

ÁREAS VERDES PROTEGIDAS LEGALMENTE E APTAS PARA INTERLIGAREM DUAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Renan Angrizani de Oliveira

Universidade Estadual Paulista – Unesp
Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, SP, Brasil
renan_angrizani@hotmail.com

Erik de Lima Andrade

Universidade Estadual Paulista – Unesp
Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, SP, Brasil
eng.erik@hotmail.com

Bruno Pereira Toniolo

Universidade Estadual Paulista – Unesp
Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, SP, Brasil
bruperton.cad@gmail.com

Antonio Cesar Germano Martins

Universidade Estadual Paulista – Unesp
Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, SP, Brasil
antonio.martins@unesp.br

Darllan Collins da Cunha e Silva

Universidade Estadual Paulista – Unesp
Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, SP, Brasil
darllan.collins@unesp.br

RESUMO

Os instrumentos legais previstos na legislação brasileira são essenciais para a preservação ambiental. Portanto, propõem-se a identificação das áreas protegidas de acordo com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) para a interligação da Floresta Nacional de Ipanema ao Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, com auxílio do software ArcGIS 10.6, para comparação dos resultados de uso e ocupação do solo de 2008 antes da alteração do Código Florestal pela LPVN em 2019, a fim de identificar as áreas em que foram concedidas anistias, e estabelecidas as Áreas de Preservação Permanente (APP). Para estabelecimento das áreas em imóveis rurais protegidas legalmente foram utilizados os dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR), sendo subtraídas as áreas consolidadas preexistentes a 2008 localizadas nos limites das APPs. Foram verificados que não houve áreas com anistia a serem consideradas dentro das APPs. Observou-se um aumento na expansão urbana de 12 km² e uma redução da área de pastagem nos anos estudados. Verificou-se ainda que do total da área de estudo de 406 km², desconsiderando as áreas das Unidades de Conservação somente 47,95 km² estão protegidos legalmente. Verifica-se ainda que 57% das áreas protegidas devem ser recuperadas por estarem em desacordo com a Lei.

Palavras-chave: Fragmentação. Análise espacial. Legislação ambiental. Áreas de preservação permanente.

GREEN AREAS LEGALLY PROTECTED AND SUITABLE TO CONNECT TWO CONSERVATION UNITS

ABSTRACT

The legal instruments provided in Brazilian legislation are essential for environmental preservation. Therefore, it is proposed to identify protected areas according to the Law of Native Vegetation Protection (LNVP) for the interconnection of the Ipanema National Forest to the Natural Municipal Park of Biodiversity Corridors, with the aid of the ArcGIS 10.6 software, to compare the results of land use and occupation of 2008 before the amendment of the Forest Code by LNVP in 2019, to identify granted amnesties areas, and the Permanent Preservation Areas (PPA). For the establishment of legally protected areas in rural properties, data from the Rural Environmental Registry (RER) were used, being

subtracted as consolidated areas pre-existing on 2008, within the limits of PPA. It was verified that there were no areas with amnesty to be considered within the PPA. There was an increase in urban expansion of 12 km² and a reduction in the grazing area in the years studied. It was also found that of the total study area of 406 km², disregarding areas of Conservation Units only 47.95 km² are legally protected. It is also noted that 57% of protected areas must be recovered because they are not in accordance with the law.

Keywords: Fragmentation. Spatial analysis. Environmental legislation. Permanent preservation areas.

INTRODUÇÃO

Em decorrência da expansão urbana desordenada e das ações antrópicas, vem se agravando a situação de ocupação indevida em áreas legalmente protegidas, neste sentido, aumentando o impacto sobre os recursos naturais e a biodiversidade (CARVALHO et al., 2016; OLIVEIRA; BORGES; ACERBI JÚNIOR, 2018).

Segundo Nilsson e Berggren (2000) as vegetações ripárias são ecossistemas muito diversificados e dinâmicos, e que vem sendo amplamente impactados pelas atividades antrópicas devido ao aumento da demanda hídrica. No entanto, apesar do consenso da importância da conservação destas áreas, são necessárias medidas que visem a proteção da qualidade e disponibilidade da água, assim como a proteção da fauna aquática para garantia das necessidades atuais e a longo prazo (GARRASTAZÚ et al., 2015; MELLO et al., 2020).

Neste sentido, visando a conservação destas áreas, no Brasil foram estabelecidos instrumentos legais que restringem as atividades em ambientes vulneráveis, previstos no Código Florestal (CF) apresentado na Lei Federal nº 4.771 de 1965, que cria espaços denominados Áreas de Preservação Permanente (APP), definidos como áreas naturais intocáveis, e áreas de Reserva Legal (RL), que após a averbação podem ser utilizados apenas com manejo sustentável (BRASIL, 1965; BORGES e REZENDE, 2011).

No entanto, o Código Florestal foi revogado pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa, prevista na Lei Federal nº 12.651 de 2012 e alterado pela Lei nº 12.727 de 2012, que gerou grandes polêmicas no país, pois apresentou revisões controversas de redução das zonas de proteção exigidas (BRASIL, 2012a; 2012b; GARRASTAZÚ et al., 2015; CASTRO; MAY; GARCÍAS, 2018). Ainda, segundo Silva et al. (2021) a revogação do Código Florestal vem trazendo uma preocupação mundial devido a perda de área de floresta na Amazônia brasileira que vem sofrendo forte impacto decorrente do desmatamento e da ocorrência de incêndios que se intensificaram após o período de 2012 em que entrou em vigor a Lei de Proteção da Vegetação Nativa.

Observa-se ainda, que há uma ocupação indevida em Áreas de Preservação Permanente no Brasil, como apresentado por Oliveira, Borges e Acerbi Júnior (2018), que verificaram uma ocupação de 49,63% das áreas de preservação permanente com pastagens em Rio Grande (MG). Enquanto, Pinto et al. (2005) verificaram que para a bacia hidrográfica do Ribeirão de Santa Cruz houve o uso conflitante de 58% das áreas de APP em Lavras (MG). Santos (2018) utilizou em sua pesquisa a base de dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) para analisar os conflitos nas áreas de APPs de nascentes no município de Anápolis (GO) que apresentou 25,3% de pastagem e 20,7 de agricultura, evidenciando o não cumprimento da legislação ambiental.

