

## ANÁLISE DAS MUDANÇAS DO USO E COBERTURA DO SOLO ENTRE 1985 E 2018 DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM – JUNDIAÍ/SÃO PAULO

Caio Molena<sup>1</sup> 

Felipe Rosafa Gavioli<sup>2</sup> 

Paulo Guilherme Molin<sup>3</sup> 

Raquel Carnivale Silva Melillo<sup>4</sup> 

### Destaques:

- A urbanização cresceu 97% na bacia entre 1985 e 2018.
- Os usos agropecuários predominam em toda a série histórica estudada.
- Houve perda líquida de 339 hectares de florestas entre 1985 e 2018.
- A agropecuária é o principal vetor de desmatamento na bacia.
- 84,48% dos remanescentes florestais identificados em 2018 existem desde 1985.

**Resumo:** A bacia do rio Jundiaí-Mirim responde por 95% do abastecimento público de Jundiaí, e vem sofrendo com a expansão da agropecuária e da urbanização nas últimas décadas, o que pode impactar a disponibilidade de água. Este trabalho analisou as mudanças no uso e cobertura do solo na bacia, nos anos de 1985, 1995, 2005 e 2018, bem como as dinâmicas de supressão e regeneração de florestas entre 1985 e 2018, com vistas a compreender os vetores de alteração da paisagem. O estudo utilizou dados secundários do MapBiomas para calcular áreas por classe de interesse, posteriormente analisadas estatisticamente. O resultado evidenciou a predominância da agropecuária, que ocupa hoje 61,57% do território, bem como uma expansão acentuada da urbanização, que cresceu 97% entre 1985 e 2018. As florestas ocupam hoje 26,79% da área estudada e 63,81% das Áreas de Preservação Permanente estão ocupadas por usos antrópicos. Entre 1985 e 2018, houve perda líquida de 339 hectares de florestas, sendo a agropecuária o principal vetor de desmatamento. Conclui-se pela necessidade de aprimorar os mecanismos de planejamento e gestão ambiental no território.

**Palavras-chave:** Uso e ocupação do solo; Geoprocessamento; Paisagem; Expansão; Urbana; Antropização.

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Padre Anchieta. E-mail: caiomolena1991@gmail.com

<sup>2</sup> Doutorando em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis (UFSCar) e professor do Centro Universitário Padre Anchieta. E-mail: gavioli.f@gmail.com

<sup>3</sup> Professor no Centro de Ciências da Natureza e no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). E-mail: pgmolin@ufscar.br

<sup>4</sup> Professora do Centro Universitário Padre Anchieta. E-mail: raquel.melillo@anchieta.br

ANALYSIS OF CHANGES IN THE USE AND COVERAGE OF THE SOIL  
BETWEEN 1985 AND 2018 IN THE JUNDIAÍ-MIRIM HYDROGRAPHIC  
BASIN - JUNDIAÍ / SÃO PAULO

**Abstract:** The hydrographic basin of Jundiá-Mirim's river accounts for 95% of public water supply in Jundiá, and thus has undergone changes in the last decades with the expansion of agriculture and urbanization, which can cause an impact in water production. This work analyzed the changes in land usage and coverage in the basin, throughout 1985, 1995, 2005, 2018, as well as the dynamics of suppression and recovery of forests between 1985 and 2018, in order to understand the main forest change drivers. The study used secondary data mapping from Mapbiomas to calculate areas by classes of interest, later statistically analyzed. Results evidenced the predominance of agriculture, which occupies 61.57% of the territory, as well as a sharp expansion of urbanization, which grew 97% between 1985 and 2018. Forests occupy 26.79% of the studied area and 63,81% of the Permanent Preservation Areas are occupied by anthropic uses. Between 1985 and 2018, there was a net loss of 339 hectares of forests, with agriculture being the main vector of deforestation. It concludes by the need to improve the mechanisms of environmental planning and management in the territory.

**Keywords:** Land usage and occupation; Geoprocessing; Landscape; Urbanization; Anthropization.

ANÁLISIS DE CAMBIOS EN EL USO Y COBERTURA DEL SUELO ENTRE  
1985 Y 2018 EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA JUNDIAÍ-MIRIM - JUNDIAÍ /  
SÃO PAULO

**Resumen:** La cuenca del río Jundiá-Mirim representa el 95% del abastecimiento público del agua de Jundiá y ha sufrido la expansión de la agricultura y la urbanización en las últimas décadas, que pueden afectar la producción de agua. Este trabajo analizó los cambios en el uso y cobertura del suelo en la cuenca, en los años 1985, 1995, 2005 y 2018, así como la dinámica de supresión y regeneración de los bosques entre 1985 y 2018. El estudio utilizó datos secundarios del proyecto Mapbiomas para calcular las áreas por clase de interés, posteriormente analizadas estadísticamente. El resultado evidenció el predominio de la agricultura, que ocupa el 61,57% del territorio, así como una fuerte expansión de la urbanización, que creció 97% entre 1985 y 2018. Los bosques ocupan el 26,79% del área estudiada y el 63,81% de las Áreas de Preservación Permanente están ocupadas por usos antrópicos. Entre 1985 y 2018, hubo una pérdida neta de 339 hectáreas de bosques, siendo la agricultura el principal vector de deforestación. Concluye por la necesidad de mejorar los mecanismos de planificación y gestión ambiental del territorio.

**Palabras clave:** Uso y ocupación del suelo; Geoprocésamiento; Paisaje; Urbanización; Antropización.

## INTRODUÇÃO

A expansão das atividades agropecuárias é apontada por diversos estudos como o principal vetor de desmatamento das florestas tropicais ao redor do mundo (HOSONUMA et al., 2012; KIM et al., 2015; PENDRILL et al., 2019). Na América Latina, a agropecuária foi responsável por 88,2% do desmatamento

ocorrido entre 1990 e 2000 (DE SY et al., 2019). O crescimento urbano também é apontado como um dos vetores mais expressivos quando se trata de destruição de florestas, especialmente quando ocorre de maneira desordenada, em função da demanda originada pelo aumento populacional (MESQUITA, et al., 2016). Além da perda da biodiversidade, a destruição das florestas pode afetar a oferta de outros serviços ecossistêmicos, tais como: a disponibilidade de água em quantidade e qualidade, a proteção do solo, o sequestro de carbono, o controle biológico de pragas na agricultura, dentre outros (BURKHARD et al., 2009; SCHMIDT et al., 2019).

Este processo de fragmentação da vegetação florestal vem sendo observado no domínio da Mata Atlântica brasileira, reconhecidamente um dos *hotspots* de biodiversidade mundial (MYERS et al., 2000) e uma das áreas de florestas tropicais que correm mais riscos de destruição (DEAN, 2004). Estimativas publicadas na última década indicam que a Mata Atlântica tem entre 12% a 28% de sua cobertura florestal original (RIBEIRO et al., 2011; REZENDE, et al., 2018). No estado de São Paulo, a cobertura florestal da Mata Atlântica ocupava originalmente 16,6 milhões de hectares, ou 67,3% do estado, sendo que atualmente apenas 32,6% desta área original está com vegetação florestal nativa, o que representa 5,4 milhões de hectares (INSTITUTO FLORESTAL, 2020).

