

Revista Brasileira de Cartografia (2012) N^o 64/5: 635-643
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

O USO DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO NO MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE SOCIAL DA ÁREA URBANIZADA DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG

Use of Multi-criteria Analysis to Map the Social Fragility of the Urbanized Area the City of Viçosa - MG

Afonso de Paula Santos ¹; Silvia Fernandes Rocha ²; Marcos Vinicius Sanches Abreu ¹; Maria Lúcia Calijuri ¹ & Pollyana Martins Santos ³

¹Universidade Federal de Viçosa - UFV

Departamento de Engenharia Civil

Avenida P. H. Rolfs, s/n, Campus Universitário 36570-000 Viçosa – MG
afonso.santos@ufv.br; marcos.abreu@ufv.br; calijuri@ufv.br

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Coordenadoria de Transportes

Avenida Vitória, 1779, Jucutuquara, 29040-780 Vitória – ES
silvia@ifes.edu.br

³Universidade Federal de Viçosa – UFV

Departamento de Economia Doméstica

Avenida P. H. Rolfs, s/n, Campus Universitário 36570-000 Viçosa – MG
pollyana.santos@ufv.br

Recebido em 05 de julho, 2011/ Aceito em 18 de setembro, 2011

Received on July 05, 2011/ Accepted on September 18, 2011

RESUMO

O planejamento de um município pressupõe um processo onde se faz necessário o diagnóstico dos problemas sociais, ambientais e econômicos, assim como a propositura de medidas para minimizar os impactos correspondentes. Diante disto, a União estabeleceu por meio do Estatuto das Cidades (2001) mecanismos legais que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem-estar dos cidadãos e do equilíbrio ambiental. Dentre estes, destaca-se o Plano Diretor, instrumento obrigatório para os municípios que possuem mais de vinte mil habitantes. O município de Viçosa, localizado na Zona da Mata – MG, foi escolhido para o presente estudo por apresentar características relevantes no processo de planejamento municipal. Em Viçosa, o Plano Diretor foi instituído no ano 2000, com o objetivo de “orientar a atuação do poder público e a iniciativa privada, no ordenamento territorial”; e assegurar a todos “condições adequadas de conforto e atendimento prioritário aos segmentos populacionais socialmente mais vulneráveis”. As propostas descritas estão relacionadas basicamente à oferta de serviços públicos essenciais (abastecimento de água, serviço de esgoto, coleta de lixo, acessibilidade), fatores ambientais (hidrografia e declividade) e condições socioeconômicas (educação, renda e longevidade), questões que, conjugadas, estabelecem o chamado *conforto domiciliar* e a *fragilidade social*. O objetivo do trabalho foi o de identificar as áreas socialmente fragilizadas do município de Viçosa, o que pode contribuir para o estabelecimento de prioridades e para a eficácia na aplicação de políticas públicas. A metodologia proposta para a

construção do trabalho envolveu a aplicação de técnicas de sistema de informações geográficas por meio de análise multicritério, em função da possibilidade de combinação das variáveis relacionadas ao conforto domiciliar e ao índice de desenvolvimento humano e, como resultado dessa combinação, a elaboração do Mapa de Fragilidade Social. Os resultados demonstraram que, quanto mais próximo das áreas rurais, a oferta dos serviços públicos é mais precária, assim como mais desfavoráveis as condições socioambientais e econômicas, o que aponta para uma maior fragilidade social nestes locais.

Palavras chaves: Fragilidade Social, Planejamento Urbano, Conforto Domiciliar, Análise Multicritério, SIG.

ABSTRACT

A municipal planning requires a diagnostic of the social, environmental and economic problems, as well as the proposition of measures to minimize their impact. Given this, the Brazilian Federal Government established by the Statute of the Cities (2001) a legal mechanism that regulates the use of urban property in favor of the well-being of the citizens and the environmental balance. Among these, there is the Director Plan, obligatory tool for cities with more than twenty thousand inhabitants. The city of Viçosa, located in the Zona da Mata - MG, was chosen for this study by presenting relevant characteristics in the process of municipal planning. In Viçosa, the Director Plan was instituted in the year 2000, aiming to “guide the action of public and private initiatives, on territorial order”, and ensuring to all “appropriate conditions of comfort and a priority care to the more socially vulnerable segments of the population”. The proposals described are basically the provision of essential public services (water supply, sewerage, garbage collection, accessibility), environmental factors (hydrology and slope) and socioeconomic conditions (education, income and longevity), issues that, combined, establish the so-called *residential comfort* and *social fragility*. The objective was to identify the socially vulnerable areas of the municipality of Viçosa, which may contribute to the establishment of priorities and the effectiveness in the implementation of public policies. The proposed methodology for this work involved the application of techniques of geographic information system by means of multi-criteria analysis, in function of the combination of variables possibly related to the *residential comfort* and the human development index and, as a result of this combination, the elaboration of the map of social weakness. The results showed that closer to the rural areas, the provision of public services is more precarious, as well as social, environmental and economic conditions are more adverse, which points to a more social fragility in these locations.

