

Conflito de uso da terra nas áreas de preservação permanente na sub-bacia do rio Queima-Pé, MT. (um estudo de caso).

Edenir Maria Serigatto¹
Carlos Antonio Álvares Soares Ribeiro²
Vicente Paulo Soares²
João Carlos Ker³
Elias Silva²
Sebastião Venâncio Martins²
Marina de Fátima Vilela⁴

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT
Depto. Ciências Biológicas - Campus de Tangará da Serra
Rod. MT 358, Km 7, Caixa Postal 287 - Bairro Aeroporto
78300-000 – Tangará da Serra – MT, Brasil
serigatto@unemat.com.br

² Universidade Federal de Viçosa – UFV
Depto. Engenharia Florestal
Av. P. H. Rolfs, S/N
36571-000 Viçosa – MG, Brasil
cribeiro@ufv.br; vicente@ufv.br; eshamir@ufv.br; venancio@ufv.br;

³ Universidade Federal de Viçosa – UFV
Depto. Solos – Av. P. H. Rolf, S/N
36571-000 Viçosa – MG, Brasil
jcker@ufv.br

⁴ Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza
73.310-970 Planaltina – DF, Brasil
marina@cpac.embrapa.br

Abstract. The objective of this study was to delineate automatically the Queima Pé River watershed permanent preservation areas and to identify the land use conflicts using thematic images obtained from TM/Landsat sensor. The study area is located in Mato Grosso State, Brazil. The mapping and quantification of land use conflicts in permanent preservation areas were obtained through the multiplication of matricial themes. Results showed that the Queima Pé River watershed area is 16,100 ha. Considering this total area, 3,025 ha (18.8%) were identified and mapped as permanent preservation areas, from which, 1,965 ha (65%) were in land use conflict. The methodology for automatic delineation of permanent preservation areas facilitated land use map generation, enabling the identification and location of areas of land use conflict, making possible, in an unprecedented way, application of the Forest Law.

Palavras-chave: permanent preservation areas, land use conflict, remote sensing, áreas de preservação permanente, conflito de uso da terra, sensoriamento remoto.

1. Introdução

O Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/65), que instituiu as áreas de preservação permanente (APP's), já conta com 41 anos de sua promulgação e a população ainda o desconhece ou o interpreta a seu bel-prazer. As APP's foram criadas para protegerem o

ambiente natural, não se permitindo nelas qualquer alteração de uso da terra. Por lei, devem estar cobertas com a vegetação original. De acordo com Costa et al. (1996) a cobertura vegetal nestas áreas irá atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, trazendo benefícios direto para a fauna

Um dos problemas mais relevantes observados nas APPs tem sido o histórico e contínuo desrespeito aos ecossistemas que as compõem, negligenciando-se a adoção de critérios técnicos/científicos, passando ao largo da legislação pertinente e menosprezando o saber popular. Um dos grandes desafios do homem para a conservação ambiental é concentrar esforços e recursos para a preservação e recuperação de áreas naturais consideradas estratégicas, das quais vários ecossistemas são dependentes. Dentre essas, destacam-se as Áreas de Preservação Permanentes, que têm papel vital dentro de uma microbacia, por serem responsáveis pela manutenção, preservação e conservação dos ecossistemas ali existentes (Magalhães e Ferreira, 2000).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo a delimitação automática das áreas de preservação permanente da sub-bacia hidrográfica do Rio Queima Pé, afluente do Rio Sepotuba-MT e a identificação dos conflitos de uso da terra a partir de imagens temáticas obtidas do sensor TM/Landsat-5.

2. Materiais e Métodos

2.1. Localização da área de estudo

A sub-bacia do Rio Queima Pé possui uma superfície de 16.100 ha, localizada na bacia hidrográfica do Rio Sepotuba- MT, entre as coordenadas 8.392.740m a 8.372.760m na direção Norte-Sul e 432.218m a 449.768m na direção Leste-Oeste, do sistema de projeção cartográfica UTM, Fuso 21, Meridiano Central -57°, Datum SAD-69, **Figura 1**.

