

Mapeamento do conflito de uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do Rio Passo da Pedra no município de Pato Branco – PR

Conflict mapping of the soil use and occupation in the permanent preservation areas of the Rio Passo da Pedra watershed in the Pato Branco county - PR

Luiza Dall’Bosco Tonial^{1(*)}

André Peres Galera²

Roberta Giovana Lisboa Chrispim³

Priscila da Silva Victorino⁴

Danielli Batistella⁵

Resumo

O presente artigo ressalta a importância de geotecnologias para a caracterização do território, voltadas ao mapeamento temático de uso e ocupação da bacia hidrográfica do Rio Passo da Pedra, no município de Pato Branco – PR, com ênfase nos conflitos de cobertura do solo nas Áreas de Preservação Permanente (APPs). O estudo se deu a partir de uma carta topográfica na escala 1:25.000, de 2006, fornecida pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) e de imagens orbitais do satélite Landsat 5, de 1985 e 2005, e do Landsat 8, de 2017, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O processamento digital das imagens, a delimitação e vetorização da bacia hidrográfica, juntamente com a demarcação das APPs, conforme a Lei Federal 12.651 de 2012, foram realizadas utilizando o software QGIS 2.14. Através da interpretação das imagens orbitais, efetuou-se a classificação manual dos tipos de uso do solo, a partir das diferentes assinaturas espectrais de cada alvo, pelas quais definiram-se cinco classes: mata, agricultura, edificação, área urbana e pastagem. Com o cálculo das áreas de cada categoria, possibilitou-se uma análise temporal e detalhada da disposição do espaço geográfico e da interferência antrópica nas áreas de APPs, a partir de comparações dos dados atuais, de 2017, com as informações das imagens de 2005 e de 1985. Ao fim, constatou-se que as áreas de conflito de uso do solo vêm diminuindo ao longo dos anos, contudo, ainda totalizam 159,894 hectares, ou seja, mais da metade das APPs e necessitam de uma intensa ação de reflorestamento.

Palavras-chave: geotecnologias, imagens orbitais, geoprocessamento, análise temporal, interferência antrópica.

1 Técnica em Agrimensura; Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco. Endereço: Via do conhecimento, Km 01, CEP: 85503-390, Pato Branco-PR, Brasil; E-mail: luizatonia@hotmai.com; (*) Autor para correspondência;

2 Técnico em Agrimensura; Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco. Endereço: Via do conhecimento, Km 01, CEP: 85503-390, Pato Branco-PR, Brasil; E-mail: galera.andre@gmail.com;

3 Técnica em Agrimensura; Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco. Endereço: Via do conhecimento, Km 01, CEP: 85503-390, Pato Branco-PR, Brasil; E-mail: rgl.chrispim@hotmail.com;

4 Msc.; Ciências Cartográficas; Professora na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; Endereço: Via do conhecimento, Km 01, CEP: 85503-390, Pato Branco-PR, Brasil; E-mail: pvictorino@utfpr.edu.br;

5 Msc.; Geomática; Professora na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; Endereço: Via do conhecimento, Km 01, CEP: 85503-390, Pato Branco-PR, Brasil; E-mail: batistella@utfpr.edu.br.

Recebido para publicação em 20/11/2018 e aceito em 15/07/2020

Abstract

The following article points out the use relevance of geotechnologies to the land characterization, directed to the thematic mapping of the use and occupation of Rio Passo da Pedra hydrographic basin, located in the county of Pato Branco – PR, highlighting the conflict of soil cover in the Permanent Preservation Areas (PPAs). The study started from the topographic map in the scale of 1:25.000, from 2006, provided by the Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), and the orbital images of Landsat 5 satellite, from 1985, and of Landsat 8, from 2005 and 2017, available in the Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). The digital processing of the images, the hydrographic basin delimitation and vectorization, along with the PPAs demarcation, according to the Federal Law 12.651 from 2012, were made utilizing the QGIS 2.14 software. Through the orbital images interpretation, it was realized the manual classification of the soil classes, due the different spectral signature of each target, where was defined five classes: forest, agriculture, edification, urban area and pasture. The calculus of the areas of each category made possible a temporal and detailed analysis of the geographic space disposition and of the anthropic interference in the PPAs areas through the data comparison. Finally, it was concluded that the conflict soil areas is declining over the years, however, they comprise an area of 159,894 ha, pointing out the necessity of a intense reforestation action.

Key words: geotechnologies, orbital images, geoprocessing, temporal analysis, human interference.

Introdução

Os aspectos presentes em uma bacia hidrográfica, em equilíbrio, determinam a resultante da interação de diversos fatores. É fundamental que tal relação seja de total harmonia, caso contrário, os impactos ambientais tornam-se evidentes, acarretando problemas no âmbito ambiental e social.

Destacam-se como fatores de interação as atividades humanas, o clima, a vegetação, o solo, o relevo e a fauna. Entretanto, quando mudanças antrópicas ocorrem a partir do aproveitamento inadequado do solo, ocasionam degradações ambientais, como a contaminação fluvial, principalmente, proveniente da erosão e da sedimentação, além de indesejadas variações climáticas e consequências aos ecossistemas locais (PASQUALI, BRAGATTO; TOMAZONI, 2011, p. 1320).

Vale ressaltar ainda, segundo Castro *et al.* (2009, p. 3651), que tais aspectos, como a exploração imprudente de recursos naturais e o uso impróprio do solo, acarretam o depauperamento desses recursos, além de influenciarem na qualidade e na disponibilidade de água, levando à destruição das reservas florestais.

Com o objetivo de se evitarem esses problemas, conservar a vegetação nativa, a biodiversidade, a paisagem, o solo e os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, mantendo assim seu equilíbrio natural e garantindo o bem-estar da população, estabeleceram-se Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas protegidas e determinadas, de acordo com a Lei Federal 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012).

Contudo, grandes extensões dessas APPs, que deveriam ser resguardadas, estão submetidas à interferência humana, o que resulta em um processo de substituição das paisagens naturais por outros usos e ocupações do solo. Desse modo, as áreas de cobertura florestal restantes tornam-se

mínimas em comparação ao que deveria existir no local, não assegurando a preservação da bacia hidrográfica e de seus elementos (ARES, 2006 apud GARCIA *et al.*, 2015, p. 69).

O mapeamento do uso e cobertura do solo, através de geotecnologias, surge como ferramenta essencial para o estudo e análise desses problemas, contribuindo para promover o planejamento ambiental. Esse conjunto de medidas é benéfico para a conciliação da qualidade de vida tanto da sociedade quanto do meio ambiente.

Desde a segunda metade do século passado, tornou-se possível representar e armazenar as informações coletadas, em ambiente computacional. Segundo Câmara e Davis (2003, p. 1), assim, aparece o geoprocessamento, o qual utiliza técnicas matemáticas e computacionais para a coleta e tratamento de informações geográficas.

