



## **ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL DO SUL DA BAHIA**

Escarlett de Arruda Ramos<sup>1</sup>

Caroline Coutinho de Oliveira<sup>2</sup>

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

### **Ecologia Ambiental**

#### *Resumo*

O bioma Mata Atlântica é considerado um dos sete hotspots mundiais, por sua grandeza em diversidade biológica, riqueza em números de espécies, aliada à potenciais níveis de endemismo, então a preservação e conservação desses ambientes são fundamentais para a manutenção da biodiversidade local, e a fragmentação é um fator muito prejudicial para ambientes que sofrem efeitos de borda, logo, o objetivo do estudo é avaliar os impactos causados pela fragmentação da vegetação florestal ao longo dos 34 anos no Sul da Bahia. A mesorregião Sul da Bahia é composta por 70 municípios, localizados na porção litorânea do Estado. O mapeamento de uso da terra da coleção 5 foi adquirido gratuitamente na base de dados Mapbiomas para os anos de 1985 a 2019 e segmentado para a mesorregião Sul da Bahia. O formato dos fragmentos foi analisado pelo índice de forma, calculados utilizando o complemento LecoS, no software QGIS 3.12 e o Microsoft Office Excel para estatística dos fragmentos acima de 5 há. A mesorregião apresenta um volume de 65.534 fragmentos florestais. Os resultados de métricas de paisagens evidenciam fragmentos com características alongadas, contudo com grandes áreas. Apesar desses fragmentos sofrerem efeitos de bordas, os fragmentos com uma relação perímetro/área maior tendem a ter uma biodiversidade protegida devido a extensão do fragmento. Dessa forma, é preciso medidas que contenham esse avanço de fragmentação que ocorre ao longo dos 34 anos analisados, dessa forma evitar maiores perdas de biodiversidade para a região.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica; Geoprocessamento; MapBiomas; Ecologia da Paisagem

---

<sup>1</sup>Disc.Universidade Federal do Sul da Bahia – CFCAM, Laboratório de Geoprocessamento e Gestão Costeira, [escarlett.arruda@gmail.com](mailto:escarlett.arruda@gmail.com).

<sup>2</sup>Disc.Universidade Federal do Sul da Bahia – CFCAM, Laboratório de Geoprocessamento e Gestão Costeira, [carollufsb2016@gmail.com](mailto:carollufsb2016@gmail.com).

<sup>3</sup>Prof. Dr. Universidade Federal do Sul da Bahia – CFCAM, Laboratório de Geoprocessamento e Gestão Costeira, [elfany@csc.ufsb.edu.br](mailto:elfany@csc.ufsb.edu.br).



## INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um bioma formado por uma conjunção vegetal heterogêneo, composto por ecossistemas associados (restinga, mangues e campos rupestres) e constituída por diferentes formações florestais (florestas densas, mistas, abertas, estacionais e semidecíduais) (BRASIL, 2006). Recebeu no ano de 1999 o selo de reconhecimento pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco) como Patrimônio Mundial Natural (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010). Considerado um dos 36 *hotspots* de biodiversidade mundiais, por sua grandeza biológica, riqueza em números de espécies e endemismo, também é uma das áreas com maiores riscos de ameaças do planeta, o que desperta a necessidade da conservação (MITTERMEIER *et al.*, 2011; ESSER *et al.*, 2019).

Os fragmentos florestais contidos na Mata Atlântica são áreas de vegetação natural alteradas, reduzidas ou isoladas por barreiras, resultado de ações ambientais naturais ou antrópicas. As barreiras antrópicas são resultado da crescente supressão para o aumento de áreas de produção agrícola, pecuária, aberturas de estradas ou outras atividades socioeconômicas (TONETTI *et al.*, 2019).

Como consequência das fragmentações florestais ocorrem a diminuição das áreas de habitat que acarretam no aumento do risco de extinção de espécies de fauna e flora, intensificação de processos erosivos, o aumento e isolamento de fragmentos e efeitos de borda que alteram condições de temperatura, umidade, radiação solar, causando alterações ecossistêmica. (FAHRIG, 2003; TEIXEIRA *et al.*, 2018; TONETTI *et al.*, 2019).

Compreender as informações que são geradas sobre suas composições e configurações espaciais e processos ecológicos que são afetados com a fragmentação florestal são objetos da ecologia da paisagem, que informará as configurações espaciais afetadas numa determinada escala de observação (TONETTI *et al.*, 2019; RIITTERS, 2019). Essas análises baseiam estudos que contribuem para a compreensão da importância da manutenção das áreas e dos ambientes para a conservação da biodiversidade, funcionamento dos serviços ecossistêmicos, promoção da sustentabilidade e qualidade de vida.

