274 – DELIMITAÇÃO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA UNIDADE DE NEGÓCIO OESTE DA SABESP POR MEIO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Bruno Pereira Toniolo
Projetista Cadista na SABESP e aluno de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual de São Paulo "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) de Sorocaba. Tem experiência na área de saneamento básico, geoprocessamento e desenho assistido por computador (CAD).

Darllan Collins da Cunha e Silva
Pesquisador e professor doutor na UNESP de Registro. Possui experiência na área de geotecnologias, sensoriamento remoto e engenharia ambiental.

Roberto Wagner Lourenço
Pesquisador e professor doutor na UNESP de Sorocaba. Possui experiência na área de geotecnologias, sensoriamento remoto e geografia.

Janilson Olegário Fernandes
Aluno de engenharia civil pela Universidade São Judas Tadeu e estagiário na Planal Engenharia. Tem experiência em geoprocessamento aplicado à saneamento básico.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo mapear por meio de geoprocessamento as áreas de preservação permanente (APP) da Unidade de Negócio Oeste (MO) da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), baseando-se no Código Florestal de 2012, Lei 12.651 e a Resolução CONAMA 303/202, e identificar as APPs inseridas em núcleos urbanos. Foi usado como base o Modelo Digital de Elevação (MDE) Topodata do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Sobre ele, foi extraída a rede de drenagem. As faixas de proteção para córregos, lagos e nascentes foram criadas a partir da ferramenta buffer, e as APP topos de morro seguiram uma série de comandos. A malha urbana foi obtida a partir da classificação supervisionada da imagem do satélite Landsat 8. O mapeamento identificou que do total de 1035,73 km² da MO, 98,21 km² são caracterizados como APP, correspondendo a cerca de 9% da área total. As APPs foram classificadas como de Nascentes (9,71%), Córregos (61,37%), Lagos (13,89%) e Topos de Morro (1,08%), sendo que a APP de Declividade foi desprezada devido ao seu valor ínfimo. Quanto ao conflito de áreas urbanas dentro de APPs, existem cerca de 19,95 km² de áreas de proteção ocupadas (20,31%) contra 78,26 km² de áreas livres de ação antrópica (79,69%). Há necessidade que ações sejam tomadas, no âmbito da gestão das APPs, pelo poder público municipal visando o planejamento ambiental dessas áreas.

PALAVRAS-CHAVE: áreas de preservação permanente, geoprocessamento, legislação ambiental.

ABSTRACT

The objective of this work is to map, through geoprocessing, the Permanent Preservation Areas (APP) of the Business Unit West (MO) of the Basic Sanitation Company of the State of São Paulo (SABESP), based on the Forest Code of 2012, Law 12.651 and the CONAMA Resolution 303/202, and also to identify the APPs inserted in urban nuclei. The Digital Elevation Model (MDE) Topodata of the National Institute for Space Research (INPE) was used as the base. On it, the drainage network was extracted. The protection bands for streams, lakes and springs were created from the buffer tool, and the APP hill tops followed a series of commands. The urban mesh was made from supervised classification of Landsat 8 image. The mapping identified that of the total of 1035.73 km² of MO, 98.21 km² are characterized as APP, corresponding to about 9% of the total area. The PPAs were classified as Nascent (9.71%), Streams (61.37%), Lagos (13.89%) and Topos de Morro (1.08%), and Declivity APP was neglected due to its lowest value. As for the conflict of urban areas within PPAs, there are about 19.95 km² of occupied protection areas (20.31%) versus 78.26 km² of areas free of anthropic action (79.69%). Actions were suggested for the management of PPPs by municipal governments. The application of the geoprocessing was efficient in the study carried out, serving as support for the environmental planning of MO.

Keywords: permanent preservation areas, geoprocessing, environmental legislation.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Lei 12.651/12 (Novo Código Florestal), as Áreas de Preservação Permanente (APPs) possuem forte importância ambiental, revestidas ou não por vegetação nativa, que têm o papel de proteger a paisagem, a estabilidade do solo, os recursos hidrográficos, o fluxo gênico de flora e fauna, além de proporcionar qualidade de vida à comunidade humana. A piora da ocupação das APPs deixa vulnerável a população a riscos de perigos ambientais e acidentes naturais, causados pela ação antrópica, confrontando com a legislação ambiental. Esta, embora sendo considerada ampla no tocante às APPs, é fragilizada por alguns fatores como a ineficiência por parte do poder público em fiscalizar com rigor agressões ao meio ambiente e desconhecimento de educação ambiental da comunidade (ALMEIDA, 2012).

Embora o novo Código Florestal defina diretrizes quanto às APPs, a identificação das mesmas ainda é de difícil execução devido aos limites diferenciados para áreas rurais consolidadas, baseados no cálculo do módulo fiscal de cada propriedade. Logo, a análise espacial de áreas de conflito em APPs é complexa e delicada, e envolvem fatores financeiros, sociais e ambientais para cada município (TONIOLO et al., 2017).

Um dos problemas para se monitorar as APPs é técnico, devido à participação de técnicos especializados e o uso de dados precisos da área de estudo, sendo que a contratação dos primeiros geralmente é onerosa e os últimos podem ser inexistentes ou escassos dependendo da região. Em geral os dados disponibilizados estão em escala muito pequena e consequentemente há perda de detalhes geomorfológicos. Entretanto, o uso de equipamentos incorporados à união de funções geotecnológicas e o versionamento de algoritmos complexos possibilitam o processamento eficiente e ágil dos dados necessários para a determinação das propriedades morfométricas do relevo (OLIVEIRA, 2002).

