

MUDANÇAS NO USO DA TERRA E IMPACTOS SOBRE O SOLO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO ÁGUA DA VEADA, OURINHOS/SP

Edson Luís Piroli
Universidade Estadual Paulista – UNESP
elp@ourinhos.unesp.br

Maria Cristina Perusi
Universidade Estadual Paulista – UNESP

Juliana Marina Zanata
Universidade Estadual Paulista – UNESP

EIXO TEMÁTICO: RISCOS, SOCIEDADE E FENÔMENOS DA NATUREZA

RESUMO

A mudança no uso da terra em microbacias hidrográficas tem trazido consequências importantes sobre os recursos naturais, sobretudo em áreas urbanas. A ocupação do solo sem levar em consideração suas características e a impermeabilização de extensões consideráveis, traz o aumento do escoamento superficial das águas pluviais, que são direcionadas às áreas de embaciamento com alto potencial erosivo. Nesta pesquisa buscou-se avaliar quais foram as mudanças no uso da terra da microbacia do córrego Água da Veada que levaram à implantação de intenso processo erosivo à montante da nascente do referido córrego. Foram usadas uma fotografia aérea de 1972 e uma imagem do satélite Quickbird de 2006, processadas em ambiente SIG. Desenvolveram-se ainda trabalhos de campo para avaliar *in loco* os impactos das modificações da cobertura do solo. Verificou-se que houve grande ampliação da área urbana, que substituiu áreas de pecuária e campestre, principalmente na cabeceira da microbacia, trazendo como consequência a diminuição da infiltração e a concentração superficial da água, que direcionada em sua totalidade a um mesmo ponto, gerou o processo erosivo aqui apresentado.

PALAVRAS CHAVES

Uso da terra; Erosão; Solos; Geoprocessamento; Sensoriamento remoto.

ABSTRACT

The change in land use at watersheds had brought important consequences on natural resources, especially in urban areas. Land use without regard to its characteristic and sealing of considerable extension brings the increase of stormwater runoff of superficial water, which are targeted to the low points of relief, with high erosive potential. In this study we sought to assess what were the changes in land use of the watershed of the stream “Água da Veada” that led to the deployment of intense erosive upstream of the source of that stream. It was used aerial photograph of 1972 and a Quickbird satellite image of 2006, processed in a GIS environment. Developed further field work on site to assess the impacts of changes in land cover. It was found that there was great expansion of the urban area, which replaced farming and rural areas, especially at the head of the micro-drive, causing the reduction of infiltration and surface water concentration, which focused in its entirety to the same point, generated the erosive process presented here

Key-words: Land uses; erosion, soil, Geoprocessing; Remote sensing.

INTRODUÇÃO

O processo de produção do espaço geográfico, notadamente o urbano, pressupõe abrupta transformação da paisagem e profundas alterações dos ecossistemas originais. Nesse ínterim, do ponto de vista ambiental, o urbano se materializa caracterizado pela intensa impermeabilização dos solos, dizimação parcial ou completa da cobertura vegetal original, canalização de córregos, formação de terraços e fundos de vale tecnogênicos, ocupações indevidas em áreas de risco às inundações e movimentos de massa,

contaminação e mobilização dos solos, erosões, dentre outros. Desta forma, são “nas áreas urbanas que os processos decorrentes da ação transformadora, socialmente produzida, do homem sobre a natureza, se concentram e intensificam (PELOGGIA, 1997 p. 256). De acordo com Paul e Meyer (2001), o impacto causado pela urbanização, no que se refere ao funcionamento das microbacias aí inseridas, equivale a aproximadamente a necessidade de se dispor de áreas naturais num total de quinhentos a mil vezes maiores para manter os serviços ambientais que foram deteriorados pelo urbano.

Inserido nesse contexto, no município de Ourinhos/SP, as intensas mudanças no uso da terra tem trazido impactos negativos visíveis sobre os recursos naturais, principalmente no solo e água. Essa afirmação materializa-se na chácara Santo Antônio, área avaliada no presente trabalho. Na referida propriedade identifica-se um quadro de degradação sem precedentes: erosão acelerada na forma de ravinas e voçoroca, pastagem degradada, ausência plena de mata ciliar na cabeceira e ao longo do córrego Água da Veada, afluente do rio Pardo, tributário do Paranapanema, além da formação de Antropossolos, resultante do processo de deposição de entulhos da construção civil, resíduos sólidos urbanos e galhadas.

