

OTIMIZAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DAS BASES DE OPERAÇÃO DO SERVIÇO DE ATENDIMENTO MÓVEL DE URGÊNCIA - SAMU/BH ATRAVÉS DO USO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Érico Anderson de Oliveira

Coord. de Turismo e Lazer - CEFET-MG

ericoliv@uol.com.br

RESUMO

O Serviço de Atendimento Móvel de Urgência de Belo Horizonte – SAMU/BH é um serviço que depende de agilidade no deslocamento para o bom atendimento aos pacientes. Desde sua implantação em Belo Horizonte, o SAMU/BH recebeu melhorias, informatizou-se, porém, não recebeu um tratamento baseado em GIS para melhorar os deslocamentos e aumentar a sua eficiência. Foram aplicadas técnicas de Geoprocessamento para analisar a posição das bases das unidades e a distribuição das ocorrências. As bases e os atendimentos foram georreferenciados através dos softwares MapInfo e ArcGis, segundo as informações levantadas em outubro - 2005. Os resultados obtidos foram comparados e demonstraram a necessidade de se propor a relocação de algumas bases do SAMU/BH, pois algumas bases distavam até 2 km do ponto ideal.

Palavras-chaves: SAMU/BH; Geoprocessamento; Melhor Localização; georreferenciado

OPTIMIZATION OF MOBILE ATTENDING SERVICE OPERATION BASIS LOCATION FOR URGENCY SAMU-BH THROUGH THE USE OF GEOPROCESSING TECHNIQUES

ABSTRACT

The Urgent Mobile Attending Service in Belo Horizonte SAMU/BH is a type of service that depends on the streamlined deslocating process for a better attending service for patients. Since its installation in Belo Horizonte, the SAMU/BH has improved through a technology information, nevertheless it has not received a good treatment based in GIS; in order to improve this displacement and therefore intensifying its efficiency. There were applied techniques of Geoproceeding to analyse in detail these units according especially to the position of the whole units and the distribution of the type of problem occurred frequently. The basis and the attending support service got an outstanding georeference through the softwares Mapinf and ArcGis, according to the information settled on October-2005. The results obtained, showed and demonstrated a need in proposing a managed track of some of the SAMU/BH basis, because some of the referred basis were far from each other almost 2 Km, from the idealized point or area established before.

Keywords: SAMU/BH; Geoproceeding; best location; georeference

INTRODUÇÃO

Atualmente, as ferramentas de Geoprocessamento encontram-se em grande aplicação e já há muito deixaram de serem modismos. Negá-las nos remete ao passado, ao arcaico. Possuir informações tratadas por meio de tais ferramentas representa possibilidades de redução de custos, aumento de eficiência, estabelecimento de conexões, redução de tempo e outras vantagens.

Recebido em 25/04/2008

Aprovado para publicação em 11/05/2008

As ferramentas de geoprocessamento têm sido cada vez mais empregadas em nosso cotidiano, mesmo sem sabermos. São utilizadas para análise de rotas de ônibus urbanos, coleta de lixo, determinação de padrões de distribuição de criminalidade, descargas atmosféricas, estudos de patrimônios, turísticos e muitos outros fenômenos passíveis de georeferenciamento.

Em Belo Horizonte, a Secretaria Municipal de Saúde (SMS/BH) disponibiliza para a população, alguns serviços de atendimento móvel, entre os quais está o Serviço de Atendimento de Móvel de Urgência (SAMU), executado por um conjunto de ambulâncias de plantão que se deslocam até o ponto de atendimento dentro do município.

Por sua natureza, o SAMU necessita de localização estratégica para melhor atendimento das ocorrências, minimizando o tempo de deslocamento ao local da chamada, reduzindo riscos da urgência e os gastos nos percursos.

