
Análise multitemporal

do uso e ocupação do solo em Áreas de
Preservação Permanente (APP) na bacia do rio
Piranha, São Miguel do Guaporé, Rondônia (RO),
Brasil

Using multi-temporal analysis
and land occupation in
Permanent Preservation Areas (APP),
in Piranha River Basin,
São Miguel do Guaporé-RO, Brazil

Valdir Moura^{1,2}

Paulo João Canhin Silva¹

Eduardo Cândido Franco Rosell¹

Wagner Walker Albuquerque Alves¹

¹ Universidade Federal de Rondônia, Engenharia Florestal,
Rondônia (RO) Brasil,

² Instituto Federal de Rondônia, Campus Colorado
do Oeste (RO) Brasil.

valdir.moura@ifro.edu.br; joão.paulo.canhim@gmail.com;
edyrosell@unir.br; wagner.walker@unir.br

Resumo

O objetivo central do presente trabalho foi quantificar as Áreas de Preservação Permanente (APPs) em corpos d'água e nascentes e avaliar o conflito existente no uso do solo da bacia do rio Piranha, de acordo com o Novo Código Florestal Brasileiro Lei 12.651, através de técnicas de processamento digital de imagens em sistema de informação geográfica. Foram utilizadas imagens orbitais dos sensores TM/Landsat-5 (1990, 1995, 2000, 2005, 2010), Spot-4 (2012) e OLI/Landsat-8 (2014) e a missão SRTM. Constatou-se que as APPs nos rios e nascentes ocupam uma área de 296,22 ha, representando 4 % da área total da bacia, cuja área total é de 7.405,16 ha. Durante o intervalo analisado (1990-2014), quantificou um desmatamento de 4.270,51 ha (57,66 %) da cobertura florestal da bacia. Verificou-se que 65,64 ha (22,16 %) de APPs foram desmatados. O principal uso do solo na bacia é com pastagem 4.966,61 ha (67,06 %).

Palavras chave: Área de Preservação Permanente; legislação ambiental; sensoriamento remoto; sistema de informação geográfica (SIG).

Abstract

The main objective of this study was to quantify the Permanent Preservation Areas in bodies of waters and springs and to evaluate the land use conflict at Piranha River basin, following the New Brazilian Forest Code Law (Law 12,651/2012). Analysis and evaluation were determined by processing techniques from digital Geographic Information System images. Orbital images used were sensor TM / Landsat-5 (1990, 1995, 2000, 2005, 2010), Spot-4 (2012) and OLI / Landsat-8 (2014) and the SRTM mission. It was found that the PPAs in the rivers and springs cover an area of 296.22 ha, representing 4 % of the total basin area, whose total area is 7405.16 ha. Time interval analyzed (1990-2014) showed a quantified deforestation 4270.51 ha (57.66 %) of the forest cover of the basin. It was found that 65.64 (22.16 %) of APP have been cleared. The main land use in the basin was found to be for pasture with 4966.61 ha (67.06 %).

Key words: permanent preservation area; environmental legislation; remote sensing; Geographic Information System (GIS).

1. Introdução

Nas últimas décadas a região amazônica presenciou enormes transformações devido a seus processos de colonização, impulsionada por programas de desenvolvimento visando integrar a região ao restante do país, que ganhou força a partir de 1960 com a pavimentação da BR 364. Essas transformações fizeram ocorrer uma ocupação populacional desenfreada, movida por migração espontânea ou estimulada por projetos de colonização (Becker, 2007).

Desde que se iniciou o monitoramento do desmatamento na Amazônia Legal, através do projeto PRODES, é possível acompanhar anualmente as tachas de desmatamento. Que variaram de 11.031 km²/ano em 1991 até a máxima alcançada de 27.773 km²/ano em 1994. Mais recentemente, o desmatamento da Amazônia começou a diminuir, tendo alcançado em 2013 a taxa de 5.844 km²/ano, considerada a segunda mais baixa registrada desde o início do monitoramento (INPE, 2013).

O constante aumento do desmatamento em Áreas de Preservação Permanente tem contribuído para problemas que levam à escassez de água em vários municípios. A crise hídrica, influenciada pelas alterações climáticas e hidrológicas, é agravada pelas mudanças no uso da terra, pela urbanização intensa e pelo desmatamento em regiões de mananciais. Área de Preservação Permanente também conhecida como mata ciliar, possui a função de proteção dos corpos hídricos, de modo a impedir o assoreamento das margens, erosão, perda de nutrientes e da produtividade do solo, manutenção do ciclo da água, entre outros.

Ao decorrer de oito décadas (1934-2012), o Brasil criou inúmeras legislações flores-

tal, no qual três momentos marcaram a sua trajetória. A primeira Lei que estabeleceu alguma proteção às áreas marginais foi o Código Florestal Brasileiro, instituído pelo Decreto n° 23.793, de 23 de janeiro de 1934, entretanto não foram estabelecidos limites para as faixas de proteção. Foi com a Lei n° 4.771, de 15 de setembro de 1965 que o Brasil presenciou seu segundo momento marcante na legislação florestal. Com a nova lei foram estabelecidos os primeiros limites e parâmetros das faixas de preservação de áreas marginais que permaneceu em vigor até a data da publicação da Lei Federal n° 12.651, de 25 de maio de 2012.

As alterações promovidas pela Lei n° 12.651 de 2012, reduziram a proteção de Áreas de Preservação Permanente (APP), o que, a médio e longo prazo, pode potencializar crises de abastecimento. De fato, apesar de ter mantido o mesmo conceito e a mesma metragem para as APPS estabelecidas no Código de 1965, verifica-se alteração bastante significativa, quando a nova Lei estabeleceu que as APPS de cursos d'água fossem contabilizadas da borda da calha do leito regular e não do seu nível mais alto. Dessa forma, foi reduzida a proteção dos cursos d'água, pois as áreas de várzea, local onde as águas extravasam no período de cheias, passam a ser contabilizadas na metragem das APPS. Outra alteração que fragilizou a preservação dos recursos hídricos foi a descaracterização de nascentes e de olhos d'água intermitentes como APPS, resultando em menor proteção do recurso hídrico (Lei 12.651).

