Análise dos impactos ambientais do uso do solo urbano em áreas declivosas na cidade de Jataí (GO)

Régia Estevam Alves
regiaestevam@gmail.com

Iza Carla Oliveira Silva
iza.oliveira1@yahoo.com.br

Márcio Rodrigues Silva
marcioufg@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo sobre impactos ambientais do uso do solo urbano em áreas de declividade acima de 30%, na cidade de Jataí (GO). Para isso, foi realizado um mapeamento de conflito de uso e ocupação do solo urbano baseado na proposta de Souza, Montero e Liesenberg (2007), e posteriormente foi realizado um trabalho de campo confrontando as informações obtidas no mapeamento com a realidade da área de estudo. Os resultados mostraram que as áreas de conflito de uso e ocupação do solo concentram-se na parte leste da cidade, onde ocorrem diversos tipos de impactos ambientais como, por exemplo, moradias em áreas de risco sujeitas a deslizamentos e alagamentos. O uso de SIG e a metodologia utilizada para os mapeamentos se mostraram eficientes e as informações dos resultados corroboraram com a realidade da área de estudo.

* * *

PALAVRAS-CHAVE: cidade, Sistemas de Informações Geográficas, conflito de uso e ocupação do solo, impactos ambientais, solo urbano.

Introdução

A ocupação humana crescente e desordenada nas cidades coloca desafios especiais nos estudos sobre impactos ambientais, principalmente no que se refere ao uso do solo. O Artigo 1º da Resolução nº 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que afete direta ou indiretamente.

De acordo com Brandão (2001), o processo de urbanização implica em mudanças no meio físico natural para o assentamento humano, e isso resulta em transformações irreversíveis do uso do solo. Além disso, a ocupação em áreas com declividade acentuada tem sido considerada como uma das principais causas de problemas ambientais, como deslizamentos. No entanto, é preciso esclarecer que, do ponto de vista ambiental, dependendo do tipo de edificação, das técnicas utilizadas, dos substratos do solo e das rochas, a declividade não é um fator de impedição a edificações, mas sim restritivo.

Para a ocupação do espaço urbano é necessário analisar informações através de estudos relacionados à dinâmica ambiental do local, porém dificilmente isso é feito. Por vezes, a legislação exige apenas uma avaliação ambiental ou estudo de impacto ambiental. Assim, em muitos casos, a ocupação de áreas de riscos, como encostas e margens de rios, ocorre sem a menor preocupação e, anos depois, os moradores se deparam com os problemas.

O estudo de impactos ambientais urbanos é muito complexo, pois envolve uma série de questões que devem ser consideradas — como, por exemplo, o processo histórico de formação da cidade. Para Goes (1990), deve ser desenvolvido com base na estrutura e na dinâmica dos sistemas ambientais previamente selecionados e analisados.

No caso de enchentes, é possível observar que algumas cidades se desenvolveram às margens de um rio, ou simplesmente com o aumento da população as áreas não apropriadas para ocupação foram sendo utilizadas para moradias. Entretanto, em caso de licenciamento ambiental em áreas declivosas, a resolução CONAMA nº. 237/97 exige apenas uma avaliação ambiental. Contudo, nos últimos anos, surgiram outros métodos de avaliação ambiental em áreas urbanas, como a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), um tipo de avaliação realizada para planejamento urbano estratégico, antes da elaboração do Plano Diretor da cidade (SOUZA; MONTERO; LIESENBERG, 2007).

No que se refere a estudos de impactos ambientais relacionando uso do solo em áreas declivosas na cidade, estes não são recentes. Pesquisadores como Ross (1994) e De Biasi (1993) já desenvolveram diversos estudos relacionando a questão da declividade e uso e ocupação do solo na cidade, utilizarando como parâmetro a fragilidade ao uso em determinadas áreas. De acordo com os autores, esse tipo de estudo permite avaliar e estabelecer quais locais são considerados áreas de risco às moradias, sujeitas a deslizamentos de encostas. Para esses autores, a definição das classes hierárquicas de declividade susceptível a impactos é determinada a partir dos critérios de fragilidade relacionados ao uso da terra. Nesse sentido, a Lei 6766/79 determina que não seja permitida urbanização em áreas com declividade acima de 30%, pois são terrenos acidentados que, além de dificultarem o processo de urbanização, também apresentam susceptibilidade a erosão e instabilidade das encostas (SOUZA; MONTERO; LIESENBERG, 2007).

