



## DINÂMICA DE FRAGMENTAÇÃO NO ALTO CURSO DO RIO UNA

DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020494-512>

**Carolina Ayumi Miyano<sup>1</sup>**

**Jocy Ana Paixão de Sousa<sup>2</sup>**

**Elfany Reis do Nascimento Lopes<sup>3</sup>**

**Roberto Wagner Lourenço<sup>4</sup>**



### RESUMO

O estudo objetivou avaliar os fragmentos florestais, utilizando métricas da ecologia da paisagem no alto curso do rio Una, Ibiúna, SP. Realizou-se o mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal para o ano de 2007 e 2017, a partir dos quais foi constatado que houve uma diminuição de aproximadamente 9,40% do total de área de Floresta durante este período. Porém, como a categoria Floresta apresentou a maior área para ambos os anos, a região ainda possui grande potencial para conservação. A partir do mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal, foram extraídos os fragmentos florestais, totalizando 105 fragmentos no ano de 2007 e 53 em 2017, sendo a grande maioria de fragmentos pequenos. O total de borda confirmou o efeito de borda e a relação perímetro/área e a dimensão fractal indicaram a forma irregular dos fragmentos, apontando que a área se encontra sob grande pressão antrópica. Sendo assim, este estudo apresenta-se como uma ferramenta para auxiliar na gestão do uso responsável da região, promovendo o desenvolvimento de forma sustentável.

**Palavras-chave** Fragmentos florestais. Métricas da Paisagem. Geoprocessamento. Conservação

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia ambiental na Universidade Estadual Paulista (Unesp). Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Email: [carolina.miyano@unesp.br](mailto:carolina.miyano@unesp.br)

<sup>2</sup> Doutoranda em Ciências Ambientais na Universidade Estadual Paulista (Unesp). Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Email: [jocy.sousa@unesp.br](mailto:jocy.sousa@unesp.br).

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal do Sul da Bahia. Centro de Formação em Ciências Ambientais. Email: [elfany@ufsb.edu.br](mailto:elfany@ufsb.edu.br)

<sup>4</sup> Professor adjunto da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Email: [roberto.lourenco@unesp.br](mailto:roberto.lourenco@unesp.br)

## DYNAMICS OF FRAGMENTATION IN THE HIGH COURSE OF UNA RIVER

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate forest fragments using landscape ecology metrics in the upper reaches of the Una river, Ibiúna, SP. Land use and vegetation cover mapping was carried out for 2007 and 2017, and it was found that there was a decrease of approximately 9.40% of the total forest area during this period. However, as the Forest category presented the largest area for both years, it shows that the region still has great potential for conservation. From the mapping of land use and vegetation cover, forest fragments were extracted, totaling 105 fragments in 2007 and 53 in 2017, the vast majority being small fragments. The border total confirmed the border effect and the perimeter /area ratio and fractal dimension indicated the irregular shape of the fragments, indicating that the area is under great anthropogenic pressure. Thus, this study presents itself as a tool to assist in the management of responsible use of the region, promoting sustainable development.

**Key words:** Forest fragment. Landscape metrics. Geoprocessing. Conservation



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país conhecido mundialmente por sua exuberante natureza e beleza cênica, marcado principalmente pelas diferentes tipologias e características fitoecológicas das florestas, distribuídas em seis biomas e diversidade paisagística. Dentre estes, um dos biomas mais extensos do país era a Mata Atlântica, que originalmente ocupava uma área de 1,36 milhão de km<sup>2</sup> e com a crescente devastação, conta hoje com um total de 8,5% de vegetação remanescente (Inpe, 2016).

A redução desse bioma está diretamente relacionada com a forma como se deu a ocupação territorial, tendo em vista que aproximadamente 72% da população está inserida neste bioma. Além disso, os processos de industrialização e expansão da agricultura culminaram na fragmentação e alteração dos mecanismos ecológicos, tais como, a redução do habitat, baixa biodiversidade e isolamento de espécies (Calegari et al., 2010; Ibge, 2014; SOS Mata Atlântica, 2016; Dantas et al., 2017).



Mesmo estando sujeita às intensas pressões antrópicas, a dinâmica ecológica da Mata Atlântica ainda oferece diversos serviços ecossistêmicos e tem sido fundamental para a captação de gás carbônico atmosférico, liberação de oxigênio, controle da erosão, prevenção de enchentes e deslizamentos de terra (Guedes; Seehusen, 2011).

As sucessivas intervenções nesse bioma o tornam cada vez mais fragmentado. Esse processo de fragmentação faz com que haja dano não somente às funções ecológicas do ecossistema florestais, como, o sequestro de carbono (RIBEIRO et al., 2009), mas também contribui para efeitos indiretos como o comprometimento da beleza cênica das paisagens (Dantas et al., 2017).

A caracterização dos fatores que contribuem para a fragmentação é de suma importância para compreender as dinâmicas das transformações que ocorrem na ocupação do solo, o que ajuda na gestão e planejamento de locais fragmentados, principalmente porque leva em consideração as características peculiares de cada lugar (Hobbs e Yates, 2003; Mendes et al., 2014).

