

VULNERABILIDADE POPULACIONAL A DESASTRES TECNOLÓGICOS NA ÁREA URBANA DE JUIZ DE FORA-MG.

Lúcio Flávio Zancanela do Carmo¹
Geraldo César Rocha²

RESUMO: O presente trabalho foi realizado na cidade de Juiz de Fora-MG onde, segundo o IBGE, no ano de 2000, apresentava um contingente populacional de 456.796 habitantes. Esta população dispõe de facilidades de produção, usos de diferentes meios de transporte e equipamentos tecnológicos que proporcionam facilidades na vida urbana. Estes equipamentos também deixam a população vulnerável aos chamados acidentes tecnológicos, que podem ocasionar explosões, atropelamentos ou vazamentos de materiais tóxicos, entre outros desastres. Este estudo visa espacializar os diferentes níveis de risco tecnológico em uma área piloto da cidade, avaliando as vulnerabilidades da população aos riscos tecnológicos, a fim de embasar técnicas de planejamento urbano e ambiental. O mapeamento foi elaborado com técnicas de geoprocessamento com base em metodologia de Análise Ambiental. Os elementos considerados como fatores de risco foram: depósitos de combustíveis, depósitos de produtos perigosos, oleodutos, gasodutos e corredores de risco (avenidas e ferrovias). O cartograma dos fatores de risco foi dividido em quadrantes de 36 há; nos quais, a maior concentração de fatores indica maior risco. A partir da avaliação de intensidade de fatores, foi gerado o Mapa de Riscos Tecnológicos, que foi cruzado com o Mapa de Densidade Populacional, gerando o Mapa de Vulnerabilidade Populacional a Desastres Tecnológicos. Todos estes cartogramas estão em escala 1:30000 e resolução de seis metros e fazem parte de um banco digital de dados ambientais do município. Os resultados apontam para a urgência de políticas públicas que visem a redução dos riscos tecnológicos, principalmente nas áreas centrais da cidade.

Palavras-chave: riscos tecnológicos, população urbana, vulnerabilidade.

POPULATION VULNERABILITY TO TECHNOLOGICAL DISASTERS IN THE URBAN AREA OF JUIZ DE FORA TOWN, MINAS GERAIS STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The town of Juiz de Fora, located at the state of Minas Gerais, southeastern Brazil, is medium size urbanity with a population of 456.796 inhabitants. And also with a lot of environmental problems, specially the environmental technological risks, as explosions, leakage of toxic products, avenues and railroads trampling, fires, etc. All those technological risks, as well as their different levels, can be mapped and avaliated, in a way to work with prevention and to furnish base to decision makers. This work deals with the mapping of technological risks, and also with the population vulnerability to these risks. It was selected a pilot area inside the urban perimeter, where it was used the methodology of geographical information system (GIS) specifically the SAGA GIS (UFRJ/Brazil). The elements considered as risk factors were: gas stations, dangerous goods deposits, oil pipes, as well as risk corridors (avenues and railroad). It was delimitedated squares of 36 hectares, where the highest concentrations of risk factors means the highest risk levels. This methodology permitted the production of the Technological Risk Map. This map was crossed with the Population Density Map, generating the Map of Population Vulnerability to Technological Risks. The scale of work was 1:30000 with 6 meters resolution, and the main conclusion points out to the urgency of implementation of public policies to risk reduction.

Key words: technological risks, urban population, vulnerability.

¹ Docente do Departamento de Artes e Humanidades da Universidade Federal de Viçosa. E-mail: lucio.geo@ufv.br

² Professor Adjunto do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: geraldo@ichl.ufjf.br

INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi realizado na cidade de Juiz de Fora-MG, considerada uma cidade de médio porte. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 2000) Juiz de Fora detinha um contingente populacional de 456.796 habitantes. Esta cidade é considerada pólo da Zona da Mata Mineira, posição que se deve ao fato de Juiz de Fora ter sido uma das primeiras cidades a introduzir o processo de industrialização no país. A partir deste processo, e até hoje, a cidade oferece serviços variados a muitas cidades da Zona da Mata Mineira e de outras regiões, dentre os quais:

1. Uma rede hospitalar com especialidades variadas e equipamentos modernos;
2. Um eficiente setor de ensino que abrange do fundamental ao universitário, contando com estabelecimentos públicos, tradicionais colégios, faculdades públicas e particulares;
3. Uma moderna rede bancária que atende a grandes e pequenos investidores e uma diversificada oferta comercial.

É neste sentido que Juiz de Fora, praticamente desde sua fundação, em 1853, ainda com o nome de Santo Antônio do Paraibuna, vem atraindo pessoas de toda região da Zona da Mata Mineira e de outras regiões.

Esta população dispõe de facilidades de produção modernas e artesanais, usos de diferentes meios de transporte e equipamentos tecnológicos, que proporcionam facilidades na vida urbana. Cada vez mais as populações de médias e grandes cidades estão familiarizadas com equipamentos tecnológicos, e já não conseguem viver sem estes. Os equipamentos que facilitam suas vidas também deixam esta população vulnerável aos chamados acidentes tecnológicos, que podem ocasionar explosões e vazamentos de materiais tóxicos, entre outros desastres. Estes riscos tecnológicos podem ser caracterizados pela combinação de frequência e consequência de um evento não desejável, causando perdas humanas, materiais e ambientais, sendo disparado por elementos tecnológicos.

