



DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PEDERNEIRAS, PEDERNEIRAS/SP

Yara Manfrin Garcia¹, Aline Kuramoto Gonçalves², Felipe de Souza Nogueira Tagliarini³, Sergio Campos⁴ & Anselmo José Spadotto⁵

RESUMO: Esse trabalho objetivou realizar o diagnóstico ambiental do meio físico da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras, localizada nos municípios de Agudos e Pederneiras, no estado de São Paulo. Os procedimentos metodológicos foram baseados na estruturação de um banco de dados digital em ambiente de Sistema de Informação Geográfica visando à elaboração, atualização, interação e confecção dos mapas. A bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras possui uma área de 14918,28 ha e perímetro de 67,46 km, sendo considerada de 4ª ordem e baixa declividade. Desta forma, com base nos resultados pode-se afirmar que a área é praticamente agrícola, e que dentre as doze classes de uso e ocupação do solo, a cana-de-açúcar é a cultura predominante com 6286,22 ha, seguido pelo reflorestamento com 5605,56 ha e, mesmo assim, merece destaque a área urbana que é de 1117,67 ha. Quanto as Áreas de Preservação Permanente, estas vêm sendo ocupadas inadequadamente e tem causado diversos problemas ambientais como, por exemplo, enchentes, assoreamentos e poluição dos cursos d'água, impermeabilização do solo, entre outros. Por fim, concluiu-se a necessidade de medidas minimizadoras de problemas ambientais para a área urbana e rural e que tenham como base planos de ações e de controle desenvolvidos para nortear a aplicabilidade e fiscalização nessas áreas.

PALAVRAS-CHAVE: planejamento ambiental, sistema de informações geográficas, uso e ocupação do solo.

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF THE HYDROGRAPHIC BASIN OF PEDERNEIRAS STREAM - PEDERNEIRAS / SP

ABSTRACT: This work aimed to carry out the environmental diagnosis of the Pederneiras hydrographic basin physical environment, located in Agudos and Pederneiras towns, in Sao Paulo State. The methodological procedures were based on structuring a digital database in a Geographic Information System Environment, aiming the elaboration, updating, interaction and preparation of the maps. The hydrographic basin area of the Pederneiras stream has an area of 14918,28 ha and a perimeter of 67,46 km, being considered of 4th order and low slope. In this way, based on the results, it can be stated that the area is practically agricultural, among the twelve classes of land use and occupation. Sugar cane is the predominant crop, with 6286,22 ha, followed by reforestation with 5605,56 ha and, even so, it is worth mentioning the urban area that is 1117, 67 ha. As for Permanent Preservation Areas, these have been inadequately occupied and this has caused several environmental problems, such as flooding, silting and pollution of watercourses, soil sealing, among others. Finally, it is concluded that there is a need for minimizing environmental problems for the urban and rural areas and based on action and control plans developed to guide the applicability and supervision in these areas.

KEYWORDS: environmental planning, geographic information system, land use and occupation.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, com a escassez, principalmente, dos recursos hídricos e a degradação dos recursos naturais, gerenciar tais recursos tornou-se uma das alternativas para o desenvolvimento sustentável. Assim, cabe a gestão ambiental propor alternativas para minimizar os problemas quanto à utilização da água e do solo, além das restrições da vegetação natural, já que estes estão interligados e, inclui-se também o homem como parte do sistema.

Para isso, têm-se estudos como o diagnóstico e o planejamento ambiental em bacias hidrográficas que se tornam cada vez mais necessários. Como exemplo, Dibieso (2013) propôs o planejamento ambiental e a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do manancial do alto curso do rio Santo Anastácio, São Paulo. Campos (1997), ao realizar o diagnóstico físico conservacionista da bacia do rio Lavapés - Botucatu (SP) mencionou que o planejamento do uso da terra vem se tornando uma importante atividade no desenvolvimento agrícola e econômico-social.

