

A susceptibilidade à erosão como subsídio ao planejamento urbano: estudo de caso do município de Ubá - MG

Fillipe Tamiozzo Pereira Torres¹
 Lucas Valente Pires²
 Sergio Alvareli Júnior³
 Naiara Amaral Oliveira⁴
 Kelly de Oliveira Barros⁵
 Carla Ribeiro Machado e Portugal⁶
 Elias Silva⁷.

Resumo

A inexistência de planejamento no que se refere à expansão urbana é uma realidade enfrentada por várias cidades brasileiras. A ocupação desordenada pode acarretar diversos problemas, a exemplo da erosão, que nas cidades tem se tornado um acontecimento cada vez mais frequente e intenso. A identificação das áreas que apresentam susceptibilidade à ocorrência de algum desastre é considerada um importante procedimento na gestão de riscos ambientais e, conseqüentemente, vem a colaborar de maneira relevante nas questões do planejamento urbano. É neste sentido que o presente trabalho teve como objetivo determinar as diretrizes iniciais de crescimento da área urbana do município de Ubá, Minas Gerais, a partir da vulnerabilidade à erosão do seu perímetro urbano. Foi realizado o cruzamento de mapas de uso e ocupação do solo, geomorfologia, solos e declividade para obtenção do mapa de susceptibilidade à erosão da área de estudo. A partir deste mapa foram estabelecidas as diretrizes iniciais para o crescimento do município estudado. Os eixos norte, sul e oeste, em relação ao perímetro urbano, foram considerados inadequados para o crescimento da cidade. O eixo leste foi aquele mais adequado para o crescimento urbano desse município.

Palavras-chave: Gestão urbana. Ocupação desordenada. Geoprocessamento. Processos erosivos.

Introdução

A urbanização no Brasil, intensificada a partir da década de 70, estabeleceu-se, na maioria dos casos, de maneira rápida, intensa e desorganizada. É nesse cenário que a ação de políticas públicas tem enfrentado grandes dificuldades no sentido de promover a organização social e ambiental de áreas urbanas.

¹Universidade Federal de Viçosa, Pesquisador de Doutorado. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. torresftp@yahoo.com.br. (031) 3899-2469. Av. P. H. Rolfs, s/n – Departamento de Engenharia Florestal, *Campus* Universitário, Viçosa, Minas Gerais, CEP 36.570-900.

²Prefeitura Municipal de Ubá, Especialista em Geoprocessamento na Secretaria Municipal de Planejamento. Ubá, Minas Gerais, Brasil. lucaspres87@gmail.com. (032) 3301 6413. Avenida dos Andradas, n 123, Centro, CEP 36.500-000.

³Universidade Federal de Viçosa, Pesquisador de Mestrado. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. sergioalvareli@gmail.com. (031) 3899-2469. Av. P. H. Rolfs, s/n – Departamento de Engenharia Florestal, *Campus* Universitário, Viçosa, Minas Gerais, CEP 36.570-900.

⁴Universidade Federal de Viçosa, Pesquisadora de Mestrado. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. naiara5583@hotmail.com. (031) 3899-2469. Av. P. H. Rolfs, s/n – Departamento de Engenharia Florestal, *Campus* Universitário, Viçosa, Minas Gerais, CEP 36.570-900.

⁵Universidade Federal de Viçosa, Pesquisadora de Doutorado. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. kellyobarros@yahoo.com.br. (031) 3899-2477. Av. P. H. Rolfs, s/n – Departamento de Engenharia Florestal, *Campus* Universitário, Viçosa, Minas Gerais, CEP 36.570-900.

⁶Oregon State University, PhD in Sustainable Forest Management. E-mail: carla.portugal@oregonstate.edu. Tel: +1 541 737 3090. College of Forestry, Oregon State University, 280 Peavy Hall, Corvallis, OR 97331.

⁷Universidade Federal de Viçosa, Professor do Departamento de Engenharia Florestal. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. eshamir@ufv.br. (031) 3899 1198. Av. P. H. Rolfs, s/n – Departamento de Engenharia Florestal, *Campus* Universitário, Viçosa, Minas Gerais, CEP 36.570-900.

A inexistência do planejamento no que se refere à expansão das cidades resulta na degradação do meio e em custos cada vez mais onerosos para a sua recuperação, comprometendo consideravelmente o sucesso dos trabalhos envolvidos (COSTA; CINTRA, 1999; PEDRON et al., 2007).

O solo pode ser considerado um dos recursos mais afetados pela urbanização. A erosão, compactação, inundações, deslizamentos, entre outras ocorrências, podem ser apontadas como graves problemas associados ao uso inadequado do solo nas cidades. As perdas de solo provenientes da erosão são reconhecidas como uma das principais causas de degradação ambiental, inclusive no meio urbano. Mesmo que os processos erosivos sejam eventos naturais, a ocupação desordenada das cidades tem tornado a ocorrência destes acontecimentos mais frequente e intensa. As queimadas, a retirada da cobertura vegetal, os cortes indevidos e a disposição de resíduos têm sido apontados como fatores agravantes desta realidade (ROCHA et al., 2003; PEDRON et al., 2004; FERNANDES et al., 2007; GIRÃO et al., 2007; BRITO et al., 2012).

