

Revista Brasileira de Cartografia (2016), N^o 68/2, Edição Especial Aplicações dos SIG: 355-371
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA ATRAVÉS DE AMBIENTE SIG: UMA APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA – MG

*Analysis of Urban Environmental Quality by GIS: an Application in the
City of Juiz de Fora - MG*

Marcelle Gualtieri Honório Pechincha & Ricardo Tavares Zaidan

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Programa de Pós Graduação em Geografia – PPGeo/ Depto Geociências – ICH

Rua José Lourenço Kelmer, s/n – Campus Universitário – Bairro São Pedro - CEP: 36036-900 - Juiz de Fora/MG - Brasil
mgualtieri24@gmail.com, ricardo.zaidan@ufjf.edu.br

Recebido em 9 de Novembro, 2014/ Aceito em 1 de Maio, 2015

Received on November 9, 2014/ Accepted on May 1, 2015

RESUMO

Atualmente em áreas urbanizadas, pode-se enxergar que a perspectiva dada pela baixa qualidade do ambiente é o reflexo de uma conjuntura histórica de insustentabilidade das cidades, em todos os níveis de participação social. A partir deste contexto, justifica-se a necessidade de se estudar os problemas ambientais nestas áreas, através de uma análise da qualidade ambiental. Análises como estas podem identificar o desequilíbrio entre a sociedade e os recursos naturais, através da caracterização das pressões geradas por fluxos econômicos e humanos. Identifica-se que em Juiz de Fora/MG existem algumas áreas em estado de desequilíbrio. A área de estudo da presente pesquisa, a Bacia do Córrego Matirumbide, localizada na zona leste da cidade, caracteriza-se pela presença de expressivo adensamento urbano em áreas de encosta e pouca presença de cobertura vegetal arbórea, além de ser uma área reconhecida por problemas voltados à ocupação inadequada e os recorrentes casos de escorregamentos, principalmente em períodos de maiores níveis de precipitação. Assim, através de visitas a campo, além da utilização de dados secundários, elaborou-se uma série de planos de informação em ambiente SIG que puderam representar os atributos negativos característicos desta bacia: a baixa densidade de cobertura vegetal arbórea, a falta de espaços livres de edificações, a alta densidade populacional, a baixa densidade de renda, e o risco à ocorrência de escorregamentos. Estes planos de informação foram integrados de acordo com a metodologia de análise de Qualidade Ambiental proposta por Nucci (1998) para que se pudesse chegar ao objetivo central. Concluiu-se que, para a área de estudo, a relação negativa entre a densidade populacional e a densidade de renda juntamente à ocupação inadequada em áreas de encosta (identificadas com alta instabilidade), foi a que apresentou uma condição mais desfavorável à qualidade do ambiente.

Palavras-chave: Qualidade Ambiental, Escorregamentos, Geoprocessamento, SINMAP, Córrego Matirumbide.

ABSTRACT

Nowadays in urbanized areas, it is possible to see that the perspective provided by the low quality of the environment is a reflection of a historical situation of unsustainability of cities at all levels of social participation. From this context, justifies the need to study environmental problems in these areas, through an analysis of environmental quality.

Analyses such as these can identify the imbalance between society and natural resources, through the characterization of pressures generated by economic and human flows. We find that in Juiz de Fora / MG there are some areas in a state of imbalance. The study area of this research, Watershed of Matirumbide Stream, located on the east side of the city is characterized by the presence of significant urban density in areas of low slope and presence of woody vegetation cover, as well as being an area recognized by problems focused on inadequate occupation and recurrent cases of landslides, especially in periods of higher rainfall. Thus, through field visits, besides the use of secondary data, we prepared a series of coverages in a GIS environment that might represent the characteristic negative attributes of this basin: the low density of woody vegetation cover, lack of open spaces of buildings, high population density, low density of income and risk to the occurrence of landslides. These coverages were integrated according to analysis Environmental Quality methodology proposed by Nucci (1998), so that it could reach the main goal. It was concluded that the negative relationship between population density and density along with inadequate income occupancy in hillside areas (identified with high instability), showed the most adverse condition the quality of the environment.

Keywords: Environmental Quality, Landslides, Geoprocessing, *SINMAP*, Matirumbide Stream.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a questão ambiental urbana está em pauta devido ao grande adensamento populacional em áreas urbanizadas. Nestas áreas podem ser visualizados inúmeros problemas como, a poluição dos recursos naturais e má qualidade de vida da sociedade e que servem de alarme para os grandes ambientes urbanizados no mundo. Considera-se que a perspectiva da questão ambiental é levada por uma conjuntura histórica que perpassa a insustentabilidade das cidades, adquirindo estas uma baixa qualidade ambiental e de vida, de acordo com o aumento de fatores negativos relacionados aos aspectos infraestruturais em uma área urbana (GROSTEIN, 2001).

Pesquisar sobre a qualidade ambiental de uma área tem sua significativa importância, pois identificam elementos e análises que podem ser utilizados nas políticas urbanas locais. Tais pesquisas podem ser objetivas – quando se leva em consideração a relação da forma de uso e os impactos sobre o ambiente, como também podem ser subjetivas – quando é levado em conta a percepção e a participação popular. Alguns diagnósticos sobre qualidade do ambiente são inseridos em planos diretores, nos quais vem com algumas características, como a escala menor para a representação dos mapas, caracterizando a presença da generalização, indicando um panorama geral do município. Às vezes, torna-se necessário caracterizar uma área menor através da qualidade do ambiente.

A presente pesquisa tem como foco a qualidade ambiental e sua manipulação através de ambiente SIG. Conceitualmente, a qualidade

ambiental seria o estado das condições do meio ambiente, expressas por variáveis específicas relacionadas com os padrões históricos e físicos (BRASIL, 2008). Estas variáveis podem ser relacionadas com a poluição do ar, a poluição da água, os movimentos de massa e as enchentes, assim como variáveis relacionadas à demografia, à disposição espacial urbana e aos impactos ambientais, que envolvem estritamente o ambiente e sua relação com a sociedade humana e os fluxos econômicos. Com a representação através da Cartografia e o auxílio de ferramentas SIG, os atributos e as respectivas variáveis podem caracterizar a área a ser estudada, dando subsídio a uma posterior interpretação, através da síntese destes dados.

Assim, objetivou-se na pesquisa realizar a análise da qualidade ambiental urbana da bacia do Córrego Matirumbide através de adequação da metodologia proposta por Nucci (1998), utilizando ambiente SIG para a elaboração de planos de informação (subsidiários à síntese dada pela qualidade ambiental) que pôde representar a dinâmica externa terrestre, como a variável relacionada ao risco a ocorrência de escorregamentos; além das variáveis relacionadas ao ambiente urbano, como a cobertura vegetal arbórea, os espaços livres de edificações, a densidade populacional e a densidade de renda.

2. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUALIDADE AMBIENTAL

A qualidade ambiental de um determinado local pode ser diagnosticada através de indicadores que representam abstratamente as características da realidade paisagística.

Quando se considera um indicador como

uma “variável” (CHEVALIER *et al.*, 1992; HOLLING *et al.*, 1978; GALLOPIN, 1997), parte-se da representação de um atributo, repassando a informação da condição que tal atributo se encontra, através de uma mensuração específica ou de um processo de observação. Tais representações podem ser identificadas com real significado ao estudo proposto e, desta forma, estas variáveis podem ser designadas como valores de referências para determinadas análises.

As principais funções dos indicadores ou variáveis para uma pesquisa sobre qualidade ambiental vêm da possibilidade de avaliar e comparar condições e tendências entre áreas e situações distintas, além de prover informações de advertência e de antecipar futuras condições do ambiente. Os indicadores podem ser considerados como modelos da realidade, mas não podem ser considerados como a própria realidade, já que é concebido pela operacionalização de atributos e se retratam como uma representação. Assim, os indicadores devem ser “analiticamente legítimos e construídos dentro de uma metodologia coerente” (VAN BELLEN, 2006).

Alguns atributos ambientais, apresentados a seguir, podem identificar a caracterização da realidade ambiental local, sendo operacionalizados para que haja a representação da paisagem e assim a possível análise da qualidade ambiental. Alguns aspectos podem ser influenciados pela má gestão do uso da terra, assim como podem influenciar nas medidas de organização da cidade.

2.1 Movimentos de massa em áreas de encosta: representação cartográfica do risco à ocorrência de escorregamentos

Os movimentos de massa podem acontecer por condições naturais, assim como induzidos através do mau uso da terra em áreas que apresentam morfometricamente declividades acentuadas e que tem como principal característica sua ocupação ou uso divergente do estabelecido em normas ou leis. O que singulariza os movimentos de massa em ambientes urbanizados é sua caracterização como possibilidade a acidente - definido quando “a ocorrência de um fenômeno geológico pode gerar perdas e danos materiais e humanos” (CERRI & AMARAL, 1998). Segundo o que

consta na legislação brasileira, há alguns pontos em que a proteção de encostas é evidenciada, principalmente quando se trata das normas que disciplinam e/ou organizam o crescimento urbano.

