

## A logística no serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU)

Jorge Destri Junior (UFSC) [destri@mbox1.ufsc.br](mailto:destri@mbox1.ufsc.br)  
Amir Mattar Valente (UFSC) [valente@mbox1.ufsc.br](mailto:valente@mbox1.ufsc.br)

### Resumo

*A eficácia do serviço de atendimento móvel de urgência é fator determinante para aumentar as chances de sobrevivência e recuperação das vítimas. Além do ato médico em si, existem vários aspectos relacionados à logística da operação (fluxo informacional, posicionamento de facilidades e deslocamento de viaturas) que são determinantes para o sucesso dessa atividade. Este artigo tem como objetivo mostrar como sistemas e modelos, aliados a tecnologia da informação, podem ser utilizados com o intuito de melhorar o desempenho do serviço prestado.*

*Palavras-chave: logística, urgência, atendimento, sistemas de informações, SADE*

### 1. Introdução

O perfil da mortalidade se alterou ao longo das últimas décadas, tanto no Brasil, quanto no mundo. Se por um lado, a melhoria das condições sanitárias e os progressos da medicina reduziram as mortes por vários tipos de doenças, a massificação do automóvel, o sedentarismo e a violência urbana, dentre outros fatores, criaram ou acentuaram urgências médicas: traumas (acidentes de trânsito) e clínicas (acidentes cardiovasculares, por exemplo), que por sua vez levam ao óbito das vítimas (TANI, 2003).

Porém, 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 (ELLIOT, 2000).

A dimensão desse fenômeno vai muito além do aspecto humano, da perda de vidas. No Brasil, segundo o IPEA (2003), os custos associados a essa perda chegaram a representar cerca de 0,34% do PIB do país, no mesmo ano.

A demanda crescente, deu visibilidade ao serviço de atendimento médico de urgência, que pode ocorrer em duas etapas distintas, uma pré-hospitalar ou móvel, que acontece em vias e locais públicos ou no domicílio da vítima e outra em hospitais, com setores especializados em emergência.

No Brasil, esse serviço é prestado tanto ao nível de poder público, quanto ao nível da iniciativa privada. Porém uma análise detalhada, aponta os seguintes problemas:

- Falta de critérios científicos na localização de unidades fixas (hospitais) e móveis (ambulâncias) (SOUZA, 1996);
- Dificuldade para localizar o local da 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, tem editado portarias visando normatizar, padronizar e consolidar esse tipo de atendimento, conforme pode ser visto em Brasil (2004). Porém, a legislação está mais voltada para os aspectos estruturais do que os aspectos operacionais.

Desses problemas e falhas, emerge uma constatação: o serviço de emergência vem sendo abordado muito em seu caráter médico e político, 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 de ser rápido, a troca de informações entre atendentes, médicos e hospitais tem que ser confiável, auditável e precisa.

Nos tópicos a seguir, será apresentada uma abordagem, baseada em sistemas de informações, modelos de pesquisa operacional e TI, que tem por objetivo ajudar no desenvolvimento e operação dos serviços de atendimento móvel de urgência.

## 2. Serviço de atendimento móvel de urgência

A Figura 1, adaptada de Stasiu (2002), apresenta um esquema de como se processa um caso de atendimento de emergência.

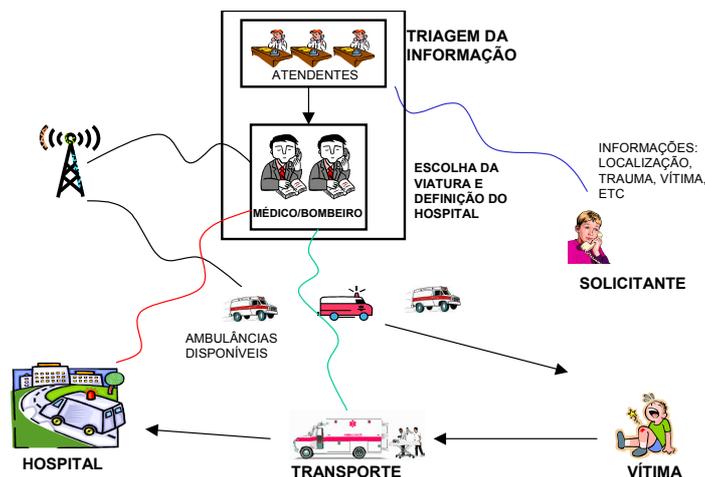


Figura 1 - Sistemática do atendimento móvel de urgência

O processo está dividido nas seguintes etapas:

- Ocorre um trauma;
- O trauma é detectado por alguém que faz uma ligação para uma central, solicitando ajuda;
- A ligação é recebida numa central de triagem e informações sobre tipo de trauma, localização e condições da vítima são solicitados;
- 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, onde estão disponíveis os que são daquele tipo e o mais próximo (ou outro critério) é despachado para o local da ocorrência;
- chegando no local, o socorrista verifica o estado da vítima, relata a central e ministra os cuidados, se necessário;

- f) 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 de vista de existência de vaga) a recebê-la;
- g) A vítima é transportada para o hospital onde receberá o atendimento adequado ou então é liberada.

Nesse processo, a maioria dos indicadores de desempenho é baseada em medições de tempo. No atendimento médico de urgência isto não podia ser diferente. Porém, segundo Moeller (2004), a determinação dos tempos decorridos numa ação de atendimento é motivo de dúvidas e controvérsias, dificultando a comparação entre entidades diferentes e, que as "imprecisões", em muitos casos, são executadas de forma consciente, de forma a melhorar os indicadores.

As ambulâncias, por sua vez, desempenham um papel fundamental, pois são elas que transportam o pessoal e o material para o atendimento, bem como a vítima ao hospital, se necessário. No Brasil, são classificadas conforme em 6 categorias, de acordo com sua capacitação e modal de transporte (BRASIL, 2004).

Outra peça importante na prestação do serviço, é o hospital ou pronto-socorro. Com relação a eles, duas questões são de vital importância. A primeira é o tipo de serviço que estão habilitados a fazer, o que determina o tipo de urgência que podem receber. A segunda é, se no momento solicitado, eles têm disponibilidade (vaga) para receber a vítima.

A decisão sobre a gravidade de uma solicitação e de qual recurso alocar para seu atendimento (ambulância/hospital), é atribuição do regulador (BRASIL, 2004).

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.

### **3. Modelos de Otimização**

Do ponto de vista do transporte e da logística, vários são os temas, tanto ao nível operacional, 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.

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 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, pode ter a seguinte forma (BROTCORNE, 2003),:

- 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.

Esse modelos podem ser divididos em estáticos (planejamento), dinâmicos (operação) e probabilísticos (planejamento e operação). Os Quadros 1 e 2 apresentam um breve resumo desses modelos.

modelo	objetivo
LSCM	Minimizar o número de ambulâncias
MCLP	Maximizar a demanda atendida
TEAM	Maximizar a demanda atendida
FLEET	Maximizar a demanda atendida
Modified MCLP	Maximizar a demanda atendida, e o número de pontos atendidos
Modified MCLP (BACOP1 and BACOP2)	Maximizar a demanda atendida duas vezes ou uma e duas vezes
DSM	Maximizar a demanda atendida
DDSM <sup>1</sup>	Maximizar dinamicamente a demanda atendida

Fonte: adaptado de Brotcorne (2003)

Quadro 1: modelos dinâmicos e estáticos (determinísticos)

modelo	objetivo
MEXCLP	maximizar o atendimento da demanda esperada
MALP I	maximizar o atendimento da demanda esperada com uma probabilidade de pelo menos $\alpha$
MALP II	maximizar o atendimento da demanda esperada com uma probabilidade de pelo menos $\alpha$
Adjusted MEXCLP (AMEXCLP)	maximizar o atendimento da demanda esperada
Adjusted MEXCLP	maximizar o atendimento da demanda esperada, dentro de 8 minutos
Modified LSCM (Rel-P)	minimizar o somatório dos custos fixos das ambulâncias
Time dependent MEXCLP (TIMEXCLP)	maximizar o atendimento da demanda esperada
QPLSCP	maximizar o atendimento da demanda esperada com uma probabilidade de pelo menos $\alpha$
TTM	maximizar a demanda total esperada

Fonte: adaptado de Brotcorne (2003)

Quadro 2: modelos probabilísticos

Com relação a construção de hospitais e aquisição de viaturas, eventos que consomem tempo e grande quantidade de recursos, tanto Souza (1996), quanto Goldberg (2004), afirmam que poucos são os estudos voltados a esse assunto. O tratamento típico é feito com base nas estatísticas de ocorrências passadas e projeções de crescimento por uma taxa conhecida ou estimada.