O posicionamento geográfico adequado das ambulâncias do SAMU através do uso de técnicas de geoprocessamento só virá a contribuir para aumentar a eficiência dos atendimentos e racionalizar os custos. Depoimentos referentes ao tempo de atendimento podem ser encontrados nos principais meios de comunicação, destacando a relevância da redução de tempo:

“(...) Como todo mundo sabe, para ter acesso ao atendimento de urgência de saúde, é só ligar gratuitamente o 192. Esse é um trabalho imprescindível e nós pretendemos, até o final do próximo ano, ter o SAMU atendendo a totalidade dos municípios brasileiros. (...) Eu vou dar um exemplo de São Paulo, Pimentel. Em São Paulo, a média entre tirar uma pessoa de um acidente e levá-la para o hospital era de 40 minutos; caiu para 12 minutos, numa demonstração de que, em 30 minutos, a gente pode salvar muitas vidas neste país, sobretudo nas regiões metropolitanas. (...)”²

“(...) Fui atropelado dia 19 de abril. Sofri fraturas expostas na perna esquerda, ombro deslocado, úmero esquerdo fraturado. A ambulância do SAMU levou quase 40 minutos para me socorrer. Entre a pancada e a cirurgia no Hospital João XXIII, mais de três horas se passaram. (...)”³

Embora outros fatores devam ser levados em conta, tais como disponibilidade de veículos, acessos, entre outros, o fator tempo de atendimento sofre influência da localização, quando analisamos espaço a ser percorrido, as condições das vias, os fluxos de tráfego e as rotas. Como há um somatório de condições, podemos, em uma primeira análise, tratar apenas do estabelecimento de um ponto “ótimo” de localização das bases das ambulâncias e, posteriormente, considerar as rotas e os fluxos de veículos.

Em entrevistas com os gerentes do serviço do SAMU, constatou-se que o mesmo foi implantado com algum tipo de georeferenciamento nas bases de apoio das ambulâncias, porém, estes dados não foram atualizados desde a implantação do serviço em relação aos atendimentos ao longo do tempo. Portanto, uma atualização do georeferenciamento das bases das ambulâncias confirmará o posicionamento atual ou irá indicar a necessidade de uma atualização.

Com a finalidade de analisar o atual posicionamento das ambulâncias do SAMU, as ocorrências registradas passaram por um tratamento estatístico.

² http://www.radiobras.gov.br/integras/2005/integra_06102005.htm <Acesso em 10/11/05>

³ <http://www.otempo.com.br/opiniaio/lerMateria/?idMateria=20314> <Acesso em 10/12/05>

METODOLOGIA

Seção de dados

Para iniciar o tratamento das informações, algumas questões tiveram que ser levantadas, tais como:

1. Quais as informações necessárias?
2. Quem as possui?
3. Como estão agrupados/organizados os dados?
4. Qual é o período típico médio? Tem alguma anomalia?

Em pesquisa junto ao SAMU, identificamos que as chamadas cadastradas no Serviço são georreferenciadas, independente de resultarem em deslocamento ou não das ambulâncias. A chamada registrada possui os seguintes campos: nome do solicitante, data, hora da chamada, código do município, código do logradouro, número do imóvel, logradouro, complemento e motivo da chamada, condição médica e diagnóstico.

Somente após o diagnóstico do médico é que a chamada poderá ser liberada para o atendimento da ambulância, pois às vezes não há motivo para o deslocamento do veículo.

Quando foi criado em 2003, o SAMU recebia em média 2.000 ocorrências/mês, número que foi se ampliando com o tempo e, atualmente, a média mensal atingida flutua em torno de 65.000 ligações.

Em entrevistas com atendentes e médicos do setor, não foi constatada alguma anormalidade nos atendimentos que justifique realizar uma amostragem específica. A anormalidade dos dados só aparece em dezembro, em função dos festejos de fim de ano, que geram aumento nos atendimentos por alcoolismo e suas conseqüências (atropelamentos, acidentes de trânsito, coma alcoólica,...).

A partir de outubro/2005, o sistema passou a receber georreferenciamento automático em suas chamadas cadastradas, após convênios entre a Empresa de Processamento de Dados de Belo Horizonte (PRODABEL) e a empresa telefônica TELEMAR, o que vem a facilitar o geoprocessamento.

Em função destas últimas informações, selecionamos o mês de outubro para procedermos ao tratamento dos dados.

