

Andréia D'Avilla Barbosa

Geoprocessamento aplicado a análises de distribuição de ocorrências efetuadas pelo Corpo de Bombeiros em Belo Horizonte

VIII Curso de Especialização em Geoprocessamento



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 –
Pampulha
Belo Horizonte
cartog@igc.ufmg.br

ANDRÉIA DÁVILLA BARBOSA

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO A ANÁLISES DE
DISTRIBUIÇÃO DE OCORRÊNCIAS EFETUADAS
PELO CORPO DE BOMBEIROS EM BELO
HORIZONTE**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de especialista em
Geoprocessamento, Curso de especialização em
geoprocessamento, Departamento de
Cartografia, Instituto de Geociências,
Universidade Federal de Minas Gerais

Orientadora: Profa. Márcia Maria Magela
Machado

**BELO HORIZONTE
2005**

BARBOSA, Andréia D´Avilla

Geoprocessamento aplicado à análise dos registros de ocorrências do CBMMG de atropelamento em Belo Horizonte em Agosto e Setembro de 2005./ Andréia D´Avilla Barbosa -Belo Horizonte, 2005. ix, 26 f.: il.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento Cartografia, 2005.
Orientadora: Márcia Maria Magela Machado

1. Geoprocessamento 2. análises de distribuição de ocorrências
3. Corpo de Bombeiros 4. Belo Horizonte. Título.

Agradecimentos

A Deus por sua infinita bondade e misericórdia

A meu amado marido Keiser que tem me apoiado incondicionalmente

A meus pais José Jaime e Maria José por sua dedicação

A Orientadora Márcia Maria Magela Machado por seu zelo e amizade

Ao capitão Primo da CBMMG - COBOM

Ao Tenente Coronel Silvío da CBMMG – COBOM

Ao Coronel Gilvan da CBMMG - DRH

*"Não cesses de falar deste Livro da
Lei; antes, medita nele dia
E de noite, para que tenhas cuidado
De fazer segundo a tudo quanto
Nele está escrito; então farás prosperar o teu
Caminho e serás bem sucedido.
Não te mandei eu? Sê forte e corajoso; não temas
Nem te espantes, porque o
Senhor teu Deus é contigo, por onde quer que andares".
Josué 1:8-9*

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	07
2- OBJETIVO	11
3- ÁREA DE ESTUDO	12
4- METODOLOGIA	13
4.1- Levantamento de dados em Belo Horizonte.....	13
4,2- Tratamento dos dados	14
4,3- Criação de Mapas Temáticos de Ocorrência	15
4.4- Densidade de Probabilidade Bivariada	22
6- CONCLUSÃO	25
7- BIBLIOGRAFIA	27

SUMÁRIO DE FIGURAS

FIGURA 1- Mapa do Estado de Minas Gerais	12
FIGURA 2– Registro de ocorrências de atropelamentos Resgatados pelo CBMMG em agosto Por faixas horárias	16
FIGURA 3 – Registro de ocorrências de atropelamentos Resgatados pelo CBMMG em setembro Por faixas horárias	17
FIGURA 4 - Registro de ocorrências de atropelamentos Resgatados pelo CBMMG em agosto Por gênero	18
FIGURA 5 - Registro de ocorrências de atropelamentos Resgatados pelo CBMMG em agosto Por gênero	19
FIGURA 6 - Registro de ocorrências de atropelamentos Resgatados pelo CBMMG em agosto Por regionais	20
FIGURA 7 - Registro de ocorrências de atropelamentos Resgatados pelo CBMMG em Setembro Por regionais	21
FIGURA 8 -.Densidade de probabilidade bivariada das Ocorrências de atropelamentos em agosto de 2005 Resgatados pelo CBMMG	23
FIGURA 9 - Densidade de probabilidade bivariada das Ocorrências de atropelamentos em agosto de 2005 Resgatados pelo CBMMG	24

1- INTRODUÇÃO

Atualmente, já existem diversos instrumentos tecnológicos capazes de auxiliar o processo de deliberação em órgãos públicos agilizando e facilitando a ação decisória. Com a Lei Complementar de Responsabilidade Fiscal (LRF) N°101, de 05/05/2000, cresceu a necessidade dos municípios em instalarem tecnologias da informação com intuito de melhorar a gerência de recursos e expandir a arrecadação. A nova lei estabelece que os municípios administrem corretamente suas receitas através da contenção de gastos, a fim de evitar os endividamentos.

Os Sistemas de Informação Geográficos (SIG ou GIS – Geographic Information Systems) proporcionaram o tratamento dos dados espaciais. Neste sentido, os SIG/GIS representam tecnologias de Geoprocessamento que trabalham com informação geográfica na forma de dados geográficos. Os dados geográficos podem ser considerados como dados de atributos e como dados espaciais. A Geomática agrupa métodos, técnicas, metodologias e tecnologias das Ciências Geodésicas com o formalismo matemático, com o objetivo de coletar, tratar e processar dados espaciais, tornando-os aptos a serem utilizados por tecnologias SIG. Para tanto, se faz necessário a coleta dos dados, o armazenamento, processamento, legitimação, espacialização e análise de entes espaciais (casa, rua, rio, parcela de solo, viatura, etc.) assim como sua posição no espaço geográfico.

Segundo (ALVES; 1993) O geoprocessamento é um conjunto de tecnologias voltados para a coleta e tratamento das informações espaciais para um objetivo específico.

A informação espacial refere-se a dados referenciados geograficamente, ou seja, com uma posição no espaço. Os Sistemas de Informação Geográficas (SIG) executam as atividades destinadas ao processamento de dados georreferenciados desde a sua coleta até a geração de mapas.

De acordo com a história, os primeiros SIG surgiram em meados do século XX no Canadá com a finalidade de criar um inventário de recursos naturais. Nos anos seguintes, com os avanços tecnológicos promovidos pela disputa do conhecimento espacial no período da Guerra Fria, significativos avanços da matemática voltada para a cartografia foram desenvolvidos. Foi somente nas duas últimas décadas do

século XX que, enfim, ocorre uma facilitação no acesso a computadores e programas e o conseqüente aumento de aplicações de SIG nas mais diversas áreas de atuação (atuações florestais, monitoramento e controle de pragas/doenças, gestão de redes e distribuição de energia elétrica, abastecimento de gás, telefone, água, coleta de lixo, esgoto, administração municipal/planejamento urbano, monitoramento e controle de tráfego, análise de impacto ambiental, dentre outros).