A aplicação do geoprocessamento na delimitação de APPs mostra-se como uma ferramenta de gestão e caracterização ambiental das zonas mais frágeis e de proteção legal, obtendo-se respostas às várias questões sobre planejamento ambiental e territorial e cooperando na integração de ações junto aos órgãos públicos e empresas privadas. A geotecnologia permite uma visão dinâmica dos elementos ambientais e avalia as transformações da paisagem que ocorrem em escalas temporal e espacial, fornecendo subsídio para elaboração de planos diretores, estudos de impactos ambientais, estimativa de áreas plantadas em propriedades rurais, identificação de polos industriais, áreas turísticas e de preservação ambiental (PADILHA, 2012).

Diante do exposto, este trabalho objetiva mapear as APPs dos municípios da MO – córregos, nascentes, topo de morro e encostas –, de acordo com a legislação ambiental, e confrontar o seu uso com a malha urbana presente nessas áreas protegidas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A área de estudo corresponde a Unidade de Negócio Oeste e está localizada na zona oeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Trata-se de uma das 16 Unidades de Negócio da Sabesp que integra a Diretoria Metropolitana, respondendo pela operação dos serviços de saneamento básico dos municípios de Barueri, Carapicuíba, Itapevi, Jandira, Osasco, Pirapora do Bom Jesus, Santana de Parnaíba, São Paulo (bairros do Morumbi, Jaguaré, Campo Limpo, Pirajussara e Butantã),

Esta unidade foi criada em 1996, possui uma área de 1035,84 km², e atende atualmente a uma população de 3,5 milhões de clientes, operando os sistemas de distribuição de água e coleta de esgotos. Caracterizada pela expansão e crescimento contínuo, a região Oeste conta com um sistema composto por 11,7 mil km de redes de distribuição e ramais de água, 7,1 mil km de rede de coleta e ramais de esgoto, cerca de 916 mil ligações de água e 611 mil ligações de esgotos (SABESP, 2018).

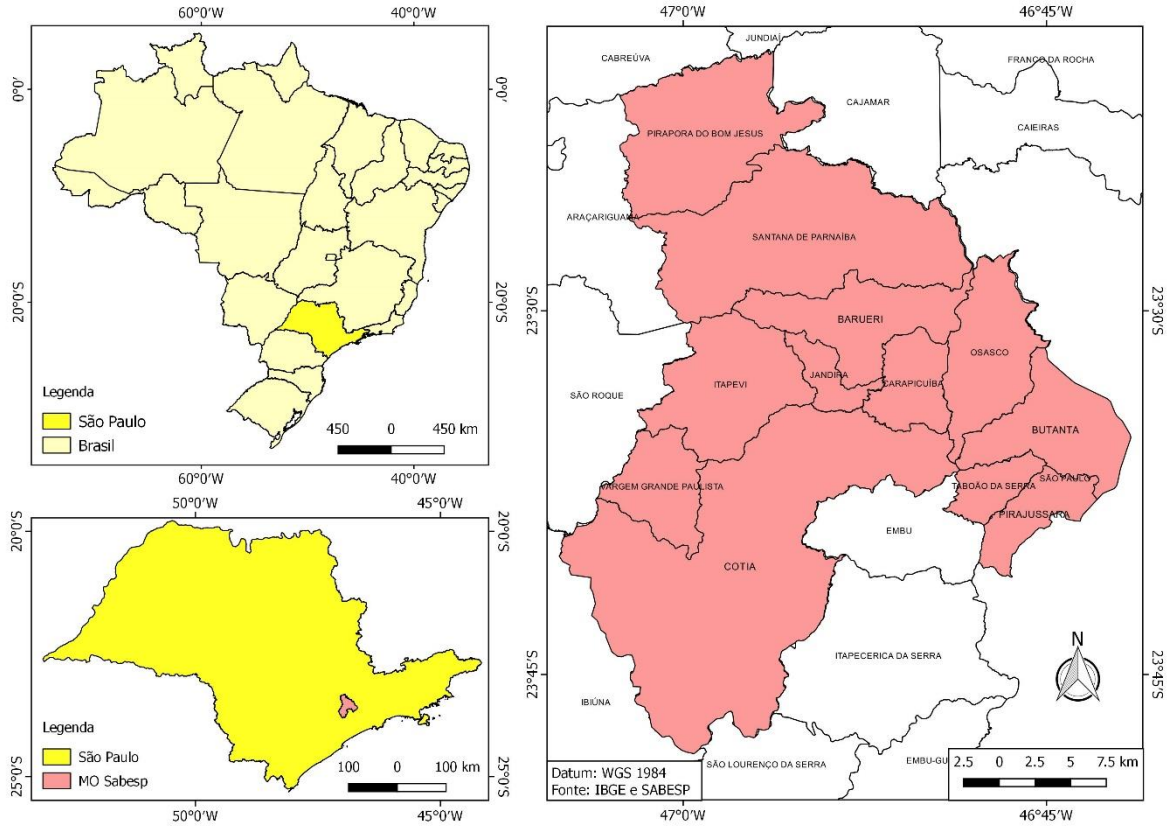


Figura 1. Unidade de Negócio Oeste MO da Sabesp, situada na RMSP – Brasil.
Fonte: Autores (2019)

2.2. Metodologia

Criação do Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC)

Os dados usados para a geração do MDE foram a imagem matricial, raster, TopoData, cedida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Nacionais (INPE), com resolução espacial de 30 metros, sendo que a malha utilizada para a MO foi a carta "23S48_Altitude" que corresponde à Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). O Projeto Topodata é oriundo do refinamento do MDE Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) com resolução espacial de 90 m (VALERIANO et al., 2009).