1 2 3 4 5 E-mails: yaramanfrin@hotmail.com ;
aline587@gmail.com ; felipe_tagliarini@hotmail.com ;
seca@fca.unesp.br ; anselmospadotto@gmail.com

O diagnóstico ambiental compreende a identificação de situações ambientais relevantes e sua elaboração se dá

pelo levantamento de informação dos problemas e recursos disponíveis (inventário) e pela combinação dessas informações (análise) (CRONEMBERGER, 2009).

Para Fidalgo (2003), a etapa de diagnóstico abrange uma série de procedimentos metodológicos, visando à obtenção de um conjunto de dados que subsidiem a análise integrada e a produção de informações, ou seja, indicadores como suporte à tomada de decisão.

O diagnóstico ambiental envolve o reconhecimento do ambiente, de seus elementos, processos, interações e inter-relações, não sendo, portanto, um simples inventário dos elementos que compõem a paisagem natural, mas sim o entendimento de como interagem entre si e como respondem na interação com os diferentes usos estabelecidos pelo homem (ALMEIDA, 2007).

Para auxiliar no diagnóstico ambiental, tem-se o uso das geotecnologias que a cada dia estão mais avançadas tecnologicamente. Estas podem ser entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências e correlatas, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico (FITZ, 2008).

Dentre as geotecnologias destacam-se os Sistemas de Informação Geográfica, a cartografia digital, sensoriamento remoto, Sistema de Posicionamento Global, geoestatística, entre outras. Além do uso dessas geotecnologias, tem-se o suporte da legislação ambiental baseada nas características do meio físico, que é fundamental para a definição de limites quanto ao uso e ocupação do solo em áreas de reconhecida qualidade ambiental a serem preservadas e/ou recuperadas, já que o mau uso das terras agrícolas, por meio da ocupação desordenada, destrói as matas ciliares, causando impactos negativos no meio ambiente.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo realizar o diagnóstico ambiental do meio físico da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras, localizada entre os municípios de Agudos e Pederneiras, no estado de São Paulo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras (Figura 1) que está localizada entre 22°20' e 22°26' de latitude S e 48°44' e 48°56' de longitude W Gr., abrangendo áreas pertencentes aos municípios de Agudos e Pederneiras, com uma área de 14918,28 hectares.

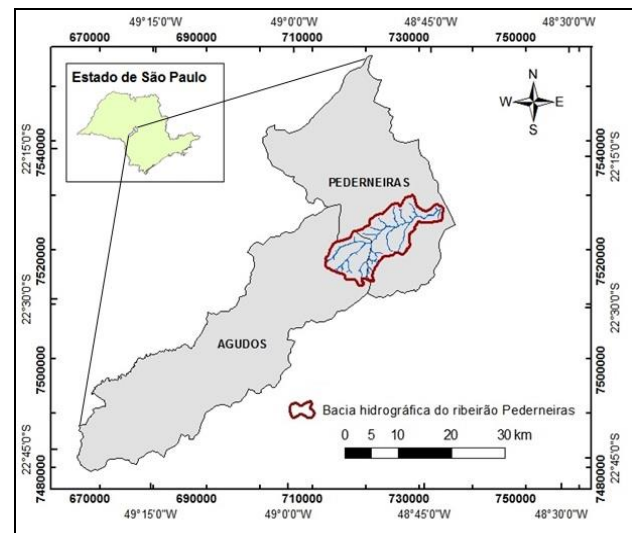


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras.

As unidades geológicas que afloram na área correspondem as rochas ígneas basálticas do Grupo São Bento e as rochas sedimentares do Grupo Bauru, que é constituído por diversas formações predominantemente areníticas (CPRM, 2004).

O clima da região é classificado, conforme Köppen, como do tipo Aw sendo definido como clima tropical, com inverno seco e frio e predominância de chuvas no verão. A temperatura média anual é de 22,5°C e a precipitação média anual de 1322,39 mm.

Pelo Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo, está inserida na bacia hidrográfica do Tietê - Jacaré que pertence a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI - 13).