O estudo destas áreas pode ser realizado com o uso de geotecnologias, através do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR), capazes de avaliar a dinâmica de ocupação do território, a distribuição e localização da vegetação e a sua interação com os demais elementos da paisagem. Além disso, a análise espacial detalhada sobre a ecologia desses fragmentos pode ser estimada por uma diversidade de índices e indicadores (Couto, 2004, Dantas et al., 2017)

A descrição dos padrões de fragmentação de uma vegetação natural pode ser realizada pelas métricas da paisagem, tais como: forma e tamanho dos fragmentos, que são capazes de expressar as transformações que nela ocorrem, pois fornece o suporte necessário para que se faça uma pesquisa mais aprofundada sobre os impactos decorrentes da fragmentação do habitat (Genetelli, 2004; Silva e Souza, 2014). Em estudo realizado por Banks-Leite et al. (2011) foi possível encontrar uma alta correção das alterações ocorridas na paisagem utilizando as métricas da paisagem.

Considerando a fragmentação a que se encontra submetida a vegetação de Mata Atlântica e a sua distribuição em áreas densamente urbanizadas, o estudo objetivou avaliar os fragmentos florestais do alto curso do rio Una, utilizando métricas da ecologia da paisagem.

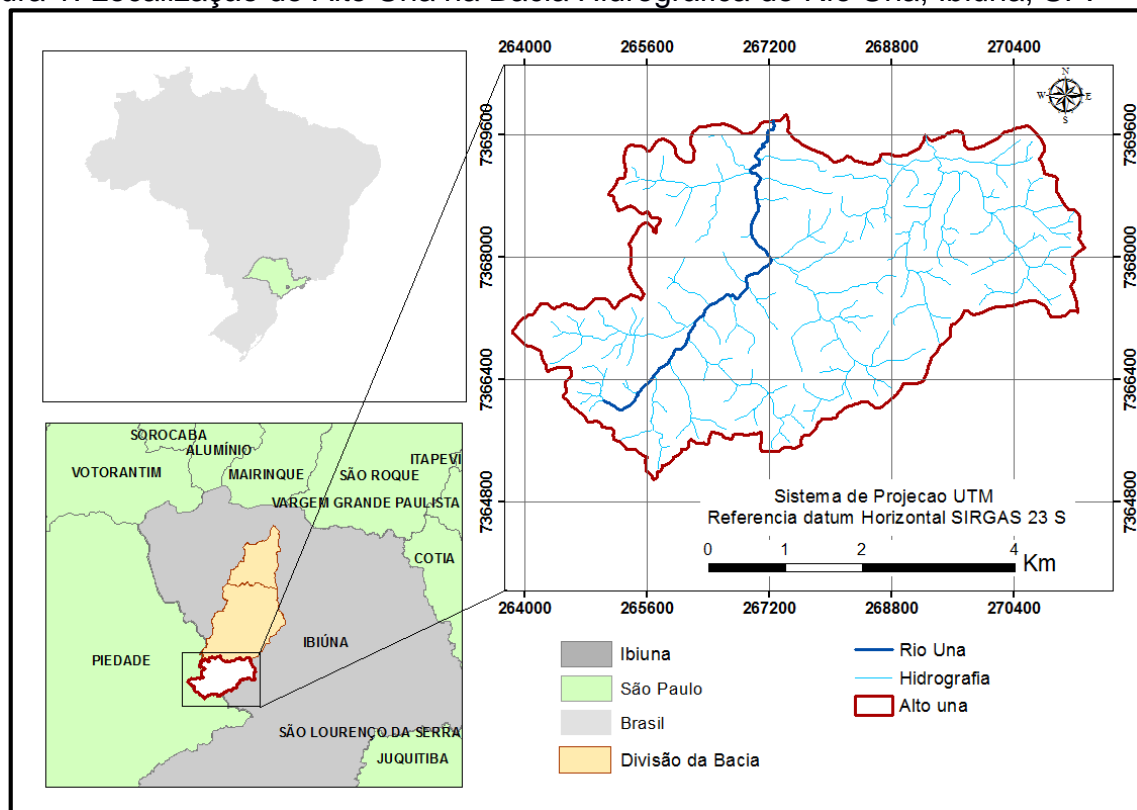
## **2 METODOLOGIA**

## 2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no alto curso do rio Una pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio Una. O alto curso apresenta uma extensão de 2.050,65 ha, o que corresponde aproximadamente a 21% do total da bacia (Figura 1).

A Bacia Hidrográfica do Rio Una, encontra-se segmentada em três cursos segundo Sales (2015), que é o baixo, médio e alto una. A área localiza-se no município de Ibiúna, São Paulo e Integra a 10ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba Médio Tietê (UGRHI 10) (São Paulo, 2018).

Figura 1: Localização do Alto Una na Bacia Hidrográfica do Rio Una, Ibiúna, SP.



Fonte: Autores.

## 2.2 Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal

Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 7 e 8 do catálogo do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). As imagens utilizadas possuem resolução espacial de 30 m e foram reprojctadas para o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e utilizado o Datum SIRGAS 2000, fuso 23 Sul.