Desta forma, sistematizar o processo de transformação da paisagem da área em questão a partir do uso do sensoriamento remoto deverá contribuir para fins de planejamento ambiental urbano.

OBJETIVOS

Identificar as mudanças ocorridas com relação ao uso da terra na microbacia hidrográfica do Córrego Água da Veada e seus impactos sobre o solo; utilizar as ferramentas do geoprocessamento para identificar os usos da terra nos anos de 1972 e 2006; espacializar e quantificar essas alterações; avaliar *in loco* as condições atuais do solo da área de descarga das águas pluviais da microbacia.

MATERIAL E MÉTODO

Material

Trabalhou-se na chácara Santo Antônio, área fortemente degradada por erosão urbana localizada à montante do córrego Água da Veada, município de Ourinhos/SP.

Caracterização geral do município de Ourinhos/SP e da área de estudo

O município de Ourinhos localiza-se no Sudoeste do Estado de São Paulo, divisa com o norte do Estado do Paraná. O ponto central da cidade apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 22°58'28" de latitude sul e 49°52'19" de longitude oeste de Grw. É um dos 42 municípios integrantes do Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema (CBH-MP), Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 17), cujos tributários mais importantes são os da sub-bacia do Rio Pardo que, por sua vez, é afluente do rio Paranapanema. Pertence à Bacia Sedimentar do Paraná, predominantemente em domínios do Grupo São Bento, Formação Serra Geral e caracteriza-se por apresentar rochas vulcânicas extrusivas (IPT,

1981). Baseado em Ross e Moroz (1997), constata-se que está inserido na morfoescultura do Planalto Ocidental Paulista, mais especificamente no Planalto Centro Ocidental. De acordo com a classificação climática de Strahler citado por SIGRH (2000), a Bacia do rio Paranapanema está enquadrada no grupo dos climas controlados pelas massas de ar tropical e polar em permanente alteração e no sub-grupo do clima subtropical úmido das costas ocidentais e subtropicais dominadas largamente pela massa tropical marítima (Tm).

A combinação de todos esses fatores resultou na formação predominante de Latossolos (EMBRAPA, 1999), constituídos por material mineral, com horizonte B Latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais de 150 cm de espessura (OLIVEIRA, 1999). São perfis espessos, com mais de 3 metros de profundidade e de coloração avermelhada. A textura varia de argilosa a média. São, em geral, solos com boas propriedades físicas, de excepcional porosidade total, sendo comuns valores de 50-60 % e, conseqüentemente, de boa drenagem interna, mesmo nos de textura argilosa (LEPSCH, 2002).

Foi sobre esse cenário natural que no início do século XX, colonos italianos passaram a cultivar café e posteriormente algodão nas margens do Rio Paranapanema. A cidade foi elevada município pela Lei Estadual 1.618, de 13 de dezembro de 1918 e passou a ser estratégica do ponto de vista econômico, por sua ligação com o norte do Paraná, proximidades com Assis e Avaré, cidades importantes do vale do Paranapanema (PREFEITURA MUNICIPAL DE OURINHOS, 2006).

A chácara Santo Antônio é uma propriedade particular, inserida na malha urbana do município. Localiza-se na Av. Vitalina Marcusso, Jardim das Paineiras. A erosão acelerada implantada na referida propriedade ultrapassa 800m de extensão, largura média de 20m e 15m de profundidade. Esse quadro data da década de 1990, quando foi edificada uma galeria de águas pluviais que desembocam na área em questão. Numa tentativa indevida de contê-la, não só a população, mas também o poder público incorporam rejeitos dos mais diversos: resíduos sólidos urbanos, rejeitos oriundos da construção civil, galhadas, dentre outros, gerando outro problema: a formação de Antropossolos.

Nessas condições, todo material desagregado e transportado pela água, seja ele partículas de solo, telhas, tijolos, sacos plásticos, utensílios domésticos, brita, resíduos sólidos urbanos em geral, são depositados no córrego Água da Veada, afluente do rio Pardo, fonte de abastecimento da cidade, tributário do rio Paranapanema. Esse processo tende a agravar ainda mais os quadros de degradação do recurso natural água, uma vez que ao longo do córrego não existe sequer resquícios da mata ciliar, sendo assim, não há impedimento físico para a deposição dos materiais e solapamento das margens.