“Entre os benefícios da utilização dos SIGs, destaca-se a constatação mais analítica e objetiva da organização territorial e a produção de novos conhecimentos sobre fenômenos socioeconômicos particulares distribuídos espacialmente. Outros ganhos referem-se à atualização de dados de forma mais otimizada, além da definição física do objeto de pesquisa e de análises quantitativas e qualitativas. Os SIGs tem se tornado o principal instrumento de planejamento urbano ao retratar mais fielmente a sua complexidade integrando análises de diversas disciplinas e evoluindo do descritivo para o prognóstico: os fenômenos podem ser simulados ao invés de, simplesmente, descritos”. (MOURA, 2003:17).

Nos SIGs a feição mais respeitável é referente ao caráter dual dos dados uma vez que o dado geográfico é localizável geograficamente (coordenadas geográficas) e possui características descritivas (representação em um banco de dados).

As aplicações e funcionalidades do SIG podem auxiliar o tratamento do vasto banco de dados da organização governamental Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG). Nesse sentido, a partir do conhecimento espacial da ação desta instituição, as decisões preventivas poderão ser mais efetivas.

De acordo com registros históricos, o Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais tem origem nos tempos da construção da capital belorizontina. Devido a Lei Nr 557 de 31 de agosto de 1911, foram aproveitados efetivos da Guarda-Civil, sob o comando do Capitão Antônio Augusto de Oliveira Jardim (31 Agosto 1911 a 30 Agosto 1912). Nos anos seguintes o departamento de Corpo de Bombeiros foi, gradativamente, aumentando seu efetivo, passando de apenas 54 homens em 1912 para 1916 homens em 1964.

A princípio a instituição foi criada para o atendimento de casos de incêndio. Fato que é fortemente ressaltado no emblema da instituição. O triângulo do fogo vermelho constitui os três processos fundamentais de combate a incêndios. As machadinhas expressam o processo de extinção por isolamento, as linhas de mangueiras significam o método de extinção por resfriamento, a pira olímpica significa o fogo olímpico e, também, a luz da sabedoria como é do conhecimento dos intelectuais. E enfim o círculo azul significa água. A junção das duas machadinhas cruzadas sobre a pira olímpica e as duas linhas de mangueiras ou ligações, incontestavelmente, são as armas do 1º Batalhão de Bombeiros, assim como os seus artifícios e procedimentos de extinção e ataque aos incêndios.

À medida que a cidade cresceu demograficamente ao longo do século XX o efetivo do Corpo de Bombeiros foi aumentando de acordo com a demanda por suas ações. Atualmente, as ações do Corpo de Bombeiros são amplas, atendendo vítimas de incêndios em florestas ou matas, campos ou pastos, áreas de reflorestamento, lotes vagos, urbanos, na busca/salvamento de acidentes com veículos automotores, acidentes com motocicletas, atropelamentos, afogamentos, resgate de cadáver em mananciais, atendimento pré-hospitalar - resgate, na prevenção a afogamentos, perigo de inundação, enxame de insetos, ou seja, atuando na defesa civil .

Hoje, a corporação dispõe de 5 batalhões e cerca de 5 companhias. No que diz respeito à defesa civil o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais atua de forma integrada com os órgãos do Sistema de Defesa Social e sociedade. Para tanto, busca resguardar a população de qualquer tipo de catástrofe através de medidas preventivas (perícias de incêndio, estabelecendo normas de segurança) ou executando busca e salvamento. A utilização da tecnologia SIG e do banco de dados do Corpo de Bombeiros permitirá a produção de mapas temáticos das ações da corporação.

O presente trabalho é uma contribuição ao CBMMG uma vez que, esta instituição governamental poderá se beneficiar da aplicação do desenvolvimento tecnológico, especificamente das práticas do geoprocessamento, no sentido de analisar as demandas não apenas em termos de número de ocorrências, mas espacialmente. O

que significativa a disponibilização de uma nova dimensão para visualizações de sua atuação. Nesse sentido a disponibilização de mapas temáticos traduzindo a atuação do Corpo de Bombeiros será fonte de análise para possíveis intervenções e planejamento municipal, a fim de reduzir o número de acidentes.

2- OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo mostrar o potencial do geoprocessamento no tratamento e análise das ocorrências de atropelamentos efetuadas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) nos meses de agosto e setembro de 2005.

Desta forma o trabalho oferece, especificamente, ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais e aos administradores públicos do município de Belo Horizonte uma pequena amostra da grande potencialidade das ferramentas do Geoprocessamento.

Espera-se sensibilizar a administração pública, que trata das instâncias do desempenho da corporação, mostrando a importância da ferramenta SIG no tratamento das informações espacializadas viabilizando o sistema de geoprocessamento do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais de Belo Horizonte.

4- METODOLOGIA

4,1- Levantamento de dados em Belo Horizonte

Atualmente a média de ocorrências anuais de atropelamentos em Belo Horizonte é da ordem de 3.500 efetuadas pela Unidade de Resgate do Corpo de Bombeiros e apoiado pela equipe de Busca e Salvamento. As unidades de resgate, prestam o suporte de vida necessário a pessoas vítimas de emergências clínicas e/ou traumática até sua entrega a ambiente hospitalar. Já a equipe de busca e salvamento, conforme o próprio nome indica, possui a finalidade de localizar e salvar pessoas, animais e bens, resgatar pessoas e animais mortos.

Nos resgates de atropelamentos devem ser prioritários os atendimentos de vítimas com parada cardiorrespiratória, parada respiratória, obstrução respiratória, traumatismo crânio encefálico, traumatismo de tórax, traumatismo de abdome, grandes hemorragias (mais de um litro de sangue perdido, interna ou externamente). Em seguida, as vítimas de Prioridades Secundárias que são aquelas com trauma de coluna, trauma de bacia, grandes queimados e fratura de fêmur. Finalmente, as vítimas de Prioridades Terciárias aquelas com ferimento, fraturas de extremidade e queimaduras leves.

No momento do resgate de atropelamento tenta-se elaborar um breve exame subjetivo (anterior ao atendimento) partindo das seguintes regras:

- 1- Relacionar a vítima ao acidente;
- 2- Relato de testemunhas;
- 3- Histórico médico da vítima
- 4- Sinais e Sintomas
- 5- Alergias
- 6- Medicamentos que faz uso
- 7- Problemas médicos anteriores
- 8- Última alimentação oral
- 9- Mecanismo da lesão

O Corpo de Bombeiro, no momento do resgate verifica se o local oferece algum perigo para o socorrista e/ou para a vítima, constatando se é necessário apoio de pessoal e/ou de material.