Tratamento dos dados

Os dados brutos foram obtidos do SAMU em uma planilha de formato Excell, os quais foram submetidos a uma triagem, onde foram desprezados os registros que não geraram deslocamentos das ambulâncias, resultando em 4.626 ocorrências. Foram extraídas ainda as ocorrências sem, georreferência, diagnóstico e as que resultaram apenas em transporte inter-hospitalar. No total, foram aproveitados 3.467 ocorrências, o que representou praticamente 75% das chamadas que geraram deslocamentos.

As ocorrências válidas tiveram suas coordenadas XY ajustadas, pois as coordenadas Y fornecidas pela PRODABEL, possuem 6 algarismos. A elas foi somado o valor 7.000.000 para adequá-las. As bases de apoio das ambulâncias também foram georreferenciadas e ambas as informações foram plotadas em um mapa do município. (Fig. 1)

Os dados plotados indicaram uma dispersão heterogênea, com algumas concentrações ao noroeste, e ao centro-sul, principalmente. Tentou-se, em um primeiro momento, dividir as ocorrências da forma mais equilibrada possível entre as ambulâncias, para se estabelecer o seu território de atuação. O modelo gerado em ambiente ArcGis foi convertido em TIN e, posteriormente, exportado em raster tiff e inserido em ambiente IDRISI, para que o software

dividisse o modelo em territórios semelhantes a bacias hidrográficas. Não houve resultado satisfatório. Em um segundo momento, as ocorrências (pesos) foram agrupadas por bairros e os valores obtidos em cada bairro foram multiplicados por -1 (um negativo), para que o bairro que não possuísse nenhuma ocorrência fosse considerado como crista de relevo (divisor de águas), enquanto os bairros de menor peso fossem considerados como linha de talvegue.

Os pontos foram reclassificados no IDRISI, onde os valores entre "0" (zero) e "-1" receberam o valor 1 (um) e aos valores entre "-1" e "-9999" foi atribuído valor "0". O software recebeu como parâmetro identificar 14 "bacias", representando as 14 ambulâncias em serviço do SAMU. Também não houve resultado satisfatório. Em uma última tentativa no IDRISI, atribuiu-se valor 1 aos valores entre "0" e "-10" e valor "0" aos valores entre "-10" e "-9999". Novamente, não houve uma resposta que atendesse ao parâmetro escolhido (Fig. 2).

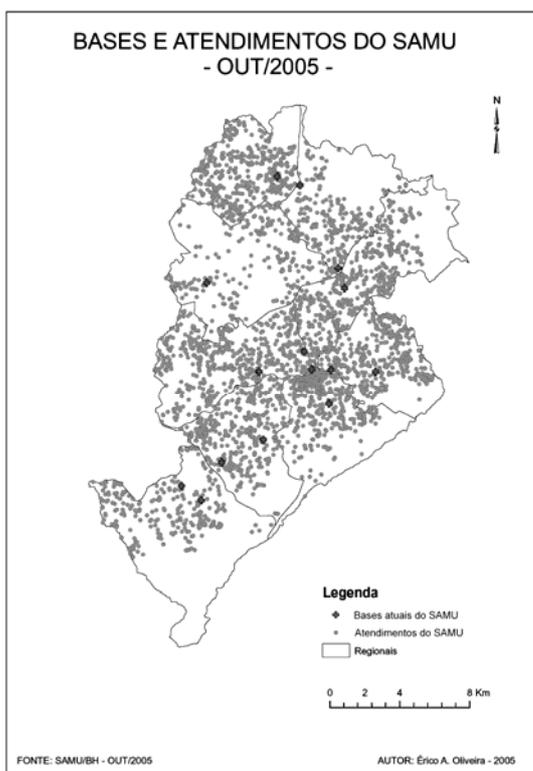


Fig. 1 – Atendimentos do SAMU em outubro 2005 adicionado das bases das ambulâncias.



Fig. 2 – Delimitação de bacias a partir da reclassificação das ocorrências por bairros com corte entre 0 (zero) e -10m.