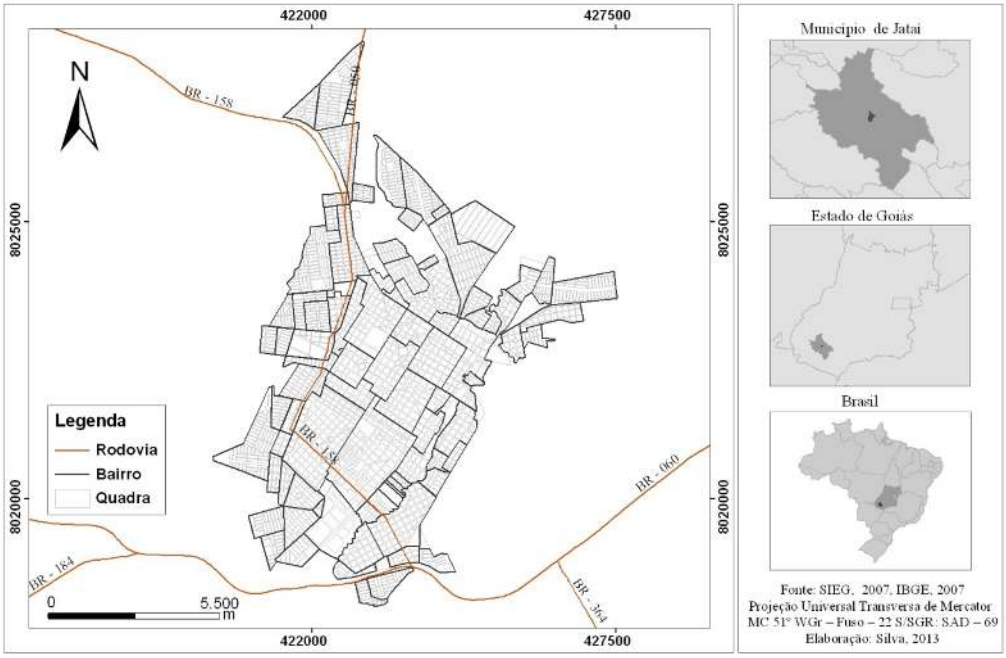
Quanto às ferramentas utilizadas em estudos de impactos ambientais causados pelo uso do solo em áreas declivosas, o emprego de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) tem sido bem difundido nesse tipo de pesquisa. Segundo Rodrigues e Faria (2009), os Sistemas de Informações Geográficas constituem-se em um instrumento importante em análises espaciais e ajudam na tomada de decisão, no que se refere ao planejamento regional e ao gerenciamento de recursos ambientais em áreas urbanas, pois permitem a análise integrada de informações espaciais geocodificadas.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo mostrar uma avaliação dos impactos ambientais relacionados às áreas declivosas e ao uso e ocupação do solo na área urbana de Jataí (GO).

Material e métodos

A pesquisa foi realizada na área urbana do município de Jataí, situado no Sudoeste de Goiás, o qual possui 88.048 habitantes (IBGE, 2010). Sua economia tem como base a agricultura e a pecuária, que contribuíram para a expansão do núcleo urbano (Figura 1).

Figura 1. Localização da área urbana do município de Jataí (GO).



A cidade está assentada sobre a Bacia Sedimentar do Paraná, predominando arenitos da Formação Botucatu, um fator muito importante na origem de diversos solos dessa cidade e em torno da mesma (RADAMBRASIL, 1983). Dentre os grandes grupos de solos, os Latossolos são predominantes em relação às outras classes encontradas na região (OLIVEIRA, 2002). Observa-se que essa classe de solos está vinculada a declividades muito fracas, ou seja, relevos planos ou suavemente ondulados, feições marcantes na cidade.