O conjunto dessas técnicas, interligadas pela presença de dados geográficos, engloba desde geotecnologias, como a topografia, a cartografia, o sensoriamento remoto e o posicionamento por satélite, até o Sistema de Informações Geográficas (SIG).

De acordo com Vaeza *et al.* (2010, p. 24), as técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento tornaram-se ferramentas imprescindíveis no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do espaço geográfico, pelo fato de propiciar maior agilidade no processamento e viabilidade econômica, além de um melhoramento na frequência da atualização de dados.

As ferramentas computacionais para Geoprocessamento são chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Segundo Longley *et al.* (2013, p. 208), a base de qualquer SIG é o modelo de dados, que é um conjunto de construtores para representar objetos e processos no ambiente digital. Esse sistema permite realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda, possível automatizar a produção e a confecção de documentos cartográficos (CÂMARA; DAVIS, 2003, p. 1).

Fica evidente, então, que o SIG facilita o manejo e o controle de informações geográficas. Sendo assim, verifica-se a fundamental importância da sua utilização como instrumento no planejamento e no mapeamento do uso e cobertura do solo.

O mapeamento de uso e ocupação do solo consiste, portanto, na busca de como a área de interesse é utilizada, possibilitando uma caracterização das interações antrópicas com o meio ambiente, estruturando-se como uma representação espacial dessas interações (SANTOS; PETRONZIO, 2011, p. 6186).

De acordo com Sebusani e Bettine (2011, p. 258), a estruturação do espaço físico é um mecanismo fundamental. Para eles

[...] o mapeamento das informações é um recurso muito utilizado para tornar mais evidentes os padrões de uso e ocupação dos espaços. A visualização dos fatos no espaço melhora a compreensão das interações existentes e aponta as ações necessárias.

Segundo Pasquali, Bragatto e Tomazoni (2011, p. 1324), as lavouras e pastagens avançaram sobre as APPs relacionadas às matas ciliares do sistema fluvial da bacia mencionada. Dessa forma, é pertinente a avaliação comparativa dos dados do estudo de impacto ambiental da bacia do Rio Passo da Pedra, confrontando os dados de 1985 e de 2005, em relação aos atuais (dados de 2017), a fim de verificar os possíveis conflitos relacionados ao cumprimento da lei estabelecida no Código Florestal Brasileiro.

A identificação e classificação do uso do solo são fundamentais no conhecimento e manutenção das informações do ambiente estudado. Devido ao caráter dinâmico desse ambiente, informações

detalhadas devem ser coletadas periodicamente para a compreensão da distribuição espacial da ocupação do espaço (FORESTI & HAMBURGER, 1995 apud BITTENCOURT *et al.*, 2006, p. 91).

Postas tais características, a análise do uso do solo dentro de uma região de bacia hidrográfica é de extrema importância, visto que diversos fatores exercem influência sobre ela, incluindo a ocupação desordenada das terras, que ocasiona a redução da vegetação natural e conseqüentemente sua degradação (PASQUALI, BRAGATTO; TOMAZONI, 2011, p. 1320).

Destarte, uma bacia hidrográfica constitui-se de um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, apresentando seu contorno limitado pelas partes mais altas do relevo, denominadas de divisores de água (BARRELLA; CANABARRO; TOLEDO, 2008, p. 32).

Conforme Vaeza *et al.* (2010, p. 24), uma bacia hidrográfica é fundamental para o planejamento de recursos naturais e hídricos. Em vista disso, citam:

Uma bacia hidrográfica qualquer se constitui como a mais adequada unidade de planejamento para o uso e exploração dos recursos naturais, pois seus limites são imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que facilita o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem na área. Assim, o disciplinamento do uso e da ocupação das terras da bacia hidrográfica é o meio mais eficiente de controle dos recursos hídricos que a integram.

Nesse contexto, visando à preservação ambiental, mostra-se necessária a definição das Áreas de Preservação Permanente, conhecidas por APPs. Elas são consideradas áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, responsáveis pela preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica e da biodiversidade, além de facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e garantir o bem-estar da sociedade (BRASIL, 2012).

Dentre as áreas de preservação permanente, destacam-se as matas ciliares, as quais são faixas marginais ao longo dos cursos d'água. Estas possuem um valor excepcional dentro das bacias hidrográficas, já que visam, segundo Pasquali, Bragatto e Tomazoni (2011, p. 1319-1320), proteger o ambiente natural, não permitindo qualquer alteração no uso de seu solo.

Quanto à sua importância, de acordo com Bren (1993), os seus valores, principalmente de uso da terra, são divergentes. Por um lado, tornam-se obstáculos ao livre acesso do gado à água no quesito agropecuário; em contraste, são sítios produtivos para a produção florestal.

Sendo assim, aplicando as ferramentas SIG no mapeamento do uso e cobertura do solo de uma bacia hidrográfica, são geradas informações geográficas, sobre as quais torna-se possível fundamentar a realização de um estudo comparativo das Áreas de Preservação Permanente da região com as previstas em lei, ou ainda, a análise temporal das mesmas.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por finalidade realizar o diagnóstico da bacia hidrográfica do Rio Passo da Pedra, do município de Pato Branco (PR), a partir do mapeamento do uso e cobertura do solo, e analisar de que modo esse uso interfere nas APPs. Este estudo torna-se viável por sua importância geográfica no quesito agrícola e ambiental, já que influencia o desenvolvimento econômico e social da região a que pertence.