Em um quarto momento, as bases SAMU receberam peso de acordo com a quantidade de ambulâncias que possuem. 2 bases possuem 2 ambulâncias e por isso, receberam peso 2, enquanto as demais receberam peso 1. Este novo modelo foi tratado por polígonos de *Voronoi* no ambiente SAGA, onde se tentou estabelecer o território de atuação de cada ambulância.

O mapa de localização das bases foi convertido para feição TIFF e importado para o módulo CRIAR do ambiente SAGA, onde posteriormente foi convertido para imagem *raster*. Esta imagem foi inserida no módulo *Voronoi* do ambiente SAGA para avaliação e atribuição de pesos. O modelo gerado foi visualizado no módulo *WINSAGA*. O resultado final foi convertido para TIFF no módulo *Raster-tiff* e atribuídas cores às áreas. Algumas áreas foram envolvidas

por outras de maior peso, outras ficaram com um território de atuação muito restrito, enquanto outras, por não terem bases próximas, muito extensas (Fig. 3).

Uma quinta tentativa foi traçar *buffers* de 4 km a partir das bases atuais do SAMU e analisar sua área de cobertura. Algumas áreas sofreram sobreposição e outras foram excluídas nas Regionais Venda Nova, Noroeste, Barreiro e Nordeste (Fig. 4).



Fig. 3 - Polígonos de Voronoi traçados a partir das bases de operação do SAMU/BH considerando o peso das bases.

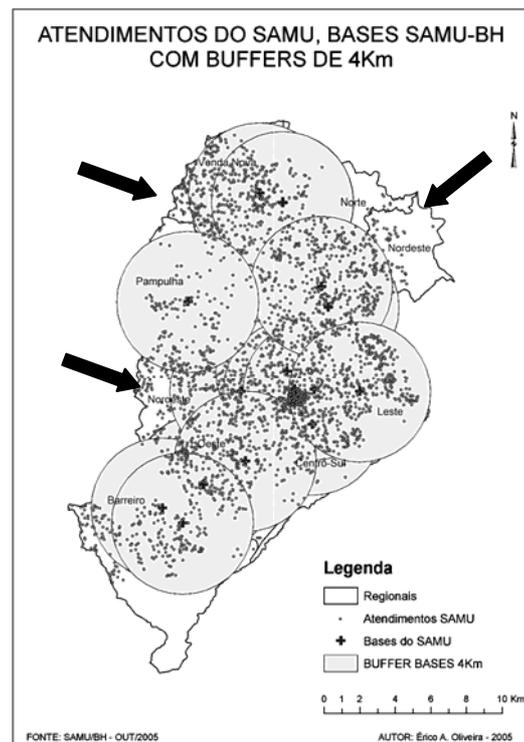


Fig. 4 - Buffer de 4Km das bases de operação das ambulâncias do SAMU/BH e indicação das áreas excluídas.

Este modelo serviu para indicar uma outra possibilidade. As bases de atendimento poderiam sofrer deslocamento para se posicionarem melhor e com isso, os *buffers* cobririam melhor os territórios omitidos. Apesar da sobreposição em algumas áreas, estas são de grande ocorrência de atendimentos do SAMU. A partir da análise deste modelo, foi considerada a possibilidade de agrupar as ocorrências por Administração Regional, identificar os centros de massa de cada uma, e a partir daí, traçar *buffers* de 4km. No novo modelo, as ocorrências foram agrupadas por Administração Regional, através da seleção por atributos em ambiente ArcGis. Em seguida, foi calculado o centro de massa de cada Regional, o que foi considerado com o ponto mais central a cada conjunto de ocorrências. Este novo cenário mostrou-se mais adequado à situação proposta. Houve uma melhor cobertura do território e continuaram as sobreposições nas áreas de maior ocorrência de atendimentos (Fig. 5).

Também foram tentadas outras combinações a partir desta nova distribuição das ambulâncias. A partir da localização dos centros de massa, a cada um foi atribuído um peso, conforme a quantidade de ambulâncias disponíveis para aquele centro de massa da Regional. Foram empregados novamente os polígonos de *Voronoi* em ambiente SAGA. Para esse cálculo, não foram consideradas as ambulâncias de reserva. As informações vetoriais dos centros de massa foram convertidas para imagem *raster-tiff*, a qual, após reclassificação, foi exportada para ambiente SAGA, onde cada centro de massa recebeu uma ponderação conforme a quantidade de ambulâncias disponíveis na Regional.