O cômputo de APP no percentual relativo às áreas de Reserva Legal (RL) foi outra alteração que reduziu a proteção de faixas de vegetação, agora sujeitas ao desbaste. Disso

decorre a redução da obrigatoriedade de recuperação da vegetação, o que, em última instância, reduz a proteção do solo, sua capacidade de infiltração de água e a proteção dos recursos hídricos.

A demarcação das áreas de preservação ao longo dos cursos dos rios e nascentes é um processo complicado de se fazer utilizando-se somente métodos convencionais. A utilização de ferramentas de sistema de informação geográficas (SIG) e geoprocessamento auxiliam na delimitação de extensas áreas, sendo capazes de expressar eficientemente conceitos de expressão territorial, tais como as unidades potenciais de uso da terra, zonas de influência de determinado parâmetro, áreas críticas, áreas de preservação permanente, entre outros (Silva, 2001; Ribeiro *et al.*, 2005).

O mapeamento das Áreas de Preservação Permanente implica na necessidade de utilização de imagens de alta resolução espacial, o que acarreta em uma elevação nos custos de aquisição deste tipo de produto. Desta maneira, os dados da série *Landsat*, por serem gratuitos, possibilitam com um grau inferior de qualidade (menor resolução temporal), uma possibilidade real para a realização dos trabalhos.

Esse trabalho teve por objetivo geral analisar as Áreas de Preservação Permanente de corpos d'águas e nascentes da bacia do córrego Piranha, através de dados orbitais multitemporais e técnicas de geoprocessamento para obter informações da área de estudo. E objetivos específicos: **i)** mapear o uso e ocupação do solo no perímetro da bacia; **ii)** quantificar as áreas de APP de corpos d'águas e nascentes; **iii)** avaliar o conflito existente nas Áreas de Preservação Permanente quanto a presença ou ausência de co-

bertura vegetal conforme manda legislação ambiental vigente.

2. Material e métodos

A bacia hidrográfica do rio Piranha está localizada na Região Norte do Brasil, no município de São Miguel do Guaporé, estado de Rondônia (**Figura 1**). Apresenta uma área de 7405,16 ha, estando a uma altitude máxima de 242 e mínima de 162 metros, entre as coordenadas 11° 41' 37", latitude sul e 62° 42' 41", longitude oeste.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima e do tipo Aw-Equatorial com variação para o tropical quente úmido, com temperatura média anual de 25 °C e umidade relativa em torno de 85 %, apresentando-se mais elevada no período chuvoso de outubro a março e abaixo da média no período de estiagem de abril a agosto (SEDAM, 2010).

Em busca de uma análise multitemporal de uso e ocupação do solo para se compreender melhor o desmatamento das APPs, optou-se por imagens da série *Landsat*, que fornece imagens desde a década de 80, assim tornando possível avaliar a degradação das Áreas de Preservação Permanente ao longo dos anos. Foi utilizado, nesse segundo método, 5 imagens multiespectrais do satélite *Landsat-5* dos anos 1990 a 2010, e uma *Landsat-8* ano 2014 (**Quadro 1**). Ambas adquiridas no formato TIFF no sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum WGS84, com resolução 30 metros para *Landsat-5* e 15 metros para o *Landsat-8*.

Para a análise topográfica da bacia foi empregado o Modelo Digital de Elevação (MDE) da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que teve como responsáveis exe-

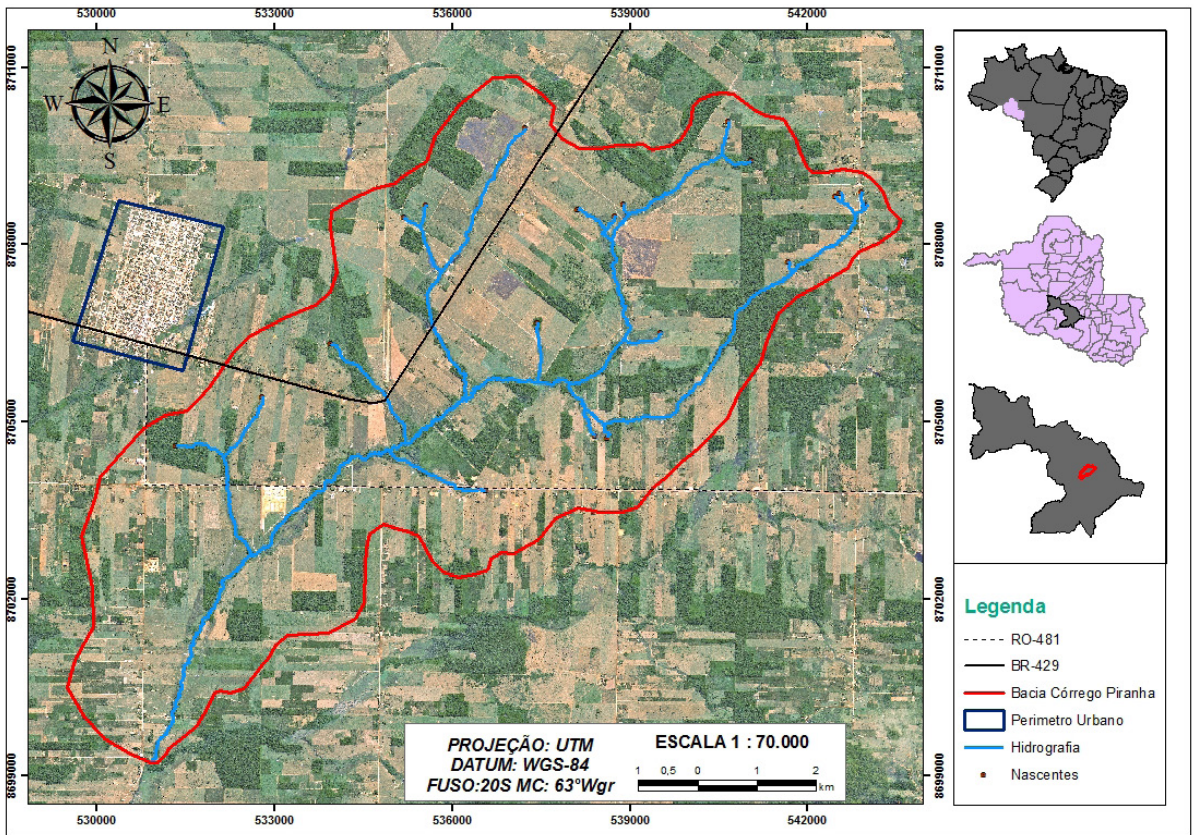


Figura 1 Localização da bacia hidrográfica do rio Piranha, município de São Miguel do Guaporé, (RO)