Para o ano de 2007 foi utilizada imagem do satélite Landsat 7 sensor TM do mês de setembro, com Órbita 219 e ponto 076. Em 2017 foi utilizada imagem do satélite do Landsat 8, sensor OLI do mês de novembro de 2017. A escolha da imagem foi realizada considerando uma taxa de nuvens abaixo de 20% para a cena de cada período.

Para o mapeamento, as bandas espectrais foram importadas para o software ArcGis 10.3 procedendo utilização das bandas espectrais para geração de uma composição da imagem em cor natural, utilizando os canais 4R3G2B (Esri, 2016).

Para a classificação das imagens foi utilizado o método de classificação visual, que consiste na vetorização em tela de cada classe identificada na área de estudo, onde se considera os aspectos de forma, textura e sombreamento das feições (Panizza; Fonseca; 2011).

As classes utilizadas para o mapeamento foram adaptadas de Sousa (2018), sendo utilizadas: agricultura, campo, corpo d'água, floresta, pastagem, reflorestamento e áreas urbanizadas.

A agricultura foi definida como sendo tudo que envolvia as culturas temporárias e permanentes; Campo são áreas em situação de degradação ou abandono, com vegetação rala ou sem vegetação; Corpo d'água abrangeu os rios, lagos, lagoas e reservatórios; as florestas referem-se a mata de vegetação nativa; Pastagem caracterizou-se por áreas de gramínea; Reflorestamento locais destinados a silvicultura; e áreas urbanizadas compreendia as edificações rurais e urbanas.

### **2.3 Extração dos fragmentos florestais e cálculo das métricas da paisagem**

Os fragmentos foram extraídos do mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal e arranjados em classes de tamanho, seguindo a ordem: muito pequenos (< 5 ha), médios (entre 5 e 50 ha), grandes (entre 50 e 100 ha) e muito grandes (> 100 ha), adaptadas segundo Santos et. al, (2017). Contudo, este empregava também a classe “pequenos”, para fragmentos de tamanho entre 5 e 10 ha;

Em relação às métricas da paisagem, estas foram calculadas por meio da extensão Patch Analyst do software ArcGIS 10.5, segundo as equações apresentadas no Quadro 1 (Santos et al., 2017).



Quadro 1: Métricas da paisagem calculadas pelo Patch Analyst

Variáveis	Sigla	Nome	Equação
Forma	IFM	Índice de Forma Médio	$IFM = \frac{\sum_{j=1}^n \left( \frac{p_{ij}}{2\sqrt{\pi a_{ij}}} \right)}{n_i}$
	MRPA	Média da Relação Perímetro/Área (m/ha)	$MRPA = \frac{\sum_{j=1}^n \left( \frac{p_{ij}}{a_{ij}} \right)}{NM}$
Borda	TB	Total de Borda (m)	$TB = \sum_{j=1}^n p_{ij}$
	DB	Densidade de Borda (m/ha)	$DB = \frac{TB}{AT}$
Densidade	AMM	Área Média das Manchas (m <sup>2</sup> )	$AMM = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i}$
	NM	Número de Manchas	$NM = \sum_{i=1}^n n_i$
Área	AC	Área da Classe (ha)	$AC = \sum_{i=1}^n a_{ij}$

Fonte: Autores.

Para o ano de 2007 foi utilizada imagem do satélite Landsat 7 sensor TM do mês de setembro, com Órbita 219 e ponto 076. Em 2017 foi utilizada imagem do satélite do Landsat 8, sensor OLI do mês de novembro de 2017. A escolha da imagem foi realizada considerando uma taxa de nuvens abaixo de 20% para a cena de cada período.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a quantificação das categorias de uso do solo e cobertura vegetal e as Figura 2 e 3 apresentam a distribuição espacial referente ao ano de 2007 e 2017, respectivamente.

Tabela 1: Quantificação das categorias de uso e cobertura de vegetal de 2007 e 2017 para o Alto Una, Ibiúna, SP.

Categorias	2007		2017	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Agricultura	648,00	31,60	687,79	33,54
Área urbanizada	82,14	4,01	124,67	6,08
Campo	129,24	6,30	103,77	5,06
Corpo d'água	18,78	0,92	16,94	0,83
Floresta	1.076,43	52,49	975,08	47,55
Pastagem	47,00	2,29	50,03	2,44
Reflorestamento	49,06	2,39	92,39	4,51
<b>Total</b>	<b>2.050,65</b>	<b>100,00</b>	<b>2.050,65</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autores.