O atributo “escorregamentos”, inserido na presente pesquisa, pode ser representado como uma variável que corresponda às áreas de risco a sua ocorrência e definindo se a área tem alta ou baixa qualidade ambiental.

Para tanto, pode-se aferir a probabilidade destes eventos como subsídio ao zoneamento de risco. A probabilidade destes eventos acontecerem diminui efetivamente as condições favoráveis à qualidade ambiental e de vida e, somados ao uso e ocupação da terra, como áreas de ocupação de encosta, potencializam o fator de risco através das ocorrências de escorregamentos.

Para que se tenha em mãos as áreas de previsão à ocorrência de escorregamentos e o posterior zoneamento de risco, pode-se aferir a estabilidade das encostas através de análises espaciais, com o auxílio dos softwares de Geoprocessamento, a partir de modelos matemáticos de base física. O procedimento de utilização de análises espaciais já é utilizado em pesquisas em Geografia e Geologia de Engenharia, dando referência a alguns autores (FERNANDES & AMARAL, 2006; ZAIDAN & FERNANDES, 2009). Identifica-se a importância na representação espacial das áreas de escorregamentos para previsão e medidas de redução dos riscos ambientais.

Como exemplo tem-se, a partir de Pack *et al.* (1998), o modelo *SINMAP* - Stability Index Mapping, que é um modelo estatístico baseado na combinação do modelo de estabilidade de encosta (MORGENSTERN & SANGREY, 1978) e no modelo hidrológico de estado uniforme (O’LOUGHLIN, 1986). O programa foi desenvolvido com o propósito de mapear áreas de instabilidade onde há presença de solos rasos, podendo ser aplicada em diversas partes do mundo onde já houve casos de escorregamentos translacionais.

Considera-se como fatores de desestabilização de encostas o aumento da urbanização e do desenvolvimento em áreas sujeitas a processos, tais como os movimentos de massa,

assim como o desflorestamento contínuo destas áreas, e a presença de fortes precipitações.

A precisão dos resultados apresentados pelo modelo, ou seja, o mapeamento das áreas de maior instabilidade é intimamente dependente da qualidade e da resolução do modelo digital de elevação e dos parâmetros de calibração. Desta forma, o inventário de cicatrizes se mostra como uma das peças-chave para calibração do modelo de forma mais concisa, na qual pode interferir nos resultados finais.

A vantagem de utilização do *SINMAP* para predição de escorregamentos translacionais rasos vem que, além da facilidade de manuseio, possibilita a inserção de diferentes intervalos de parâmetros, resultando assim nas mais variadas simulações. Além da elaboração do índice de estabilidade, o *SINMAP* pode representar outras simulações e quadros, como: correções de depressões – onde a presença de depressões pode estar relacionada a erros do modelo digital de elevação, declividade, fluxo de direção da água, assim como a área de contribuição da água.

2.2 Uso, ocupação e cobertura da terra: subsídios à elaboração de variáveis relacionadas ao ambiente urbano

O uso, ocupação e cobertura da terra vêm como um atributo que se pode extrair diversas variáveis que indicam a baixa ou a alta qualidade ambiental. As representações deste atributo identificam variáveis como a densidade de edificações, os espaços livres públicos e a cobertura vegetal e se torna um instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental (IBGE, 2006).

As pesquisas em torno de áreas urbanas colocam a necessidade em dividir a cidade segundo seus diversos tipos de uso, ocupação e cobertura da terra, que segundo Sukopp e Werner (1991) caracterizam a área urbana e exercem grande influência na qualidade ambiental. Esta espacialização é indispensável para que se possa estudar o ambiente e estruturá-lo de forma consistente dentro do planejamento urbano, tornando-se um ponto essencial, pois: “os estudos relacionados à qualidade do ambiente urbano podem subsidiar o planejamento a partir de informações que poderão gerar políticas capazes de tornar o uso e a ocupação da terra nas cidades menos impactantes.” (LIMA, 2007).

2.2.1 Densidade populacional, espaços livres de edificações e densidade de renda

A densidade populacional vem como uma variável que representa o uso e ocupação da terra, no qual contribui a sua existência principalmente aos espaços adensados. Estes espaços adensados são caracterizados, por vezes, devido à presença de maiores pressões provenientes da sociedade sobre os recursos naturais, além da significativa ocupação da terra e, com pouco gerenciamento dado a estas pressões, estes ambientes são mal utilizados, principalmente quando se tratam dos recursos como a água, a terra e o ar. Além disso, há a diminuição da qualidade de se viver nestes ambientes, devido ao desconforto psicológico, além de riscos sociais, ambientais e tecnológicos.

Segundo Nucci (2008), os valores de densidade populacional podem fornecer uma caracterização do meio.

A caracterização do meio se daria através da relação entre uma localidade e a população corretamente definida que utiliza dos recursos desta localidade. Uma população corretamente definida seria uma população caracterizada pelo tamanho, idade, sexo e situação econômica. Muitas vezes há uma densidade populacional alta em determinada localidade, mas que não induz a uma relação negativa com o meio ambiente por se tratar, por exemplo, de uma população com situação econômica privilegiada. Isso remete que cada grupo populacional tem a sua particularidade, além de singulares relacionamentos com o meio ambiente.

A relação entre densidade populacional e uma localidade qualquer caracteriza o potencial de risco, de acordo com a disposição espacial dos equipamentos urbanos, o nível econômico das ocupações, assim como a susceptibilidade ou probabilidade à ocorrência de eventos naturais, como os movimentos de massa, enchentes ou eventos atmosféricos de alto grau.

Esta relação muitas vezes não pode ser compreendida, pois os impactos no ambiente ocasionados pelas pressões sociais não são uniformes, tendo cada grupo social sua forma de pressionar o meio ambiente, assim como de receber as consequências dos processos naturais.

Desta forma, a alta densidade populacional instiga o processo de diminuição da qualidade

ambiental urbana, em consequência do adensamento não planejado da sociedade em áreas restritas à ocupação. Além disso, o fator dado pela vulnerabilidade social, como a condição econômica domiciliar, acarreta em problemas de risco e pode ser diretamente relacionado à densidade populacional.

Significativa referência a esta variável pode ser dada por Nucci (1998). Segundo o autor, com o adensamento populacional, o cidadão fica sem opção (afastamento psicológico e falta de participação). Quando o ser humano não consegue escapar temporariamente da pressão causada pelo adensamento populacional podem surgir problemas na vida social pela própria vida social, assim como pelo meio físico.

Chegar a um índice ideal para a densidade populacional, atrelada à vulnerabilidade econômica seria uma tarefa muito difícil devido às particularidades culturais, porém os índices de densidade populacional são variáveis que dão subsídios para o fornecimento da caracterização do ambiente. Pode ser considerado que a densidade populacional seria inversamente proporcional à qualidade e custos da infra-estrutura urbana e as melhores condições econômicas da população. Podem ser consideradas como valores redutores da qualidade ambiental urbana taxas acima de 100 hab/ha (NUCCI, 2008).

Os espaços livres de edificações também seriam uma variável que representaria a forma de uso, ocupação e cobertura da terra, inerente a estrutura da paisagem. Esta variável é definida como “áreas não edificadas de propriedade municipal, independente de sua destinação de uso”.

Segundo Cavalheiro *et al.* (1999), padroniza-se os espaços livres de edificações como um sistema inserido na zona urbana, no qual também se constitui pelo sistema de espaços com edificações/construções - caracterizada pelas habitações, áreas industriais, comerciais e de serviços, além do sistema de espaços de integração - como as rodovias e ferrovias. Segundo Preto (2009), o espaço livre seria primordial para estrutura e composição da paisagem urbana, relacionando os espaços edificados ou construídos e caracterizando a fisionomia urbana.

Estes espaços abrangem áreas nas quais podem propiciar conforto à sociedade, de forma a melhorar as condições de vida da população, através do lazer e da melhora na questão psicossocial. Segundo Queiroga (2011), o sistema de espaços livres é de significativa importância dentro da zona urbana.

Tais espaços livres poderiam ser classificados através: da tipologia (particulares, potencialmente coletivos e públicos); das categorias (praças, parques, jardins, etc.); e da disponibilidade (m²/hab., área mínima, distância da residência).

2.3 Representação dos atributos ambientais: utilização de dados cartográficos

A importância da Cartografia e do Geoprocessamento para a análise da qualidade ambiental vem da perspectiva fundamental de representação integrada da paisagem. O Geoprocessamento viria como uma ferramenta que possibilitaria a espacialização da informação, a partir de uma maior acessibilidade, precisão e agilidade. A partir dos sistemas de informações geográficas pode se obter um caminho para elaborar um mapa-síntese, onde há a ausência de componentes isolados, a partir da fusão qualitativa de elementos temáticos.