Para o estudo os materiais utilizados foram:

- Cartas planialtimétricas editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em formato digital, na escala 1:50.000, com equidistância das curvas de nível de 20 metros, referente às folhas de Agudos (SF-22-Z-B-II-3) e de Jaú (SF-22-Z-B-II-4) (IBGE, 1973).
- Imagem do satélite Sentinel-2, sensor Multi Spectral Instrument (MSI), de janeiro de 2017, com resolução espacial de 10 metros (referente às bandas 2, 3 e 4).
- Carta do levantamento pedológico semidetalhado do estado de São Paulo, referente à quadrícula de Jaú (SF.22 - Z - B - II), na escala 1:100.000 de 1982. Este levantamento foi organizado por meio do convênio EMBRAPA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo, Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária, Instituto Agrônômico (ALMEIDA; OLIVEIRA; PRADO, 1982).
- Banco de dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), GEOBANK, escala 1:1.000.000 e banco de

dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental (SiCAR).

- d) Banco de dados hidrológicos do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).
- e) Relatório “Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2013-2015” (CETESB, 2016).
- f) Mapa de uso da terra de 1997, conforme Bortolozzi (1998).

O processamento e a edição do conjunto de dados e informações georreferenciadas da caracterização da área de estudo foram conduzidas no Sistema de Informação Geográfica ArcGis 10.4.1.

2.2 MÉTODOS

O desenvolvimento deste trabalho foi iniciado com a consulta de matérias relacionados à área de estudo e o uso do geoprocessamento dos dados para a elaboração dos mapas temáticos.

A base cartográfica foi elaborada a partir das cartas planialtimétricas e seu georreferenciamento. Essas cartas estão georreferenciadas e encontram-se em um sistema de georreferência de linhas e colunas, e o processo que se realiza em um ambiente SIG é para relacionar estes valores as coordenadas conhecidas, latitude e longitude.

Após isso, foi possível delimitar a área de estudo, hidrografia e curvas de nível. Esta base também serviu de suporte para a elaboração dos mapas temáticos.

Na sequência, fez-se o download dos arquivos (formato *shapefile*) nos sites citados anteriormente no material, e com o limite da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras fez-se o recorte dos elementos pertencentes à área de estudo.

Para gerar o mapa de declividade, foram usados arquivos de curvas de nível e rede de drenagem para gerar um arquivo *Triangulated Irregular Network* (TIN) por meio da ferramenta *3D Analyst*. A ferramenta *Triangular Irregular Network* é uma estrutura de grade triangular do tipo vetorial, com topologia do tipo nó-arco que possibilita a representação de uma superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas (COELHO, 2007).

Com o arquivo TIN e a classificação de valores de declividade de acordo com Embrapa (2013) que descreve o relevo em seis classes, como é verificado no Quadro 1, foi possível gerar a declividade da área.

Quadro 1 - Intervalo de valores para classificação do relevo.

Classe de declividade (%)	Classe de relevo	Descrição
0 - 3	Plano	Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos.
3 - 8	Suave Ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros com declives suaves.
8 - 20	Ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives moderados.
20 - 45	Forte Ondulado	Superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros e raramente colinas, com declives fortes.
45 - 75	Montanhoso	Predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, e declives fortes e muito fortes.
> 75	Escarpado	Predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e escarpamentos.

Fonte: Embrapa (2013).

O mapa pedológico foi obtido por meio da carta do levantamento pedológico semidetalhado do estado de São Paulo referente à quadrícula de Jaú (SF.22 - Z - B - II), na escala 1:100.000 de 1982.

Consistiu-se no georreferenciamento da carta (conforme a metodologia descrita anteriormente para o georreferenciamento das cartas planialtimétricas), na sequência, criou-se uma *Feature Class* denominada solos e utilizando a geometria de polígonos teve início a delimitação dos tipos de solos da bacia hidrográfica em questão.

Para a finalização do mapa, tanto a nomenclatura dos solos como a classe das cores foram atualizadas conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da EMBRAPA (2013).

O mapa de uso e ocupação da terra foi elaborado a partir da imagem do satélite Sentinel-2, sensor MSI, de janeiro de 2017, com resolução espacial de 10 metros (referente às bandas 2, 3 e 4).

Todas as etapas deste trabalho foram realizadas no SIG ArcGis10.4.1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia do ribeirão Pederneiras apresenta uma área de 14918,28 hectares, seu perímetro é de 67,46 km.