Houve uma melhor distribuição dos territórios pelas bases com centro de massa e todo o município foi atingido pela nova distribuição. Mesmo as áreas de baixa densidade populacional tiveram o seu território envolvido por um polígono de *Voronoi*. Porém se analisarmos essa situação, verificaremos que as bases de maior peso abarcaram um território maior e, conseqüentemente, uma maior quantidade de atendimentos. Mas como o fator que está em análise é o deslocamento da ambulância até o local de atendimento, esse território maior significa maior tempo de deslocamento da ambulância até o seu extremo como no caso das regionais Norte e Barreiro (Fig. 6).

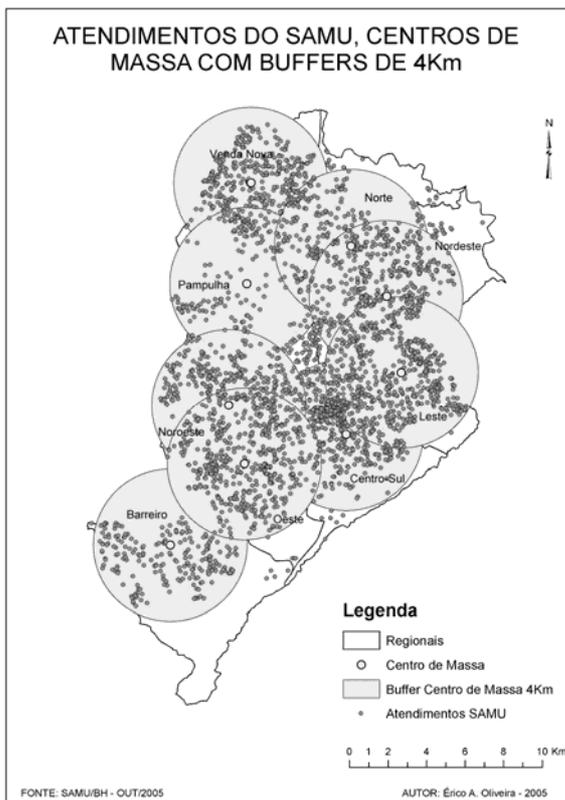


Fig. 5 - *Buffers* de 4 Km estabelecidos a partir dos centros de massa de cada regional.



Fig. 6 - Polígonos de *Voronoi* traçados a partir dos centros de massa de cada regional, ponderados a partir do número de ambulâncias disponíveis em cada uma.

Uma última tentativa de estabelecer territórios para as ambulâncias considerou a combinação desta situação dos polígonos de *Voronoi* com os atritos. Os atritos foram estabelecidos a partir da análise do quadro natural, da distribuição das principais vias de acesso e suas restrições, assim como trechos de grande dificuldade de transposição, como a lagoa da Pampulha, o aeroporto da Pampulha, áreas de matas e serras (Fig. 7).

O resultado obtido foi um mapa de distribuição do território de forma muito irregular, dificultando ainda mais a distribuição das ambulâncias pelas áreas de ocorrência. Alguns territórios sofreram descontinuidade, outros ficaram muito irregulares, com crescimento em alguma direção específica (Fig. 8).

Desta derivação de análise, podemos inferir 2 possibilidades:

- a) Equipar as ambulâncias para dar suporte mais específico a predominância de um determinado tipo de diagnóstico mais recorrente;
- b) Identificar padrões de ocorrências e planejar políticas para minimizar seus efeitos (sinalização, propaganda, etc...).

Outras análises são possíveis de serem aplicadas à distribuição das ocorrências, pois elas possuem diagnósticos e como tal, podemos analisar a distribuição de algum padrão e a partir daí, orientar os equipamentos mais necessários em uma determinada ambulância ou então, o treinamento mais específico de uma parte das equipes as ambulâncias. Uma tentativa de análise deste tipo de dispersão, considerou o diagnóstico de atropelamento e a analisou a sua dispersão espacial no município (Fig. 9).