A inovação tecnológica permitiu o avanço das representações cartográficas na ciência geográfica, dando impulso aos mapas de cunho específico, aumentando a importância da Cartografia Temática. A representação cartográfica é de grande valia para a interpretação de fatos geográficos, desempenhando um papel importante no mapeamento de variáveis ambientais, subsidiando, assim, os estudos pautados na qualidade ambiental (MINAKI, 2009).

Para que se tenha a aplicação da cartografia para os estudos ambientais, podem-se identificar como concretização da sua funcionalidade três vieses: i) o registro de informações; ii) o processamento dos dados; iii) a denúncia de distorções, apresentando os resultados. A finalidade da cartografia na perspectiva ambiental viria da revelação, sem ambiguidades, da informação representada.

Para a representação da qualidade ambiental, pode-se citar Nucci (1998), no qual em sua pesquisa demonstrou a análise

da dinâmica dos fenômenos paisagísticos, por meio da representação cartográfica conjunta de variáveis, através do nível de síntese da representação (Figura 1).

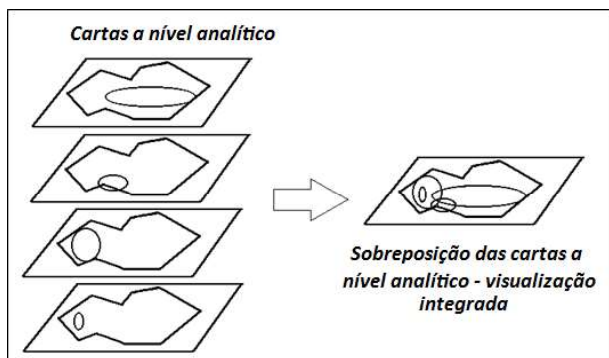


Fig. 1 - Demonstração do mapa final como síntese de dados a nível analítico. Adaptação: do autor.

Com os avanços tecnológicos o Geoprocessamento vem como uma ferramenta na qual substancia os estudos pautados na representação paisagística, através de análises espaciais e sobreposição de elementos cartografados. Desta forma, não há mais a necessidade de utilização de ferramentas analógicas para o processamento de dados espaciais, dando maior agilidade nos trabalhos e pesquisas.

3 ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Córrego Matirumbide está localizada entre as coordenadas geográficas 43°21'30" W – 43°20'30" W e 21°44'30" S – 21°42'30" S, zona leste, dentro do perímetro urbano do município de Juiz de Fora/MG. A área é contemplada por oito regiões urbanas, compreendendo 4,42 Km² (Figura 2).

O município está localizado em uma área compreendida pelas faixas de dobramentos remobilizados das Serras da Zona da Mata Mineira, na região da Mantiqueira Setentrional, sendo uma região caracterizada por relevo ondulado, com ocorrências de colinas e morros. O principal rio é o Rio Paraibuna, que corta o município sentido NW-SE. A Bacia do Córrego Matirumbide é um dos afluentes diretos deste rio.

À jusante da Bacia do Córrego Matirumbide há um maior adensamento da ocupação, ganhando diferentes usos à medida que vai para montante. Esta área adensada tem como

característica ocupações que ganharam espaço nas encostas íngremes, principalmente quando se trata de famílias de renda média-baixa e renda baixa. A Bacia é cenário de inúmeros casos de escorregamentos de pequena magnitude (CEREZO, 2007; SILVA, 2008). Além dos problemas dados aos escorregamentos, esta área da cidade tem uma significativa densidade demográfica. O adensamento urbano relacionado às características morfológicas, pedológicas e climatológicas nesta região caracteriza a área pela disposição de processos como os escorregamentos.

Os solos desta área são caracterizados por serem Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa e Latossolo Amarelo distrófico de textura muito argilosa, sendo estas classificações encontradas em uma proporção 60% e 40%, respectivamente (MINAS GERAIS, 2010). Essa classificação mostra que a área de pesquisa é caracterizada por solos mais espessos.

Porém, uma vez que a área tem solos profundos, como os Latossolos, o mesmo pode ter descontinuidades entre horizontes, sendo uma exceção à descontinuidade solo-rocha em solos mais rasos. Assim, há a influência da dinâmica hidráulica no solo através da capacidade de infiltração e o escoamento sub-superficial, podendo-se ter influência na geração de planos de ruptura, diminuindo a resistência ao cisalhamento nas áreas de contato.

O regime pluviométrico da região, influenciado pelo clima da região Cwa, tropical de inverno seco, com temperaturas inferiores a 18°C e verão quente e úmido, com temperaturas superiores a 22°C, é concentrado nos meses de outubro a março e, segundo Ferreira (2012), justifica 84% da precipitação anual em toda a cidade de Juiz de Fora, totalizando em média 1302,16 mm. Este quadro climatológico influencia o aumento do peso específico do solo através da introdução de água pelas precipitações, favorecendo o deslocamento da água no solo e o deslocamento da massa pela gravidade.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa se pauta em avaliar a qualidade ambiental, onde é feito um estudo de análise integrada da paisagem, através de uma abordagem

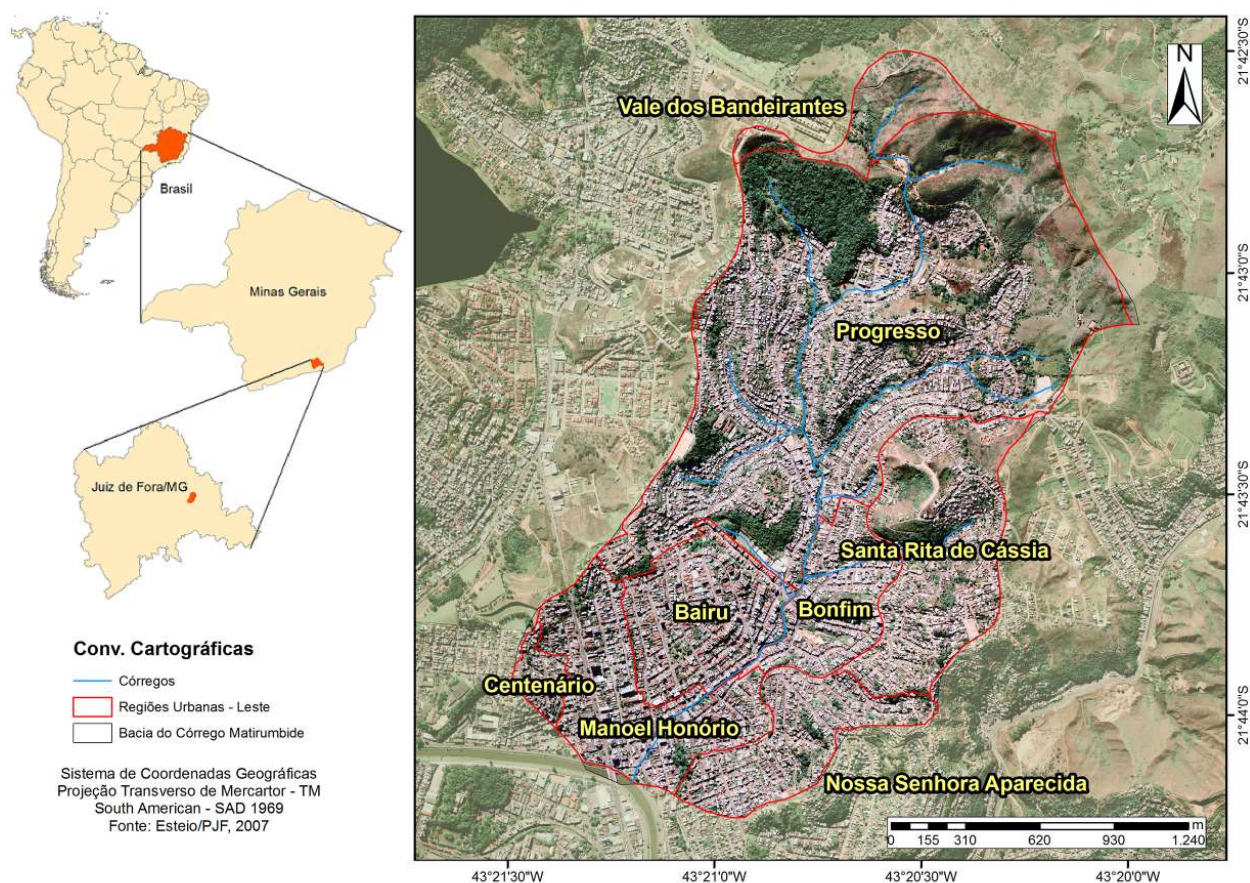


Fig. 2 - Localização da Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora/MG.

do tipo sistêmica, dos atributos ambientais previamente diagnosticados, de acordo com o recorte espacial. A análise integrada da paisagem se deu em ambiente SIG, através da adaptação metodológica de Nucci (1998).