Vários estudos que abordam a questão do uso e ocupação do solo e a ocorrência de processos erosivos têm sido desenvolvidos, colaborando para o melhor entendimento desta temática (ROCHA et al., 2003; WEILL; SPAROVEK, 2008; BRITO et al., 2012). Observam-se metodologias na literatura que adotam diferentes fatores, sejam eles naturais ou antrópicos, para a determinação de áreas de risco de desastres ambientais. Neste sentido, apontam-se como mais utilizados, a vegetação, o solo, a geologia, a declividade, o uso e ocupação, depósitos de lixo, entre outros, que são ponderados de acordo com a relevância de cada um deles para a área em questão (ARAÚJO et al., 1995; OLIVEIRA et al., 2006; XAVIER et al., 2010; PEDROSA et al., 2012). Os resultados obtidos com estas pesquisas têm possibilitado que políticas públicas municipais adotem medidas de maneira mais eficiente, seja no âmbito da prevenção, da recuperação de áreas degradadas ou da minimização dos danos e riscos à população (GIRÃO et al., 2007).

O município de Ubá, localizado na Zona da Mata mineira, possui uma população de, aproximadamente, 100.000 habitantes. A atividade econômica de maior destaque está relacionada com a indústria moveleira. Sua área urbana corresponde a 58 % da área total do município, com 235 km². O Ribeirão Ubá, afluente do Rio Xopotó, atravessa o centro da cidade, e está inserido na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, no bioma Mata Atlântica. Foi às margens deste ribeirão que a ocupação urbana do município se concentrou ao longo dos anos (FERREIRA, 2003; IBGE, 2010; 2013; TORRES et al., 2010; IGAM, 2013; PMU, 2013)

A identificação das áreas que apresentam susceptibilidade à ocorrência de algum desastre é considerada um importante procedimento na gestão de riscos ambientais e, conseqüentemente, vem a colaborar de maneira relevante nas questões do planejamento urbano (OLIVEIRA et al., 2006; GIRÃO et al., 2007). É neste sentido que as ferramentas do geoprocessamento, os sistemas de informações geográficas e o sensoriamento remoto, possibilitam o monitoramento e fornecem informações detalhadas que auxiliam na tomada de decisão para o estabelecimento de um melhor uso e ocupação do solo da área urbana (ROCHA et al., 2003; NASCIMENTO et al., 2006; SHIMABUKURO et al., 2009).

A Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece as diretrizes gerais da política urbana, e dá outras providências, aponta a política urbana como aquela responsável por promover a ordenação e o controle do uso do solo, evitando, inclusive, a degradação ambiental. O artigo 42-b desta mesma Lei, corroborado pela Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012, determina que o projeto para ampliação do perímetro urbano de um município contemple a delimitação das áreas que não devem ser urbanizadas e que necessitam de algum controle especial em razão da susceptibilidade à ocorrência de desastres naturais. É neste sentido, que as decisões tomadas na gestão urbana podem estabelecer normas para o crescimento de uma cidade e que, conseqüentemente, terão reflexos no decorrer do seu desenvolvimento (BRASIL, 2001).

Diante disto, o objetivo deste estudo foi determinar as diretrizes iniciais de crescimento da área urbana do município de Ubá, Minas Gerais, a partir da vulnerabilidade à erosão do seu perímetro urbano.

Materiais e Métodos

A área de estudo corresponde ao perímetro urbano do município de Ubá, localizado na mesorregião Zona da Mata, no Estado de Minas Gerais. Esta área abrange quase que a totalidade da população do município, cerca de 98 %. Ubá encontra-se entre as latitudes 21°16' a 20°57' Sul, e as longitudes 43°07' a 42°57' Oeste, e possui, aproximadamente, 40.750 ha (Figura 1).

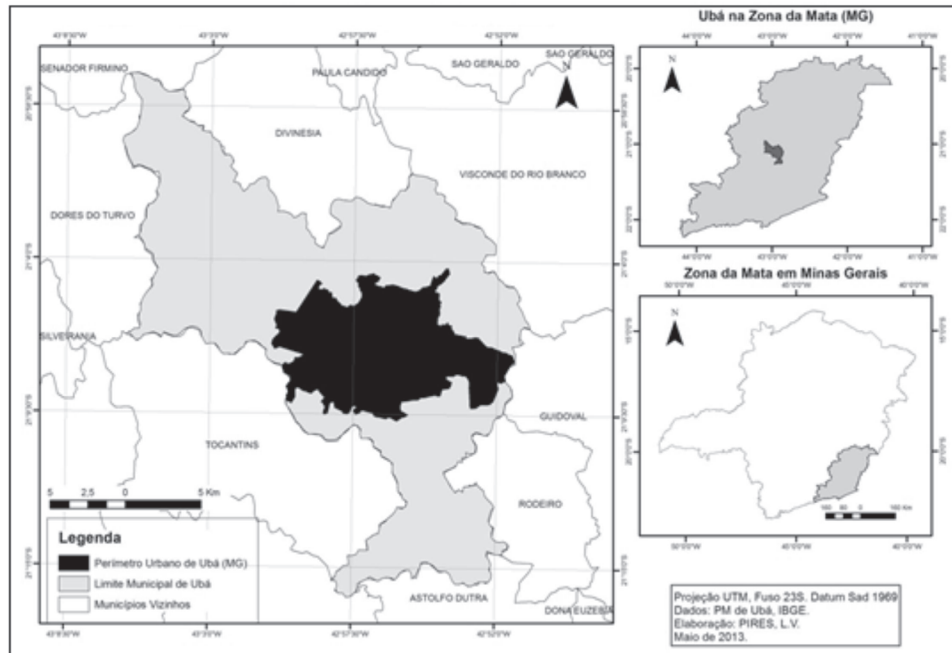


Figura 1 – Localização do perímetro urbano do município de Ubá, Minas Gerais.

Fonte: Elaboração dos autores.

Ubá apresenta clima tropical úmido, com média anual de 21 °C de temperatura. A precipitação média anual é de 1.272 mm/ano, tendo como época de chuvas abundantes o período compreendido entre os meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro. Nos meses de julho e agosto, há uma deficiência hídrica anual de 100 mm (UBÁ, 2010).