Portanto, são necessários estudos que apresentem ferramentas para a conservação ambiental e fortalecimento da fiscalização e monitoramento das áreas protegidas, visando o desenvolvimento contínuo de metodologias e banco de dados necessários para fazer cumprir as leis ambientais. Neste sentido, a utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG) fornece uma alternativa para priorização de áreas para proteção por meio de uma avaliação no contexto espacial, podendo ser utilizado como ferramenta para tomada de decisão da gestão pública, reduzindo a subjetividade na tomada de decisão (LOURENÇO et al., 2015; SANTIAGO; CAVIGLIA-HARRIS; REZENDE, 2018; SALES et al., 2019).

Entretanto, faltam estudos que integralizem as bases do CAR para interligação de fragmentos florestais e para manutenção da funcionalidade das áreas verdes no que tange a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Corroborando com essa afirmação é possível identificar estudos utilizando o CAR para outros fins, como o de Silva et al. (2021) que utilizaram o banco de dados do CAR para identificação das áreas de vegetação preservada e nascentes em uma região de agricultura familiar e não familiar nas Chapadas e Grotas do Alto do Jequitinhonha (MG), ou de Roitman et al. (2018) que utilizaram o CAR em

estudo realizado no estado do Mato Grosso e discutem a possibilidade de sua utilização em estudos de uso do solo, ambientais, econômicos e territoriais, enquanto Rasmussen et al. (2016) conduziram um estudo em 11 municípios nos estados da Bahia e Piauí a fim de identificar se o CAR pode incentivar pequenos proprietários rurais a desmatar suas áreas de vegetação nativa.

Neste sentido, o presente estudo tem por objetivo identificar áreas protegidas legalmente entre as duas Unidades de Conservação (UC) localizadas na Região Metropolitana de Sorocaba (RMS) que possam ser utilizadas para interligação das UCs, utilizando a base de dados do CAR para estabelecer as áreas protegidas legalmente reais, considerando as legislações vigentes.

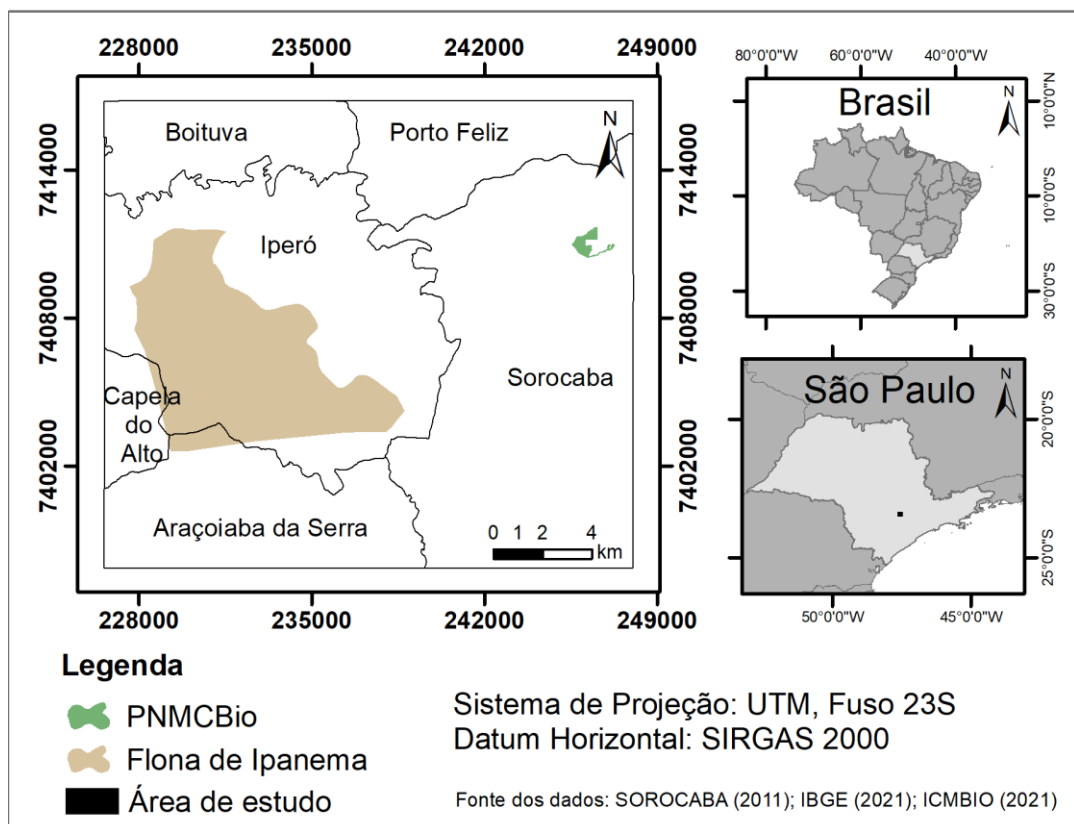
MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Para estabelecer a área de estudo (Figura 1), foi realizado um recorte a partir das extremidades das Unidades de Conservação em estudo, sendo no Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMCBio) os limites estabelecidos para 1 km ao Leste e 5 km ao Norte, e para a Floresta Nacional de Ipanema (Flona de Ipanema) de 1 km ao Oeste e 5 km ao Sul. Os limites foram estabelecidos considerando que o melhor caminho para a locomoção entre as duas UC é a distância euclidiana, totalizando um recorte da área de estudo de 406 km².

Desta forma, a área de estudo contempla os municípios de Araçoiaba da Serra, Boituva, Capela do Alto, Iperó, Porto Feliz e Sorocaba, onde residem aproximadamente 870 mil habitantes, sendo destes, 687 mil residentes no município de Sorocaba, considerada a 32^a cidade mais populosa do Brasil e 9^a do estado de São Paulo (IBGE, 2020).

Figura 1 - Localização das UCs em estudo e limites municipais pertencentes.



Elaborado pelos autores (2021).

A Floresta Nacional de Ipanema (Flona de Ipanema) é uma UC de uso sustentável de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), foi criada em 20 de maio de 1992 pelo Decreto

nº 530, visando a conservação de um dos maiores fragmentos de Mata Atlântica do interior do estado de São Paulo (BRASIL, 1992; SALES et al., 2016; ICMBIO, 2017).

O Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMCBio), é uma UC de proteção integral de acordo com a SNUC, criado pelo Decreto Municipal nº 19.424, de 17 de agosto de 2011, que recebeu ampliação estabelecida pelo Decreto Municipal nº 25.912 de 25 de setembro de 2020, totalizando uma área total de 0,72 km². Sua criação foi motivada pela necessidade de proteção integral da fauna e flora típica da região, no entanto, um dos tantos desafios desta UC municipal é a consolidação dos corredores de biodiversidade, visto a necessidade de ampliação do parque que apresenta importante contribuição na região de Sorocaba e que sofre forte pressão devido à expansão econômica (SOROCABA, 2011; MOTA JUNIOR et al., 2015; COELHO; CARDOSO-LEITE; CASTELLO, 2016; SOROCABA, 2020).

