

## Mudanças no uso da terra e impactos sobre a infiltração de água em microbacias hidrográficas avaliados com técnicas de geoprocessamento

Edson Luís Piroli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista - UNESP/Câmpus de Ourinhos  
Avenida Vitalina Marcusso, 1500, Câmpus Universitário, Ourinhos, SP. CEP 19910-206.  
elp@ourinhos.unesp.br

**Abstract:** Changes in land use in watersheds bring important consequences on natural resources, especially in urban areas. The occupation of land without regard to its features and waterproof of considerable extensions, brings increasing runoff of rainwater, which are directed to the lower relief areas with high erosion potential. This research evaluated the changes in land use of the watershed of the Furnas stream located at Ourinhos, São Paulo, Brazil, and their impacts related to infiltration and runoff water. The databases used were aerial photographs from 1972 and satellite imagery IRS P6, sensor LISS 3, from 2012. These were processed in a GIS environment. Were conducted fieldworks to evaluate in situ the impact of changes in land cover. It was found that there was a great expansion of sugar cane and urban areas, which have replaced areas of annual crops and pastures. These changes have brought rise to a reduction of infiltration and surface water concentration, increasing erosion, siltation and flooding episodes on the bed of the stream regions, especially in the mouth area.

**Palavras-chave:** remote sensing, land use change, watersheds, sensoriamento remoto, mudança de uso da terra, microbacias hidrográficas

### 1. Introdução

As notícias sobre problemas relacionados à água aumentaram na imprensa brasileira e mundial nos últimos anos, com intensificação dos debates no último semestre de 2014. Algo impensável em nosso país até pouco tempo atrás agora bate à porta das casas de algumas de nossas regiões mais populosas: a água armazenada nos reservatórios destinados ao abastecimento da população está reduzindo drasticamente ameaçando o atendimento das necessidades básicas das pessoas e também as atividades econômicas desenvolvidas nestas regiões. Políticos tentam explicar os motivos, cientistas analisam dados e apontam causas e possíveis soluções, habitantes de algumas regiões protestam e buscam culpados, mas poucos tem a exata noção dos motivos pelos quais a situação chegou ao ponto atual.

A explicação está relacionada às mudanças no uso e na cobertura da terra que foi intensificada nas últimas décadas do Século XX e que traz consequências importantes e ainda pouco estudadas e conhecidas sobre o ciclo hidrológico e o impacto de suas alterações. Nas condições naturais de nosso país, quando a maior parte do solo estava coberto por florestas e bem estruturado, em torno de 80% da água das chuvas infiltrava e era armazenada ao longo do perfil do solo, alimentando e formando os aquíferos livres e confinados, sendo os primeiros, os responsáveis pela recarga das nascentes, que mantinham os rios perenes ao longo de todo ano, inclusive nos períodos mais longos de secas. Com a substituição das florestas por culturas agrícolas, pastagens e áreas urbanas, a relação precipitação/infiltração se alterou profundamente em áreas cada vez mais amplas do território brasileiro.

Nas áreas agrícolas, o solo passou a ser compactado pelo uso intensivo de máquinas e equipamentos de grande porte. Sob pastagem o solo passou a sofrer compactação pelo pisoteio do gado, criado em sistemas de manejo cada vez mais intensivo. E, nas áreas urbanas a impermeabilização do solo, fruto da cultura da maior parte dos brasileiros de que é necessário cimentar toda área dos quintais, mesmo nas cidades e estados onde isso é proibido por lei, impede a maior parte da água precipitada nas chuvas de infiltrar, invertendo a equação original e fazendo com que a maior parte da água das chuvas escorra superficialmente.