Além disso, é preenchido um Boletim de Ocorrência (B.O.) com os dados do acidente como local, horário, centros de referência, hora da chamada, hora do atendimento no local, situação da vítima, sexo, dentre outros. A o acesso à base de dados foi permitido pelo Centro Operacional dos Bombeiros (COBOM).

4.2- Tratamento dos dados

A partir da base de dados em formato convencional fornecida pelo COBOM, foi criada uma tabela com as seguintes informações sobre as ocorrências de atropelamentos registradas:

Logradouro

Data da ocorrência

Hora da chamada atendida

Hora do atendimento no local

Gênero (mulher, homem ou indeterminado¹).

Número de vítimas

Em seguida, usando a base digital da PRODABEL (Empresa de Informática e Informações do Município de Belo Horizonte) essas ocorrências foram georreferenciadas.

A principal dificuldade de georreferenciar corretamente as ocorrências de atropelamentos foi evidenciada ao encontrar nos registros das ocorrências endereços que não possuíssem coordenadas geográficas precisas do local. Além disso, em alguns boletins de ocorrência haviam ausência de numeração dos logradouros.

¹ Indeterminado – foi usado para os casos de crianças atropeladas – nos registros de ocorrências em alguns casos não são identificados os sexos.

4.3 - Criação de Mapas Temáticos de Ocorrência

Feito o georreferenciamento das ocorrências foram criados mapas temáticos para os meses de agosto e setembro objetivando a visualização espacial das informações a saber:

- Ocorrência de atropelamento com resgate do CBMMG segundo horário (figuras 2 e 3). Para a criação deste mapa foi considerada a seguinte divisão:

Manhã	06 horas às 12 horas
Tarde	12 horas às 18 horas
Noite	18 horas às 00 horas
Madrugada	00 horas às 06 horas

- Ocorrência de atropelamento com resgate do CBMMG segundo o gênero das vítimas (figuras 4 e 5). Para a criação deste mapa foi considerada a seguinte divisão:

Masculino

Feminino

Feminino e Masculino - para ocorrências que envolvem ambos os sexos.

Indeterminado – para casos em que o sexo não é mencionado.

- Ocorrência de atropelamentos com resgate do CBMMG por unidades regionais de Belo Horizonte (figuras 6 e 7)