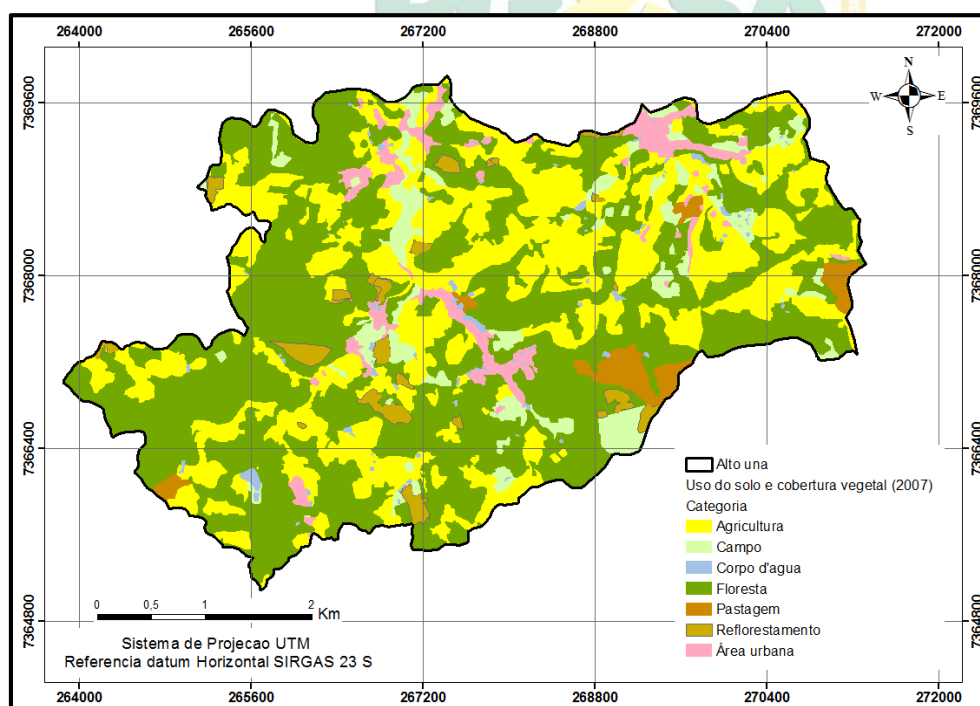
Pode-se observar que as categorias: 'floresta' e 'agricultura' distribuíram-se uniformemente por toda área em ambos os períodos, demonstrando a significância que estas têm para a composição da área de estudo, sendo a soma destas o equivalente a 84,10% em 2007 e de 81,09% em 2017 da área.

O padrão espacial no período permite afirmar que a classe campo, foi mais presente na região central e ao leste, próximas às áreas de agricultura e áreas urbanizadas. Observou-se que a categoria reflorestamento encontra-se predominante ao oeste do Alto Una enquanto a pastagem mostra-se expressiva ao leste, representando as menores categorias de uso antrópico.

No ano de 2017, a floresta continuou a apresentar maior área territorial, quando comparado com o ano de 2007 (975, 08 ha), apesar de observada a sua redução em área territorial. A segunda maior categoria entre os anos foi ocupada por a agricultura enquanto pastagem e o reflorestamento ocuparam os terceiros e quartos lugares do ranking. Vale ressaltar, que durante este período do estudo, a categoria “pastagem” apresentou um aumento percentual expressivo, no qual sua área total quase que dobrou de tamanho. Enquanto que as demais categorias mantiveram de uma forma geral, um mesmo tamanho padrão de área durante esta série histórica.

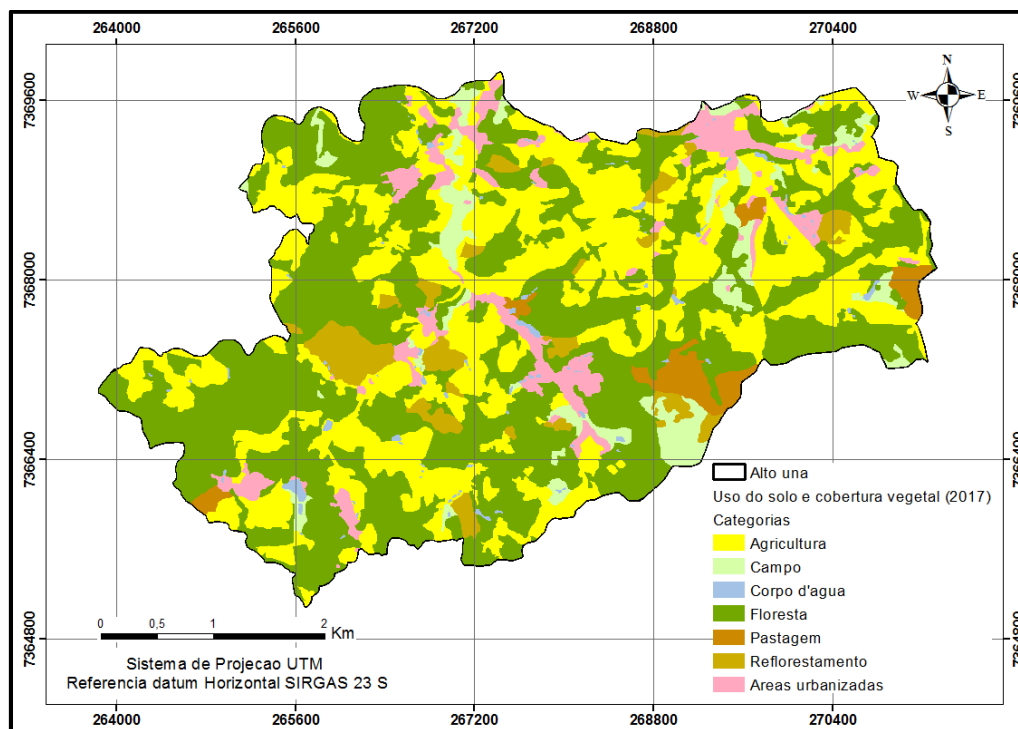
Este crescimento expressivo na categoria de pastagens é um ponto que deve ser destacado, pois o aumento desta classe indica o aumento das atividades de pecuária, que geram grande impacto no solo e intensificam o efeito de borda, comprometendo o fragmento.

