

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160

v.5, n.4, p.525-534, out.-dez., 2010

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI: 10.5039/agraria.v5i4.630

Protocolo 630 – 30/06/2009 \*Aprovado em 16/06/2010

Guilherme F. G. Déstro<sup>1</sup>

# Diagnóstico físico-conservacionista no estudo dos conflitos de uso da terra em microbacias hidrográficas

## RESUMO

Análises ambientais integradas em bacias hidrográficas são consideradas estratégicas para diagnose dos usos indevidos dos recursos naturais e para proposição de medidas mitigadoras da degradação ambiental em diferentes escalas. Este trabalho teve como objetivo qualificar e quantificar os conflitos de uso da terra em microbacias através do diagnóstico físico-conservacionista. Para isso, realizou-se, em oito microbacias nos municípios de Pratânia e São Manuel/SP, uma análise integrada dos parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas, como densidade de drenagem, índice de circularidade e declividade média, com o índice de deterioração físico-conservacionista (IDFC), resultante da análise dos conflitos de uso da terra. Verificou-se que a microbacia III obteve o maior valor de IDFC, principalmente devido ao uso das Áreas de Preservação Permanente, enquanto que a microbacia I obteve o menor, fato este atribuído à significativa ocupação dos solos por matas nativas. A combinação do diagnóstico físico-conservacionista com os parâmetros morfométricos resulta em um método eficaz para a qualificação e quantificação dos conflitos de uso da terra, facilitando a priorização de ações de manejo e recuperação ambiental.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento, índice de deterioração, morfometria, planejamento ambiental.

## Physical-conservationist diagnosis in the study of land-use conflicts in hydrographic microbasins

## ABSTRACT

Integrated environmental analysis in watershed are considered strategic for diagnosis of natural resources inappropriate uses and to propose measures for mitigating environmental degradation at different scales. This study aimed to qualify and quantify land-use conflict in microbasins through physical-conservationist diagnosis. For so, an integrated analysis of the morphometrics parameters of water basins, as drainage density, circularity index and average slope, with the rate of physical-conservationist deterioration (IDFC), resulting from the analysis of land-use conflicts, was carried out, in eight microbasins in the municipalities of Pratânia and São Manuel, São Paulo, Brazil. It was observed that the microbasin III had the highest value of IDFC, mainly due to the use of Permanent Preservation Areas, while the microbasin I had the lower value due to the significant land-use by native forests. The combination of physical-conservationist diagnosis with morphometrics parameters results in an effective method for qualifying and quantifying of land-use conflicts in watersheds, thus helping prioritizing actions of environmental management and recovery.

**Key words:** Geoprocessing, deterioration index, morphometry, environmental planning.

<sup>1</sup> Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Diretoria de Proteção Ambiental, Coordenação de Operações e Fiscalização, SCEN Trecho 2, Edifício Sede do IBAMA, Bloco C, Asa Norte, CEP 70818-900, Brasília-DF, Brasil. Fone: (61) 3316-1916. E-mail: gui\_destro@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas têm se tornado cada vez mais frequente unidades naturais para a execução de ações de planejamento ambiental (Porto & Porto, 2008). Segundo Santos et al. (2007), as intervenções numa bacia, se apoiadas na inter-relação de aspectos básicos como o econômico, ambiental e cultural, interferem significativamente no grau de organização dos proprietários das terras e moradores.

Incluso nos estudos de bacias hidrográficas, o diagnóstico ambiental é tido como análise prioritária na detecção dos principais impactos sobre o meio ambiente e para auxiliar na proposição de medidas que minimizem ou sanem os fatores de agressão. Neste sentido, diversos diagnósticos integrados podem ser utilizados, todavia, o físico-conservacionista, sócio-econômico e do saneamento ambiental se destacam, pois, além de serem quantitativos, são prioritários e fundamentais (Rocha, 1997).

Rocha & Daltrozo (2008) relataram que o diagnóstico físico-conservacionista destaca-se, pois contribui para a utilização racional e sustentável dos recursos naturais renováveis através do estudo das características físicas da terra. A informação fornecida por este diagnóstico permite a formulação de medidas pertinentes de controle da erosão e de cheias, prevenção contra secas, controle das atividades

agrícolas e pecuárias e planejamento e localização espacial das ações de florestamento.

O uso do sensoriamento remoto e dos sistemas de informação geográfica, combinados com as análises dos parâmetros morfométricos e de mudança do uso da terra também são instrumentos comumente utilizados para a priorização de ações de manejo em microbacias (Javed et al., 2009).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo qualificar e quantificar, através do diagnóstico físico-conservacionista, os conflitos de uso da terra nas microbacias hidrográficas da Bacia Experimental do Rio Claro, de modo a elencar e priorizar ações de manejo e recuperação ambiental.

## MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia Experimental do Rio Claro, situada entre as latitudes 22° 51' S e 22° 45' S e longitudes 48° 38' W e 48° 32' W, possui uma área de 3.881,86 ha, abrangendo parte dos municípios de Pratânia e São Manuel, no Estado de São Paulo. Para comparação dos resultados e priorização das ações de manejo, optou-se pela subdivisão desta Bacia em oito microbacias distintas (Figura 1).

O método proposto neste estudo teve como princípio norteador o diagnóstico físico-conservacionista sugerido por

