

---

# Mapeamento de riscos ambientais à escorregamentos na área urbana de Juiz de Fora, MG.

Geraldo César Rocha\*  
Marcelo de Oliveira Latuf\*\*  
Lúcio Flávio Zancanela do Carmo\*\*

## Resumo

Juiz de Fora, cidade pólo da Zona da Mata Mineira, apresenta vários problemas de ordem ambiental, sendo um dos principais deles os escorregamentos ou movimentos de massa, provocados principalmente pela frágil estruturação física da região, desmatamento e ocupação irregular. O presente trabalho visou a elaboração de cartogramas digitais do meio físico, criando uma base de dados georreferenciada do município. A metodologia consistiu em reordenar mapas pré-existentes em várias escalas, para uma única escala, 1:100.000, sendo criados seis cartogramas digitais: Litologia, Intensidade de Lineamentos Estruturais, Declividade, Drenagem, Densidade Populacional e Expansão Populacional. Como ferramenta foi utilizado o Sistema de Análise Geo-Ambiental (SAGA/UFRJ), Sistema Geográfico de Informação utilizado no Laboratório de Geoprocessamento Aplicado da Universidade Federal de Juiz de Fora. Como resultado do cruzamento dos planos de informação obtidos nos cartogramas foi elaborado o Mapa de Riscos à Escorregamento na Área Urbana de Juiz de Fora, contendo as classes de baixíssimo, baixo, médio, alto e altíssimo risco. Este mapeamento torna-se um referencial para que a população tome consciência dos riscos a que está exposta e para os órgãos gestores do município, tais como Defesa Civil e Secretarias de Planejamento e Meio Ambiente.

**Palavras Chave:** Escorregamento, riscos ambientais e geoprocessamento.

---

## LANDSLIDE RISK MAPPING IN THE URBAN AREA OF JUIZ DE FORA TOWN, MINAS GERAIS STATE, BRAZIL.

### Abstract

Juiz de Fora, the most important town of the Zona da Mata Mineira, shows a lot of environmental problems. The critical one is the landslides disasters related to physical structures, vegetation retreat and irregular occupation, and that could be complicated by climatic conditions. The objective of this project is to create a geographic database of the Juiz de Fora's urban area. The methodology used was to recreate various pre-existent maps in several scales, to a uniform scale (1:100.000). It was created various digital maps like Lithology, Linear Intensity Structures, Slope, Hydrology, Urban Density and Expansion Density. It was used the Geographic Information System technology and the software SAGA/UFRJ (Geo-Environmental Analysis System). As a result of the project, it was elaborated a Map for levels of landslides risks: lowest risk, low, medium, high and very high. This map shows the importance of Urban Planning and Environmental Planning specially to urban expansion areas and right management practice. In the other side it brings to civilian defence and planning secretaries, instruments to the right vectors of urban expansion and aids to respect the environmental capacity support.

**Keywords:** Landslides, environments risks and geoprocessing.

---

\* Prof. Adjunto do Departamento de Geociências da UFJF, Juiz de Fora, MG. E-mail: [geraldo@ichl.ufjf.br](mailto:geraldo@ichl.ufjf.br)

\*\* Bolsistas de Iniciação Científica do curso de Geografia, UFJF. E-mail: [latuf.geo@ig.com.br](mailto:latuf.geo@ig.com.br) e [lucio.geo@bol.com.br](mailto:lucio.geo@bol.com.br)

## INTRODUÇÃO

Entre o Rio Paraíba e as montanhas, Juiz de Fora é o principal centro urbano da Zona da Mata Mineira. Com uma população de aproximadamente 425.000 habitantes (IBGE, 1996), a cidade convive com as vantagens e desvantagens decorrentes do desenvolvimento.

Possuindo razoável estrutura no setor de serviços, a cidade oferece uma boa rede hospitalar, com especialidades variadas e equipamentos modernos. Possui um eficiente setor de ensino que abrange do fundamental ao universitário, contando com estabelecimentos públicos, tradicionais colégios e faculdades públicas e particulares.