Quadro 1 Características das imagens Landsat utilizadas

Satélite	Sensor	Órbita/Ponto	Data Passagem
Landsat 5	TM	231/068	18 julho de 1990
Landsat 5	TM	231/068	3 agosto de 1995
Landsat 5	TM	231/068	17 setembro 2000
Landsat 5	TM	231/068	13 julho de 2005
Landsat 5	TM	231/068	25 junho de 2010
Landsat 8	OLI	231/068	23 maio de 2014

cutores a *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) e a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Esse MDE apresenta uma resolução vertical de 30 m (JPL, 2015).

Como ferramentas computacionais utilizaram-se os softwares *ArcGis* 10.1, desenvolvido pela ESRI, *Google Earth Pro* desenvolvido pelo Google.

Nas **figuras 2 e 3**, apresenta-se de maneira resumida a sequência de etapas utilizadas para a manipulação da imagem *SPOT-4* (**Figura 2**). Já a **figura 3**, apresenta a metodologia utilizada para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo no interior da bacia do rio Piranha, bem como a análise das áreas de APP.

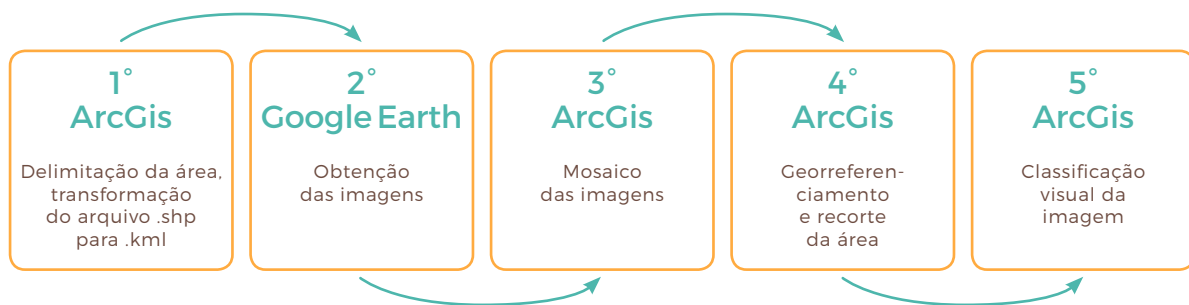


Figura 2 Fluxograma de aquisição e manipulação das imagens SPOT

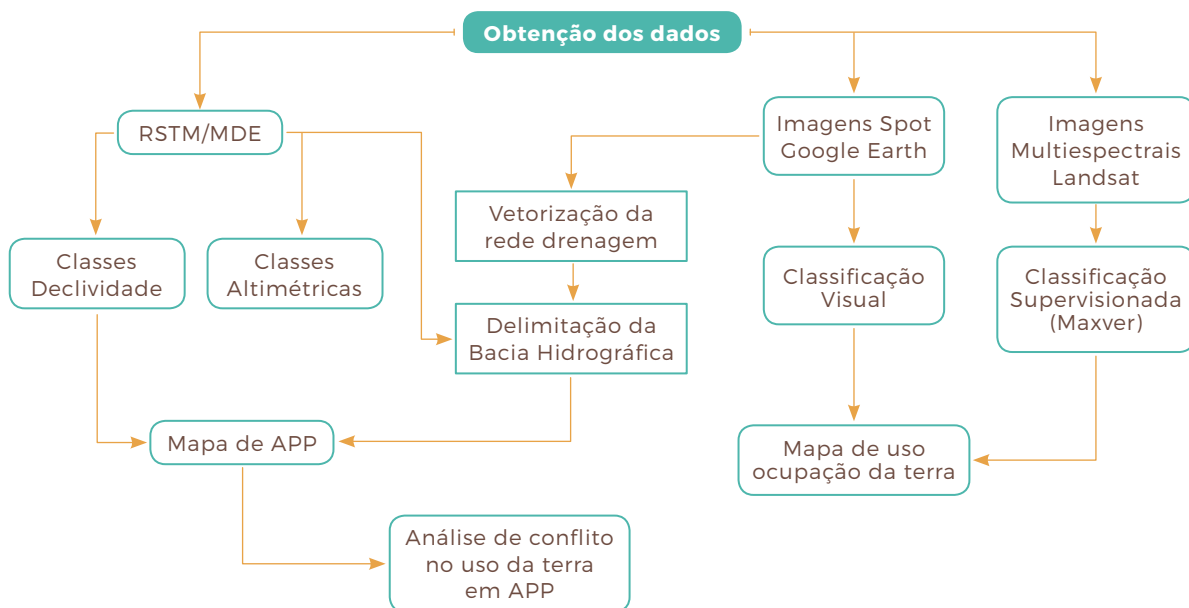


Figura 3 Fluxograma de elaboração dos mapas de uso e conflito do solo em APP

3. Resultados e discussão

O relevo da bacia do rio Piranha apresentou pouca variação de altitude, com mínima de 161 e máxima 242 metros. Na porção sul da bacia, o relevo apresentou as menores médias e as máximas a partir da região central em direção ao norte, como pode ser observado no mapa altimétrico da bacia (Figura 4).