As variáveis ambientais escolhidas foram: o uso, ocupação e cobertura da terra, enfatizando as áreas com espaços livres de edificações, densidade da cobertura vegetal arbórea, além da alta densidade populacional e da baixa densidade de renda, e a probabilidade à ocorrência de escorregamentos. Foi considerada apenas a influência negativa de cada variável para o sistema, na qual pôde estabelecer a relação de que há uma diminuição da qualidade ambiental. Esta representação dada pelas variáveis foi feita por ferramentas de Geoprocessamento, através de caracterizações e análises espaciais.

4.1 Elaboração dos planos de informação dos atributos ambientais

A seguir, são apontados os procedimentos realizados para a geração dos mapas que ilustram as variáveis ambientais, além do mapa-síntese.

4.1.1 Cobertura Vegetal Arbórea

Para a criação deste mapa foram utilizadas as imagens aerofotogramétricas, elaboradas pela empresa ESTEIO e disponibilizadas pela Defesa Civil do município, e o limite da bacia. Através da ferramenta Densidade de Kernel, no *ArcGIS*, atribuiu-se a densidade de vegetação arbórea ao longo do limite da bacia, gerando valores espacializados.

O mapa de densidade de cobertura vegetal arbórea prevê a representação de qualquer espaço vegetado, dando real atenção à densidade da vegetação de determinada área. Este mapa foi produzido através da interpolação de pontos em ambiente SIG.

Para que a densidade de cobertura vegetal arbórea pudesse ser representada, identificaram-se as áreas de cobertura vegetal arbórea, tanto pública quanto privada, nas quais mostraram uma densidade visual significativa.

Segundo Nucci (2008), para tal análise seriam considerados qualquer tipo de cobertura que pudessem ser representadas em fotografias aéreas na escala 1:10000. Consideraram-se

apenas unidades de mapeamento significativas zonalmente.

Como apontado por Oke (1973, apud NUCCI, 2008), o ideal para a densidade de cobertura vegetal seria a área ter pelo menos 30% de seu ambiente vegetado, de forma homogênea. Este percentual traria certos benefícios ao ambiente urbano, como sombreamento, certo equilíbrio e conforto climático.

A estatística proveniente da ferramenta utilizada leva em consideração apenas a concentração de pontos. Quanto mais pontos ocorrem em uma área, maior é a densidade. Desta forma, pode-se identificar a concentração de vegetação arbórea, porém não se usa dados areais a partir desta representação. Por se tratar de uma análise geostatística, os resultados são definidos através da visualização espacial.

Para a elaboração dos pontos para posterior análise espacial, houve a vetorização das copas das árvores, com o auxílio de imagem aerofotogramétrica do recorte espacial, como exemplificado na Figura 3.

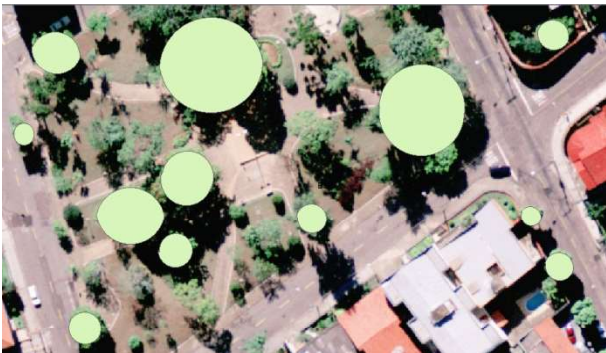


Fig. 3 - Exemplo de vetorização das áreas com cobertura vegetal arbórea para a representação da densidade.

4.1.2 Espaços livres de edificações

Para a criação do mapa de espaços livres de edificações foram utilizadas as imagens aerofotogramétricas, já citadas, os limites das regiões urbanas e o auxílio de visitas a campo. A representação das áreas com vegetação foi contemplada. Não foram levadas em conta as áreas de trânsito de automóveis, como estradas vicinais ou rodovias. De acordo com Nucci (1998) o ideal seria 5m² de espaço livre por habitante, trabalhando com a existência ou não destes espaços, além de sua presença

significativa para a população. A interpretação e análise foram de forma visual, através das imagens aerofotogramétricas.

Para a elaboração do mapa de espaços livres de edificações foram consideradas, em um primeiro momento, a distinção entre os espaços de construções, os espaços livres de edificações e os espaços de integração, (CAVALHEIRO *et al.*, 1999). Previamente foi necessária a análise do uso, ocupação e cobertura da terra. Para os espaços com edificações foram considerados todos os espaços construídos e ocupados por domicílios, estabelecimentos comerciais e indústrias. Os espaços de integração foram considerados as vias públicas de circulação, como rodovias e ferrovias.

Já para os espaços livres de edificações foram consideradas a caracterização de todos os espaços nos quais não há qualquer tipo de adensamento de domicílios, estabelecimentos comerciais e indústrias, além de vias públicas e que estejam inseridos na zona urbana da cidade.

4.1.3 Densidade populacional e densidade de renda

Para que fosse feito o mapa de densidade populacional e da situação econômica domiciliar, a partir da densidade de renda, foram utilizados os limites das regiões urbanas e os dados secundários dos domicílios e populações residentes, de acordo com os dados do Censo Demográfico de 2010 feitos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. A alta densidade se mostraria como uma variável negativa ao ambiente, assim como a baixa condição econômica domiciliar, através da baixa densidade de renda. Os valores de densidade populacional utilizados como ideais foram os considerados abaixo de 100 hab/ha.

A representação da densidade populacional foi efetuada seguindo o critério estabelecido por Nucci (2008).

As áreas das regiões urbanas consideradas para o cálculo abrangeram toda a superfície, incluindo ruas, cobertura vegetal, praças, entre outros. A partir de todas essas áreas, onde não há ocupação da população por domicílios, a densidade populacional seria diluída, diminuindo valores que poderiam ser mais altos. Entretanto, Nucci (2008) salienta em seu trabalho que não há limites de restrição em se estabelecer qual área

a ser considerada para o cálculo de densidade populacional.

Já a representação da situação econômica domiciliar através da densidade de renda foi feita segundo sua representatividade ao longo da bacia. As áreas com maiores valores de rendimentos mensais por domicílios foram consideradas áreas com melhores condições infra-estruturais, assim como as áreas com menores rendimentos mensais com condições infra-estruturais inferiores. Estas duas representações geraram um mapa no qual pôde indicar a influência da infraestrutura sobre a densidade da população.

4.1.4 Mapa de risco a ocorrência de escorregamentos

Para a criação do mapa de riscos de ocorrência de escorregamentos foi necessária a elaboração do mapa de uso, ocupação e cobertura da terra e o mapa de probabilidade à ocorrência de escorregamentos para área, sendo feito um cruzamento dos mapas através da ferramenta de sobreposição ponderada disponível no *ArcGIS*.

O plano de informação relacionado ao uso, ocupação e cobertura da terra foi feito através de visualização interpretativa de imagens aerofotogramétricas, sendo a classificação feita de acordo com o estipulado pelo IBGE (2006).

O plano de informação relacionado à probabilidade à ocorrência de escorregamentos foi elaborado pelo modelo *SINMAP* que utiliza como plataforma o *ArcGIS*, sendo necessário a utilização de curvas de nível da área (obtidas pelo perfilamento a laser *LIDAR* realizado pela empresa ESTEIO em 2007 e cedido pela Defesa Civil/PJF) para criação de um modelo digital de elevação, além de dados primários coletados por *GPS*, com auxílio de visitas a campo. Para a pesquisa foram necessários dados secundários relacionados ao solo e regime pluviométrico. O modelo utiliza a seguinte equação:

$$SI = FS = \frac{c_a + \cos \theta \left[1 - \min \left(\frac{R \times a}{T \times b \times \sin \theta}, 1 \right) \times r \right] \tan \phi}{\sin \theta} \quad (1)$$

onde:

c_a = forma adimensional da coesão;

r = é a relação entre a densidade da água e a densidade do solo úmido (ρ_w = Densidade da água; ρ_s = Densidade do solo úmido);

ϕ = Ângulo de atrito interno do solo;

θ = Declividade da encosta;

R/T = comprimento de vertente plana não saturada;

a = Área de contribuição;

b = Comprimento de contorno.

Desta forma, pode-se observar os dados inseridos no através da Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros inseridos no *SINMAP*

Parâmetros de entrada do <i>SINMAP</i>	Valores
Densidade da água [Kg/m ³]	1 x 10 ³
Ângulo de atrito interno do solo [°]	Mín. 12 Máx. 36
C = Coesão adimensional	Mín. 0,54 Máx. 0,57
ρ_s = densidade do solo [kg/m ³]	1,32 x 10 ³
g = aceleração da gravidade [m/s ²]	9,81
T/R [m]	Mín. 52 Máx. 303

A partir da elaboração destes dois planos de informação realizou-se o cruzamento e a elaboração do mapa de risco.