Existem alguns riscos tecnológicos mais fáceis de se perceber que outros, pelo fato de que suas manifestações são mais visíveis e se transformam em ocorrência de algum acidente ou desastre. O risco "latente" é algo que nos acompanha no dia a dia; e que, muitas vezes, supomos que esteja sendo controlado pelos responsáveis diretos por tal risco. Os dutos de transporte de gás, as linhas de distribuição elétrica, os depósitos de combustíveis, os depósitos com resíduos patológicos, a "produção" de gases, a presença de bactérias na água de consumo humano, e outros elementos que possam causar danos para a população e o ambiente. Estes riscos resultam em objeto de conhecimento para que a

comunidade possa interpretar melhor os danos que estes possam ocasionar, se não forem devidamente controlados, administrados e gerenciados. (BRASTCHI, 2001).

A exemplo disso, podemos recordar as grandes explosões que ocorreram em Guadalajara e na cidade do México associadas à produção de petróleo, e a explosão de uma grande fábrica de fogos de artifício, também na cidade do México. No Brasil temos vários exemplos como o recente acidente em uma fábrica de papel na cidade de Cataguases-MG, onde uma represa de efluentes industriais rompeu-se, comprometendo o ecossistema aquático do rio Paraíba do Sul; ou o derramamento de derivados de petróleo na Baía de Guanabara, dentre outros acontecimentos. Exemplos que ficaram marcados na história foram os acidentes de Chernobyl e Bhopal, que demonstraram o perigo associado ao uso inadequado de elementos tecnológicos.

Os estudos sobre percepção de riscos iniciaram-se no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, representando uma crítica à perspectiva utilitarista e ao paradigma do ator racional como a concepção de democracia.

Sem dúvida nenhuma, as populações têm o direito de saber os tipos de riscos a que estão sujeitas, pois só assim é que se concretiza a real cidadania de uma comunidade com a construção de uma cultura de segurança que seja orientada por técnicos especializados.

Em 1999, o Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora criou o Núcleo de Zoneamento e Risco Ambiental (ZONERISC), com o intuito de difundir esta cultura de segurança, contribuindo com inúmeros estudos de diferentes tipos de riscos, principalmente na área urbana de Juiz de Fora.

Assim, percebendo que a população juizforana está sujeita a esses tipos de acidentes, surge à idéia de espacializar e quantificar os diferentes níveis de riscos tecnológicos existentes em uma área piloto da mancha urbana de Juiz de Fora, pois há algum tempo a população vem sendo atingida por acidentes deste tipo, ocasionando perdas materiais, humanas e ambientais.

Porém, entender o risco e medir, analisar ou quantificar suas expressões sociais e territoriais, não é somente necessário; é também preciso a busca da prevenção e da mitigação desse risco. Esta compreensão se converte em um pilar necessário para a planificação adequada e dotação de recursos conseqüentes com as possíveis necessidades durante tempos de desastres e reconstrução pós-desastres nos centros urbanos. Sem entender o problema do risco é impossível o planejamento adequado.

A chave para a redução do risco está no entendimento do mesmo, na educação sobre ele, e na participação decidida e comprometida de todos os atores sociais, privados e públicos (ROCHA *et al.*, 2001; LAVELL, 2001).

OBJETIVOS

O presente estudo teve por finalidade a criação de um banco de dados digital com as informações necessárias para se avaliar as vulnerabilidades tecnológicas existentes em uma área piloto da cidade de Juiz de Fora. A partir da criação desse banco de dados, produziu-se uma série de cartogramas que permitiram o cruzamento de informações e posteriores avaliações, cujo produto de informações tornaram mais fácil a visualização dos riscos, uma vez que os mesmos estavam espacializados e georreferenciados.

Esse tipo de trabalho é de fundamental importância no que diz respeito à elaboração e implantação de técnicas de planejamento urbano e ambiental para uma determinada área ou cidade; pois, se esse estudo for levado em consideração pelos órgãos municipais competentes (Secretarias de Planejamento Estratégico e Defesa Civil), muitos dos meios e esforços serão economizados, possibilitando uma melhor gestão urbana da cidade de Juiz de Fora.

Além de subsidiar os órgãos de planejamento municipal, a avaliação dos riscos tecnológicos pode servir de instrumento na construção da percepção dos riscos por parte da comunidade; pois, conhecendo a que tipo de riscos está exposta, esta comunidade poderá conviver melhor com ele, podendo assim exercer sua cidadania e exigir seus direitos perante o governo local.

MATERIAIS E MÉTODOS

A avaliação da vulnerabilidade populacional a riscos tecnológicos foi realizada com o emprego de técnicas de geoprocessamento, utilizando a metodologia de “Análise Ambiental por Geoprocessamento” (XAVIER-DA-SILVA, 1992).

Como a avaliação de riscos tecnológicos é um estudo muito novo em nosso país, com pouca diversificação de técnicas, decidiu-se trabalhar com uma área piloto em escala 1:30000 possibilitando um levantamento ideal de detalhes para este tipo de avaliação. A área piloto escolhida compreende toda parte central e seus arredores, totalizando cinquenta e três regiões urbanas estudadas. Esta escolha foi muito estratégica, pois é uma área considerada de tamanho ideal para a realização de um estudo precursor

como este, além de que grande parte dos fatores de riscos tecnológicos existentes na cidade estavam dentro desta área.