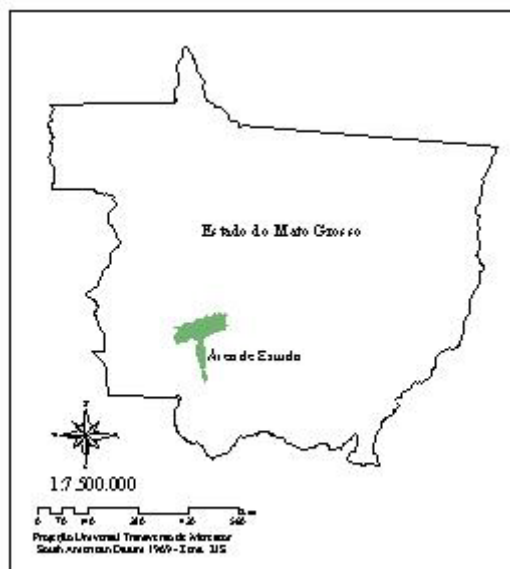


Figura 1: Localização da área de estudo.

2.2. Base de Dados

Os dados para a realização deste estudo foram extraídos da base de dados gerados para fazer o diagnóstico de uso e ocupação da terra nas áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Sepotuba.

A metodologia usada para a delimitação das áreas de preservação permanente foi a desenvolvida por Ribeiro et. al. (2002).

2.2.1. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente com base na Resolução nº 303/02, do CONAMA

A delimitação das áreas de preservação permanente foi efetuada segundo a metodologia desenvolvida por Ribeiro et al. (2002). Identificaram-se, conforme itens dos artigos 2º e 3º da Resolução nº 303/02 do CONAMA e da Lei Estadual complementar nº 038 – 21.11.1995 – Código Estadual do Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso Seção III, as seguintes categorias de APP: faixa marginal ao longo do curso d'água ou “mata ciliar” (APP-1); nascente e sua área de contribuição (APP-2); terço superior da bacia, ao longo dos divisores d'água (APP-3); terço superior do morro (APP-4) e encostas com declividade superior a 45 graus (APP-5).

2.2.2. Desenvolvimento do Modelo Digital de Elevação Hidrograficamente Consistente (MDEHC)

Os dados de elevação do terreno usados na geração do respectivo MDEHC foram extraídos da versão mais recente da base de dados digitais SRTM, versão 2, também denominada de “versão acabada” (*finished version*), disponibilizada pela NASA em outubro de 2005. A base com resolução de 30 m (1 arco-segundo), disponível para os Estados Unidos, é às vezes chamada de SRTM1, enquanto a base de dados com resolução de 90 m (3 arco-segundos) é chamada de SRTM3, estando organizadas em blocos de 1º longitude x 1º latitude. Cada bloco se superpõe aos seus vizinhos exatamente ao longo de uma coluna ou de uma linha. O valor de cada célula da base de SRTM3 representa a média dos valores das respectivas nove células da base de dados SRTM1 (NASA, 2006), estando expresso em metros (valores inteiros).

Para garantir que os divisores de água da bacia hidrográfica do rio Sepotuba estivessem corretamente representados no MDEHC a ser criado, definiu-se uma margem de 10 km em torno da sua malha hidrográfica vetorial. Esse limite foi então usado para selecionar o conjunto de dados SRTM. Tendo em vista a resolução geométrica de 30 m das imagens TM/Landsat e a resolução original de 30 m da base de dados SRTM1, da qual se originou a base de dados SRTM3, decidiu-se criar o MDEHC também com a resolução de 30 m. Para tanto, a grade de células SRTM foi convertida para um conjunto de pontos localizados exatamente no centro de cada célula, portanto espaçados de 90 m nas direções X e Y e contendo os respectivos valores de elevação na respectiva tabela de atributos.