Keywords: Social Fragility, Urban Planning, Comfort at Home, Multi-criteria Analysis, GIS.

1. INTRODUÇÃO

O planejamento municipal no Brasil tem sido alvo de muitas discussões em função principalmente, do desequilíbrio nos setores econômico, social e ambiental. Sabe-se que em muitos locais a ocupação irregular tem ocorrido com frequência e, com isso, as ações destinadas ao desenvolvimento do município ficam cada vez mais comprometidas.

Nesse contexto, a União estabeleceu por meio do Estatuto da Cidade, “normas de ordem pública que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança, do bem-estar dos cidadãos e do equilíbrio ambiental” (BRASIL, 2001).

Dentre os instrumentos da política pública de desenvolvimento e expansão urbana destaca-se o Plano Diretor, que tem a finalidade de orientar os planejadores no processo de construção dos espaços urbano e rural, assim como na oferta dos

serviços públicos essenciais, visando assegurar melhores condições de vida para a população.

Como cenário do presente estudo, foi escolhida a cidade mineira de Viçosa, que, segundo dados do IBGE (2011), apresenta uma população de 72.220 habitantes, distribuídos dentre 67.305 habitantes na área urbana, e 4.915 habitantes na área rural, além de uma significativa população flutuante composta de estudantes das universidades e demais instituições de ensino localizadas no município. Viçosa possui Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,809, correspondente à 25ª posição entre os 853 municípios de estado de Minas Gerais.

A proposta do município de Viçosa/MG para os trabalhos se deu em virtude de seu traçado urbano nitidamente caracterizado pela ocorrência de ocupação irregular e vazios urbanos, já que este fato, associado ao crescimento populacional

acelerado, pode ser um fator relevante a comprometer a qualidade dos serviços públicos essenciais oferecidos pelo município. Neste sentido, Abreu *et al* (2011) aponta que alguns bairros de Viçosa apresentam retratos da marginalização causados pela desigualdade socioespacial e exclusão social de boa parcela da população da cidade.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi a elaboração do mapeamento do conforto domiciliar e da fragilidade social na área urbanizada de Viçosa-MG, por meio de análise multicritério e assim, ao se identificarem as áreas mais vulneráveis do município, construir-se uma base de dados capaz de orientar o Poder Público municipal para o estabelecimento de prioridades e eficácia na aplicação de políticas públicas.

Em atendimento ao comando constitucional que estabelece o Plano Diretor como obrigatório para municípios com mais de 20 mil habitantes, o Plano Diretor de Viçosa foi instituído pela Lei municipal 1.383, de 25 de maio de 2000, tendo como objetivo: “orientar a atuação do poder público e da iniciativa privada, prevendo políticas, diretrizes e instrumentos para assegurar o adequado ordenamento territorial, a contínua melhoria das políticas sociais e o desenvolvimento sustentável do Município, tendo em vista as aspirações da população” (MINAS GERAIS, 2000).

A Lei 1.383/2000 prevê ainda em seu artigo 17, incisos I e III o direito de todos os munícipes à moradia, devendo-se orientar pelos seguintes pressupostos:

“I - garantia de condições adequadas de higiene, conforto e segurança às moradias;

III - atendimento prioritário aos segmentos populacionais socialmente mais vulneráveis”.

O comando contido no inciso I diz respeito à disponibilização de serviços públicos essenciais, como saneamento básico, saúde, acessibilidade, educação e segurança; percebe-se desta maneira que a forma como tais serviços são ofertados pelo município está diretamente relacionada às condições de conforto domiciliar. Por outro lado, a conjugação de outros dados como aspectos ambientais, sócio-econômicos e longevidade, pode permitir a identificação dos segmentos populacionais socialmente mais frágeis dentro do município, o que tornaria possível o cumprimento da determinação contida no inciso III do artigo 17, qual seja o

atendimento prioritário às comunidades mais fragilizadas.