**Figura 2: Mapa de uso do solo e cobertura vegetal de 2007 do Alto Una, Ibiúna, SP.**



Fonte: Autores.

**Figura 3: Mapa de uso do solo e cobertura vegetal de 2017 do Alto Una, Ibiúna, SP.**



Fonte: Autores.

A Tabela 2 e Tabela 3 apresentam-se as métricas dos fragmentos referentes aos anos de 2007 e 2017, respectivamente. Na Figura 4 e Figura 5 encontram-se a distribuição dos fragmentos florestais referentes aos anos de 2007 e 2017, respectivamente.

Tabela 2: Métricas dos fragmentos para o ano de 2007 para o alto Una, Ibiúna, SP.

Tamanho dos fragmentos florestais	Densidade		Área	Borda		Forma	
	NM (n)	AMM (m <sup>2</sup> )	AC (ha)	TB (m)	DB (m/ha)	IFM (adm.)	MRPA (m/ha)
< 5 ha (pequeno)	98	0,66	64,42	36.184,80	33,61	1,66	10.960,60
≥5 e < 50 ha (médio)	4	32,09	128,35	22.862,20	21,23	2,65	170,41
≥50 e <100 ha (grande)	1	70,66	70,56	12.927,80	12,01	4,34	182,96
≥ 100 ha (muito grande)	2	406,60	813,10	102.922,00	95,60	7,23	127,65

Legenda: NM - Número de Manchas; AMM - Área Média das Manchas; AC - Área de classe; TE - Total de Borda; DB - Densidade de Borda; IFM - Índice de Forma Médio; MRPA - Média da Relação entre Perímetro e Área. (Fonte: Autoria própria).

Fonte: Autores.

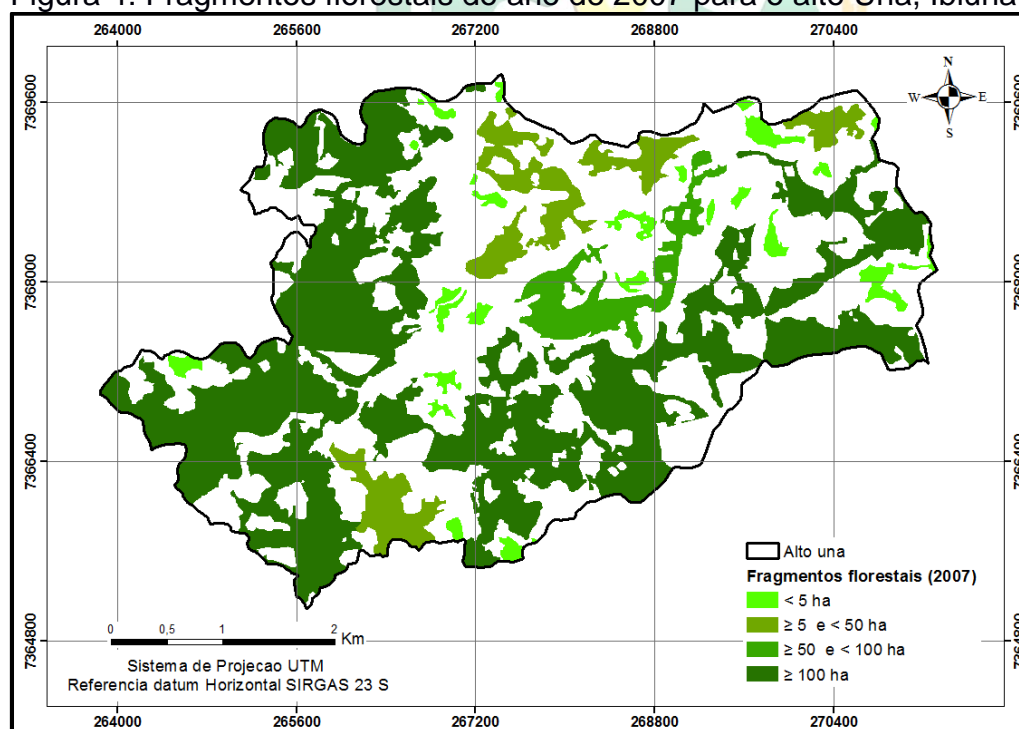
Tabela 3: Métricas dos fragmentos para o ano de 2017 para o alto Una, Ibiúna, SP.