#### 4. Sistemas de Informações (SI) e Tecnologia da Informação (TI)

A medida que cresce a complexidade dos serviços de atendimento de urgência, cresce também o fluxo das informações existente entre os processos que ali se encontram. Isso leva a necessidade de se ter sistemas de informações (SI) eficientes, apoiados nas novas tecnologias disponíveis.

Os SI podem ser classificados sobre diversos aspectos e dois tipos bastante conhecidos são aqui destacados. O primeiro é o sistema de apoio à decisão (SAD), definido segundo Barroso (2001), como o um sistema interativo, sob controle do usuário, projetado para auxiliar as decisões gerenciais, sobre assuntos dinâmicos (que sofrem constantes mudanças) ou assuntos complexos (que não podem ser facilmente especificados).

O segundo são os sistema de informações geográficas (SIG), que pode ser definido como um sistema computadorizado de gerência de dados, que se destina à aquisição, armazenamento, recuperação, manipulação, análise e exibição de dados espaciais (SÁ, 1993).

Da união desses dois tipos de sistemas, emerge um novo conceito que é o SADE, ou sistema de apoio à decisão espacial, cujo principal objetivo é atuar no apoio ao processo decisório sobre problemas espaciais (RAFAELLI NETO, 2000).

Esses sistemas, principalmente um SADE, necessitam que as informações sejam precisas, confiáveis e que estejam disponíveis no tempo certo. Para tanto, a aplicação das seguintes tecnologias de informação se faz necessária:

- comunicação móvel: visa obter e fornecer informação em tempo real. Dependendo da área de atuação do sistema podemos ter transmissão via satélite, via rádio ou tecnologia celular GSM;
- rastreamento de veículos: o uso de receptores GPS embarcados nas viaturas, aliado a transmissão em tempo real, permite localizar a ambulância sobre a rede viária;
- redes de computadores: o uso da tecnologia de rede (internet, intranet e extranet) permite interligar de forma rápida, barata e segura os locais que concentram os pontos de decisão (central de regulação, por exemplo) com pontos de operação (bases de ambulâncias, hospitais, etc.).

Na utilização de um SADE no serviço de atendimento de urgência, especial atenção deve ser dado ao problema de localização da vítima, que é extremamente mais complexo do que a localização de uma viatura, pois esse muitas vezes parte de uma informação imprecisa ou incompleta. Para seu pleno uso, a localização da vítima deve ser geocodificada, ou seja, a ela serem atribuídas coordenadas geográficas. Algumas alternativas partem da identificação da fonte da chamada (telefone fixo), que constaria de uma base georeferenciada. No caso de telefonia móvel, algumas soluções encontram-se em teste nos EUA (E911, por exemplo). Outra alternativa, é a implementação de localizadores espaciais (SOUZA, 2004).

## **5. Integrando o SADE ao SAMU**

O uso de um sistema de apoio a decisão espacial como ferramenta na prestação do serviço de atendimento móvel de urgência ainda é pequeno, porém os resultados são promissores, conforme pode-se observar em Estochen, 1998 e Sá, 1998. De modo geral, as aplicações existentes destinam-se a localizar e roteirizar as ambulâncias. Dentre os fatores que determinam esse pouco uso, tem-se:

- alto custo de obter e manter muitos dos dados georeferenciados;
- investimento inicial tanto em software quanto hardware;
- necessidade de se manter uma equipe multidisciplinar, responsável pelos aspectos técnicos do sistema;
- dificuldade de interligação entre as diversas entidades envolvidas, que em muitos casos

envolvem as três esferas do poder executivo.