Esta vegetação florestal remanescente está em grande medida fragmentada e degradada. Conforme Ribeiro et al. (2011), somente 0,03% dos maciços florestais de Mata Atlântica no país possuem área maior que 10.000 hectares, enquanto que a grande parte dos maciços (83,4%) possuem áreas menores que 50 hectares. Ademais, há indícios de um processo de “rejuvenescimento” das florestas de Mata Atlântica, no qual florestas maduras, ricas em diversidade, são suprimidas e substituídas por florestas jovens, menos biodiversas. Entre 1988 e 2017, houve a supressão de cerca de 10 milhões de hectares de florestas maduras no bioma, processo que ocorreu em paralelo ao incremento de florestas jovens, da ordem de 5 milhões de hectares. Atualmente, aproximadamente 11% da cobertura florestal do bioma possui idade inferior a 20 anos e um terço dessa cobertura mais jovem possui menos de 10 anos (ROSA et al., 2021). Este processo de supressão dos maciços florestais maduros traz

impactos relevantes para o bioma. Como aponta Lima et al. (2020), 83% a 85% de 1.819 inventários florestais realizados no bioma apresentaram perdas de biomassa florestal (da ordem de 25% a 32%) e de biodiversidade (23% a 31%).

A cobertura florestal e a sua substituição por outros usos e ocupações do solo afetam diretamente a produção e oferta de água, em qualidade e em quantidade. O estudo de Mello et al. (2020) indica que a agricultura, a mineração e a urbanização são os principais usos do solo que podem prejudicar a produção de água, ao passo que a manutenção e restauração de vegetação florestal, em especial ao longo de corpos d'água, apresentam relação positiva com a produção de água.

O presente trabalho se insere neste contexto de vinculação entre cobertura florestal e produção de água, e propõe avaliar as dinâmicas de uso e ocupação do solo nas últimas três décadas, em uma bacia hidrográfica produtora de água para abastecimento público, e inserida em uma região de Mata Atlântica marcada pela intensa antropização, como é o caso da bacia do rio Jundiaí-Mirim. Situada nos municípios paulistas de Jundiaí, Jarinu e Campo Limpo Paulista, em uma região densamente industrializada e urbanizada do estado de São Paulo, a bacia do rio Jundiaí-Mirim é responsável por 95% do abastecimento de água potável do município de Jundiaí (MACHADO et al., 2019). Dada sua importância estratégica no abastecimento público, a bacia é protegida pela lei municipal 2.405 de 1980, de proteção aos mananciais (JUNDIAÍ, 1980), e é considerada como Zona de Conservação Hídrica da área de proteção ambiental de Jundiaí, conforme o Decreto Estadual 43.284/1998 (SÃO PAULO, 1998; SÃO PAULO, 2006).

Nas últimas décadas, a bacia do Rio Jundiaí-Mirim vem sofrendo um processo acentuado de alterações no uso e cobertura do solo, com expansão da urbanização (FREITAS et al., 2013) o que compromete a qualidade dos recursos hídricos utilizados para o abastecimento público (DE-CARLI et al., 2018). Diversos estudos ambientais e de mapeamento do uso e cobertura do solo no território vêm sendo realizados desde 2001 (TAVARES, 2001; FREITAS, et al., 2013; MARQUES, 2016; FENGLER, 2014, SILVA e MEDEIROS, 2017). Estes estudos, de modo geral, indicam que a maior parte da bacia do Rio Jundiaí-Mirim é ocupada por áreas de agropecuária com usos como pastagem,

fruticultura, e florestas plantadas (plantações de pinus e eucalipto), sendo que Tavares (2001) identificou estes usos em 60% da bacia, passando para 64% em 2016 conforme Silva e Medeiros (2017). As áreas de uso urbano, que em 1972 compreendiam 3,4% da bacia (FENGLER, 2014), passaram para 9,75% em 2001 (TAVARES, 2001), e depois 18,4% do território em 2013 (FENGLER, 2014) o que é reflexo da crescente urbanização do território, como observado por Freitas et al. (2013) e Medeiros et al. (2016).

Já as áreas com formações florestais foram contabilizadas nestes estudos em 25,5% da área da bacia em 1972 (FENGLER, 2014), depois em 17,18% da área da bacia por Tavares (2001), depois em 19,55% em 2013 por Fengler (2014), e posteriormente em 22,4% conforme Silva e Medeiros (2017). Assim, se observa que houve uma redução da cobertura florestal entre 1972 e 2001, com uma tendência de incremento a partir de então. Sem embargo, o estudo de Fengler et al. (2015) apontou para uma realidade preocupante de deterioração na qualidade ambiental dos fragmentos florestais da bacia observada entre 1972 e 2013, mediante a fragmentação dos maciços florestais, associado à expansão urbana no território.

Outro fator relevante a ser observado na bacia é a condição do uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente (APP). Conforme a Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012) as APPs são áreas especialmente protegidas associadas a nascentes, corpos hídricos, áreas de elevadas declividade, dentre outras que devem ser mantidas com vegetação nativa ou serem restauradas, integralmente ou em função do tamanho da propriedade rural, no caso da aplicação das chamadas disposições transitórias da legislação (BRASIL, 2012; BRANCALION et al., 2016). Estudo efetuado em 2013 indicou que 55% das APPs do território eram ocupadas por agricultura (FREITAS et al., 2013), sendo que em 2017, novo estudo constatou que mais de 80% das APPs da bacia do rio Jundiá-Mirim estão degradadas ou ocupadas por uso irregular (SILVA e MEDEIROS, 2017), o que indica uma tendência de agravamento da degradação ambiental e descumprimento da legislação no território.

A partir dos estudos já realizados na bacia, verifica-se que mais da metade do território é, historicamente, ocupado por atividades antrópicas, notadamente agropecuária, mas também com urbanização crescente nos

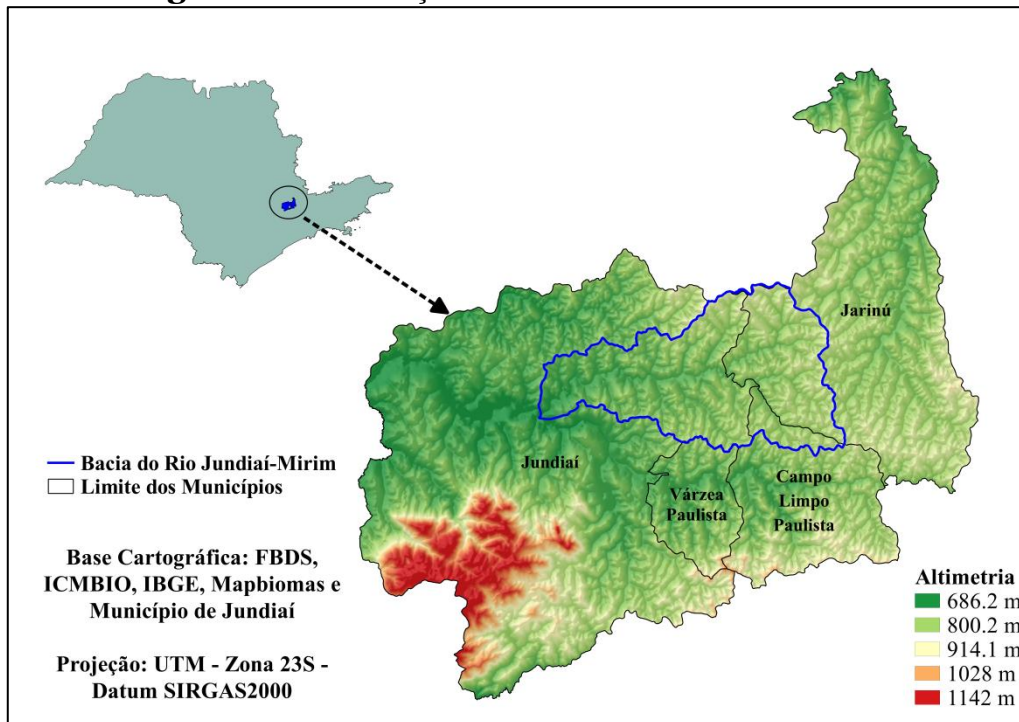
últimos anos. As APPs hídricas estão, de forma geral, antropizadas, e as florestas remanescentes são representadas por fragmentos de pequena dimensão e isolados na paisagem. Sem embargo, é possível vislumbrar uma tendência de incremento na cobertura florestal, ainda insuficiente, entretanto, para garantir o desempenho adequado dos serviços ecossistêmicos. Este cenário aponta para uma condição de qualidade ambiental da bacia pouco favorável para a garantia de disponibilidade de água em qualidade e quantidade desejada.