Atribui-se o valor de 50% no processo de ponderação para cada um dos mapas. Para as classes das legendas de cada mapa foram atribuídos valores distintos. A heterogeneidade de valores foi necessária, uma vez que para gerar distintas classes para o mapa sobreposto seria necessário pontuar as classes a serem sobrepostas de forma que o novo mapa tivesse a influência dada pelos valores.

O software *ArcGIS* disponibiliza várias escalas de avaliação para atribuição de valores para as classes dos mapas a serem sobrepostos: escala de 1 a 9, 1 a 5, 1 a 3, -1 a 1, -5 a 5 e -10 a 10. Para o presente estudo, convencionou-se a avaliação da sobreposição a partir da escala de 1 a 9, pois o mapa de uso, ocupação e cobertura da terra apresentou um total de sete classes. Na tabela 2, podem ser visualizados os valores de ponderação dados para cada classe, tanto para o mapa de probabilidade de escorregamentos, quanto para o mapa de uso, ocupação e cobertura da terra. Os valores foram arbitrados por equipe, levando em consideração a influência e o desencadeamento para o risco.

Tabela 2: Valores das classes dos mapas de uso e cobertura da terra e do mapa de instabilidade

Mapa	Classes	Valores Ponderados
Instabilidade	Alta Instabilidade	9
	Média Instabilidade	8
	Baixa instabilidade	7
	Corpos D'água	1
	Área Edificada	9
Uso, ocupação e cobertura da terra.	Vegetação Rasteira	3
	Solo Exposto	7
	Vegetação Arbórea	1
	Vegetação Mista	1
	Uso Agrícola	5

Entendeu-se que para o mapa de probabilidade a ocorrência de escorregamentos as classes seriam pontuadas com o mínimo de discrepância possível, porém a discrepância não foi descartada. Desta forma, as classes de alto, médio e baixo risco receberam pontuação 9, 8 e 7, respectivamente. Já para o mapa de uso, ocupação e cobertura da terra, entendeu-se que as áreas mais adensadas e povoadas seriam mais pontuadas, de acordo com o grau de risco. Assim, as áreas com ocupações urbanas receberam maior nota. Assim como, áreas inseridas nos aglomerados urbanos, como solo exposto, também receberam notas mais altas. Uma vez que estas áreas estão sujeitas aos eventos e estão próximas de áreas ocupadas, elas condicionam risco à população local. Isso quer dizer que usos que estão distantes de aglomerados urbanos receberam notas menores. Áreas com cobertura vegetal e corpos d'água não canalizados receberam notas pequenas, uma vez que não surte alto risco por não haver aglomerados urbanos e por não condicionar quadro ao processo de movimentação de massa.

Convencionou-se que os tipos de uso manipulados ou não pelo homem, próximos às áreas edificadas, podem influenciar de alguma forma as áreas urbanizadas gerando algum acidente, o que foi pertinente ao estudo, já que toda a bacia se encontra no perímetro urbano e contém a maior parte de sua superfície urbanizada. Por exemplo, a Figura 10 ilustra uma área da bacia com diferentes unidades de paisagem. Parte da superfície é urbanizada

com edificações e parte não é urbanizada, caracterizada por uma vegetação rasteira. Desta forma, algum evento atrelado a um movimento de massa que pode ocorrer nesta encosta caracterizada pela vegetação rasteira pode gerar perdas nas proximidades onde há edificações construídas, acarretando em um acidente.



Fig. 4 - Área no norte da Bacia com distintas unidades de paisagem, relacionadas ao tipo de uso, ocupação e cobertura da terra (área edificada, vegetação mista e rasteira).

Nas áreas de vegetação mais densa e corpos d'água teriam menores chances de ter algum risco à ocorrência de escorregamentos, devido a maior estabilidade dada as circunstâncias de coesão aparente da cobertura vegetal e dos locais com menores valores de declividade, diminuindo as chances de perda da resistência ao cisalhamento, devido ao peso do solo e ao peso da gravidade, como encontrados nas várzeas. As áreas de ocupações urbanas seriam as mais dispostas a terem algum acidente relacionado às ocorrências de escorregamentos, gerando risco.

4.2 Para a elaboração do mapa-síntese da Qualidade Ambiental

Para que o mapa síntese pudesse ser gerado, utilizou-se o procedimento de sobreposição dos cinco mapas analíticos, através do software *ArcGIS*. Esta sobreposição se deu através da soma dos atributos negativos. Assim, quanto maior a quantidade de atributos negativos de uma região, menor seria a qualidade do ambiente. Essa sobreposição foi feita por pares de mapas, como estabelecido pela metodologia de Nucci (1998). A Figura 5 ilustra como foi feita tal sobreposição.

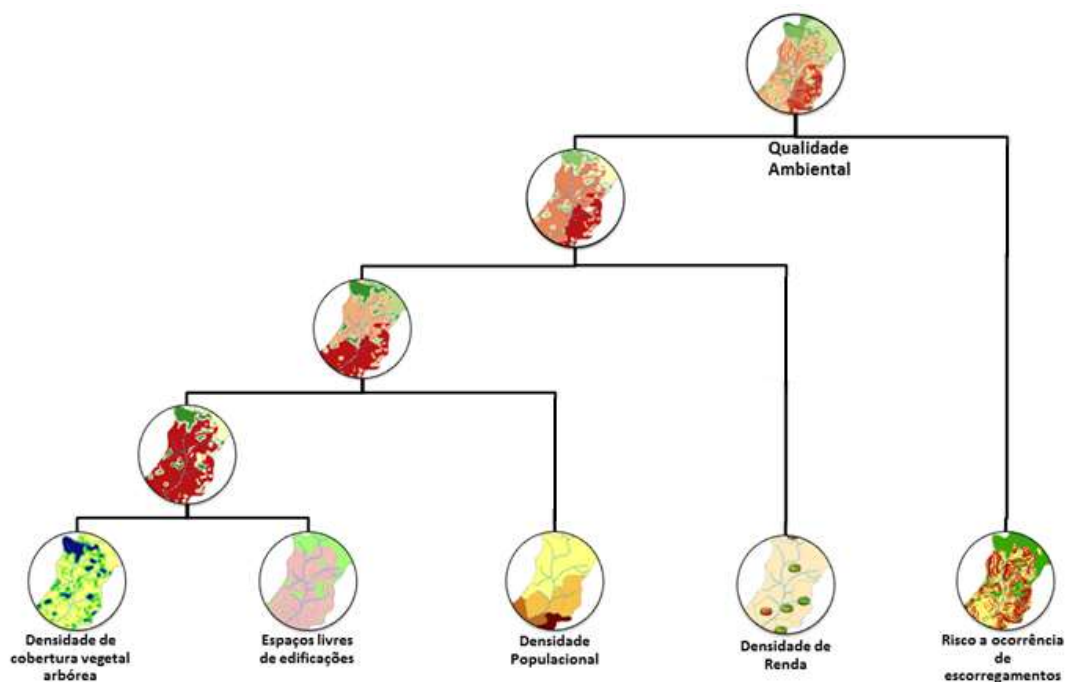


Fig. 5 - Esquema organizacional da forma de integração dos planos de informação resultando na análise da Qualidade Ambiental.

O mapa final gerou uma legenda, na qual informou a quantidade de atributos negativos de cada área da bacia, desde nenhum atributo até cinco atributos, indicando respectivamente a alta qualidade ambiental até a baixa qualidade ambiental.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são enumerados os resultados de cada plano de informação gerado, assim como o mapa-síntese, que caracteriza a Qualidade ambiental urbana da área de estudo.

5.1 Planos de Informação dos atributos ambientais

De acordo com o levantamento do uso, ocupação e cobertura da terra, identificou-se um percentual de 7,89% de cobertura vegetal, caracterizando as áreas com presença de vegetação arbórea (sem considerar a arborização de rua) em toda a bacia do Matirumbide. O baixo percentual caracteriza a bacia do Matirumbide como deficiente quando se trata da cobertura vegetal arbórea.

O mapa representado pela Figura 6 mostra que as áreas com maiores concentrações foram as que se apresentaram em tons azul e as com menores concentrações as que se apresentam em tons de amarelo.