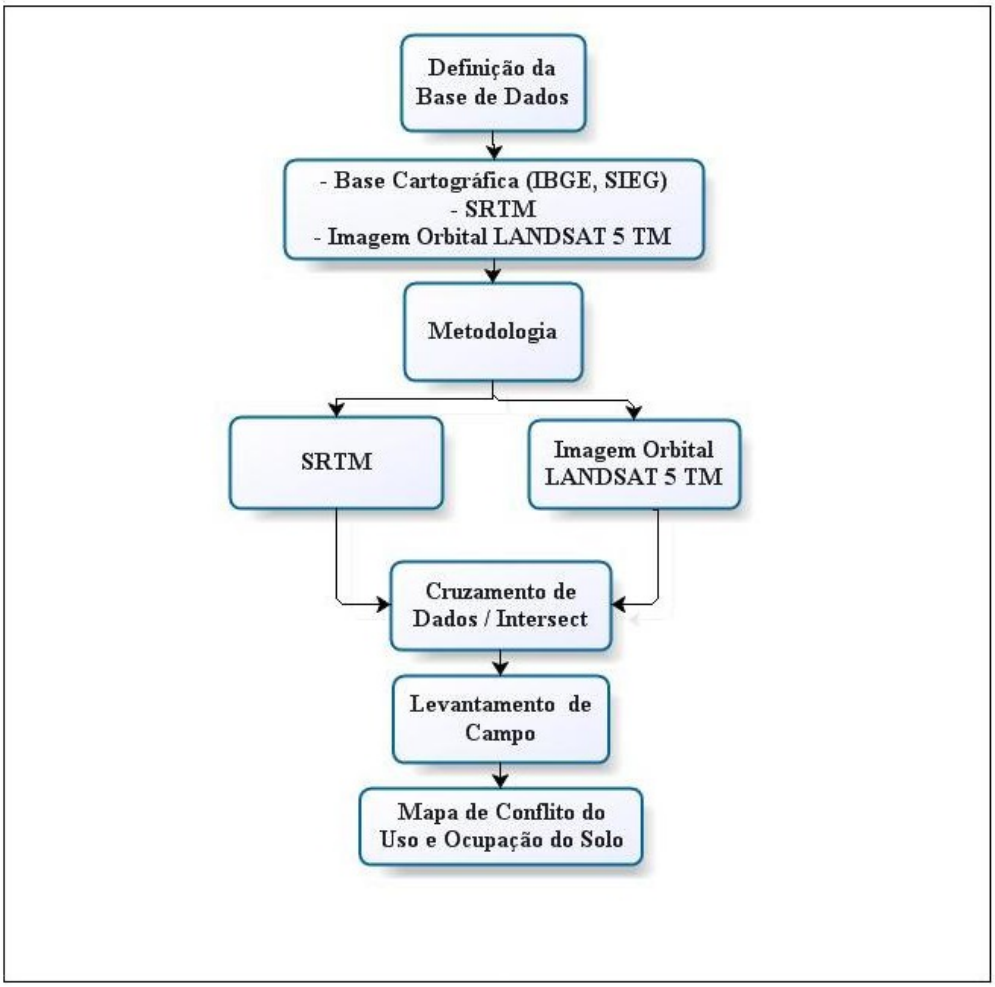
Em relação à hidrologia, a principal bacia hidrográfica é a do Rio Claro, que abastece a cidade. No entanto, existem algumas microbacias, como os córregos Diacuí e o Jataí, que cortam a cidade. De acordo com Oliveira (2002), o clima apresenta características de área tropical de continentalidade pronunciada, com um longo período chuvoso entre novembro e meados de abril, variando entre 1200 e 2000 mm, e média anual de 1600 mm, opondo-se a um outro, mais seco, entre meados de abril a setembro, desencadeando 5 meses de período seco, sendo classificado como Awa, conforme a classificação de Köppen (1931).

Os procedimentos metodológicos foram baseados na metodologia aplicada por Souza, Montero e Liesenberg (2007), com a qual buscaram desenvolver etapas que gerariam como produto final um mapa de conflitos entre as variáveis declividade e uso e ocupação do solo, visando identificar e relacionar focos de impactos ambientais na área urbana de Jataí (GO).