Partindo deste contexto, a presente pesquisa efetuou um diagnóstico atualizado das condições de uso e cobertura do solo da bacia do rio Jundiáí-Mirim, bem como avaliou as dinâmicas de paisagem ocorridas entre 1985, 1995, 2005 e 2018 e as mudanças detectadas nos fragmentos florestais entre 1985 e 2018, de modo a compreender os principais vetores de alteração da paisagem. O estudo se justifica pela importância da bacia hidrográfica do rio Jundiáí-Mirim na produção de água para o abastecimento público de Jundiáí, e na relevância dos fragmentos florestais nesta manutenção da qualidade e quantidade de água.

## **METODOLOGIA**

O estudo foi desenvolvido no território da bacia do Rio Jundiáí-Mirim, que compreende parte dos municípios de Jundiáí (59%), Jarinu (34%) e Campo Limpo Paulista (7%), conforme indicado na Figura 1. A bacia se localiza na porção nordeste do município de Jundiáí, e apresenta área total de 12.102 hectares.

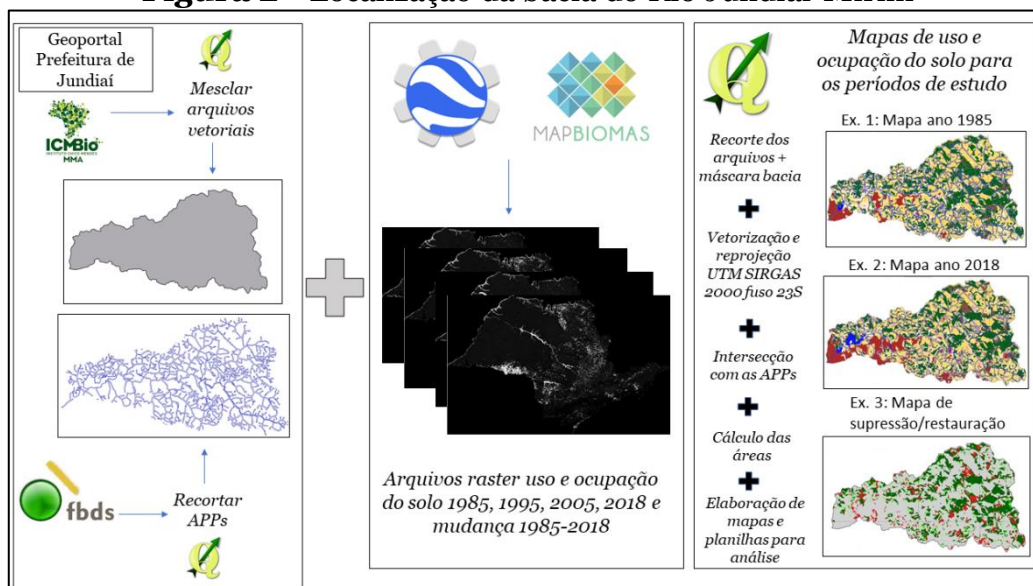
**Figura 1**– Localização da bacia do Rio Jundiá-Mirim



Fonte: Os autores.

Todo o estudo foi realizado a partir do software livre de geoprocessamento QGIS, versão 2.18.18 Las Palmas, seguindo o itinerário metodológico já utilizado por Gavioli et al. (2019) e Gavioli e Hossomi (2020), e representado esquematicamente na Figura 2.

**Figura 2**– Localização da bacia do Rio Jundiá-Mirim



Fonte: Os autores.

Conforme se observa da Figura 2, o trabalho foi iniciado com a delimitação da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, a partir da mescla dos limites da bacia na sua porção incidente em Jundiá (arquivo obtido no geoportal da Prefeitura Municipal) com a porção da bacia incidente em Jarinu e Campo Limpo Paulista, obtida no sítio eletrônico do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, 2020).

Os arquivos vetoriais das APPs incidentes na bacia foram obtidos junto ao sítio eletrônico da Organização Não Governamental Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), que mapeou a cobertura vegetal e hidrografia nos municípios brasileiros a partir de imagens de satélite do ano de 2013 e com resolução espacial de 5 metros, cujos arquivos foram disponibilizados ao público em 2018 na escala 1:25.000 (REZENDE et al., 2018; FBDS, 2020).

O mapeamento do uso e cobertura do solo foi realizado a partir das informações disponíveis do projeto MapBiomas coleção 4.1. O MapBiomas é uma iniciativa interinstitucional, que vêm mapeando as mudanças de uso e cobertura do solo do Brasil, a partir de imagens de satélite de 30 metros de resolução, desde 1985 até os dias atuais (MAPBIOMAS, 2020). Foram acessados os arquivos *raster* de uso e ocupação do solo para o estado de São Paulo, gerados pela iniciativa MapBiomas, para os anos de interesse do estudo, e para as transições de uso e cobertura do solo ocorridas entre 1985 e 2018. Os arquivos foram obtidos na plataforma Google Earth Engine.

Por fim foram recortadas as informações de uso e ocupação do solo utilizando a máscara dos limites da bacia de interesse. Uma vez vetorizados, os arquivos gerados foram reprojatados para UTM fuso 23S Datum SIRGAS 2000 e interseccionados com as APPs da bacia, permitindo o cálculo das áreas. O procedimento foi repetido para cada um dos anos de interesse. As informações foram exportadas para o software Excel para análise estatística.