A área no qual se encontram as UC apresentadas, está inserida no bioma de transição entre Cerrado e Mata Atlântica e possui vegetação primária caracterizada por Floresta Ombrófila Densa associada a uma formação de Savana (COELHO; CARDOSO-LEITE; CASTELLO, 2016; ICMBIO, 2017; SALLES et al., 2008).

O clima na região, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger é do tipo Cfa, com precipitação média anual de 1.400 mm e temperatura média anual de 20 °C (LOURENÇO; SILVA; SALES, 2014; SIMONETTI et al., 2018)

Ainda, segundo Lourenço, Silva e Sales (2014), a região está situada na borda da Depressão Periférica Paulista, entre as bacias sedimentares do Paraná e as rochas do Embasamento Cristalino. Sendo que segundo o ICMBio (2017), uma das características mais marcante da Flona de Ipanema é o Morro de Araçoiaba cujo Domo apresenta 975 m devido uma anomalia geológica formada a 130 milhões de anos.

Procedimento metodológico: Elaboração dos mapas temáticos

As definições de APP são recentes, pois embora tenham sido previstas no Código Florestal, sua definição foi apresentada apenas na Medida Provisória (MP) nº 2.166-67 de 2001 (BRASIL, 1965; 2001), que foram revogados pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) que ficou conhecida popularmente como “Novo Código Florestal” (BRASIL, 2012a).

Segundo Brancalion et al. (2016) e Castro, May e Garcias (2018), a LPVN apresentou retrocessos e avanços ambientais, visto que a faixa de proteção para efeitos do Código Florestal era considerada a partir do nível mais alto (atingido durante períodos chuvosos e de cheia do curso d’água), no entanto, na LPVN essa medição passou a ser realizada a partir da borda do leito regular e desconsiderando a variação sazonal.

As APP em zonas rurais e urbanas ficam definidas na LPVN, como faixas mínimas de cobertura de mata ciliar em cursos d’água perenes e intermitentes da borda da calha do leito regular, excluindo-se os cursos d’água efêmeros. Na Tabela 1 são apresentadas as larguras definidas no Código Florestal de 1965 após a revisão proposta na Lei de nº 7.803 de 1989 (BRASIL, 1989) e as faixas definidas após a revogação pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (BRASIL, 2012a).

Tabela 1 - Largura da faixa de vegetação da APP definida pelo CF e pela LPVN.

Legislação	Referência de medição	Largura do curso d’água (m)					
		< 10	10 a 50	50 a 200	200 a 600	> 600	
Largura da faixa de vegetação da APP (m)	Código Florestal	Largura da planície de inundação	30	50	100	200	500
	LPVN	Borda da calha do leito regular	30	50	100	500	

Elaborado pelos autores (2021).

Neste sentido, conforme apresentado na Tabela 1, observa-se que a largura da faixa de vegetação da APP em relação a largura do curso d’água não apresentou diferença significativa, no entanto, segundo

Tambosi et al. (2015) a alteração em relação à referência de medição apresentou uma grande redução da proteção das áreas de várzea, principalmente em corpos d'água com grandes planícies de inundação, como é frequentemente observado nos rios do Pantanal e na Amazônia.

Para a elaboração do plano de informação das áreas de preservação permanente referente aos corpos hídricos, foi utilizada a base hidrográfica do estado de São Paulo elaborada pelo Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo (IGC-SP, 2021) em escala de 1:50.000 (folhas: SF-23Y-C-I4, SF-23Y-C-II-3, SF-23Y-C-IV-2, SF-23Y-C-V-1) e retificada na Universidade Estadual Paulista (Unesp), no Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba (ICTS) por meio do *software* ArcGis 10.6 (ESRI, 2017).

Para a representação dos cursos d'água com largura entre 10 m e 50 m, foram retificadas as imagens do satélite Maxar (Vivid) com resolução de 1,20 m disponibilizadas pela *Environmental Systems Research Institute* (ESRI, 2017) para representação da APP real de 50 m em ambas as margens, não sendo encontrados rios com mais de 50 m de largura na área de estudo; para os demais cursos d'água com largura inferior à 10 m foram consideradas APPs de 30 m em ambas as margens, conforme apresentado na Tabela 1 (BRASIL, 2012a).

Além disso, no tocante aos recursos hídricos também são consideradas áreas de proteção no entorno dos lagos e lagoas naturais de acordo com o previsto pela LPVN, sendo considerado uma faixa de 30 m para lagos localizados em áreas urbanas; e para áreas rurais 100 m em corpos d'água superiores a 20 ha; e 50 m para corpos d'água inferiores a 20 ha (BRASIL, 2012a).

Ainda de acordo com a LPVN para lagos inseridos em áreas rurais cadastradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR), são consideradas faixas de proteção de 5 m para imóveis rurais com área de até um módulo fiscal; 8 m para imóveis rurais de um até dois módulos fiscais; e 15 m para imóveis rurais de dois até quatro módulos fiscais; e 30 m para imóveis rurais superiores a 4 módulos fiscais.

Sendo que segundo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) para os municípios de Araçoiaba da Serra, Iperó, Porto Feliz e Sorocaba um módulo fiscal equivale a 12 ha, enquanto, para os municípios de Capela do Alto e Boituva um módulo fiscal equivale a 18 ha (INCRA, 2013).

Para as nascentes e olhos d'água perenes, foram consideradas as áreas de proteção no entorno, considerado um raio de 50 m conforme prevê a LPVN (BRASIL, 2012a).

Também para efeitos da LPVN, são consideradas APP as áreas de encostas com declividade superior a 45°, e as áreas de topo de morro, com altura mínima de 100 m e inclinação média maior que 25° (BRASIL, 2012a). Ainda segundo Brancalion et al. (2016) essas áreas são vulneráveis a distúrbios e, portanto, a sua proteção legal desempenha a função de estabilização geológica.

Para a elaboração dos planos de informações referentes as áreas de encosta e topos de morro, foram adaptados os modelos metodológicos propostos por Oliveira e Fernandes Filho (2016), utilizando-se as imagens do Satélite ALOS PALSAR (órbita 62 e ponto 6710) com resolução espacial de 12,5 m disponibilizado pela *Alaska Satellite Facility* (ASF, 2021).