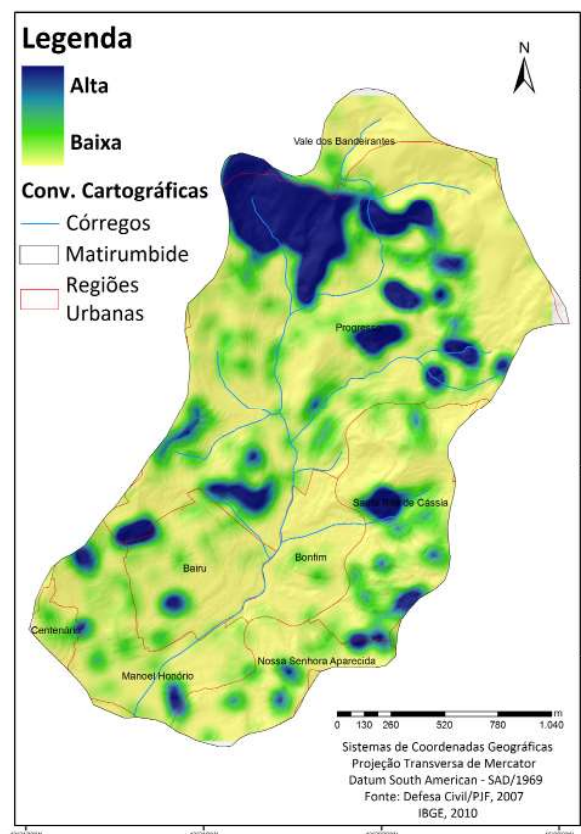


Fig. 6 - Representação da cobertura vegetal arbórea.

Porém, nem todas as áreas de vegetação representadas anteriormente são públicas. A maior parte delas é particular e não podem

ser visitadas e utilizadas pelos habitantes da região. Esta questão influenciou a representação dos espaços livres de edificações, pois a principal característica destes espaços seria a sua função pública para entretenimento e lazer dos habitantes.

Desta forma, foram encontrados seis espaços livres de edificações públicos para toda a bacia, sendo espaços pequenos e, com as respectivas áreas somadas, constituem 1,44 ha. No intuito de ilustração, a Figura 7 identifica as áreas com espaços livres particulares e públicos.

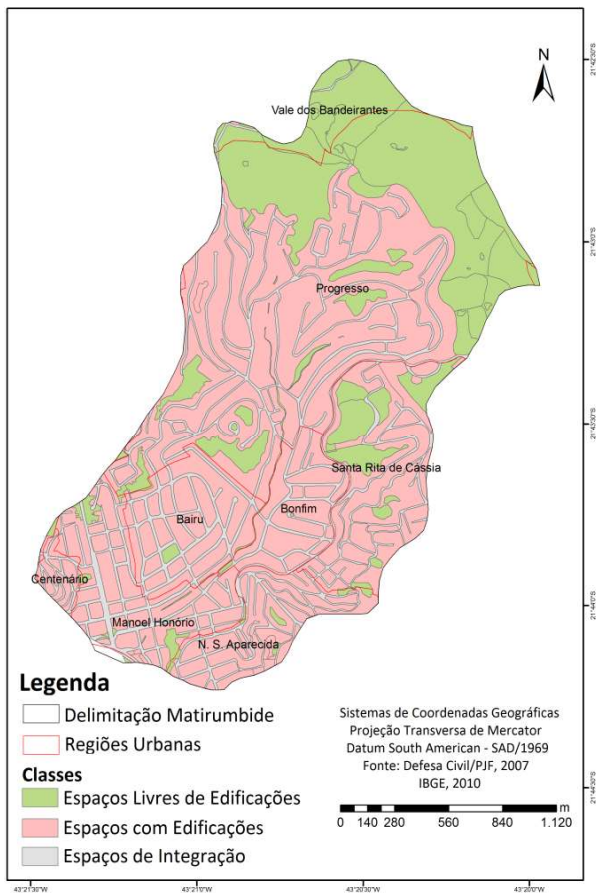


Fig. 7 - Representação dos espaços livres de edificações.

Os setores censitários que estão contidos na bacia do Matirumbide possuem 16.050 domicílios ocupados, abrigando 46.621 pessoas. Esta área representa 9% da população de Juiz de Fora, que no último censo foi diagnosticada com 516.247 habitantes, onde 95% residem na área urbana (IBGE, 2010).

A densidade populacional da bacia é de 106,29 hab/ha. Segundo os valores ideais, que seria abaixo de 100 hab/ha, a bacia do Matirumbide não estaria enquadrada em valores satisfatórios.

Ao analisar a densidade populacional por Região Urbana foi visível a concentração da população em algumas áreas. Pôde-se identificar que as regiões no sul da bacia são as que têm maior densidade populacional em relação às regiões que se encontram ao norte (Figura 8).

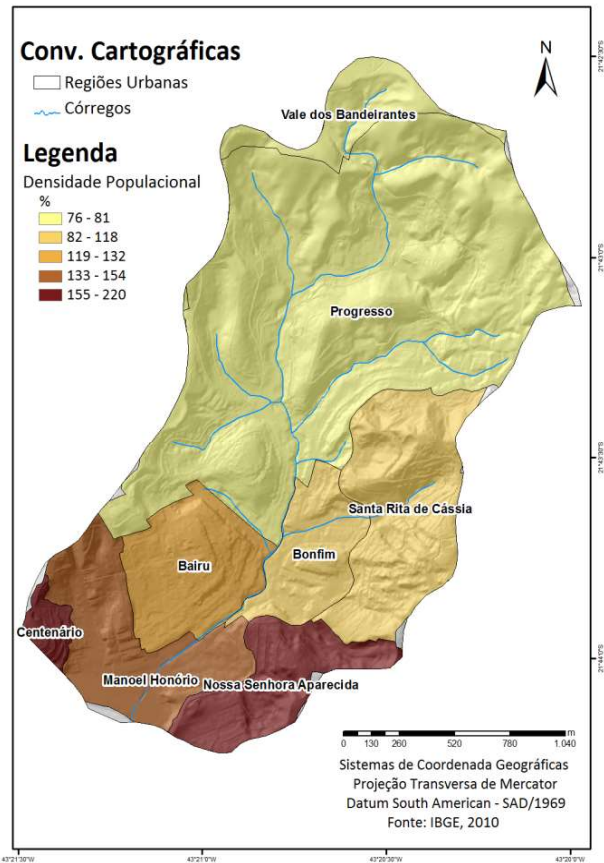


Fig. 8 - Representação da densidade populacional.

A alta densidade seria um dos fatores nos quais condicionariam uma baixa qualidade do ambiente, pois traz desconforto para a população residente e, muitas vezes, falta de infraestrutura urbana, devido à aglomeração de domicílios. Do mesmo modo, as áreas com pouca população residente também seria insatisfatória, pois seriam áreas onde as instalações e as manutenções de infraestrutura urbana se tornariam onerosas e, assim, a população residente não seria beneficiada de forma correta.

Já o mapa de Densidade de renda pode ser identificado pela Figura 9. A partir de dados do IBGE, constatou-se faixa de valores de renda, desde 1/8 do salário mínimo vigente até 10 salários mínimos vigente, de acordo com o ano da coleta do Censo Demográfico de 2010.

Constatou-se que, ao longo da bacia, havia maiores níveis de renda nas regiões urbanas que

foram localizadas ao sul e menores níveis de renda nas regiões urbanas ao norte. Além disso, constatou-se que as regiões situadas a leste foram as que mostraram menores valores de renda. A classificação das faixas de renda pôde refletir também no padrão infraestrutural da região, assim como nas condições das moradias.

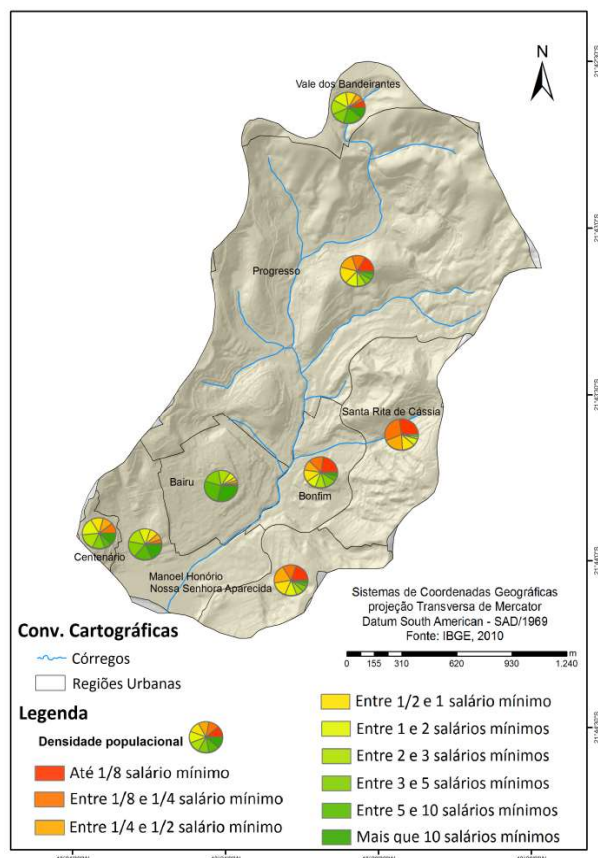


Fig. 9 - Representação da distribuição da densidade de renda por região urbana.