Este escoamento superficial além de causar inúmeros problemas como erosões, assoreamentos, enchentes e inundações, facilmente visíveis após chuvas um pouco mais

intensas, traz também uma consequência tão nefasta quanto estas que é a diminuição da infiltração da água no solo e conseqüentemente a diminuição da água disponível para as plantas, que passam a sofrer a consequência das estiagens mais fortemente, diminuindo seu papel na evapotranspiração e por conta disso sua contribuição no aumento dos vapores de água na atmosfera. Além desta consequência, existem outras como a diminuição da recarga dos aquíferos (principalmente do aquífero livre ou freático), que em longo prazo traz problemas relacionados à diminuição ou mesmo cessação da vazão de nascentes e córregos, o que obviamente diminui a água dos rios de maior porte e dos reservatórios neles construídos.

Estes processos ocorrem em todas as áreas da superfície do planeta, com variações em função das características de cada região. No Brasil, as características geomorfológicas da maior parte do país condicionam os processos descritos a ocorrerem em espaços denominados de bacias hidrográficas. Estas são áreas delimitadas por divisores de água, onde a chuva ao precipitar tem suas águas direcionadas para os pontos mais baixos do relevo. Se as condições de manejo da bacia estiverem boas, um grande percentual da água infiltrará, ficando armazenada ao longo do perfil do solo percolando lentamente em direção às nascentes ou ao aquífero profundo, caso contrário, escorrerá superficialmente com grande energia causando processos erosivos nas encostas, inundações nas regiões mais baixas e planas e assoreamento ao longo dos e nos corpos d'água.

As bacias podem ser divididas em sub-bacias e microbacias. Assim, um conjunto de microbacias forma uma sub-bacia e estas, somadas, formam as bacias hidrográficas. Por isso, considera-se que a microbacia é a área ideal para análises ambientais como a desenvolvida nesta pesquisa por ser o espaço onde as relações entre as atividades humanas e os fluxos físico, químico e biológico ocorrem de maneira mais intensa e próxima. Desta forma, se considera que ao ser feito o manejo adequado por microbacias, o resultado somado abrangerá toda uma sub-bacia e posteriormente, o somatório destas, resultará em uma bacia manejada adequadamente.

E, para que este manejo seja desenvolvido é necessário em primeiro lugar espacializar os diferentes usos e coberturas da terra na área de interesse. Na sequência se deve caracterizar as relações ocorrentes, suas causas e impactos. Esta caracterização pode ser feita a partir do mapeamento das características superficiais de uma microbacia que pode ser realizado utilizando técnicas e métodos de geoprocessamento, que de acordo com Piroli (2010) pode ser definido como geo (terra – superfície – espaço) e processamento (de informações – informática). E, que desta forma, se torna um ramo da ciência que estuda o processamento de informações georreferenciadas utilizando aplicativos (normalmente SIGs), equipamentos (computadores e periféricos), dados de diversas fontes e profissionais especializados. Este conjunto deve permitir a manipulação, avaliação e geração de produtos (geralmente cartográficos), relacionados principalmente à localização de informações sobre a superfície da terra.

Neste trabalho utilizou-se técnicas e métodos de geoprocessamento para a elaboração da análise do uso da terra na microbacia hidrográfica do Córrego das Furnas nos anos de 1972 e 2012 e para avaliar o impacto destas mudanças na infiltração de água no solo e no seu escoamento superficial.

## **2. Metodologia de Trabalho**

Os materiais utilizados neste estudo foram um aerofotograma de 17/08/1972 na escala de 1:25.000 e uma imagem multiespectral do satélite indiano IRS P6, sensor LISS 3 (*Linear Imaging Self-Scanning Sensor*) de 05 de julho de 2012 Para apoio de campo e da georreferência, bem como para a vetorização da hidrografia utilizou-se as cartas topográficas do IBGE, folha Ourinhos (SF-22-Z-A-VI-3) e Jacarezinho (SF-22-Z-C-III-1) na escala 1:50.000. Foram realizados trabalhos de campo na área apoiados em um aparelho de GPS de

navegação para verificações e comprovações das informações visualizadas nas imagens de satélite. Nas análises do uso e cobertura da terra usou-se o sistema de informações geográficas Idrisi Taiga que também foi utilizado para a avaliação das mudanças de uso da terra entre as duas épocas através do módulo LCM (*Land Change modeler*), de acordo com o preconizado por Piroli et al (2011). O trabalho foi desenvolvido a partir da conversão do aerofotograma de analógico para digital e do ajuste no georreferenciamento das imagens, utilizando-se coordenadas extraídas das cartas topográficas da área. Em seguida, o limite da microbacia foi vetorizado, assim como os córregos e as nascentes sobre as cartas topográficas digitais georreferenciadas.