Tamanho dos fragmentos florestais	Densidade		Borda		Área		Forma	
	NM (n)	AMM (m <sup>2</sup> )	AC (ha)	TB (m)	DB (m/ha)	IFM (adm.)	MRPA (m/ha)	
< 5 ha (pequeno)	34	1,85	23.833,80	24,44	63,06	1,58	2.074,81	
≥ 5 e < 50 ha (médio)	12	19,78	43.998,30	45,12	237,36	2,33	201,74	
≥ 50 e < 100 ha (grande)	3	65,91	30.613,90	31,40	197,72	3,54	154,27	
≥ 100 ha (muito grande)	4	119,24	58.252,00	59,74	476,94	3,78	123,39	

Legenda: NM - Número de Manchas; AMM - Área Média das Manchas; AC - Área de classe; TE - Total de Borda; DB - Densidade de Borda; IFM - Índice de Forma Médio; MRPA - Média da Relação entre Perímetro e Área. (Fonte: Autoria própria).

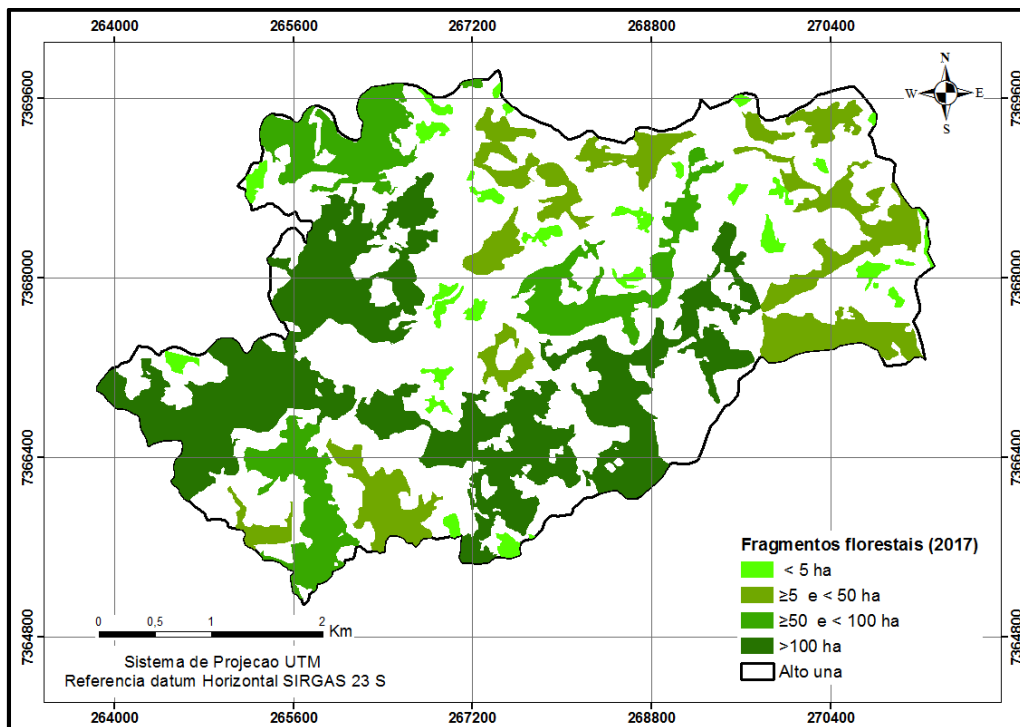
Fonte: Autores.

Figura 4: Fragmentos florestais do ano de 2007 para o alto Una, Ibiúna, SP.



Fonte: Autores.

Figura 5: Fragmentos florestais do ano de 2017 para o Alto Una, Ibiúna, SP.



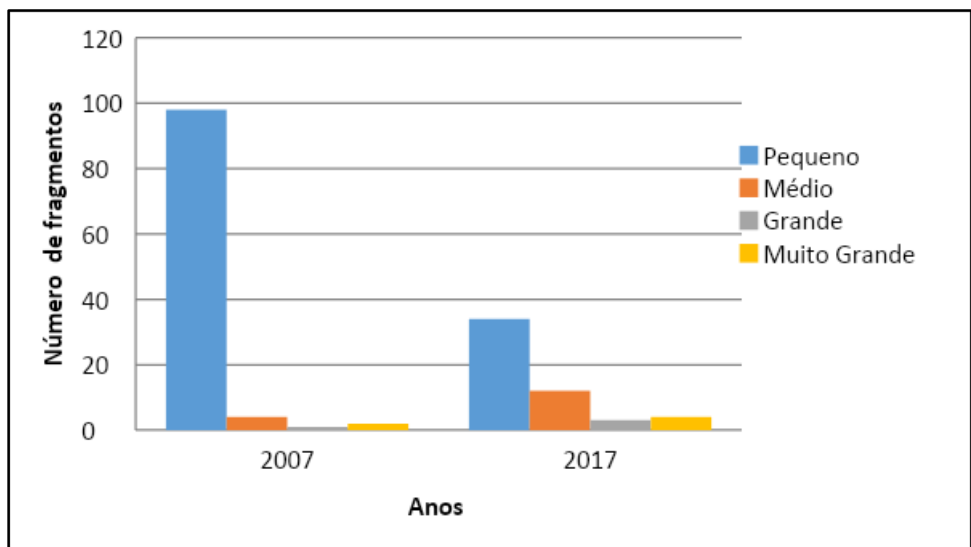
Fonte: Autores.