O terreno que dá aporte para a área degradada é utilizado como pastagem recoberta pela *Brachiária decumbens*, que não apresenta sinais de manejo adequado. Possui cerca de 40 cabeças de gado de corte comercializadas nos frigoríficos da região. É notória a erosão zoógena provocada pelo pisoteio do gado. Desta forma, constata-se quadros de degradação dos recursos naturais água, solo e vegetação.

Procedimentos metodológicos

Os materiais utilizados neste estudo foram um aerofotograma de 1972 na escala de 1:25.000 e uma imagem multiespectral do satélite Quickbird de 2006, com resolução espacial de 0,6 metros. Utilizou-se ainda a carta topográfica do IBGE, folha Ourinhos (SF-22-Z-A-VI-3) na escala 1:50.000. Para os trabalhos de campo foi utilizado um aparelho de GPS de navegação, e para as análises do uso e cobertura da terra e posterior avaliação das mudanças, o sistema de informações geográficas Idrisi Taiga através de seu módulo LCM (*Land Change modeler*). O trabalho iniciou-se com a transformação do aerofotograma de analógico para digital e do ajuste no georreferenciamento das imagens, utilizando-se de coordenadas extraídas da carta topográfica da área. Na sequência, vetorizou-se o limite da microbacia, o córrego e a nascente sobre a carta topográfica digital georreferenciada.

Posteriormente foram elaborados os mapas de uso da terra, através da fotointerpretação do aerofotograma de 1972 e da interpretação visual da cobertura da imagem do satélite Quickbird. Os mapas gerados foram inseridos na ferramenta *Land Change Modeler* do Idrisi Taiga, e esta gerou os mapas de mudanças na cobertura, de ganho de cada categoria de uso, de perda e de persistência das classes de uso da terra entre os anos estudados.

As categorias de uso e ocupação em que as classes identificadas foram inseridas são aquelas definidas pelo IBGE (2006), e foram adotadas em função das características predominantes na área de estudo. As classes utilizadas neste trabalho foram: pecuária, lavoura permanente, lavoura temporária, campestre, área urbanizada, rodovia, sedes rurais e açude. Destaca-se que na categoria lavoura permanente no ano de 1972 foram inseridas áreas com plantações de café, com pomares e com reflorestamento de eucalipto. Já em 2006 nesta categoria foram inseridas apenas áreas com reflorestamento de eucalipto, uma vez que o café e os pomares já não existiam. Na categoria sedes rurais foram classificadas as áreas ocupadas com construções rurais, seus pátios, pequenas hortas e pequenos pomares. Na categoria Campestre foram inseridas as formações não-arbóreas, primárias ou secundárias que se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso.

De posse dos resultados, analisaram-se as implicações das mudanças no uso e cobertura sobre o solo da microbacia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho avaliaram-se as mudanças no uso da terra ocorridas entre 1972 e 2006 e os impactos desta mudança sobre os solos da microbacia. Foram elaborados mapas de uso da terra nos dois períodos, nos quais se verificou que em 1972, a cobertura do solo era predominantemente gramíneas destinada à pecuária, com 167,6 hectares, que cobria 64,1 % da área. A Tabela 1 apresenta o resultado obtido após a classificação.

Tabela 1 – Área ocupada por cada uso da terra em 1972.

Categoria de uso	Área (ha)	(%)
Pecuária	167,6	64,1
Lavoura permanente	17,6	6,8
Lavoura temporária	24,9	9,1
Campestre	35,4	13,6
Área urbanizada	9,9	3,9
Rodovia	2,3	0,9
Sede rural	4,00	1,5
Açude	0,2	0,1
Total	261,9	100

Conforme se pode observar pelos dados apresentados na Tabela 1, a pecuária e a campestre eram as duas categorias mais abrangentes da área de estudo, cuja soma alcançava 77,7%. Estes usos mantinham o solo da área relativamente bem protegido, com poucos sinais de processos erosivos identificados na fotografia aérea. A Figura 1 mostra a distribuição dos usos da terra na microbacia em 1972.