Na sequência os mapas de uso da terra foram elaborados usando-se técnicas de fotointerpretação para o aerofotograma de 1972 e de interpretação visual da cobertura da terra para a imagem do satélite IRS P6. Posteriormente os mapas dos dois anos analisados foram inseridos no módulo *Land Change Modeler* do Idrisi Taiga para a geração dos 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 cobertura em que as classes identificadas foram inseridas são definidas pelo IBGE (2013), e foram adotadas em função das características predominantes na área de estudo, sendo elas: pastagem, capoeira, cana de açúcar, área urbana, floresta, rodovia, chácaras e sedes, água, café, expansão urbana, cultivos anuais e eucalipto. Na categoria chácaras e sedes foram classificadas as áreas ocupadas com construções rurais, seus pátios, pequenas hortas e pequenos pomares. Na categoria capoeira foram inseridas as formações não-arbóreas, primárias ou secundárias que se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso.

Utilizou-se taxas médias de infiltração nas análises para cada categoria de uso e cobertura da terra. Estas taxas foram obtidas de autores de hidrologia, como Cruciani (1987). O tipo de solo predominante na área de estudo é o Latossolo (EMBRAPA, 1999), constituído por material mineral, com horizonte B Latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte (OLIVEIRA, 1999). Os latossolos apresentam perfis espessos, com mais de 3 metros de profundidade e de coloração avermelhada. Sua textura varia de argilosa a média e são, em geral, solos com boas propriedades físicas, de excepcional porosidade total com valores que podem chegar a 50-60 %. Por isso, tem boa drenagem interna, mesmo naqueles com textura argilosa (LEPSCH, 2002). A declividade predominante na área de estudo varia entre 6 e 12%.

Diversos fatores condicionam o movimento de água no solo e a infiltração. Os autores Araújo Filho e Ribeiro (1996), destacaram a umidade inicial, Perroux e White (1988), a porosidade, Sales et al. (1999), a densidade do solo, Roth et al. (1985) a cobertura do solo, Bertoni e Lombardi Neto (1990), a textura e o grau de agregação do solo; e Reichert et al. (1992), o selamento superficial. Para que este trabalho fosse desenvolvido, foi necessário estabelecer valores médios aproximados em função de que não existem dados obtidos sobre cada um dos parâmetros especificamente para a área estudada. Assim, as taxas de infiltração consideradas neste trabalho foram de 50% para pastagem, 70% para capoeira, 40% para cana de açúcar, 20% para área urbana, 80% para floresta, 0% para rodovia, 40% para chácaras e sedes, 0% para água (em função de que esta área foi considerada saturada), 50% para café, 30% para expansão urbana, 40% para cultivos anuais e 50% para eucalipto.

As taxas de infiltração de água no solo foram calculadas a partir da multiplicação da precipitação média anual na área de estudo pela área total de cada uso e cobertura e pela sua porcentagem de infiltração nos dois períodos. Usando-se os dados dos dois períodos obteve-se a diferença entre os valores teóricos que infiltravam em 1972 e em 2012. Desta forma, encontrou-se a quantidade de água que passou a escorrer a mais na superfície da área de estudo em função da diminuição das taxas de infiltração. Estas alterações nos volumes

escoados superficialmente trouxe impactos ambientais, econômicos e sociais importantes decorrentes dos processos erosivos, das enchentes, das inundações e dos assoreamentos que foram potencializados na área.