A identificação das áreas socialmente mais vulneráveis reveste-se de grande importância para o poder público, já que esta é um instrumento hábil a orientar ações efetivas em áreas prioritárias, de modo a melhorar a oferta de equipamentos básicos de saneamento básico, oferta de renda, saúde e educação, entre outros fatores. Essa identificação de áreas vulneráveis pode ser facilmente obtida por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG): Carvalho e Moura (2010) analisaram o perfil da fragilidade social do município de Sabará – MG, utilizando sistema de informações geográficas e dados socioeconômicos do censo 2000, como apoio ao planejamento e gestão pública.

Os dados do censo são disponibilizados por setores censitários, que segundo IBGE (2000) é “a menor unidade territorial, com limites físicos identificáveis em campo e com dimensão adequada à operação de pesquisas”. Os dados do censo são coletados por setor e disponibilizados de forma agregada pelo mesmo setor. Suas delimitações são baseadas de forma a aperfeiçoar a coleta de dados censitários por parte dos recenseadores. Cada setor engloba de 250 a 400 domicílios.

Abreu *et al* (2011) propõe como suporte nesses trabalhos a aplicação de técnicas de análise espacial. A análise espacial é o conjunto de técnicas matemático-computacionais que operam sobre um conjunto de dados georreferenciados de modo a auxiliar o analista no entendimento da dinâmica de determinado fenômeno, dando suporte para a tomada de decisões.

No processo de tomada de decisão em um SIG, um dos métodos mais importantes é a análise multicritério. Neste método, são possíveis duas técnicas: a) a análise *booleana*, onde todos os critérios são combinados com a utilização de operadores lógicos de interseção e união (AND e OR, respectivamente), gerando um resultado e/ou mapa booleano; b) a técnica de combinação ponderada, onde todos os critérios são normalizados de acordo com uma escala e agregados a partir de conjuntos de pesos. Na combinação ponderada existem as técnicas de Combinação Linear Ponderada (WLC) e a Média Ponderada Ordenada (OWA) (CHEN e ZHU, 2010; JIANG e EASTMAN, 2000).

Na análise booleana existe o problema relacionado à definição de limites (fronteiras) rígidos para os critérios, associando incertezas e erros no resultado final. Já na análise de combinação ponderada, é usual a utilização de técnicas *fuzzy*, criada por Loft Zadeh em 1956, que tem como objetivo a indefinição de fronteiras entre as classes, além da normalização dos vários critérios em uma mesma escala. A técnica *fuzzy* pode reduzir significativamente a propagação de erros relacionado a um limite do critério (CALIJURI, et al., 2007; BURROUGH, 1992).

Segundo Rodrigues (2001) várias funções *fuzzy* podem ser utilizadas para reger a variação entre o ponto mínimo (a partir do qual os valores dos critérios começam a contribuir para a tomada de decisão), e o ponto máximo. Algumas das funções mais utilizadas, designadas por funções *fuzzy* são: Sigmoidal, Linear e J Shaped. A seleção dos pontos de controle (máximos e mínimos da função) é um dos aspectos críticos no processo de normalização.

Na análise multicritério, “Decisão” é definida como escolha de alternativas que podem representar diferentes ações, localizações, planos, hipóteses. “Critério” representa uma condição que pode ser quantificada ou avaliada. Os critérios podem ser: restrições ou fatores. Uma restrição é um critério que limita as alternativas em consideração na análise. Um fator é um critério que acentua ou diminui a aptidão de uma determinada alternativa para o objetivo em causa (EASTMAN *et al.*, 1995).

Ressalta-se que quando a análise multicritério é realizada para um município devem-se avaliar as considerações para área urbana e rural. Os mesmos *fatores* ou *restrições* são tratados de forma diferenciada em função das características específicas de cada área. Por exemplo: a proximidade de um curso d’água é diferenciada em meio urbano e rural: enquanto na área urbana a proximidade à hidrografia representa condições desfavoráveis (como vetor de doenças ou possibilidade de enchentes, por exemplo, o que tornaria estas áreas mais frágeis), no meio rural a mesma condição representa, por sua vez, melhorias de irrigação e abastecimento d’água, contribuindo para menor fragilidade nestas localidades.