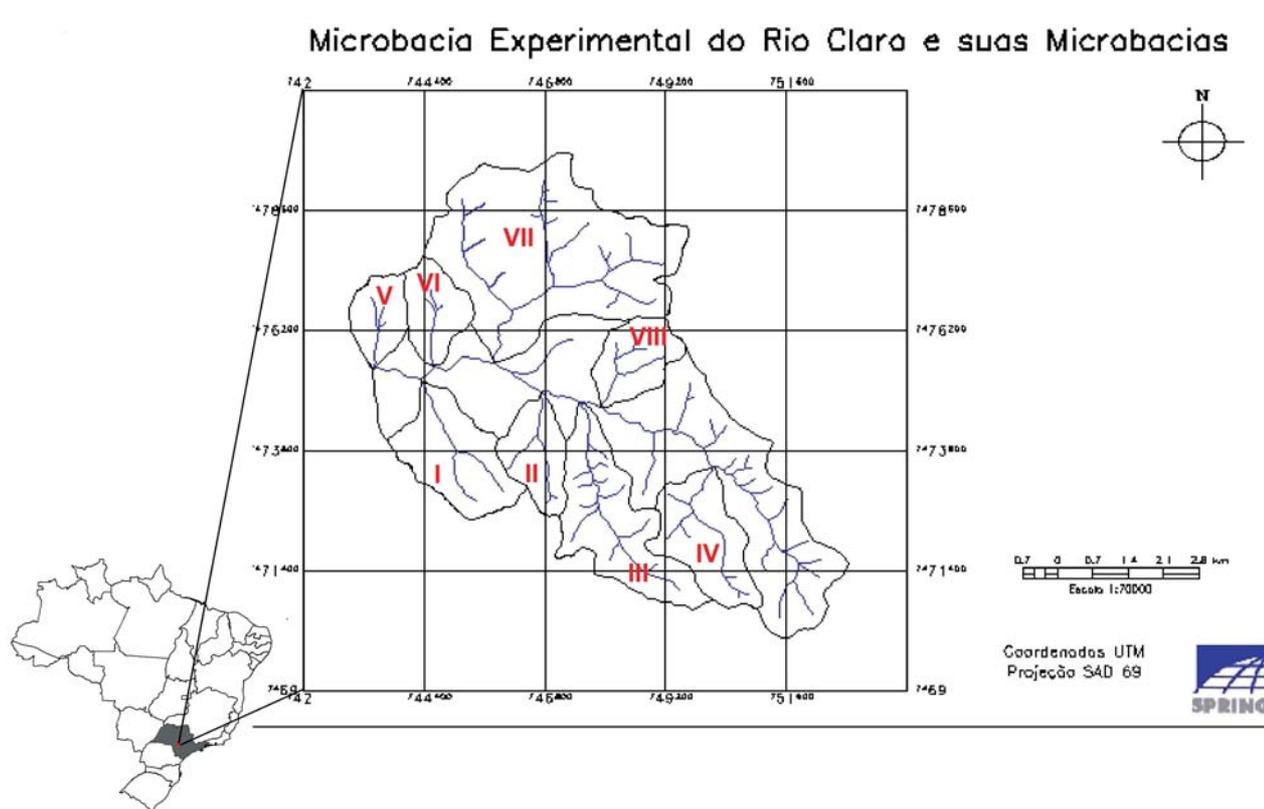


Figura 1. Rede de drenagem da Bacia Experimental do Rio Claro, com as microbacias selecionadas, Pratânia e São Manuel-SP

Figure 1. Drainage network of Rio Claro Experimental Basin with the selected microbasins, Pratânia and São Manuel-SP

**Tabela 1.** Parâmetros morfométricos estudados para análise integrada da Bacia Experimental do Rio Claro, Pratânia e São Manuel-SP**Table 1.** Morphometric parameters studied for the integrated analysis of Rio Claro Experimental Basin, Pratânia and São Manuel-SP

Parâmetro	Forma de obtenção
Comprimento total da rede de drenagem (C)	Somatório das distâncias de todas as ravinas, canais e tributários existentes
Densidade de drenagem (Dd)	Relação entre o comprimento total da rede de drenagem (C) e sua área (A)
Índice de circularidade (IC)	Relação entre a área da bacia (A) e a área do círculo de perímetro igual ao da bacia (Ac). Como a área do círculo tem um perímetro C, igual ao perímetro P da bacia, o Índice de Circularidade foi obtido a partir da expressão: $IC = 4\pi A / P^2$
Índice de forma (IF)	Dado pela expressão: $IF = A / L^2$ , em que IF = [índice de forma (adimensional)]; A = Área da microbacia (ha); eL = comprimento axial da bacia (ha).

Rocha (1997), que utiliza a análise integrada da capacidade de uso dos solos e do uso atual da terra para o estudo dos conflitos de uso, e o uso de alguns parâmetros morfométricos comumente utilizados para avaliação de bacias hidrográficas, como descrito a seguir.

Os limites da bacia hidrográfica experimental do Rio Claro e das microbacias selecionadas foram definidos, digitalmente, a partir de uma Carta Planialtimétrica do IBGE, seguindo os divisores de água. A vetorização dos limites, bem como das curvas de nível, foram feitas utilizando o software AutoCad Map 2000 (Valle Junior, et al., 2010).

A base cartográfica digital utilizada foi oriunda de imagens orbitais do satélite CBERS II nas bandas 2, 3 e 4, datadas de 03/05/2005 e fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2005). Estas imagens, importadas para o Sistema de Informações Geográficas (SIG) SPRING 4.1, foram sobrepostas para a formação da composição colorida e georreferenciadas a partir de pontos de controle obtidos em campo com um GPS de navegação.

Neste estudo foram utilizados cinco parâmetros para avaliar o comportamento hídrico da Bacia e microbacias: comprimento total da rede de drenagem, densidade de drenagem, índice de circularidade e índice de forma (Tabela 1), além da declividade média.

Para obtenção da declividade média, atribuiu-se valores de cotas (retiradas da Carta Planialtimétrica) às curvas de nível, anteriormente vetorizadas e georreferenciadas no SIG-SPRING. O conjunto das curvas, reunido através de um mosaico, deu origem ao mapa altimétrico. Por conseguinte, gerou-se uma grade triangular, com um posterior fatiamento, dando origem ao mapa de declividade.

Para o estudo dos conflitos de uso da terra, elaborou-se o mapa da capacidade de uso através da junção do mapa de solos com o mapa de declividade. Para elaboração do mapa expedido de solos, foi proposto um método alternativo aos tradicionais, uma vez que o levantamento sistemático e a análise química de solos requerem recursos financeiros, corpo técnico e material especializado muitas vezes não disponíveis em diagnósticos rápidos como este. Assim, seguindo-se as teorias propostas por Ricci & Petri (1965), delimitou-se, através da análise visual de fotografias aéreas na escala de 1:30.000 e

de um estereoscópio de espelho, agrupamentos geológicos, tendo por base a tonalidade e textura dos solos, formas topográficas e padrões de drenagem. As regiões delimitadas foram classificadas de acordo com o conhecimento pedológico regional, sendo posteriormente referendadas por especialistas. O mapa final resultante desta etapa foi digitalizado, georreferenciado e vetorizado.