Para a elaboração do mapa de conflitos de uso e ocupação do solo, foram

realizados os seguintes procedimentos (Figura 2):

Figura 2. Fluxograma contendo as etapas dos procedimentos do trabalho.



Elaboração própria.

Os primeiros procedimentos consistiram na aquisição da base de dados espacial no formato *shapefile* das seguintes informações: limites da área urbana e dos bairros de Jataí; e limites municipal e estadual, ambos obtidos, respectivamente, via Secretaria Municipal de Jataí, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e SIEG (Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográfica de Goiás).

Foi utilizada também uma cena do sensor TM (*Thematic Mapper*) do satélite LANDSAT 5 em formato digital, na resolução espacial de 30 m, referente à órbita-ponto 224/073, imageada em 20/06/2010, obtida junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A partir dessa imagem orbital, aplicou-se a etapa de pré-processamento, realizando um georeferenciamento pelo método de imagem-imagem, através do uso de pontos de controle e, como modelo

matemático, uma transformação afim de 1º grau, tendo como referência uma imagem Geocover, adquirida, gratuitamente, pelo *website* da Universidade de Maryland.

A partir da imagem TM/Landsat, foram determinadas as seguintes classes para o mapa temático: Água, Vegetação, Cultura/Pastagem e Área Urbana. Essas classes foram extraídas por meio da classificação de pixel a pixel e com amostras de treinamento, aplicando o algoritmo de classificação por máxima verossimilhança (MaxVer).

Para a elaboração do mapa de declividade foi utilizada uma imagem SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), com articulação 17s_525 na projeção geográfica e *datum* horizontal WGS84, através do banco de dados TOPODATA (VALERIANO, 2005), disponibilizada no *website* do INPE, e reamostrada de 3" (90 m) para 1" arco de segundo (30 m) por interpolação de Krigagem. A declividade foi gerada por meio de ferramenta de SIG, fazendo uso do *software* ArcGIS 9.3, no módulo *3D Analyst*, determinando uma grade numérica de declividade em porcentagem, com classes de 0 a 3%, 3 a 15%, 15 a 30% e maior que 30% como sendo intervalos de declividade para estudo de fragilidade natural à ocupação urbana.

Essas classes foram definidas após a revisão dos intervalos propostos por IPT (1991), Ross (1994), De Biasi (1996), Valente (1996) e o Código Florestal Brasileiro (Lei nº4771/65, atualizada pela Lei Federal 7003/89).

Por fim, para responder à questão norteadora deste trabalho, referente à identificação das áreas com predisposição a sofrerem danos ao serem expostas às modificações naturais da ocupação do solo, fez-se uso da operação booleana entre a variável declividade e o mapa de uso e ocupação do solo, ano 2010, utilizando o módulo *Analyst Tool*, ferramenta *Intersect*, do *software* ArcGis 9.3. O resultado do cruzamento entre esses dois planos de informação possibilitou apresentar a distribuição do uso e ocupação do solo em relação à declividade da área urbana. O produto final foi o mapa de conflitos daquelas áreas que se encontram urbanizadas em declividades superiores a 30%, que neste caso são consideradas como áreas frágeis à urbanização, sendo possível identificar e relacionar impactos ambientais.

Após a elaboração do mapa de conflito do uso e ocupação do solo urbano, foi realizado um trabalho de campo, visando o confronto das informações obtidas no mapeamento com a realidade da área de estudo, no dia 10 de julho de 2010. Os pontos de verificação foram obtidos com um rastreador GPS de navegação. Quanto à distribuição dos pontos inspecionados, esta teve como critérios a identificação de área com focos de impactos ambientais e a confirmação do uso do solo urbano em

áreas com declive acima de 30%.

Resultados e discussão

Os mapeamentos de declividade, uso e ocupação mostraram-se eficientes quando comparados com as informações verificadas em trabalho de campo. Nesse sentido, o mapa de declividade mostrou que a área urbana do município de Jataí apresenta declives que variam de 3% a acima de 30%, sendo que esta última é predominante nas áreas dos córregos que cortam a cidade na parte leste (Figura 3).