Outro ponto muito questionado em relação a constitucionalidade em relação as alterações da LPVN, segundo Brancalion et al. (2016) foi a concessão de anistia de multas aplicadas por violações à Lei anterior e a permissão de manter as atividades agropecuárias e infraestruturas em áreas protegidas, eximindo a necessidade de recuperação da vegetação.

Mas dentre os principais avanços que tivemos na LPVN, podemos destacar o CAR, um sistema auto declaratório de propriedades rurais que permite ao poder público produzir um levantamento da situação das propriedades rurais em relação ao atendimento à legislação auxiliando no monitoramento e fiscalização, o que até então no Código Florestal, só era possível mediante a denúncias (BRANCALION et al., 2016).

Sendo assim os imóveis que estão em desacordo com a Lei, por não possuírem o mínimo necessário de vegetação nativa em APPs e RL, podem optar por aderir ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) regulamentado pelo Decreto nº 8.235 de 2014, comprometendo-se com a recuperação ou compensação do déficit de vegetação no prazo máximo de 20 anos, por meio da adesão ao Programa Mais Ambiente

Brasil, que forneceu anistia de multas e consolidou as atividades agrosilvipastoris e demais infraestruturas em APPS e ainda, a possibilidade de compensação da RL em outras áreas tem deslocado as áreas de recuperação para áreas com menor custo das terras, intensificando a degradação em regiões como o Sudeste brasileiro que abriga a Mata Atlântica, bioma que apresenta apenas de 11 a 16% de sua cobertura florestal original (RIBEIRO et al., 2009; ZAKIA e PINTO, 2013; BRASIL, 2014; BRANCALION et al., 2016).

Neste sentido, Soares-Filho et al. (2014) informa que a anistia beneficiou cerca de 90% das propriedades rurais brasileiras, apresentando grande desigualdade no que tange a proteção dos diferentes biomas brasileiros, sendo os biomas mais prejudicados o da Amazônia, Mata Atlântica e o Cerrado.

No entanto, as mudanças realizadas na LPVN possibilitam ainda a sobreposição de imagens de satélite de coberturas vegetais informadas no CAR, para a aferição por Sistema de Informação Geográfica (SIG), verificando o atendimento ao compromisso firmado no PRA (BRANCALION et al., 2016).

Portanto, tendo em vista a anistia oferecida a alguns imóveis rurais, neste estudo foi realizada a comparação dos resultados de uso e ocupação do solo de 2008 antes da alteração do CF pela LPVN e 2019 após a alteração, sendo utilizado a base de dados de uso e ocupação do solo do MapBiomias (2021) elaboradas a partir de um mosaico representativo de um ano das imagens do satélite Landsat 8 com resolução de 30 m, posteriormente, foram vetorizadas as imagens para elaboração dos planos de informações de lagos e rios de mais de 10 m de largura utilizando a base hidrográfica do estado de São Paulo do IGC-SP (2021).

As classes do mapa de uso do solo da área de estudo foram divididas em agricultura, floresta plantada, formação florestal, infraestrutura urbana, pastagem, rios e lagos. Sendo que a classe mosaico de agricultura e pastagem classificada pelo MapBiomias (2021), foi unificada ao plano de informação de pastagem por se tratar do pior cenário para a interligação das UCs.

Para a elaboração final do plano de informação, foram consideradas as informações obtidas pelo CAR, instituído pela LPVN e regulamentado pelo Decreto 7.830 de 2012, pois o CAR é um registro obrigatório aos imóveis rurais e integra uma autodeclaração referente à situação da APP e RL das propriedades rurais do Brasil, que visa a formação de corredores ecológicos e a conservação dos recursos naturais (BRASIL, 2012c; MMA, 2020).

Desta forma, foram consideradas todas as áreas de proteção permanente geradas manualmente para os rios, lagos, nascentes, declividade e topos de morro de acordo com o previsto na legislação, e utilizado operação algébrica de mapas para unificar os planos de informações das áreas de proteção permanente e áreas de reserva legal dos imóveis rurais cadastrados no CAR.

No entanto, foram ainda subtraídas as áreas consolidadas localizadas nos limites das APPs geradas, por se tratar de uma área do imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, ficando permitida edificações, benfeitorias ou atividades agrosilvipastoris.

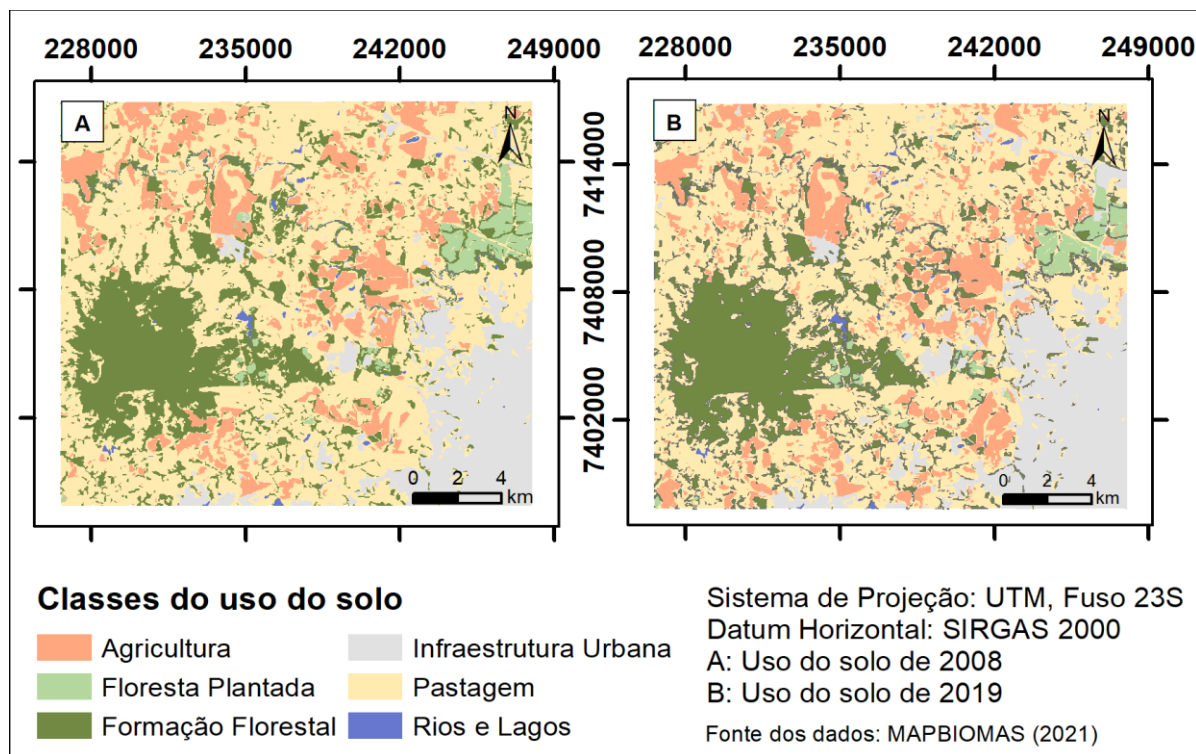
Também foram subtraídas as áreas da Floresta Nacional de Ipanema e Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade, pois são consideradas (UCs pelo SNUC, previsto na Lei 9.985 de 2000 e já estão protegidas legalmente (BRASIL, 2000).