Nesta carta foram reprojetadas as coordenadas geográficas (lat-long) (EPSG 4326) para o sistema de coordenadas métricas (UTM SAD69-23S) (EPSG 29193) e recortado pelo limite vetorial da MO. Em seguida foram feitas operações para identificar e eliminar a existência de deficiências – depressões espúrias – no MDEHC, forçando um canal na rede de drenagem que converge o escoamento fluvial até a desembocadura. O preenchimento dessas imperfeições foi feito pelo comando "Fill", disponível no módulo SAGA do programa QGIS 2.18 Las Palmas.

Delimitação das APPs

Baseado no MDEHC, obteve-se de forma automática a delimitação das APPs da MO, considerando: faixa marginal de corpos hídricos, entorno de espelhos de água (lagos e lagoas), entorno de nascentes, topos de morros (terço superior), entornos de reservatórios artificiais e regiões com altitudes maiores que 1.800 metros, condizente com as diretrizes estabelecidas pela Lei 12.651 (BRASIL, 2012).

Delimitação das APPs de declividade

Nesta etapa, baseando no MDEHC, foi gerado o mapa matricial com a declividade da MO usando o comando Slope do módulo GDAL/OGR do QGIS, computando as bordas. Depois, usou-se a Calculadora Raster para extrair os pixels com valores maiores ou iguais a 45 graus, então estes pixels foram vetorizados como APPs de encostas.

Delimitação das APPs dos corpos hídricos

Para se gerar a rede de drenagem antes foi necessário delimitar as sub-bacias hidrográficas da área de estudo. Para isso foi utilizado o comando Channel Network and Drainage Basins aplicado no MDEHC. Este comando faz parte do provedor SAGA, nativo do QGIS e baseia-se nas seguintes etapas operacionais: a) geração do MDEHC, b) geração do fluxo de drenagem, c) geração de microbacias hidrográficas em formato matricial, d) elaboração do fluxo acumulado fluvial, e) vetorização dos corpos hídricos e f) hierarquização dos córregos.

Como é gerado o eixo do rio (formato de linha) e não sua largura (formato poligonal), foi estipulada a menor distância de APP para corpos hídricos que é de 30m, isto é, considerou-se que todos os rios extraídos tiveram largura inferior a 10m, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Largura de APPs de córregos.
Fonte: Brasil (2012)

Classes	Largura do rio (m)	Faixa de APP (m)
1	< 10	30
2	10 a 50	50
3	50 a 200	100
4	200 a 600	200
5	>= 600	500

Delimitação das APPs no entorno de nascentes

As nascentes também foram geradas pelo comando Channel Network and Drainage Basins aplicado no MDEHC do provedor SAGA do QGIS.

A delimitação das áreas de preservação no perímetro das nascentes foi feita pelo “buffer” do QGIS, estabelecendo-se um raio de 50 metros, conforme previsto em lei.

Delimitação das APPs no entorno de espelho de água

Nesta etapa foi usada o arquivo poligonal dos lagos e lagoas, oriundo também do SIGNOS. Calculou-se a área de cada feição na tabela de atributos em hectares. Foi necessário separá-los em áreas urbanas e rurais conforme previsto em lei, sendo que na zona rural espelhos de água com área entre 1 e 20 hectares precisam de uma faixa de pelo menos 50 metros de APP e áreas maiores que 20 hectares necessitam de 100 metros de APP minimamente, e nas áreas urbanas, a faixa mínima de APP é de 30 metros, sem considerar a área do espelho de água. Para isso a camada vetorial da mancha urbana foi sobreposta no modelo e o resultado da interseção foi classificado como lagos urbanos e os demais em área de vegetação como lagos rurais. O comando usado novamente foi o “buffer” do QGIS.

Destaca-se que, embora o parágrafo quarto do artigo 4, inciso II do caput, do Novo Código Florestal dispense APP em lagos / lagoas com área menor que 1 hectare, estas tiveram suas APPs geradas mesmo assim para reforçar a seguridade ambiental do local.

Delimitação das APPs de topo de morro

A criação das APPs topo de morro foi baseada na técnica desenvolvida por Pietzsch (2013), conforme o fluxograma da Figura 2.

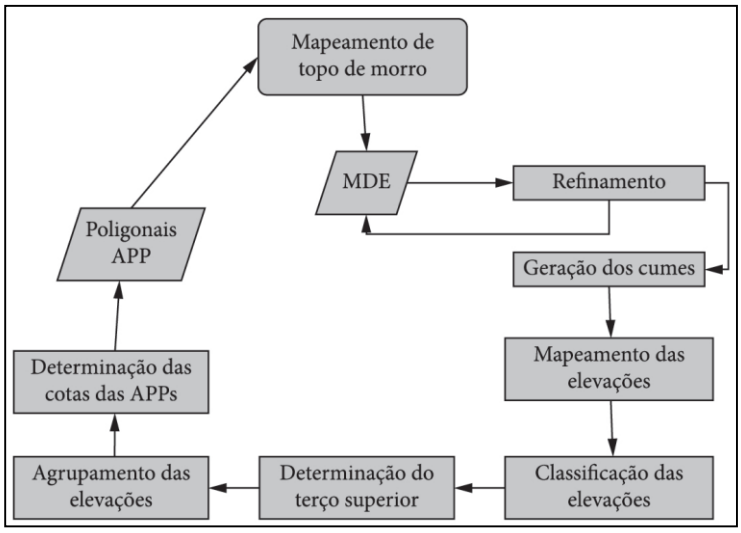


Figura 2. Etapas operacionais para delimitação de APP topo de morro.
Fonte: Luppi (2018)