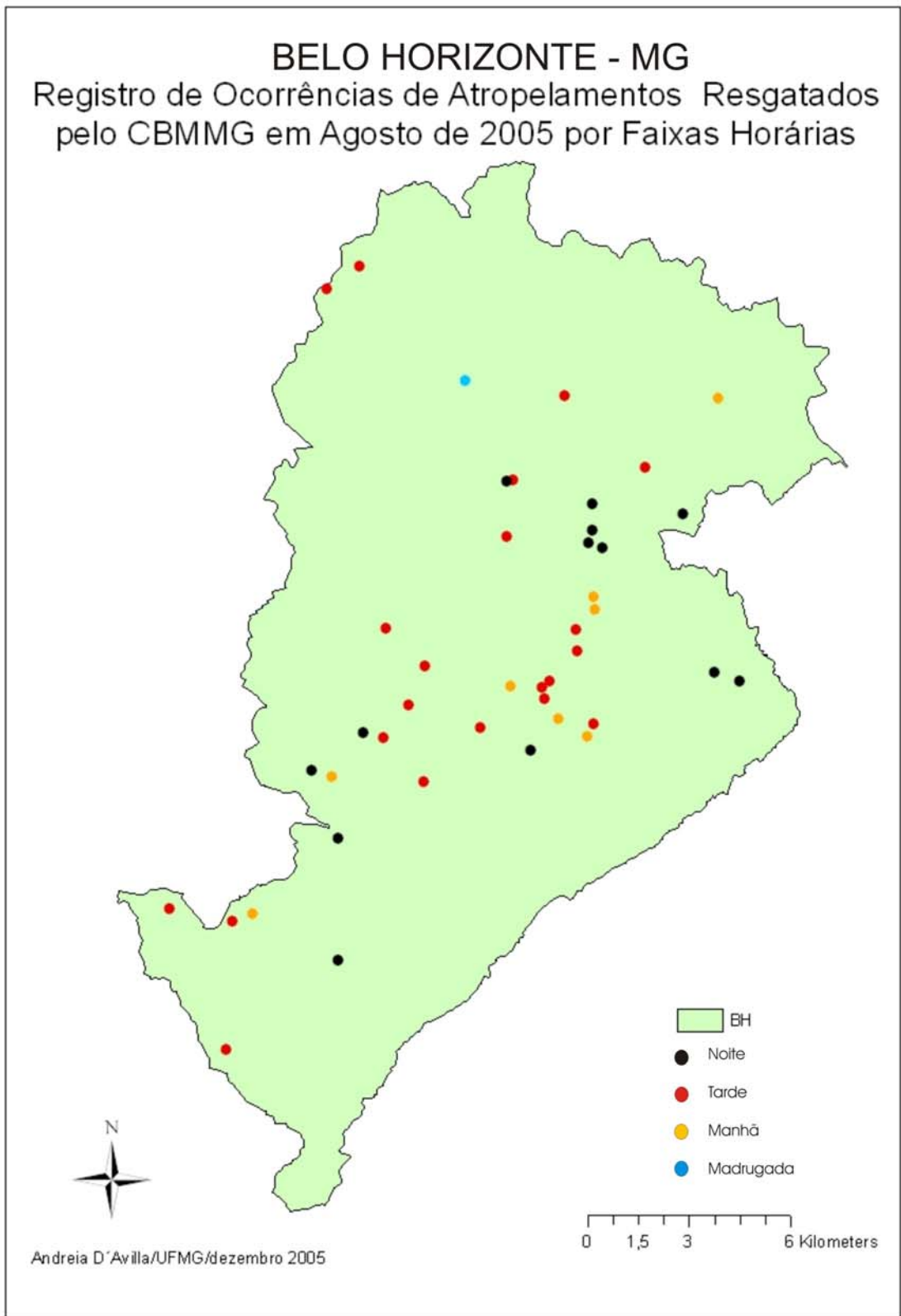


FIGURA 2

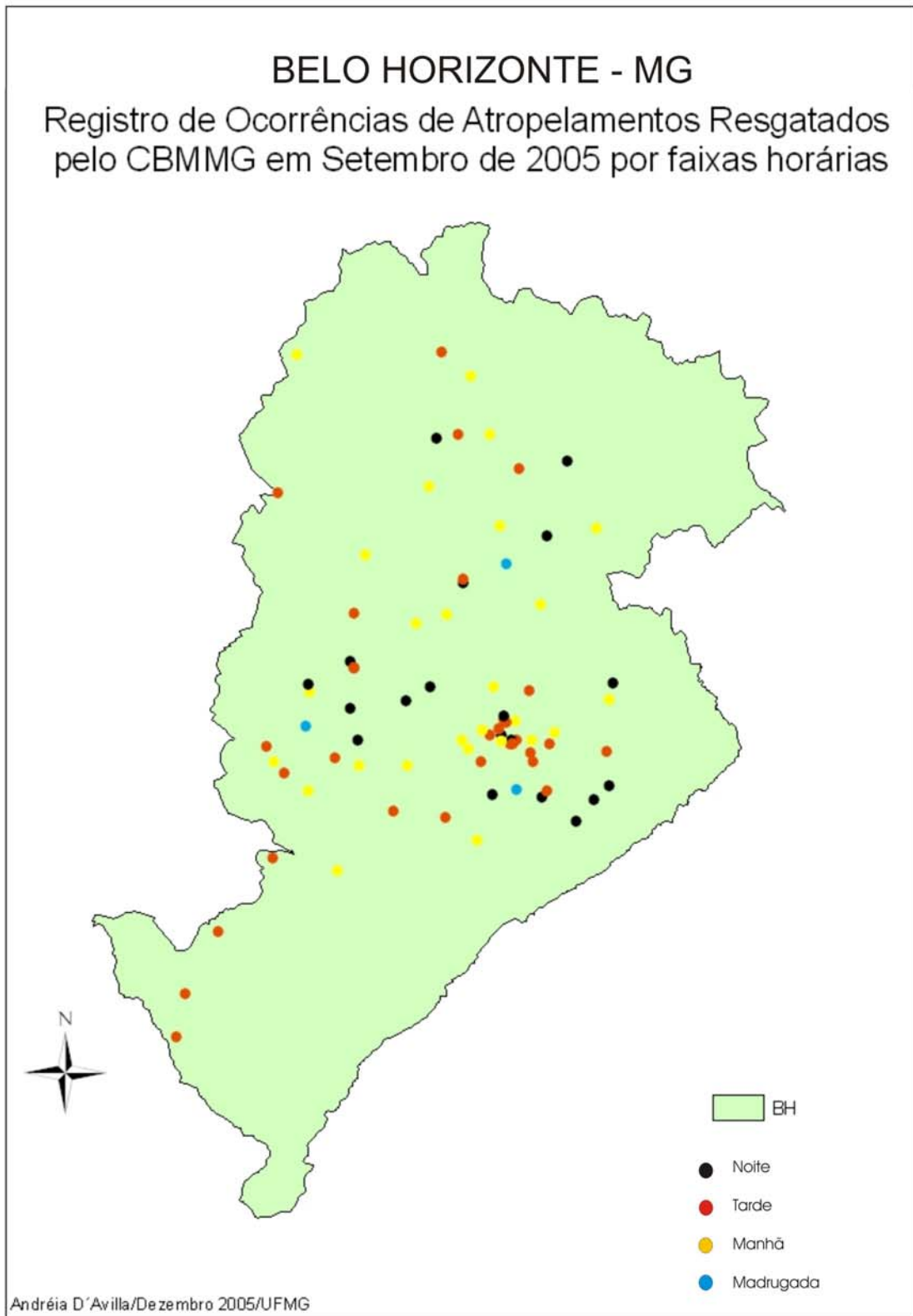


FIGURA 3

BELO HORIZONTE - MG

Registro de Ocorrências de Atropelamentos Resgatados pelo CBMMG em Agosto de 2005 por Gênero