O mapa expedido da capacidade de uso, elaborado por meio do SIG-SPRING, foi apresentado em quatro classes distintas, conforme discriminado abaixo:

- Culturas anuais: para todos os terrenos com declividade de 0-15 graus e para solos menos frágeis com declividade de 15-30 graus;
- Pastagem: para solos mais frágeis com declividade de 15-30 graus e menos frágeis com 30-45 graus de declividade;
- Cultura perene: para terrenos mais frágeis com declividade entre 30-45 graus; e
- Preservação: para todo terreno com declividade maior que 45 graus.

As áreas de conflito ocorreram de duas formas: (1) quando o uso atual da terra diferiu do recomendado pelo mapa expedido da capacidade de uso do solo ou (2) quando o uso atual contrapôs-se ao recomendado pela legislação ambiental (Lei Federal 4.771/65 e Medida Provisória 2.166-67/01), sendo estas denominadas áreas a reflorestar.

Em síntese, o conflito pelo uso da terra em relação à capacidade foi aquele oriundo do manejo incorreto das atividades agrícolas, como (a) agricultura em locais apropriados para pastagem, culturas perenes ou preservação; (b) pecuária extensiva desenvolvida em locais destinados às culturas perenes ou preservação; e (c) culturas perenes presentes em áreas de preservação. Desmatamentos, queimadas e áreas desertificadas não foram abordados neste método. O mapa final deste conflito de uso resultou em duas classes, sendo uma denominada como “Certo”, em que o uso da terra estava de acordo com a capacidade de uso, e outra “Errado”, com o uso contrário.

O segundo conflito, o de uso em relação à legislação (áreas a reflorestar), foi calculado de duas formas distintas: a primeira através do cálculo da área necessária para completar os 20% de Reserva Legal não representados por matas ou capoeiras

(excluindo-se desta análise o montante pertencente às Áreas de Preservação Permanente - APP's) e a segunda, por meio da análise da cobertura vegetal em APP's, em que qualquer uso que não fosse água, solo inundável, capoeira e mata estaria contraditório ao exigido em Lei, sendo, por isso, apontado como área a ser reflorestada.

O mapa de uso atual dos solos utilizado neste estudo foi oriundo do trabalho de interpretação visual desenvolvido por Déstro & Campos (2006) na escala de 1:30.000, da composição colorida (bandas 2, 3 e 4) de imagens do satélite CBERS II no ano de 2005.

Obteve-se, por fim, a porcentagem de deterioração de cada microbacia por meio da média das porcentagens de deterioração das áreas de conflito e da a reflorestar. O índice de deterioração físico-conservacionista (IDFC) da bacia hidrográfica experimental do Rio Claro foi definido pela média aritmética das porcentagens de deterioração das microbacias hidrográficas selecionadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros morfométricos nas microbacias do Rio Claro foram listados na Tabela 2. Nota-se que a microbacia VII foi a que possuiu maior extensão de canais de drenagem e a microbacia II a menor, resultado este intimamente relacionado às áreas das microbacias. Em relação à Densidade de Drenagem (DD), sabe-se que quanto maior seu valor, melhor a eficiência dos canais de drenagem no escoamento das águas pluviais, com maior desenvolvimento do sistema de drenagem. Para as microbacias avaliadas, este fator variou entre 2,09 e 3,31 km<sup>-1</sup> (microbacias I e V, respectivamente). Assim, segundo Sampaio et al. (2010), a segunda, com maior densidade de drenagem, foi mais susceptível a erosões (transporte de solo, matéria orgânica e agrotóxicos), devendo receber maior atenção durante o manejo ambiental. Para Sreedevi et al. (2009), os valores mais altos de DD também podem estar relacionados a regiões de subsolo pouco permeável, vegetação esparsa e relevos declivosos.

Sabe-se também que, quanto maior for o Índice de Circularidade (IC), maior será o risco de enchentes, pois a concentração de água no tributário principal será maior

(Sreedevi et al., 2009). Desta forma, as microbacias V, VI e VIII, que apresentaram maiores IC e, conseqüentemente, um formato mais próximo do circular, deverão receber uma maior atenção em relação às enchentes, exigindo maior cobertura florestal e ações específicas de manejo voltadas à conservação do solo. Todavia, por terem obtido altos valores de Densidade de Drenagem (DD), são bem drenadas, atenuando esse fator de risco. No sentido oposto verificou-se que a microbacia III foi a que obteve menor IC, revelando sua menor propensão às enchentes.

As microbacias VII e VIII, por apresentarem alto Índice de Forma (IF), com um formato mais próximo a um quadrado, foram consideradas as mais vulneráveis à incidência de enchentes. Em contrapartida, a microbacia III, com um formato mais alongado, possui um escoamento superficial mais rápido, tendo menor probabilidade de vir a sofrer riscos de enchentes, devendo, por outro lado, receber cuidados em relação à formação de erosões.

Além disso, o uso da Declividade Média (H) como um índice que mede diretamente a velocidade de escoamento superficial permitiu verificar que as águas pluviais escoam com maior velocidade nas microbacias II, IV e III, decrescentemente. Em oposição, a microbacia VI, com o menor valor de H, apresenta maior possibilidade de sofrer com os impactos das enchentes. A microbacia II foi a única a apresentar Declividade Média maior que 10%, o que não inviabiliza sua aptidão à agricultura.

Pelo mapa da Declividade Média (Figura 2), notou-se o intenso predomínio da classe de 0-15 graus, com 87,94% da área total, valores semelhantes aos encontrados em outros estudos realizados na região, como os de Ribeiro & Campos (1999) na Bacia do Alto Rio Pardo em Botucatu/SP, em que 82,25% da área estudada foi classificada como pertencente à classe de 0-12%.