Com os dados climáticos dos últimos 15 anos (2001 - 2016), disponibilizado por São Paulo (2016), foi possível identificar um padrão das chuvas e temperaturas predominantes. A estação chuvosa ocorre no trimestre de verão, meses de dezembro a fevereiro, geralmente com máximas de precipitação no mês de janeiro. O período de seca, com precipitações médias de 24,3 a 45,2 mm, ocorre nos meses de junho a agosto.

Em relação à temperatura a distribuição sazonal demonstra a ocorrência de duas estações bem definidas. Uma mais quente de outubro a março, em que as médias mensais oscilam entre 23,5°C e 25°C, e outra mais amena de abril a setembro, quando as temperaturas variam entre 19,5°C e 23°C, atingindo a temperatura mais fria (19,5°C) nos meses de junho e julho (SÃO PAULO, 2016).

A área de estudo, segundo Ross e Moroz (1997), está localizada na Bacia Sedimentar do Paraná (morfoestrutura) e no Planalto Ocidental Paulista (morfoescultura), mais precisamente no Planalto Centro Ocidental.

O mapeamento hipsométrico permitiu verificar que 67,04% da bacia hidrográfica compreende locais com altitude que variam de 530 a 590 metros.

A bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras apresenta declividade plana a suave ondulado em 88,76% da área. As faixas de declividades encontradas na área estão distribuídas conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização das classes de declividade da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras

Classe de Declividade	Característica do Terreno	Área	
		ha	%
0 - 3%	Plano	6207,92	41,61
3 - 8%	Suave ondulado	7034,25	47,15
8 - 20%	Ondulado	1676,11	11,24
Total	-	14918,28	100

Na Figura 2, visualiza-se a declividade da área e percebe-se que o relevo ondulado com 1676,11 ha (11,24%) esta presente ao entorno da rede de drenagem. Por meio dessas classes de declividade, pode-se afirmar que a bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras é uma área propícia para a agricultura.

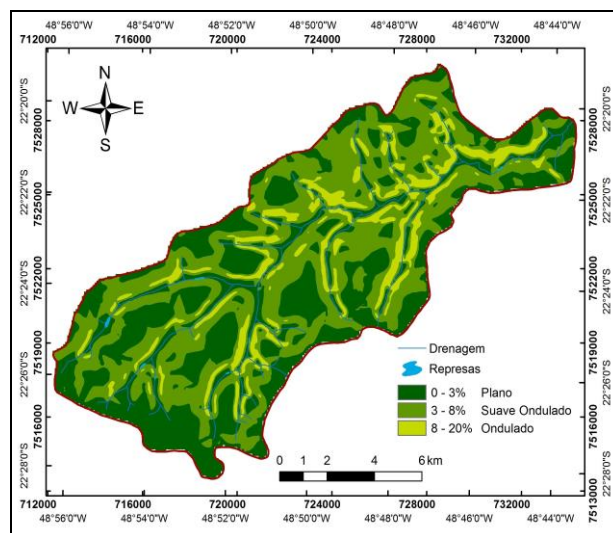


Figura 2 - Declividade da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras.

Os solos predominantes na área da bacia compreendem os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS, LATOSSOLOS VERMELHOS, NITOSSOLOS VERMELHOS e GLEISSOLOS (Figura 3).

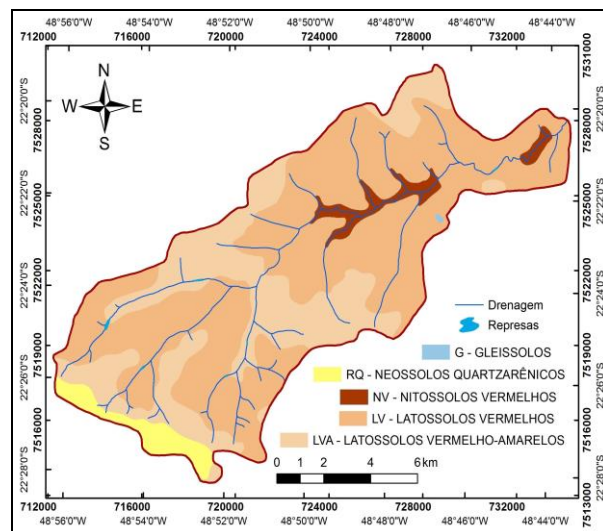


Figura 3 - Mapa pedológico da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras.