Área de Estudo

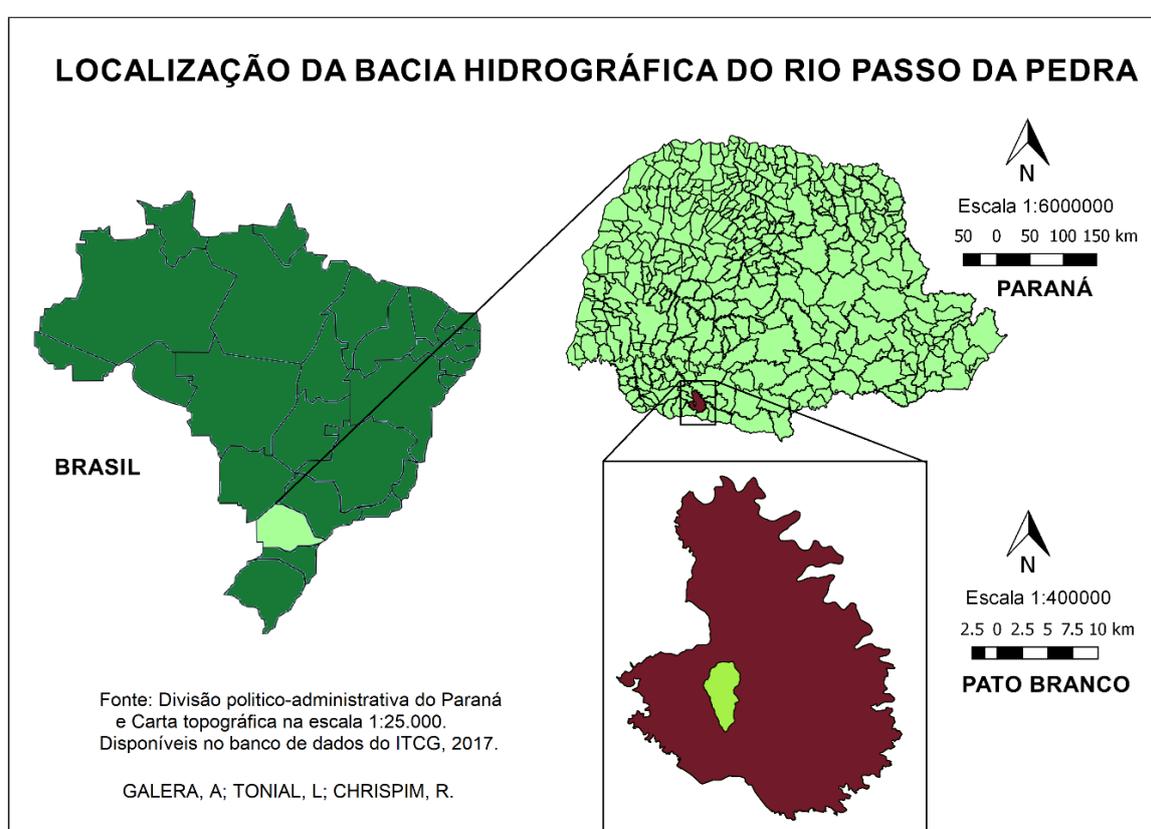
Situada na mesorregião do sudoeste paranaense, a bacia hidrográfica do Rio do Passo da Pedra compreende uma área de 1.586,502 hectares, onde, no extremo sul, apresenta áreas

urbanizadas, englobando também o aeroporto da cidade. Vale ressaltar, ainda, sua extensão de 19,83 km de rede de cursos de água (SILVERIO *et al.*, 2011, p. 1035).

No quesito econômico, o uso do solo é destinado às práticas agropecuárias, as quais são favorecidas pelas características físicas da região, uma vez que esta apresenta temperaturas amenas e precipitações abundantes, além de ser caracterizada pela presença da vegetação ombrófila e por um clima subtropical.

A área de estudo encontra-se entre as coordenadas geodésicas 7.098.000 N, 7.105.500 N, 327.000 E e 332.000 E, enquadradas dentro do sistema UTM zona 22S, com datum horizontal SIRGAS2000. Esta, ainda, localiza-se no município de Pato Branco (conforme a Figura 1), que, por sua vez, abrange uma área de 539,087 km² e possui, segundo estimativa (IBGE, 2019), 82.811 habitantes.

Figura 1 - Localização da área de estudo



Fonte: Os autores.

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017), quanto às principais culturas agrícolas na área de estudo, destacam-se as lavouras de milho, o trigo, o feijão e a soja.

Materiais e Métodos

Inicialmente foram requisitadas, através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), três imagens de satélite, com resoluções espaciais de 30 m, duas do Landsat 5 e outra do Landsat 8, correspondentes a cena 223/078, do município de Pato Branco, datadas em 02 de outubro de 1985, 22 de agosto de 2005 e 01 de abril de 2017, respectivamente. Ademais, foi

utilizada, da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), a carta topográfica SG-22-Y-A-III-2-SO, na escala 1:25.000, do ano de 2006, a qual envolve a região estudada.

O georreferenciamento da carta topográfica e das imagens orbitais foi realizado por meio do sistema QGIS 2.14, software livre de geoprocessamento. Este apresenta muitas funções, como a visualização, a gestão, a edição, a análise de dados e informações geográficas, além da criação de mapas temáticos (QGIS, 2017).

Posteriormente, delimitou-se a bacia hidrográfica, na carta topográfica, pela interpretação dos divisores de água e por meio dos elementos da carta denominados curvas de nível. Com a área de estudo definida, efetuou-se a criação dos *shapefiles* contendo a delimitação de algumas feições presentes na carta topográfica, como corpos d'água, curvas de nível, nascentes e rios. Vale ressaltar, ainda, que a projeção utilizada ao longo desse processo foi a Universal Transversa de Mercator (UTM) zona 22S, com datum horizontal SIRGAS2000.

Outrossim, executou-se uma composição colorida a partir das bandas 4-R, 3-G e 2-B, da imagem de 2017, do sensor *Operational Land Imager* (OLI), do satélite Landsat 8. Adiante, essa imagem foi redimensionada e realizada a fusão com a banda 8 pancromática, a fim de melhorar a resolução de 30 m para 15 m. Concluída a fusão, a classificação do uso e cobertura do solo foi feita pelo método de vetorização, com a identificação das classes agricultura, área urbana, pastagem, edificações e matas.

Em contrapartida, com as imagens do sensor *Thematic Mapper* (TM), do Landsat 5, dos anos de 1985 e de 2005, aplicou-se a composição colorida a partir das bandas 3-R, 2-G e 1-B. Além disso, pela interpretação das características espectrais e texturas das imagens, foram extraídas as classes de uso: agricultura, mata e pastagem.

Com o intuito de analisar a distribuição do uso e ocupação do solo dentro da região estudada e de comparar temporalmente os dados levantados, foram confeccionados mapas temáticos da bacia hidrográfica. Ademais, para garantir uma maior precisão nas informações geográficas obtidas pelo mapeamento, foram coletadas, em campo, coordenadas de algumas feições que se mostraram incertas nas imagens. A coleta foi efetuada por meio do aplicativo GPS Test, desenvolvido pela *Chartcross Limited*, viabilizando a checagem entre o processado em ambiente digital e o real.

Apoiando-se na imagem do Landsat 8 (2017) e nas imagens do *Google Earth* que possuem maior resolução espacial em relação às outras imagens estudadas, verificou-se que o rio principal e seus afluentes não possuíam largura superior a 10 metros. Assim, de acordo com a Lei Federal 12.651 de 2012, essas regiões devem possuir faixas marginais de 30 metros¹. Essas faixas, classificadas como APPs, correspondem às matas ciliares, isto é, sua área precisa estar coberta por vegetação, geralmente nativa, e não pode ser alterada.