Apesar de a bacia apresentar uma declividade (< 45%), foi classificada a metodologia proposta pela Embrapa (1999). Após esta análise, o relevo da bacia apresentou as seguintes características (Quadro 2).

A figura 5 ilustra as características da declividade apresentada pela bacia do rio Piranhas. Foram mapeadas as Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo do leito do rio, de seus afluentes e de todas as nascentes, obtendo uma área (APP) de 296,22 ha, representando um percentual de 4% do total da área da bacia. Do valor encontrado para as APPs, 288,78 ha foi representado pelas APPs dispostas ao longo do leito dos rios e 16,44 ha correspondente à preservação das nascentes.

O uso e ocupação do solo no interior da bacia do rio Piranhas foram obtidos através

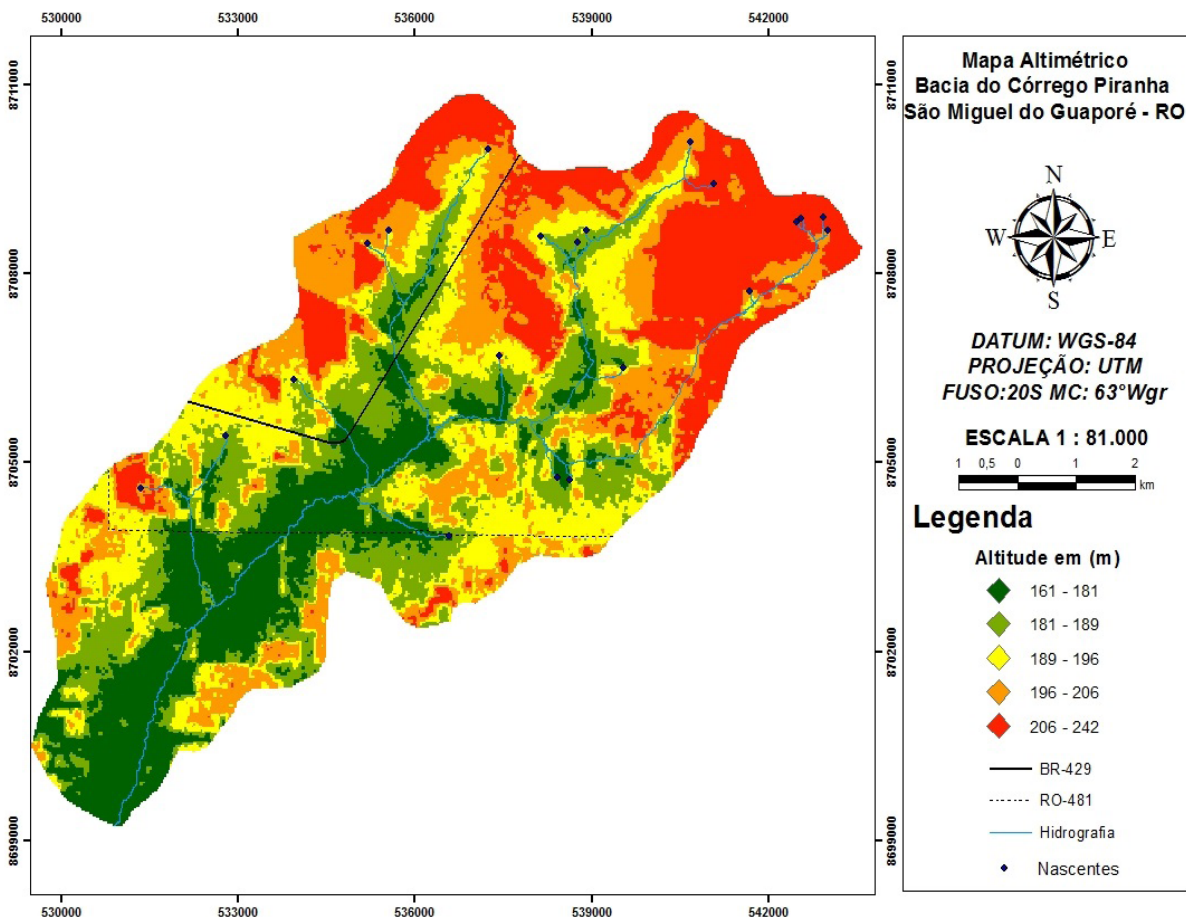


Figura 4 Altimetria e hidrografia da bacia hidrográfica do rio Piranha, município de São Miguel do Guaporé, (RO)

Quadro 2 Resultado do relevo na bacia do rio Piranha, Município de São Miguel do Guaporé, Rondônia (RO), Brasil

Classes de declividade	Declividade (%)	Característica da bacia (%)
Plano	0 - 3	70,0
Suave ondulado	3 - 8	20,0
Ondulado	8 - 20	5,0
Forte Ondulado	20 - 45	5,0
Montanhoso	45 - 75	0,0
Escarpado	> 75	0,0