As classes de 15-30, 30-45 e >45 graus tiveram, respectivamente, 10,34, 1,38 e 0,34% de ocupação. O amplo predomínio da classe de 0-15 graus confirmou a aptidão da região à agricultura. Ressalta-se que as áreas com declividade maior que 45 graus devem ser exclusivamente voltadas à preservação permanente, como estabelecido pela legislação ambiental (Lei Federal 4.771/65).

O mapa expedito dos solos foi representado pela Figura 3. Nota-se que, geológica e geomorfologicamente, a região

**Tabela 2.** Estimativas dos parâmetros morfométricos utilizados para análise integrada das microbacias estudadas do Rio Claro, Pratânia e São Manuel-SP

*Table 2. Morphometric parameters estimates used in the integrated analysis in Rio Claro studied microbasins, Pratânia and São Manuel-SP*

Microbacia	Perímetro (km)	Área (ha)	C (km)	DD (km <sup>-1</sup> )	IC	IF	H (%)
I	8,87	380,23	7,96	2,09	0,61	0,38	8,74
II	6,39	216,00	5,15	2,38	0,66	0,35	10,43
III	13,18	510,07	12,54	2,46	0,37	0,26	9,27
IV	8,73	356,18	8,11	2,28	0,59	0,40	9,69
V	5,05	158,49	5,27	3,31	0,78	0,40	8,57
VI	5,76	197,92	6,56	3,31	0,75	0,41	7,57
VII	16,79	1274,03	33,95	2,67	0,57	0,65	8,16
VIII	5,96	216,61	6,61	3,06	0,76	0,47	8,62

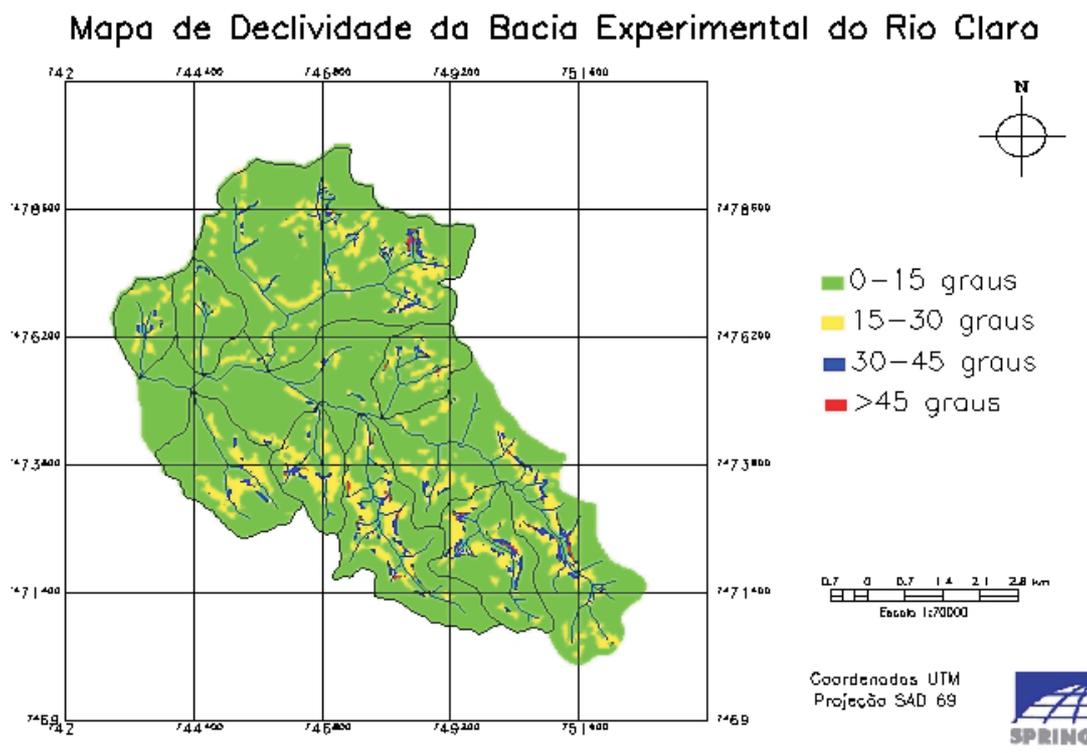


Figura 2. Mapa de declividade da Bacia Experimental do Rio Claro, Pratânia e São Manuel-SP

Figure 2. Slope map of Rio Claro Experimental Basins, Pratânia and São Manuel-SP

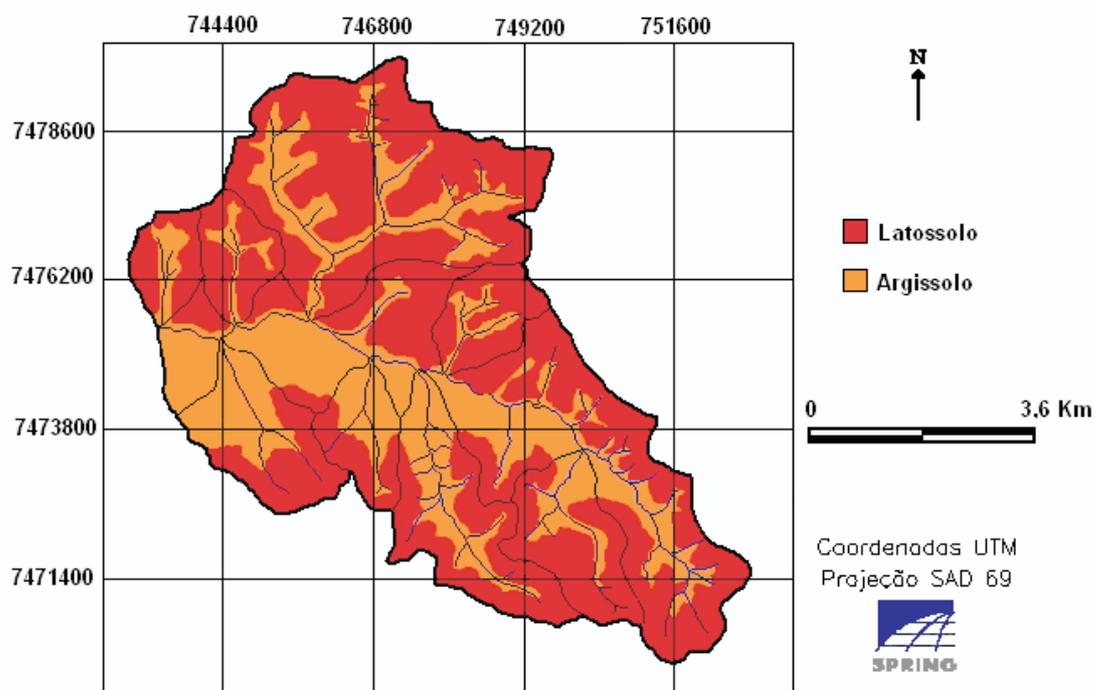


Figura 3. Mapa dos solos da Bacia Experimental do Rio Claro, Pratânia e São Manuel-SP

