ajudariam o regulador a determinar a gravidade do trauma da vítima.

Lista de siglas

AVC - Acidente Vascular Cerebral
EMS – *Emergency Medical Services*
GIS – Geographic Information System
GPS – *Global Position System*
PRF - Polícia Rodoviária Federal
SADE – Sistema de Apoio à Decisão Espacial
SAMU – Sistema de Atendimento Móvel de Urgência
SDSS – Spatial Decision Support System
SIG – Sistemas de Informações Geográficas
TI – Tecnologia da Informação

Referências

[1] BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Atenção às Urgências.** Brasília: Ministério da Saúde, 2004. 236 p. (Série E. Legislação da Saúde).

[2] ESTOCHEN, Bradley M.; STRAUSS, Tim; SOULEYRETTE, Reginald R. (1998), An Assessment of Emergency Response Vehicle Pre-Deployment Using GIS Identification of High-Accident Density Locations. In: Transportation Conference Proceedings, 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.

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

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

[5] 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, SC.

[6] SOUZA, Ligiane. A. et al. (2004), LOCUS: Um Localizador Espacial Urbano. In: VI Brazilian Symposium on Geoinformatics, Campos do Jordão. **Anais eletrônicos...** Campos do Jordão, 2004. Disponível em: <http://www.geoinfo.info/geoinfo2004/papers/6400.pdf>. Acesso em 25 nov. 2004.

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

[8] TANI, Valter Zanela. SAD baseado em caminhos mínimos e georreferenciamento: uma ferramenta de apoio ao serviço de regulação-médica. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC.

Contatos

Jorge Destri Junior – Doutor pelo PPGEP/UFSC, na área de logística e transportes. Fone: 48 8405-6459, e-mail: destri@ecv.ufsc.br.

Amir Mattar Valente – Doutor pelo PPGEP/UFSC, na área de logística e transportes. Professor do Depto de Eng. Civil/UFSC. Fone: 48 3331-7059, e-mail: valente@mbox1.ufsc.br.