Para a análise da fragilidade social, em nível municipal, devem-se realizar análises separadas para a área urbana e rural e posteriormente integrar as

duas. Assim sendo, este trabalho priorizou a área urbanizada do município de Viçosa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O Município de Viçosa está localizado ao norte da Zona da Mata de Minas Gerais, a 229 km da capital do estado, Belo Horizonte. Situado entre as latitudes de 20° 41’ 20” S a 20° 49’ 35” S e, entre as longitudes de 42° 49’ 36” W a 42° 54’ 27”

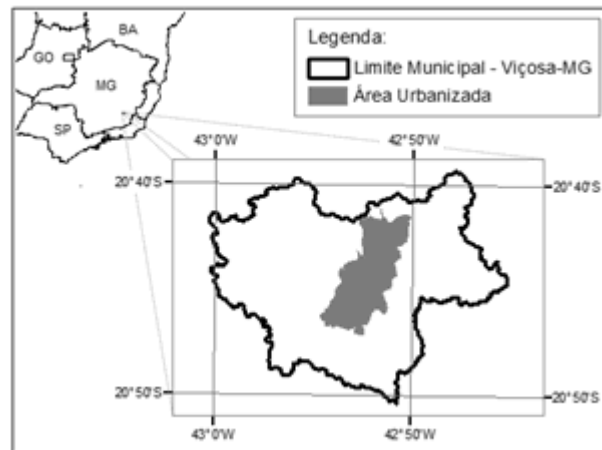


Fig. 1 – Mapa de localização da área de estudo.

W, a uma altitude média de 650 metros, o município abrange uma área de 300,2 km² (Figura 1).

Para o desenvolvimento da metodologia proposta foram utilizados os seguintes materiais:

- Dados vetoriais e atributos dos Setores Censitários (IBGE, 2000): Abastecimento de água, Coleta de Lixo, Serviço de Esgoto e número de moradores por domicílio;
- Dados cartográficos, escala de 1:50.000, provenientes do Projeto Viçosa Digital, parceria público privada entre o Sistema Autônomo de Água e Esgoto do município (SAAE) e a empresa Iplanus Engenharia: hidrografia, limites dos setores censitários, bairros e logradouros do município de Viçosa;
- Dados cartográficos provenientes das cartas topográficas (escala 1:50.000): modelo digital de elevação (MDE) e hidrografia. O MDE foi gerado com resolução espacial de 10 metros, utilizando as curvas de nível, em equidistância vertical de 20 metros, e pontos cotados;
- Dados vetoriais sobre o IDH de Viçosa para cada setor censitário, obtidos de Abreu *et al* (2011).

A base de dados e as análises foram geradas nos softwares ArcGIS 9.3 e IDRISI ANDES.

É preciso ressaltar que foi utilizada no trabalho a base cartográfica na escala 1:50.000, que, apesar de não ser a ideal para análises urbanas, é atualmente a mais acurada existente para o município de Viçosa.

2.1 Elaboração do mapa de conforto domiciliar

Para a identificação do conforto domiciliar foram considerados como restrição os setores censitários considerados urbanos, excetos os distritos de Viçosa. Como fatores, consideraram-se os dados do ano 2000 do setor censitário referente ao abastecimento de água, serviço de esgoto, coleta de lixo e número de moradores por domicílio, e os dados cartográficos sobre hidrografia, tipos de pavimentos nas vias públicas e a declividade do terreno.

Para a avaliação dos diferentes fatores utilizou-se a lógica *fuzzy*, atribuindo-se aos fatores pesos variando de 0 a 255 e considerando que, quanto menor o peso, maior o conforto domiciliar.

A criação dos fatores de abastecimento de água, coleta de lixo, disposição do esgoto e número de moradores por domicílio. As tabelas dos setores censitários contêm vários itens para cada fator, sendo

Tabela 1 – Pesos utilizados para a criação do fator de abastecimento de água.

Tipo de Abastecimento de Água	Código IBGE	Peso
Serviço Água (canaliz. casa / terreno)	V0019	10
Serviço Água (canalizada terreno)	V0020	50
Poço/Nascente (canaliz. casa/terreno)	V0022	150
Poço/Nascente (canalizada terreno)	V0023	200
Poço/Nascente (não canalizada)	V0024	255
Outra forma (canalizada casa / terreno)	V0025	150
Outra forma (canalizada terreno)	V0026	200
Outra forma (não canalizada)	V0027	255

Tabela 2 – Pesos utilizados para a criação do fator de serviço de esgoto.

Tipo de Serviço de Esgoto	Código IBGE	Peso
Domicílios com rede geral de esgoto	V0030	10
Domicílios com fossa séptica	V0031	70
Domicílios com fossa rudimentar	V0032	150
Domicílios com vala	V0033	200
Domicílios disposição Rio/Lagos/Mar	V0034	255
Domicílios disposição outro escoadouro	V0035	255
Domicílios sem banheiro	V0036	255

Tabela 3 – Pesos utilizados para a criação do fator de coleta de lixo.