Quanto às nascentes dos rios, estas devem possuir um raio de 50 metros de Área de Preservação Permanente ao seu redor (BRASIL, 2012). Em razão disso, foram criados *buffers*, ou seja, mapas de distâncias ou restrições métricas a partir de geo-objetos, neste caso, os rios e as nascentes, os quais correspondem à área de mata que deveria existir em torno desses elementos hidrográficos, de acordo com a lei.

Considerando a área mapeada nos anos de interesse, notou-se que grandes extensões ao redor dos rios não possuíam áreas de mata, portanto, realizou-se a intersecção entre o *buffer* das

¹ A Lei Federal 12.651 de 2012 prevê a recomposição das APPs (rios e nascentes) sob condições “especiais” a agricultores familiares (até 4 módulos fiscais), isto é, admite-se, o plantio de culturas temporárias e sazonais de vazante de ciclo curto na faixa de terra que fica exposta no período de vazante dos rios ou lagos, desde que não implique supressão de novas áreas de vegetação nativa, seja conservada a qualidade da água e do solo e seja protegida a fauna silvestre. Desta forma, os cálculos sofreriam alterações sabendo-se as áreas das propriedades que compõem a bacia.

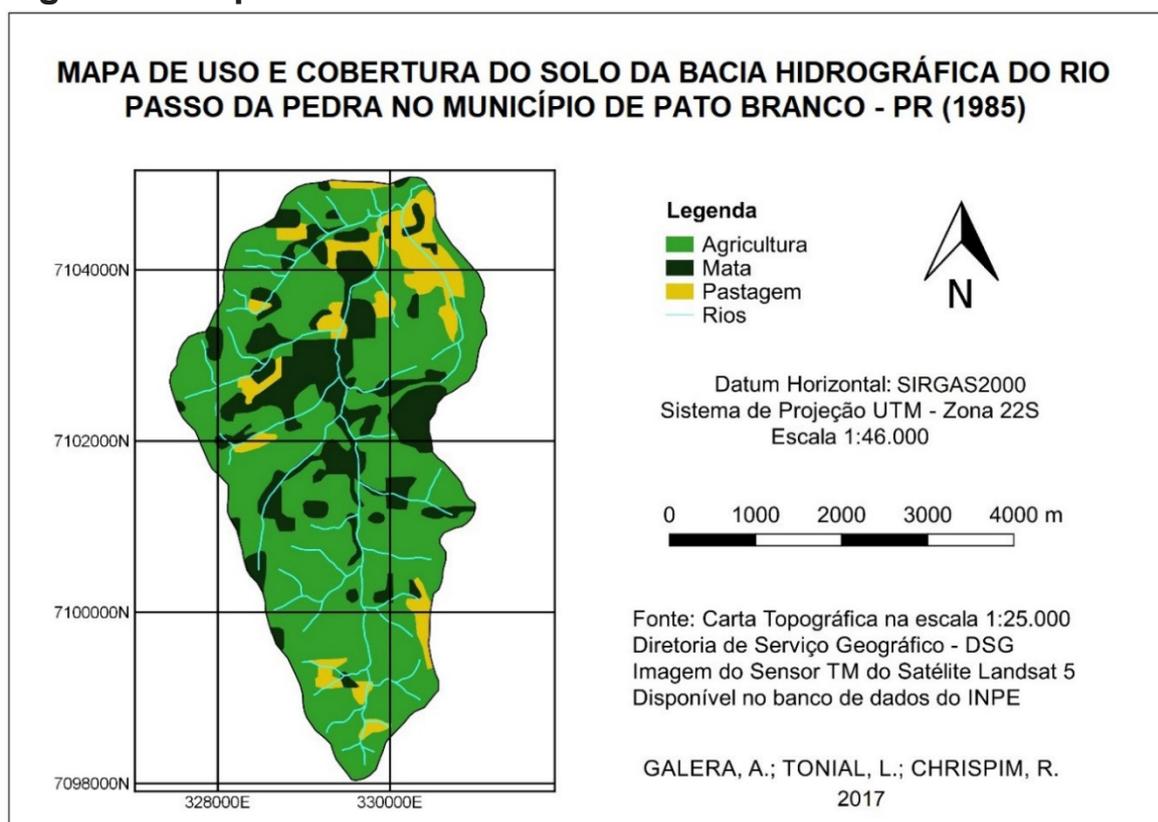
APPs, dos rios e nascentes, e as classes de ocupação, delimitadas anteriormente. Desse modo, foi possível examinar o conflito do uso do solo e a legislação vigente, visando determinar quais dessas áreas possuem uma cobertura vegetal de mata. Essas análises podem ser melhor compreendidas a partir da produção de um mapa temático dos conflitos de uso e cobertura do solo nas APPs da área de estudo.

Resultados e Discussões

O uso e a cobertura do solo referem-se à maneira com que o homem interfere e ocupa o território. Isso posto, ressalta-se que seu diagnóstico permite não só o reconhecimento de como este foi estruturado, mas também a forma de como os recursos naturais se distribuem na paisagem. Neste caso, a região pertencente à bacia hidrográfica do Rio Passo da Pedra.

A análise da imagem de satélite de 1985 permitiu a caracterização da superfície em três classes: mata, agricultura e pastagem, as quais são apresentadas na Figura 2. A partir do mapa gerado de 1985, é possível perceber uma predominância das áreas agrícolas. Desse modo, a fim de se obter dados quantitativos sobre o uso do solo, calcularam-se as áreas de cada classe, em hectares e percentual (Tabela 1).

Figura 2 – Mapa de uso e cobertura do solo da área de estudo em 1985.



Fonte: Os autores.

Constatou-se que, no ano de 1985, a agricultura envolvia 1.097,634 ha, o que representava aproximadamente 69% do território da bacia do Rio Passo da Pedra. O principal produto da época, no sudoeste do Paraná, era a soja, uma vez que se abriam os mercados externos para o produto e passava-se a adquirir insumos industriais e tecnológicos, devido à mercantilização da agricultura (KISCHENER *et al.*, 2015).

Tabela 1 – Cenário de uso e cobertura da área de estudo no ano de 1985

Classes de Uso e Cobertura do Solo	Área das Classes	
	Hectares (ha)	Percentual (%)
Agricultura	1.097,634	69,186
Mata	337,430	21,269
Pastagem	151,438	9,545
Total	1.586,502	100,00

Fonte: Os autores.

No entanto, as matas, componentes importantes na preservação ambiental, estavam distribuídas pela área, totalizando apenas 337,43 ha. Percebe-se que a maior parte da vegetação de mata não seguia o leito do rio, não assegurando a total estabilidade geológica e a qualidade dos recursos hídricos do local. Então, com o intuito de qualificar tal aspecto, mapearam-se as regiões que deveriam possuir áreas de mata, viabilizando a verificação dos conflitos de uso do solo.