Figure 3. Soil map of Rio Claro Experimental Basins, Pratânia and São Manuel-SP

apresentou duas amplas feições distintas de solos: argissolo e latossolo. Os argissolos compreendem agrupamentos constituídos por material mineral, com características diferenciais de argila de baixa e horizonte B textural (Bt) imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico. Parte dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B para baixo do perfil. A transição entre os horizontes A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual. São solos formadores de voçorocas. Já os latossolos são também constituídos por material mineral, só que com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto o H hístico. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, resultantes de enérgicas transformações no material constitutivo. São virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, com baixa capacidade de troca de cátions (Embrapa, 1999).

Assim, através do mapa da capacidade de uso dos solos, oriundo da junção do mapa de declividade com o mapa expedito de solos, pôde-se verificar que as microbacias II e III foram as que apresentaram menor quantidade de áreas propícias às culturas anuais (Figura 4). Notou-se, também, que as microbacias III, IV e V foram as que concentraram maior número de áreas com declividade maior que 45 graus, ou seja, são prioritárias para ações de conservação de solo.

Segundo Déstro & Campos (2006), a Bacia Experimental do Rio Claro possuía, em 2005, predomínio de usos dos solos relacionados à pastagem extensiva, principalmente àquelas relacionadas à pecuária bovina e às culturas anuais, com destaque para a cana-de-açúcar e milho (Tabela 3).

Outros estudos na região, como os de Ribeiro & Campos (1999), Dainese (2001) e Carrega (2009), também demonstraram predomínio de pastagens na paisagem regional. Para Campos et al. (2004), o alto índice de uso da terra por pastagens, capoeiras, reflorestamento e matas reflete a predominância de solos arenosos com baixa fertilidade.

Também se notou, pelo trabalho de Déstro & Campos (2006), que as matas nativas foram detectadas somente como

pequenos fragmentos restritos às áreas mais declivosas ou em solos pouco férteis para a agricultura. Além disso, observou-se que as classes mata e capoeira, juntas, equivaleram a 19% da área total da Bacia, abaixo dos 20% exigidos pela legislação ambiental. Deve-se ressaltar, todavia, que os 20% exigidos em Lei devem ser os referentes à Reserva Legal (RL), enquanto que a porcentagem detectada também foi atribuída às matas ciliares, comumente não adicionadas aos cálculos de RL. Ainda em relação especificamente à capoeira detectada pelos autores, deve-se lembrar que essa classe não necessariamente é destinada à preservação, podendo ser áreas de pasto sujo não diferenciadas devido as limitações de resolução espacial das imagens utilizadas (20 m).

A pastagem, representada principalmente pela pecuária bovina extensiva, foi dominante nas microbacias II, III, IV, V e VIII. Este fato está sustentado pela análise da capacidade de uso, onde se visualizou uma alta concentração de classes voltadas para pastagens e culturas perenes, principalmente devido à declividade média pouco acentuada.

Nas microbacias I, II e VI observou-se significativa ocupação por culturas anuais, principalmente representadas por milho e cana-de-açúcar. O solo exposto também ocupou uma parcela significativa nas microbacias III e IV, diagnosticado por Déstro & Campos (2006) como solos preparados para plantio de cana-de-açúcar ou pastagens altamente degradadas. A microbacia VII, por sua vez, diferenciou-se das demais pelo uso dado ao solo, uma vez que apresentou alta ocupação por reflorestamentos, além de significativa cobertura por cultura perene.

### Estudo dos conflitos

Os conflitos pelo uso da terra nas microbacias (Tabela 4), de modo geral, não foram representativos na Bacia Experimental do Rio Claro, com valores inferiores a 10%.

Todavia, comparativamente, as microbacias II e III foram as que apresentaram os piores resultados devidos, principalmente, à prática de cultura anual em terras não propícias, devendo, desta forma, ser priorizadas em ações de

**Tabela 3.** Classes de usos da terra nas microbacias estudadas do Rio Claro, Pratânia e São Manuel-SP (Fonte: Déstro & Campos, 2006)

*Table 3. Land-use classes in the studied Rio Claro microbasins, Pratânia and São Manuel-SP (source: Déstro & Campos, 2006)*

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Água	2,46	-	0,15	-	-	-	4,10	-
Área urbana	-	-	-	-	0,03	-	-	-
Capoeira	47,13	35,51	42,69	32,35	14,71	17,62	68,90	0,24
Cultura anual	170,13	71,74	46,74	61,96	35,78	59,68	39,01	21,98
Cultura perene	0,55	12,19	6,30	0,99	-	7,89	133,09	18,97
Mata	47,47	6,65	63,38	34,16	-	0,41	126,94	31,39
Pastagem	48,86	75,30	248,83	128,36	71,90	52,34	206,04	118,65
Reflorestamento	1,60	-	7,02	6,33	5,00	7,40	470,99	-
Solo exposto	55,68	6,95	74,14	65,34	24,47	10,02	98,01	10,79
Solo inundável	10,13	5,42	17,41	24,84	6,68	6,00	35,94	13,84