Fonte: Embrapa, 1999

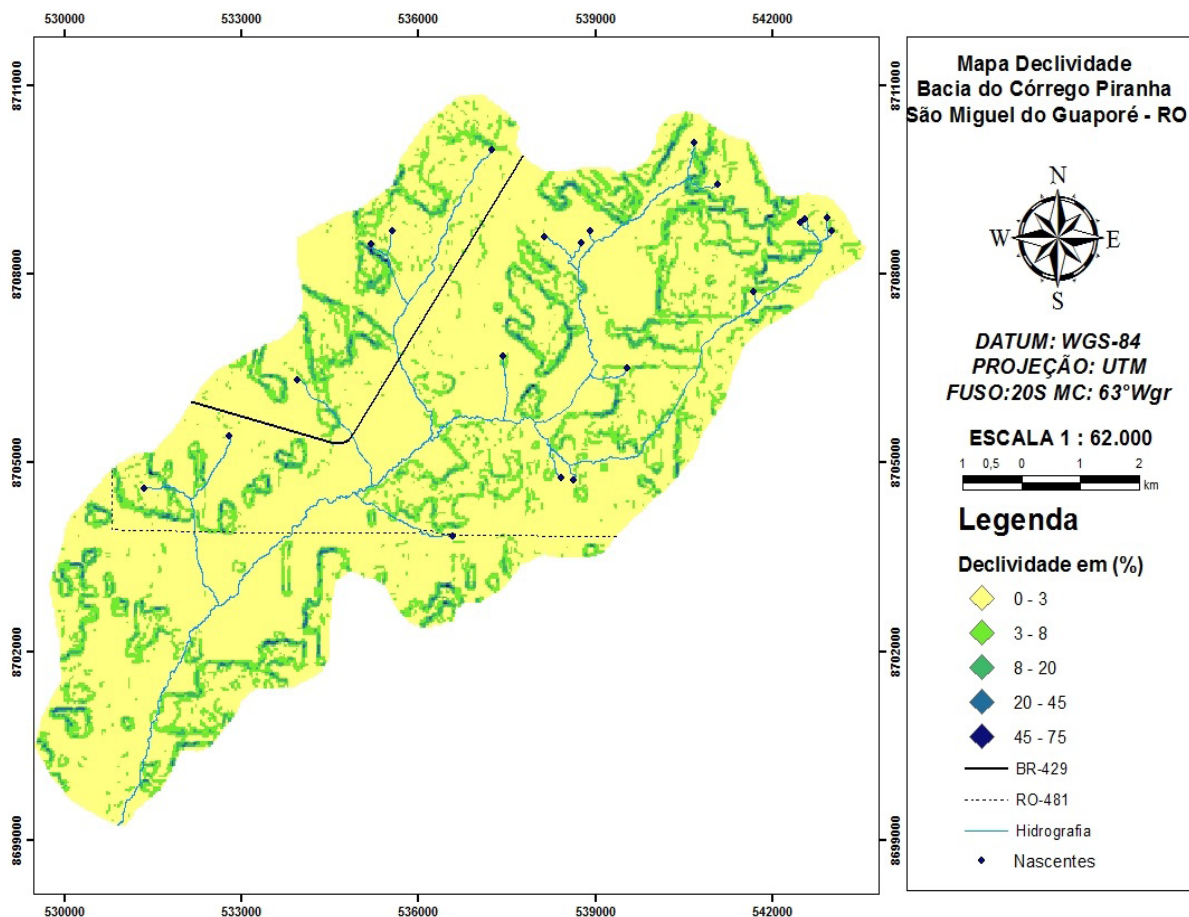


Figura 5 Declividade em porcentagem da bacia hidrográfica do rio Piranha, município de São Miguel do Guaporé, (RO)

da classificação multitemporal dos dados orbitais, compreendidas pelo período de 1990 a 2014. Na **figura 6** é possível observar o acelerado processo de antropização que ocorreu na bacia do rio Piranha.

Analisando o resultado da classificação das imagens dos anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2014 (**Figura 6**) nota-se que no ano de 1990, já havia uma expressiva intervenção antrópica, ocorrendo principalmente ao longo das estradas e nas margens

dos rios. O processo de antropização apenas acelerou ao longo do período deste estudo. O **quadro 3** apresenta os resultados quantitativos da classificação do uso e ocupação do solo no período de 1990 a 2014.

Analisando os resultados obtidos (**Quadro 3**) com o código florestal vigente na época (Lei nº 4.771/1965), é possível observar que no ano de 1995, já não havia mais áreas para serem antropizadas no interior da bacia, dando a entender que toda e qualquer

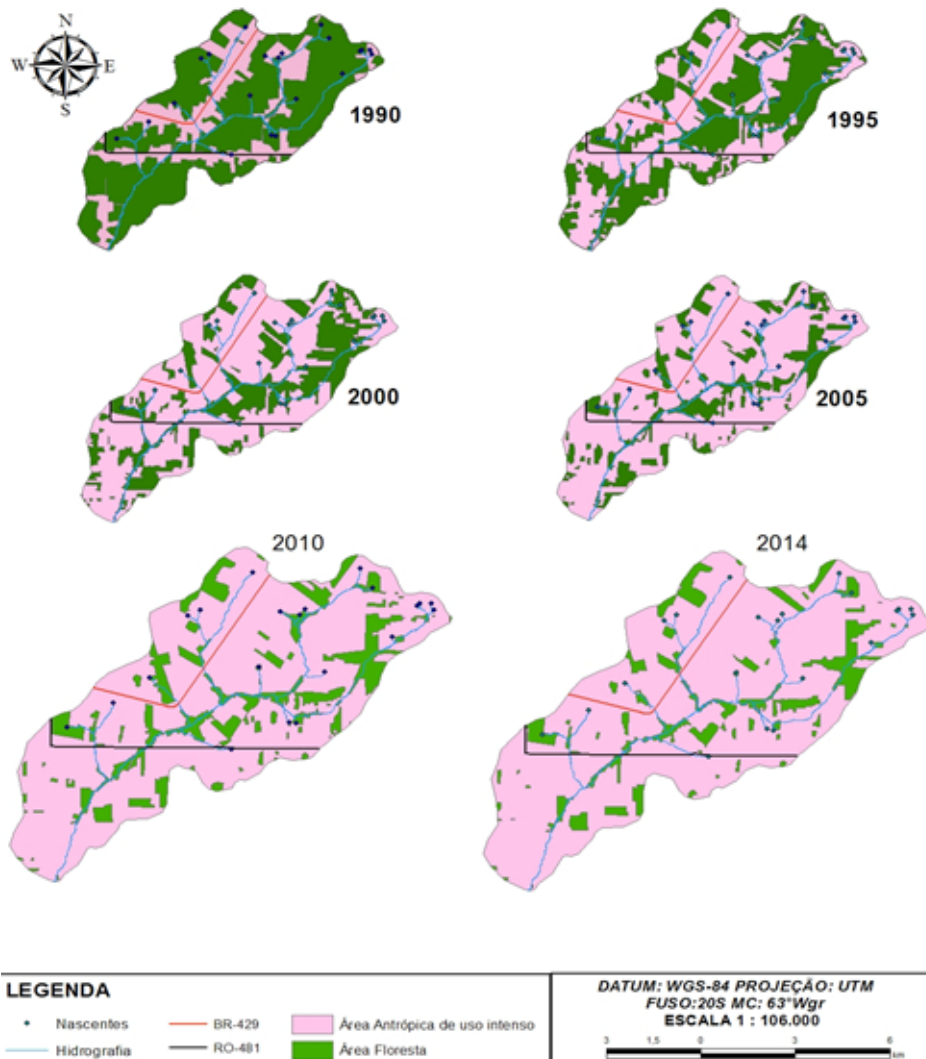


Figura 6 Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Piranha, ano de 1990 a 2014