Em 2007 houve um total de 105 fragmentos enquanto em 2017 foram observados 53, ambos com o maior predomínio de fragmentos pequenos e a menor na categoria de fragmentos grandes.

Na Figura 6 observa-se a distribuição dos fragmentos em função do seu tamanho para o período.

Figura 6: Número de fragmentos do Alto Una para período de 2007 a 2017.



Fonte: Autores.



Observou-se na Figura 6 que houve uma redução dos fragmentos muito pequenos de 2007 para 2017, representando aproximadamente 36% por cento do seu total na área, enquanto os fragmentos médios e grandes apresentaram aumento. Os resultados sugerem que o processo de fragmentação e redução florestal foi intenso nesse período.

A área média do tamanho das manchas (AMM) foi diretamente proporcional à área das classes (AC) para o ano de 2017, ou seja, quanto maior a área maior foi sua média. O valor da AMM para os fragmentos pequenos a foi de 1,85 m<sup>2</sup> enquanto aqueles maiores e iguais a 100 ha mostraram uma média superior, 119, 24 m<sup>2</sup>.

Além dos mapeamentos de uso do solo e cobertura vegetal que fornecem uma visão geral sobre a área analisada, o estudo em nível de paisagem é igualmente importante para o entendimento das alterações ocorridas ao longo do tempo no ambiente pesquisado (Valente e Vetorazzi, 2002).

Uma análise da distribuição espacial das categorias de uso do solo e cobertura vegetal indicou que áreas como de agricultura encontram-se distribuídas nos mesmos locais ao longo de dez anos, evidenciando-se a ausência da rotatividade das atividades antrópicas.

A adição e expansão dos usos foram observadas com maior ênfase na porção norte, nos locais onde atividades de agricultura, pastagem e urbanização já estavam instaladas. A redução da área de vegetação também com maior predominância nestes locais converge para que seja possível compreender a dinâmica do local, onde atividades antrópicas têm ocasionado a supressão da cobertura vegetal natural para áreas consideradas produtivas. Essa observação também foi relatada por Sousa (2018) ao estudar a mesma bacia em questão, pois a para a autora a redução da categoria floresta pode estar relacionada pelo crescimento urbano desordenado, assim como pelo aumento da produção agrícola e da pecuária no período.

A redução de fragmentos entre 2007 e 2017 significa que a fragmentação neste período ocorreu de forma demasiada. A diminuição de fragmentos menores pode indicar a sua conversão total para outras categorias de uso e os fragmentos muito grandes foram ainda mais fragmentados, transformando suas áreas antes com maior área em áreas reduzidas.

Segundo Sousa (2018) na área da bacia a redução de fragmentos grandes é explicada pela expansão da agricultura, enquanto dos fragmentos pequenos pelo desmatamento com seu consequente desaparecimento. Já que estes, devido os seus tamanhos, tornam-se mais suscetíveis ao processo de antropização.

Tem sido comum encontrar áreas de bacias hidrográficas urbanizadas com baixas taxas de cobertura vegetal (Valente e Vettorazzi, 2002). No alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Una a vegetação foi reduzida em 101 ha e seus fragmentos ou foram extintos ou reduzidos.

Autores como Bizama et al., (2011) tem afirmado que uma alta vocação local para atividades econômicas favorece a taxa de desflorestamento. A região da cidade de Ibiúna apresenta uma economia fortificada no setor agrícola, onde a sua principal produção se dá na produção de cultivos temporários em grandes e pequenas áreas. Esse fator é relevante para justificar a fragmentação observada.



Tanto a área média dos fragmentos quanto a área da classe de uso relacionam-se com os diversos processos ecossistêmicos presentes em áreas naturais. Segundo Castro e Ferreira (2009), processos como a manutenção de espécies de fauna e flora necessitam de um mínimo de área contígua para ocorrerem. Logo, fragmentos com áreas grandes permitem o maior e predomínio de espécies e condições para alimentação, captação de gás carbônico e conservação da água e dos cursos hídricos, mas também segundo Calegari et al. (2010) para proporcionar a biodiversidade, abundância e a manutenção de espécies. Quando os fragmentos se encontram em tamanho reduzido e em seu entorno se desenvolvem atividades antrópicas, configura-se um processo de efeito de borda, o que reduz a capacidade dos fragmentos em auxiliar na regulação da umidade do ar, temperatura, radiação solar, erosão, assoreamento e redução dos cursos d'água e maior evapotranspiração. Da mesma forma, o efeito de borda facilita a perda de biodiversidade microbológica do solo, da flora e da fauna, a perda da diversidade genética, a redução da densidade, abundância e a alteração da estrutura da vegetação (Borges et al. 2004; Wulder et al., 2009). Os valores encontrados para o total de borda e densidade de borda também são reflexos das intervenções antrópicas que acontecem no seu entorno e que confirma o efeito de borda intensificado (Calegari et al., 2010; Santos et al., 2017). A relação perímetro/área e a dimensão fractal indicam a variação das formas dos fragmentos, apontando que o efeito de borda e a irregularidade dos fragmentos são elevados, também apontado por Pirovani et al. (2014) uma alta relação perímetro/área do fragmento, e auxilia a sua predisposição a fatores externos e perturbações antrópicas que culminam no ecossistema como um todo. Salienta-se que a alta fragmentação da vegetação nativa indica consequências marcantes para a biodiversidade e para a população local, que deixa de usufruir do bem-estar social proporcionado e impede o aumento da infiltração da água da chuva, sequestro de carbono, redução da biodiversidade da fauna e da flora. Para Dantas et al. (2017), efeitos ainda mais negativos podem ocorrer, dentre eles as relações ecológicas, troca gênica e a reprodução das espécies.