Porém, vencidas as barreiras, as potencialidades do SADE justificam plenamente sua implantação. A lista a seguir, é um pequeno exemplo disso:

- selecionar e alocar ambulâncias;
- selecionar e alocar hospitais;
- re-roteirizar ambulâncias em face de impossibilidade de seguir rota previamente traçada;
- determinar pontos ótimos para posicionamento das ambulâncias;
- gerar mapas temáticos e relatórios relativos aos atendimentos: número, tipo, vítimas, veículos envolvidos, locais de maior incidência, segundo critérios como períodos do dia ou do ano, causa, dentre outros;
- reposicionar ambulâncias com o objetivo de manter os níveis de serviço;
- disponibilizar, em tempo real, sobre forma de mapa temático os locais onde estejam ocorrendo atendimentos e onde estão posicionadas as ambulâncias;
- gerar mapa temático, apontando os níveis de serviço efetivos na área de atuação do sistema;
- auditar o desempenho do sistema através de indicadores, que podem ser obtidos com dados coletados em tempo real.

Muitas das funcionalidades aqui apresentadas, tem o seu desempenho vinculado as critérios de atendimento, descritos no item sobre modelos e que são definidos pelos gestores quando do desenvolvimento do sistema. Além disso, apesar de ser um serviço "de mercado restrito", a medida que novas soluções vão sendo desenvolvidas, novos conhecimentos vão sendo agregados a um custo cada vez menor.

## 6. Discussão

O foco deste artigo concentrou-se em dois aspectos da gestão logística: a gestão da informação e o fornecimento de transporte e também deixou de abordar outros aspectos do atendimento de urgência, dentre eles as remoções inter-hospitalares. Mesmo assim, pelo que se pôde observar, existe muito o que ser estudado.

Do ponto de vista do uso da tecnologia da informação, a interligação das mesmas sobre um único sistema carece de maiores análises, tanto sobre o aspecto científico quanto sobre o econômico.

O atendimento de urgência em áreas rurais e ao longo das rodovias (federais e estaduais) tem características diferentes daquele feito em áreas urbanas ou conurbadas e, por isso, deve ter um outro tipo de abordagem.

A aplicação dos modelos de otimização aqui citados, utilizando dados da realidade brasileira é outro campo que merece atenção. Isso permitirá avaliar a situação existente e poderá apontar novos rumos em termos de políticas públicas.

## Referências

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) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de atenção às urgências (Série E. Legislação da Saúde)/ Ministério da Saúde - Brasília, 2004, 236p. Editora MS.

BROTCORNE, L.; LAPORTE, G.; SEMET, F. Ambulance location and relocation models. *European Journal of Operational Research*, n. 147, p451-463, 2003.

ELLIOT, P. An approach to integrated rescue. QMC - Queensland Mining Council, 2000.

ESTOCHEN, B. M.; STRAUSS, T.; SOULEYRETTE, R. R. An Assessment of Emergency Response Vehicle Pre-Deployment Using GIS Identification of High-Accident Density Locations. *Transportation Conference Proceedings*, p 221-p226, 1998.

GOLDBERG, J. B. Operations Research Models for the Deployment of Emergency Services Vehicles. *EMS Management Journal*, v.1, n.1 p20-39, jan-mar 2004.

IPEA. Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras : relatório executivo / Ipea, ANTP. - Brasília : Ipea : ANTP, 2003. 45 p.

MOELLER, B. J. Obstacles to Measuring Emergency Medical Services Performance. *EMS Management Journal*, v. 1, n. 2, p8-p15, April-June 2004.

RAFAELLI NETO, S. L. Um modelo conceitual de sistema de apoio à decisão espacial para gestão de desastres por inundações. 2000. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

SÁ, L. A. C. M. Um Sistema de Informações Geográficas para o Turismo em Santa Catarina. Dissertação de Mestrado - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil - UFSC, 1993.

SÁ, Lucilene A. C. M.; SILVA, Irineu da. O estudo da emergência médica sob a ótica do geoprocessamento. COBRAC, 1998, Florianópolis

SOUZA, J. 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, L. A.; DELBONI, T.M.; BORGES, K. A. V.; DAVIS JR., C. A.; LAENDER, A. H. F. LOCUS: UM LOCALIZADOR ESPACIAL URBANO. VI Brazilian Symposium on Geoinformatics, Campos do Jordão, 2004.

STASIU, R. K.; MALUCELLI, A.; DIAS, J. S. Sistema de Informação e Comunicação para Atendimento Pré-hospitalar. CBIS 2002, Natal/RN.

TANI, V. Z. SAD baseado em caminhos mínimos e georeferenciamento: 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.