A metodologia utilizada para esta avaliação levou em conta duas frentes de trabalho, método que já foi utilizado e aprimorado em outras pesquisas realizadas no Laboratório de Geoprocessamento Aplicado (LGA/UFJF).

1 - Pré-geoprocessamento: aquisição de dados

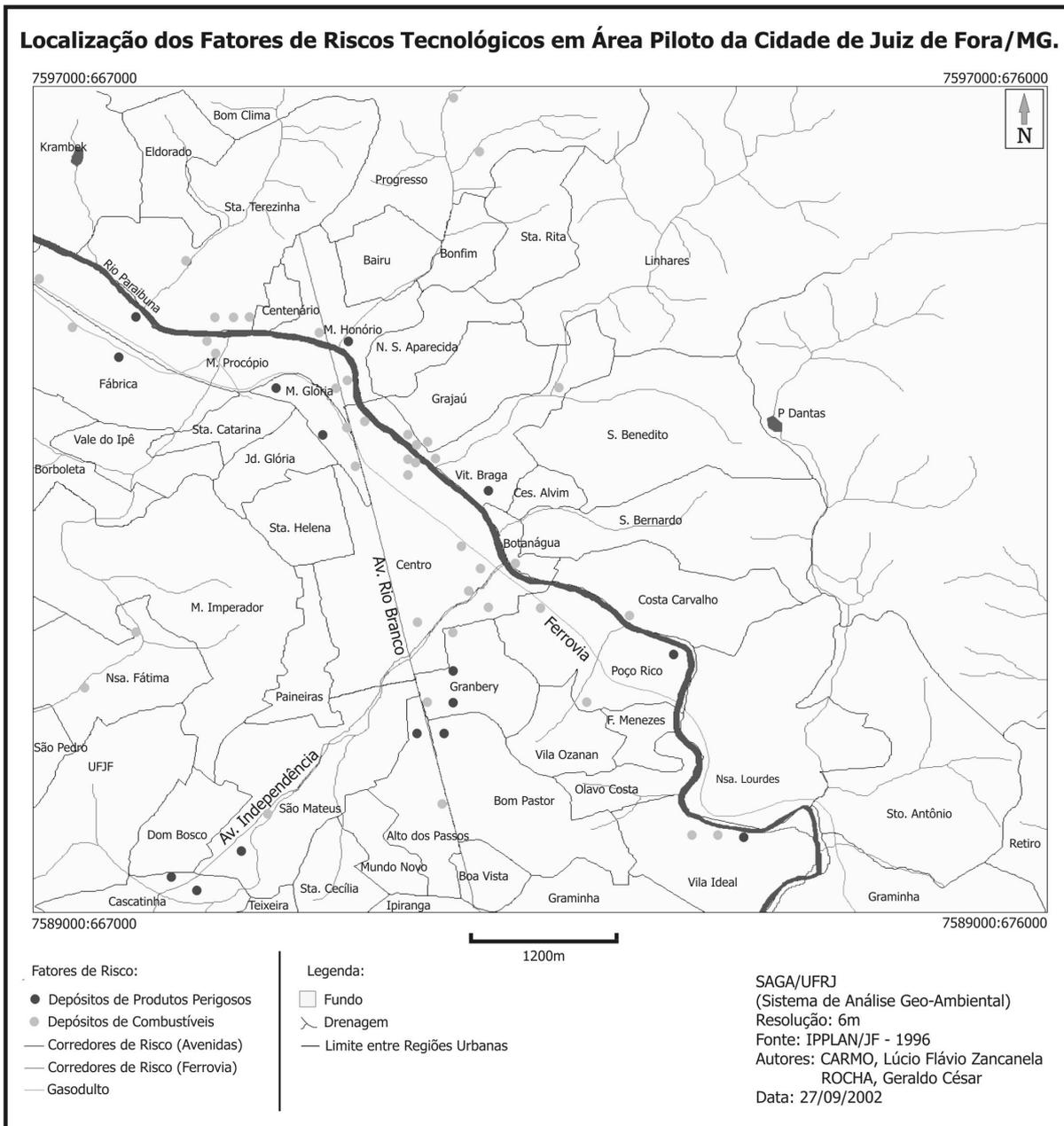
2 - Geoprocessamento dos dados e obtenção de seus produtos e resultados em campo.

O pré-geoprocessamento consistiu na *scannerização* de bases (mapas) pré-existentes do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora (IPPLAN, 1996). Após a digitalização destes mapas, os mesmos passaram por tratamento cartográfico, onde suas diferentes escalas foram ordenadas em uma única escala, para que todos os layers apresentassem as mesmas modulações nos eixos X e Y, para eventuais cruzamentos e avaliações e um georeferenciamento exato e único. A escala utilizada para este mapeamento foi de 1:30000 e sua resolução de 6 metros.

A partir desta fase, partiu-se para a vetorização dos diferentes elementos existentes no espaço geográfico delimitado por esta área piloto. Para esta vetorização foi utilizado o programa *Corel Draw* versões 9 e 10 (software gráfico e vetorial). Terminado o tratamento e vetorização dos cartogramas, foi dada a entrada destes em um Sistema de Informações Geográficas, sendo que para este estudo foi utilizado o Sistema de Análise Geo-Ambiental SAGA/UFRJ, desenvolvido por XAVIER-DA-SILVA (1992). Após trabalhados nos módulos Montagem e Traçador Vetorial, componentes do SAGA/UFRJ, os cartogramas transformaram-se em bases digitais de dados georreferenciados.