Desta maneira, o mapa final gerado, apresenta as áreas verdes protegidas legalmente e aptas para interligarem a Flona de Ipanema ao PNMCBio, considerando a cobertura vegetal e locais de dessedentação animal, fatores que favorecem a passagem de fauna entre fragmentos florestais (OLIVEIRA et al., 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme verificado para o ano de 2008 (Figura 2a) antes da alteração do CF pela LPVN e após a alteração em 2019 (Figura 2b), foi verificado que não houve áreas com anistia que possam ser consideradas dentro de áreas protegidas legalmente, considerando a resolução espacial das imagens utilizadas.

Figura 1 - Comparação do uso e ocupação do solo entre os anos 2008 e 2019.



Elaborado pelos autores (2021).

Verificou-se ainda, que houve um aumento de 12 km² de ocupação de infraestrutura urbana, o que se deve ao crescimento populacional na área, atrelado ao processo de expansão urbana.

E conforme apresentado na Tabela 2, foi possível observar também uma tendência de redução de 16,5 km² de pastagem, o que pode ser entendido pela consolidação de área de infraestrutura urbana especialmente na zona oeste de Sorocaba, que teve a alteração de zoneamento urbano após a alteração no Plano Diretor de Sorocaba aprovado pela Lei nº 11.022 de 2014 (SOROCABA, 2014).

Essas mudanças no zoneamento ocasionaram ainda a diminuição da zona rural de Sorocaba, município que apresenta a maior densidade populacional na área de estudo. Corrêa et al. (2017) discutem também que a alteração proposta pela Lei nº 11.022 de 2014 permitiu a expansão da zona urbana, o que levou a ações por inconstitucionalidade por abuso de poder e ausência de planejamento técnico, visto que a Lei foi aprovada em menos de um ano de tramitação e não previu debates populares e impactos ambientais decorrentes do novo zoneamento.

Tabela 2 - Área ocupada por classes de uso do solo para os anos de 2008 e 2019.

Classes de uso do solo	Área em km ²	
	2008	2019
Agricultura	52,26	56,11
Formação Florestal	86,90	87,33
Floresta Plantada	9,04	9,10
Infraestrutura Urbana	48,63	60,64
Pastagem	206,54	190,07
Rios e Lagos	2,76	2,85

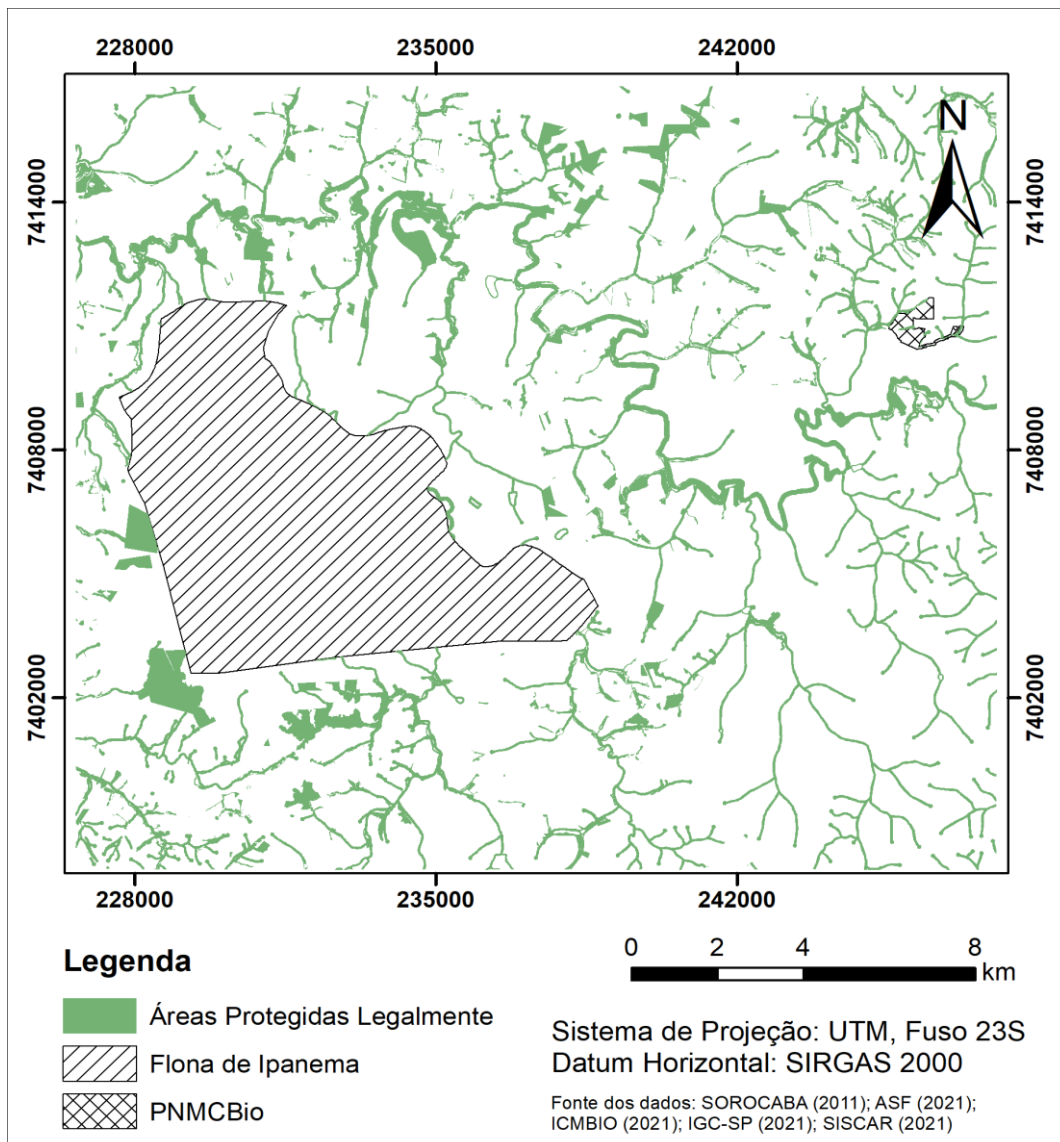
Elaborado pelos autores (2021).