Tipo de disposição do Lixo	Código IBGE	Peso
Lixo coletado (Serviço de Limpeza)	V0049	10
Lixo coletado (Caçamba)	V0050	50
Lixo Queimado	V0051	150
Lixo Enterrado	V0052	230
Lixo jogado terreno baldio/logradouro	V0053	240
Lixo jogado em rios	V0054	255
Outro destino	V0055	255

Tabela 4 – Pesos utilizados para a criação do fator de número de moradores.

Números de Moradores	Código IBGE	Peso
1 a 2 moradores	V0056 / 57	10
3 a 5 moradores	V0058 / 59 / 60	50
6 a 8 moradores	V0061 / 62 / 63	150
9 a 10 moradores	V0064 / 65	230

que a cada item foi atribuído um peso de 0 a 255, conforme apresentado na Tabela 1, 2, 3 e 4.

Após definidos os pesos, estes foram aplicados para cada item, gerando assim um valor de fragilidade para cada setor censitário. A equação 01 demonstra a construção do fator de abastecimento de água:

$$Fragilidade_Agua = ((V0019/n)*10) + ((V0020/n)*50) + ((V0022/n)*150) + ((V0023/n)*200) + ((V0024/n)*255) + ((V0026/n)*150) + ((V0027/n)*200) + ((V0028/n)*255)$$

onde n é o número de domicílios em cada setor censitário.

Para fatores como hidrografia, tipos de pavimentação (asfalto, calçamento e terra) e declividade foram feitas as seguintes considerações:

- *Quanto mais distante do curso d'água, maior o conforto.* Utilizou-se de uma função linear decrescente onde o valor de fragilidade igual a 255 correspondia à distância 0 (zero) do curso d'água e fragilidade igual a 0 (zero) para uma distância maior que 500 metros do curso d'água;

- *Quanto mais perto de uma via, maior o conforto,* sendo que a pavimentação do tipo asfalto e calçamento têm um conforto maior que o tipo terra. Utilizou-se uma função linear

crescente. No asfalto, a fragilidade 255 correspondia à distância de 500 metros da via, e a fragilidade 0 (zero) a uma distância de 0 (zero) metros da via. No pavimento do tipo calçamento a fragilidade 0 (zero) correspondia a uma distância negativa de 200 metros, logo a fragilidade 43 correspondia a uma distância de 0 (zero) metros da via. No pavimento tipo terra, a fragilidade 0 (zero) correspondia a uma distância negativa de 400 metros, sendo a fragilidade 113 correspondente a distância 0 (zero) metros da via;

· *Quanto maior a declividade, menor o conforto.* Utilizou-se uma função linear crescente, onde a fragilidade 0 (zero) correspondia a uma declividade 0% e a fragilidade 255 a uma declividade maior que 30%.

Após a geração dos fatores, foi aplicada a comparação par a par entre os fatores, em termos de sua importância relativa. Os valores de importância para os fatores foram obtidos a partir da matriz de comparação par a par pelo método AHP (Processo Hierárquico Analítico) proposto por Saaty (1980). Logo, foram calculados um conjunto de pesos e a razão de consistência (CR – *consistency ratio*). O valor da CR menor que 0.1 indica uma boa consistência, valores acima de 0.1 indicam que a matriz requer revisão (CHEN e ZHU, 2010).

A ordem de importância dos fatores, bem como os pesos e a razão de consistência são apresentados na Tabela 5.

Para a definição da ordem de importância dos fatores deu-se prioridade aos pontos-chaves do saneamento básico como abastecimento de água, serviço de esgoto e coleta de lixo. Após considerou-

Tabela 5 – Pesos obtidos pela matriz de comparação par a par pelo método AHP.

Fatores	Matriz	Peso
1. Abastecimento Água	1 (igual importância)	0.2189
2. Serviço Esgoto	1 (igual importância)	0.2189
3. Coleta Lixo	1 (igual importância)	0.2189
4. Declividade	1/3 (menos importante)	0.0953
5. Vias Terras	1/3 (menos importante)	0.0953
6. Vias Calçamento	1/5 (muito menos import.)	0.0382
7. Vias Asfalto	1/5 (muito menos import.)	0.0382
8. Nº de Moradores	1/5 (muito menos import.)	0.0382
9. Hidrografia	1/5 (muito menos import.)	0.0382
Razão de Consistência (CR) =		0.01

se a declividade e a vias com pavimentação de terra. As vias de calçamento e asfalto, número de moradores e a distância da hidrografia foram considerados de menor prioridade para a análise do conforto domiciliar. O fator hidrografia, por exemplo, não influencia muito no conforto domiciliar para a cidade de Viçosa, sendo infreqüentes ocorrências de vetor de doenças e não existindo enchentes, devido a regularização da vazão dos cursos d'água pelas lagoas no campus da Universidade Federal de Viçosa.