Para iniciar-se a segunda fase que é o geoprocessamento dos dados, tínhamos que definir qual seriam os elementos classificados como fatores de riscos tecnológicos. Para isto foi levado em consideração os que mais representam ameaça para a população e o ambiente. Estes fatores são: depósitos de combustíveis, depósitos de materiais de alta periculosidade (inflamáveis, radioativos, patogênicos e de munições), dutos (água, óleo e gás), corredores de risco (Avenida Barão do Rio Branco, Avenida Independência, Avenida Brasil e a Ferrovia).

Agrupados, todos estes elementos em um só cartograma, denominado "Fatores de Riscos Tecnológicos" (Mapa 1), iniciou-se a avaliação dos diferentes níveis de riscos tecnológicos.



Mapa 1 - Localização dos fatores de risco tecnológico.

Esta avaliação foi feita através da intensidade de fatores por quadrante; isto quer dizer que se dividiu o mapa em quadrantes de 36 hectares cada, área de tamanho ideal para esta avaliação e compatível com a matriz lógica do mapa. Cada quadrante foi analisado da seguinte forma: os quadrantes que apresentam maior número de fatores de risco, representaram uma maior ameaça, e os quadrantes que apresentam menor número de fatores, representaram uma ameaça menor, e assim sucessivamente. Com a realização desta avaliação foi produzido o mapa intitulado “Níveis de Riscos Tecnológicos em área Piloto de Juiz de Fora-MG” (Mapa 2). Os níveis de risco foram divididos em cinco classes:

altíssimo risco, alto risco, médio risco, baixo risco e baixíssimo risco; esta classificação foi feita respeitando-se normas internacionais utilizadas na avaliação de riscos.

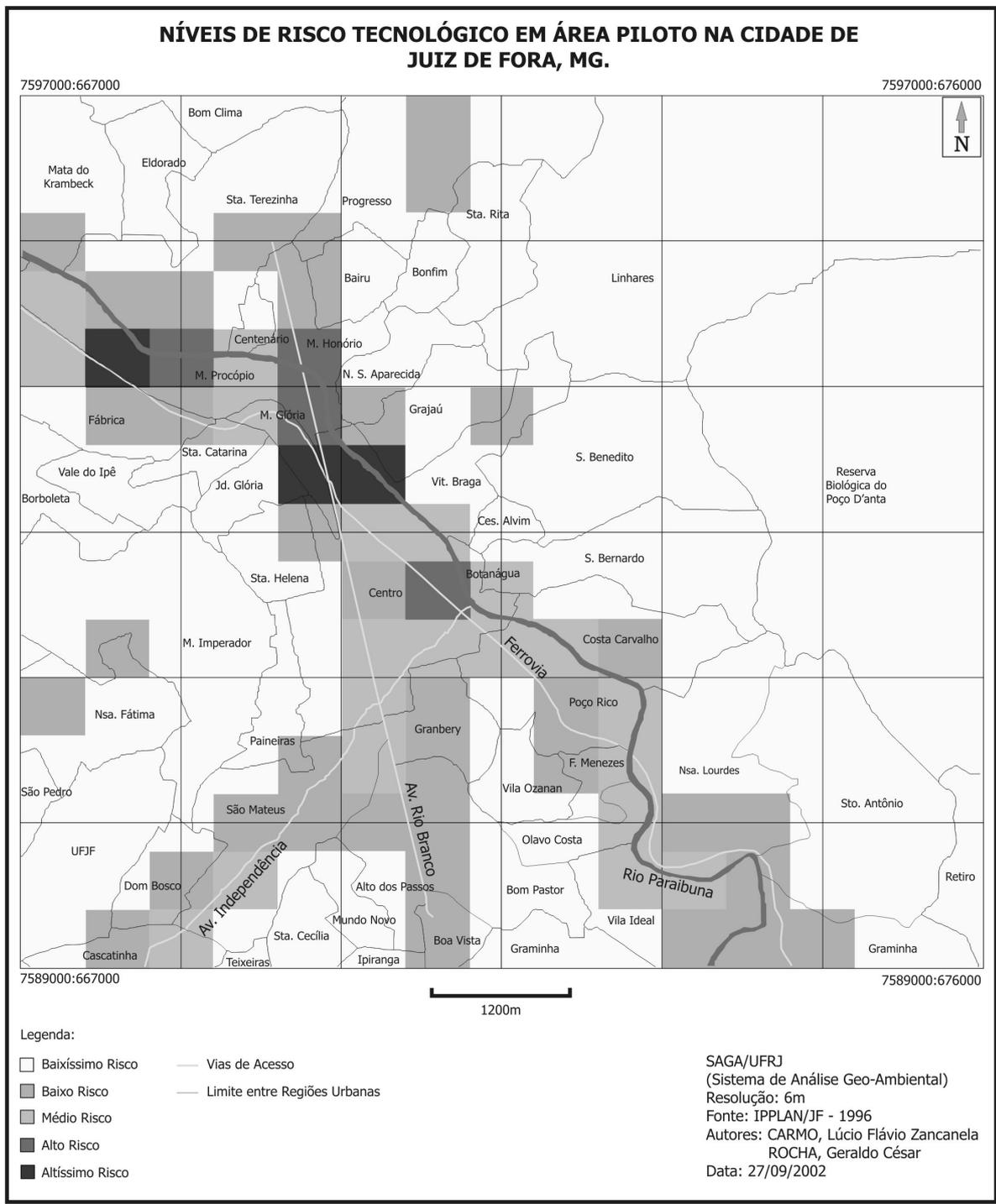
Utilizamos os dados populacionais do Censo Demográfico de 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 2000) para classificar as regiões urbanas existentes na área piloto, segundo sua densidade populacional bruta. Assim elaborou-se um mapa com a temática “Densidade Populacional em Área Piloto de Juiz de Fora-MG” (Mapa 3), também com o auxílio do SIG.