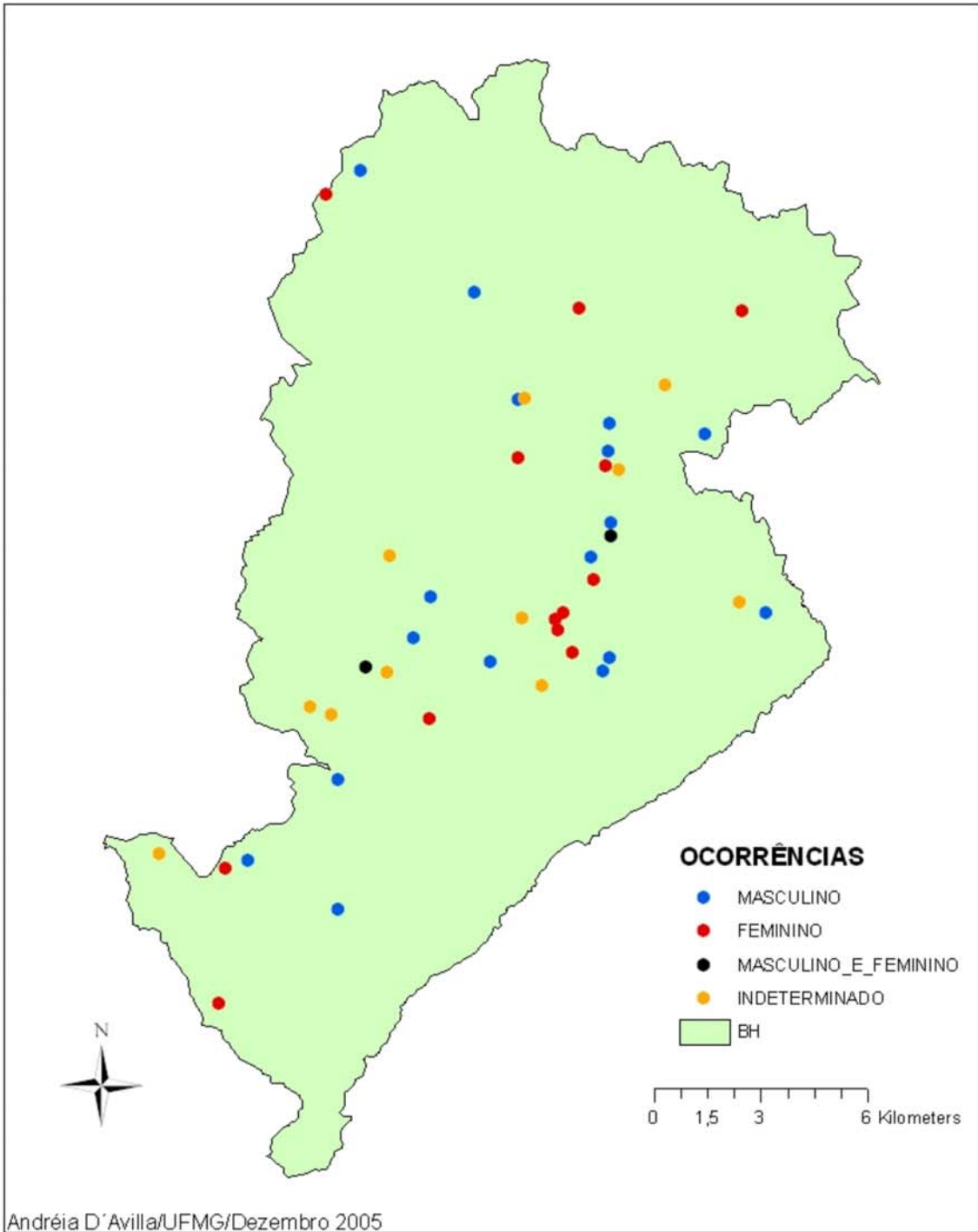


FIGURA 4

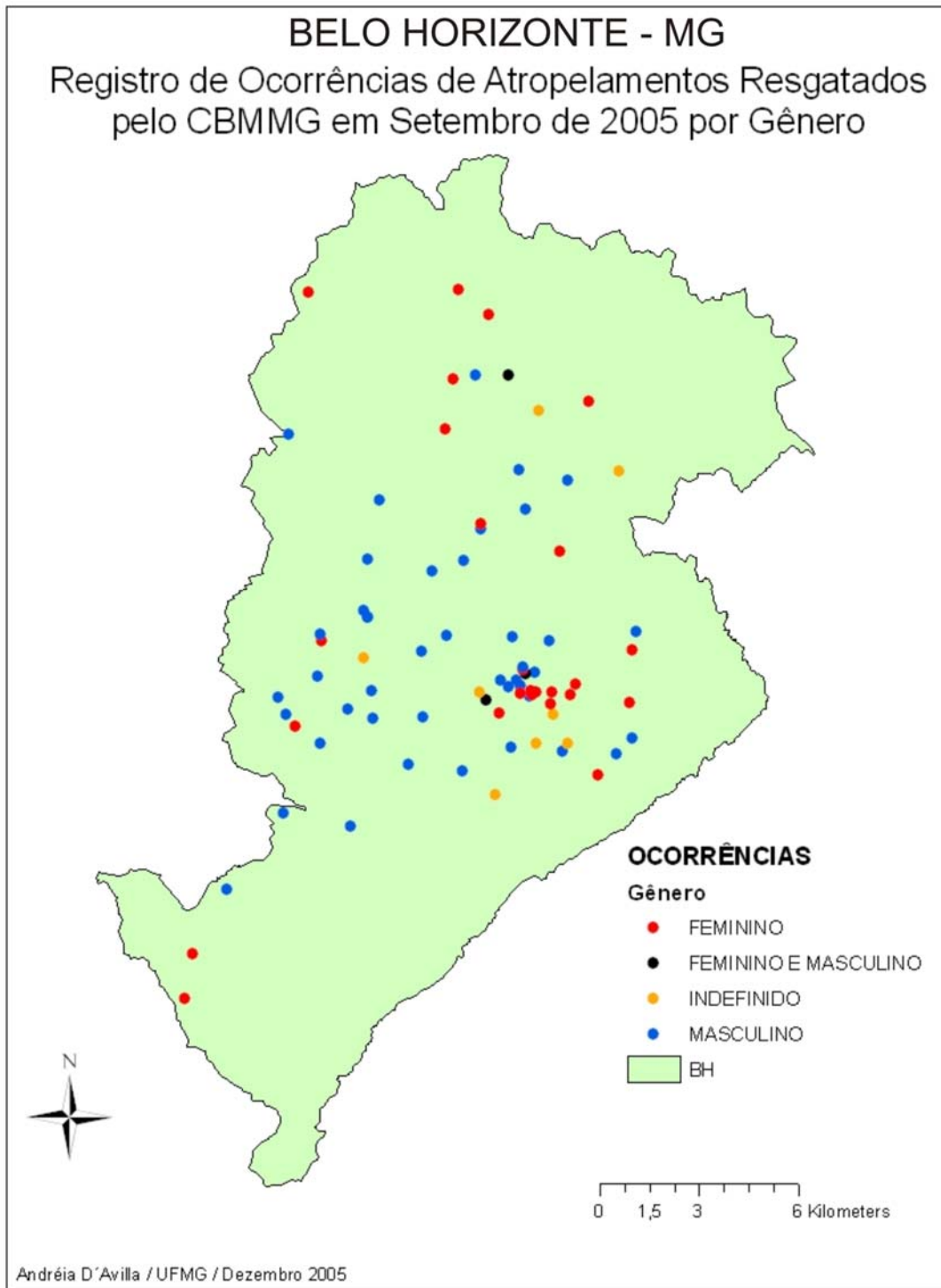


FIGURA 5

Registro de Ocorrências de Atropelamentos Resgatados pelo CBMMG em Agosto 2005 por Regionais de BH