A geração de um modelo digital de elevação hidrograficamente consistente usa a malha hidrográfica durante o processo de interpolação dos dados de altimetria para melhorar a definição do relevo ao longo das calhas dos rios. Para tanto, a conectividade de todos os arcos da hidrografia e a sua orientação no sentido do escoamento foram observadas. A criação do MDEHC foi feita com o uso do interpolador *Topo_To_Raster* disponível na extensão *Spatial Analyst* do ArcGIS 9.0, estipulando-se o valor de 30 m para a sua resolução geométrica. Em seguida, efetuou-se o refinamento do modelo segundo a metodologia de Ribeiro *et al.* (2005). A delimitação da área de drenagem da bacia hidrográfica do rio Sepotuba foi feita com o comando *Watershed*, que requer como dados de entrada a grade de direções de escoamento e

o ponto associado à foz da bacia. O limite da bacia, assim obtido, foi então usado para recortar os dados originais.

2.2.3. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente ao redor das Nascentes e ao longo dos Cursos d'água

As diversas categorias de áreas de preservação permanente foram individualmente delimitadas. Utilizaram-se as bases de dados correspondentes ao MDEHC e à rede hidrográfica orientada no sentido da foz. Os pontos relacionados às nascentes foram extraídos a partir da hidrografia vetorial. A delimitação ao longo dos cursos d'água, da mata ciliar (APP-1) e a das nascentes e suas áreas de contribuição (APP-2) foi executada conforme Lei Estadual complementar no 038, de 21/11/1995, do Código Estadual do Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso, Seção III, Art. 58 Alíneas:

a) ao longo de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto, em faixa marginal, cuja largura mínima seja:

1) 50 m para cursos d'água de até 50 m;

2) 100 m para cursos d'água que tenham de 50 m até 200 m; e

c) nas nascentes, ainda que intermitentes, nos chamados olhos d'água, qualquer que seja sua situação topográfica, nas veredas e nas cachoeiras ou quedas d'água, em cursos d'água, num raio mínimo de 100 m.

Para cursos d'água com largura de até 10 m, a categoria APP-1 foi delimitada com faixas de 50 m, para ambas as margens; e para as demais classes de largura, seguiu-se a Resolução no 303 do CONAMA. A APP-2 foi obtida ao delimitar um círculo com um raio de 100 m em torno das nascentes, superpondo-o às respectivas áreas de contribuição.

2.2.4. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente em Topos de Morro

A identificação de morros e montanhas foi feita ao inverter o modelo digital de elevação, sendo os seus topos identificados como depressões. Para cada depressão identificou-se a respectiva bacia de contribuição, cujo contorno representava a base do morro ou montanha. Após isolar cada morro e montanha que satisfazia os critérios mencionados, identificaram-se os valores máximo e mínimo de elevação, delimitando-se então o respectivo terço superior.

2.2.5. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente ao longo das Linhas de Cumeada

Conforme mostram Ribeiro et al. (2005), a determinação das APPs nas linhas de cumeada (divisores de água) tem por base a bacia contribuinte de cada segmento da hidrografia. Entende-se por segmento o trecho da hidrografia compreendido entre uma nascente e uma confluência, entre duas confluências sucessivas ou, ainda, entre uma confluência e a foz da malha hidrográfica. Para mapear o terço superior de uma encosta, é preciso saber, para cada célula do seu relevo, qual é a altitude da célula do divisor de água que lhe é mais próxima e também qual é a altitude da célula da hidrografia que lhe é mais próxima. Em seguida, de posse dos valores de elevação, determina-se se uma dada célula pertence ou não ao terço superior de uma encosta. Uma exigência para que se produzam os resultados corretos é que o trajeto do escoamento superficial originado na célula localizada no divisor de água passe pela célula em questão e termine na célula da hidrografia (Ribeiro et al. 2005). A sinuosidade dos trajetos torna praticamente impossível mapear manualmente essa categoria de APP.

2.3. Análises de conflito de uso da terra nas áreas de preservação permanente

O mapeamento e a quantificação dos conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente foram realizados usando-se álgebra de mapas. Os procedimentos foram executados no ambiente *Raster Calculator* do módulo *Spatial Analyst* do ArcGIS. A conversão dos valores das áreas das APPs, bem como das regiões de conflito, expressos inicialmente em número de células para unidades de superfície (m² e ha), foi feita com base na área de cada célula (900 m²).

2.4. Classificação da imagem de satélite

A imagem foi classificada em cinco classes: Floresta Nativa, Cerrado, Campo Sujo, Agropastoril e Água. O algoritmo utilizado foi o da máxima verossimilhança.