Partindo da importância ecológica do monitoramento da vegetação de Mata Atlântica e da necessária compreensão da estrutura espacial dos fragmentos, esse estudo objetivou avaliar a fragmentação florestal no Sul da Bahia, ao longo de 34 anos (1985 a 2019). O estudo dessa região é estratégico para compreender a dinâmica de alteração da paisagem considerando o intenso desenvolvimento econômico que incide sobre os ecossistemas costeiros locais.

## METODOLOGIA

### *Área de estudo*

A mesorregião Sul da Bahia compreende uma área de 53.028 km<sup>2</sup>, incluindo 70 municípios, possui uma densidade demográfica de 161,70 hab/km<sup>2</sup> (SEI-BA, 2019). Está na parte litorânea do Estado entre as coordenadas geográficas -39,000E e -18,000S (Figura 01). Localizada no bioma Mata Atlântica, a região possui uma vegetação rica de biodiversidade, porém a maior parte dos recursos naturais estão localizados em áreas privadas e fragmentadas.

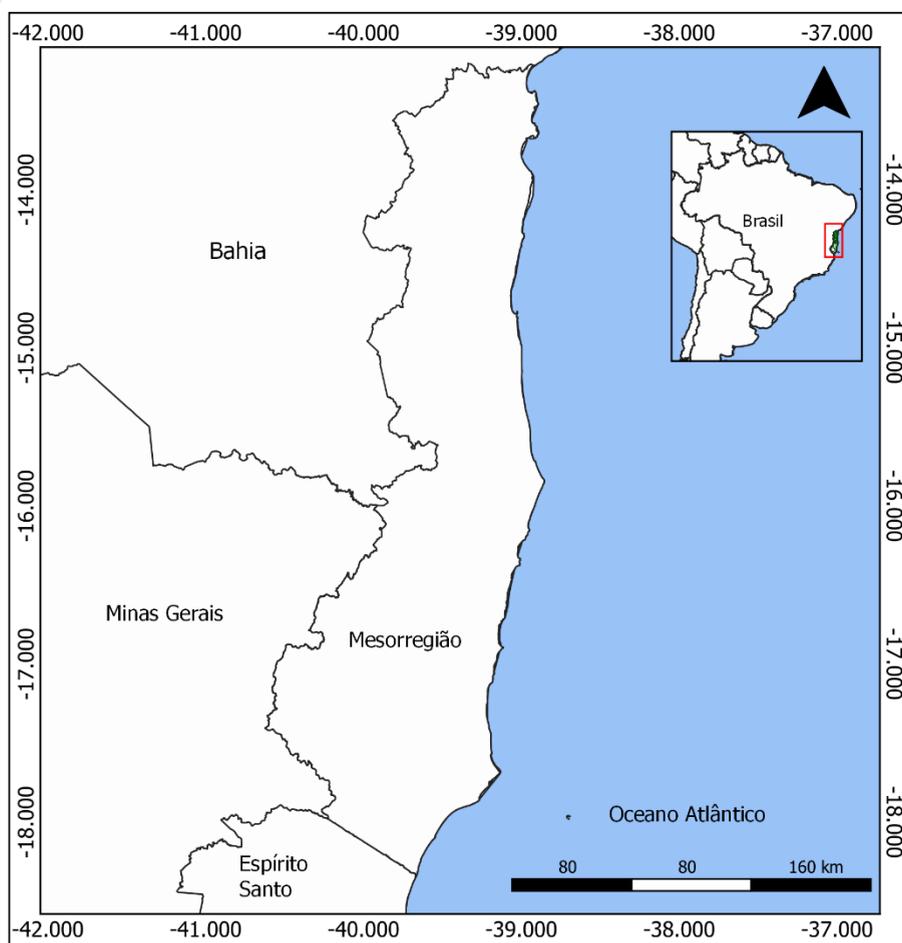


Figura 01: Localização da mesorregião Sul da Bahia, Brasil.

### *Coleta e análise de dados*

Os mapeamentos do uso da terra e florestas foram adquiridos gratuitamente na base de dados Mapbiomas (coleção 5), para os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015. A plataforma é um espaço colaborativo de instituições científicas e especialistas, visando contribuir para o entendimento da dinâmica do uso do solo no Brasil e em outros países tropicais (PROJETO MAPBIOMAS, 2020).

Os mapeamentos foram segmentados para a área de estudo e, posteriormente, foi selecionado somente os fragmentos florestais acima de 5 hectares.