Com o término da produção destes cartogramas citados acima, o banco de dados digitais da área em estudo, para o objetivo proposto, estava completo, e assim deu-se início ao cruzamento das informações contidas nos seguintes cartogramas: “Níveis de Riscos Tecnológicos em Área Piloto de Juiz de Fora-MG” e “Densidade Populacional em Área Piloto de Juiz de Fora-MG”. Desta forma, tinha-se informações capazes de avaliar o quanto da população está vulnerável aos diferentes níveis de risco tecnológico existentes na área estudada.

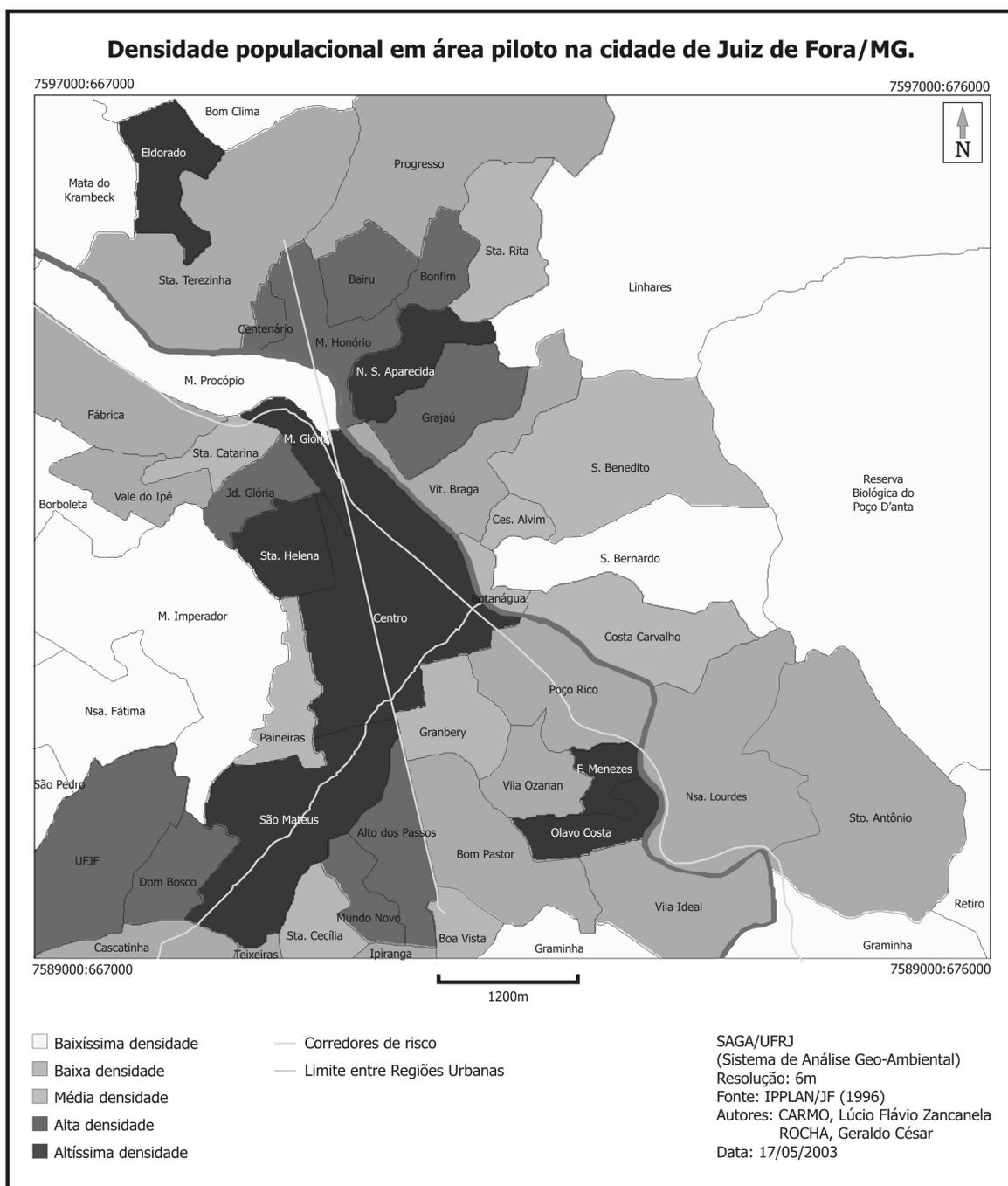
O cruzamento foi realizado pelo módulo Avaliação Ambiental do Sistema de Informações Geográficas, SAGA/UFRJ, técnica aplicada a estudos de riscos realizados no LGA/UFJF. Com o sistema de pesos (0 – 100%) e notas (0 – 10), dados respectivamente aos dois cartogramas e às categorias e/ou legendas, foi dado início ao cruzamento dos planos de informação, possibilitando assim o caráter avaliativo/qualitativo do estudo.