Uma vez normalizados todos os fatores na escala de 0 a 255 e definida a ordem de importância com seus respectivos pesos, obtidos pelo método AHP, estes fatores podem ser agregados (combinados) de acordo com o método da Média Ponderada Ordenada (OWA). Esta técnica desenvolvida por Yager (1988) considera outro conjunto de pesos (chamados de *order weights*), que não são correlacionados com os fatores, mas que são aplicados aos fatores após sua ordenação, ordenação esta dada após a aplicação dos pesos pelo método AHP. Maiores detalhes do cálculo OWA podem ser encontrados em Yager (1988) e CHEN e ZHU (2010).

O conjunto de pesos para o método OWA foi definido conforme apresentado na Tabela 6. De notar-se que os maiores pesos estão no final do conjunto, isto para que seja dada maior ênfase aos pixels de maior valor, já que os pesos são aplicados aos valores ordenados. Assim, o resultado final da análise multicritério dará maior ênfase à fragilidade, ou seja, onde há um menor conforto domiciliar.

2.2 Elaboração do mapa de fragilidade social

Tabela 6 – Conjuntos de pesos para aplicação do método OWA.

Ordem	Peso
1	0.06
2	0.06
3	0.06
4	0.09
5	0.09
6	0.16
7	0.16
8	0.16
9	0.16

Para o mapeamento da fragilidade social foram aplicados o conforto domiciliar e o índice de desenvolvimento humano, que considera renda, educação e longevidade.

Com relação ao desenvolvimento humano, o IDH de Viçosa é de 0,809, tido como alto para a realidade brasileira. Na dimensão renda, Viçosa apresenta um índice de 0,741, enquanto que, no âmbito longevidade, o índice é de 0,756. O maior destaque é o sub-índice educação, com valor de 0,929 (ABREU, 2009)

Para a elaboração do mapa, foi necessário re-escalonar os valores do IDH, que variam de 0 a 1, para a escala de 0 a 255. Neste raciocínio, o valor 0 (zero) do IDH corresponde ao valor de 255, e o valor do IDH igual a 1 ao valor de 0 (zero). Ou seja, quanto maior o valor na escala 0 a 255, maior a fragilidade.

Com o mapa de IDH e o mapa de conforto domiciliar na mesma escala de 0 a 255, foi aplicada

Tabela 7 – Conjuntos de pesos utilizados na análise multicritério da fragilidade social.

Fatores	Peso AHP	Ordem	Peso OWA
1. Conforto Domiciliar	0.5	1	0.4
2. IDH	0.5	2	0.6

a análise multicritério, adotando-se as técnicas AHP e OWA. A Tabela 7 apresenta os pesos provenientes do método AHP e os pesos utilizados na técnica OWA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Mapa de conforto domiciliar

Por meio do Mapa de conforto domiciliar (Figura 2) verificou-se que os resultados com menor conforto domiciliar (maior valor na escala de 0 a 255) foram identificados para os bairros Bom Jesus, Estrelas, Nova Viçosa, Novo Silvestre, Inácio Martins, com valores em torno de 130. O valor máximo de 195 foi obtido em área rural, mas que o setor censitário classificava-o como urbano.

Por esta razão, estes bairros correspondem às áreas mais fragilizadas em função das variáveis relacionadas aos serviços públicos ofertados e condições ambientais. Por sua vez, os bairros Silvestre, Lourdes, Ramos, João Brás e Centro

obtiveram o resultado de maior conforto domiciliar, com índice variando de 40 a 60.

As áreas com maiores índices necessitam de intervenções imediatas, tendo em vista a baixa eficiência dos serviços ofertados, principalmente aqueles relacionado ao saneamento básico.

3.2 Mapa de Fragilidade Social

Após a combinação do conforto domiciliar e IDH, o Mapa de Fragilidade Social obteve-se como resultado para as áreas com maiores índices (valores entre 100 a 120), e, portanto, mais frágeis, os bairros Bom Jesus, Estrelas, Nova Viçosa, Novo Silvestre e Inácio Martins. Já os bairros: Silvestre, Lourdes, Ramos, João Brás, Centro, foram considerados áreas com fragilidade baixa, com índices variando de 60 a 70 (Figura 3).