Quadro 3 Dados quantitativos das classes de uso e ocupação do solo entre os anos de 1990 a 2014

Anos	Classes	Área (ha)	Área (%)
1990	Área floresta	5230,97	70,63
	Área antrópica de uso intenso	2174,19	29,37
1995	Área floresta	3758,87	50,76
	Área antrópica de uso intenso	3646,28	49,24
2000	Área floresta	2500,09	33,76
	Área antrópica de uso intenso	4905,06	66,24
2005	Área floresta	1706,77	23,04
	Área antrópica de uso intenso	5698,39	76,96
2010	Área floresta	1306,01	17,63
	Área antrópica de uso intenso	6099,17	82,37
2014	Área floresta	960,46	12,97
	Área antrópica de uso intenso	6444,72	87,02

mudança que ocorreu no interior da bacia foi ação criminosa, ou seja, sem as devidas autorizações dos órgãos competentes.

Com foco exclusivo nas APPS, realizou uma análise multitemporal a fim de destacar o percentual antropizado dentro de áreas preservadas por lei em âmbito federal. Desta forma, os resultados obtidos foram descritos no **quadro 4** e ilustrado na **figura 7**.

Observa-se que houve um processo acelerado de antropização no início de década de 90, ocorrendo um avançado processo de degradação dos recursos naturais e, um descumprimento da legislação ambiental vigente, gerando degradação nas áreas de APPS. Entretanto, a partir do ano de 2005, com uma maior ação dos órgãos ambientais, a antropização das APPS reduziu e houve um abandono das áreas degradadas, dando início ao processo de regeneração natural no interior da bacia do rio Piranha. Desta forma, foi possível a percepção de uma regeneração de 6,3 % no período de 2005 até 2014.

Observou-se que, de maneira geral, as APPS estão em um mau estado de conservação, sendo evidenciado pelo fato que 49,7 % estarem sem cobertura vegetal, representando um total de 147,14 ha de uso irregular, quando confrontado com as normas da legislação vigente.

A bacia do rio Piranha sofreu um processo acelerado de antropização. O **quadro 5** destaca as principais atividades de usos do solo.

No **quadro 5**, observa-se que a classe de uso e ocupação do solo com maior percentual na bacia é a pastagem, ocupa uma área de 67,06 % representando 49.66,61 há; em seguida, temos a classe floresta com 15,22 %, agricultura 12,96 %, lavoura de café 3,28 %, capoeira 1,3 % e lâmina d'água 0,18, juntas essas classes ocupam uma área de 7.405,16 ha.

Através da análise do mapa de uso e ocupação do solo (**Figura 8**), ficou explícito que a forte presença da pecuária é um fator

Quadro 4 Evolução do desmatamento nas Áreas Preservação Permanente entre 1990 a 2014

Anos	Classes	Área (ha)	Área (%)
1990	Área floresta	214,57	72,49
	Área antrópica de uso intenso	81,49	27,51
1995	Área floresta	171,71	58
	Área antrópica de uso intenso	124,35	42
2000	Área floresta	156,14	52,75
	Área antrópica de uso intenso	139,92	47,25
2005	Área floresta	130,42	44
	Área antrópica de uso intenso	165,64	56
2010	Área floresta	146,9	49,61
	Área antrópica de uso intenso	149,16	50,37
2014	Área floresta	148,93	50,3
	Área antrópica de uso intenso	147,14	49,7

Quadro 5 Classes de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego Piranha, ano 2012

Classes	Área (ha)	Área (%)
Floresta	1127,16	15,22
Pastagem	4966,61	67,06
Agricultura	958,52	12,96
Lavoura café	243,04	3,28
Lâmina d'água	13,46	0,18
Capoeira	96,37	1,3
Total	7405,16	100

preocupante e pode causar inúmeros impactos, principalmente quando localizados as margens dos rios.

Através de uma análise comparativa do uso e ocupação do solo da bacia do rio Piranha com a Lei nº 12.651/2012 (Novo Código Florestal), constata-se um conflito existente entre o uso e as exigências da lei em vigência. Dos 7.405,16 ha pertencente à

bacia, 296 ha são destinados a Área de Preservação Permanente de nascentes e corpos d'água (**Quadro 6**), e desse montante 117,43 ha se encontra em conflito de uso com a legislação vigente, representando 69,28% de APP em uso irregular, isso se considerarmos uso regular apenas a classe floresta. Se levarmos em consideração de uso regular a regeneração natural classificada como ca-