A cidade ainda dispõe de uma moderna rede bancária que atende a grandes e pequenos investidores e de uma diversificada rede comercial.

O setor industrial da cidade, em consonância com o resto do país, passa por momentos difíceis. Vários planos econômicos, inflação e juros altos, acabaram por debilitá-lo ainda mais. Em Juiz de Fora, por não serem muitas as empresas de grande porte, são também escassos os tributos que chegam até os cofres públicos.

A cidade sobrevive apoiando-se em pequenas e médias empresas, que se dedicam em grande parte ao ramo têxtil e ao comércio, os quais, juntamente com o setor de construção civil, são os maiores responsáveis pela absorção em grande quantidade da mão-de-obra da cidade.

Esforços no sentido de retomar o crescimento econômico e industrial da cidade e da Zona da Mata tem sido feitos. Uma boa experiência nesse sentido é a criação de distritos industriais que oferecem boa infraestrutura para as empresas que queiram instalar-se e agora mais recentemente a criação do aeroporto regional. Medidas no sentido de reduzir ou isentar indústrias de impostos, são também usadas como forma de atrair novos investimentos para a cidade.

Devido a estes fatos, Juiz de Fora tem passado nas últimas décadas por um acelerado processo de expansão urbana e conseqüentemente, de crescimento da população urbana. A grande concentração de população nos arredores e no centro da cidade tem levado os habitantes a escolherem outras áreas para moradia, transformando as antigas “periferias” em áreas nobres. Surgem então os grandes condomínios fechados, onde a população de alta renda pode usufruir de tranquilidade e segurança.

Com o incremento populacional e a conseqüente expansão urbana de Juiz de Fora, constatada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no ano de 1996, verifica-se uma distribuição desordenada desta área urbana. Segundo dados do IBGE, Juiz de Fora em 1920 possuía um total de 118.166 habitantes, sendo que desse total 66.774 habitavam a área rural e 51.392 habitavam a área urbana. Já em 1996, ano que o IBGE realizou o censo demográfico, Juiz de Fora possuía 424.479 habitantes, sendo que apenas 5.253 habitavam a área rural e 419.226 habitavam a área urbana.

Cada vez mais, a população carente é deslocada para áreas periféricas, onde não existe infraestrutura satisfatória, faltando saneamento básico, calçamento e até energia elétrica. O crescimento da cidade não tem sido acompanhado de um planejamento adequado, mesmo tendo Juiz de Fora um Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

A cidade vivencia vários problemas de ordem ambiental, como por exemplo, os constantes processos erosivos em encostas, a degradação da qualidade dos recursos hídricos (assoreamento e emissão de efluentes industriais e domésticos), apropriação em depósitos de resíduos sólidos e outros.

Geologicamente a área urbana se assenta sobre o Complexo Juiz de Fora, ao sul, formado principalmente por charnockitos e kinsigitos, e o Gnaiss Piedade, ao norte, caracterizado por migmatitos variados, gnaisses e intercalações de quartzitos (IPLLAN, 1996). Essas formações são separadas por um extenso sistema de falhamentos de empurrão e englobam uma grande variedade de rochas metamórficas de idade pré-Cambriana, que sofreram intensas atividades tectônicas. Esses falhamentos e fraturas serão responsáveis pela significativa fragilidade geológica que se observa na região, definindo um ambiente de alta energia atestado pelos constantes movimentos de massa. Estratigraficamente acima dessas formações ocorrem depósitos residuais, sedimentos aluvionares e colúvios, sedimentos esses de alto potencial erosivo quando da remoção da proteção vegetal.

Juiz de Fora se situa geomorfologicamente na Unidade Serrana da Zona da Mata, incluída na Região Mantiqueira Setentrional, mostrando um relevo com intenso controle estrutural, com altitude média em torno de 800 metros. As vertentes

mostram formas convexas, originando planícies intermontanas e grande número de anfiteatros, esses últimos associados a intensos processos erosivos. A rede hidrográfica se encontra encaixada nos diversos lineamentos estruturais que recortam a área.