Esta avaliação e/ou cruzamento realizou-se da seguinte forma: o cartograma de níveis de risco teve maior percentual de peso sobre o de população. No que diz respeito às categorias (legendas), os níveis de risco mais altos receberam notas mais altas, e os níveis mais baixos receberam notas mais baixa; já no mapa de densidade populacional, as maiores densidades receberam notas maiores e as menores notas menores.

Para poder nortear melhor as nossas tomadas de decisão, elaboramos uma Árvore de Decisão contendo os planos de informação e seus respectivos cruzamentos. Esta árvore está representada no diagrama 1:



Mapa 2 - Níveis de risco tecnológico.



Mapa 3 - Densidade populacional da área de estudo.

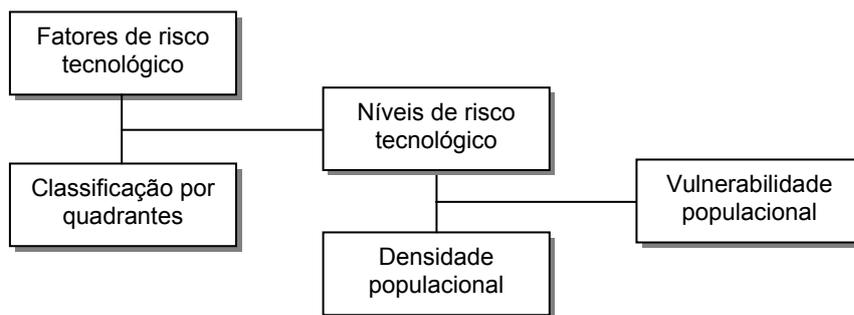
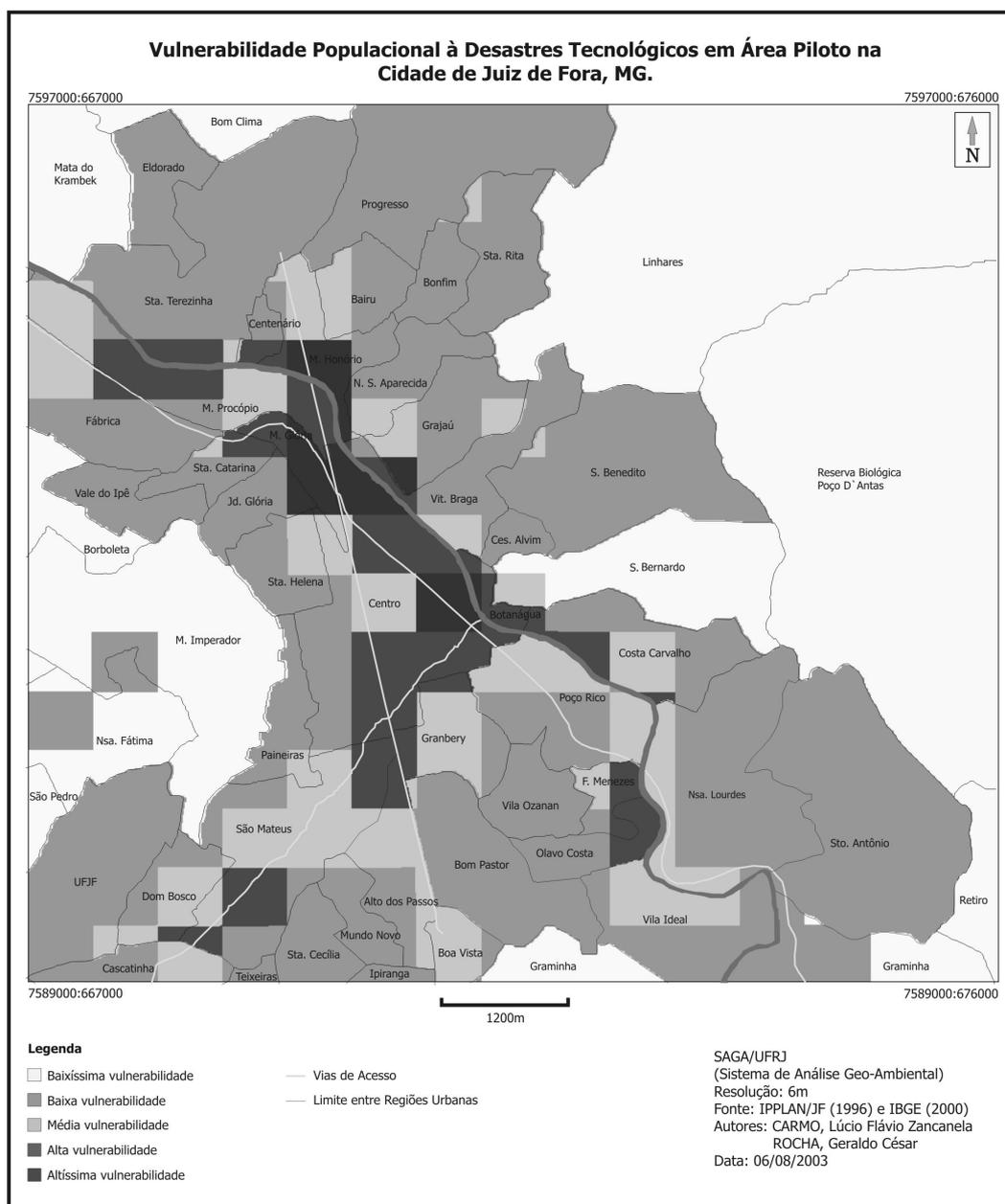