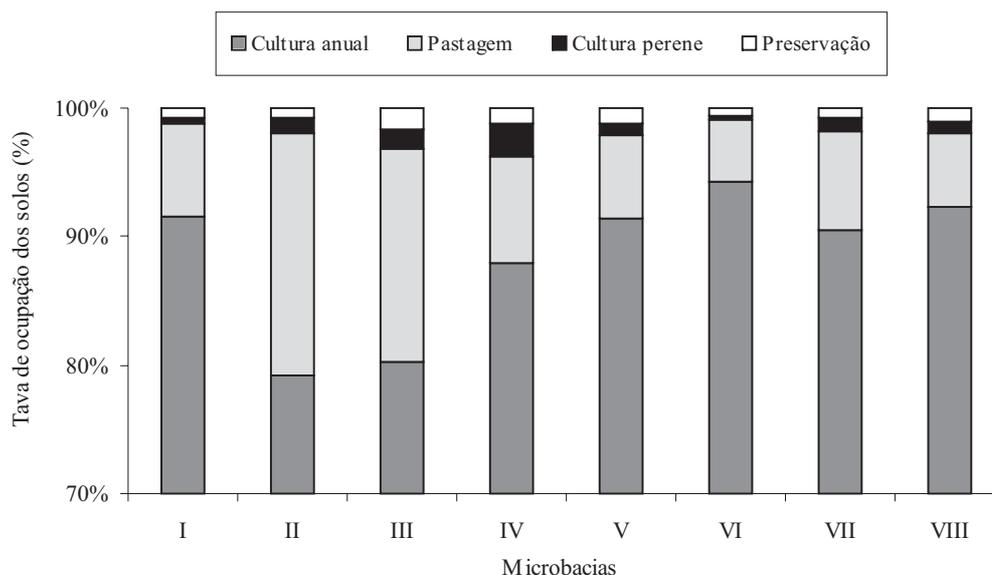


Figura 4. Classes de capacidade de uso nas microbacias estudadas do Rio Claro, Pratânia e São Manuel-SP

Figure 4. Use ability classes of the studied Rio Claro microbasins, Pratânia and São Manuel-SP

Tabela 4. Áreas de conflitos pelo uso da terra nas microbacias estudadas do Rio Claro, Pratânia e São Manuel-SP

Table 4. Areas of conflict by land-use in Rio Claro studied microbasins, Pratânia and São Manuel-SP

Área de conflito de uso	Microbacia							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Em hectare	5,77	12,42	17,58	3,48	3,01	2,53	9,85	3,46
Em porcentagem	1,52	5,75	3,45	0,98	1,90	1,28	0,77	1,60

readequação ambiental. Destaque positivo para as microbacias IV e VII com baixos valores de conflito de uso.

Para Mann & Jeanneaux (2009), os conflitos de uso da terra são muitas vezes dinâmicos, pois tendem a acompanhar as mudanças de ordem econômica e social no meio rural. Todavia, para eles, a resolução das problemáticas no campo deve advir da negociação entre gestores e usuários, sendo, estes últimos, os principais atores envolvidos neste processo.

Quanto aos conflitos em relação à legislação (áreas a reflorestar), verificou-se que as microbacias II e III foram as que apresentaram os maiores problemas relacionados ao uso das margens de rios (Tabela 5). Esta análise é resultante do mapeamento das 49 nascentes inseridas nos recortes das microbacias analisadas. Pastagem na microbacia III, cultura anual na II e solo exposto em ambas, foram os usos que mais contribuíram para este índice de deterioração. As microbacias V e VIII, em oposição, foram as que apresentaram maior proteção das margens dos rios.

Em relação às nascentes, a microbacia III e VI foram as que tiveram o menor índice de degradação, com destaque negativo para a ocupação irregular por pastagens. Trabalhos realizados por Dainese (2001) na região mostraram que apenas 29,62% da Área de Preservação Permanente ao redor dos rios estavam

constituídos por mata ciliar. No atual estudo, em uma análise da deterioração das nascentes e beira de rios da Bacia com um todo, notou-se que a parcela deteriorada ficou abaixo de 40%. Ressalta-se que, para se chegar a este resultado, não foram computadas apenas as áreas de mata, mas também capoeiras, solos inundáveis e água, que podem ser formações naturais nas margens dos rios. Em termos ecológicos, nem toda Área de Preservação Permanente pode propiciar à formação de florestas.

Também se considerou como áreas a reflorestar as parcelas de terra, exceto as das APP's, que faltassem para completar os 20% de Reservas Legais exigidos em Lei (Tabela 6). Assim, a microbacia I, ao contrário das outras microbacias, foi a única que apresentou maior quantidade de mata do que o exigido em Lei. A microbacia V, em oposição, teve um déficit de quase 15% de áreas a reflorestar. Ressalta-se que esta microbacia teve mais de 80% de suas terras destinadas à prática da pecuária extensiva, culturas anuais e solo exposto. O déficit de cobertura florestal relacionado às Reservas Legais também foi detectado em estudos realizados por Fidalgo et al. (2003) na Amazônia Oriental brasileira, por Jacovine et al. (2008) na Zona da Mata mineira e por Fagundes & Gastal Júnior (2008) num projeto de assentamento federal no Rio Grande do Sul.

**Tabela 5.** Áreas a reflorestar relacionadas às Áreas de Preservação Permanente nas microbacias estudadas do Rio Claro, Pratânia e São Manuel-SP**Table 5.** Areas to reforest related to Permanent Preservation Areas in Rio Claro studied microbasins, Pratânia and São Manuel-SP

Classes de uso da terra	Área de preservação permanente	Área de conflito (ha)							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Área urbana	30 m	-	-	-	-	0,03	-	-	-
	50 m	-	-	-	-	-	-	-	-
Cultura anual	30 m	0,73	2,44	0,36	1,61	0,30	0,88	1,48	0,10
	50 m	0,43	0,31	0,73	0,41	0,35	0,03	-	-
Cultura permanente	30 m	-	-	1,47	-	-	-	2,98	-
	50 m	-	-	0,30	-	-	-	0,42	-
Pastagem	30 m	6,34	1,16	12,01	0,38	1,44	3,07	4,20	2,74
	50 m	-	0,21	3,44	0,94	0,80	1,43	0,89	0,78
Reflorestamento	30 m	-	-	0,01	-	-	-	10,73	-
	50 m	-	-	0,38	-	-	-	4,93	-
Solo exposto	30 m	0,49	5,84	13,77	6,51	0,05	-	1,53	0,12
	50 m	-	0,13	0,54	0,61	-	-	1,56	-