Os solos da área ainda não foram mapeados em escala compatível, tendo sido constatados latossolos vermelho amarelos álicos e distróficos, cambissolos e neossolos litólicos distróficos, assim como gleissolos e solos aluviais. Geotecnicamente citam-se os solos de alteração, de composição areno-siltosa a argilo-arenosa, os quais caracterizam-se por apresentar estruturas reliquias das rochas locais e elevada propensão à erodibilidade.

Um dos problemas ambientais mais freqüentes aparece principalmente nas encostas com os escorregamentos e movimentos de massa. Várias práticas de uso e ocupação do solo tem agravado este problema, como queimadas, remoção de vegetação, cortes irregulares e lançamento de resíduos. Vários órgãos da Prefeitura estão trabalhando no sentido de evitar que estes acontecimentos indesejáveis tornem-se freqüentes, mas o que se nota na mídia é que estes eventos continuam a ocorrer em Juiz de Fora, prejudicando a qualidade de vida da população.

A criação de uma base de dados georreferenciada, com vários planos de informação associados, irá fornecer subsídios para mapeamentos detalhados e avaliações de áreas específicas com fragilidades estruturais, áreas com necessidade de proteção, riscos a escorregamentos, riscos a enchentes e, sobretudo, zoneamento ambiental-urbano, com fins a um melhor uso e ocupação do solo urbano do município.

Este projeto contempla o mapeamento e avaliação dos diferentes níveis de risco a escorregamentos em encostas na área urbana de Juiz de Fora, MG, com base em sua configuração físico-estrutural.

## OBJETIVOS

- Elaboração de um banco digital de dados ambientais da área urbana de Juiz de Fora na escala 1:100.000;

- Criação de cartogramas temáticos com posterior cruzamentos dos dados, gerando informação quanto a fragilidade geológica-geotécnica e riscos a escorregamento;

- Fornecer subsídios aos órgãos municipais competentes, tais como Defesa Civil e Secretarias de Planejamento e Meio Ambiente, para uma gestão urbana sustentável da cidade de Juiz de Fora;

- Alertar a população sobre os riscos a que está exposta.

## METODOLOGIA

O mapeamento e avaliação das fragilidades de encostas foi realizado com o emprego de técnicas de Geoprocessamento, com base na metodologia de Análise Ambiental por Geoprocessamento (Xavier-da-Silva, 1992).

A metodologia adotada consta de duas frentes de trabalho:

1-Pré-Geoprocessamento: aquisição de dados em laboratório;

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

A primeira etapa, Pré-Geoprocessamento, consistiu na captura via *scanner* de mapas pré-existent no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora (IPPLAN/JF, 1996) e Instituto de Geociências Aplicada (IGA, 1981), sendo observado nesta fase, a existência de várias escalas nos diferentes mapas, o que dificultou o início do projeto.

Após a aquisição destes mapas, os mesmos passaram por tratamento cartográfico digital no Laboratório de Geoprocessamento Aplicado (LGA/UFJF), onde foram realizados trabalhos quanto ao ordenamento das diversas escalas para uma única escala 1:100.000 e resolução 20 metros. Em seguida partiu-se para a vetorização das diversas entidades ambientais. A escala adotada justifica-se pois o mapeamento objetivou permitir uma visão geral, regional, da extensa área urbana do município. Com isso será possível localizar as regiões urbanas de maior risco aos movimentos de massa, definindo assim locais para futuras intervenções e mapeamentos a nível detalhado.

Foi usado nesta etapa o programa CorelDraw 9 (*software* gráfico e vetorial). Após todos os mapas selecionados passarem por esta fase de tratamento de imagens, foi dado início a etapa de trabalhos nos módulos Montagem e Traçador Vetorial, que fazem parte do Sistema Geográfico de Informação, SAGA/UFRJ, desenvolvido por XAVIER-DA-SIL-

VA (1992), no Laboratório de Geoprocessamento (LAGEOP/UFRJ).