No mapa de 2006 pode-se observar que houve mudança importante no uso da terra sobretudo na região mais alta da microbacia. As atividades de pecuária e a área campestre que ali existiam foram substituídas em grande parte pela área urbanizada. Na Figura 2 pode-se ver o mapa de uso da terra da área de estudo em 2006.

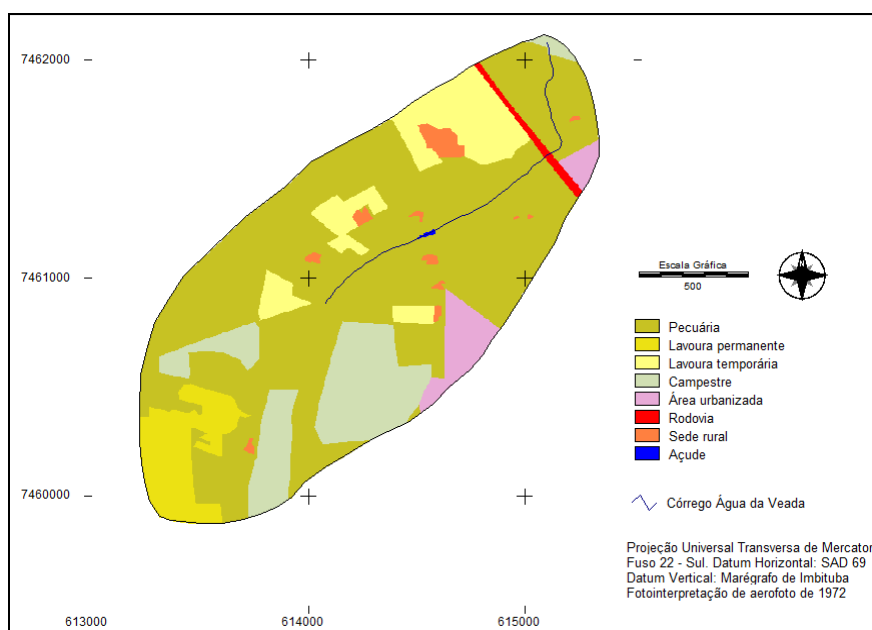


Figura 1 – Mapa de uso da terra na microbacia do Córrego Água da Veada em 1972.

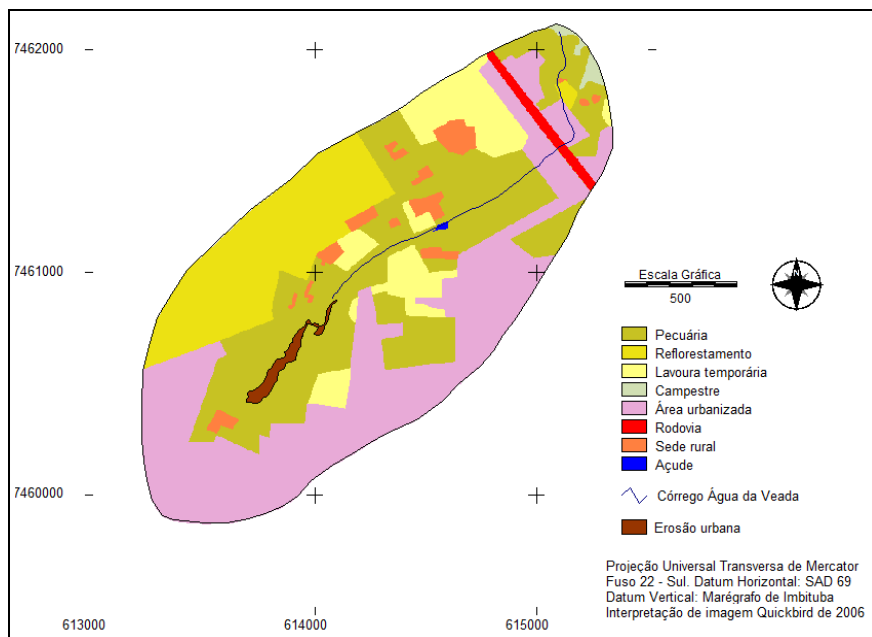


Figura 2 – Mapa de uso da terra na microbacia do Córrego Água da Veada em 2006.