Baseado no MDEHC, foram gerados os cumes de cada monte e sobre estes foi gerado o mapeamento hipsométrico. Neste, pela Calculadora Raster, foram colocados os critérios do Novo Código Florestal, obtendo-se como resultado o terço superior de cada morro. A Figura 3 exemplifica as APPs geradas:

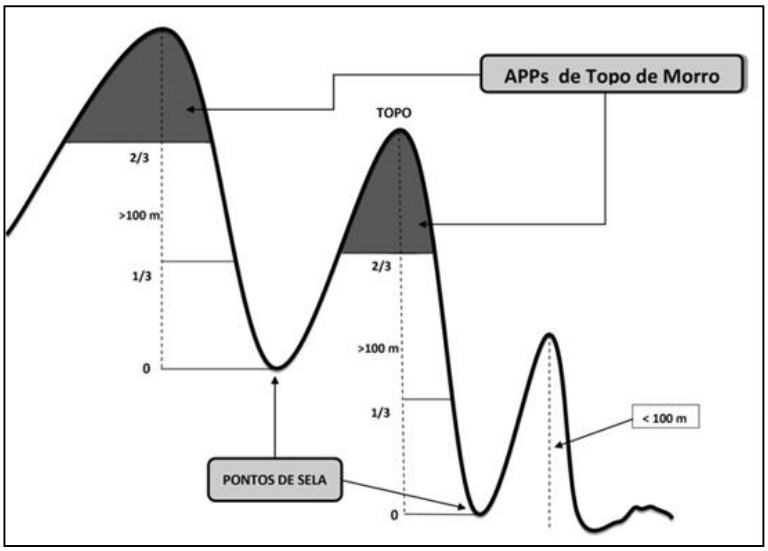


Figura 3. Vista lateral das APPs topo de morro.
Fonte: Pietzsch (2013)

Conflitos de uso de solo em APPs

Para se delimitar as APPs inseridas em malha urbana, foi feita uma fotointerpretação da imagem orbital Landsat 8 (órbita 219/76 e datada de 26/07/2017), por meio de classificação supervisionada, usando-se o plugin *Semi Automatic* do QGIS com o algoritmo de máxima verossimilhança. A classificação foi feita em cima de uma composição falsa cor RGB 543. As classes foram divididas em cinco: área urbana, espelho de água, vegetação arbórea, vegetação arbustiva e solo exposto, sendo que somente a classe urbana foi vetorizada e as demais descartadas. Então a malha urbana foi recortada pelas APPs, resultando em uma camada vetorial com as APPs ocupadas. A Figura 4 mostra o mapa de uso e ocupação de solo na MO utilizado para intersecção com as APPs.

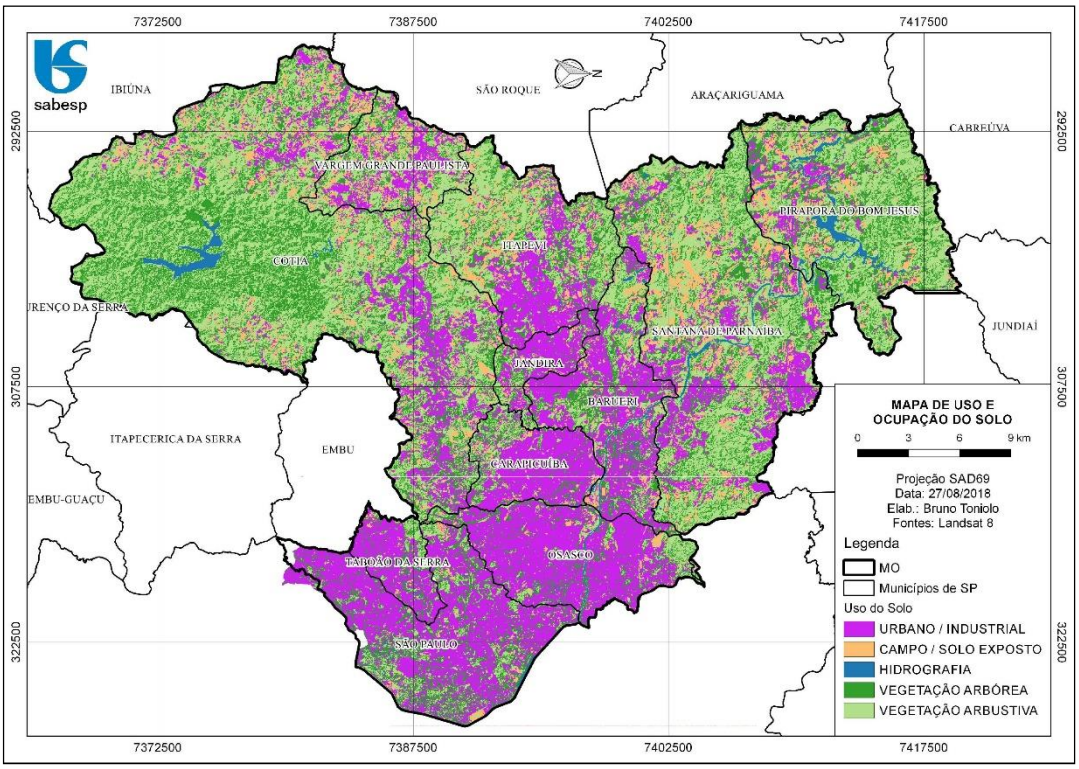


Figura 4. Mapa de uso e ocupação do solo na MO.
Fonte: Autores (2019)

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O método de mapeamento automático das APPs, referenciando-se na Lei 12.651 (BRASIL, 2012), permitiu identificar e quantificar as APPs, sendo que a Tabela 2 apresenta as APPs divididas por municípios na MO,

Tabela 2. Áreas de APPs por município.
Fonte: Autores (2019)