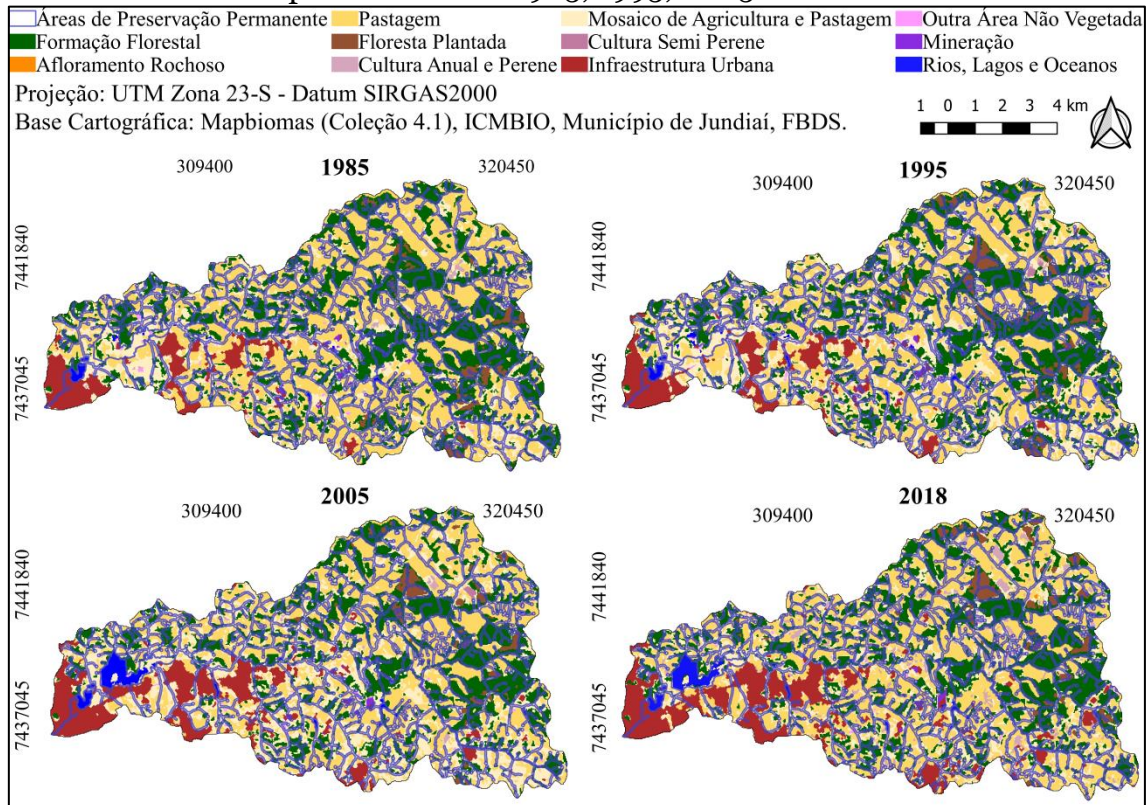
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os mapas de uso e ocupação do solo gerados para a bacia para os anos de 1985, 1995, 2005 e 2018 podem ser observados na Figura 3 e os resultados do



cálculo das áreas para cada ano e cada classe de uso e ocupação do solo podem ser observados na Tabela 1.

**Figura 3**– Mapas de uso e ocupação do solo da bacia do rio Jundiá-Mirim para os anos de 1985, 1995, 2005 e 2018



Fonte: Os autores.

**Tabela 1**– Soma das áreas de uso e ocupação do solo da bacia dentro e fora das APPs - anos de 1985, 1995, 2005 e 2018

Classe de Uso	Área (ha) 1985			Área (ha) 1995			Área (ha) 2005			Área (ha) 2018		
	Fora de APP	Dentro de APP		Fora de APP	Dentro de APP		Fora de APP	Dentro de APP		Fora de APP	Dentro de APP	
		Rios	Nascentes		Rios	Nascentes		Rios	Nascentes		Rios	Nascentes
Formação Florestal	2.692	730	175	2.616	758	175	2.259	711	144	2.319	778	145
Afloramento Rochoso	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-
<b>Formações Nativas (Total)</b>	<b>2.693</b>	<b>730</b>	<b>175</b>	<b>2.616</b>	<b>758</b>	<b>175</b>	<b>2.259</b>	<b>711</b>	<b>144</b>	<b>2.322</b>	<b>780</b>	<b>145</b>
Pastagem	4.088	668	151	3.226	369	115	3.138	454	150	3.618	557	160
Floresta Plantada	197	19	11	282	36	16	204	22	10	271	33	14
Cultura Anual e Perene	45	1	-	10	-	-	28	-	-	214	7	6
Cultura Semi Perene	-	-	-	10	-	-	11	-	-	-	-	-
Mosaico de Agricultura e Pastagem	1.871	661	74	2629	912	105	2760	872	104	1.815	677	79
<b>Agropecuária (Total)</b>	<b>6.201</b>	<b>1.350</b>	<b>237</b>	<b>6.157</b>	<b>1.317</b>	<b>236</b>	<b>6.141</b>	<b>1.348</b>	<b>264</b>	<b>5.918</b>	<b>1.274</b>	<b>259</b>
Infraestrutura Urbana	572	40	-	686	47	1	978	62	4	1.129	73	7
Outra Área Não Vegetada	31	3	-	29	6	-	18	6	-	26	4	1
Mineração	19	8	1	16	3	-	16	4	-	18	2	-
Rios, Lagos e Oceanos	36	7	-	48	7	-	140	7	-	139	5	-
<b>Outros Usos (Total)</b>	<b>658</b>	<b>58</b>	<b>1</b>	<b>779</b>	<b>63</b>	<b>1</b>	<b>1152</b>	<b>79</b>	<b>4</b>	<b>1312</b>	<b>84</b>	<b>8</b>
<b>Total</b>	<b>9.552</b>	<b>2.138</b>	<b>412</b>	<b>9.552</b>	<b>2.138</b>	<b>412</b>	<b>9.552</b>	<b>2.138</b>	<b>412</b>	<b>9.552</b>	<b>2.138</b>	<b>412</b>

Fonte: Os autores.

Corroborando com os resultados de outros estudos já realizados na bacia, foi identificado que a maior parte do território é ocupado por atividades agropecuárias, como áreas de pastagem, agricultura, fruticultura e silvicultura. Estes usos agropecuários representavam cerca de 64% de ocupação do solo da bacia durante os anos de 1985, 1995 e 2005, sendo que no ano de 2018 foi identificada uma diminuição de cerca de 3%, totalizando 61,57% da bacia, ou 7.451 hectares. Deste modo, verifica-se uma tendência histórica de predomínio dos usos agropecuários na bacia, que se mantém estável desde 1985 até os dias atuais.

A agropecuária, que é uma das atividades econômicas mais importantes do país (MARTINELLI, et al., 2010), se realizada sem os critérios técnicos adequados no uso de insumos e na conservação do solo, pode apresentar um potencial de poluição e de impacto ambiental sobre os recursos hídricos, em decorrência de processos erosivos e do consequente carreamento de sedimentos, nutrientes e substâncias tóxicas para as águas superficiais (TANIWAKI et al., 2017; MELLO et al., 2020). Portanto, é fundamental que as atividades agropecuárias realizadas na bacia considerem as medidas técnicas adequadas de conservação do solo e aplicação racional de fertilizantes e agrotóxicos, considerando o fato da bacia ser o principal manancial de abastecimento público de Jundiá.

Já as áreas de usos urbanos apresentaram crescimento acelerado na bacia. Desde 1985 se verifica uma tendência de crescimento das áreas de infraestrutura urbana, que passou de 612 hectares em 1985 para 1.209 hectares em 2018, apresentando aumento de cerca de 97%. O período notadamente mais acelerado de urbanização foi entre os anos de 1995 e 2005, onde houve aumento de 42,23%. Avalia-se que o crescimento urbano na bacia deve ser ordenado, pois essa natureza de uso pode acarretar riscos diversos de impacto ambiental para os recursos hídricos, tais como despejo de resíduos orgânicos, carregamento de resíduos sólidos para o corpo d'água, diminuição na recarga do lençol freático e alterações na hidrologia em decorrência da impermeabilização, entre outros (TROMBONI et al., 2017).