### 3. Resultados e discussão

A pesquisa mostrou as mudanças ocorridas no uso da terra entre 1972 e 2012. Verificou-se que em 1972, a cobertura era composta predominantemente por gramíneas destinadas à pastagem, com 510,89 hectares (ha), que cobriam 34,25 % da área. O segundo uso em termos de área abrangida era cultivos anuais, que alcançava 350,44 ha (23,50%) da microbacia. Já em 2012 a maior parte da área estava ocupada por estruturas urbanas (área urbana), cobrindo 603,28 ha ou 40,45% da microbacia. O segundo uso a ocupar mais área foi a cana de açúcar, que cobria 522,37 ha (35,02%). A Tabela 1 apresenta o resultado obtido após a classificação do uso da terra nos anos de 1972 e 2012 em área (ha) e em porcentagem (%).

Tabela 1 – Área ocupada por cada uso da terra em 1972 e 2012 e seus respectivos percentuais de cobertura.

Categoria de uso	Área (ha) - 1972 (%) – 1972	Área (ha) - 2012 (%) – 2012
Pastagem	510.89 34.25	125.37 8.41
Capoeira	33.71 2.26	27.80 1.86
Cana de açúcar	108.12 7.25	522.37 35.02
Área urbana	112.73 7.56	603.28 40.45
Floresta	6.10 0.41	2.62 0.18
Rodovia	11.80 0.79	23.67 1.59
Chácaras e sedes	131.62 8.82	104.83 7.03
Água	20.66 1.39	12.36 0.83
Café	89.47 6.00	0.07 0.00
Expansão urbana	115.93 7.77	0,00 0.00
Cultivos anuais	350.44 23.50	0.03 0.00
Eucalipto	0,00 0.00	69.07 4.63
<b>Total</b>	<b>1.491,47 100.00</b>	<b>1.491,47 100.00</b>

As Figuras 1 e 2 mostram os mapas de uso e cobertura da terra nos anos de 1972 e 2012, respectivamente. Neles é possível observar que as regiões da cabeceira da microbacia eram ocupadas por pastagens, cultivos anuais, café e pequenas áreas de cana de açúcar no ano de 1972. Naquele ano a região correspondente ao médio curso e, sobretudo o lado oeste da área estudada já era ocupada por área urbana consolidada, havendo também a implantação de estruturas urbanas básicas como ruas e algumas casas que indicavam a expansão da cidade naquela direção. Em 2012 a cabeceira da microbacia estava ocupada quase que exclusivamente por cana de açúcar, que também abrange a maior parte da região leste da área. As áreas urbanas se consolidaram no lado oeste da microbacia, chegando até a região de sua cabeceira.

Os cultivos anuais que abrangiam a segunda maior área em 1972 praticamente deixaram de existir em 2012, sendo substituídos pela cana de açúcar e pelo eucalipto. Esta é uma característica importante da região inteira onde a área de estudo está inserida. Os cultivos de alimentos como mandioca, milho, feijão, arroz, amendoim e café, entre outros deram lugar às grandes culturas comerciais, predominando a cana de açúcar quase que hegemonicamente.