Também foi possível observar na Tabela 2, que com exceção das classes de Infraestrutura Urbana e Pastagem, as classes de uso do solo se mantiveram sem grandes alterações, o que reflete também que apesar da pressão exercida pela expansão urbana, as áreas de formação florestal estão sendo mantidas dentro da área, no entanto, existe a necessidade em ampliar as áreas de formação florestal, visto que ocupam apenas 21,5% da área de estudo. Segundo Silva et al. (2019) é ideal que as áreas urbanas possuam mais de 30% de cobertura vegetal para a garantia de uma qualidade de vida alta aos residentes, enquanto as áreas com 5% a 30% de cobertura vegetal são classificadas como regulares, sendo suficiente para garantir uma qualidade de vida razoável aos residentes.

Portanto, é necessário a implantação de ferramentas de conservação da biodiversidade e da manutenção do fluxo gênico, para a garantia da sobrevivência das espécies, uma vez que com a tendência de consolidação das áreas ocupadas por infraestrutura urbana vão se tornando mais onerosas as desapropriações para a proposta de ligação dos fragmentos florestais e unidades de conservação da área.

Neste sentido, foi verificado as áreas protegidas legalmente dentro da área de estudo (Figura 3), que integram Áreas de Proteção Permanente e a Reserva Legal e que podem servir de passagem para a fauna entre os fragmentos florestais entre a Flona de Ipanema e o PNMCBio, o que pode promover uma melhor resiliência das espécies da área.

Figura 32 - Áreas protegidas legalmente.



Elaborado pelos autores (2021).

Conforme verificado na Figura 3, do total da área de estudo de 406 km², desconsiderando as unidades de conservação somente 47,95 km² estão protegidas legalmente. Observa-se ainda, que a Flona de Ipanema ocupa uma área de 53,90 km² que apresenta grande representatividade na área, e o PNMCBio ocupando uma área de 0,72 km², logo totalizando 102,57 km², que representa que 25,26% da área de estudo está legalmente protegida, para que sejam mantidos os serviços ecossistêmicos e a conservação da biodiversidade.

Observou-se ainda que apenas duas áreas foram classificadas como de topos de morro, no entanto, ambas estão localizadas dentro dos limites da Flona de Ipanema e, portanto, foram aplicadas técnicas de álgebra de mapas para subtrair essas áreas, uma vez que a Flona de Ipanema já é uma área protegida legalmente.

Em relação as APPs de declividade, também, foram encontradas apenas duas áreas, as quais estão localizadas à oeste da Flona de Ipanema, sendo que uma destas, está localizada dentro de um imóvel rural e, portanto, já estava contemplada nas áreas cadastradas no CAR.

Ainda, conforme apresentado na Tabela 3 as áreas de preservação permanente e reserva legal possuem uma elevada ocupação pela agricultura, floresta plantada, infraestrutura urbana e pastagem.

Tabela 3 - Áreas ocupadas por classes de uso do solo para os anos de 2008 e 2019 em APPs.

Classes de uso do solo	Área em km ²	
	2008	2019
Agricultura	1,64	1,82
Formação Florestal	18,80	19,13
Floresta Plantada	0,43	0,52
Infraestrutura Urbana	3,13	3,80
Pastagem	22,45	21,17
Rios e Lagos	1,44	1,44

Elaborado pelos autores (2021).

Observa-se também na Tabela 3, que houve ainda um pequeno aumento em relação ao ano de 2008 para 2019 da ocupação de agricultura e infraestrutura urbana nas áreas protegidas legalmente, mesmo após o período em que foi dado a anistia pela LPVN. Desta forma, para o ano de 2019 verifica-se que 57% da área deve ser recuperada por estarem em desacordo com a Lei, no qual, alguns dos proprietários de imóveis rurais que aderiram ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) se comprometeram a recuperar ou compensar o déficit de vegetação no prazo máximo de 20 anos, sendo contado a partir da vigência do Decreto nº 8.235 de 2014 (BRASIL, 2014).

Segundo Santoro (2014), as políticas territoriais municipais paulistas, não tem apresentado muita interferência no que tange a transição das áreas rurais para áreas urbanas, tendo ainda flexibilizado a expansão urbana e a atividade imobiliária. Ainda, conforme estudo realizado para avaliar os impactos ambientais decorrentes da ocupação urbana por Matos et al. (2011) nas margens do Igarapé Tucunduba em Belém do Pará, os autores verificaram por meio de técnicas de sensoriamento remoto e avaliações *in loco* que para o período estudado de 1972 a 2006 houve uma redução de 755% da área vegetada, tendo inclusive ocorrido a ocupação de áreas protegidas legalmente, o que vem levado a região a enfrentar graves impactos da degradação ambiental.

Visto que as áreas protegidas legalmente no Brasil têm a finalidade de conservar os recursos naturais, são necessárias ferramentas que possam auxiliar na conservação, visto que muitas destas áreas estão aptas a integrar um corredor ecológico para passagem da fauna entre os fragmentos florestais e UC, desta forma promovendo a dispersão de sementes e a manutenção fluxo gênico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação das áreas verdes protegidas legalmente entre a Flona de Ipanema e o PNMCBio, possibilitou concluir que 25,23% da área de estudo está legalmente protegida, para que sejam mantidos os serviços ecossistêmicos e a conservação da biodiversidade.

No entanto, do total das áreas protegidas legalmente, verifica-se que 57% da área deve ser recuperada por estarem em desacordo com a Lei, tendo sido verificado ainda que do ano de 2008 para 2019, houve um aumento da ocupação de infraestrutura urbana, o que se deve ao crescimento populacional na área, atrelado ao processo de expansão urbana, tendo havido uma redução das áreas de pastagem.