No que se refere à cobertura florestal, é possível verificar que houve considerável supressão das formações florestais, especialmente no período entre

1995 e 2005, onde houve decremento de 12,26%. Contudo, no período seguinte de 2005 a 2018, houve um acréscimo de 4,11% na cobertura florestal, totalizando em 2018 uma porcentagem de 26,79% da área total da bacia, ou 3.242 hectares. Segundo Arroyo-Rodrigues et al. (2020) a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos em paisagens tropicais depende da manutenção de pelo menos 40% de áreas florestais nestas paisagens, sendo que o estudo revelou que a bacia apresentava, em 2018, cerca de 13% de cobertura florestal a menos do que este nível indicado.

Em relação à cobertura florestal em APPs, nota-se a mesma tendência de decremento no período entre 1995 e 2005, onde a cobertura florestal em APPs passou de 933 hectares para 855 hectares, em redução de 8,36%, seguida por acréscimo no período seguinte, com aumento de 7,95% na cobertura florestal em APP, passando de 855 hectares em 2005 para 923 hectares em 2018, o que equivale a 36,19% das APPs do território. Desta forma, verifica-se que houve menor redução da cobertura florestal em APPs (-8,36%) se comparada com a redução da cobertura florestal observada para a totalidade do território entre 1995 e 2005 (-12,26%), e depois um maior incremento de florestas em APPs no período de 2005 a 2018 (7,95%), se também comparado com o incremento observado na área total da bacia e no mesmo período (4,11%). Estes resultados podem ser reflexo da maior probabilidade de haver regeneração natural de vegetação nativa em áreas acidentadas e próximas a corpos hídricos, como indicado no estudo de Molin et al. (2018).

A mineração, apesar de ocupar parte reduzida da bacia, é um uso com elevado potencial de impacto ambiental, em especial considerando o caráter de manancial da bacia (MELLO et al., 2020). Observa-se, de 1985 para 2018, uma tendência de redução deste uso, com redução acelerada entre 1985 e 1995. No período total, a redução da mineração foi de 28,57%, ou 8 hectares. Em 2018, essa categoria de uso representa 0,18% da área da bacia, ou seja, 20 hectares. Os impactos ambientais sobre os recursos hídricos, decorrentes de atividades de mineração de argila, principal tipologia de atividade minerária presente no território, ocorrem principalmente em decorrência das operações de escavação e desmonte de encostas, com potencial para processos erosivos, assoreamentos de corpos hídricos, e alterações hidrológicas. Essas atividades, se realizadas sem o

adequado controle ambiental, ameaçam significativamente a qualidade da água, bem como os ecossistemas aquáticos (DA SILVA, et al., 2017).

Em relação a situação de uso e cobertura do solo nas APPs, o estudo revelou que cerca de 63,81% das APPs da bacia estavam ocupadas por atividades antrópicas em 2018, portanto em valor inferior ao indicado no estudo de Silva e Medeiros (2017). Neste ano, dos 2.550 hectares de APPs, 1.533 hectares estavam ocupados por agropecuária, 80 hectares por usos urbanos, 2 hectares por mineração, 923 hectares por cobertura florestal, o que representa 36,19% das APPs regulares e 2 hectares em áreas de afloramento rochoso. No recorte histórico, observa-se que de 1985 a 2018 houve redução de 1,32% do uso agropecuário em APPs (de 1.586 hectares em 1985 para 1.533 hectares em 2018) ao passo que houve aumento de 100% na ocupação urbana em APPs (de 40 hectares em 1985 para 80 hectares em 2018), o que reflete o cenário de intensa urbanização do território.

Verifica-se que a redução dos usos agropecuários ocorreu em APPs de corpos hídricos (de 1.350 hectares em 1985 para 1.274 hectares em 2018), ao passo que em APPs associadas a nascentes constatou-se um incremento nos usos agropecuários, que passaram de 237 para 259 hectares entre 1985 e 2018. Quanto aos usos urbanos, o incremento ocorreu em APPs de corpos hídricos e de nascentes. Dos 412 hectares de APPs de nascentes da bacia, 259 hectares estão com usos agropecuários no mapeamento de 2018, o que indica que 62,86% das nascentes estão degradadas. 35,19% das APPs de nascentes, ou 145 hectares, se encontravam com vegetação nativa em 2018, ao passo que em 1985 este montante era de 42,37% ou 175 hectares, indicando que o decréscimo da cobertura florestal em APPs de nascentes ocorreu em paralelo ao incremento dos usos agropecuários e urbanos nestes espaços. Este cenário é preocupante, vez que a boa preservação e manutenção das nascentes e de suas APPs estão associadas com uma maior qualidade da produção de água, ao que a intensificação da agropecuária ou da urbanização nestes locais pode afetar a capacidade de produção de água de bacias tropicais (TANIWAKI, 2016).

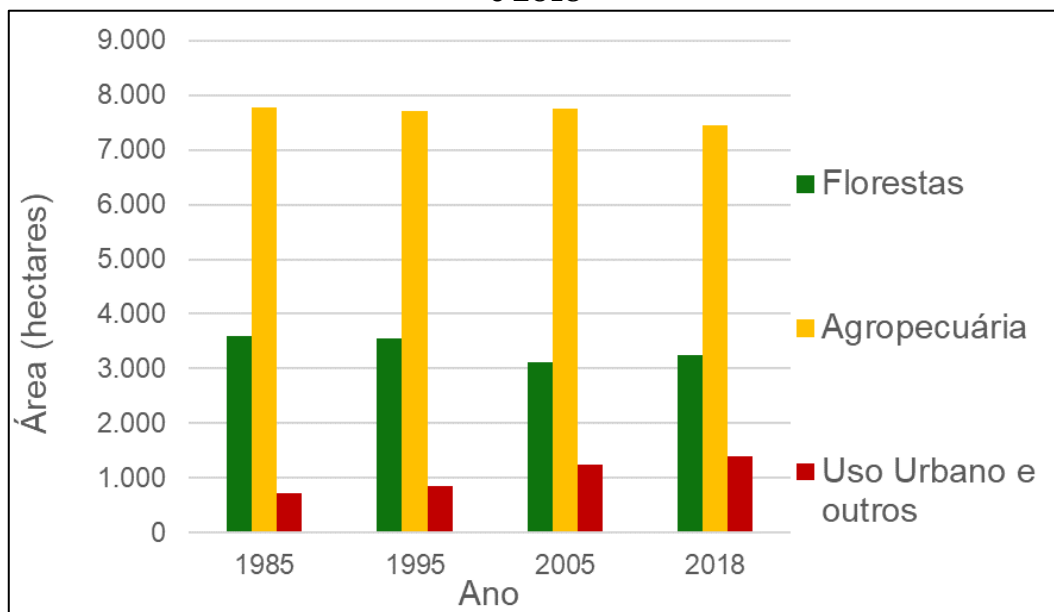
Se houvesse, hipoteticamente, a restauração florestal da totalidade das APPs ocupadas por usos agropecuários na bacia, o montante total de florestas no território passaria dos atuais 3.242 hectares para 4.775 hectares, ou 39,45%

da bacia. Este percentual de cobertura florestal, associado às APPs restauradas que assim desempenham de modo mais adequado sua função como corredores ecológicos, podem contribuir com a qualidade ambiental do território (ARROYO-RODRIGUES et al., 2020).