Para calcular as métricas dos fragmentos florestais, foi utilizando o complemento LecoS, no software QGIS 3.12 e o programa Microsoft Office Excel para estatística

descritiva. As métricas avaliadas estão relacionadas com a área e forma dos fragmentos, conforme Tabela 01:

Tabela 01: Descrição métricas de forma de paisagem

Métricas	Conceito	Equação	Unidade de medida
Perímetro	Soma dos lados de um fragmento.	$PERIM = p_{ij}$	m
Relação. Perímetro/Área (PARA)	Avalia a complexidade do fragmento de modo que em seu formato alongado (>1) ou circular.	$PARA = \frac{p_{ij}}{a_{ij}}$	m/ha
Índice de Forma (IF)	medida da complexidade da forma dos fragmentos, comparada a uma forma padrão.	$SHAPE = \frac{0.25p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}$	$p_{ij}$ =perímetro do fragmento ij (m) $a_{ij}$ = área do fragmento i na classe j (m <sup>2</sup> )
	Avalia a forma do fragmento de modo a analisar seu formato simplificado (<1) ou complexo (>2)	$FRAC = \frac{2 \ln (25 p_{ij})}{\ln a_{ij}}$	$p_{ij}$ =perímetro do fragmento ij (m) $a_{ij}$ = área do fragmento (m <sup>2</sup> )
Dimensão Fractal (FRAC)			

Os dados foram analisados e apresentados com análise descritiva, utilizando a medida de tendência central (média) e medidas de dispersão (valores mínimo e máximo, desvio padrão).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região apresenta um forte segmento econômico voltado para o turismo e agronegócio, além de aliar esses aspectos com ações de desenvolvimento urbano, culminando para a redução de vegetação florestal, ao qual resultou em uma fragmentação equivalente a 65.534 fragmentos florestais em um intervalo de 34 anos (Figura 02). O desenvolvimento econômico na região promovido principalmente após a chegada da empresa de silvicultura estimulou a monocultura na região além de atividades voltadas para a lavoura temporária e pecuária

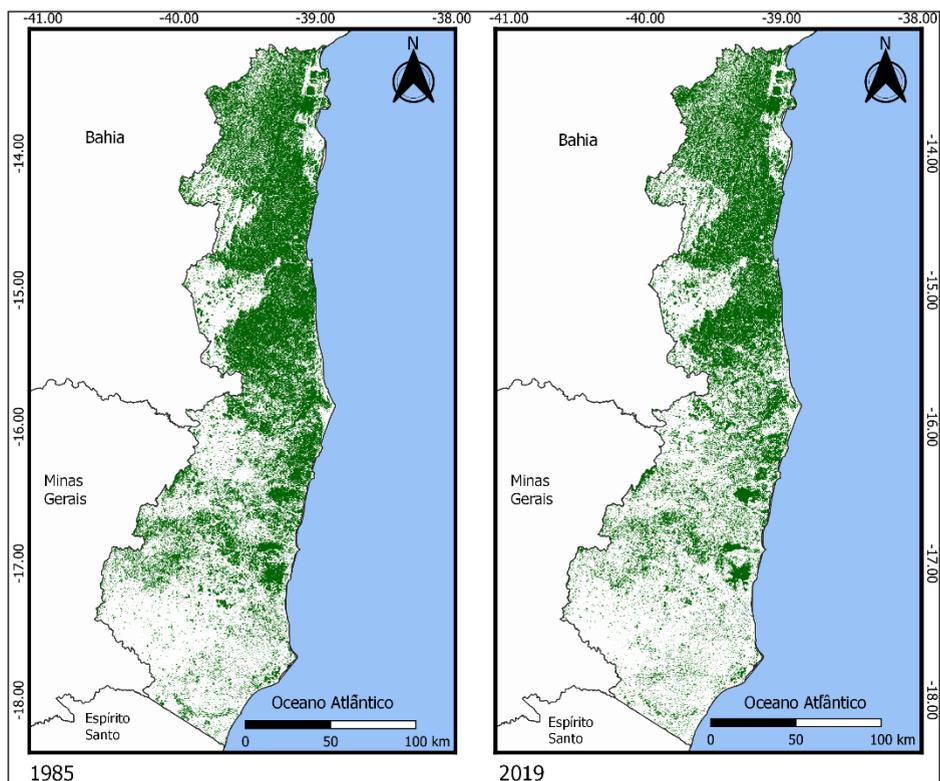


Figura 02: Transição da formação florestal do Sul da Bahia (1985-2019).