O mapa de risco a ocorrência de escorregamentos pode ser visualizado na Figura 10. A classe de alto risco a ocorrência de escorregamentos é caracterizada pela cor vermelho escuro. A classe de médio risco é caracterizada pela cor amarela. A classe de baixo risco é caracterizada pela cor verde.

A classe correspondente ao médio risco à ocorrência de escorregamentos foi preponderante, constituindo 49% de toda a área da bacia. A classe de baixo risco correspondeu a 27% de toda a área da bacia, seguida da classe de alto risco, correspondendo a 24% da bacia.

A área da bacia onde há maior representatividade do alto risco foi a parte leste da bacia, já identificada com maiores níveis de instabilidade. A porção norte da bacia encontrou-se baixo risco,

devido ao menor grau de ocupação desta área e também da presença significativa de cobertura vegetal (arbórea, mista e rasteira).

Ao correlacionar os resultados do mapa de risco com os níveis de instabilidade, identificou-se que parte das áreas de baixa instabilidade condicionaram em áreas de médio risco, assim como parte das áreas de média e alta instabilidade condicionaram em áreas de alto risco.

As classificações de alta e média instabilidade correspondem às três classes de maiores níveis de instabilidade gerados pelo SINMAP (instável – alta instabilidade; alto limiar de instabilidade e baixo limiar de instabilidade – média instabilidade). Na sobreposição ponderada, feita conjuntamente ao mapa de uso, ocupação e cobertura da terra, pontuaram-se com maiores valores estas duas classes, já que a favorabilidade ao processo de escorregamento seria um dos condicionantes ao risco. Assim, pontuou-se com menor valor o nível de baixa instabilidade, no qual corresponderia aos níveis menos instáveis (estável, moderadamente estável e quase estável – baixa instabilidade).

Deu-se maior pontuação a classe “área edificada” no mapa de uso, ocupação e cobertura da terra. Desta forma, as áreas edificadas sobrepostas ao mapa de instabilidade entre as classes de média e alta instabilidade condicionaria ao alto risco. Já as áreas com baixa instabilidade sobrepostas às áreas edificadas tenderiam a uma situação de médio risco, devido à influência da alta pontuação das áreas edificadas. Uma vez que a baixa instabilidade não exclui qualquer hipótese de haver o processo de escorregamento, estas áreas ainda tenderiam a um significativo risco.

Desta forma, as áreas de baixo risco a ocorrência de escorregamentos seriam aquelas com baixa instabilidade ou média instabilidade encontradas em áreas onde há qualquer tipo de uso ou cobertura vegetal, divergente da ocupação urbana consolidada. Como a área de estudo se encontra totalmente em área urbanizada, as áreas de baixo risco são poucas, com percentuais aproximados aos percentuais de alto risco e bem menores quando comparadas às áreas de médio risco. Estas áreas de baixo risco corresponderiam a áreas com proporções não significativas de acidentes, devido a ausência total ou parcial de perdas econômicas e humanas.

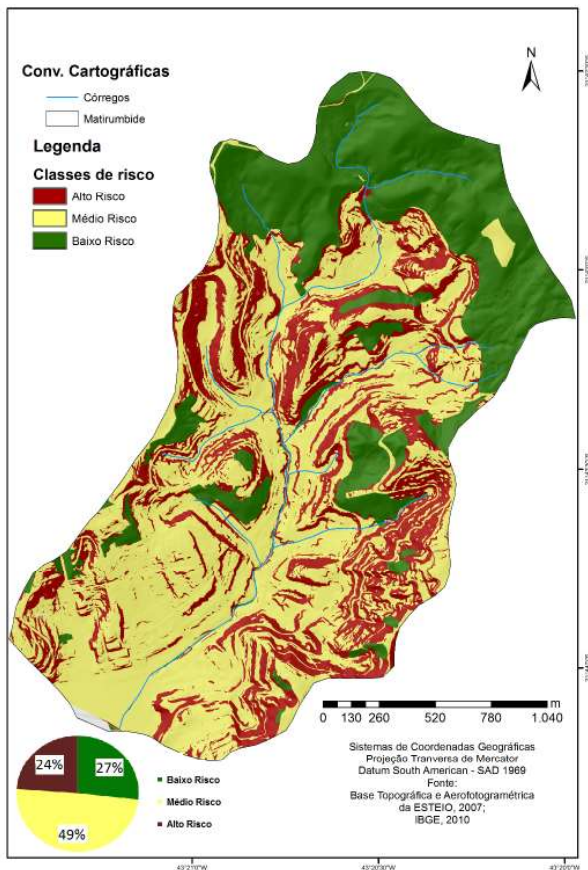


Fig. 10 - Classificação do risco a ocorrência de escorregamentos na Bacia do Matirumbide.

Desta forma, este mapa pôde traduzir que as áreas com alto risco são as que correspondem a uma baixa qualidade ambiental, de acordo que a possibilidade de acidentes condicionados aos processos morfodinâmicos, como os escorregamentos, seriam maiores nestas áreas e, portanto, seria maior o desconforto gerado pelo risco.

5.2 Classificação da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide

A sobreposição dos planos de informação teve como resultado a classificação da qualidade ambiental de toda a bacia. A Figura 11 pôde ilustrar esta classificação. As áreas correspondentes à cor verde escura indicam áreas nas quais não houve presença de atributos negativos. As áreas representadas pela cor verde são as áreas que apresentaram pelo menos um atributo negativo, entre eles: baixa densidade vegetal arbórea, a falta de espaços livres de edificações, a alta densidade populacional, a baixa densidade de renda, e o alto risco de ocorrência dos escorregamentos. As áreas representadas pela cor verde claro são áreas que

tiveram a presença de dois atributos negativos concomitantes, entre pares. As áreas identificadas pela cor rosa claro são as áreas que foram caracterizadas com três atributos negativos, entre trios, combinando os cinco atributos negativos. A cor rosa escuro identificou as áreas onde estão representados quatro atributos simultaneamente, a partir das possíveis combinações feitas com os cinco atributos. Já a cor vermelha identificou que estas áreas são caracterizadas pela presença de todos os atributos negativos.

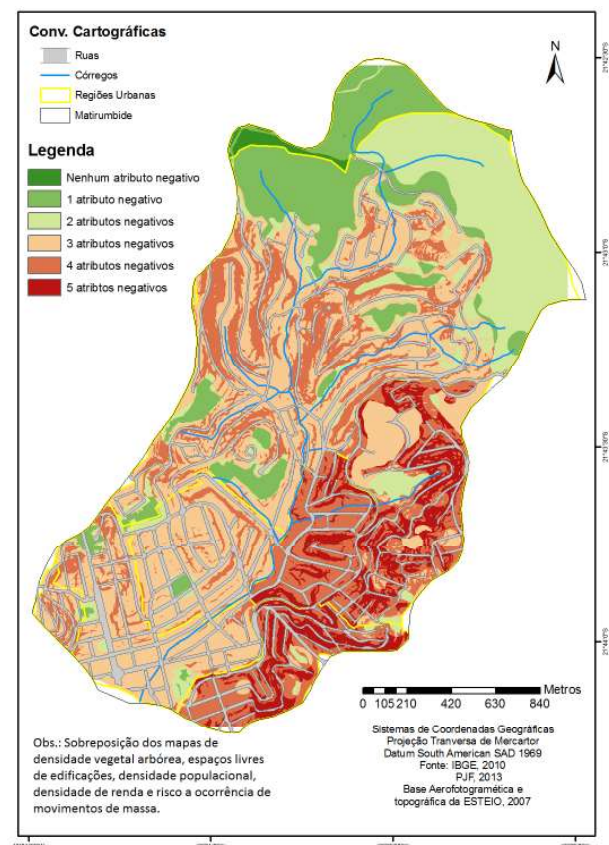


Fig. 11 - Qualidade ambiental urbana.

Identificou-se que 8% da área de estudo foi caracterizada por conter todos os atributos negativos; 25% da área foi caracterizada por ter quatro atributos negativos; 38% da área foi caracterizada por ter três atributos negativos, 16% da área foi caracterizada por ter a presença de dois atributos negativos, 12% da área foi caracterizada por ter a presença de pelo menos um atributo negativo e 1% de toda a bacia foi caracterizado por apresentar ausência de atributos negativos (Figura 12).

É importante destacar que os 8% de área com cinco atributos negativos está incluso em três regiões urbanas, situadas a leste.