Os LATOSSOLOS VERMELHOS, de textura argilosa ou muito argilosa, são desenvolvidos de rochas básicas (basaltos e diabásios). Esses solos estão presentes na área de estudo com 9386,56 ha (62,92%).

Por apresentarem moderada reserva de macro e micronutrientes e serem estáveis mecanicamente têm alta resiliência. Sua capacidade produtiva é estável ao longo de anos de cultivo quando aplicadas adubação de manutenção e técnicas simples de conservação do solo. Possuem favorável fertilidade química e propriedades físicas, além de ocorrer em relevos suavizados, sua vegetação original de floresta (Mata Atlântica) foi substituída por intensa atividade agrícola (IAC, 2015).

São importantíssimos pelo seu elevado potencial agrícola, sendo responsáveis por grande parcela da produção agrícola nacional, podendo-se destacar a produção de cana-de-açúcar em São Paulo (IBGE, 2015).

Já os LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS estão presentes em 4455,9 ha, representando 29,87% da área total.

Desenvolvidos de arenitos, localizando-se em posições com relevo suavizado (declividades de 0 a 20%) e originalmente, vegetado por florestas com caráter semidecíduo ou por cerrados, são solos com elevada permeabilidade, baixa retenção de água e baixa coesão, o que os torna sensíveis à degradação sob manejo agrícola. Podem ter maior estresse hídrico nos períodos de estiagem e maior susceptibilidade à erosão nos períodos chuvosos (IAC, 2015).

Na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras tem-se a presença de dois aquíferos aflorantes, o aquífero Bauru e o aquífero Serra Geral. Segundo CPRM (2004), na área estudada, o aquífero Bauru, de natureza granular tem porosidade considerada alta (>30%). É composto por rochas sedimentares arenosas, areno-argilosas e siltosas, depositadas em ambiente desértico e fluvial (IRITANI; EZAKI, 2012).

O aquífero Serra Geral é de natureza fissural (ou fraturados) com porosidade baixa (0 a 15%) e ocorre em rochas ígneas e solos argilosos. A capacidade destas rochas em acumular água está relacionada à quantidade de fraturas, suas aberturas e intercomunicação (CPRM, 2004).

Os cursos d'água da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras apresentam o padrão de drenagem do tipo dendrítica. Esse padrão de drenagem é típico de terrenos onde o substrato rochoso é uniforme, como os de rochas sedimentares com acamamento horizontal ou de rochas ígneas ou metamórficas maciças (PRESS et al., 2006).

De acordo com a metodologia de Strahler (1952), a bacia é classificada como de 4ª ordem, indicando ser pouco ramificada, com um total de 57 canais fluviais distribuídos ao longo dos 91,42 km de comprimento.

Com base no mapa de uso e ocupação da terra de 1997, elaborado por Bortolozzi (1998), constatou-se 5 classes de usos. A cultura da cana-de-açúcar ocupava 7137,7 ha (48,20%) e na parte sudoeste da área de estudo tinha o predomínio de reflorestamento com 6068,9 ha (41%). Na sequência, as pastagens com 868,9 ha (5,90%), vegetação natural com 194 ha (1,20%) e área urbana com 550 ha (3,70 %).

Por meio do mapeamento do uso e ocupação atual da terra da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras de 2017 (Figura 4), identificou-se doze (12) classes de uso e ocupação da terra.

Comparando as informações de 1997 com as de 2017 é possível descrever que a cultura da cana-de-açúcar e o

reflorestamento continuam como usos predominantes. Houve também um aumento na área urbana de Pederneiras, porém, sem uma política urbana organizada, o que resultou em uma cidade com vários problemas socioambientais, como será apresentado posteriormente.