A Tabela 02 apresenta a análise descritiva das métricas de fragmentação. Os resultados demonstram uma variabilidade de tamanhos e formas, confirmado por desvio padrão elevado ao longo de todos os anos investigados.

Tabela 02: Métricas de formas de paisagem

	Perímetro	Rel. Per/Área	IF	Dim. Fractal
1985				
Mínimo	960	0,003	1,21	1,24
Média	15685,70	0,02	2,85	1,40
Máximo	894092,40	0,06	218,100	1,57
Desvio padrão	799391,30	0,008	2,60	0,04
1990				
Mínimo	1020	0,003	1,17	1,24

Média	14017,30	0,02	2,72	1,36
Máximo	799352,40	0,052	201,10	1,57
Desvio padrão	718038,50	0,01	2,31	0,04
1995				
Mínimo	1020	0,003	1,19	1,24
Média	13224,05	0,024	2,73	1,36
Máximo	777431,40	0,054	199,67	1,57
Desvio padrão	680093,80	0,008	2,25	0,04
2000				
Mínimo	960	0,003	1,185	1,24
Média	12430,16	0,024	2,67	1,36
Máximo	687701,40	0,053	183,4	1,56
Desvio padrão	6016,20	0,008	2,13	0,04
2005				
Mínimo	1020	0,003	1,20	1,23
Média	11931,01	0,023	2,67	1,36
Máximo	648727,80	0,057	176,4	1,56
Desvio padrão	5490,89	0,008	2,06	0,04
2010				
Mínimo	960	0,003	1,10	1,24
Média	11962,69	0,024	2,73	1,36
Máximo	674866,20	0,058	183,40	1,56
Desvio padrão	560534,20	0,008	2,10	0,04
2015				
Mínimo	5,04	0,003	1,175	1,25
Média	134,60	0,024	2,71	1,36
Máximo	10848,74	0,056	185,5	1,56
Desvio padrão	8980,20	0,008	2,09	0,04
2019				
Mínimo	1020	0,003	1,20	1,24
Média	11580,61	0,024	2,74	1,37
Máximo	683665,20	0,056	188,01	1,56
Desvio padrão	560778,20	0,008	2,06	0,04

Para Silva e Souza (2014), fragmentos compõem elementos da paisagem são dinâmicos e passam por processo de alteração em escalas temporais e espaciais.

O perímetro em 2015 apresentou um valor de 5,04 m, menor valor comparado aos anos estudados, e em 1985 com 89.409,24 m, atingindo o valor máximo. Em todos os anos o desvio padrão mostram uma variabilidade grande, indicando o quão essa região sofreu com processos que afetaram a forma de fragmentos e possivelmente a biodiversidade local.



Estudos como Silva *et al.* (2019) indicam o perímetro uma métrica que auxilia no entendimento da complexidade do fragmento, dessa forma a área e o perímetro estão relacionados a área nuclear, em que se refere a área nuclear de um fragmento florestal, pois o tamanho da área está diretamente relacionada com a proteção da área nuclear assim como o perímetro dessa área, pois os lados de um fragmento influencia no formato dos fragmento, uma vez que essa relação entre perímetro e área se faz possível a avaliação do nível de proteção no interior dos fragmentos perante aos efeitos de bordas (SILVA *et al.*, 2019; ETTO *et al.*, 2013).

Nesse sentido, Pirovani *et al.* (2014) observa que impactos do efeito de borda está relacionado à forma do fragmento, e esse efeito está ligado à relação entre o perímetro e a área, uma vez que é possível identificar a diferença entre o centro da área e a borda, quanto menor essa relação mais susceptíveis aos fatores externos.

Os fragmentos analisados pelas métricas de Rel. Per/Área, IF e dimensão fractal, são métricas avaliadas estipulando que os resultados são comparados a 1 (um), em que quanto mais próximos a esse valor corresponde a um fragmento mais regular, próximo a um círculo. Saito *et al.* (2016) informa que quanto mais regulares os valores de forma de fragmentos, menos sofrerão pressão de borda, dessa forma, evitando novas fragmentações.

O índice de forma (IF) mostra uma tendência de fragmentos alongados e com uma alta variabilidade de formas com máximo (218,10) no ano de 1985 e mínimo (176,40) em 2005.

Esse alto índice de fragmentos alongadas indica que a área nuclear tende a maior exposição para os efeitos de borda, como a redução de área disponível para a vida silvestre. A forma indicada pelo IF também é confirmada pela dimensão fractal, com valores superiores a 1.

A relação perímetro/área se mostra mais regular quando seu valor se aproxima de um, onde se alcançados valores dessa referência, indica a regularidade para o índice de forma (SAITO *et al.*, 2016), dessa forma para todos os anos estudados, os resultados mostram polígonos irregulares.