Fig. 7 – Áreas de atritos aos atendimentos das ambulâncias do SAMU/BH.

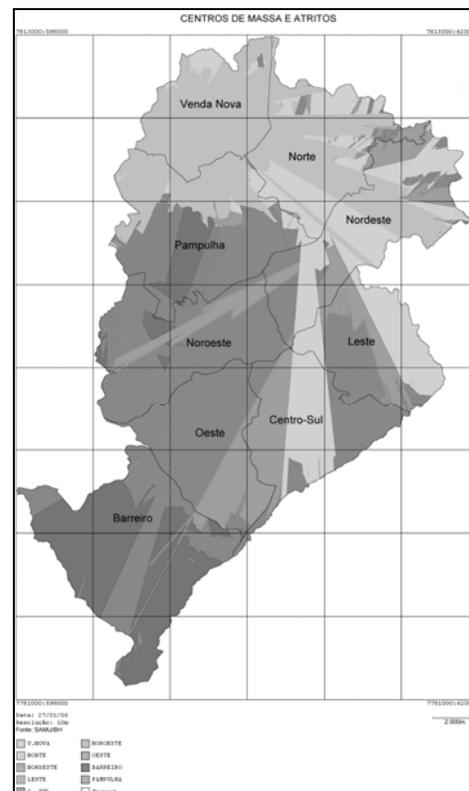


Fig. 8 – Polígonos de *Voronoi*: centros de massa, pesos e áreas de atritos.

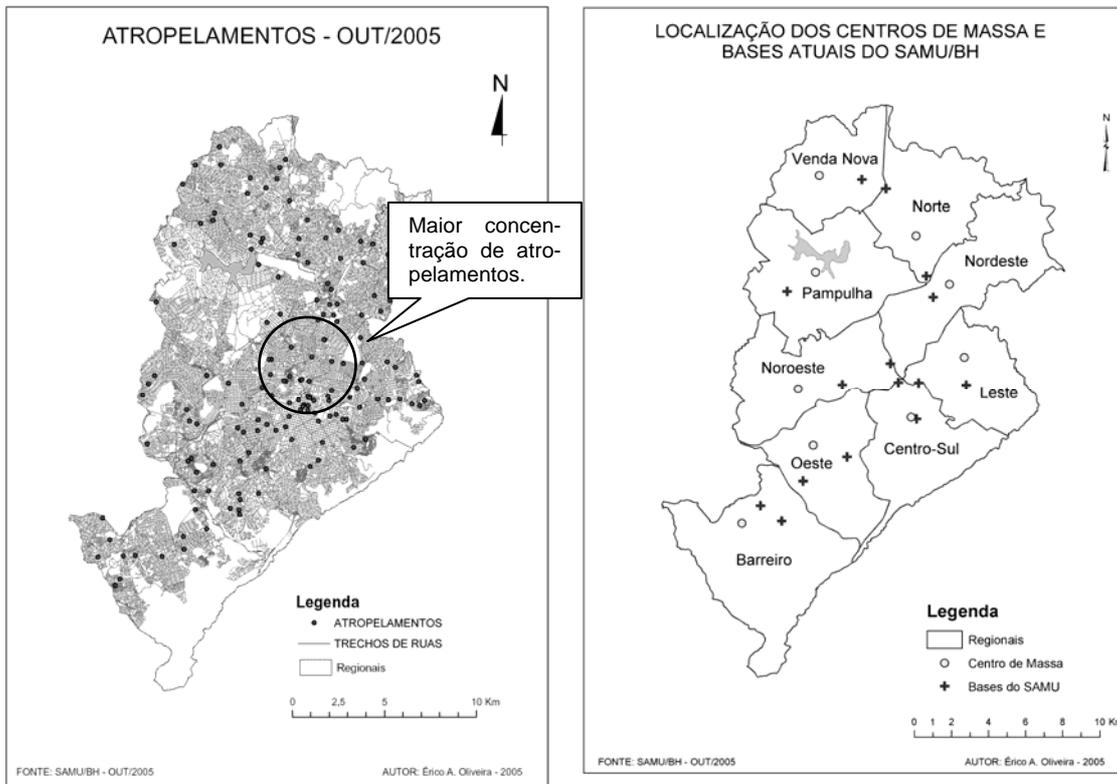


Fig. 9 – Distribuição dos atropelamentos por trechos de vias.