A escolha desses termos para representar as classes fisionômicas presentes na área de estudo deve-se à heterogeneidade da vegetação e ao uso da terra para agricultura. Assim, o termo Floresta Nativa corresponde às formações florestais, incluindo nessa categoria as Matas Ciliares e a Floresta Estacional Semidecidual. Na classe Cerrado estão incluídas as formas vegetacionais do Cerrado *sensu stricto*. O termo Campo Sujo compreende os campos com maior ou menor intensidade de arbustos e subarbustos. O termo Agropastoril engloba todas as formas de uso agrícola das terras presentes na área de estudo e o termo Água representa toda a fisionomia aquática da área (barragens ao longo dos cursos d'água, rios e lagos). Para cada classe foram coletadas amostras de treinamento variando de 10 a 25 amostras por feição, conforme a variabilidade da cor do pixel e o tamanho da área da feição. O número de pixels nas amostras de treinamento variou de 4 a 16. Para validação das imagens temáticas foram gerados 50 pontos para cada classe, que foram então usados na geração das matrizes de erros. A partir das matrizes foram gerados os índices kappa, para validação da imagem classificada.

3. Resultados e Discussão

A sub-bacia do rio Queima Pé possui uma superfície de 16.100 ha, devendo ser ressaltado que as APPs ocupam 3.025 ha (18,80%). Essa sub-bacia localiza-se em uma das áreas com maior atividade agropastoril, como pode ser observado na **Figura 2**. O total de área identificada como Agropastoril dentro das áreas de APPs na sub-bacia do rio Queima Pé, de acordo com o mapa de uso da terra gerado para 2004, foi de 1.965 ha (65% da área de APP). A área ocupada pelas classes fisionômicas nas APPs pode ser visualizada na **Figura 3** e os dados quantitativos estão representados na **Tabela 1**. As categorias de APP mais afetadas são: Nascente e sua área de contribuição, Terço Superior da Bacia e Terço Superior do Morro com 86,55, 85,77 e 86,97%, respectivamente, de sua área com uso indevido da terra.

O percentual de área de preservação permanente obtido para a sub-bacia do Rio Queima Pé foi próximo ao encontrado por Silveira et al. (2005) em estudo realizado no município de Bocaina - MG, indicando que 25,95% da área do município é de preservação permanente. Já os percentuais encontrados por Costa et. al. (1996) e por Nascimento et. al. (2005) foram muito superiores ao deste estudo. O percentual obtido por Costa et al. (1996) em um estudo realizado em uma área drenada pelo Rio Turvo e pelo Córrego Poca, no município de Viçosa – MG foi de 34,93% do total da área. Já Nascimento et al. (2005) em estudo conduzido na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre-ES, indicou que 45,95% da área da referida bacia deveria ser área de preservação permanente, valores um pouco superior aos encontrados pelos outros autores.

Os valores mais elevados encontrados por estes autores, estão relacionados à topografia das respectivas áreas de estudos, uma vez, que as áreas dos estudos acima citadas encontram-se na zona da mata mineira e no Estado do Espírito Santo. Isto demonstra também que áreas

com relevos menos acidentados vão consequentemente apresentar menos áreas de preservação permanente, como por exemplo, as encontradas nesse estudo. No entanto, os dados apresentados mostram o quão grave é a situação ambiental da sub-bacia do rio Queima Pé. As conseqüências já sentidas pela população residente nessa área decorrem do racionamento de água no período de estiagem na região, uma vez que é no rio Queima Pé que é feita toda a captação de água que abastece a cidade de Tangará da Serra.