Em relação ao mapeamento do uso e ocupação do solo urbano, conforme mostram a Figura 3 e a Tabela 1, este possibilitou verificar que as áreas urbanizadas representam 82,96% do perímetro urbano. As áreas de cobertura vegetal representam apenas 9,86%, correspondendo a matas, cerrado e, em alguns casos, terrenos vazios com certo tipo de vegetação. Quanto às classes de pastagem e culturas, estas representam 1,2% da área urbana e correspondem às hortaliças e pequenas áreas de pastagem em chácaras no perímetro urbano.

No que se refere ao cruzamento dos mapas de declividade e de uso e ocupação, esse processo resultou no mapa de conflito de uso e ocupação urbana em áreas declivosas, o qual se apresentou de acordo com a realidade das informações obtidas em campo.

Figura 3. a) Declividade da cidade de Jataí (GO); b) Uso e ocupação do solo; c) Conflitos de uso e ocupação do solo.

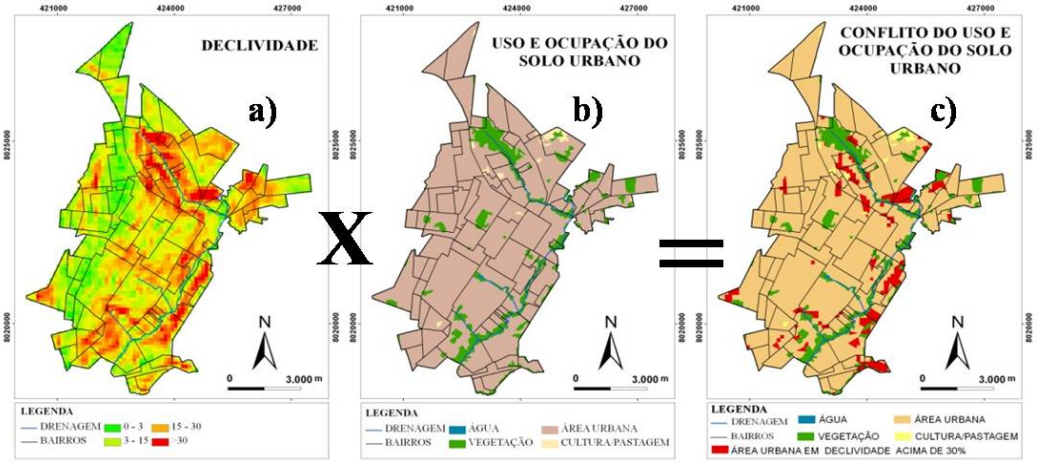


Tabela 1. Classes de uso e ocupação do solo.

Classes	Área (Km^2)	Área (%)
Água	0,012	0,05
Área urbana	23,47	82,96
Cultura/pastagem	0,34	1,2
Vegetação	2,79	9,86
Área urbanizada acima de 30% de declividade	1,68	5,93
Total	28,29	100

O Plano Diretor Urbano para o município de Jataí, no capítulo II, artigo 3º da lei de parcelamento do solo urbano, estabelece o direcionamento da urbanização para a parte oeste — a qual, segundo o Plano Diretor, oferece condições topográficas favoráveis para a urbanização —; porém, verificou-se que na realidade a urbanização está se expandindo para a parte leste, que apresenta o maior percentual de áreas de conflito de uso e ocupação do solo.

As áreas urbanizadas em declividades acima de 30% representam 5,93% e são predominantes nas margens dos córregos na parte leste da cidade. Desse modo, a partir do mapeamento de conflito de uso e ocupação do solo em declividades acima de 30% e do levantamento em campo, foi possível identificar as áreas que apresentam impactos ambientais na cidade de Jataí.

Dentre os impactos ambientais, observaram-se processos erosivos, casas construídas em encostas de morros e próximas às margens de córregos. Em relação às erosões, estas ocorrem em ruas sem pavimentação, em bairros como Dom Abel, Jardim da Liberdade e São Pedro, onde em alguns pontos apresenta-se dificuldade de circulação de pessoas e veículos (Figura 4). Essas ruas estão localizadas em terrenos com declividade de até 30%, o que favorece o aceleramento da enxurrada e o processo de retirada de partículas do solo. Embora o bairro Dom Abel esteja localizado em área de declividade acentuada, não representa conflito de uso e ocupação do solo por apresentar declividade abaixo de 30%, porém os bairros Jardim da Liberdade e São Pedro sim, pois apresentam declividade acima de 30%.