Grande extensão da área encontra-se no domínio de gnaisses e migmatitos do Gnaiss Piedade (Arqueano). Dos tipos litológicos mencionados, observam-se ainda, variações de leucocráticos, mesocráticos e, por vezes, melanocráticos, determinando variações nos tipos de solos no que se refere à cor, fertilidade, estruturação, drenagem e retenção de água, e outros atributos covariantes com a mineralogia do material de origem dos solos (ABRAHÃO et al., 2000).

Em relação ao relevo, temos o predomínio do Modelado de Dissecação Fluvial Homogênea, sem controle estrutural, com densidade de drenagem média e pequeno aprofundamento da drenagem, típico da depressão escalonada dos Rios Pomba e Muriaé (RADAMBRASIL, 1983).

Os procedimentos técnicos para elaboração do cartograma referente à susceptibilidade à erosão no perímetro urbano de Ubá foram realizados em ambiente do software ArcGIS 9.3.

Foram levadas em consideração as seguintes variáveis: geomorfologia, solos, declividade e uso e cobertura do solo (Figura 2). Em que, depois de gerados, estes mapas foram reclassificados com notas referentes às classes e intercruzados respeitando os pesos de cada uma dessas variáveis em relação aos processos erosivos, de acordo com a metodologia utilizada por Faria (2001), possibilitando assim, o diagnóstico das áreas mais susceptíveis à erosão.

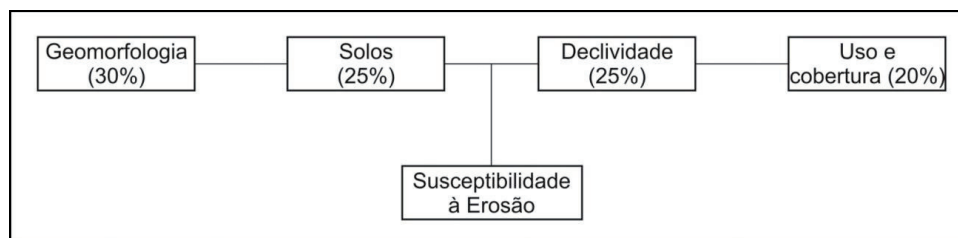


Figura 2 - Árvore de decisão para o mapeamento de susceptibilidade à erosão

Fonte: Elaboração dos autores.

O mapa de uso do solo (Figura 3A), foi originado por meio da interpretação visual das imagens aéreas ortorretificadas na escala de 1:10.000, de novembro de 2005, em que foram vetorizadas as principais classes de uso do solo no perímetro urbano do município, estabelecendo diferentes notas de acordo com sua influência no processo erosivo (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição das classes de uso e cobertura do solo com respectivas notas

| Classe | Descrição | Nota |
|---------------------|---|------|
| Mata/ Mata plantada | Toda área arbórea é contínua e densa | 1 |
| Capoeira | Área de regeneração da vegetação de porte pequeno e pouco densa | 4 |
| Pastagem | Campo de vegetação herbácea e arbustiva | 6 |
| Agricultura | Área com diversas culturas agrícolas | 8 |
| Área construída | Núcleo urbano e outras áreas residenciais | 7 |
| Lâminas d'água | Tanques e lagos | 0 |
| Solo exposto | Solo sem qualquer tipo de cobertura | 10 |

Fonte: Elaboração dos autores.

Para a elaboração do mapa de declividade (Figura 3B), foi produzido um Modelo Digital de Elevação (MDE), onde primeiramente foi gerado um TIN (Triangular Irregular Network) que permite o cálculo de algumas características importantes da superfície do terreno como a declividade, altitude e exposição das encostas; se interpolou as curvas de nível de 10-10m (extraídas das Imagens Aéreas Ortorectificadas), o shapefile do perímetro urbano e a hidrografia. A declividade foi gerada com valores em porcentagem (%), e as classes foram agrupadas como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição das classes de declividade com respectivas notas

| Classe | Descrição | Nota |
|-------------|--|------|
| De 0 a 10 % | Declividade baixa: feições associadas (Terraços e Várzeas Fluviais), e as baixas encostas. | 2 |
| De 10 a 20% | Declividade Média: Baixas e Médias Baixas Encostas. (Encostas Estruturais Dissecadas, Interflúvios Aplainados, Patamares Colinosos Dissecados) | 4 |
| De 20 a 40% | Declividade Média/Alta: Prevalece as médias encostas, podendo apresentar altas encostas íngremes. | 6 |
| De 40 a 60% | Declividade Alta: Prevalece a presença de altas encostas | 8 |
| >60 % | Declividade Muito Alta: prevalecendo as altas encostas íngremes | 10 |

Fonte: Elaboração dos autores.

O cartograma das unidades de solo foi gerado através do shapefile fornecido pela Prefeitura Municipal de Ubá, numa escala de 1:50.000 (Figura 3C). As unidades apresentadas e respectivas notas são observadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Descrição das classes de solos com respectivas notas

| Unidade | Classes de solos presentes nas unidades | Nota |
|---------|--|------|
| LV1 | LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico; LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico álico; LATOSSOLO VERMELHO Distrófico; LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico; LATOSSOLO VERMELHO Distrófico álico | 1 |
| LV2 | LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico câmbico; CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico; LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico álico câmbico; CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico álico latossólico | 10 |
| LV4 | LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico argissólico; ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico | 4 |
| PV1 | ARGISSOLO VERMELHO Distrófico; ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico | 5 |
| RU1 | NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico (epiáquico ou não); CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico; NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico; CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico | 6 |
| RU2 | NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico (epiáquico ou não); GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico; GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico álico; CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico; NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico álico; CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico álico | 7 |
| RU3 | NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico; GLEISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico | 5 |

Fonte: Elaboração dos autores.