Em 1985, a Lei nº4.771 de 15 de setembro de 1965 regulamentava as APPs, estabelecendo apenas 5 m de faixa marginal para os rios que possuíam até 10 m de largura (BRASIL, 1965). Portanto, tendo como base tal lei, foram criados *buffers* de acordo com a medida definida, o que possibilitou o mapeamento temático da área de conflito dessa época.

Contudo, a norma referenciada anteriormente não era respeitada, como se pode observar na Figura 2. É possível analisar qualitativamente que poucas extensões apresentavam um uso adequado em torno dos rios, ou seja, nas áreas de APP, enquanto que as demais áreas de APPs eram utilizadas impropriamente para a agricultura e pastagem, necessitando, portanto, de uma intensa ação de reflorestamento.

Posteriormente, em virtude da alteração nas dimensões exigidas em relação às APPs (conforme a Lei nº 7.803 de julho de 1989 (BRASIL, 1989) e a resolução nº 303/2002 do CONAMA), as quais passaram de 5 m para 30 m de largura, e devido à fiscalização ambiental intensa nos anos seguintes, percebe-se visualmente que houve um aumento significativo das áreas de mata, conforme Figura 3.

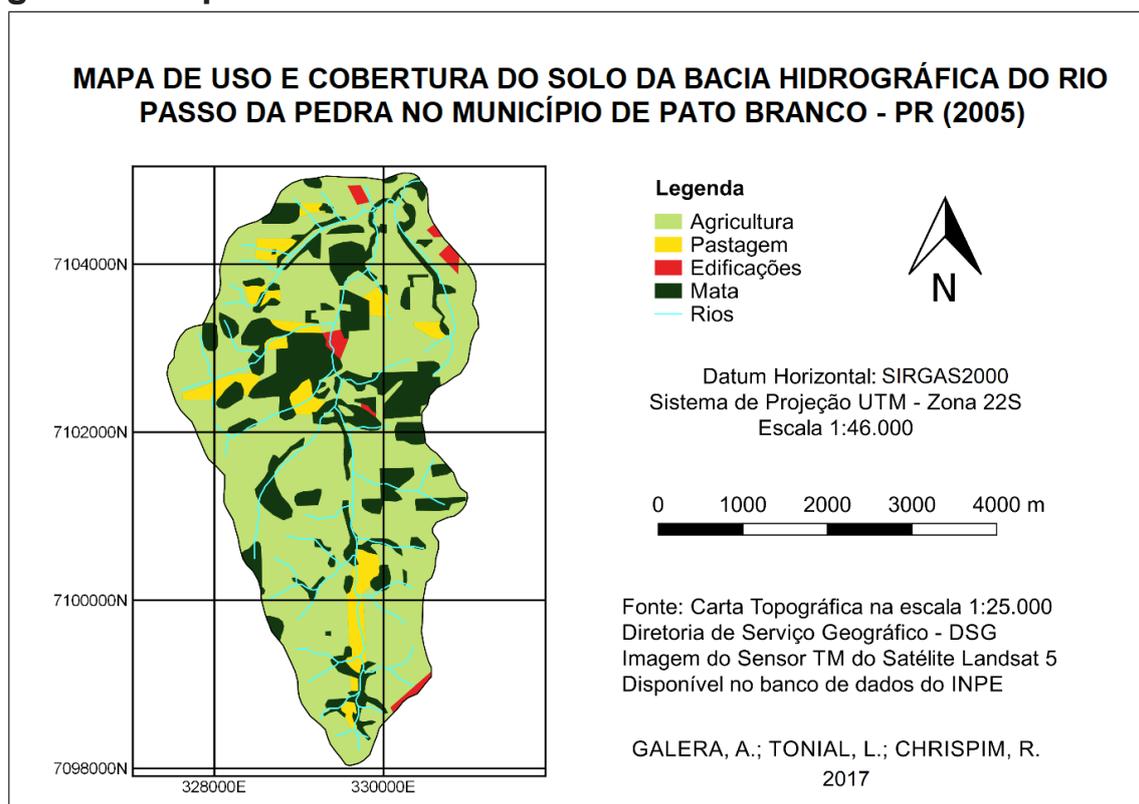
A tabela 2 apresenta o aumento das extensões de matas, já que, em 1985, tal região representava 21,269%, e em 2005, passou a representar 23,249% da bacia hidrográfica.

A partir da avaliação temporal, pode-se averiguar que se passou a construir principalmente sobre as pastagens, visto que a mesma originou uma nova classe de uso do solo, as edificações, as quais abrangiam 19,431 ha, ou seja, 1,225% da área da bacia.

Com a elaboração de uma nova legislação ambiental, a Lei Federal 12.651 de 2012, diferentes estratégias para a preservação das matas necessitaram ser adotadas pelos proprietários dos imóveis rurais presentes na área de estudo. Desse modo, uma vez que o artigo nº 15, da lei já citada, permitia o cômputo das APPs no cálculo do percentual de Reserva Legal do imóvel, os mesmos passaram a regularizar as APPs, preservando as faixas marginais aos rios. Sendo assim, cabe a análise qualitativa e o mapeamento do uso do solo da bacia hidrográfica no ano 2017, a fim de verificar a sua atual situação (Figura 4).

Examinando historicamente os mapas de uso do solo elaborados no presente trabalho, é possível constatar o nítido avanço da cidade de Pato Branco sobre a região estudada e o surgimento de novas categorias de uso do solo. Em virtude disso, com o intuito de determinar a influência

Figura 3 – Mapa de uso e cobertura do solo da área de estudo em 2005.



Fonte: Os autores.

Tabela 2 – Cenário de uso e cobertura da área de estudo no ano de 2005

Classes de Uso e Cobertura do Solo	Área das Classes	
	Hectares (ha)	Percentual (%)
Agricultura	1.098,028	69,211
Edificações	19,431	1,225
Mata	368,841	23,249
Pastagem	100,202	6,315
Total	1.586,502	100,00