Município	Área (km²)	Área APP (km²)	% APP ao Município
Barueri	67,23	7,25	10,78
Butantã (São Paulo)	63,65	0,48	0,76
Carapicuíba	34,06	2,72	7,97
Cotia	324,96	32,89	10,12
Itapevi	82,13	6,88	8,38
Jandira	17,37	1,81	10,43
Osasco	64,60	5,64	8,73
Pirajussara (São Paulo)	30,27	1,46	4,84
Pirapora do Bom Jesus	108,52	13,27	12,23
Santana de Parnaíba	179,98	16,21	9,00
Taboão da Serra	20,47	1,27	6,20

Município	Área (km²)	Área APP (km²)	% APP ao Município
Vargem Grande Paulista	42,49	4,49	10,57
Total (MO)	1035,73	94,36	-

As APPs de Córregos são maioria em tamanho, com uma área de 63,62 km² correspondem a 58,72% do total de áreas protegidas. Em segundo lugar estão as APPs de Espelho de Água (lagos e lagoas) com uma área de 38,18 km², com uma cota de 35,24%. Em terceiro, estão as APPs de Nascentes, área de 4,07 km² e um percentual de 3,76%. Por último, há as APPs Topo de Morro, com uma área de 2,47 km² e representando 2,28% do total de áreas protegidas.

Na MO, o valor total de APPs é de 108,34 km², o que corresponde à 10,46% do total da MO. É importante ressaltar que este número leva em consideração as áreas sobrepostas de APPs, isto é, nas regiões onde as APPs se cruzam a área é computada duplamente, como por exemplo a sobreposição, sempre presente, da APP de nascente com APP do início do corpo hídrico. Se desprezarmos as áreas de interseção, o total efetivo cai para 94,36 km² de APP, correspondendo cerca de 9,11% de toda MO.

Ao analisar a Tabela 2, nota-se que os municípios com maiores faixas de APP são: Cotia em primeiro lugar com cerca de 33 km², Santana de Parnaíba em segundo, com cerca de 16 km² e Pirapora do Bom Jesus com aproximadamente 13 km² de faixas de APPs. Já os municípios que possuem as menores regiões de APP são: São Paulo (distrito do Butantã) com aproximadamente 0,50 km², Taboão da Serra com cerca de 1,3 km² e São Paulo (distrito de Pirajussara) com cerca de 1,5 km². Os municípios maiores possuem densidade demográfica menor e mais áreas de vegetação e estão em forte expansão imobiliária, já os municípios menores tem a população mais adensada e quase toda área do solo impermeabilizada.

A Tabela 3 apresenta a porcentagem dos tipos de APPs para a MO inteira:

Tabela 3. Tipos de APPs
Fonte: Autores (2019)

Tipo	Área (km²)	%
APP Nascentes	4,07	3,76
APP Córregos	63,62	58,72
APP Espelhos de Água	38,18	35,24
APP Topo de Morro	2,47	2,28
Total	108,34	100,00
Total efetivo (sem interseção)	98,21	-

A Figura 5 apresenta a delimitação das APPs na MO. Observando-se as APPs de córregos a que mais se destaca é a do Rio Tietê, de maior largura, cerca de 80 metros, que corta de Osasco até Pirapora do Bom Jesus. Este córrego é caracterizado por ser poluído, e tem um Índice de Qualidade de Água (IQA) baixo, por isso em 1992 foi criado o Plano de Despoluição do Tietê (PDT) o qual foi dividido em três etapas, sendo que atualmente, na terceira etapa está previsto um investimento de 1050 milhões de dólares com o objetivo de atender mais de 1.500.000 famílias e aumentar a coleta de esgoto para 87% e o tratamento de esgoto para 84% (Oliveira, 2015).