Observa-se na Figura 2 que a área urbanizada encontra-se concentrada no Sudoeste e Sudeste da microbacia, nas regiões de maior altitude e com maiores declividades. Esta área tem como característica o asfaltamento das ruas, que são implantadas em vários locais no sentido do declive e a tendência de impermeabilização dos quintais e calçadas. Isso favorece a concentração superficial das águas e o surgimento de processos erosivos severos. Outro aspecto a ser considerado é o de que em 2006 a área urbanizada ocupava a maior parte da microbacia, conforme pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 – Área ocupada por cada uso da terra em 2006.

Categoria de uso	Área (ha)	(%)
Pecuária	88,3	33,7
Lavoura permanente	43,5	16,6
Lavoura temporária	24,5	9,4
Campestre	1,4	0,5
Área urbanizada	92,7	35,4
Rodovia	3,2	1,2
Sede rural	8,1	3,1
Açude	0,2	0,1
Total	261,9	100,00

Ao analisar as Tabelas 1 e 2, verifica-se que o índice de mudanças na cobertura do solo foi alto, com destaque para a substituição de áreas de pecuária, lavoura permanente e Lavoura temporária pela área urbanizada. Na Figura 3 pode-se observar a espacialização das mudanças ocorridas no período estudado.

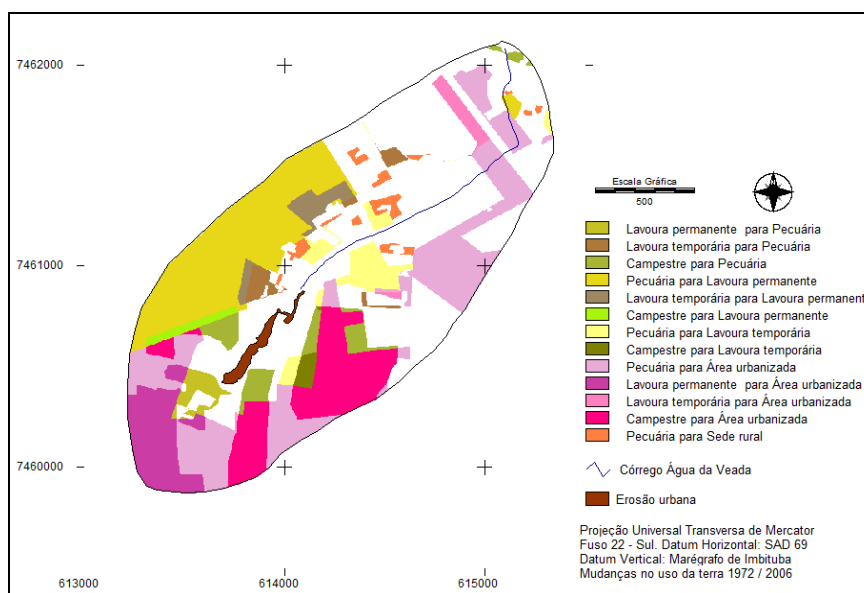


Figura 3 – Mapa de mudanças de uso da terra entre os anos de 1972 e 2006.

Na referida Figura a área com coloração branca é aquela onde não houve mudanças no uso da terra. As demais áreas sofreram mudanças, destacando-se a substituição de 42,9 ha de pecuária pela urbanização. Além disso, ao somarmos esta com a ampliação da área urbana sobre lavoura permanente, lavoura temporária e campestre, tem-se 83,2 hectares de mudança, ou seja, de áreas que foram em sua maior parte impermeabilizadas, o que corresponde a 31,8% da área total da microbacia. As dimensões das mudanças estão apresentadas na Tabela 3. Estas modificações trouxeram como consequência o intenso processo erosivo apresentado à montante da nascente do córrego Água da Veada.

Tabela 3 – Mudanças no uso da terra entre 1972 e 2006

Mudança de categoria de uso	Área (ha)	(%)
Lavoura permanente para Pecuária	2,9	1,9
Lavoura temporária para Pecuária	3,2	2,1
Campestre para Pecuária	8,0	5,2
Pecuária para Lavoura permanente	37,2	24,0
Lavoura temporária para Lavoura permanente	4,2	2,7
Campestre para Lavoura permanente	1,9	1,2
Pecuária para Lavoura temporária	8,8	5,7
Campestre para Lavoura temporária	1,5	1,0
Pecuária para Área urbanizada	42,9	27,8
Lavoura permanente para Área urbanizada	13,8	8,9
Lavoura temporária para Área urbanizada	2,9	1,8
Campestre para Área urbanizada	23,6	15,2
Pecuária para Sede rural	3,9	2,5
Total	154,8	100