Cumprir, no entanto, que a característica rural da bacia e o predomínio de pequenas propriedades pode impactar a restauração florestal das APPs ocupadas por usos agropecuários, pela aplicação das disposições transitórias da Lei 12.651/2012, em especial a “regra da escadinha” prevista no artigo 61-A. Por outro lado, o incremento de cobertura florestal verificado nas APPs de corpos hídricos do território pode indicar uma tendência de regeneração da vegetação nativa nestes espaços, o que contribui para uma otimização do custo-efetividade da restauração ecológica destas áreas especialmente protegidas, conforme já indicado por Molin et al. (2018).

O gráfico da Figura 4 representa a evolução das classes agrupadas de uso no recorte histórico adotado de 1985 a 2018.

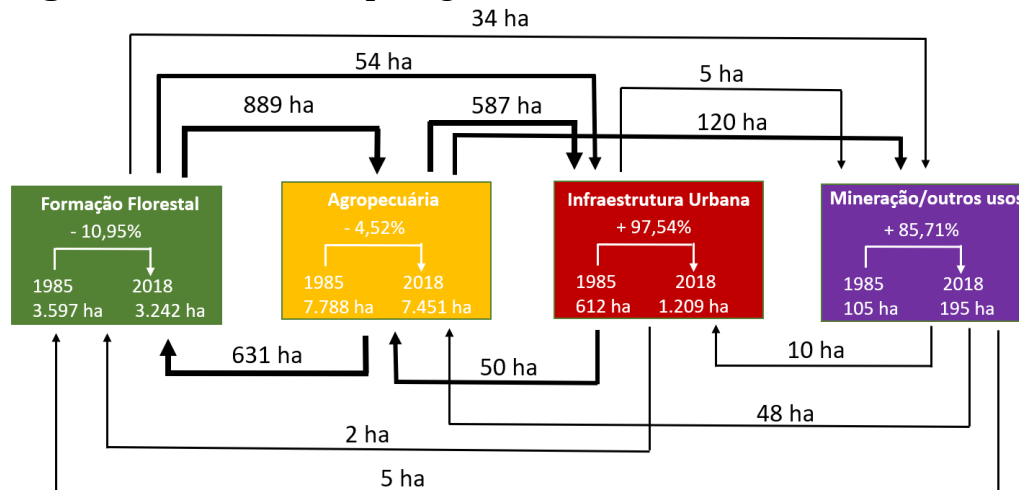
**Figura 4**– Evolução das classes agrupadas de uso nos anos de 1985, 1995, 2005 e 2018



Fontes: Os autores.

Além de retratar a condição de uso e ocupação do solo na bacia em cada ano de interesse, também avaliamos a dinâmica de mudanças entre as diversas classes entre 1985 e 2018. Os resultados desta análise são apresentados na Figura 5.

**Figura 5-** Dinâmicas da paisagem na bacia entre os anos de 1985 e 2018



Fonte: Os autores.

Foi constatado que houve conversão de 889 hectares de florestas nativas para atividades agropecuárias, sendo que destes 159 hectares foram suprimidos em APPs. As áreas urbanas foram responsáveis por 54 hectares de supressão de florestas, sendo 3 hectares em APPs. Para outros usos, como mineração e áreas não vegetadas, houve a conversão de 34 hectares de florestas, sendo 2 hectares em APPs no período entre 1985 e 2018. Assim, apesar do acentuado crescimento urbano na bacia no período estudado, o principal vetor de supressão florestal foi a agropecuária, o que sugere que a urbanização vem ocorrendo sobre áreas já desmatadas anteriormente pela agropecuária. De fato, verifica-se que 587 hectares ocupados por agropecuária em 1985 foram urbanizados em 2018.

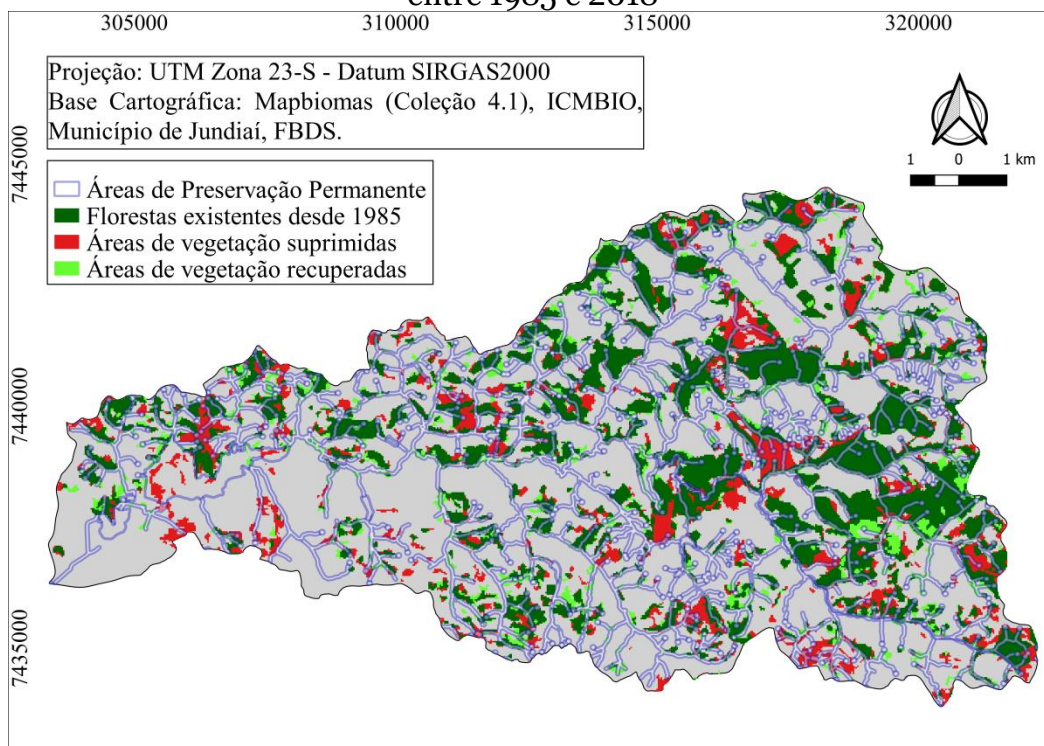
No que se refere à restauração de áreas florestais, foi a agropecuária que mais cedeu áreas para a restauração, com 631 hectares totais na bacia, dos quais 191 hectares foram restaurados em APPs durante o período entre 1985 e 2018. Já as áreas de uso urbano e outros usos que cederam espaço para a restauração florestal somam apenas 7 hectares, sendo 2 hectares em APP. Desta forma, dos 638 hectares restaurados com florestas entre 1985 e 2018, 193 hectares (30,25%) foram restaurados em APPs hídricas.