Já o cartograma geomorfológico, foi criado através da interpretação do MDE referente ao perímetro urbano, do mapa de solos, da rede de drenagem e das imagens aéreas (Figura 3D). Dessa forma, foram vetorizadas as seguintes classes geomorfológicas: vales fluviais, rampas, encostas e interflúvios (Tabela 4), de modo que, a metodologia utilizada para vetorizar as classes identificadas, seguiu a mesma realizada na criação dos shapefiles referente às classes de uso e cobertura do solo.

Tabela 4 - Descrição das classes geomorfológicas com respectivas notas

| Classe | Descrição | Nota |
|----------------|--|------|
| Interflúvios | Formas aplainadas ou não distribuídas ao longo dos interflúvios. | 5 |
| Encostas | Formas estruturais serranas, de constituição eluvial ou saprolítica, dissecadas pela drenagem, a partir das áreas dos topos interfluviais. | 10 |
| Rampas | Formas construtivas, de fraca declividade, distribuídas no sopé das encostas. | 3 |
| Vales Fluviais | Formas alongadas deposicionais, distribuídas ao longo de rios de largura significativa, constituídos de sedimentação. | 1 |

Fonte: Elaboração dos autores.

O uso e ocupação dos solos é um fator determinante na dinâmica do processo de erosão. As florestas têm papel fundamental no controle deste processo, isto porque, diminuem a energia cinética das chuvas, através da interceptação das gotas pelas folhas, galhos e troncos, facilitando a infiltração de água no solo e diminuindo o escoamento superficial (ANDRADA E SILVA, 1925). Além disso, as florestas propiciam a formação de camada de húmus, que auxilia na estabilização dos agregados dos solos, melhorando sua estrutura. Assim, quanto mais vegetado ou coberto o solo, maior é a proteção deste e menor atuação do processo erosivo. Por outro lado, quanto mais exposto o solo, maior é sua susceptibilidade à erosão (SCIFONI, 1994).

Para Bertoni e Neto (1993), a topografia é representada pela declividade e pelo comprimento de rampa. Quanto maior a declividade do terreno, maior será a velocidade da água proveniente do escoamento superficial, aumentando assim, o carreamento de partículas de solo (CUNHA; GUERRA, 1996). O comprimento da rampa influencia o volume e a velocidade de escoamento de forma progressiva, conforme evidenciam Bertoni e Neto (1993). Assim, quanto maior a declividade e o comprimento da rampa, maior é a susceptibilidade do terreno ao processo de erosão.

Os tipos de solo, por apresentarem características distintas, influenciam diretamente a dinâmica do processo de erosão. De acordo com Bertoni e Neto (1993), as propriedades físicas, principalmente a estrutura, textura, permeabilidade e densidade, juntamente com as características químicas e biológicas, como o teor de matéria orgânica do solo, fazem com que os solos se comportem de maneira distinta. Essas propriedades influenciam a velocidade de infiltração, a permeabilidade, o escoamento e a capacidade de armazenamento de água, fatores diretamente ligados ao processo de erosão. No entanto, vale observar que o uso que é dado ao solo, como cortes de encostas e aterros, implantação de sistemas viários, entre outros, exerce grande influência na susceptibilidade à erosão deste recurso, mesmo que suas propriedades revelem uma baixa susceptibilidade aos processos erosivos (GIRÃO et al., 2007).

A geomorfologia é o estudo da superfície da crosta terrestre, apresentando uma forma específica de análise que se refere ao relevo. Como mostra Faria (2001), atua em conjunto com fatores naturais, como solo, vegetação e geologia, afetando diretamente a dinâmica dos processos erosivos.

Com os mapas devidamente reclassificados com suas notas, os mesmos foram inter cruzados, onde suas respectivas notas foram multiplicadas por meio da ferramenta SpatialAnalyst – Raster-Calculator, obedecendo a seus devidos pesos, (Figura 2), considerando a importância individual dos termos utilizados e o comportamento dos mesmos ao serem inter cruzados, gerando o cartograma referente a susceptibilidade à erosão do solo. As classes de risco foram definidas de acordo com a Tabela 5:

Tabela 5 - Valores das classes de risco

| Valor | Classe de Risco |
|-------------|-----------------|
| 0 - 5,5 | Baixíssima |
| 5,5 - 11,0 | Baixa |
| 11,0 - 16,5 | Média |
| 16,5 - 22,5 | Alta |
| > 22,5 | Altíssima |

Fonte: Elaboração dos autores

Resultados e Discussão

Os cartogramas gerados, utilizados na definição da suscetibilidade à erosão podem ser observados na Figura 3, com suas respectivas áreas apresentadas na Tabela 6.