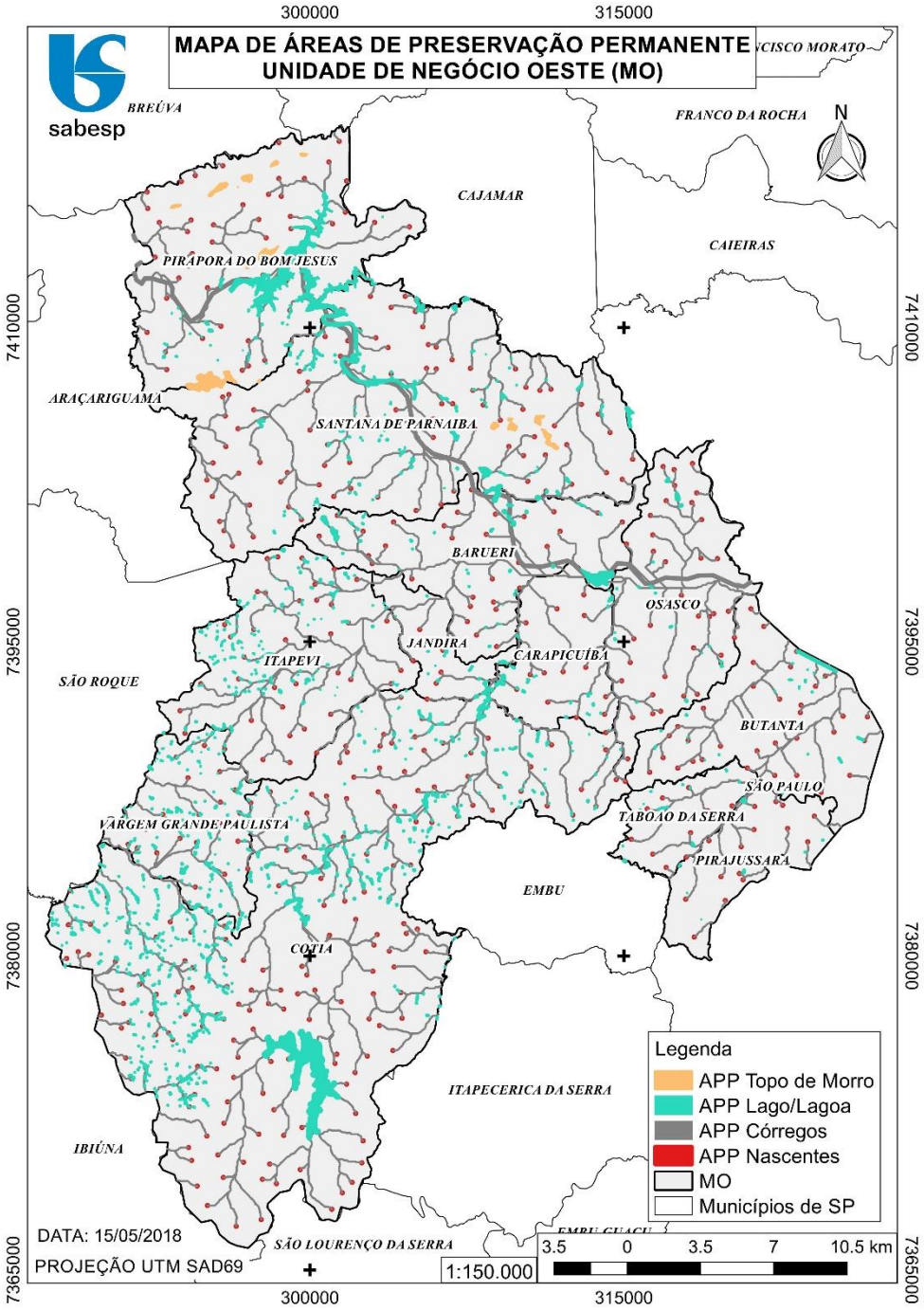


Figura 5. Áreas de Preservação Permanente na MO.
Fonte: Autores (2019)

As APPs de rede de drenagem auxiliam na garantia da estabilidade do solo e diminuição da poluição aquática, impedindo o lançamento direto no córrego de sedimentos e produtos industriais advindos geralmente das partes mais altas do relevo. Ressalta-se que outros rios importantes da MO, de ordenação fluvial 5 –por exemplo, o Rio São José do Barueri, o Rio Cotia, o Córrego Poá e o Ribeirão Jundiuvira – não se destacaram no mapa pois também possuem largura inferior a 10 metros.

As APPs em entorno das nascentes mostraram-se bem distribuídas pela área de estudo, totalizando 519 unidades, sendo que estas evitam a degradação do rio. Donadio et al., (2005) analisaram quatro nascentes, sendo metade com predominância de agricultura e a outra metade com a vegetação remanescente, e desfecharam que a presença de mata ciliar ajuda na preservação dos recursos hídricos.

As APPs de espelhos de Água são predominantes nos municípios de Cotia e Pirapora do Bom Jesus, sendo que das maiores, a primeira é a Barragem de Pirapora com uma área aproximada de 812 hectares, que acumula

as águas do rio Tietê e ajuda na Barragem do Rastão a gerar energia elétrica, também famosa por apresentar escumas resultantes do contato da água com resíduos de esgotos tratados e lançados pela Estação de Tratamento de Esgoto (ETE Pirapora); a segunda é a Barragem da Graça, situada na face sul de Cotia na Reserva do Morro Grande, possuindo uma área de aproximadamente 573 hectares e conhecida por ter um vasto ecossistema ameaçado por caça ilegal; e por último a Lagoa de Carapicuíba, que tem uma área com cerca de 74 hectares, situada em área urbana, famosa por sofrer com a contaminação de metais pesados e aterramento processado com descarte de rejeitos sólidos variados, além de abrir um lixão que foi desativado em 2001 (BERNACCI et al., 2006).

As APPs de topo de morro encontram-se isoladas na divisa dos municípios Pirapora do Bom Jesus e Santana de Parnaíba, no bairro do Suru e alguns outros distritos deste último município. Embora fisicamente pequenas na MO, estas APPs são importantes para garantir a manutenção da disponibilidade da água que precipita nas áreas mais elevadas em direção às áreas mais baixas da bacia, especialmente com relação à quantidade e qualidade do fluido distribuído ao longo do local (TONIOLO et al., 2017).

Foram computadas também as APPs de Declividade, porém estas foram desprezadas por apresentarem valores muito pequenos face ao tamanho da área de estudo, cerca de 80 m². Outros tipos de APPs também foram desconsideradas, como por exemplo, as APPs com altitude maior que 1800m, já que a amplitude altitudinal da MO varia de 600 a 1200m e APPs de restingas e mangues por serem ecossistemas inexistentes na MO.

A Tabela 4 apresenta as APPs ocupadas pela malha urbana da MO. Percebe-se que todas tem uma fração de conflito, por menor que seja. Os 20,31% de área tomada correspondem ao valor de 19,95 km² e os 79,69% de área livre correspondem ao valor de 78,26 km². Se tomarmos como base a área da MO inteira (1035,73 km²), a porcentagem de APPs tomadas é de 1,93%, já para APPs livres a porcentagem vai para 7,56%, assim se presume que a maioria das APPs estão situadas em áreas de vegetação, tanto arbustiva quanto arbórea.

Tabela 4. Áreas de APPs com ocupação urbana.