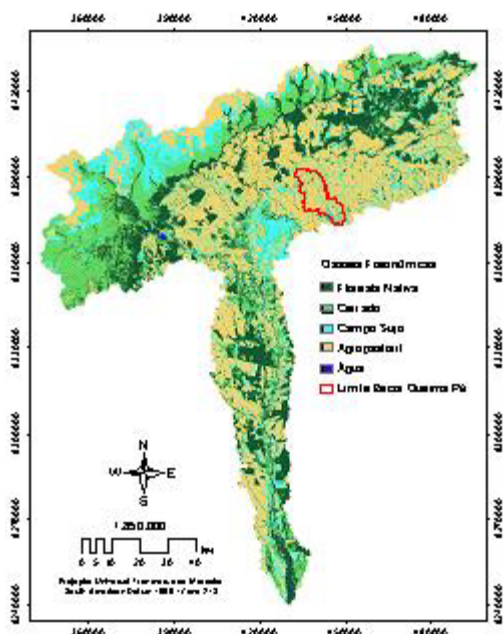


Figura 2: Localização da Sub-Bacia do Rio Queima Pé na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba-MT, (Imagem temática gerada para o ano de 2004).

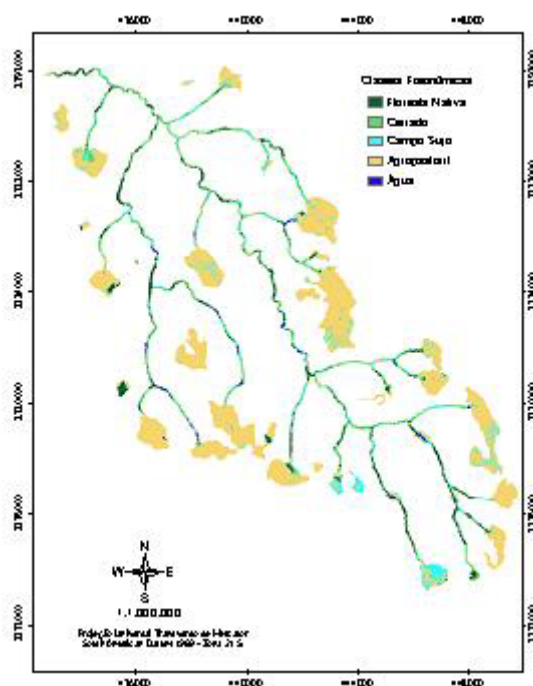


Figura 3: Conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na Sub-Bacia do Rio Queima Pé.

Tabela 1 – Áreas em conflito de uso da terra nas categorias de APPs na sub-bacia do rio Queima Pé, em 2004

Categorias de APPs	Área total da APP em (ha)	Área com uso indevido em ha	Uso indevido da terra em %
Mata Ciliar	929	215	23
Nascente e sua área de contribuição	1.489	1.288	86
Divisor de Água	465	399	85
Terço Superior do Morro	76	66	86

Analisados os dados quantitativos e qualitativos, percebe-se que as áreas responsáveis pela recarga do lençol freático (Nascente e sua Área de Contribuição, Terço Superior da Bacia e Terço Superior do Morro) são as mais afetadas pelo uso antrópico. É previsível que a quantidade de água produzida pela sub-bacia diminua sensivelmente, principalmente em anos com regime de chuvas abaixo da média. A qualidade da água também é sensivelmente afetada, uma vez que na área localizam-se plantios de soja, cana-de-açúcar e pastagem destinada à criação de gado, estando também ali instalados vários criatórios de frango para abate (granjas).

Do ponto de vista de sustentabilidade ambiental, pode-se inferir que a situação da sub-bacia do Rio Queima Pé é bastante crítica. De acordo com Randhir et al. (2001), uma bacia hidrográfica inclui uma variedade de recursos naturais que provê serviços básicos e necessários para a sociedade e para a manutenção das funções dos ecossistemas. Um plano de manejo cuidadoso é um pré-requisito fundamental para proteger estes recursos. O uso inadequado da terra provocado pelas práticas agrícolas e pela pecuária excedendo a capacidade de suporte dessas áreas, causa sérios danos ao meio ambiente (Stipp e Oliveira, 2004). A exploração desordenada dos recursos naturais, o desmatamento irracional e o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos têm provocado também inúmeros problemas ambientais, principalmente em áreas de nascentes e ribeirinhas, alterando a qualidade e quantidade de água drenada pela bacia hidrográfica (Pinto et al. (2004).