Neste sentido, verificou-se que o Cadastro Ambiental Rural (CAR), um sistema auto declaratório obrigatório de propriedades rurais, possibilita ao poder público realizar o levantamento da situação das propriedades rurais em relação ao atendimento à legislação auxiliando no monitoramento e fiscalização, no entanto, por se tratar de um registro auto declaratório, observou-se que a base ainda apresenta dados imprecisos, uma vez que a inserção de dados dispensa a capacitação técnica. Destaca-se, ainda, que o CAR é uma ferramenta essencial para identificação das áreas de reserva legal e áreas consolidadas, que possibilitam uma análise acerca do território nacional mais fidedigna.

Portanto, para uma melhor gestão das unidades de conservação, para a garantia da sobrevivência das espécies e manutenção dos serviços ecossistêmicos, sugere-se a utilização das áreas protegidas legalmente no país para a composição de corredores ecológicos, visando a conservação da biodiversidade e manutenção dos remanescentes florestais, para a garantia da sobrevivência das espécies e manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Como trabalhos futuros, recomenda-se verificar se as áreas que aderiram ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) se comprometendo a recuperar e compensar o déficit de vegetação no prazo máximo de 20 anos estão atendendo ao compromisso firmado no PRA, uma vez que as áreas protegidas após a sua recuperação devem estar aptas para promover a interligação das duas Unidades de Conservação (UC) localizadas na Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), promovendo maior resiliência as UC.

REFERÊNCIAS

ASF - Alaska Satellite Facility. **Earth Data**. Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/>. Acesso em: 24 jun. 2021.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P. Áreas protegidas no interior de propriedades rurais: a questão das APP e RL. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 2, p. 210-222, 2011. <https://doi.org/10.4322/loram.2011.040>

BRANCALION, P. H.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. 1-16, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.03.004>

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm. Acesso em: 15 maio 2020.

BRASIL. **Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7803.htm. Acesso em: 02 abr. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 530, de 20 de maio de 1992**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0530.htm. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 05 ago. 2020.

BRASIL. **Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2166-67.htm. Acesso em: 28 abr. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012a**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Acesso em: 04 maio 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012b**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/12727.htm. Acesso em: 04 maio 2020.

BRASIL. **Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012c**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/decreto/D7830.htm. Acesso em: 17 jun. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 8.235 de 5 de maio de 2014**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2014/decreto/d8235.htm. Acesso em: 02 abr. 2020.

CARVALHO, L. H. W.; LAUDARES, S.; LIBÓRIO, M. P.; EKEL, M. P.; MARQUES, R. O. Urban Settlement Spatial Analysis in Permanent Preservation Area of M'boicy Watershed River, Foz do Iguazu City in Brazil. **International Journal of Geosciences**, v. 7, n. 10, p. 1222, 2016. <https://doi.org/10.4236/ijg.2016.710091>

CASTRO, S. L. I.; MAY, L. R.; GARCIAS, C. M. Meio ambiente e cidades - áreas de preservação permanente (APPS) marginais urbanas na lei federal n. 12.651/12. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1340-1349, 2018. <https://doi.org/10.5902/1980509833353>

COELHO, S.; CARDOSO-LEITE, E.; CASTELLO, A. C. D. Composição florística e caracterização sucessional como subsídio para conservação e manejo do PNMCBio, Sorocaba - SP. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 331-344, 2016. <https://doi.org/10.5902/1980509821125>

CORRÊA, C. J. P.; TONELLO, K. C.; FRANCO, F. S.; LIMA, M. T. O plano diretor influencia na produção de serviços ambientais? Um estudo de caso na microbacia do Pirajibu-Mirim, em Sorocaba, SP. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 45, p. 115-129, 2017. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820170247>

ESRI, Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS Version 10.6**. Redlands: ESRI, 2017.

GARRASTAZÚ, M. C.; MENDONÇA, S. D.; HOROKOSKI, T. T.; CARDOSO, D. J.; ROSOT, M. A. D.; NIMMO, E. R.; LACERDA, A. E. B. Carbon sequestration and riparian zones: Assessing the impacts of changing regulatory practices in Southern Brazil. **Land Use Policy**, v. 42, p. 329-339, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.08.003>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 11 nov. 2020.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases cartográficas contínuas**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html>. Acesso em: 18 jun. 2021.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Ipanema**. Iperó: ICMBio, 2017.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Mapa Temático e Dados Geostatísticos das Unidades de Conservação Federais**. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/servicos/geoprocessamento/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais>. Acesso em: 18 jun. 2021.

IGC-SP - Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo. **GeoPortal - Central de Downloads**. Disponível em: <http://geoportal.igc.sp.gov.br/centraldownloads>. Acesso em: 18 jun. 2021.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Sistema Nacional de Cadastro Rural: Índices Básicos de 2013**. Disponível em: http://www.incra.gov.br/media/docs/indices_basicos_2013_por_municipio.pdf. Acesso em: 07 ago. 2020.

LOURENÇO, R. W.; SILVA, D. C. C.; MARTINS, A. C. G.; SALES, J. C. A.; ROVEDA, S. R. M. M.; ROVEDA, J. A. F. Use of fuzzy systems in the elaboration of an anthropic pressure indicator to evaluate the remaining forest fragments. **Environmental Earth Sciences**, v. 73, p. 1-8, 2015. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4253-6>

LOURENÇO, R. W.; SILVA, D. C. C.; SALES, J. C. A. Elaboração de uma metodologia de avaliação de fragmentos de remanescentes florestais como ferramenta de gestão e planejamento ambiental. **Ambiência**, v. 10, n. 3, p. 685-698, 2014. <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2014.03.03>

MAPBIOMAS. **Coleção 5 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1>. Acesso em: 18 jun. 2021.

MATOS, F. C.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise temporal da expansão urbana no entorno do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Biociências**, v. 17, n. 1, 2011.

MELLO, K.; TANIWAKI, R. H.; PAULA, F. R.; VALENTE, R. A.; RANDHIR, T. O.; MACEDO, D. R.; LEAL, C. G.; RODRIGUES, C. B.; HUGHES, R. M. Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 270, p. 110879, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110879>

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Ambiental Rural (CAR)**. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/cadastro-ambiental-rural>. Acesso em: 17 abr. 2020.

MOTA JÚNIOR, V. D.; AMORIM, S. R.; GRAHN, M. L. P.; ZAMPIERI, L. Q. R.; SMITH, W. S. Histórico e Criação do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade. In: SMITH, W. S.; RIBEIRO, C. A. (Org.). **Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade: pesquisas e perspectivas futuras**. Sorocaba: Prefeitura Municipal, 2015. p. 16-24.