Tipo	Área (km²)	% Tomada	% Livre
Ocupação Urbana em APP Nascente	0,94	23,09	76,91
Ocupação Urbana em APP Córregos	16,40	25,77	74,23
Ocupação Urbana em APP Espelhos de Água	2,14	5,61	94,39
Ocupação Urbana em APP Topo de Morro	0,47	19,08	80,92
Total	19,95	20,31	79,69

Fonte: Autores (2019)

Ressalta-se que o valor de APPs inseridas em núcleo urbano seria ainda maior se fosse considerado a classe solo exposto, o qual geralmente é representado por bairros periféricos e loteamentos imobiliários com estrada não pavimentada.

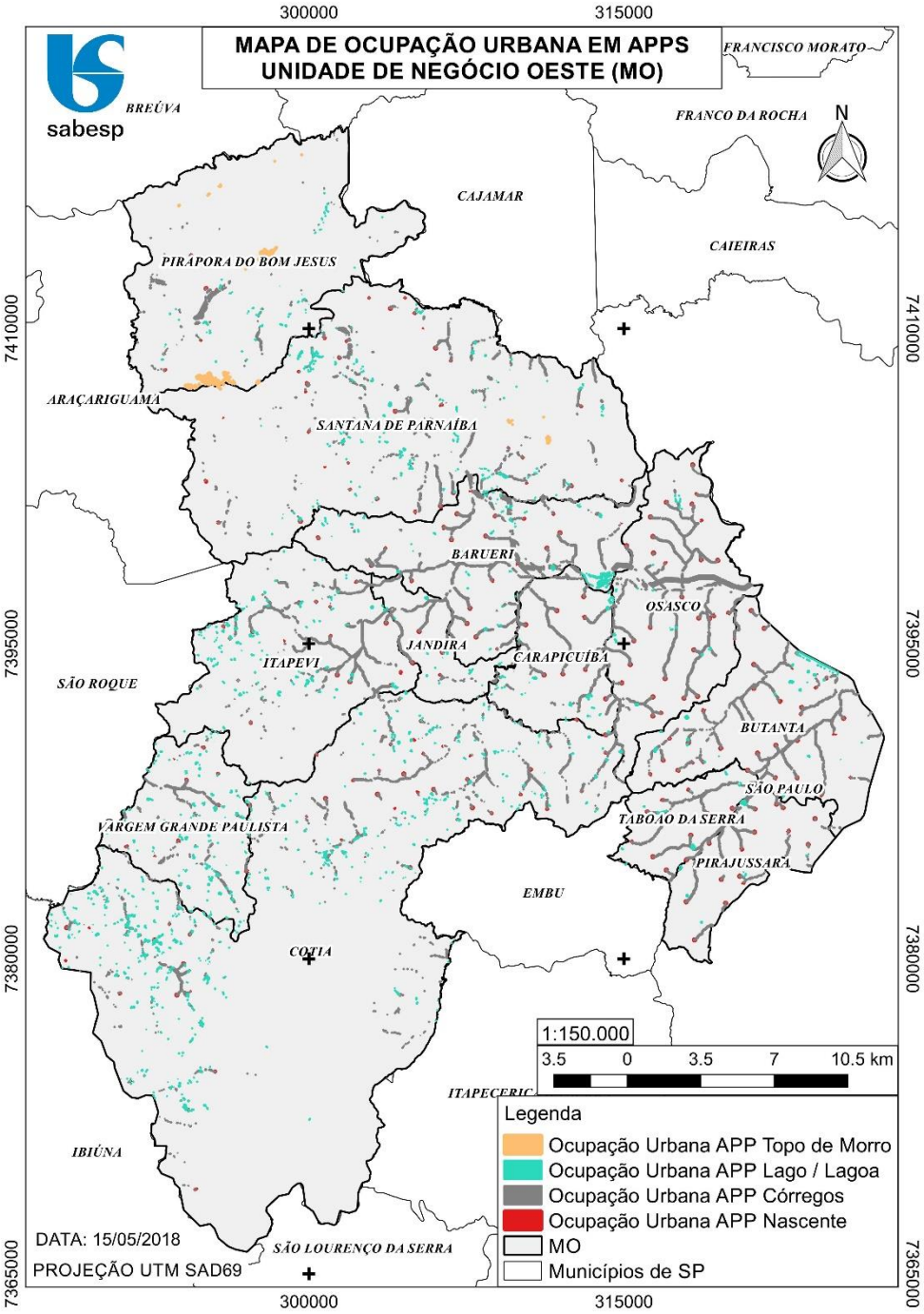


Figura 6. Ocupação urbana em APPs na MO.
Fonte: Autores (2019)

A Figura 6 apresenta as APPs com ocupação urbana estão bem pulverizadas ao longo da MO e que o município com menor número de APPs tomadas é Pirapora do Bom Jesus, justamente por ser o que tem a menor população da MO, cerca de 17 mil habitantes. Observa-se que a face sul de Cotia também possui poucas APPs tomadas, que é uma área de proteção ambiental, a Reserva do Morro Grande. No município de Santana de Parnaíba há duas regiões de APP topo de morro ocupadas: trata-se do condomínio residencial de alto padrão Gênesis II.

O maior problema das APPs urbanas é que muitas são ocupadas de forma irregular, sem planejamento urbano – como núcleos de baixa renda e áreas de mananciais –, gerando vários danos ambientais. Assim, a regularização fundiária emerge-se como um importante instrumento para proteger as APPs, garantindo condições mínimas de habitabilidade (PINHEIRO; PROCÓPIO, 2008).

Na MO, a maioria dos núcleos de baixa renda irregulares estão localizados em São Paulo (Butantã e Pirajussara) e em Osasco, totalizando uma área de 13,78 km². Muitos estão situados em zonas de APPs, com uma área total de 0,81 km² – como exemplo dos mais conhecidos há a Favela do São Remo, próxima da Universidade de São Paulo (USP) e o Morro do Sabão em Osasco.