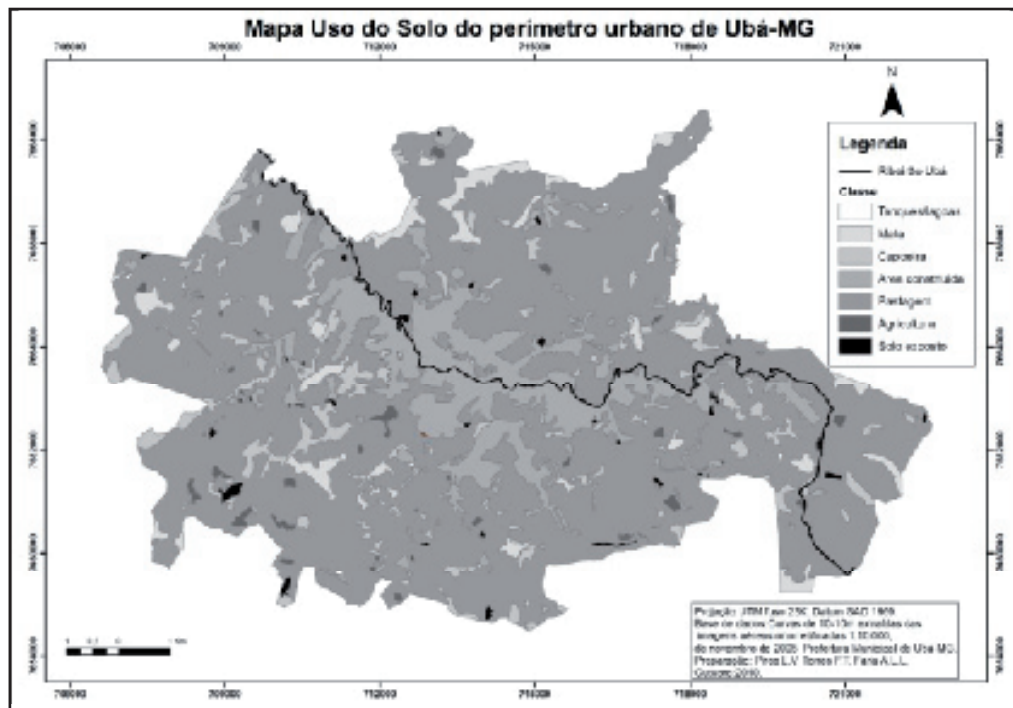


Figura 3A - Cobertura e uso do solo



Figura 3B – Declividade

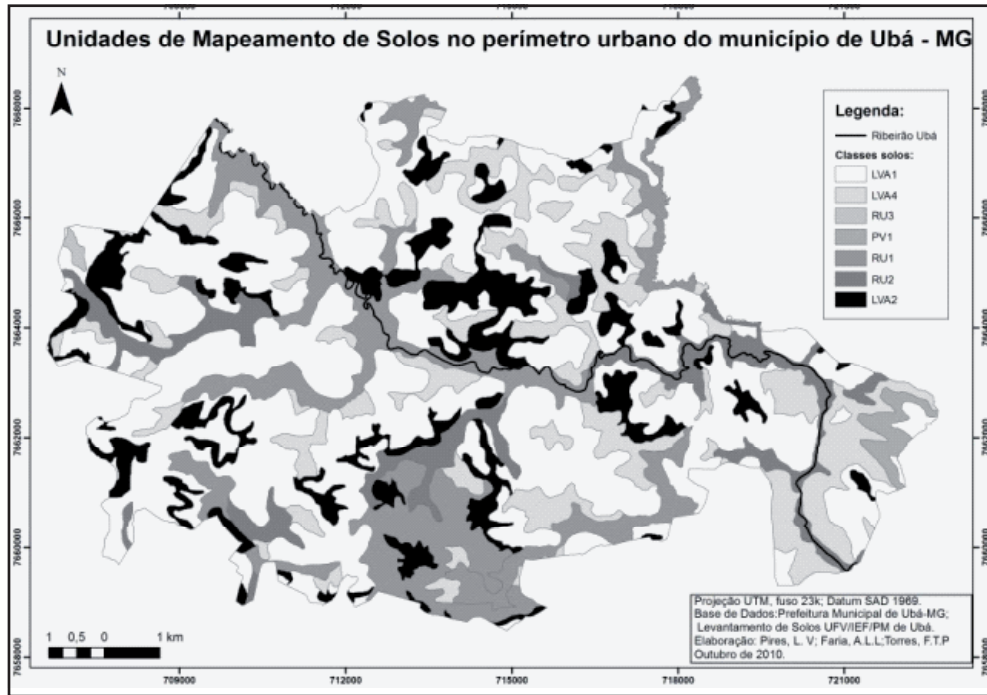


Figura 3C – Solos

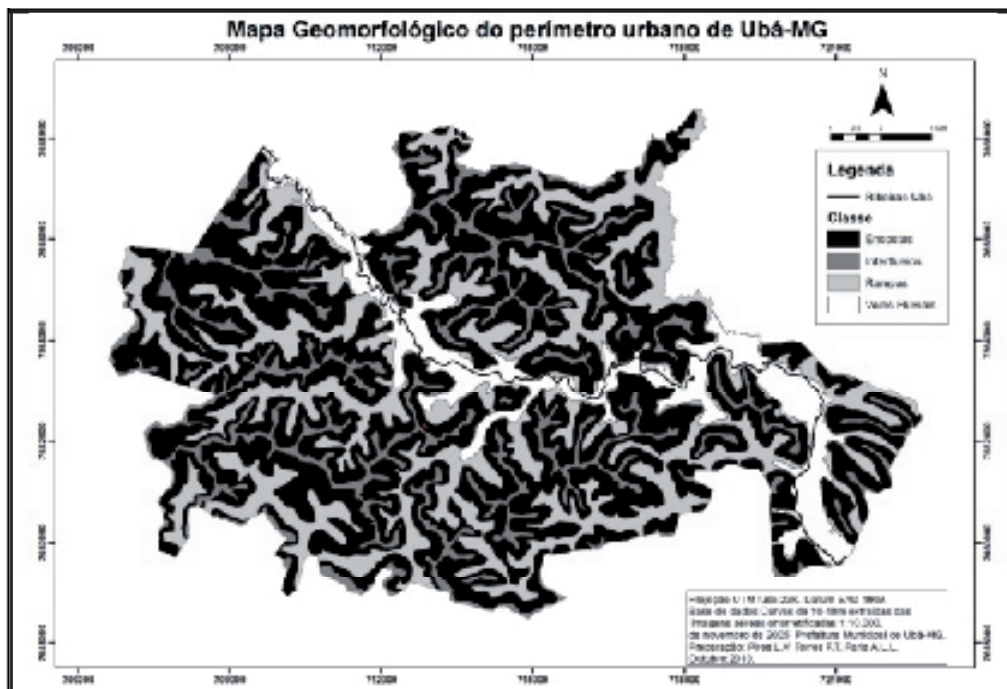


Figura 3D – Geomorfologia

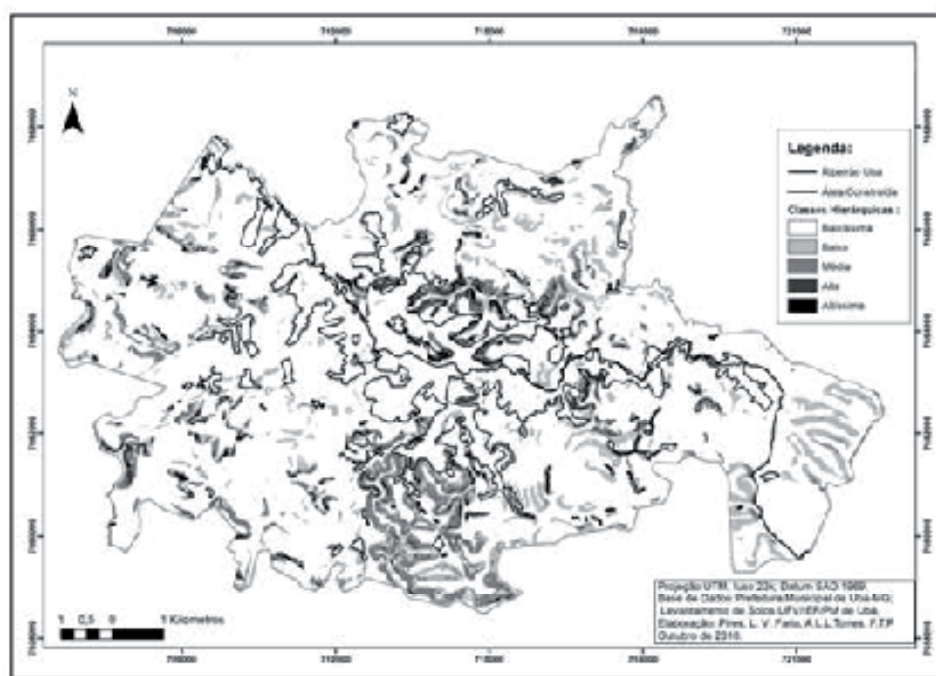
Figuras 3A, 3B, 3C e 3D - Cartogramas utilizados para a definição da susceptibilidade à erosão. Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 6 - Áreas das classes utilizadas para a definição da susceptibilidade à erosão

| Geomorfologia | Área | | Unidade de Solo | | Área | | |
|--------------------|----------------|------------|-----------------|--|--------------------|----------------|------------|
| | (ha) | % | | | (ha) | (%) | |
| Vales Fluviais | 926,27 | 9,92 | LVA1 | | 4428,12 | 47,4 | |
| Rampas | 2242,88 | 24,01 | LVA2 | | 1081,81 | 11,58 | |
| Interflúvios | 986,33 | 10,56 | LVA4 | | 1409,71 | 15,09 | |
| Encostas | 5186,88 | 55,52 | PV1 | | 80,36 | 0,86 | |
| Total | 9342,03 | 100 | RU1 | | 1383,55 | 14,81 | |
| | | | RU2 | | 943,54 | 10,1 | |
| Uso do Solo | Área | | RU3 | | 14,94 | 0,16 | |
| | (ha) | | (%) | | Total | 9342,03 | 100 |