Os cartogramas digitais elaborados nesta fase foram: Litologia, Intensidade de Lineamentos Estruturais, Declividade, Rede Hidrográfica, Materiais Originários, Densidade Populacional e Expansão Populacional. Estes cartogramas digitais deram suporte à outra fase do projeto (Geoprocessamento dos Dados), sendo então caracterizada a base cartográfica digital de dados. A segunda fase da metodologia consistiu no cruzamento e/ou na avaliação destes cartogramas digitais (base de dados georreferenciada), com o objetivo de se diagnosticar a intensidade do nível de risco a escorregamento em encostas na área urbana de Juiz de Fora.

Nesta fase foi utilizado o módulo Avaliação Ambiental do Sistema Geográfico de Informação, SAGA/UFRJ, intitulado de Sistema de Análise Geo-Ambiental.

Para a determinação da intensidade do nível de risco a escorregamento, foram utilizados os seguintes cartogramas digitais: Litologia, Intensidade de Lineamentos Estruturais, Declividade e Materiais Originários.

Com o sistema de Pesos (0-100%) e Notas (0-10), dados respectivamente aos cartogramas digitais e às categorias e/ou legendas, foi dado início ao cruzamento dos diversos planos de informação, possibilitando assim o caráter avaliativo/qualitativo do estudo.

Foram cruzados os cartogramas de Litologia e Intensidade de Lineamentos Estruturais, resultando na elaboração de um cartograma digital intitulado Fragilidade Geotécnica da Área Urbana de Juiz de Fora, a partir de notas mais altas para unidades litológicas mais frágeis às ações intempéricas e para áreas de maior concentração de lineamentos, sendo as notas de menor valor para áreas com maior resistência às ações intempéricas e menor concentração de lineamentos estruturais.

Após o cruzamento, via SIG, destas informações que deram origem ao cartograma digital de Fragilidade Geotécnica da Área Urbana de Juiz de Fora, o mesmo foi cruzado com os cartogramas de Declividade e Material Originário. O cruzamento seguiu a mesma metodologia de análise, sendo dadas notas maiores às maiores declividades e materiais originais de menor resistência à erosão, e notas menores às menores declividades e materiais originais de maior resistência à erosão.

Foi elaborado então, o cartograma digital na escala de 1:100.000, Mapa de Riscos a Escorregamento na Área Urbana de Juiz de Fora – MG. Esse mapa final é considerado como de avaliação ambiental, no caso uma avaliação ambiental de risco. Para esse cartograma o sistema procedeu às determinações das áreas ocupadas por cada classe de risco, além de verificação da densidade populacional dessas áreas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cartogramas obtidos forneceram dados significativos seja para a avaliação ambiental da fragilidade geotécnica e geológica, seja para a avaliação dos riscos à escorregamento propriamente dita.

O cartograma Intensidade de Lineamentos Estruturais delimitou áreas com maior ou menor concentração de falhas e fraturas, observando-se dois grandes sistemas de lineamentos a sudeste e oeste da área urbana. Esses lineamentos mais intensos relacionam-se com as rochas do Complexo Juiz de Fora, destacando-se gnaisses com cataclases e recristalizações, assim como gnaisses kinsigíticos. Cabe destacar a presença de uma falha geológica regional, que atravessa a parte central da área urbana, com direção nordeste/sudoeste, estendendo-se por centenas de quilômetros além da área. Essa falha mostra-se como uma frente principal de um falhamento gerado por grandes esforços, que também produziram outros sistemas menores de falhamentos. Trata-se de falha de empurrão que define uma grande zona cataclásada, caracterizada por estrutura de “escamas de peixe” em baixo ângulo, formando blocos cavalgados sobrepostos a maciços bastante fraturados (IPLLAN, 1996).

O cartograma Litologia mostrou as diferentes rochas da área, possibilitando diferenciar litologias com maior ou menor propensão ao intemperismo tropical. Assim, anfíbolitos e metabasitos, por exemplo, por conterem teores mais elevados de ferro, foram considerados mais propensos ao intemperismo químico do que gnaisses com quartzitos, enquanto as rochas mais cataclásadas e fraturadas se apresentaram mais propensas ao intemperismo físico.