A pastagem teve um decréscimo de área e isso se justifica pelo fato dessas áreas com o passar dos anos terem sido substituídas pela cultura da cana-de-açúcar.

Na Tabela 2 é possível visualizar os valores de uso e ocupação da terra no ano de 2017.

Tabela 2 - Usos e ocupação da terra, em 2017, na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras.

Uso e cobertura da Terra	Área	
	ha	%
Área Urbana	1117,67	7,49
Mineração	57,21	0,39
Mata ciliar	1030,27	6,90
Mata	162,29	1,09
Reflorestamento	5605,56	37,57
Pastagem	301,17	2,02
Cana-de-açúcar	6286,22	42,14
Represas	15,22	0,1
ETE	22,47	0,15
Moradias e barracões	267,56	1,8
Floresta Estadual	45,02	0,3
Área alagada	7,62	0,05
Total	14918,28	100

A cultura de cana-de-açúcar com 6286,22 ha é a classe que representa o maior uso da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras. Essa cultura tem sua exploração com alto nível tecnológico e a produção é designada para indústrias da região (Figura 4).

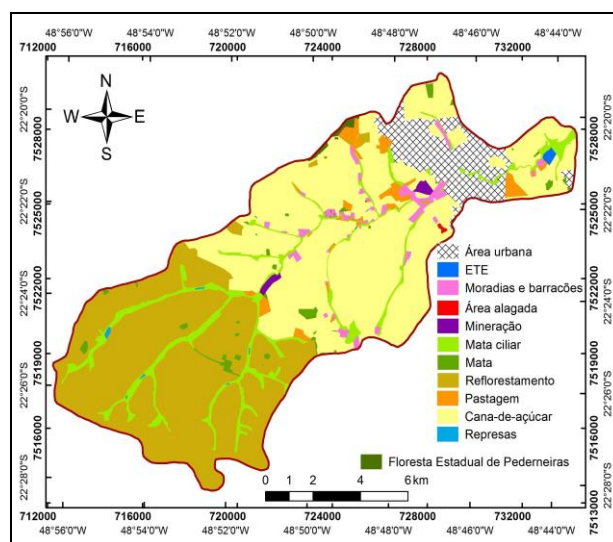


Figura 4 - Uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras.

Quanto às Áreas de Preservação Permanente (APPs) que foram simuladas tendo como base a Lei Florestal nº 12.727 (BRASIL, 2012), considerou-se nas nascentes um raio de 50 metros e para os cursos d'água, 30 metros de cada lado, esta última metragem, decorrente de que os rios inseridos na bacia hidrográfica não ultrapassam 10 metros de largura.

A microbacia deveria apresentar uma área total de preservação permanente relativa à 571,69 ha, das quais 28,08 ha (4,91%) compostas por áreas de nascentes e 543,61 ha (95,09%) APPs ao longo dos cursos d'água.

Porém, a partir do cruzamento de informações do mapa de uso e ocupação da terra de 2017 e da simulação das Áreas de Preservação Permanente foram indicadas as áreas de uso e ocupação em APPs.

Desta forma, as matas ciliares vêm sendo alvo das atividades antrópicas, diante dos interesses conflitantes de uso e ocupação, ocasionando a sua supressão ao longo dos cursos d'água.

Do total das APPs que são 571,69 ha, 99,52 ha (17,41%) estão sendo utilizadas da maneira incorreta (conforme a legislação vigente), ou seja, não estão preservadas.

Na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras foram cadastradas 234 propriedades rurais no Cadastro Ambiental Rural (CAR) - até novembro de 2016 - se localiza no município de Agudos. Dessas 234 propriedades rurais cadastradas, 42 estão inseridas também em outras bacias hidrográficas.

A bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras apresenta diversos problemas ambientais. Assim, as atividades antrópicas têm causado impactos ao meio natural, por exemplo, distúrbios no escoamento das águas, assoreamento, enchentes, ausência de mata ciliar, impermeabilização do solo, poluição do rio, lixo em local inadequado, desmatamento, ocupação das margens dos rios, avanço de empreendimentos e residências.