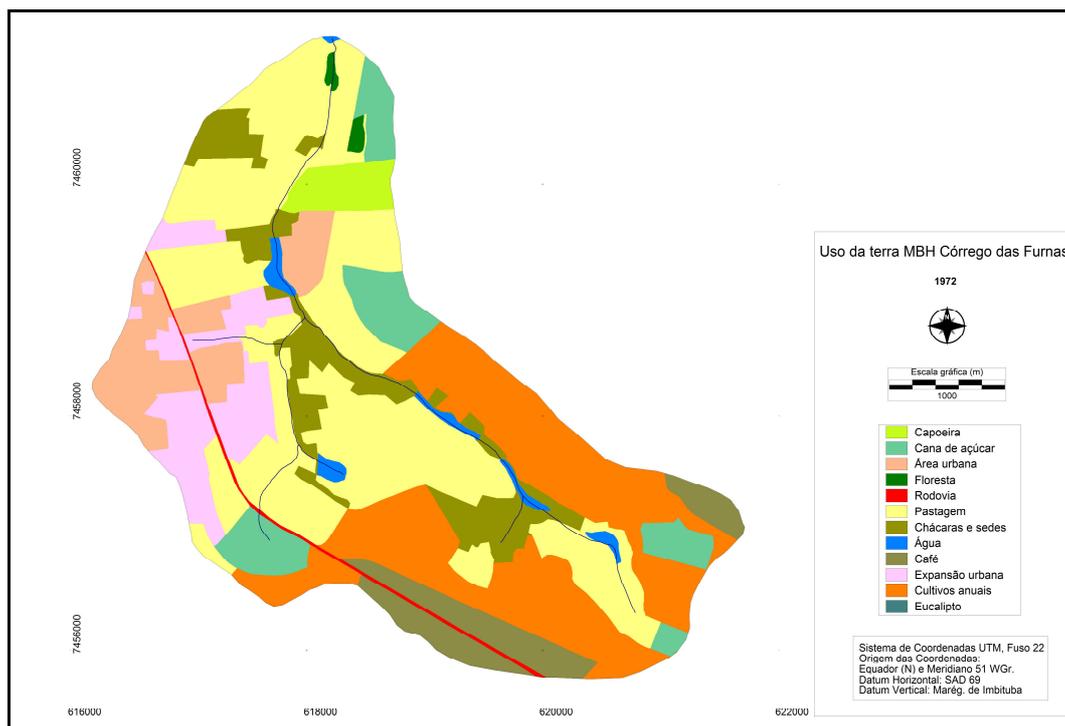


Figura 1 – Mapa de uso da terra da microbacia do Córrego das Furnas em 1972.

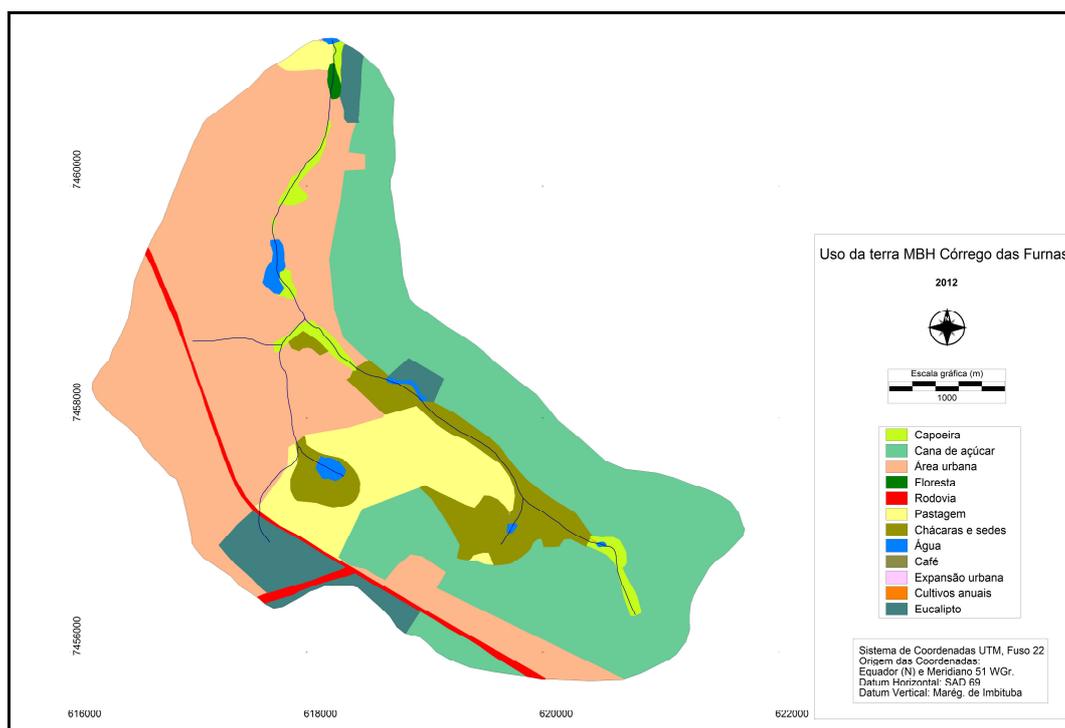


Figura 2 – Mapa de uso da terra da microbacia do Córrego das Furnas em 2012.