| Agricultura | 81,28 | 0,87 | | | | | |
| Área construída | 1227,29 | 13,14 | | | Declividade | Área | |
| Pastagem | 7061,9 | 75,59 | | | (ha) | (%) | |
| Solo exposto | 47,64 | 0,51 | | | De 0 a 10% | 2604,62 | 27,88 |
| Mata | 363,4 | 3,89 | | | De 10 a 20% | 1489,12 | 15,94 |
| Capoeira | 551,18 | 5,9 | | | De 20 a 40% | 3326,7 | 35,61 |
| Lâmina d'água | 9,34 | 0,1 | | | De 40 a 60% | 1601,16 | 17,14 |
| Total | 9342,03 | 100 | | | > 60% | 320,43 | 3,43 |
| | | | | | Total | 9342,03 | 100 |

Fonte: Elaboração dos autores.

Na Figura 4 pode-se observar o mapa de susceptibilidade à erosão do perímetro urbano de Ubá, Minas Gerais, e, na Tabela 7, a representatividade em hectares de cada uma das classes.

**Figura 4** - Cartograma de Susceptibilidade à Erosão no Perímetro Urbano de Ubá – MG

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 7 - Classes de risco e respectivas áreas

| Classe de Risco | Área (ha) | Área (%) em relação ao perímetro urbano |
|-----------------|-----------|---|
| Baixíssima | 7453,15 | 79,78 |
| Baixa | 925,27 | 9,90 |
| Média | 664,69 | 7,12 |
| Alta | 237,37 | 2,54 |
| Altíssima | 61,55 | 0,66 |

Fonte: Elaboração dos autores.