Assim, perante os resultados mostrados neste artigo, Luppi et al. (2014) recomenda algumas medidas de controle e prevenção para recuperação zonas APPs ocupados, tais como:

- Recuperação vegetal por meio de reflorestamento, o qual pode ser feito pelo plantio de mudas ou ressemeio, além de constante manutenção do plantio;
- Fiscalização mais efetiva dos órgãos ambientais, com o intuito de prevenir e multar os possíveis infratores;
- Criação de um sistema de informações geográficas (SIG) na internet que possa fornecer informações relevantes à implantação de projetos de uso e cobertura do solo, proteção e conservação ambiental das áreas verdes dos municípios da MO;
- Implantação de sinalização (placas) indicando onde é APP;
- Obrigatoriedade de identificar as APPs nos planos diretores municipais;
- Realização de parcerias entre a prefeitura e as empresas que estão ocupando as APPs como forma de compensação ao dano ambiental causado, obrigando as últimas a prestar serviços de melhoria à comunidade, como plantio de árvores, transporte escolar, abertura de creches para as empregadas mães de filhos com até 7 anos de idade, ampliação da rede de saúde pública, criação de cursos profissionalizantes e de alfabetização, preferência de emprego aos moradores da região, manutenção de áreas públicas como escolas, hospitais, posto de saúde, parque e praças.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No geral o mapeamento mostrou-se eficiente, considerando o tamanho da MO e o peso dos dados processados. Quanto aos tipos de APPs, a criação de classe hídrica – nascentes e corpos hídricos –, mostrou-se rápida e geometricamente condizente com as imagens aéreas atuais. Para as áreas de encostas – declividade maior que 45º –, estas foram desprezadas devido ao seu valor ínfimo. Já para as APPs topo de morro, notou-se que o método é mais moroso em comparação ao da classe hídrica, pois possui várias sequências operacionais, obrigando o usuário a ter organização e cuidado para não se confundir nas etapas.

Constatou-se que as APPs sofrem com a pressão do crescimento urbano, especialmente quando a expansão é desenfreada e sem planejamento: núcleos de baixa renda e ocupações irregulares em áreas particulares e de mananciais potencializam a degradação do meio ambiente, como supressão da camada vegetal, aumento da impermeabilização do solo, poluição dos corpos de água e assoreamento de rios. Na MO, cerca de 26% das APPs tem atividade antrópica urbana.

Em relação aos custos, o trabalho se mostra pouco oneroso, pois não houve gastos com visita de campo ou locação de aparelhos. O único custo direto é o dispêndio de energia e a hora de trabalho do analista. Outro fator que ajuda para o baixo custo é a gratuidade das fontes disponíveis na internet – órgãos como Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), INPE e EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A.), por exemplo, disponibilizam de forma gratuita seus metadados para download. A aquisição de licença de softwares pagos como, por exemplo, o ArcGis, encarecem o trabalho e ocasionalmente se torna um impeditivo para órgãos públicos devido à restrição de orçamento.

O processo metodológico adotado permite o reconhecimento das APPs e também serve como ferramenta para o planejamento ambiental visando monitorar a progressão urbana nas áreas protegidas e atualizar o zoneamento do município, prevendo, por exemplo, regiões específicas para implantação de novos empreendimentos imobiliários.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.J.P. **Ocupação em Áreas de Preservação Permanente das bacias Hidrográficas na Área Urbana de Maceió, Alagoas**. Maceió, 2011. Monografia (Graduação em Geografia Bacharelado) – Universidade Federal de Alagoas, 2011. 81 p.

BERNACCI, L.C. et al. **O efeito da fragmentação florestal na composição e riqueza de árvores na região da Reserva Morro Grande (Planalto de Ibiúna, SP)**. Revista do Instituto Florestal, v. 18, n. 1, p. 121-166, 2006.

BRASIL. **Novo Código Florestal Brasileiro**. Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, 2012.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SABESP. **Perfil da MO. Características Gerais** [Intranet]. São Paulo, 2018.

LUPPI, A.S.L. et al. **Utilização de geotecnologia para o mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no município de João Neiva, ES**. Floresta e Ambiente, v. 22, n. 1, p. 13-22, 2018.

OLIVEIRA, E.M. **Desafios e perspectivas para a recuperação da qualidade das águas do Rio Tietê na Região Metropolitana de São Paulo**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, M.J. **Proposta metodológica para delimitação automática de áreas de preservação permanente em topos de morro e em linha de cumeada [dissertação]**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2002.

PADILHA, D. G. **Geoprocessamento aplicado na caracterização da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Arroio Grande, RS**. 2012. 87 p. Dissertação [mestrado]. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS.

PIETZSCH, N. **Proposição de Metodologia Aplicada para Delimitação de Área de Preservação Permanente (APP) de Margem de Rio e APP de Topo de Morro, Utilizando Ferramentas de Geoprocessamento, Conforme Diretrizes do Novo Código Florestal Brasileiro**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

PINHEIRO, Ana Cláudia Duarte; PROCÓPI, Juliana Baratao. **Áreas urbanas de preservação permanente ocupadas irregularmente**. Revista do Direito Público, v. 3, n. 3, p. 83-103, 2008.

TONIOLO, B.P.; BELTRÃO, N.E.S; TOMIOSSO, L.T. **Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente de Topo de Morro na Unidade de Negócio Oeste Utilizando Software de Código Livre**. SABESP. São Paulo, SP. Mar., 2017.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F.; ALBUQUERQUE, P. C. G. **Topodata: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, RN. Anais..., São José dos Campos, SP: INPE, 2009. v. CD-ROM. p. 1-8.