A Figura 3 apresenta o cruzamento dos dados dos dois anos estudados, onde se pode ver as áreas que sofreram as mudanças com a identificação de cada uma. Nela se pode observar que o uso da terra que teve maior ampliação foi a cana de açúcar, que substituiu as pequenas lavouras de subsistência e de produção de alimentos. Este processo ocorreu principalmente na região leste da microbacia que se encontra mais distante da área urbana. Também é possível notar que as áreas de expansão urbana existentes em 1972 foram consolidadas em 2012.

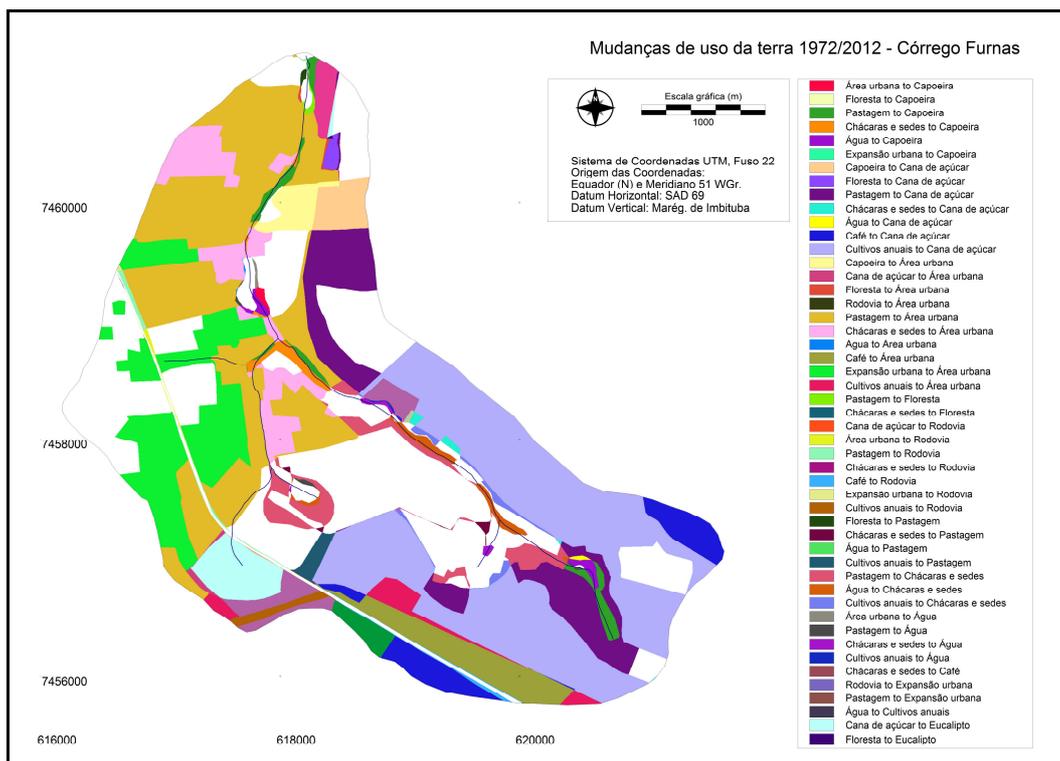


Figura 3 – Ganhos e perdas de cada categoria de uso da terra no período estudado.