## REFERÊNCIAS

- BANKS-LEITE C. et al. Comparing species and measures of landscape structure as indicators of conservation importance. **Journal of Applied Ecology**, v. 48, n. 3, p. 706-714, 2011.
- BIZAMA, G.; TORREJON, F.; AGUAYO, M.; MUÑOZ, M. D.; ECHEVERRIA, C.; URRUTIA, R. Pérdida y fragmentación del bosque nativo en la cuenca del río Aysén (Patagonia-Chile) durante el siglo XX1. **Revista de Geografía Norte Grande**, v. 49, p. 125-138, 2011.
- BORGES, L. F. R. et al. **Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem**. Cerne, v. 10, n. 1, p. 22-38, 2004.
- CALEGARI, MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. Analysis of the dynamics of forest fragments in the city of Carandaí, MG, for forest restoration. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.
- CASTRO, E. C.; FERREIRA, N. C. **Diagnóstico do padrão de paisagem com métricas dos remanescentes de vegetação em Goiânia**. Habitus, v.7, n. 1, p. 229-247, 2009.
- CEPAGRI. CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_228.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_228.html)> Acesso: 10 mar. 2018.
- COUTO, P. **Análise factorial aplicada a métricas da paisagem de nidás em Fragstats**. Investigação Operacional, v.24, n.1, p.109-137, 2004.
- DANTAS, M. S. et al. **Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos**. Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 02, n. 01, p. 87-97, 2017.
- ESRI. ECONOMIC AND SOCIAL RESEARCH INSTITUTE. ArcGis 10.5. 2016.
- GENETELLI, D. Using spatial indicators and value functions to assess ecosystem fragmentation caused by linear infrastructures. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2004.
- GUEDES, F. B.; SEEHUSEN S. E. **Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011.
- HOBBS, R.J.; YATES, C.J. Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations: generalizing the indiosyncratic. **Australian Journal of Botany**, v. 51, n. 5, p. 471-488, 2003.
- INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Ministério da Ciência e Tecnologia. **O que resta da Mata Atlântica?**. 2016. Disponível em: <<http://www.inpe.br/acessoainformacao/node/462>>. Acesso: 10 mar. 2018.

Ibge, 2014;

KÖPPEN, W. Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. **Berlin: Walter de Gruyter**, 1931. 388p.

MENDES, B. C.; GOMES, R. A. T.; Matricardi, E. A. T.; Farias, M. F. R.; Carvalho Júnior, O. A.; Guimarães, Ibge R. F. **Análise do Uso e Ocupação da Terra, Fragmentação Florestal e Áreas de Preservação Permanente no Município de Cerro Azul –PR**. Espaço & Geografia, v.17, n.1, p. 235-253, 2014.

PANIZZA, A. C; FONSECA, F. P. **Técnicas de interpretação visual de imagens**. GEOUSP: Espaço e Tempo (Online), n. 30, p. 30-43, 2011.

PIROVANI, D. B. et al. **Análise espacial de fragmentos florestais na bacia do rio Itapemirim, ES**. *Árvore*, v. 38, n. 2, p. 271-281, 2014.

SANTOS, J. F. C. et al. **Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ**. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 15, n.3, p. 151-158, 2017.

SALES, J. C. A. **Metodologia para Identificação de Áreas de Risco e Prioritárias para Conservação da Avifauna na Bacia Hidrográfica do Rio Una, Ibiuna/SP**. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2015.

SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M. **Padrões Espaciais de Fragmentação Florestal na Flona do Ibura -Sergipe**. *Mercator*, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 121-137, 2014.

SOUSA, J. P. **Mudança de uso da Terra e Estimativas de CO2 em Bacia Hidrográfica**. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2018.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Nossa causa: Florestas**. Disponível em <<https://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>> Acesso: 10 mar. 2018

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. **Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí**. *Scientia Florestalis*, Piracicaba, n. 62, p. 114-119, 2005.

WULDER, M. A. et al. Forest fragmentation, structure, and age characteristics as a legacy of forest management. **Forest Ecology and Management**. v. 258, 1938–1949, 2009.