Segundo o levantamento realizado, a maior parte da área de estudo está classificada como de baixíssimo risco à erosão, totalizando 79,78% (74,53 ha). Esse resultado pode ser explicado pelo perímetro urbano do município está inserido, em sua maioria, na unidade geomorfológica Planalto Deprimido de Ubá, que se caracteriza por apresentar regiões mais deprimidas, com predomínio de áreas extremamente dissecadas, com grande ocorrência de Latossolos bem drenados e muito intemperizados.

A segunda classe de susceptibilidade mais abundante é a de baixo risco, onde são encontrados Latossolos e a totalidade das áreas de Argissolos (80,36 ha). De forma geral, essas áreas receberam uma classificação diferente das de baixíssimo risco, por estarem situadas em áreas de encostas com declividades variando de 20 a mais de 60%.

Apesar de grande parte da área, totalizando 89,68 %, estar classificada como de baixíssimo e baixo risco, deve-se atentar para trabalhos de prevenção, já que o uso destas de maneira inadequada pode alterá-las para áreas de maior susceptibilidade à erosão e, em um quadro mais crítico, para áreas com estado irreversível de degradação (DIAS et al, 2001).

As áreas classificadas como de médio risco ocupam 7,12 % do perímetro urbano, sendo constituídas, em sua maioria, de pastagens e solos menos intemperizados, no caso Neossolos e Cambissolos. Os fatores que mais influenciaram na classificação foram a geomorfologia com predominância de áreas de encosta e a declividade, variando, principalmente, de 20 a 40 %.

As áreas de alto e altíssimo risco correspondem a 3,2 % da área de estudo. A maior parte dessas é circunvizinha às áreas construídas do município, o que gera uma maior preocupação quanto ao deslocamento dessas massas, podendo causar diversos desastres ambientais. Estão inseridas em locais com predominância de Latossolos e encostas com declividade variando de 40 a mais de 60 %, o que intensifica a dinâmica do processo erosivo.

Em posse do cartograma de susceptibilidade à erosão, é possível um direcionamento inicial do crescimento do município de Ubá, MG. Vale ressaltar, que diversos outros fatores influenciam na escolha do vetor de expansão urbana, como, por exemplo, vias de acesso, água de qualidade para consumo humano, saneamento básico, energia elétrica e legislação vigente. Tal fato pode ser observado no eixo oeste que, apesar de ter apresentado, de maneira geral, nível baixo quanto a susceptibilidade à erosão, as nascentes da região concentram-se também nesta direção, e, por isso, o crescimento urbano deve ser evitado por questões de preservação dos mananciais.

Conclusões

- Apesar da susceptibilidade à erosão do perímetro urbano do município de Ubá ter apresentado um nível baixíssimo (79,78 %), existem áreas densamente ocupadas e classificadas como de alto e altíssimo risco.
- A expansão urbana de Ubá se encontra limitada, uma vez que as áreas de alto e altíssimo risco a erosão (3,2 %) encontram-se concentradas às margens de sua área construída.
- As classes de maior susceptibilidade à erosão (Alta e Altíssima) se associam a encostas com declividade acentuada.

- Apenas o eixo leste foi considerado adequado para o crescimento do município.
- O cartograma obtido poderá ser utilizado como importante ferramenta aos gestores municipais para elaboração de políticas públicas e estratégias de ação a fim de direcionar a expansão urbana.

The Susceptibility to Erosion as a Subsidy to Urban Planning: a case study of the municipality of Ubá, Minas Gerais

Abstract

The lack of planning with regard to urban sprawl is a reality faced by many Brazilian cities. The disorganized occupation can cause various problems, such as erosion, which in the cities has become an event increasingly frequent and intense. The identification of areas with susceptibility to the occurrence of a disaster is considered an important procedure in the management of environmental risks and thus comes to collaborate on relevant issues of urban planning. In this sense, the present study aimed to determine the initial guidelines for growth of the urban area of Ubá, Minas Gerais, from vulnerability to erosion of its urban perimeter. Crossing maps and land use, geomorphology, soils and slope were done to obtain the map of erosion susceptibility of the study area. From this map initial guidelines were established for the growth of the studied city. The north, south and west axis, in relation to the urban area, were considered unsuitable for the growth of the city. The eastern axis was the most suitable for the urban growth in this city.

Key words: Urban management. Disorganized Occupation. Geoprocessing. Erosive processes.

Referências Bibliográficas

ABRAHÃO, W.A.P. et al. **Levantamento de solos e aptidão agrícola das terras do município de Ubá – MG**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa/Prefeitura de Ubá, 2000.

ANDRADA E SILVA, J. B. **Memória sobre a necessidade e utilidade do plantio de novos bosques**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1925. 116p.

ARAÚJO Q. R.; MOTTA, L. P.; SALOMÃO A. L. F. & BRITES, R. S. Determinação do risco de erosão com utilização de um sistema de informações geográficas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 42, n. 243, p. 543-561, maio 1995. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V42N243P04995.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2013.

BERTONI, J.; NETO, F. L. **Conservação do solo**. 3 ed. São Paulo: Ícone, 1993.108p.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 1 jun. 2013.

BRITO A. O.; MARTINS I. S. & AICHA N. N. Estudo da erosão urbana no Distrito Federal. **Revista Científica Eletrônica do Distrito Federal**, v. 20, n. 1, p. 85-92, jul. 2012. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/florestal20/pages/artigos/art08.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2013.

COSTA S. M. F. & CINTRA J. P. Environmental analysis of metropolitan areas in Brazil. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 54, n. 1, p. 41-49, fev. 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271698000240>>. Acesso em: 11 maio 2013.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

DIAS, J. E.; GOMES, O. V. O.; GOES, M. H. B. Áreas de riscos de erosão do solo: Uma aplicação por Geoprocessamento. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p.01-10, jan/dez. 2001. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v8n%C3%Banico/v8nunico a.pdf>>. Acesso em 23 ago. 2003.