Após a elaboração e análise dos mapas foram calculados os valores teóricos de infiltração de água nas condições deste trabalho, para um ano inteiro, considerando-se a média de chuva da área de estudo que é de 1.356,8 mm (Unicamp, 2014) e considerando-se uma distribuição normal ao longo deste ano, sem períodos de alta precipitação concentrada. Assim, os cálculos foram elaborados sobre a base do volume total de precipitação anual multiplicado pela área de um hectare, o que alcança 13.560 m<sup>3</sup>/ha/ano. Nos cálculos foram considerados os percentuais médios de infiltração para cada cultura. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Área total ocupada por cada uso e cobertura e respectiva infiltração dada em m<sup>3</sup>/ano.

Categoria de uso	Área (ha) - 1972	Infiltração/ano (m <sup>3</sup> )	Área (ha) – 2012	Infiltração/ano (m <sup>3</sup> )
Pastagem	510,89	3.465.877,76	125,37	850.510,08
Capoeira	33,71	320.164,10	27,80	264.033,28
Cana de açúcar	108,12	586.788,86	522,37	2.835.006,46
Área urbana	112,73	305.904,13	603,28	1.637.060,61
Floresta	6,10	66.211,84	2,62	28.438,53
Rodovia	11,80	0,00	23,67	0,00
Chácaras e sedes	131,62	714.328,06	104,83	568.933,38
Água	20,66	0,00	12,36	0,00
Café	89,47	606.964,48	0,07	474,88
Expansão urbana	115,93	471.881,47	0,00	0,00
Cultivos anuais	350,44	1.901.907,97	0,03	162,82
Eucalipto	0,00	0,00	69,07	468.570,88
<b>Total</b>	<b>1.491,47</b>	<b>8.440.028,67</b>	<b>1.491,47</b>	<b>6.653.190,91</b>

Conforme se pode observar na Tabela 2, a mudança dos usos e coberturas da terra na área de estudo durante o período avaliado diminuiu o volume teórico de água infiltrada no solo em 1.786.837,76 m<sup>3</sup>, ou seja, 21,17% do valor que infiltrava em 1972 passou a escorrer superficialmente com as alterações no uso da terra. Deve-se considerar que nem toda água que

deixa de infiltrar escoará superficialmente, podendo parte dela evaporar e parte ser retida em estruturas das mais diversas. No entanto, precisa-se destacar que os valores aqui obtidos podem mudar em função da concentração das chuvas, uma vez que de acordo com Panachuki (2003) na medida em que aumenta o valor da intensidade de precipitação, diminui o valor da taxa de infiltração estável, o que aumenta o escoamento superficial. Ou seja, os valores de água escoada podem ser maiores se ocorrerem períodos de chuva intensa e concentrada.

Após as análises efetuadas neste trabalho se pode destacar os resultados que mostram ser necessária a proteção dos recursos naturais, e que esta precisa ser feita considerando-se o sistema onde estes estão inseridos. De acordo com Piroli (2014) no caso da proteção da água e do solo, a unidade ideal para o planejamento, e a gestão é a bacia hidrográfica em função de que esta foi definida pela própria natureza ao longo de seu processo evolutivo. Já a unidade ideal para o manejo destes recursos naturais é a microbacia, uma vez que esta é a menor unidade dentro do sistema bacia hidrográfica e por conta disso, tende a ter características mais homogêneas.

O mesmo autor destaca que a água que precipita sobre a área de uma microbacia, se não for infiltrada, escorrerá para as regiões mais baixas. E, neste caso, quanto maiores forem as declividades, maior será a energia carregada pela água e maior será o potencial de destruição do solo. Além disso, a água acumulada superficialmente causa inundações e traz riscos e prejuízos para a comunidade. Para que a água infiltre em quantidades próximas daquelas originalmente infiltradas, é preciso que as microbacias sejam manejadas como um organismo único, mantendo-se a maior cobertura vegetal arbórea possível, preferencialmente a floresta nativa da região. Mas, em casos onde a cobertura natural foi extirpada na sua totalidade, como é o caso da microbacia em análise, é preciso que os gestores conheçam as características físicas e biológicas da área e implantem os usos de acordo com a capacidade e o potencial da mesma.