Figura 4. Erosões em sulcos em ruas dos bairros São Pedro e Dom Abel, na cidade de Jataí (GO).



Fonte: autores.

Em locais onde o relevo apresenta forma suavemente ondulada, cuja declividade é acima de 30%, observam-se alguns pontos de conflito de uso e ocupação, pois há casas que foram construídas em encostas de morros, correndo o risco de deslizamento devido à presença de processos erosivos, em função do corte do terreno e da retirada de grandes quantidades de solo, visando a realização de obras de engenharia civil (Figura 5).

Figura 5. Presença de residências em encostas de morros nos bairros Santa Teresinha e Jardim da Liberdade.



Fonte: autores.

Outro tipo de impacto ambiental observado foram as construções às margens dos córregos, principalmente nos pontos de conflito de uso e ocupação do solo urbano na parte leste da cidade de Jataí. Em algumas áreas, principalmente às margens do córrego Jataí, já ocorreram enchentes — como a do ano de 2010, que causou muitos prejuízos, pois houve desabamentos de casas, alagamentos de carros e móveis que foram levados pela força das águas do córrego Jataí e das enxurradas (Figura 6).

Figura 6. Casas e ruas inundadas e pessoas ilhadas em função da enchente no córrego Jataí, no ano de 2010.



Fonte: autores.

A partir do exposto acima, é possível verificar que o uso e a ocupação do solo urbano de Jataí têm ocorrido de maneira inadequada em alguns locais, gerando impactos ambientais e evidenciando a necessidade de mais estudos referentes ao planejamento urbano, principalmente no que se refere à urbanização em áreas com declividade acima de 30%. Nessa perspectiva, os resultados deste estudo mostram que o crescimento urbano, quando ocorrido sem planejamento, gera ocupação desordenada do solo, resultando em graves impactos ambientais que causam danos tanto materiais quanto para a vida dos seres humanos que habitam esses locais.

Considerações finais

Para os mapeamentos, o SIG, como o *software* ArcGis 9.3, se mostrou eficiente. Quanto à metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho, a proposta de Souza, Montero e Liesenberg (2007) também foi útil na elaboração dos mapeamentos, os quais corresponderam à realidade quando confrontados com levantamentos de campo.

Em relação ao conflito das áreas de uso e ocupação do solo urbano em áreas com declividade acima de 30%, é muito importante a realização de avaliação

ambiental estratégica e de estudos de impacto ambiental considerando as áreas de urbanização inapropriadas, sendo relevantes os levantamentos geomorfológicos, pedológicos, geológicos e de declividade.

Referências

BRANDÃO, A. M. P. M. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: Guerra, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). *Impactos ambientais urbanos no Brasil.* Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2001, p. 47-95.

CONAMA. *Resolução nº. 001, de 23 de janeiro de 1986.* Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 28 fev. 2013.

CONAMA. *Resolução nº. 237, de 19 de dezembro de 1997.* Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 28 fev. 2013.

DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. *Revista Geográfica,* São Paulo, v. 6, p. 45-60, 1993.

GOES, M. H. B. Áreas de Riscos de Deslizamento/Desmoronamento: Uma Aplicação de Geoprocessamento. *Revista de Geociências,* São Paulo, no esp., p. 107-124, 1990.

GONÇALVES, L. F. H.; GUERRA, A. J. T. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: Guerra, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). *Impactos ambientais urbanos no Brasil.* Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2001, p. 189-248.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *Manual de Ocupação de Encostas.* CUNHA, M.A. (coord.). Publicação IPT n.1831. 1991.

KÖPPEN, W. *Climatología:* con un estudio de los climas de la Tierra. Buenos Aires, 1931.

OLIVEIRA, I. J. *Transformações das paisagens do Cerrado Goiano:* A dinâmica da ocupação espacial no Município de Jataí. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. 177 p.