FARIA, A. L. L. **Uma análise por geoprocessamento das áreas suscetíveis à erosão na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Espírito Santo – Juiz de Fora (MG)**. 2001, Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (U.F.R.R.J), Seropédica, RJ, 2001.

FERNANDES, G. T. et.al.. Mapa de risco de erosão e contaminação superficial da microbacia do Córrego Samambaia – DF/ Brasil. **Estudos**, Goiânia, v. 34, n. 11/12, p. 861-873, nov-dez 2007. Disponível em: <<http://seer.ucg.br/index.php/estudos/article/download/245/190>>. Acesso em: 13 maio 2013.

FERREIRA, A. L. **Estudos dos efluentes gerados na indústria moveleira**. 2003. 202 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2177>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

GIRÃO, O.; CORRÊA A. C. B.; GUERRA A. J. T. Encostas urbanas como unidades de gestão e planejamento, a partir do estudo de áreas a sudoeste da cidade do Recife – UFPE-DCG/NAPA. **Revista de Geografia**, v. 24, n. 3 p. 242-267, set-dez 2007. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/165/100>> Acesso em: 9 maio 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010. Censo demográfico. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=316990>> Acesso em: 22 ago. 2013.

_____, 2013. Bioma. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=316990>> Acesso em: 22 ago. 2013.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2013. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade/2013/mapa-qualidade-media-2012.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C. A. A. S., SILVA, E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II. **Revista Árvore**, v. 30 n. 3, p. 389-398, abr. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622006000300009&script=sciarttext>>. Acesso em: 10 maio 2013.

OLIVEIRA, F. A. et al.. O. Identificação e discriminação de áreas de risco no entorno urbano de Ipatinga, Brasil. **Rev.Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil**, v. 7, n. 1, p. 59-69, outubro 2006. Disponível em: <<http://academic.uprm.edu/laccei/index.php/RIDNAIC/article/viewFile/124/123>>. Acesso em: 12 maio 2013.

PEDRON, F. A. et al.. Solos urbanos. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p.1647-1653, out. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000500053. Acesso em: 12 maio 2013.

_____. Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas: importância, limitações e aplicações. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 13, n. 2; p.147-151, abr-jun 2007. Disponível em: <<http://www.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v13n2/artigo02.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2013.

PEDROSA, A. S.; ROCHA, E. A. V., RODRIGUES, S. C. Proposta de modelagem da susceptibilidade à erosão laminar. Um estudo de caso na bacia do Ribeirão Vai – Vem (GO). Brasil. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 2, n. 4, p. 1707-1720, Edição Especial 2012. Disponível em: <[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_\(PROPOSTA%20DE%20MODELAGEM%20DA%20SUSCEPTIBILIDADE%20A%20EROS%C3%83O%20LAMINAR.%20UM%20ESTUDO%20DE%20CASO%20NA%20BACIA%20DO%20RIBEIR%C3%83O%20VAI%20%E2%80%93%20VEM%20_\(G\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_(PROPOSTA%20DE%20MODELAGEM%20DA%20SUSCEPTIBILIDADE%20A%20EROS%C3%83O%20LAMINAR.%20UM%20ESTUDO%20DE%20CASO%20NA%20BACIA%20DO%20RIBEIR%C3%83O%20VAI%20%E2%80%93%20VEM%20_(G).pdf)>. Acesso em: 11 maio 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBÁ, 2013. Disponível em: <<http://www.uba.mg.gov.br>> Acesso em: 20 ago. 2013.

RADAMBRASIL. **Levantamento dos Recursos Naturais**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Folhas SF. 23-24, Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, 1983. 780 p.

ROCHA, G. C.; LATUF, M. O. , CARMO, L. F. Z.Mapeamento de riscos ambientais a escorregamentos na área urbana de Juiz de Fora, MG.**Geografia**, v. 12, n. 1, p.509-515, jan-jun2003. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6710>> Acesso em: 10 maio 2013.

SCIFONI, S. **O Verde do ABC**: reflexões sobre a questão ambiental urbana[ano.][n.º de folhas]. Dissertação (Mestrado- Geografia Humana). Universidade de São Paulo, USP, SP, 1994.

SHIMABUKURO, Y. E.; MAEDA, E. E.; FORMAGGIO, A. R. Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados ao estudo dos recursos agrônômicos e florestais. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p.399-409, mar./jun. 2009. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V56N004_00409.pdf> Acesso em: 11 maio 2013.

TORRES, F. T. P. et al.. Perfil dos Incêndios em Vegetação nos Municípios de Juiz de Fora e Ubá, MG, de 2001 a 2007. **Floresta e Ambiente**, v.17, n. 2, p. 83-89, jul.-dez. 2010. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v17n2/v17n2a2.pdf>> Acesso em: 20 ago. 2013.

UBÁ, Prefeitura Municipal de. **Diagnóstico socioeconômico e Perspectivas de Ubá**. 2010.

XAVIER, F. V. et al.Análise da susceptibilidade à erosão laminar na Bacia do Rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT, utilizando sistemas de informações geográficas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, n. 2, p.51-60, 2010. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/download/151/145>> .Acesso em: 9 maio 2013.

WEILL , M. A. M.; SPAROVEK, G. Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP). I - Estimativa das taxas de perda de solo e estudo de sensibilidade dos fatores do modelo EUPS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p.801-814, nov. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832008000200034&scipri=sci_arttext>. Acesso em: 12 maio 2013.

Histórico editorial

Recebido: 10/06/2013

Avaliação e copidesque: 18/06/2013 a 28/01/2014