Fig. 10 – Centros de massa e bases atuais do SAMU/BH.

Resultados obtidos

O tratamento das informações com o software IDRISI mostrou-se insatisfatório. No primeiro momento, quando os pontos foram inseridos no IDRISI, e pedido para identificar 14 bacias hidrográficas, o resultado foi um quadro preto, pois não houve diferenciação dos valores dos pontos e o software interpretou como se todos estivessem em um mesmo nível. Não foram estabelecidas as bacias hidrográficas.

Em uma segunda tentativa, o software traçou algumas linhas, porém, não se foi possível identificar-se o divisor de águas. Posteriormente, na última análise, as bacias hidrográficas delimitadas mostraram-se heterogêneas e irregulares, fora de um padrão esperado ou mesmo aceitável. Concluímos que o padrão de pontos analisados pelo IDRISI fugiu à sua programação, o que levou o software a aplicar seus algoritmos pré-definidos, conduzindo àqueles resultados.

Quando houve a delimitação dos *buffers* de 4km a partir das atuais bases de apoio, houve uma grande sobreposição de territórios devido à localização muito próxima de algumas dessas bases, enquanto o distanciamento de outras, acabou por gerar lacunas, não havendo uma cobertura satisfatória do território. Uma solução seria o aumento dos *buffers* para 6km, porém isso iria comprometer o espaço e deslocamento das ambulâncias.

Ao aplicarmos os polígonos de *Voronoi*, os resultados obtidos também não se mostraram satisfatórios, pois onde as bases de apoio se encontravam próximas, geram territórios muito

pequenos, como os da área central, ocorrendo o contrário, quando as bases se encontravam distantes. Isso resultaria em uma reduzida quantidade de atendimentos para as ambulâncias das áreas pequenas e um excessivo número de deslocamentos para aquelas ambulâncias que estivessem em bases mais afastadas. Essa discrepância de áreas foi agravada ainda pelo peso representado pelas bases que possuíam 2 ambulâncias, tais como as regionais Barreiro e Norte.

O reposicionamento das bases de apoio a partir do centro de massa de cada regional combinado com a geração de *buffers* de 4km apresentou uma distribuição mais equilibrada que as demais tentativas até então. As áreas não cobertas foram poucas e de pequena extensão, as quais seriam facilmente atendidas, desde que os *buffers* das regionais próximas (Norte, Nordeste, Noroeste, Centro-Sul, Pampulha e Leste) fossem ampliados para 4,5 km.

O uso dos *buffers* de 4,5 km demonstra vantagens na sobreposição dos territórios, particularmente, na regional Centro-Sul, nos quarteirões próximos à estação rodoviária, pça Raul Soares e Parque Municipal, onde há uma concentração maior de atendimentos.

Usando os polígonos de *Voronoi* a partir dos centros de massa, há a necessidade de alguns ajustes nas zonas de fronteira devido aos atritos como a Lagoa da Pampulha entre as áreas das regionais Venda Nova e Pampulha. Aí estaria uma linha de fronteira. Além da Lagoa da Pampulha, temos que considerar as áreas de parques e de relevo acidentado dentro do município, que representam um grande atrito. Então, alguns polígonos, a partir dessa observação, seriam reduzidos, como no caso do território da regional Pampulha.

Quando foram estabelecidos os polígonos de *Voronoi* considerando as áreas de atritos para cada centro de massa, houve uma difusão muito grande dos territórios de cobertura em função de um ou de outro centro de massa, inclusive foram identificadas algumas discontinuidades nos territórios de cobertura referentes aos centros de massa das regionais Pampulha, Nordeste e Oeste. Outra observação a respeito desta análise, foi a determinação de 3 grandes núcleos de concentração de atendimentos delimitados pelas barreiras: um núcleo na regional Venda Nova, um segundo na Regional Barreiro e um último localizado entre as Regionais Oeste, Noroeste e partes da Pampulha e Nordeste.