Conforme já destacado, a localização das mudanças relativas à área urbanizada está predominantemente na cabeceira da microbacia, o que interfere diretamente na infiltração e no escoamento superficial da água das chuvas. A Figura 4 mostra as mudanças na cobertura da terra entre 1972 e 2006. Na Figura 4a não se observam sinais de erosão no ponto mais baixo do relevo. Já na Figura 4b pode-se observar

o impacto da impermeabilização e da concentração da água em direção a calha do córrego Água da Veada, na forma de pequenos reservatórios construídos para tentar reduzir a velocidade da água e no processo erosivo e de assoreamento à jusante destes.

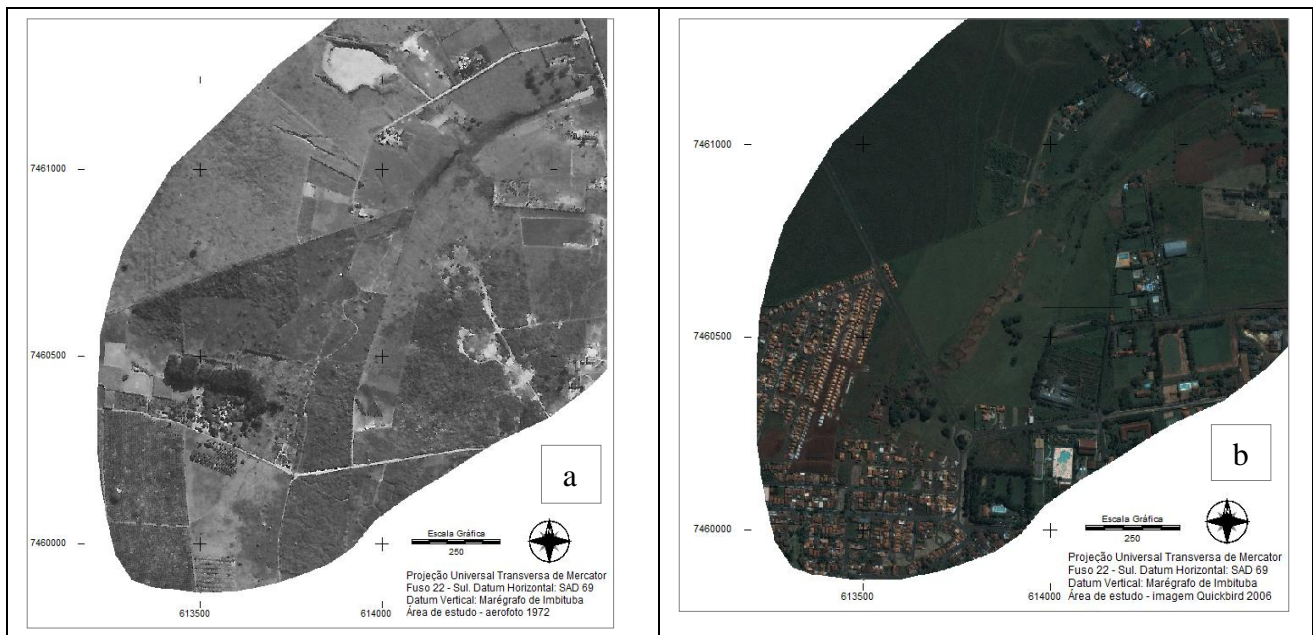


Figura 4 – Fotografia aérea de 1972 (a) e imagem de satélite de 2006 (b) da cabeceira da microbacia do Córrego Água da Veada.

Esta erosão urbana é um dos principais impactos deste processo. A mesma está localizada na chácara Santo Antônio, à jusante da Av. Vitalina Marcusso. As dimensões da incisão ultrapassam 800m de extensão, com largura média de 20m e 15m de profundidade. Esse quadro data da década de 1990, quando, após a urbanização foi edificada uma galeria de águas pluviais que desembocam na área em questão (Figuras 5 e 6).