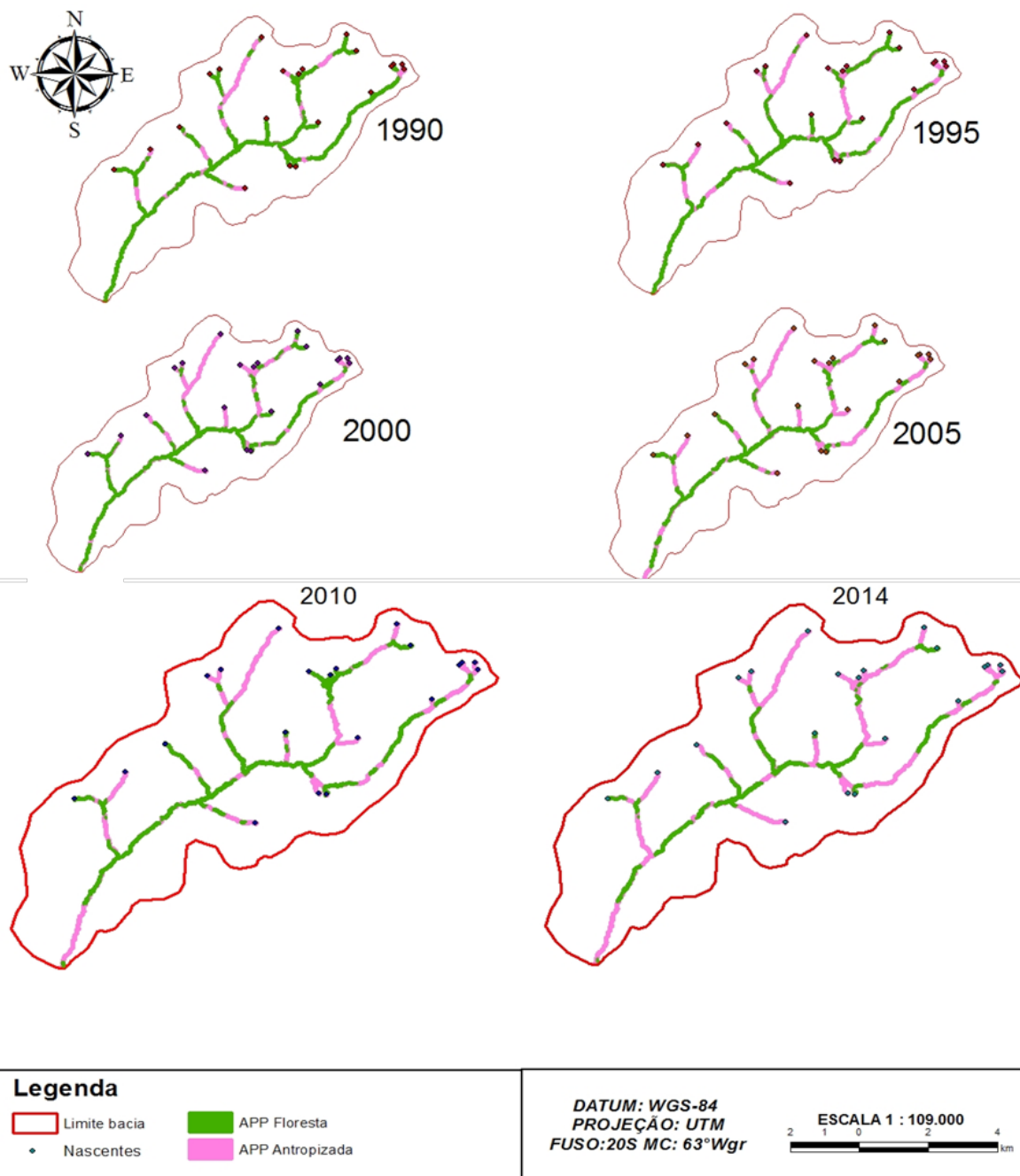


Figura 7 Uso e ocupação do solo em APP na bacia hidrográfica do rio Piranha, ano 1990 a 2014