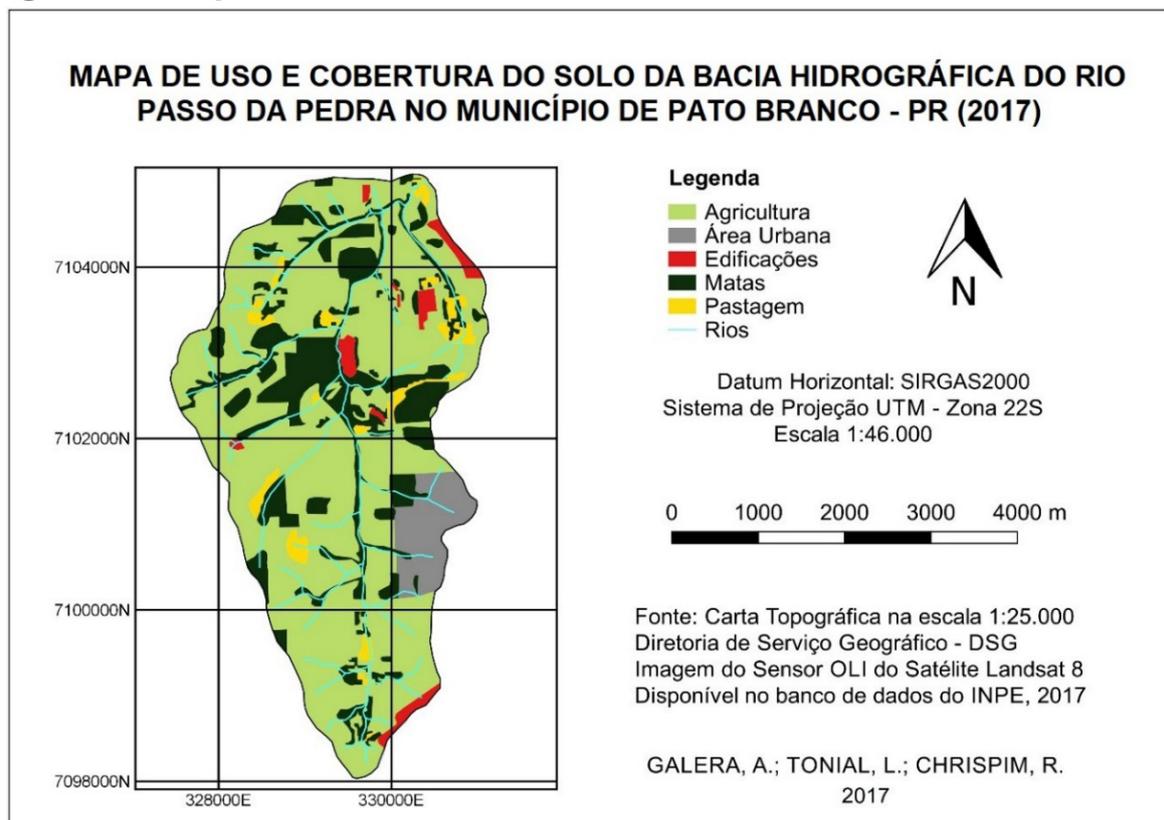
Fonte: Os autores.

desse fator na bacia, calcularam-se as áreas de cada classe da imagem de 2017, em hectares e percentual, apresentadas na Tabela 3.

Os resultados, acerca da extensão de cada classe, demonstraram que o uso majoritário do solo da bacia hidrográfica, hoje, ainda é destinado às áreas agrícolas, representando 66,733% do total, sendo o principal produto a soja. Já a área referente às pastagens, isto é, gramíneas e arbustos, aproveitadas para o alimento dos animais criados em pastoreio, abrange 55,5 ha.

Visto que em 1985, as áreas pertinentes à agropecuária totalizavam 1.249,072 ha, no ano de 2005, envolviam 1.198,23 ha e hoje compreendem em torno de 1.114,215 ha, é possível compreender que houve uma pequena redução, de aproximadamente 9% entre os anos de 1985 e 2017, do território destinado à agricultura e pastagem, como apresentado no Gráfico 1.

Figura 4 – Mapa de uso e cobertura do solo da área de estudo em 2017.



Fonte: Os autores.

Tabela 3 – Cenário de uso e cobertura do solo da área de estudo no ano de 2017

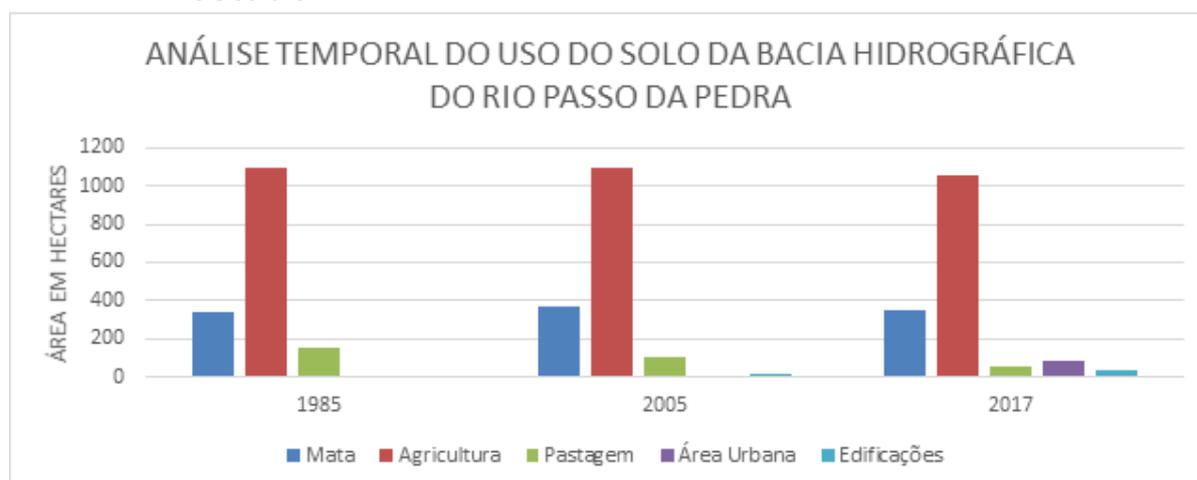
Classes de Uso e Cobertura do Solo	Área das Classes	
	Hectares (ha)	Percentual (%)
Agricultura	1.058,717	66,733
Área Urbana	84,163	5,305
Edificações	37,083	2,337
Mata	351,041	22,127
Pastagem	55,498	3,498
Total	1.586,502	100,00

Fonte: Os autores.

Com o propósito de acarretar maior precisão ao estudo, garantindo que as classes identificadas no processamento digital correspondessem às encontradas na bacia do Rio Passo da Pedra, coletaram-se coordenadas em regiões onde as assinaturas espectrais se comportavam de forma semelhante. Os pontos coletados, bem como o uso do solo observado em cada um deles estão descritos na Tabela 4.

Considerando que, atualmente, (isto é, em 2017) as áreas de mata, as quais representam 22,127% (351 ha) da área bacia hidrográfica, ainda não seguem os cursos dos rios, semelhantemente ao diagnosticado na imagem de 32 anos atrás, procurou-se analisar, separadamente, como cada classe de uso do solo ocupa a faixa marginal que deveria ser reservada às APPs (Figura 5). Dessa

Gráfico 1 – Análise temporal do uso e cobertura do solo da área de estudo



Fonte: Os autores (2017).