Figura 5 - Galeria de águas pluviais na chácara Santo Antônio, agravante da erosão urbana. Foto: Vallin (2010)



Figura 6 - Um dos pontos mais críticos da erosão urbana. Foto: Vallin (2010)

Numa tentativa indevida de contê-la, a população e também o poder público, incorporam rejeitos dos mais diversos: resíduos sólidos urbanos, rejeitos oriundos da construção civil, galhadas, dentre outros, gerando a formação de Antropossolos (Figura 7).



Figura 7 - entulho depositado na cabeceira da erosão urbana, origem dos Antropossolos.
Foto: Gregório (2011)

Desta forma, a implantação dos processos erosivos urbanos, somados ao desenvolvimento dos Antropossolos, compromete a beleza paisagística, cria condições para a proliferação de insetos e vetores, desvaloriza os imóveis do entorno e degrada o meio ambiente como um todo. Além disso, os materiais antropogênicos tendem a serem transportados pela ação das águas pluviais concentradas na erosão, e depositados nas áreas a jusante. Nesse caso, o nível de base local é o córrego Água da Veada, afluente do rio Pardo, tributário do rio Paranapanema, que visivelmente teve seus terraços totalmente alterados pelos depósitos e pelas obras de “recuperação” da área degradada. Como consequência, identifica-se um quadro de degradação sem precedentes: presença de lixo, entulho, solapamento de talude, assoreamento, possível contaminação por esgoto clandestino, dentre outros (Figura 8).



Figura 8 - Córrego Água da Veada, município de Ourinhos/SP: intensa intervenção antrópica.
Foto: Gregório (2011).

As informações apresentadas neste trabalho demonstram a importância do planejamento adequado

do uso da terra. A sua falta traz como consequência situações impactantes negativamente como as expostas nesse trabalho. Este não é um caso exclusivo de Ourinhos. No Estado de São Paulo, grande número de cidades têm erosões em áreas urbanas, geralmente em situações parecidas com aqui apresentada.

CONCLUSÃO

Após as análises efetuadas, pode-se concluir que as técnicas de geoprocessamento foram eficientes para identificação e espacialização das informações relativas ao uso da terra na microbacia. As mesmas permitiram ainda a localização e o dimensionamento de cada classe de uso nos dois períodos estudados e dos impactos causados pelas mudanças na cobertura do solo.

Verificou-se também que a falta de planejamento adequado na implantação das estruturas de drenagem das águas pluviais urbanas, assim como a falta de orientação e fiscalização, permitindo a impermeabilização das calçadas e dos quintais, trouxe como consequência o estabelecimento de intenso processo erosivo, que tem carregado toneladas de sedimentos para dentro do córrego Água da Veada e ao rio Pardo, onde o córrego deságua. Além disso, a formação dos Antropossolos cria uma situação de instabilidade no terreno, permite a proliferação de insetos e vetores, contribui para a alteração de propriedades físicas e químicas do solo e água e deprecia o valor dos imóveis do entorno. Sendo assim, o processo de urbanização, nesse caso específico, deixou como herança um passivo ambiental, notadamente no que se refere ao solo, água, vegetação e para a sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cartas topográficas 1:50.000**. Rio de Janeiro, 1973.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manuais Técnicos em Geociências, número 7 – Manual técnico de uso da terra**, 2^a edição, Rio de Janeiro, 2006.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa geológico do estado de São Paulo**. São Paulo, 1981. Escala 1:500.000.
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação do solo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.
- OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa pedológico do estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: EMBRAPA, 1999. 64 p.
- PAUL, M.J.; MEYER, J.L. **Streams in the Urban Landscape**. Annual Review of Ecology and Systematics. 2001, p 333 – 365.
- PELOGGIA, A. U. G. **A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo**. Revista Brasileira de Geociências. v.27, n.3, p.257-268, set. 1997. Disponível em: <http://sbgeo.org.br/pub_sbg/rbg/vol27_down/2703/2703257.pdf>. Acesso em 25 jan. 2012.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE OURINHOS. **Histórico da cidade**. Disponível em: <http://www.ourinhos.sp.gov.br/a_cidade/p_socio_economicos.asp> 2006. Acesso em: 03 fev. 2006.
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo. 1997. Escala 1:500.000.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO.

Relatório zero: diagnóstico do meio físico. Disponível em:

<<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/arqs/relatorio/crh/cbh/223/v1relmpseg.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2006.