Embora essa sub-bacia tenha sido tomada como um estudo de caso, a análise da imagem temática gerada para 2004 mostra que outras sub-bacias encontram-se em igual estado de depredação dentro da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT. Esses dados permitem elaborar um diagnóstico da real situação ambiental da bacia hidrográfica e apontam problemas sérios na sustentabilidade ambiental da bacia hidrográfica.

É necessário que seja elaborado e implementado, urgentemente, um plano de manejo para recuperação das áreas de preservação permanente degradadas, sob a ameaça de se comprometerem irreversivelmente os serviços prestados pelo ambiente, o que acabará afetando a bacia hidrográfica do rio Sepotuba e, conseqüentemente, o Pantanal Matogrossense.

O rio Sepotuba é um dos afluentes do rio Paraguai. No ponto de confluência desses dois rios, a vazão do rio Sepotuba equipara-se à do rio Paraguai. Assim, a degradação ambiental decorrente da exploração econômica nas áreas de preservação permanente do rio Sepotuba representa séria ameaça aos ecossistemas dessa bacia hidrográfica e das áreas situadas a sua jusante, afetando todo o Alto Pantanal Mato-grossense.

4. Conclusões

O estudo realizado na sub-bacia do rio Queima Pé mostrou que o uso indevido da terra em áreas de preservação permanente é consideravelmente alto. No caso específico desta sub-bacia, o uso antrópico (ilegal) chega a 65% de sua área de preservação permanente.

Os mapas de uso da terra gerados para área de estudo podem ser utilizados pelos órgãos governamentais com poder de fiscalização, para identificar e localizar as áreas que estão em conflito de uso da terra, viabilizando, de maneira sem precedentes, a aplicação do Código Florestal.

Os resultados conseguidos com este trabalho auxiliarão também os tomadores de decisão dos municípios presentes na área de estudo, promovendo e direcionando as atividades dos comitês de bacias hidrográficas e demais entidades, por exemplo, universidades e secretarias do meio ambiente, como também na esfera estadual e federal, como FEMA-MT (Fundação Estadual do Meio Ambiental do Estado de Mato Grosso) e IBAMA.

5. Referências Bibliográficas

CONAMA (Brasília, DF) Resolução Nº 303, de 20 de março de 2002. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 13 de maio de 2002.

Costa, T.C.C.; Souza, M.G.; BRITES, R.S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas. In **Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Salvador, Brasil, INPE, 1996. p. 121-127.

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. **ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 9.0** CA. 2004.

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. **ERDAS imagine 8.5**. Atlanta, Geórgia 2001.

MAGALHÃES, C.S.; FERREIRA, R.M. Áreas de preservação permanente em uma microbacia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. V. 21, n.207, p. 33-39, 2000.

NASA.SRTM– Shuttle Radar Topography Mission. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm>

NASCIMENTO, M.C.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SILVA, E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria. V.15, nº.2, p.207-220, 2005.

PINTO, L.V.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FERREIRA, E. Estudos das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Florestalis**, n.65, p. 197-206, 2004.

RANDHIR, T.O.; O'CONNOR, R.; PENNER, P.; GOODWIN, D.W. A watershed-based land prioritization model for water supply protection. **Forest Ecology and Management**, n. 143 47-56, 2001.

RIBEIRO, C. A. A. S.; OLIVEIRA, M. J.; SOARES, V. P.; PINTO, F. A. C., Delimitação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros e em linhas de cumeada: metodologia e estudo de caso. In: Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicadas à Engenharia Florestal, 5, 2002. Curitiba, PR. **Anais...Curitiba**, p.7-18. 2002

RIBEIRO, C.A.A.S.; SOARES, V.P.; OLIVEIRA, A.M.S.O.; GLERIANI, M.G. O desafio da delimitação de área de preservação permanente. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.2, p. 203-212, 2005.

SILVEIRA, E.M.O.; CARVALHO, L.M.T.; SILVA, A.M. Uso conflitivo do solo na áreas de preservação permanente do município de Bocaina de Minas/MG. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. In: **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 1673-1680. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/rep-/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.19.44>>. Acesso em 10 maio 2006.

STIPP, N.A.F.; OLIVEIRA, J. Estudos Ambientais da Microbacia do Ribeirão dos Apertados – Londrina – PR. **Geografia** v.3 nº2, 2004.