O cruzamento desses dois cartogramas, Litologia e Intensidade de Lineamentos Estruturais, gerou um cartograma avaliativo de Fragilidade

Geotécnica, após utilizado o sistema de pesos e notas definido e inserção no sistema. Esse cartograma foi cruzado com o cartograma de Formações Superficiais (Material Originário), formações essas também diferenciadas em pesos e notas com base no potencial erosivo de cada formação superficial. Esse cruzamento gerou o cartograma Fragilidade Geológica, o qual indicou a parte sul da área urbana como a mais frágil geologicamente; a área urbana central teria uma fragilidade média, sendo o norte da área o menos frágil. Vale destacar que a maior densidade populacional é verificada ao sul da área urbana, exatamente sobre a zona de maior fragilidade geológica.

O cartograma Fragilidade Geológica foi finalmente cruzado com o cartograma Declividade, o qual mostra predominância de categorias de declive acima de 12% e principalmente acima de 30%, ou seja, indicando áreas impróprias para ocupação e edificações. Esse último cruzamento resultou na avaliação ambiental de risco à escorregamento na área urbana, ou seja, o Mapa de Riscos a Escorregamentos.

Na figura 1 mostra-se o Mapa de Riscos a Escorregamento na Área Urbana de Juiz de Fora, MG, contendo cinco categorias ou níveis de risco: baixíssimo, baixo, médio, alto e altíssimo.

Como resultado desta distribuição, foram obtidos os seguintes resultados: para áreas de baixíssimo risco foram computados o equivalente a 5.478,50 hectares; para áreas de baixo risco o equivalente a 6.878,60 hectares; para áreas de médio risco o total de 14.173,20 hectares; áreas de alto risco o total de 897,20 hectares e para áreas de altíssimo risco o equivalente a 107,30 hectares.

O que estes dados mostram é a grande concentração de áreas de médio risco, caracterizadas por representarem áreas de declividade e intensidade de lineamentos estruturais medianas, respectivamente de 12-50% e 5-7 lineamentos estruturais<sup>1</sup> em uma área de 8 km<sup>2</sup>.

Há também que se destacar o alto índice de áreas com baixo e baixíssimo risco a escorregamento (12.357,10 hectares), representando áreas de fundo de vale, com declividade e intensidade de lineamentos estruturais baixas, respectivamente de 0-12% e 0-4 lineamentos.

Já as áreas de alto e altíssimo risco a escorregamento, constatamos a presença de uma área equivalente a 1.004,50 hectares, sendo representados por áreas com altíssimas declividades (acima de 50%) e alta intensidade de lineamentos estruturais (8-10 e acima de 10 lineamentos).

Áreas com estas características estão localizadas, em sua maioria, nos bairros centrais e nas porções Sul e Sudeste da área urbana de Juiz de Fora, MG.

Estes elevados níveis de risco a escorregamento foram diagnosticados na escala 1:100.000, sendo esta escala não recomendada para estudos urbanos detalhados. O mapeamento em questão possui a finalidade de localizar áreas com maiores e menores potenciais probabilísticos ao evento indesejável (escorregamentos em encosta), sendo necessário um detalhamento sobre estas áreas de alto e altíssimo risco.

No módulo Assinatura Ambiental, analisou-se o Mapa de Riscos a Escorregamento na Área Urbana de Juiz de Fora juntamente com o Mapa de Densidade Populacional de 1996, para que se pudesse fazer o diagnóstico da densidade populacional em áreas de alto e altíssimo risco.

Como resultado desta análise podem ser observados os seguintes dados para alto risco (gráfico 1): 75,02% da população que ocupam áreas de alto risco a escorregamento representam menos de 50 habitantes por hectare, 22,08% representam de 50-200 habitantes por hectare, 2,05% representam de 200-500 habitantes por hectare e 0,85% representam mais de 500 habitantes por hectare.

Já em áreas de altíssimo risco (gráfico 2), os resultados são os seguintes: 69,83% da população que ocupa essas áreas representam menos de 50 habitantes por hectare; 28,72% representam de 50-200 habitantes por hectare; 1,45% representa de 200-500 habitantes por hectare e com densidade populacional acima de 500 habitantes por hectare, não foi computada nenhuma ocorrência.