Diagrama 1 - Árvore de Decisão para a Vulnerabilidade Populacional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as etapas de pré-geoprocessamento (montagem das bases georreferenciadas) e geoprocessamento (cruzamento e/ou avaliação dos planos de informação), foi elaborado o mapa intitulado “Vulnerabilidade Populacional aos Desastres Tecnológicos em área piloto de Juiz de Fora-MG” (Mapa 4), contendo cinco categorias (legendas) de análise da vulnerabilidade populacional, que são: baixíssima, baixa, média, alta e altíssima vulnerabilidade.



Mapa 4 - Vulnerabilidade populacional à desastres tecnológicos.

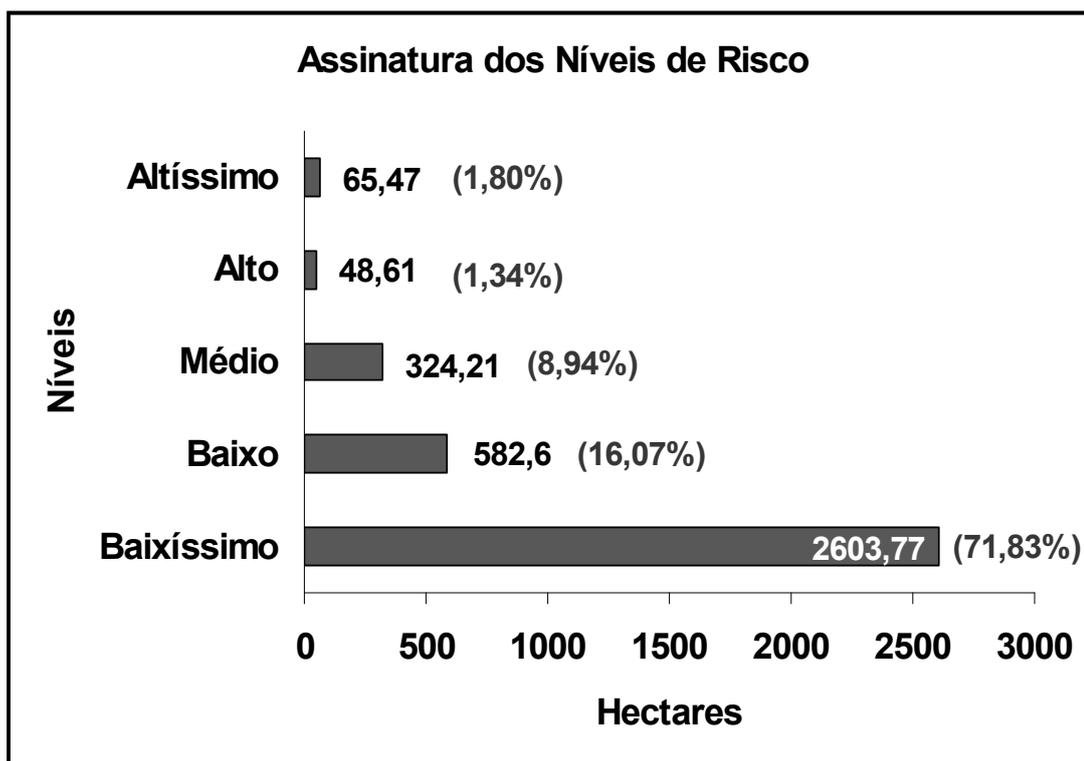


Gráfico 1 - Assinatura dos níveis de risco tecnológico.

Em relação ao mapa dos níveis de risco, ficou bem claro que grande parte da mancha urbana apresenta níveis preocupantes de riscos tecnológicos. Para obter dados numéricos sobre os diferentes níveis de risco existentes na área de estudo, foi utilizado o “módulo assinatura ambiental” do SAGA/UFRJ; este quantificou em hectares e em porcentagem cada um dos níveis (categorias). Os dados obtidos por esta assinatura estão representados no gráfico 1.

A área piloto em questão apresenta uma área total de 3624,6888 hectares. Observando os dados contidos no gráfico 1, pode-se observar que grande parte desta área está ocupada por baixo e baixíssimo risco, mas os níveis médio e principalmente alto e altíssimo representam uma grande parcela da área. Somando as categorias alto e altíssimo, tem-se um total de 114,08 hectares, e boa parte destes níveis está na parte mais central e povoada da cidade, mostrando, assim, a perigosa realidade em que se encontra a população e o ambiente da cidade de Juiz de Fora.

Como já foi citado anteriormente, com o cruzamento dos cartogramas de densidade populacional e níveis de risco, obteve-se um mapa onde se avaliou os diferentes níveis de vulnerabilidade a riscos tecnológicos em que se encontra a população existente nesta área estudada. Observando este mapa, percebe-se que as áreas mais vulneráveis

encontram-se nas partes centrais e de alta concentração residencial. Aliado à concentração residencial, deve-se levar em consideração que diariamente existe uma grande população flutuante freqüentando o centro comercial da cidade, que está caracterizado no mapa com altos níveis de risco, aumentando a vulnerabilidade desta população.