**Tabela 6.** Áreas a reflorestar relacionadas às Reservas Legais nas microbacias estudadas do Rio Claro, Pratânia e São Manuel-SP**Table 6.** Areas to reforest related with Legal Reserves in Rio Claro studied microbasins, Pratânia and São Manuel-SP

Área a reflorestar	Microbacia							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Em hectare	-12,89	3,67	9,33	10,52	21,47	15,97	94,30	17,88
Em porcentagem	-3,61	1,92	2,12	3,27	14,90	10,90	8,88	9,24

O índice de deterioração físico-conservacionista (IDFC), obtido a partir dos fatores de degradação analisados, apresentou valores inferiores a 20% para todas as microbacias (Figura 5). A análise integrada deste resultado com todos os outros fatores morfométricos anteriormente descritos permitiu particularizar cada uma das microbacias estudadas, elencando as ações mais prioritárias de readequação ambiental, conforme descrito a seguir.

A microbacia I, que teve ampla parte de sua área propícia à agricultura, se destacou por apresentar os maiores fragmentos florestais na Bacia, situação que influenciou positivamente seu índice de deterioração físico-conservacionista (9,04%). Embora pobremente drenada, a formação de enchentes era dificultada pelo predomínio de solos com boa permeabilidade.

A microbacia II apresentou-se predominantemente ocupada por culturas anuais e pastagem, com um IDFC de 15,18%. Nela, a probabilidade de enchentes foi considerada baixa, uma vez que apresentou um relevo declivoso em relação às microbacias estudadas, anulando sua predisposição advinda do índice de circularidade e da diminuta rede de drenagem. Ações de manejo, desta forma, devem ser direcionadas às áreas restritas pelo mapa de capacidade de uso, com ênfase na baixa ocupação por matas nativas e no uso irregular das margens dos rios.

Para Souza (2009), o processo de restauração ambiental deve ser preferencialmente iniciado nas áreas restritivas de uso pelo mapa expedido da capacidade, uma vez que são os mais relevantes. Além disso, para que o processo de recuperação possa ser duradouro, deve-se promover, concomitantemente, um trabalho intenso de mobilização e organização social pelos extensionistas, de modo que os proprietários rurais participem ativamente das propostas de planejamento. São eles os conhecedores das causas da degradação das terras, os que combatem os efeitos da degradação e os que têm idéias concretas sobre as opções de uso alternativo da terra (Hessel et al., 2009).

A microbacia III, pelo formato, não era propícia a incidentes por enchentes, embora exigisse cuidados em relação às erosões pela alta declividade do terreno e por possuir muitas zonas com declividade maior que 45 graus. Por ter tido ampla parte de sua área destinada à prática pecuária, foi uma das que mais apresentou problemas relacionados ao uso indevido das áreas de 30 metros ao redor dos rios, sendo sua recuperação uma das ações mais prioritárias. Esta foi a microbacia com maior deterioração físico-conservacionista (19,43%).

Na microbacia IV, cujo IDFC alcançou 13,50%, a declividade do terreno e o formato da microbacia não favoreciam a formação de enchentes; todavia, cuidados devem ser tomados

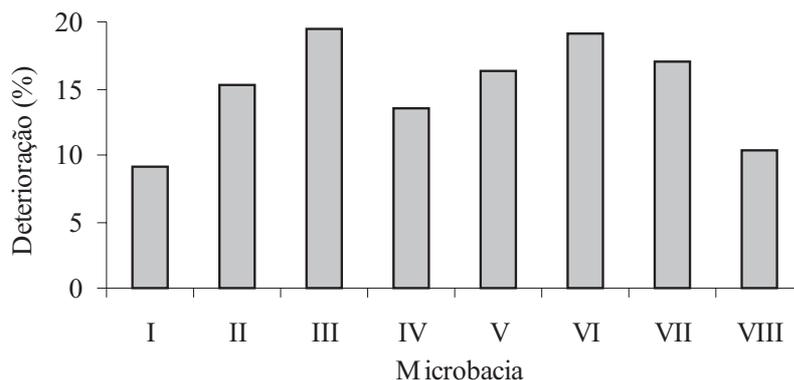


Figura 5. Índice de deterioração físico-conservacionista (IDFC) nas microbacias estudadas do Rio Claro, Pratânia e São Manuel-SP

Figure 5. Physical-conservationist degradation index (IDFC) in Rio Claro studied microbasins, Pratânia and São Manuel-SP

em relação à formação de erosões. Pastagem e culturas anuais dominavam a paisagem. Para Santos et al. (2007), a conservação dos solos em pastagens localizadas em relevos declivosos pode se dar através do plantio de árvores em faixas de retenção, aumentando, com isso, a biomassa vegetal local.

A microbacia V, embora com alta concentração de drenagens, foi considerada propícia à formação de enchentes, uma vez que possuía solos de baixa permeabilidade e um formato bem próximo do circular, exigindo cuidados especiais. Pastagens e culturas anuais foram os usos de maior domínio, ao contrário das matas, que apresentaram concentração bem abaixo dos 20% exigidos em Lei, contribuindo para um IDFC de 16,38%.

A microbacia VI, embora bem drenada, apresentou um formato mais próximo do circular, com uma declividade média considerada baixa em relação às outras microbacias, o que torna a formação de enchentes mais temerosa. Em trechos isolados de alta declividade, as erosões também foram pontos sensíveis, embora poucas áreas tenham apresentado restrições de uso. As nascentes desta microbacia figuraram entre as mais desprotegidas, contribuindo para a segunda maior deterioração físico-conservacionista (19,04%), devendo ser foco das ações conservacionistas.