É importante ressaltar que os baixos índices de densidade populacional encontrados expostos nestes dados não podem ser desconsiderados



Figura 1 -Mapa de Risco à Escorregamento na Área Urbana de Juiz de Fora - MG

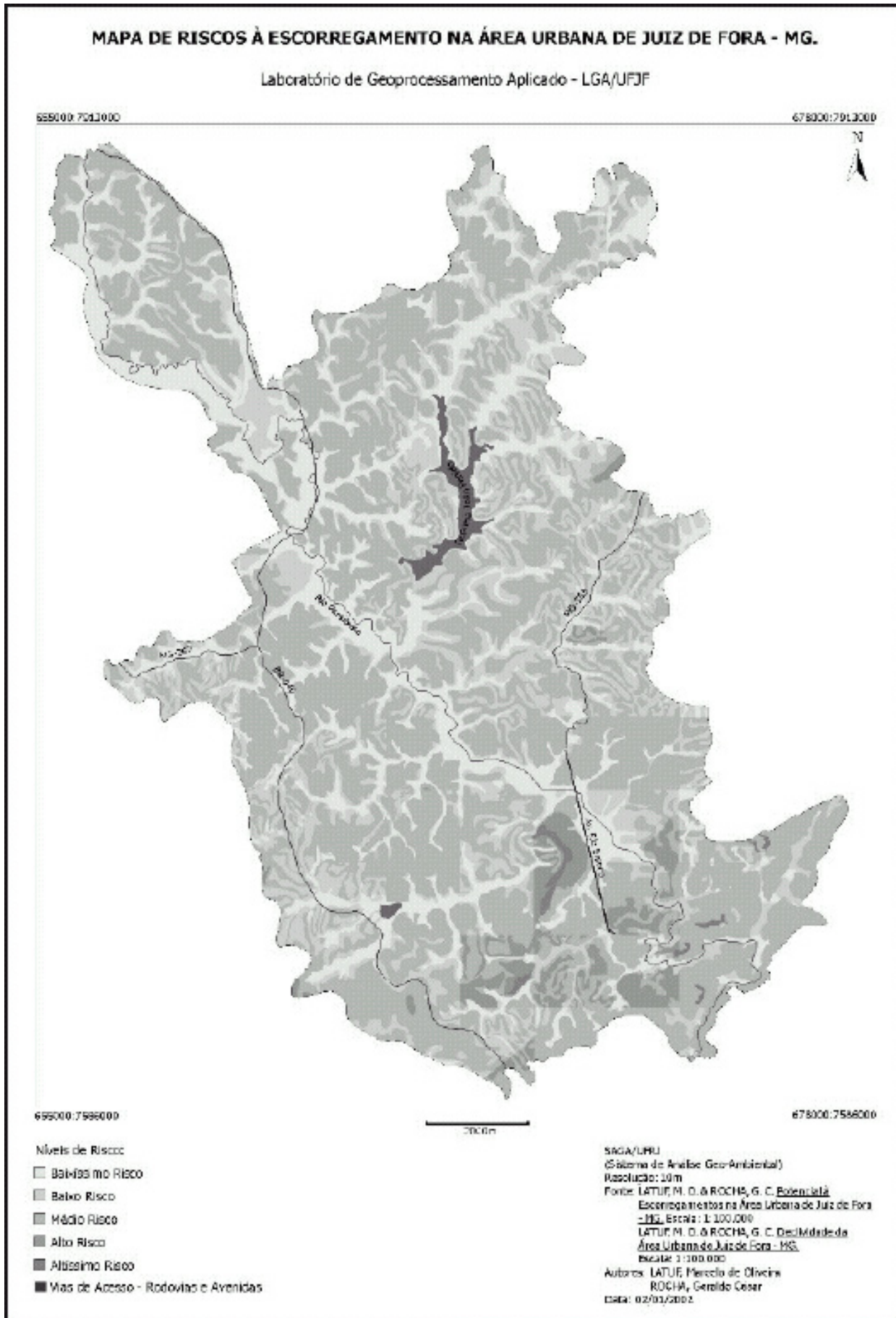


Gráfico 1

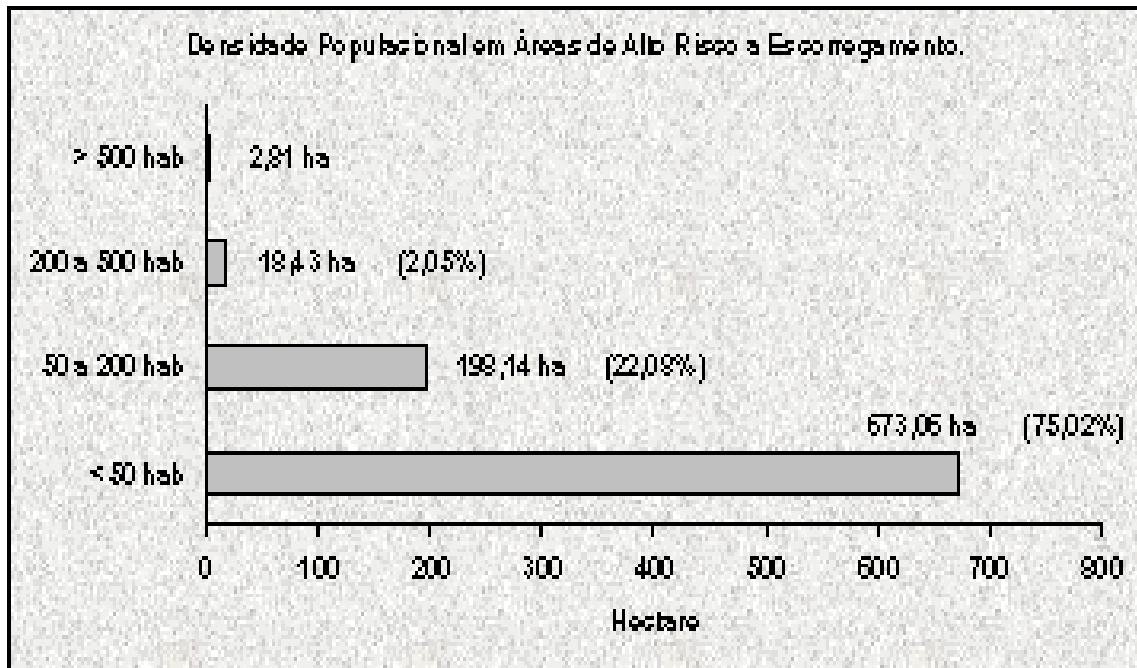
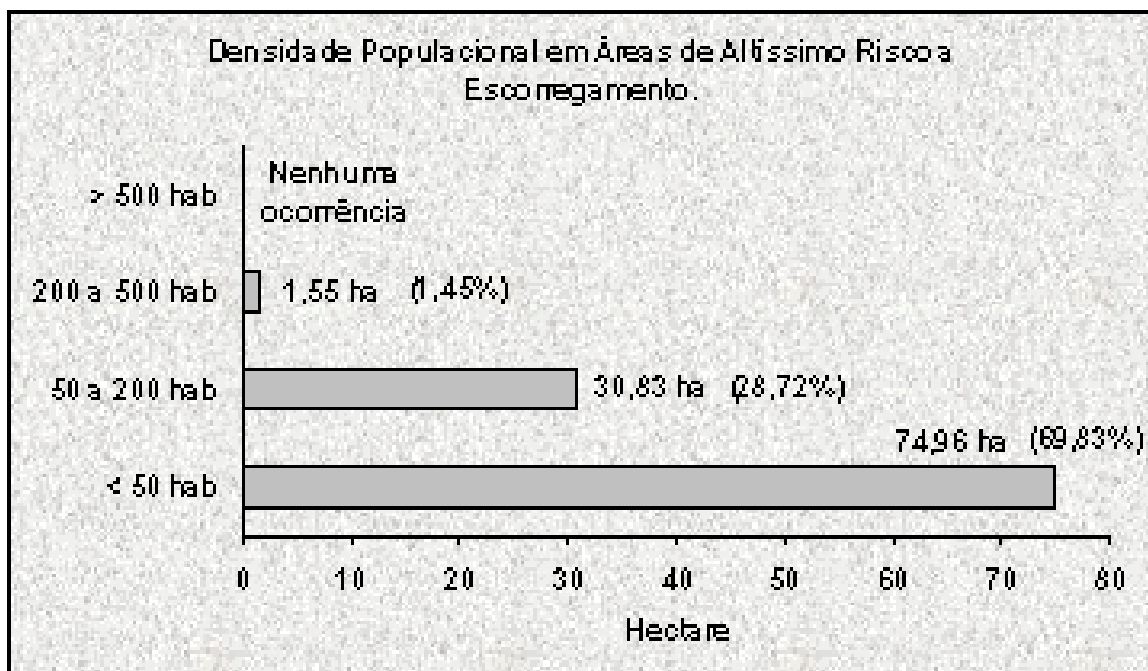