Utilizando novamente o “Módulo Assinatura Ambiental” (SAGA/UFRJ), quantificou-se os diferentes níveis de vulnerabilidade (categorias) encontrados no mapa; os resultados encontrados estão representados no gráfico 2.

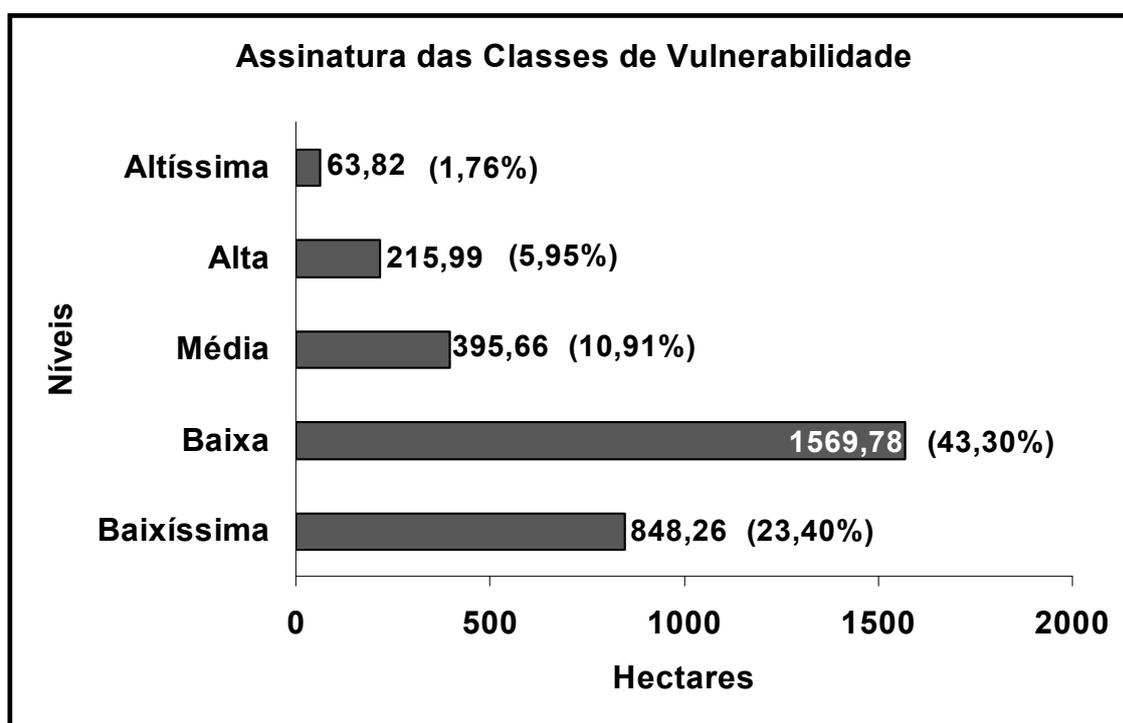


Gráfico 2 – Assinatura das classes de vulnerabilidade a riscos tecnológicos.

Com os dados do gráfico 2, percebe-se que as legendas baixa e baixíssima representam uma grande área do mapa; mas a preocupação é com as categorias média e principalmente alta e altíssima. Somando as vulnerabilidades alta e altíssima tem-se um total de 279,81 hectares, equivalendo a aproximadamente 280 campos de futebol. O que deve ser levado em conta é que essa área citada acima é caracterizada pela junção dos altos níveis de risco tecnológico com altas densidades populacionais, acarretando uma ameaça eminente às pessoas que residem e passam por estas áreas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

BRASTCHI, G. E. **Prevención-Mitigación de Riesgos Tecnológicos en Nuestra Región Desde la Comunicación Estratégica**. EIRD Informa América Latina el Caribe. n. 2. 2001.

CARMO, L. F. Z.; LATUF, M. O.; ROCHA, G. C. Mapeamento e Avaliação, por Geoprocessamento, de Condicionantes Geológicas de Riscos a Escorregamento na Área Urbana de Juiz de Fora, MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 13. João Pessoa, 2002. **Anais...** João Pessoa, 2002. Impresso e CD Rom de artigos.

GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

IPPLAN - Instituto de Planejamento da Prefeitura Municipal de Juiz de Fora. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora**: Concorde, PD/JF, 1996.

LAVELL, A. **Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos**. Curso Centroamericano de Gestión Urbana. San Salvador. El Salvador: LA RED, 2001.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do autor, 2000.

ROCHA, G. C.; SCACHETTI, E. N.; CABALLERO, P. Disaster reduction in Brazil. In: Disaster Preparedness Management. SIDA, 2001, Gotemburg. **Proceedings...** Gotemburg, 2001. v. 1, p. 38-53.

ROCHA, G. C. (Org.) **Gestão Ambiental em Municípios: Riscos e Impactos Ambientais**. Apostila do Curso de Especialização Ambiental em Municípios. Juiz de Fora: UFJF, 1999.

XAVIER-DA-SILVA, J. **SGIs Uma Proposta Metodológica**. Curso de Especialização em Geoprocessamento. Rio de Janeiro: LAGEOP, 1992. v. 4.