No ribeirão Pederneiras e córrego do Monjolo, importantes rios que cortam a cidade de Pederneiras, têm-se problemas relacionados à capacidade de vazão, o que, em épocas de cheias, resulta em problemas de inundações.

4 CONCLUSÕES

O estudo da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras tornou-se uma ferramenta importante para entender sua dinâmica em relação ao uso e ocupação do solo, além de reconhecer as inter-relações existentes entre os diversos elementos e processos que atuam no seu limite e caracterizar os seus problemas ambientais.

Nesta área, medidas preventivas seriam atitudes coerentes pensando em um desenvolvimento sustentável (econômico, ambiental e social).

Na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras tem-se a predominância de áreas agrossilvipastoris, pois

apresentam combinações de agricultura, silvicultura e pecuária.

Quanto as Áreas de Preservação Permanente constatou-se que as matas ciliares vêm sendo alvo das atividades antrópicas, diante dos interesses conflitantes de uso e ocupação, ocasionando a sua supressão ao longo dos cursos d'água.

A invasão nas APPs por sistemas agrícolas tem causado diversos problemas ambientais, entre eles, o assoreamento dos rios que conseqüentemente interfere na qualidade e quantidade de água disponível, enchentes, erosões, entre outros.

Os LATOSSOLOS VERMELHOS estão presentes em 62,92% da área de estudo, ocupando 9386,56 hectares.

Apresenta baixa declividade com predominância do relevo suave ondulado com 7034,25 ha (47,15% da área total da bacia) e relevo plano que corresponde a 6207,82 ha (41,61%) e por isso, é propícia para atividades agrícolas.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Energia na Agricultura (UNESP/FCA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. G. O ordenamento territorial e a Geografia Física no processo de gestão ambiental. In: SANTOS, M.; BECKER, M. **Território, Territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. p. 332-352.

ALMEIDA, C. L. F.; OLIVEIRA, J. B.; PRADO, H. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de Jaú**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1982.

BORTOLOZZI, A. M. P. **Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras-SP através de técnicas automatizadas**. 1998. 122 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional/Assentamentos Humanos)-Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que 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; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 out. 2012. 2012.

- CAMPOS, S. **Diagnóstico físico conservacionista da bacia do rio Lavapés - Botucatu (SP)**. Tese (Livre Docência)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- COELHO, A. L. N. Aplicações de Geoprocessamento em Bacias de Médio e Grande Porte. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 2437-2445. Disponível em: <<http://mar.tepeco.com.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/10.31.17.41/doc/2437-2445.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2016.
- CETESB. **Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2013-2015**. São Paulo: CETESB, 2016. (Série Relatórios).
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **GEOBANK**: Sistema de Informações Geológicas da CPRM. Brasília, 2004.
- CRONEMBERGER, F. M. **Diagnóstico físico-conservacionista da bacia hidrográfica do Rio Santana**: geotecnologias aplicadas ao planejamento ambiental. 2009. 137 f. Mestrado (Ciência Ambiental)-Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- DIBIESO, E. P. **Planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos**: estudo aplicado à bacia hidrográfica do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio/SP. 2013. Tese (Doutorado em Geografia)-Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 306 p.
- FIDALGO, E. C. C. **Crítérios para a análise de métodos e indicadores ambientais usados na etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais**. 2003. 258 f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC. **Solos do estado de São Paulo**. Campinas, 2015. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/solossp/>>. Acesso em: 13 jan. 2017.
- IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430p.
- IBGE. **Carta topográfica**: folha de Agudos (SF-22-Z-B-II-3) e folha de Jaú (SF-22-Z-B-II-4). Rio de Janeiro: IBGE, 1973. Escala 1:50.000.
- IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2012. 104 p.
- PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Editora ARTMED, 2006. 646 p.
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Laboratório de Geomorfologia. São Paulo: Departamento de Geografia da USP, 1997.
- SÃO PAULO (Estado). DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Banco de dados hidrológicos**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2016.
- SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL - SICAR. **Banco de dados**. Brasília, DF, 2016.
- STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, p.1117-1142, 1952.