Em relação às florestas que se mantiveram de 1985 a 2018, estas somam 2.739 hectares, o que representa 84,48% dos remanescentes florestais identificados em 2018 (3.242 hectares). Assim, é possível afirmar que a maior

parte das florestas remanescentes na bacia apresentam pelo menos 33 anos de idade, o que sugere, em uma primeira aproximação, uma incidência relevante de florestas maduras no território. Cabe indicar que recente estudo de Silva Junior et al. (2020), utilizando os mesmos dados da iniciativa MapBiomas, identificou que mais de 50% das florestas da Mata Atlântica brasileira apresentam 12 anos de idade, o que coloca, em princípio, os fragmentos da bacia em análise em uma melhor condição ecológica se comparados com o cenário geral da Mata Atlântica, e considerando somente a métrica idade dos fragmentos na análise.

Na Figura 6 é possível observar o mapa de supressão e restauração florestal que a bacia apresentou entre 1985 e 2018.

**Figura 6**– Supressão e restauração florestal na bacia do rio Jundiá-Mirim entre 1985 e 2018



Fonte: Os autores.



## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir dos resultados obtidos, é possível evidenciar a predominância histórica das atividades relacionadas à agropecuária na bacia do rio Jundiá-Mirim e a tendência acentuada de expansão da urbanização que, entre 1985 e 2018, foi incrementada em 97% na bacia. Estas duas atividades de uso antrópico podem causar impactos ambientais graves aos recursos hídricos se desprovidas de mecanismos de gestão ambiental adequados.

Os fragmentos florestais identificados correspondem a uma porcentagem total abaixo do que o recomendado para conformar paisagens saudáveis do ponto de vista da conservação da biodiversidade (ARROYO-RODRIGUES et al., 2020), em especial quando se trata de bacias com caráter de manancial, e, portanto, com importância crucial para a produção de água. Outro ponto crítico neste aspecto é o fato de que em 2018 apenas 36,19% das APPs se encontravam com cobertura florestal, o que corresponde a 923 hectares.

Em relação às dinâmicas de supressão e restauração das áreas florestadas, foi identificado um decréscimo líquido de 339 hectares de florestas no território e no período estudado, visto que no período entre 1985 e 2018 foram suprimidos 978 hectares, porém recuperados apenas 639 hectares. Nas APPs, por outro lado, foi identificado um incremento líquido de cobertura florestal da ordem de 28 hectares, pois no mesmo período foram suprimidos 165 hectares em APP e restaurados 193 hectares. O estudo revelou que, apesar do acentuado crescimento do uso urbano na bacia entre 1985 e 2018, o principal vetor de desmatamento foi a agropecuária, o que sugere que a urbanização vem ocorrendo em áreas já antropizadas e desmatadas no passado para usos agropecuários.

Das florestas remanescentes na bacia em 2018, 84,48% ou 2.739 hectares existem desde 1985, o que sugere, em uma primeira aproximação, uma incidência relevante de florestas maduras no território.

Conclui-se dessa forma que a bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim necessita de mecanismos e ferramentas de planejamento e gestão ambiental, que priorizem a restauração ecológica de áreas protegidas (em especial nascentes), a conservação dos maciços florestais existentes, a adoção de

medidas de conservação de solo e controle ambiental nas atividades agropecuárias e a diminuição da expansão urbana no território, com o objetivo de manter e incrementar a qualidade ambiental da bacia, em especial com foco na produção de água em qualidade e em quantidade.

## REFERÊNCIAS

ARROYO-RODRIGUEZ, V.; FAHRIG, L.; TABARELLI, M.; WATLING, J.; TISCHENDORF, L.; BENCHIMOL, M.; CAZETTA, E.; FARIA, D.; LEAL, I. R.; MELO, F. P. L.; MORANTE-FILHO, J.; SANTOS, B. A.; ARASA-GISBERT, R.; ARCE-PEÑA, N.; CERVANTES-LÓPEZ, M. J.; VALENZUELA, S. C.; ACEDO, C. G.; SAN-JOSÉ, M.; VIEIRA, I. C. G.; SLIK, J. W. F.; NOWAKOWSKI, A. J.; TSCHARNTKE, T. Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation. **Ecology Letters**, p.1-17, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1111/ele.13535>

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília: 28 maio 2012a. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em maio de 2020.

BRANCALION P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. 1–15, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.03.004>

BURKHARD, B.; KROLL, F.; MÜLLER, F.; WINDHORST, W. Landscape´s capacities to provide ecosystem services – a concept for land-cover based assessments. **Landscape Online**, v.15. p.1-22. 2009. Doi: <https://doi.org/10.3097/LO.200915>

DA SILVA, R. F. B., BATISTELLA, M., MORAN, E. F. Socioeconomic changes and environmental policies as dimensions of regional land transitions in the Atlantic Forest. **Brazil. Environmental Science & Policy**, v.74, 14–22, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.04.019>

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. 1ª edição. São Paulo: Cia. das Letras, 2004. 484 p. [1ª impressão 1996].

DE CARLI, B.P., SOUZA, J.C., SOUSA, J.A.P., SHOEGIMA, T.F., BARREIRO, M.D.P.R., DUTRA, A.C., MEDEIROS, G.A., RIBEIRO, A.I., BRESSANE, A. Relationship between land use and water quality in a subtropical river basin.

**Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 7, n.3, p.245-261. 2018. Doi: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2018v7i3.p245-261>

DE SY, V.; HEROLD, M.; ACHARD, F.; AVITABILE, V.; BACCINI, A.; CARTER, S.; CLEVERS, J. G. P. W.; LINDQUIST, E.; PEREIRA, M.; VERCHOT, L. Tropical deforestation drivers and associated carbon emission factors derived from remote sensing data. **Environmental Research Letters**, vol. 14, no. 9, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3dc6>

FENGLER, F. H., MORAES, J.F.L., RIBEIRO, A.I., PECHE FILHO, A., STORINO, M., MEDEIROS, G.A. Qualidade ambiental dos fragmentos florestais na Bacia Hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim entre 1972 e 2013. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n.4, p.402-408, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p402-408>

FENGLER, F.H. **Variação temporal dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim**. Dissertação de mestrado. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2014. 124p.

FREITAS, E. P.; MORAES, J. F. L.; PECHE FILHO, A.; STORINO, M. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.17, n.4, pp.443-449, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400013>

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (FBDS). **Mapeamento em Alta Resolução dos Biomas Brasileiros**: arquivos vetoriais, metadados e metodologia, 2018. Disponível em: [www.geo.fbds.org.br](http://www.geo.fbds.org.br). Acesso em: 10 de maio de 2020.

GAVIOLI, F.R., HOSSOMI, A.M.T. Avaliação da temporalidade de ocupações em Áreas de Preservação Permanente no município de Jundiá/SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.15, n3. Curitiba, p.1-17, 2020.

GAVIOLI, F.R., MELILLO, R.C.S., OLIVEIRA, C.R. Diagnóstico atual dos aspectos florestais e conformidade legal de assentamentos rurais da região de Campinas – Estado de São Paulo. **Revista Retratos de Assentamentos**, v.22, n.2. Araraquara, p.147-178, 2019.

HOSONUMA, N.; HEROLD, M.; DE SY, V.; DE FRIES, R.S.; BROCKHAUS, M.; VERCHOT, L.; ANGELSEN, A.; ROMIJN, E. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. **Environmental Research Letters**, vol. 7, no. 4, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044009>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico**, Brasil, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/jundiai/panorama>. Acesso em: 16 de Julho de 2020.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO E BIODIVERSIDADE – ICMBIO. **Sítio eletrônico**, Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/>. Acesso em: 10 de Maio de 2020.

INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo 2020**: mapeamento da cobertura vegetal nativa. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, 2020. 40p. Disponível em: [www.iflorestal.sp.gov.br](http://www.iflorestal.sp.gov.br). Acesso em: 10 de Maio de 2020

JUNDIAÍ. Lei municipal nº 2405, de 10 de Junho de 1980. Disciplina o uso do solo para proteção dos recursos hídricos de interesse municipal, e dá providências correlatas. **Câmara Municipal de Jundiá**. Jundiá, 1980. Disponível em: [http://sapl.jundiai.sp.leg.br/sapl\\_documentos/norma\\_juridica/2395\\_texto\\_consolidado.pdf](http://sapl.jundiai.sp.leg.br/sapl_documentos/norma_juridica/2395_texto_consolidado.pdf). Acesso em: 10 de Maio de 2020.

KIM, D.; SEXTON, J.O.; TOWNSHEND, J.R.; Tropics from the 1990S to the 2000's. **Geophysical Research Letters**, vol. 42, p. 3495–3501, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1002/2014GL062777>. Received

LIMA, R.A.F.; OLIVEIRA, A.A.; PITTA, G.R.; GASPER, A.L.; VIBRANS, A.C.; CHAVE, J.; STEEGE, H.; PRADO, P.I. The erosion of biodiversity and biomass in the Atlantic Forest biodiversity hotspot. **Nature Communications**, 11, 6347, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20217-w>

MACHADO, F.H., FENGLER, F.H., MEDEIROS, G.A. Public policies and environmental protection: analysis of environmental legislation applicable to a river basin in southeast Brazil. **Veredas do Direito**, v.16, n.35, p.349-383, 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.18623/rvd.v16i35.1386>

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura do Solo do Brasil**: (Coleção 4.0), 2019. Disponível em: <https://mapbiomas.org/> Acesso em: 10 de Maio de 2020.

MARQUES, B.V. **Avaliação dos ambientes de proteção da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim/SP**. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Sorocaba, 2016.

MARTINELLI, L.A., NAYLOR, R., VITOUSEK, P.M., MOUTINHO, P. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v.2, p.431–438. 2010. Doi: <https://doi.org/10.1016/j>

MEDEIROS, G.A., MARQUES, B.V., FENGLER, F.H., MACHADO, F.H., MORAES, J.F.L., PECHE FILHO, A., LONGO, R.M., RIBEIRO, A.I. Environmental assessment using landscapes analysis methodology: the case of the Jundiá Mirim river basin, southeast, Brazil. **WIT Conferences, Transactions on Ecology and the Environment**. V. 203, p.25-36, 2016. Doi: <https://doi.org/10.2495/EID160031>

MELLO, K., TANIWAKI, R.H., PAULO, 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.1-16, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110879>

MESQUITA, F.; SILVESTRE K.F.; STEINKE, V.A. Urbanização e degradação ambiental: Análise da ocupação irregular em áreas de proteção permanente na região administrativa de Vicente Pires, DF, utilizando imagens aéreas do ano de 2016. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Brasília, v.10, n.03, 722-734, 2016.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, 24, p.853-858. 2000. Doi: <https://doi.org/10.1038/35002501>

MOLIN, P.G; CHAZDON, R.; FERRAZ, S.F.B.; BRANCALION, P. H. S. A landscape approach for cost-effective large-scale forest restoration. **Journal of Applied Ecology**, v..55 p. 2767-2778, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13263>

PENDRILL, F.; PERSSON, U. M.; GODAR, J.; KASTNER, T.; MORAN, D.; SCHMIDT, S.; WOOD, R. Agricultural and forestry trade drives large share of tropical deforestation emissions. **Global Environmental Change**, vol. 56, no. p. 1–10, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.03.002>

RIBEIRO M. C.; MARTENSEN A. C.; METZGER J. P.; TABARELLI M., SCARANO F., FORTIN M. J. The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: Zachos FE, Habel. **Biodiversity hotspots**. SpringerBerlin, Heidelberg; 2011. Doi: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5\\_21](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_21)

REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSAD, E. D.; JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; STRASSBURG, B. B. N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G. A.; MITTERMEIER, R. A. From hotspot do hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v.16, p.208-214. 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>

ROSA, M. R.; BRANCALION, P. H. S.; CROUZEILLES, R.; TAMBOSI, L. R.; PIFFER, P. R.; LENTI, F. E. B.; HIROTA, M.; SANTIAMI, E.; METZGER, J. P. Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs. **Science Advances**, v.7, no.4 eabc4547. 2021. Doi: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc4547>

SÃO PAULO (Estado). Decreto Estadual n. 43.284, de 3 de julho de 1998. Regulamenta as Leis n.s 4.023, de 22 de maio de 1984, e n. 4.095, de 12 de junho de 1984, que declaram áreas de proteção ambiental as regiões urbanas e rurais dos Municípios de Cabreúva e Jundiá, respectivamente, e dá providências correlatas, **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. São Paulo, SP, 1998.

SÃO PAULO (Estado). Lei n. 12.290, de 2 de março de 2006. Altera os limites da Área de Proteção Ambiental – APA de Jundiá, na forma que especifica.

**Diário Oficial do Estado de São Paulo.** São Paulo, SP, 2006.

SCHMIDT, K.; MARTÍN-LÓPEZ, B.; PHILLIPS, P. M.; JULIUS, E.; MAKAN, N.; WALZ, A. Key landscape features in the provision of ecosystem services: insights for management. **Land Use Policy**, v. 82, p.353-366. 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.02>

SILVA, C. O. F.; MEDEIROS, G. A.; Avaliação ambiental e morfométrica da bacia do rio Jundiá-Mirim: diagnósticos e subsídios para gestão ambiental. **Boletim Campineiro de Geografia**, Campinas v.7, n<sup>o</sup>2, 2017.

SILVA JUNIOR, C.H.L., HEINRICH, V.H.A., FREIRE, A.T.G. Benchmark maps of 33 years of secondary forest age for Brazil. **Nature: Scientific Data**, v.7, n.269, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00600-4>

TANIWAKI, R.H. **Effects of intensive agriculture in the structure and functioning of tropical headwater streams.** Dissertação de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Doi: <https://doi.org/10.11606/T.91.2016.tde-15082016-133412>

TANIWAKI, R. H.; CASSIANO, C. C.; FILOSO, S.; FERRAZ, S. F. B.; CAMARGO, P. B.; MARTINELLI, L. A. Impacts of converting low-intensity pastureland to high-intensity bioenergy cropland on the water quality of tropical streams in Brazil. **Science of Total Environment**, 584–585, 339–347. 2017. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.150>

TAVARES, A. C. F. **Diagnóstico Agroambiental para Gestão do Uso da Terra da Microbacia do Rio Jundiá-Mirim.** Dissertação de Mestrado, Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2001.

TROMBONI, F.; DODDS, W. K. Relationships between land use and stream nutrient concentrations in a highly urbanized tropical region of Brazil: thresholds and riparian zones. **Environmental Management**. v. 60, p. 30–40, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0858-8>

Recebido em 19 de Março de 2021

Aceito em 25 de Agosto de 2021