Uma das principais observações é a de que se deve evitar a ocupação intensiva das regiões dos divisores de água das microbacias uma vez que é nestes locais que a água precipitada com as chuvas tem que infiltrar para recarregar o aquífero livre e ser armazenada no solo para os períodos de estiagem e para servir de abastecedor das nascentes e conseqüentemente dos córregos e rios. Quando esta água não consegue infiltrar em conseqüência da impermeabilização, ela escorrerá superficialmente, adquirindo velocidade e volume, causando processos erosivos nas encostas, assoreamento nas baixadas e inundações nos vales. Na área estudada, a cabeceira da microbacia embora intensamente usada para a agricultura, ainda não tem áreas importantes ocupadas pelas estruturas urbanas. Mas há tendência da cidade de Ourinhos se desenvolver no rumo leste, o que pode ocupar a região. Se isto acontecer, será necessário elaborar plano de manejo da microbacia considerando todas as variáveis para evitar a potencialização do escoamento superficial e conseqüentes enchentes nas médias vertentes e inundações nas regiões mais baixas.

#### **4. Conclusões**

Nas condições em que esta pesquisa foi realizada e a partir do método utilizado se pode afirmar que:

- As mudanças no uso e na cobertura da terra ocorridas na microbacia hidrográfica do Córrego das Furnas entre os anos de 1972 e 2012 foram grandes e trouxeram impactos ambientais importantes na área, sobretudo relacionados à diminuição da infiltração da água das chuvas no solo o que traz diversas conseqüências para a agricultura, para o ciclo hidrológico e para a população residente na área.
- A utilização de valores médios de taxas de infiltração de água forneceu indicações importantes sobre a relação precipitação/infiltração/escoamento superficial.
- As técnicas do geoprocessamento usadas foram eficazes para o mapeamento das

características de uso e cobertura da terra e para as análises das mudanças ocorridas entre os dois períodos estudados. O módulo Land Change Modeler disponível no Idrisi Taiga possibilitou os cruzamentos de dados necessários para identificar e mapear as transformações ocorridas na área.

### Referências Bibliográficas

- ARAÚJO FILHO, J.C.; RIBEIRO, M.R. Infiltração de água em Cambissolos do Baixo Irecê (Ba). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Piracicaba, v.20, p.263-370, 1996.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- CRUCIANI, D. E. **Drenagem na agricultura**. São Paulo: Nobel, 1987.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**, 3.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. (Manuais Técnicos em Geociências, 7).
- 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.
- PANACHUKI, E. Infiltração de água no solo e erosão hídrica, sob chuva simulada, em sistema de integração agricultura-pecuária. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2003.
- PERROUX, K. M.; WHITE, I. Designs for disc permeameters. **Soil Science Society of America Journal**. v.52, p.1205-1215, 1988.
- PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010.
- PIROLI, E. L.; ISHIKAWA, D. T. K.; DEMARCHI, J. C. Análise das mudanças no uso do solo da microbacia do Córrego das Furnas, município de Ourinhos - SP, entre os anos de 1972 e 2007, e dos impactos sobre suas áreas de preservação permanente, apoiada em geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011.
- PIROLI, E. L. Geoprocessamento aplicado ao estudo da evolução do uso da terra e seus impactos sobre a infiltração de água em microbacias hidrográficas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 43. (CONBEA), 2014, Campo Grande. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2014.
- REICHERT, J.M.; VEIGA, M. & CABEDA, M.S.V. Selamento superficial e infiltração de água em solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.289-298. 1992.
- ROTH, C.H.; MEYER, B.; FREDE, H.G. A portable rainfall simulator for studying factors affecting runoff, infiltration e soil loss. **Catena**, v.12, p.79-85, 1985.
- SALES, L.E.O.; FERREIRA, M.M.; SILVA DE OLIVEIRA, M.; CURTI, N. Estimativa da velocidade de infiltração básica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.11, p.2091-2095, 1999.
- UNICAMP. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: [http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_393.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_393.html). Acesso em 21/04/2014.