NILSSON, C.; BERGGREN, K. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation: Dam operations have caused global-scale ecological changes in riparian ecosystems. How to protect river environments and human needs of rivers remains one of the most important questions of our time.

BioScience, v. 50, n. 9, p. 783-792, 2000. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0783:AORECB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0783:AORECB]2.0.CO;2)

OLIVEIRA, C. D. C.; BORGES, L. A. C.; ACERBI JÚNIOR, F. W. Land use in Permanent Preservation Areas of Grande River (MG). **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 2, e00023015, 2018.

<https://doi.org/10.1590/2179-8087.023015>

OLIVEIRA, G. C.; FERNANDES FILHO, E. I. Automated mapping of permanent preservation areas on hilltops. **CERNE**, v. 22, n. 1, p. 111-120, 2016. <https://doi.org/10.1590/01047760201622012100>

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, D. C. C.; SIMONETTI, V. C.; STROKA, E. A. B.; SABONARO, D. Z. Proposição de Corredor Ecológico entre duas Unidades de Conservação na Região Metropolitana de Sorocaba.

Revista do Departamento de Geografia, v. 32, p. 61-71, 2016. <https://doi.org/10.11606/rdg.v32i0.116467>

PINTO, L. V. A.; FERREIRA, E.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **CERNE**, v. 11, n. 1, p. 49-60, 2005.

RASMUSSEN, L. V.; JUNG, S.; BRITES, A. D.; WATKINS, C.; AGRAWAL, A. Understanding smallholders' intended deforestation behavior in the Brazilian Cerrado following environmental registry.

Environmental Research Letters, v. 12, n. 9, p. 094001, 2016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa7ee5>

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation.

Biological conservation, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>

ROITMAN, I.; VIEIRA, L. C. G.; JACOBSON, T. K. B.; BUSTAMANTE, M. M. C.; MARCONDES, N. J. S.; CURY, K.; ESTEVAM, L. S.; RIBEIRO, R. J. C.; RIBEIRO, V.; STABILE, M. C. C.; MIRANDA FILHO, R. J.; AVILA, M. L. Rural Environmental Registry: An innovative model for land-use and environmental policies.

Land Use Policy, v. 76, p. 95-102, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.037>

SALES, J. C. A.; SILVA, D. C. C.; BITAR, O. Y.; LOURENÇO, R. W. Proposal of methodology for spatial analysis applied to human development index in water basins. **GeoJournal**, v. 84, p. 813-828, 2019.

<https://doi.org/10.1007/s10708-018-9894-z>

SALES, J. C. A.; SILVA, D. C. C.; FERRARI L. T.; BERTAGNA, R.; LOURENÇO, W. R. Avaliação do impacto ambiental causado pelas alterações espaço temporal do uso do solo e da cobertura vegetal utilizando o modelo das cadeias de Markov. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 1, p. 115-124, 2016.

<https://doi.org/10.5902/2179-460X18641>

SALLES, M. H. D. et al. Avaliação simplificada de impactos ambientais na Bacia do Alto Sorocaba (SP).

Revista de Estudos Ambientais, v. 10, n. 1, p. 6-20, 2008. <https://doi.org/10.7867/1983-1501.2008v10n1p6-20>

SANTIAGO, T. M. O.; CAVIGLIA-HARRIS, J.; REZENDE, J. L. P. Carrots, Sticks and the Brazilian Forest Code: the promising response of small landowners in the Amazon. **Journal of Forest Economics**, v. 30, p. 38-51, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2017.12.001>

SANTORO, P. F. Perímetro urbano flexível, urbanização sob demanda e incompleta: o papel do Estado frente ao desafio do planejamento da expansão urbana. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 16, n. 1, p. 169, 2014. <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2014v16n1p169>

SANTOS, L. A. C. Utilização dos dados do Cadastro Ambiental Rural na análise de conflitos de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente. **Tecnia**, v. 3, n. 1, p. 174-196, 2018.

SILVA, C. A.; SANTILLI, G.; SANO, E. E.; LANEVE, G. Fire occurrences and greenhouse gas emissions from deforestation in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing**, v. 13, n. 3, p. 376, 2021.

<https://doi.org/10.3390/rs13030376>

SILVA, D. C. C.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R. W. Metodologia para análise socioambiental de domicílios presentes em bacias hidrográficas. **HOLOS**, v. 4, p. e5566, 2019.

<https://doi.org/10.15628/holos.2019.5566>

SILVA, L. F.; MALTEZ, M. A. P. F.; SILVA, E. P. F.; ASSIS, K. C. C.; BEGUELINE, M. C. L. M.; REZENDE, B. N. Mapeamento das classes do Cadastro Ambiental Rural (CAR) de imóveis rurais familiares e não familiares nas Chapadas e Grotas do Alto Jequitinhonha-MG. **Holos Environment**, v. 21, n. 1, p. 160-172, 2021. <http://dx.doi.org/10.14295/holos.v21i1.12414>

SIMONETTI, V. C.; SILVA, D. C. C.; OLIVEIRA, R. A.; SABONARO, D. Z.; ROSA, A. H. Análise da suscetibilidade do solo a processos erosivos do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMCBIO) de Sorocaba (SP). **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 44, p. 169-180, 2018.

<https://doi.org/10.5380/raega.v44i0.48838>

SISCAR - Sistema de Cadastro Ambiental Rural. **Base de downloads**. Disponível em:

<https://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads>. Acesso em: 24 jun. 2021.

SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014.

<https://doi.org/10.1126/science.1246663>

SOROCABA (Município). **Decreto nº 19.424, de 17 de agosto de 2011**. Disponível em:

<http://leismunicipa.is/epdte>. Acesso em: 18 dez. 2020.

SOROCABA (Município). **Lei nº 11.022, de 16 de dezembro de 2014**. Disponível em:

<https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-sorocaba-sp>. Acesso em: 07 ago. 2020.

SOROCABA (Município). **Decreto nº 25.912, de 25 de setembro de 2020**. Disponível em:

<http://leismunicipa.is/syigo>. Acesso em: 06 jan. 2021.

TAMBOSI, L. R.; VIDAL, M. M.; FERRAZ, S. F. B.; METZGER, J. P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 151-162, 2015.

<https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200010>

ZAKIA, M. J.; PINTO, L.F.G. **Guia para aplicação da nova lei em propriedades rurais**. Piracicaba: Imaflora, 2013.

Recebido em: 14/03/2021

Aceito para publicação em: 29/06/2021