Os bairros identificados como alta fragilidade encontram-se próximos às áreas rurais, onde os serviços públicos ofertados não se encontram tão eficientes quando comparados com os bairros que apresentaram baixa fragilidade. Além disso, os

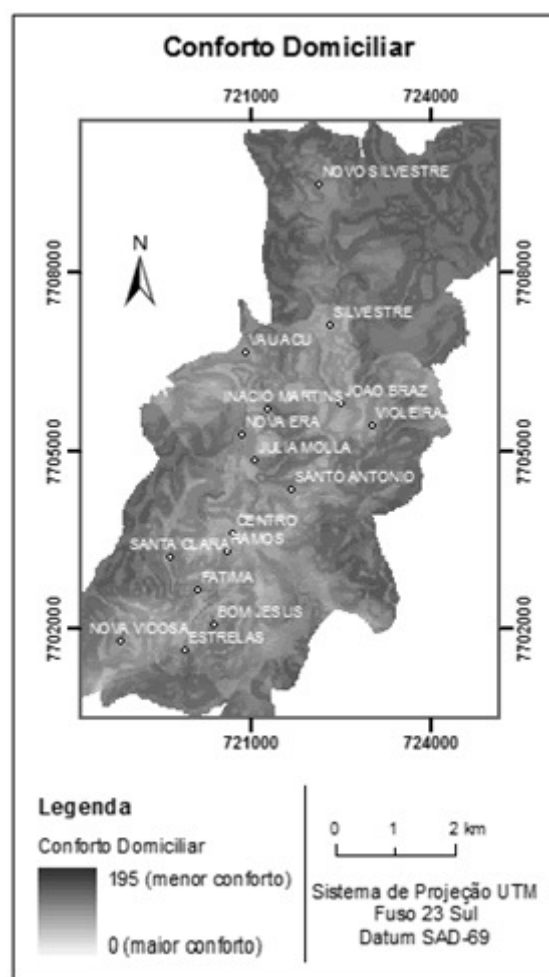


Fig. 2 – Mapa de conforto domiciliar.

fatores relacionados à acessibilidade, hidrografia, declividade e renda foram determinantes para se verificar a influência do meio físico nesse cenário.

Viçosa ainda apresenta no perímetro urbano algumas localidades com vias sem pavimentação, ou com pavimentação precária. Além disso, muitas moradias encontram-se muito próximas de cursos d'água, o que para a área urbanizada não é considerado um fator favorável em relação à qualidade local de moradia.

As variações da declividade comprometem a topografia local, já que para moradia é interessante que se tenham locais com baixas declividades. Algumas áreas consideradas mais frágeis foram

apresentados por meio da Análise multicritério, demonstrando-se com isso a eficiência da metodologia empregada e a obtenção precisa das áreas mais frágeis socialmente no município. É necessário, portanto, que nessas áreas sejam priorizadas pelo Poder Público as ações voltadas ao saneamento básico, educação e renda.

O presente trabalho não se restringe a este estudo de caso, mas pode ser facilmente aplicado em outros municípios, podendo auxiliar os planejadores na compreensão da distribuição espacial dos serviços ofertados na área urbana.

Contudo, ressalta-se que o estudo da fragilidade social no município deve ser desenvolvido isoladamente para as zonas rural e urbana, em função das particularidades de cada área. Em Viçosa, especificamente, é aconselhável que os planejadores verifiquem a eficiência dos “serviços públicos essenciais” nas áreas urbanizadas mais próximas da zona rural.

Os dados socioeconômicos do Setor Censitário utilizados na elaboração desse trabalho são do ano 2000. Uma das propostas do Estatuto das Cidades é o que os Planos Diretores sejam reavaliados a cada 10 anos. Como o Plano Diretor de Viçosa foi elaborado no ano 2000, recomenda-se que esse estudo seja desenvolvido com os dados do Censo 2010 para que se possam cumprir as exigências da legislação.

Como recomendação para trabalhos futuros tem-se a inserção de novos fatores para o conforto domiciliar, como segurança pública, ruídos sonoros, distância dos domicílios aos postos policiais, unidades de saúde, escolas, entre outros. Outra recomendação seria a comparação da fragilidade social entre épocas diferentes, de modo a fiscalizar e avaliar se o Poder Público tem atuado de maneira efetiva ou não no município.