Gráfico 2



apenas por seus valores, pois ao se lembrar que 1 hectare é pouco mais que 1 campo de futebol, percebe-se que a concentração de 200-500 e mais que 500 habitantes nestas áreas exige dos órgãos competentes, ações mitigadoras de possíveis eventos indesejáveis, devido é claro, à sua alta densidade populacional; isso retrata bem o quadro atual do município de Juiz de Fora, onde a população está cada vez mais crescendo para áreas com grandes fragilidades físico-estruturais.

A Universidade Federal de Juiz de Fora, representada pelo Laboratório de Geoprocessamento Aplicado do Departamento de Geociências, torna-se a cada dia um parceiro indispensável para estudos e correlações ambientais para futuras análises dos diversos problemas ambientais, que servirão para um futuro Zoneamento Ambiental de Riscos Múltiplos da Área Urbana do município de Juiz de Fora, auxiliando no planejamento do uso e ocupação do solo urbano.

## NOTAS

<sup>1</sup> Lineamentos Estruturais: São orientações expressas em superfície que indicam os planos de fraqueza das rochas.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Contagem Populacional 1996. IN: AGUIAR, V. T. B. *Atlas Geográfico Escolar de Juiz de Fora*. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2000.

GUERRA, A. T. *Dicionário Geológico - Geomorfológico*. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. *Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand, 1998.

GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. *Erosão e Conservação dos Solos. Conceitos, Temas e Aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand, 1999.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS. *Mapa de Declividade do Município de Juiz de Fora*. Belo Horizonte: IGA, 1981.

IPPLAN/JF. *Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora*. Juiz de Fora: IPPLAN, 1996.

LABORATÓRIO DE GEOPROCESSAMENTO (LAGEOP). *Manual operacional do Traçador Vetorial*. Rio de Janeiro: LAGEOP, 1999.

LABORATÓRIO DE GEOPROCESSAMENTO (LAGEOP). *Manual operacional de Montagem*. Rio de Janeiro: LAGEOP, 1999.

LABORATÓRIO DE GEOPROCESSAMENTO (LAGEOP). *Manual operacional do VistaSaga*. Rio de Janeiro: LAGEOP, 1999.

GOES, M. H. B. e XAVIER-DA-SILVA. *Uma Contribuição Metodológica para Diagnósticos Ambientais por Geoprocessamento*. In: Anais do Seminário de Pesquisa do Parque Estadual do Ibitipoca, MG. Juiz de Fora: Núcleo de Pesquisa em Zoneamento Ambiental da UFJF, 1997, p.13-24.

ROCHA, C. H. B. *Geoprocessamento Tecnologia Transdisciplinar*. Juiz de Fora: Autor, 2000.

STAICO, J. *A bacia do Rio Paraibuna em Juiz de Fora*. Juiz de Fora: UFJF, 1977.

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

XAVIER-DA-SILVA, J. *A digital model of the environment: an effective approach to areal analysis*. In: Latin American Conference, International Geographic Union, 1982, Rio de Janeiro. Annals of Latin American Conference, International Geographic Union. Rio de Janeiro: IGU, 1982.