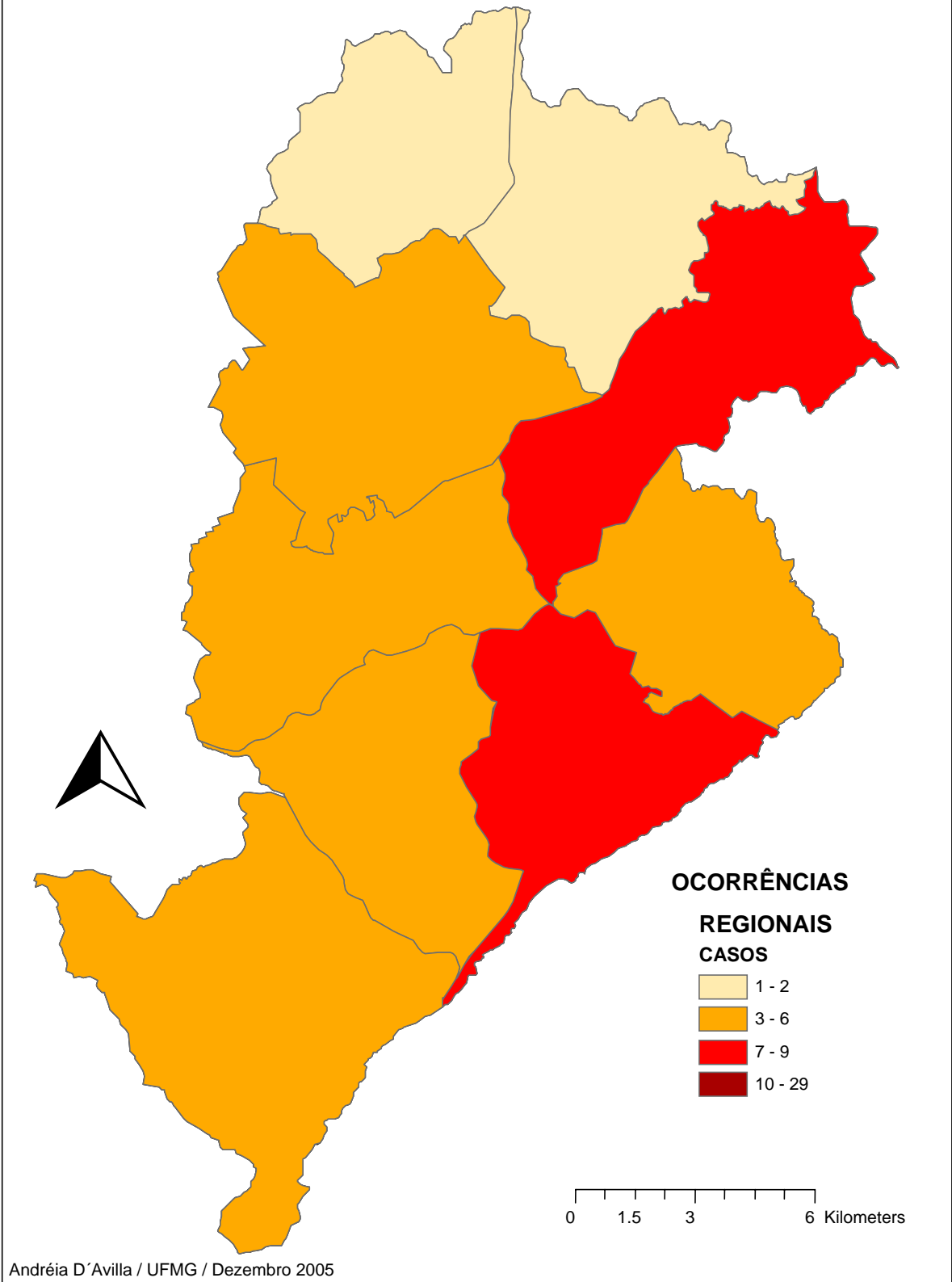
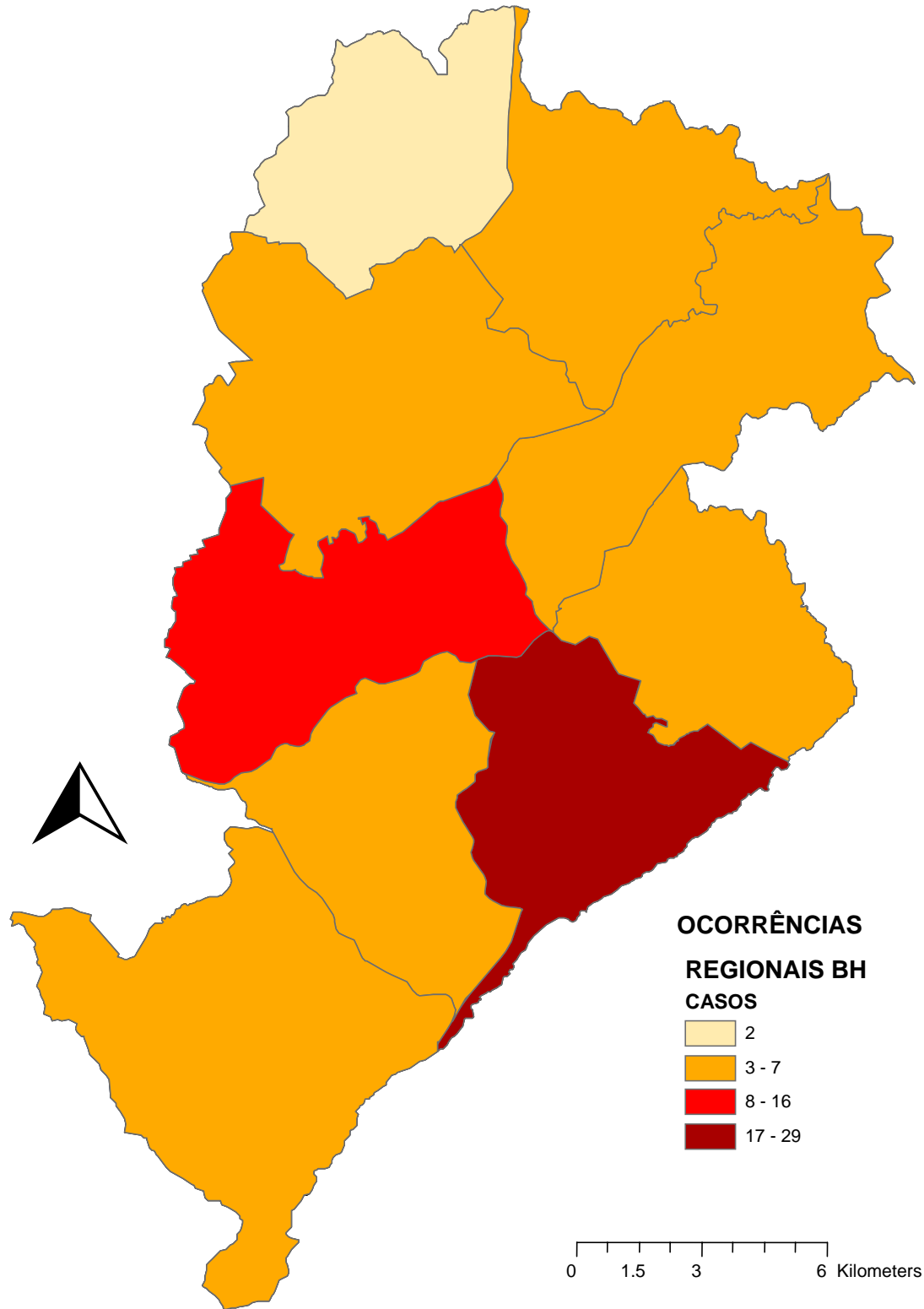


FIGURA 6

Registro de Ocorrências de Atropelamentos Resgatados pelo CBMMG em Setembro 2005 por Regionais de BH



Andréia D'Avilla / UFMG / Dezembro 2005

FIGURA 7

4.4- DENSIDADE DE PROBABILIDADE BIVARIADA

A partir da espacialização dos boletins de ocorrências de atropelamentos foram desenvolvidos mapas temático dos meses de agosto (figura 8) e setembro de 2005 (figura 9), das densidades de probabilidade bivariada (estimação de *kernel*). Esta consiste em estimar a intensidade de um padrão de pontos.