PEDRON, F. A. *et al.* Solos urbanos. *Revista Ciência Rural,* v. 34, n.5. Santa Maria, 2004, p. 1647-1653.

RADAMBRASIL. FOLHA SE- 22 – vd. Goiás; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. P*ROJETO RADAMBRASIL.* Rio de Janeiro, 1983.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia FFLCH/USP,* v.8, p. 63-74, 1994.

RODRIGUES, N. M.; FARIA, A. L. L. Utilização de ferraentas SIG na área urbana: ocupação ilegal de um trecho do Ribeirão São Bartolomeu – Viçosa (MG). *Revista Geográfica Acadêmica,* Viçosa, v. 3, n. 1, p. 18-27, 2009.

SOUZA, C. M. M.; MONTERO, L. S.; LIESENBERG, V. Análise de urbanização em áreas declivosas, como uma das etapas da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), visando o desenvolvimento local. *Anais...* XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5533-5539.

VALENTE, A. L. S. Uso de SIG na determinação de áreas com restrições à ocupação urbana na sub-bacia do Arroio Feijó, RS. In: Congresso e Feira para usuários de geoprocessamento, 2. 1996, Curitiba. *Anais...* Curitiba: SAGRES, 1996, p. 849-856.

VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia, GO. *Anais*... Goiânia, 2005, p. 1-8.

Sobre os autores

Régia Estevam Alves: graduada e mestre em Geografia pela Universidade Federal de Goiás - campus Jataí, desenvolvendo estudos sobre degradação do solo. Atualmente é professora de Geografia Física do curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás - campus Jataí.

Iza Carla Oliveira Silva: graduada e mestre em Geografia pela Universidade Federal de Goiás, desenvolvendo estudos relacionados a geoprocessamento e sensoriamento remoto.

Márcio Rodrigues Silva: graduado, mestre e doutor em Geografia pela Universidade Federal de Goiás, desenvolvendo estudos relacionados à Geografia Urbana. Atualmente é professor do curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás - campus Jataí.

* * *

ABSTRACT

Analysis of the environmental impacts of urban land use in sloping areas in the city of Jataí (GO)

This article presents a study on the environmental impacts of land use in areas of steepness above 30%, in the city of Jataí (GO). To do so, the land use and occupation conflict was mapped, based on the proposal of Souza, Montero and Liesenberg (2007), and later a field work was done, confronting the information obtained in the mapping with the reality of the study area. The results showed that the areas of land use and occupation conflict are concentrated at the East portion of the city, where we may find several types of environmental impacts as, for instance, homes in risk areas, that are subject to sliding and flooding. The use of GIS and the methodology used for the mapping proved to be efficient and the results information corroborated with the reality of the study area.

KEYWORDS: city, Geographical Information Systems, land use and occupation conflict, environmental impacts, urban soil.

RESUMEN

Análisis de los impactos ambientales del uso del suelo urbano en áreas inclinadas en la ciudad de Jataí (GO)

Este artículo presenta un estudio de los impactos ambientales del uso del suelo urbano en áreas de inclinación mayor que 30%, en la ciudad de Jataí (GO). Para eso, fue realizada una cartografía del conflicto del uso y ocupación del suelo urbano basada en la propuesta de Souza, Montero y Liesenberg (2007), y después un trabajo de campo confrontando la información obtenida en el mapeamento con la realidad del área de estudio. Los resultados mostraron que las áreas de conflicto de uso y ocupación del suelo se concentran em la porción este de la ciudad, dónde hay varios tipos de impactos ambientales, como casas en áreas de riesgo sujetas a deslizamientos e inundaciones. El uso de SIG y la metodología utilizada para el mapeamento fueron eficientes y las informaciones de los resultados corroboraron con la realidad del área de estudio.

PALABRAS CLAVE: ciudad, Sistemas de Información Geográfica, conflicto de uso y ocupación del suelo, impactos ambientales, suelo urbano.

BCG: http://agbcampinas.com.br/bcg

Artigo recebido em setembro de 2013. Aprovado em dezembro de 2013.