Sugestões

De acordo com os resultados obtidos pela aplicação de ferramentas de geoprocessamento, ficou claro a necessidade de um reposicionamento dos pontos de estacionamento das ambulâncias, pois, foram encontradas algumas diferenças razoáveis entre o ponto do centro de massa e a base de apoio, chegando a valores de quase 2km de diferença (Fig. 10).

Considerando os resultados obtidos a partir dos territórios estabelecidos a partir dos centros de massa (*buffers* e polígonos de *Voronoi*), sugerimos estudos complementares para se estabelecer a redivisão dos territórios bem como dos pontos de estacionamento das ambulâncias do SAMU, inclusive a redivisão dos grandes territórios que possuem mais de uma ambulância. As bases atuais podem ser mantidas para apoio às ambulâncias, na reposição de materiais gastos nos atendimentos e complementação emergencial das equipes de trabalho.

Estudos complementares devem ser efetuados para se identificar melhor os novos territórios considerando as vias de acesso e a zonas de atritos e a possibilidade de uso de um algoritmo que divida o número de atendimentos entre as ambulâncias da forma a mais equilibrada possível. As novas localizações sugeridas com base nos centros de massa devem estar o mais próxima de vias de acesso rápido. (Fig. 11 a 19)



Fig. 11 – Localização do centro de massa da Regional Barreiro.



Fig. 12 – Localização do centro de massa da Regional Centro-Sul.



Fig. 13 – Localização do centro de massa da Regional Leste.



Fig. 14 – Localização do centro de massa da Regional Norte.



Fig. 19 – Localização do centro de massa da Regional Oeste

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos a partir da aplicação das ferramentas de geoprocessamento mostraram-se satisfatórios e promissores, pois demonstraram a inadequação na distribuição atual das bases de apoio ao SAMU. Constatamos a concentração de recursos em algumas áreas e em outras, a dificuldade de atendimento.

Os novos estacionamentos das ambulâncias devem estar o mais próximo possível dos centros de massa estabelecidos e de boas vias de acesso.

Estudos complementares devem ser efetuados para a determinação de outros modelos de tratamento das ocorrências, que tornarão este primeiro estudo com os resultados mais calibrados.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, Rogério A. A. Montagem e análise de base de dados para estudo de distribuição de escolas na cidade de Patrocínio. Belo Horizonte, 2003.

CARDOSO, Gilmar. O sistema de cadastro, consulta e análise de acidentes de trânsito em Porto Alegre. Porto Alegre: RS, Empresa Pública de Transporte e Circulação – Porto Alegre, s.d.

COELHO, Carlos Wagner G. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas de maior ocorrência de descargas atmosféricas em Belo Horizonte – período 2000 a 2002. Belo Horizonte, 2003.

CORDOVEZ, Juan Carlos Gortaire. MAPEANDO CIDADES. In: *Anais - II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto*. Aracaju:SE, 2004.

COSTA, Marilene . O uso do SIG no processo de escolha e avaliação de instalação de escola pública. E estudo de caso: Bairro Alto Vera Cruz. Belo Horizonte, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. O Geoprocessamento como instrumento de vigilância e controle da dengue: a experiência de Sobral – CE. In: *Anais da 3ª EXPOEPI: Mostra Nacional de*

Experiências Bem-Sucedidas em Epidemiologia, Prevenção e Controle de Doenças. Brasília: DF, Ministério da Saúde, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI. Plano Regional SAMU 192 - região metropolitana II. Secretarias Municipais de Saúde de Tanguá, Itaboraí, Maricá, Niterói, Rio Bonito, Silva Jardim, São Gonçalo, 2003.

Sítios de Internet:

http://www.radiobras.gov.br/integras/2005/integra_06102005.htm <Acesso em 10/11/05>

<http://www.otempo.com.br/opiniaio/lerMateria/?idMateria=20314> <Acesso em 10/12/05>