Segundo SANTOS e ASSUNÇÃO (2003)

“A estimação de kernel é um método de diagnóstico dos padrões espaciais de eventos pontuais sendo utilizado em diversos campos de pesquisa, especialmente nos bancos de dados georreferenciados, em consequência dos avanços obtidos nos sistemas de informação geográficas (GIS). A suavização de padrões espaciais de pontos por Kernel passa pela seleção de um algoritmo eficiente de investigação por vizinhos mais próximos”.

Assim, analisou-se o padrão espacial dos casos de atropelamentos em Belo Horizonte verificando casos de conglomerados de elevada incidência. A partir da estimação de Kernel obteve-se uma estimativa suavizada da densidade de fatos (atropelamentos) por unidade de área o que possibilitou a análise do comportamento de um processo estocástico espacial.

Ao construir os mapas temáticos baseados nas densidades de probabilidade bivariada (*kernel*) constatou-se a maior ocorrência de atropelamentos nas vias de trânsito rápido de Belo Horizonte como nas Avenidas Cristiano Machado, do Contorno, Amazonas, BR-262 e Presidente Antônio Carlos.

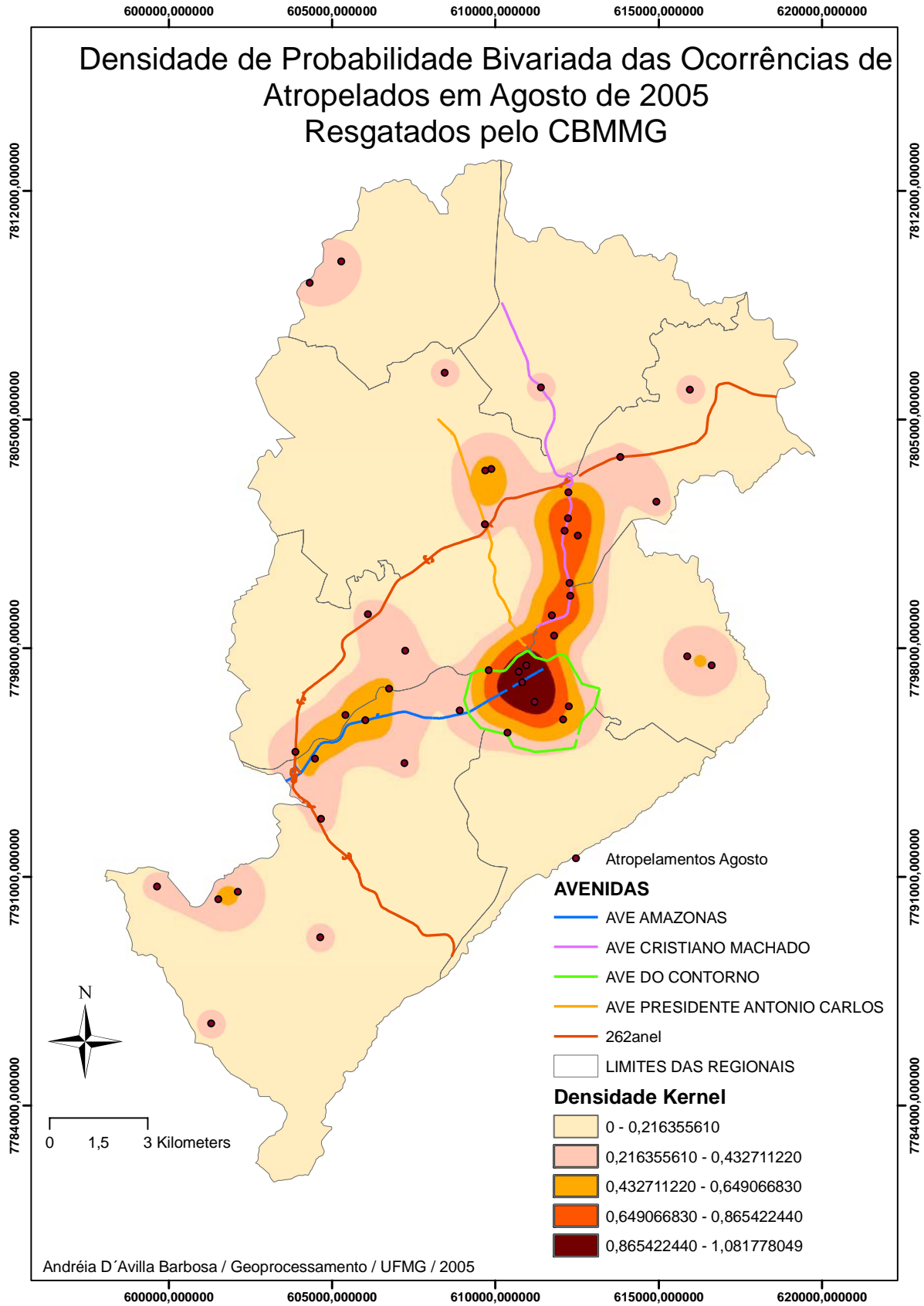


Figura 08

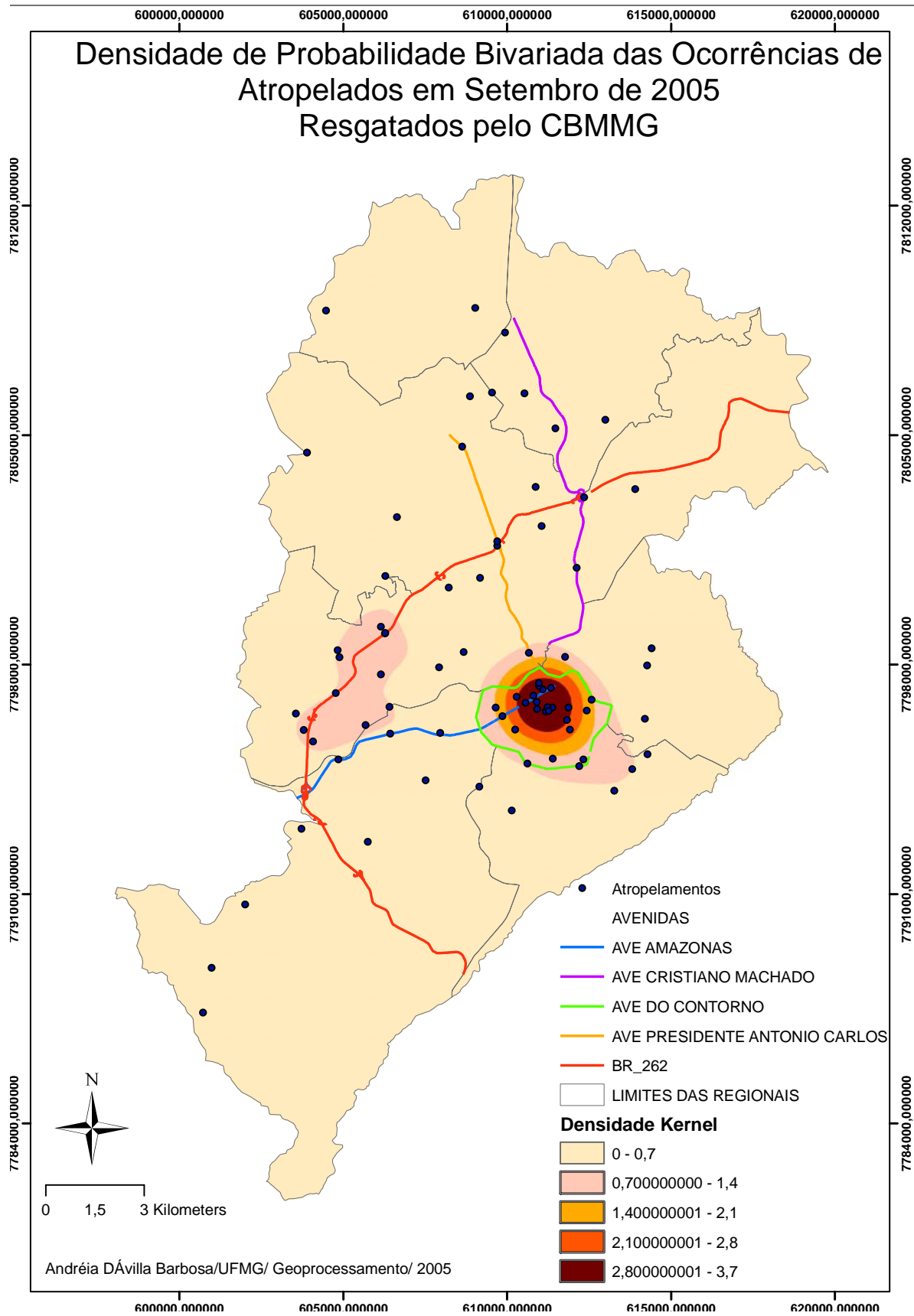


Figura 09

6- CONCLUSÃO

A principal contribuição desse trabalho foi permitir, através da aplicação ferramentas de geoprocessamento, a análise ocorrências de atropelamentos em Belo Horizonte registrados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, segundo a sua localização.

O problema que se apresentou foi a inexistência de um banco de dados digital e com as localizações precisas das ocorrências, ou seja, nosso trabalho seria facilitado se houvesse registro das coordenadas geográficas do local do acidente, o que é facilmente obtido a partir de GPS.

A implantação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) no registro de ocorrência do CBMMG poderá de posicionar corretamente os acidentes possibilitando melhor análise dos dados georreferenciados. Este sistema de radionavegação baseia se em satélites (desenvolvidos e controlados pelo departamento de defesa dos EUA) que permite ao navegador saber a localização (de qualquer ponto da superfície terrestre) sob todas as condições atmosféricas. A partir disso, a utilização do GPS poderá ainda facilitar as rotas de transporte das Unidades de Resgate (URs) obtendo mais agilidade e precisão do atendimento.