O ideal ao se trabalhar com dados censitários seria obter as informações sobre cada domicílio e não por setores. Deste modo, seria possível atingir a continuidade espacial dos valores, e evitar problemas de fronteiras de área modificáveis (MAUP), conforme sugerido em Abreu *et al* (2011).

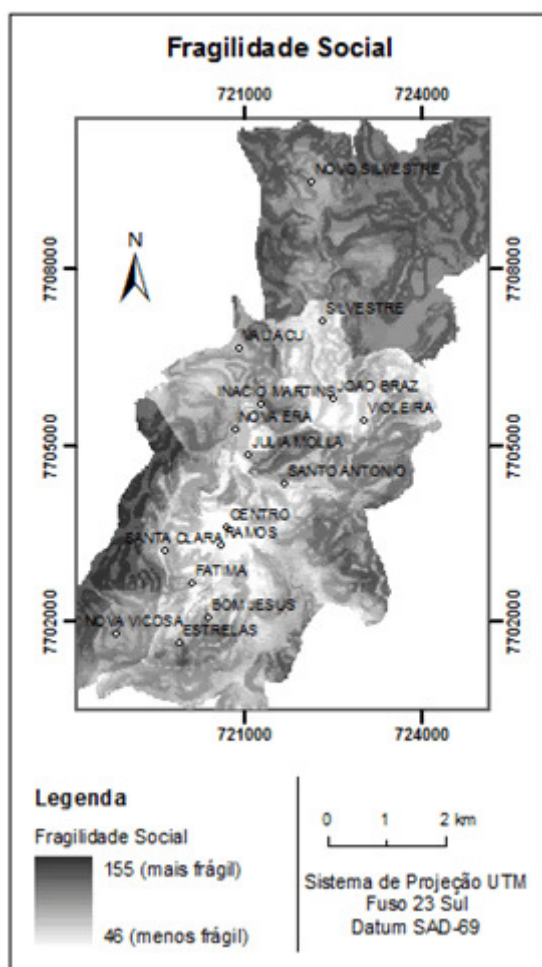


Fig. 3 – Mapa da fragilidade social.

identificadas em locais com topografia acentuada, por exemplo, o Alto do Santa Clara, Alto do Santo Antônio e Estrelas.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Concluiu-se que a realidade dos bairros identificados no mapeamento da fragilidade é compatível com a resposta nos cenários

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. V. S.; OLIVEIRA, J. C.; ANDRADE, V. D. A. e MEIRA, A. D. **Proposta metodológica**

para o cálculo e análise espacial do IDH intraurbano de Viçosa - MG. Revista brasileira de estudos populacionais [online]. 2011, vol.28, n.1 [citado 2011-07-09], pp. 169-186 .

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal que estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

BURROUGH, P. A. Development of intelligent geographical information system. In: **International Journal of Geographical Information Systems.** (1): 1 – 11, 1992.

CALIJURI, M. L. et al. Proposta metodológica para geração da carta de fragilidade ambiental, utilizando lógica fuzzy e combinação linear ponderada. In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** Florianópolis, Brasil, 2007, INPE, p. 3311-3318.

CARVALHO, G. A.; MOURA, A. C. M. Elaboração e análise do perfil de fragilidade social do município de Sabará-MG como apoio ao planejamento e gestão urbana em escala municipal. In: **XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia.** Aracaju, SE. 2010.

CHEN, J., ZHU, Q. Uncertainty and decision strategy analysis of GIS-based ordered weighted averaging method. In: **International Conference on Information, Networking and Automation (ICINA),** 2010.

EASTMAN, J. R.; JIN, W.; KYEM, P. A. K.; TOLEDANO, J. Raster procedures for multi-

criteria/multi-objective decisions. In: **Photogrammetry Engineering & Remote Sensing,** Vol. 61, nº 5, 539-547. 1995

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Resultados do Censo 2010.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 jun. 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recenseamento Geral do Brasil no ano de 2000, (para unidades da federação e municípios).** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 mai. 2011.

JIANG, H.; EASTMAN, J. R. Application of fuzzy measure in multi-criteria evaluation in GIS. **International Journal Geographic Information Science,** Vol. 14, nº 2, 173-184. 2000.

MINAS GERAIS. LEI 1.383/2000. Institui o Plano Diretor de Viçosa.

RODRIGUES, D. S. **Avaliação multicritério de acessibilidade em ambiente SIG.** 2001. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Municipal) – Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2001.

SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation.** New York: Mcgraw-hill. 1980.

YAGER, R. R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making. In: **IEEE Transactions on Systems, Man Cybernetics,** 18(1): 183-190, 1988.