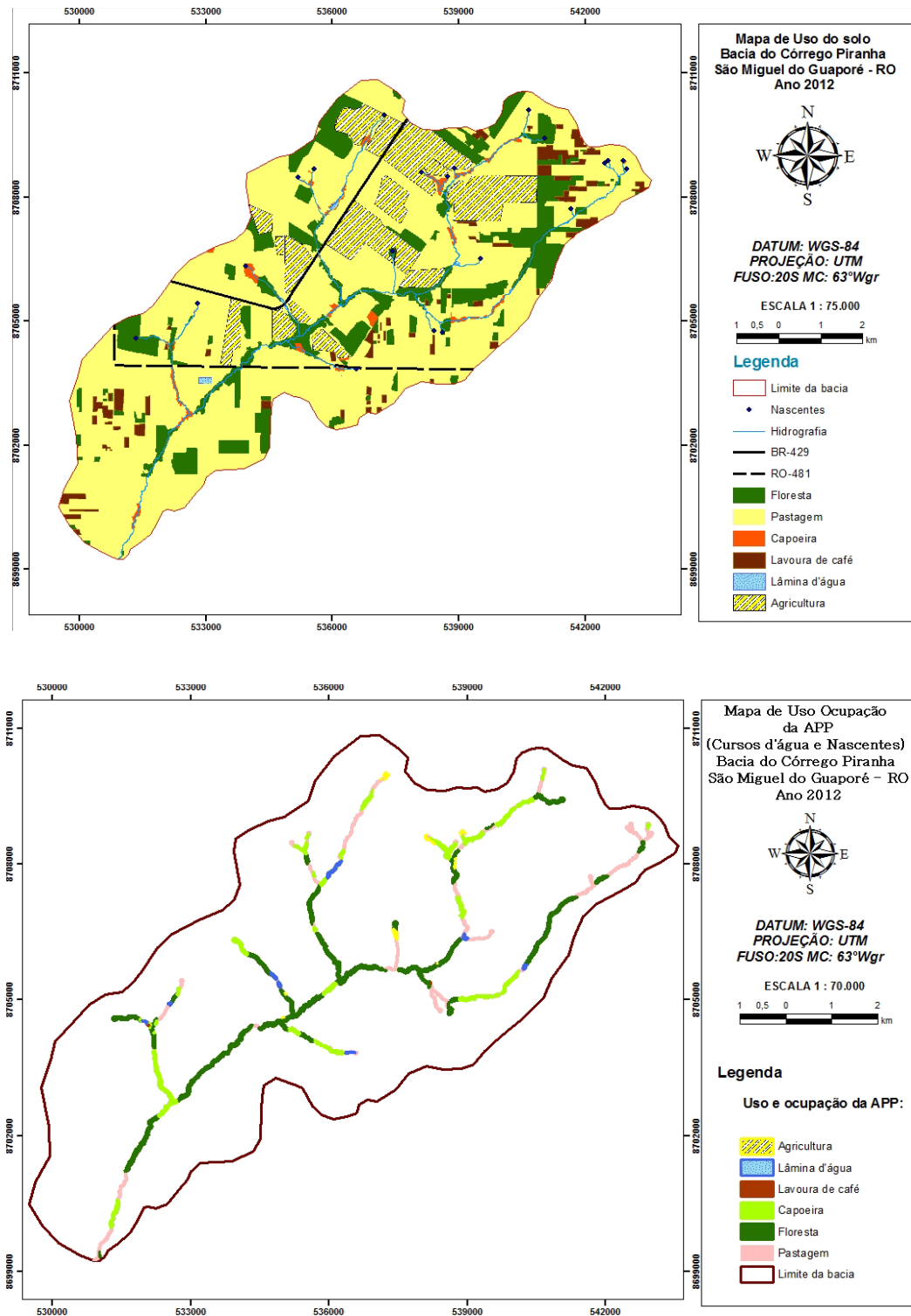


Figura 8 Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Piranha (A) e mapa de uso e ocupação em APPs (B), obtidas através da classificação digital de imagens do satélite SPOT-4

Quadro 6 Classes de uso e ocupação do solo em APP, bacia hidrográfica do rio Piranha, ano 2012

Classes	Área (ha)	Área (%)
Floresta	117,62	39,72
Pastagem	115,5	39,01
Agricultura	1,87	0,63
Lavoura café	0,11	0,03
Lâmina d'água	6,13	2,07
Capoeira	54,82	18,51
Total	296,05	100

poeira, esse percentual aumenta de 39,72 % para 58,73 %, representando 172,44 ha preservados e em estado de recuperação.

Percebe-se que praticamente um terço das APP é ocupado por pastagem, tal atividade possui 115,5 ha e ocupa uma área de 39 % da APP, valor este preocupante, por ser o mesmo percentual encontrado para a classe floresta. As classes agricultura, lavoura de café e lâmina d'água, juntas ocupam 2,73 % da APP, valor este considerado baixo se comparado ao de pastagem.

Nascimento *et al.* (2005) afirmam que a pastagem resultou na forma de uso e ocupação das APPs mais expressiva durante o período analisado. A pecuária é a atividade antrópica que mais predomina em extensas áreas em virtude do baixo investimento quando comparado com a agricultura, constituindo um dos principais agentes agressivos ao meio ambiente, quando ocupa áreas destinadas a APP. Entretanto, Cheung (2009) destaca que a presença de pastagem afeta negativamente a regeneração da floresta, principalmente a gramínea (*Brachiaria decubens*), devido à sua adaptação a solos fracos com poucos nutrientes, por apresen-

tar rápido crescimento e maior acúmulo de biomassa vegetal.

4. Conclusões

No período estudado houve crescente expansão do uso e ocupação do solo, atingindo até mesmo as APPs, que deveriam se encontrar preservadas conforme manda a legislação. Foi evidenciado conflito no uso do solo em 49,7 % da APP no ano de 2014; de toda essa área já antropizadas, a pastagem é a cultura que mais predomina nesse processo de ocupação do solo.

A bacia do rio Piranha caracteriza-se como importante fonte de abastecimento de água para indústrias e pequenos agricultores familiares pela sua localização estratégica. O avanço desordenado do desmatamento sobre as APPs tem prejudicado a qualidade da água, lesando todos ao seu entorno; logo, políticas públicas são necessárias para frear a degradação da bacia, a ajuda do poder público se faz necessário na conscientização da população, tornando uma importante ferramenta para travar o avanço da ocupação do solo e posteriormente subsidiar a recuperação das áreas já danificadas.

A utilização do geoprocessamento foi eficiente para promover a delimitação e os cálculos das APPs da bacia, assim como para determinar a cobertura florestal e as áreas em uso antrópico, o que permitiu a análise do conflito existente entre a legislação ambiental e o atual uso das APPs quanto à presença ou ausência de cobertura florestal.

Este tipo de análise é de extrema relevância, porque confronta o uso das bacias hidrográficas com a legislação ambiental vigente, fornecendo ferramentas para os órgãos responsáveis pelo monitoramento das bacias suporte para implantar programas de recuperação das APPs degradadas.

5. Referências citadas

- BECKER, B. K. 2007. *Amazônia: geopolítica na virada do III milênio*. Garmond, p. 23-25. Rio de Janeiro, Brasil.
- CHEUNG, K. C. 2009. «Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagem abandonadas na floresta ombrófila densa do sul do Brasil». *Acta Botânica Brasílica*, 23(4): 1.048-1.056.
- CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO. Decreto nº 23.793. Rio de Janeiro, 23 de janeiro de 1934.
- EMBRAPA. 1999. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2013. *Projeto PRODES: monitoramento da Floresta Amazônica brasileira por satélite. 2013*. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>. [Acessado em: abril, 2015].
- JET PROPULSION LABORATORY (JPL) – SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION (SRTM). 2015. Disponível em: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/dataprod.htm>. [Acessado em: maio, 2015].

- LEI Nº 4.771. Novo Código Florestal. Brasília, DF. 15 de setembro de 1965.
- LEI Nº 12.651. *Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa*. Diário Oficial da União, de 25 de maio de 2012. Brasília DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. [Acessado em: maio, 2015].
- NASCIMENTO, C. M.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, A. A. S.; E. SILVA. 2005. Delimitação automática de Áreas de Preservação Permanente (APP) e identificação de conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do rio alegre. *XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, (Anais). 2.289-2.296. Goiânia, Brasil.
- RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, M. S. e J. M. GLERIANI. 2005. «O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente». *Revista Árvore*, 29(2): 203-212.
- SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL (SEDAM). 2010. *Zoneamento socioeconômico-ecológico do Estado de Rondônia*. Porto Velho, Rondônia (RO), Brasil.
- SILVA, X. J. 2001. *Geoprocessamento para análise ambiental*. Rio de Janeiro, Brasil. (Edição do autor).

Lugar y fecha de finalización:
Rondônia (RO), Brasil;
junio, 2016