Além disso, alguns Boletins de Ocorrência (B.O.) não apresentavam a numeração precisa dos logradouros. Nesse sentido, alguns pontos tiveram sua localização estimada a partir das referências descritas nas ocorrências. Entendemos que as ações prioritárias dos bombeiros é o socorro imediato às vítimas, por isso algumas vezes estes problemas ocorrem.

A partir da suavização de padrões espaciais de pontos por *kernel* observou-se a formação de um conglomerado de atropelamentos nas vias arteriais do município de Belo Horizonte. Além disso, foi possível constatar a influência das vias de trânsito rápido sobre as vias de ligação elevando a densidade de atropelamentos nestas áreas.

Outra análise a ser destacada é a elevação da densidade de acidentes no hiper centro onde se destacam a Avenida do Contorno e Avenida Amazonas. Neste

sentido, deve-se tentar promover estratégias para a redução do número de vítimas e diminuição do tempo de espera para o pré-atendimento do CBMMG.

Verificou-se ainda com a construção dos mapas temáticos a elevação dos acidentes de agosto para setembro de 2005. Todavia, no mês de agosto as ocorrências foram mais dispersas. Tal fato também poderia ser verificado em uma tabela. Contudo, visualizar a repetição mensal de atropelamentos em pontos próximos requer maior atenção das autoridades competentes.

O conjunto de mapas gerados possibilitará ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais analisar diferentemente suas demandas e ações preventivas planejando melhor o serviço de atendimento de resgate oferecendo com excelência o serviço à população solicitante.

Caso o presente trabalho conseguir sensibilizar autoridades no sentido de implementar efetivamente o geoprocessamento como ferramenta de trabalho auxiliando suas ações, nosso objetivo terá sido alcançado plenamente.

7- BIBLIOGRAFIA

ALVES, Laci Mota. **Sistema de Informação Geográfica como Instrumento para Planejamento de Uso da Terra, em Bacias Hidrográficas**. Viçosa: UFV, 1993. 112p.

CBMMG. Disponível em: www.bombeiros.mg.gov.br . Acesso em 11 nov. 2005

MACHADO, Márcia Maria Magela. **Metodologia em Monografia**. Apostila do curso de especialização em geografia, UFMG, Belo Horizonte, 2005.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na gestão e planejamento Urbano**. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2003. 294p

SANTOS, André A. ASSUNÇÃO, Renato M. **Aplicação de estruturas de dados Espaciais Eficientes na Estimação de Intensidade de Processos Pontuais**. Disponível em www.geoinfo.info/geoinfo2003/papers/geoinfo2003-54.pdf

INPE. Disponível em: www.dpi.inpe.br/spring/usuario/kernel.htm. Acesso em 15 nov. 2005

MAPAS. www.apolo11.com. Acesso em 22 nov. 2005