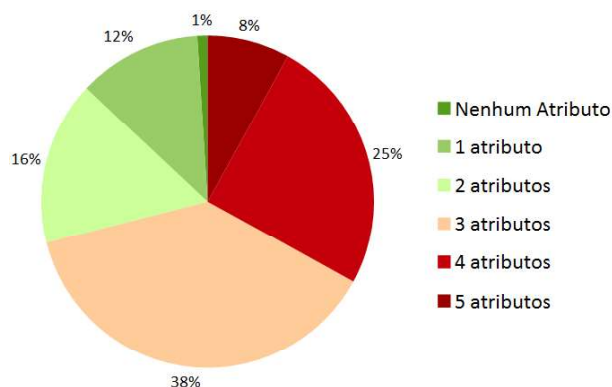


Fig. 12 - Percentual de atributos negativos da Bacia do Matirumbide.

6. CONCLUSÕES

Quanto à análise da densidade de cobertura vegetal arbórea, foram identificadas poucas áreas com densidade significativa de cobertura vegetal, devido a extensa ocupação e presença de equipamentos urbanos ao longo da bacia. Esta relação se mostrou inversa, uma vez que as áreas arborizadas deveriam ter significativa presença nos ambientes adensados para que pudesse haver equilíbrio e conforto para a população, ou seja, ter qualidade ambiental mais satisfatória. Porém, concluiu-se que, a situação encontrada é o resultado do processo de expansão de áreas urbanas sem a adoção de um devido planejamento. A solução para o aumento das áreas com cobertura vegetal viria com a implantação de espaços livres de edificações com a finalidade de ser um bem público para lazer e proporcionar pontos de equilíbrio ambiental.

A presença de espaços livres de edificações públicos em algumas áreas da bacia identifica a situação da infraestrutura urbana local. Uma vez que é necessária a presença destes espaços em áreas urbanizadas, a falta deles mostra a insuficiência de equipamentos urbanos recreativos no local. Somente três regiões urbanas apresentaram espaços livres públicos, porém alguns subutilizados. A pouca presença de espaços livres não foi relacionada com a presença de ocupações urbanas, o que se conclui é que estes não foram previstos num processo de planejamento adequado. Assim, a falta deles mostrou um tratamento impróprio à infraestrutura local.

Quanto à densidade populacional, a bacia se mostrou significativamente adensada. As áreas com maior densidade foram localizadas em

algumas áreas que não mostraram a presença de espaços livres públicos, assim como em algumas áreas que estavam mais próximas à área central da cidade de Juiz de Fora. Isso identificou que a população, em geral, busca moradias próximas as intermediações centrais da cidade, como forma de estarem mais próximas de equipamentos urbanos, mais complexos. Conclui-se então que a população residente nas áreas com melhor infraestrutura urbana e que possui maiores possibilidades de escolha, seria a com melhor condição de renda.

As áreas com maior probabilidade a ocorrência de escorregamentos foram encontrados onde há acentuada declividade. Quanto à probabilidade, a área de estudo foi considerada parcialmente instável, uma vez que apenas as áreas com alta declividade condicionaram a uma alta instabilidade. De maneira geral, o SINMAP mostrou resultado satisfatório para a pesquisa. Além de se apresentar como um modelo de baixo custo e rapidez operacional.

Quanto à análise do risco a ocorrência de escorregamentos, a bacia mostrou 24% do total da sua área com alto risco. As áreas com maior representatividade foram às situadas a leste da bacia. Concluiu-se que as áreas caracterizadas pelo alto risco foram as que apresentaram maior grau de declividade, além do expressivo adensamento populacional e a densidade baixa de renda.

Quanto à análise da Qualidade Ambiental da bacia do Córrego Matirumbide, 38% da área total mostrou pelo menos três atributos negativos. Conclui-se que a bacia mostrou níveis de qualidade ambiental parciais.

O principal ponto de contrariedade entre as regiões de melhor e pior qualidade ambiental está atrelada a condição de renda. Identificando que a condição de renda está relacionada ao poder para escolher locais de moradia, conclui-se que houve discrepância no resultado da qualidade ambiental em certas áreas devido à condição de renda e a escolha de áreas com melhores condições para se viver.

Conclui-se, então, que a representação cartográfica de características paisagísticas como, um atributo ainda não utilizado em trabalhos anteriores de Qualidade Ambiental, o risco a ocorrência de escorregamentos, atrelada a outros atributos, como a densidade populacional

e a densidade de renda, assim como a presença de cobertura vegetal e de espaços livres, mostrou viabilidade no diagnóstico de padrões espaciais nos quais podem interferir na qualidade do ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos - SPI. **Estudo da Dimensão Territorial para o Planejamento: Volume IV - Estudos Prospectivos - Escolhas Estratégicas**. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Brasília: MP, 2008. 288 p. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br>. Acesso em: 18 Out 2012.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. Proposição de terminologia para o verde urbano. In: **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Rio de Janeiro, Ano VII, n.3, jul/ago/set, 1999.

CEREZO, A. O. Chuvas em Juiz de Fora: número de registros é o maior nos últimos 10 anos na Defesa Civil. **Tribuna de Minas**, Juiz de Fora, 19 de janeiro de 2007. Caderno Geral, p. 4.

CERRI, L. E. D. S. e AMARAL, C. P. D. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. D. S. e BRITO, S. N. A. D. (Ed.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE, 1998. p.301-310.

CHEVALIER, S., CHOINIERE, R., BERNIER, L. **User Guide to 40 Community Health Indicators**. Community Health Division, Health and Welfare Canada, Ottawa, 1992.

FERNANDES, N. F. e AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Ed.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro 2006. p.123-194.

FERREIRA, C. C. M. Estudo do comportamento do período chuvoso em Juiz De Fora – MG: eventos extremos e impactos hidro meteorológicos. In: **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v.1, v.5, p.953 – 963, 2012.

GALLOPIN, G. C. Indicators and Their Use: Information for Decision-making. In: MOLDAN, B.; BILLHARZ, S. **Sustainability Indicators: report of the project on indicators of sustainable development**. SCOPE 58, 1997. Disponível em: <http://www.scopenvironment.org/downloadpubs/scope58/ch01-introd.html>.

Acesso em 18 Out 2012.

GROSTEIN, M. A. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos insustentáveis. **São Paulo em Perspectiva**, v.15,n.01, p.13 – 20, 2001.

HOLLING, C.S; JOHN WILEY, S.; CHICHESTER. **Adaptive Environmental Assessment and Management**, 1978. 402p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 2ª ed. Manuais técnicos em Geociências, número 7. Rio de Janeiro, 2006. 171p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico de 2010**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_sinopse.shtm. Acesso em 18 Out 2012.

LIMA, V. **Análise da Qualidade Ambiental na cidade de Oswaldo Cruz/SP** (Dissertação) Unesp, 2007. 148p.

MINAKI, C. **Qualidade ambiental urbana em Guararapes/SP**. Dissertação de Mestrado. Univesidade Estadual Paulista – Presidente Prudente, 2009. 164 p.

MINAS GERAIS, Sistema Estadual do Meio Ambiente. **Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais - Legenda Expandida**, 2010. Disponível em: <http://www.dps.ufv.br/docs/Legenda%20expandida-Mapa%20de%20Solos.pdf>. Acesso em 05 set 2012.

MORGENSTERN, N. R. e SANGREY, D. A. Methods of Stability Analysis. In: SCHUSTER, R. L. e KRIZEK, R. J. (Ed.). **Landslides: Analysis and Controls**. Washington D.C.: NAS-NRC, 1978. p.155-171.

NUCCI, J. C. Metodologia para a determinação da qualidade ambiental urbana. **Revista do departamento de Geografia**. n.12, p.209 – 224, 1998.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. Curitiba: Edição do próprio autor, 2008. 235p.

O'LOUGHLIN, E. M. Prediction of Surface Saturation Zones in Natural Catchments by Topographic Analysis. In: **Water Resources Research**. 22: 794-804 p. 1986.

PACK R.T., TARBOTON D.G., GOODWIN C.N.. **Terrain stability mapping with SINMAP**,

- technical description and users guide for version 2.00.** Report Number 4114-0, Terratech Consulting Ltd., Salmon Arm, Canada, 1998. 68 p.
- PRETO, M. H. F. **Sistema de espaços livres públicos: uma contribuição ao planejamento local.** (dissertação). Universidade de São Paulo – USP, 2009, 273 p.
- QUEIROGA, E. F. Sistemas de espaços livres e esfera pública em metrópoles brasileiras. In: **Revista Resgate**, v.XIX, n.21, p. 25-35, 2011
- SILVA, J. Cidades arrasadas pelas chuvas contabilizam prejuízos. **Tribuna de Minas**, Juiz de Fora, 20 de dezembro de 2008. Caderno Geral, p. 4.
- SUKOPP, H.; WERNER, P. **Naturaleza en las ciudades.** Madri, 1991. 276p.
- VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** 2ª ed – Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 256p.
- Z Aidan, R. T.; FERNANDES, N. F. Zoneamento de susceptibilidade a escorregamentos em encostas aplicado à bacia de drenagem urbana do Córrego do Independência - Juiz de Fora (MG). In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 2, 2009, p.57 – 76.