Tabela 4 – Pontos coletados em campo

Pontos	Coordenadas		Classe de Uso do Solo
	N (m)	E (m)	
Ponto 1	7.098.516	329.728	Pastagem
Ponto 2	7.103.223	330.953	Pastagem
Ponto 3	7.104.617	329.061	Mata
Ponto 4	7.103.812	328.618	Pastagem
Ponto 5	7.103.416	328.604	Pastagem
Ponto 6	7.103.346	328.463	Pastagem
Ponto 7	7.103.487	329.276	Pastagem

Fonte: Os autores.

maneira, tornou-se possível a compreensão das áreas com coberturas inapropriadas, as quais estão em conflito com a legislação ambiental brasileira.

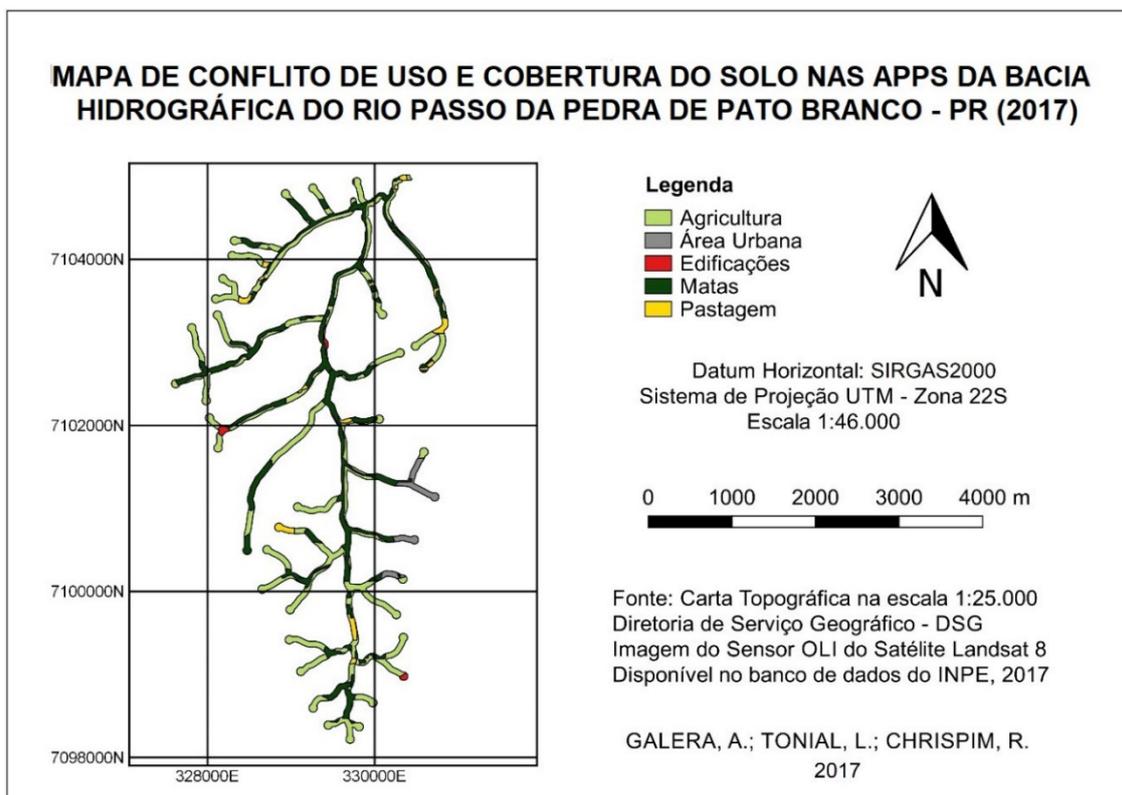
A Área de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do Rio Passo da Pedra equivale a aproximadamente 16% do território da mesma e contém todas as classes mapeadas anteriormente. A fim de obterem-se dados quantitativos, sobre as abrangências destas, calcularam-se as áreas de cada categoria, exibidas na Tabela 5.

De acordo com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, as matas deveriam abranger 248,576 ha da bacia do Rio Passo da Pedra, ou seja, 100% das áreas de APP. Contudo, essa região de mata totaliza apenas 88,682 ha. Sendo assim, somente 35,676% das APPs são cobertas por vegetação de mata e estão em concordância com o que prevê a lei citada anteriormente.

Entretanto, os outros 159,894 ha, que correspondem a 64,324% do domínio das APPs da bacia hidrográfica, tem uso inadequado, isto é, são utilizados pela agricultura e pecuária ou, ainda, sofreram impactos devido ao desenvolvimento do município, sendo tratadas hoje como áreas urbanas. Essas extensões são caracterizadas como áreas de conflito, já que estão em desacordo com a legislação vigente.

Notou-se, portanto que, no ano de 1985, as matas correspondiam a 337,43 ha e, após percorrerem um processo de reflorestamento, de cerca de 9%, em 2005 passaram a totalizar 368,841

Figura 5 – Mapa do conflito de uso e cobertura do solo nas APPs da área de estudo em 2017.



Fonte: Os autores.

Tabela 5 – Conflito de uso do solo nas APPs da área de estudo no ano de 2017

Classes de Uso e Cobertura do Solo	Área das Classes	
	Hectares (ha)	Percentual (%)
Agricultura	137,522	55,324
Área Urbana	9,278	3,732
Edificações	2,431	0,978
Mata (Adequada)	88,682	35,676
Pastagem	10,663	4,290
Total	248,576	100,00

Fonte: Os autores.

ha. No entanto, doze anos depois, verificou-se uma situação completamente diferente, já que houve o desmatamento de 17,8 ha, aproximadamente 5% da reserva vegetal da bacia hidrográfica.

As Áreas de Preservação Permanente, durante o período estudado, sofreram uma mudança em sua regulamentação, visto que, em 1985, a Lei nº 4.771/1965 (BRASIL, 1965) encontrava-se vigente, sofrendo alteração nos anos de 1989 e em 2002, respectivamente pela Lei 7.803 (BRASIL, 1989) e pela resolução do CONAMA nº303 (BRASIL, 2002). Outrossim, a mesma foi modificada novamente em 2012, com a implantação da Lei 12.651 (BRASIL, 2012), em vigor até os dias atuais.

Desse modo, os proprietários dos imóveis da área pesquisada, com o intuito de adequarem-se ao artigo nº 15 da Lei Federal 12.651 de 2012, começaram a empregar novas táticas para a

preservação das matas, as quais regularizavam as APPs, ao estabelecerem as áreas obrigatórias de Reserva Legal para as faixas marginais aos rios. Sendo assim, a partir do diagnóstico ambiental se constatou que as matas se expandiram e, conseqüentemente, fizeram a área de conflito diminuir.