A paisagem na microbacia VII apresentou a característica peculiar de possuir alta ocupação dos solos por reflorestamentos, embora também tenha apresentado uma quantia considerável de pastagens e fragmentos florestais conservados. Obteve uma baixa declividade média, com possibilidade de enchentes em alguns pontos isolados; todavia, a ameaça de erosões foi menor em relação às outras microbacias. A maior parte de suas nascentes estava desprotegida, embora fosse a microbacia com menores taxas de conflito de uso em relação à capacidade de uso dos solos, corroborando para uma deterioração de 16,95%.

A microbacia VIII, embora com um índice de deterioração físico-conservacionista de apenas 10,36%, caracterizou-se por possuir poucos canais de drenagem e um formato mais próximo ao circular, com consideráveis propensões à formação de enchentes e erosões. As APP's foram consideradas as mais

bem conservadas; todavia, seu déficit de mata em relação aos 20% mínimos de Reserva Legal foi comparativamente alto. Pastagens predominaram na paisagem local.

## CONCLUSÕES

A bacia Experimental do Rio Claro possui vocação para a agricultura, com intenso predomínio da classe de capacidade de uso de 0-15 graus. A microbacia I obteve o menor índice de deterioração físico-conservacionista, enquanto a microbacia III obteve o maior, devendo esta ser priorizada nas ações de manejo e recuperação ambiental, principalmente em relação ao uso indevido dado às margens dos rios.

O diagnóstico físico-conservacionista, combinado com a análise dos parâmetros morfométricos, resume-se em um método eficaz para qualificação e quantificação dos conflitos de uso da terra em microbacias hidrográficas, podendo ser utilizado com um vetor para implementação de medidas de readequação ambiental no meio rural.

## LITERATURA CITADA

- Brasil. Lei n.º 4.771 de 1965; Institui o novo código florestal. <http://www.plaplicados> ao uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu/SP. Engenharia Agrícola, v.24, n.2, p.431-435, 2004.
- Carrega, E.F.B.; Campos, S.; Jorge, L.A.B. Análise de unidades ambientais em relação ao uso do solo e da vegetação natural da bacia do rio Capivara, Botucatu. Revista Saúde e Ambiente, v.10, n.2, p.36-44, 2009.
- Dainese, R.C. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não-supervisionada e análise visual. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2001. 186p. Dissertação Mestrado.
- Déstro, G.F.G.; Campos, S. SIG-SPRING na caracterização do uso do solo a partir de imagens de satélite CBERS. Energia

- na Agricultura, v.21, n.4, p.28-35, 2006.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412p.
- Fagundes, N.A.; Gastal Júnior, C.V. de S. Diagnóstico ambiental e delimitação de áreas de preservação permanente em um assentamento rural. *Acta Scientiarum – Biological Sciences*, v.30, n.1, p.29-38, 2008.
- Fidalgo, E.C.C.; Crepani, E.; Duarte, V.; Shimabukuro, Y.E.; Pinto, R.M. da S.; Dousseau, S.L. Mapeamento do uso e da cobertura atual da terra para indicação de áreas disponíveis para reservas legais: estudo em nove municípios da região amazônica. *Revista Árvore*, v.27, n.6, p.871-877, 2003.
- Hessel, R.; Van den Berg, J.; Kabore, O.; Van Kelem, A.; Verzaandvoort, S.; Dipama, J.; Diallo, B. Linking participatory and GIS-based land use planning methods: a case study from Burkina Faso. *Land Use Policy*, v.26, n.4, p.1162-1172, 2009.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Imagens do satélite CBERS II. <http://www.dgi.inpe.br>. 10 Mai. 2005.
- Jacovine, L.A.G.; Corrêa, J.B.L.; Silva, M.L. da; Valverde, S.R.; Fernandes Filho, E.I.; Coelho, F.M.G.; Paiva, H.N. de. Quantificação das áreas de preservação permanente e de reserva legal em propriedades da bacia do Rio Pomba, MG. *Revista Árvore*, v.32, n.2, p.269-278, 2008.
- Javed, A.; Khanday, M.Y.; Ahmed, R. Prioritization of sub-watersheds based on morphometric and land use analysis using remote sensing and GIS techniques. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, v.37, n.2, p. 261-274, 2009.
- Mann, C.; Jeanneaux, P. Two approaches for understanding land-use conflict to improve rural planning and management. *Journal of Rural and Community Development*, v.4, n.1, p.118-141, 2009.
- Porto, M.F.A.; Porto, R.L.L. Gestão de bacias hidrográficas. *Estudos Avançados*, v.22, n.63, p.43-60, 2008.
- Ribeiro, F. L.; Campos, S. Capacidade de uso da terra no alto Rio Pardo, Botucatu, SP, através do sistema de informação geográfica. *Revista Energia na Agricultura*, v.14, n.2, p.48-60, 1999.
- Ricci, M.; Petri, S. Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1965. 278 p.
- Rocha, J.S.M. da. Manual de projetos ambientais. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997. 423 p.
- Rocha, J.S.M. da; Daltrozo, C.C. Florestamentos compensatórios para retenção de água em microbacias. *Revista Educação Agrícola Superior*, v.23, n.1, p.71-75, 2008.
- Sampaio, M.V.; Santos, M. da S.; Rocha, J.S.M. da; Paula, M.D. de; Mendes, A.V. Deterioração físico-conservacionista da sub-bacia hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim, RS. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.2, p.300-306, 2010.
- Santos, G.V.; Dias, H.C.T.; Silva, A.P. de S.; Macedo, M. de N.C. de. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG. *Revista Árvore*, v.31, n.5, p.931-940, 2007.
- Souza, M.M.O. de. A utilização de metodologias de diagnóstico e planejamento participativo em assentamentos rurais: o diagnóstico rural rápido participativo, DRP. *Revista em Extensão*, v.8, n.1, p.34-47, 2009.
- Sreedevi, P.D.; Owais, S.; Khan, H.H.; Ahmed, S. Morphometric analysis of a watershed of South India using SRTM data and GIS. *Journal Geological Society of India*, v.73, n.4, p.543-552, 2009.
- Valle Junior, R.F. do; Passos, A. de O.; Abdala, V.L.; Ramos, T.G. Determinação das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Uberaba-MG, utilizando o sistema de informação geográfica – SIG. *Global Science and Technology*, v.3, n.1, p.19-29, 2010.