Ainda que os conflitos de uso do solo nas áreas de APP do Rio Passo da Pedra venham diminuindo ao longo dos anos, estes abrangem atualmente 159,894 ha, correspondendo a mais da metade das APPs. Como solução para este problema, com intuito de assegurar a harmonia dos fatores de interação da bacia hidrográfica do Rio Passo da Pedra, destaca-se a reposição florestal, que tem por objetivo melhorar a qualidade dos solos e dos recursos hídricos, garantindo a proteção da fauna e flora nativas.

Dessa forma, a ação antrópica e a contínua ocupação da bacia que, neste caso, são ocasionadas principalmente por assentamentos humanos, empreendimentos agropecuários e indústrias, transformam o cenário atual e afetam severamente os ecossistemas naturais, acarretando a perda das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e intensificando os processos de erosão e sedimentação das calhas dos rios (PASQUALI, BRAGATTO; TOMAZONI, 2011, p. 1323-1324).

Considerações Finais

Devido à sua localização geográfica, a bacia do Rio Passo da Pedra apresenta uma forte influência econômica no setor agropecuário, além de abrigar, ao longo de sua extensão, indústrias que servem como fonte de empregos para inúmeros cidadãos.

Em vista disso, é válida a análise dos impactos e conflitos ambientais atuantes dentro dessa região, bem como a evolução histórica das degradações antrópicas. As imagens de satélite demonstraram-se ferramentas excepcionais para a análise temporal do desmatamento e seu conflito com o cumprimento da Lei 12.651 de 2012, vigente em relação às Áreas de Preservação Permanente da área estudada.

Notou-se, portanto, que no ano de 1985 as matas correspondiam a 337,43 ha e, após percorrerem um processo de reflorestamento, de cerca de 9%, em 2005 passaram a totalizar 368,841 ha. No entanto, doze anos depois, verificou-se uma situação completamente diferente, já que houve o desmatamento de 17,8 ha, aproximadamente 5% da reserva vegetal da bacia hidrográfica.

Ainda que os conflitos de uso do solo no entorno do Rio Passo da Pedra venham diminuindo ao longo dos anos, estes abrangem atualmente 159,894 ha, isto é, mais da metade das APPs. Tais conflitos estão presentes tanto nas margens dos rios, quanto nas áreas das nascentes, sendo que, em 2017, constatou-se que a maioria das nascentes, encontram-se em áreas de intenso desmatamento.

Vale destacar, ainda, que o principal fator ao qual esta situação de conflito pode estar associada é o desenvolvimento da agricultura na região estudada. Neste contexto, como solução para esse problema, a fim de assegurar a harmonia dos fatores de interação da bacia hidrográfica do Rio Passo da Pedra, indica-se a reposição florestal, que tem por objetivo melhorar a qualidade dos solos e dos recursos hídricos, garantindo a proteção da fauna e da flora nativas.

Referências

BARRELLA, W.; CANABARRO, L.; TOLEDO, M. T. **Peixes do Rio Piragibu-Mirim em Sorocaba/SP**. Sorocaba, Revista Eletrônica de Biologia, 2008, v. 1, n. 3, p. 31-49. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/reb/article/download/11/709>>. Acesso em: 04 mai. 2017.

BITTENCOURT, L.F.F.; BATISTA G.T.; CATELANI, C.S. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo de ocupação de solo de mata ciliar do rio Paraíba do Sul no município de Caçapava**. In: Anais do I Seminário de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do Vale do Paraíba – GEOVAP; 2006; Taubaté, Brasil. UNITAU; 2006. p. 89-99.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Brasília, 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 09 out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989**. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Brasília, 1989. Disponível em: <<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/103347/lei-7803-89>>. Acesso em: 09 out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm>. Acesso em: 04 mai. 2017.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Publicada no D.O.U, de 13 de maio de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 09 out. 2017.

BREN, L.J. **Riparian zone, stream, and floodplain issues: a review**. Journal of Hydrology 150. 1993. p. 277-299.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C. e MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2003. p.1-5. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

CASTRO, L. I. S.; CAMPOS, S.; ZIMBACK, C. R. L.; BARROS, Z. X.; BARROS, B. S. X. **SIG aplicado no conflitos de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente**. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25 a 30 de abril de 2009, INPE, p. 3651-3656.

GARCIA, Y. M.; CAMPOS, S.; SPADOTTO, A. J.; CAMPOS, M.; SILVEIRA, G. R. P. **Caracterização de Conflitos de Uso do Solo em APPs na Bacia Hidrográfica do Córrego Barra Seca (Pederneiras/SP)**. Botucatu, Revista Energia na Agricultura, 2015, v. 30, n. 1, p. 68-73. Disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/viewFile/1660/pdf_18>. Acesso em: 10 ago. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades: Paraná – Pato Branco**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/pato-branco/panorama>>. Acesso em: 21 mai. 2019.

KISCHENER, M.A.; PERONDI, M.A.; BATISTELA, E. M.; MONTEIRO, M. A.; BORGES, R. T. **História da agricultura no sudoeste do Paraná: percepções e reflexões a respeito da mercantilização e da modernização**. UNIOESTE, Gestão e Desenvolvimento em Revista, 2015, v. 1, n. 2, p. 85-100. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/gestaoe-desenvolvimento/article/view/13190>>. Acesso em: 5 out. 2017.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. Tradução: André Schneider. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p.

PASQUALI, L.; BRAGATTO, R. D.; TOMAZONI, J. C. **Estudo de impacto ambiental da bacia do Rio Passo da Pedra: conflito do uso atual do solo x área de preservação permanente (APP)**. In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE, p.1319-1326.

QGIS. **QGIS: A liderança do SIG de código aberto**. Disponível em: <http://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html>. Acesso em: 16 mai. 2017.

SANTOS, A. B.; PETRONZIO, J. A. C. **Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento**. In: Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE, p.6185-6192.

SEBUSANI, H. R. V.; BETTINE, S. C. **Metodologia de análise do uso e ocupação do solo urbano em micro bacia urbana**. Taubaté, Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, 2011, v. 7, n. 1, p. 256-285. Disponível em: <<http://rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/366/236>>. Acesso em: 04 mai. 2017.

SILVERIO, G. S.; MEZOMO, J.; TOMAZONI, J. C.; COLETTI, V. D. **As condições ambientais da microbacia do Rio Passo da Pedra**. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 4, n. 5, p. 1029-1042, set/out 2011. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/254/229>>. Acesso em: 07 out. 2017.

VAEZA, R.F.; OLIVEIRA FILHO, P.C.; MAIA, A.G.; DISPERATI, A.A. **Uso e Ocupação em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais em Alta Resolução**. Irati, Revista Floresta e Ambiente, 2010, v. 17, n. 1, p. 23-39. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>>. Acesso em: 04 mai. 2017.