O alto índice de desvio padrão no perímetro também indica uma variabilidade do formato dos fragmentos e formas alongadas. Contudo, a relação perímetro/área também

demonstra que, apesar de fragmentos alongados, eles possuem uma conservação de sua área nuclear. Essa manutenção de área nuclear ainda que estejam irregulares é confirmada pelo desvio padrão observado do perímetro e área, mostrando uma tendência para fragmentos médio e grandes com áreas ainda conservadas. Essa relação se mostra positiva, uma vez que o tamanho do fragmento favorece o desenvolvimento e distribuição de espécies e comunidades (PEREIRA *et al.*, 2007; BEZERRA *et al.*, 2011).

Para Sacramento *et al.* (2019) os fragmentos com uma área nuclear maior estão relacionados com o tamanho do fragmento, então quanto maior o espaço interior do fragmento, maior a preservação de sua área nuclear, explicando os resultados para a relação perímetro/área, que indica fragmentos mais preservados, uma vez que mesmo os fragmentos tenha uma alta variabilidade e alongados, são fragmentos grandes em área total, implicando em uma proteção das consequências do efeito de borda.

A dimensão fractal foi constante em todo o período, apontando variações na complexidade das formas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou que apesar da alta variabilidade nos índices de fragmentação da vegetação florestal os fragmentos apesar de serem possuírem formas predominantemente alongada, a região manteve fragmentos com área nuclear capazes de apresentar e proteger a sua biodiversidade.

A redução de áreas naturais no período é resultado do histórico de ações antrópicas fortalecidos por interesses socioeconômicos essas modificações, incentivam o efeito de borda incidente e a modificação da paisagem temporalmente. É preciso ampliar os estudos voltados para a fragmentação vegetal, uma vez que essas análises podem fundamentar propostas para promover estratégias de conectividades e desenvolver corredores ecológicos.

## REFERÊNCIAS

BARROS, Marcelo Paes de et al. Dimensão fractal e ilhas de calor urbanas: uma abordagem sistêmica sobre as implicações entre a fragmentação das áreas verdes e o ambiente térmico do espaço urbano. 2012.

BEZERRA, Carolina Goulart et al. Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Horizonte, Alegre, ES. **Revista Espaço e Geografia**, v. 14, n. 2, 2011.

BRASIL. Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006. **Bioma Mata Atlântica**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm) Acesso em: 17 de julho de 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Mata Atlântica: Patrimônio Nacional dos Brasileiros**. Brasília: MMA, 2020. 408 p. (Série Biodiversidade, 34)

DA SILVA, Maria do Socorro Ferreira et al. Padrões espaciais de fragmentação florestal na Flona do Ibura–Sergipe (spatial patterns of forest fragmentation in the Flona Ibura–Sergipe). *Mercator*, v. 13, n. 3, p. 121-137, 2014.

ESSER, Luíz Fernando; NEVES, Danilo M.; JARENKOW, João André. Habitat-specific impacts of climate change in the Mata Atlântica biodiversity hotspot. **Diversity and Distributions**, v. 25, n. 12, p. 1846-1856, 2019.

ETTO, Thiago Luiz et al. Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras-Campinas-SP. **Revista Árvore**, v. 37, p. 1063-1071, 2013.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, [s. l.], p. 487-515, 2003.

MITTERMEIER, Russell A. et al. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: **Biodiversity hotspots**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 3-22.

PEREIRA, M. A. S.; NEVES, N. A. G. S.; FIGUEIREDO, Diogo Francisco Caeiro.

Considerações sobre a fragmentação territorial e as redes de corredores ecológicos. **Geografia**, v. 16, n. 2, p. 5-24, 2007.

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

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 5 - Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/o-projeto>>. Acesso em 05 de agosto de 2020.

RIITTERS, Kurt. **Pattern metrics for a transdisciplinary landscape ecology**. 2019.

Saito, N. S., Moreira, M. A., Santos, A. R. D., Eugenio, F. C., & Figueiredo, Á. C. (2016).

Geotecnologia e ecologia da paisagem no monitoramento da fragmentação florestal. *Floresta e Ambiente*, 23, 201-210.

SEI-BA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Indicadores **Territoriais do Território de Identidade do Extremo Sul**. 2019d. Disponível em:

<[https://www.sei.ba.gov.br/images/informacoes\\_por/territorio/indicadores/pdf/extremosul.pdf](https://www.sei.ba.gov.br/images/informacoes_por/territorio/indicadores/pdf/extremosul.pdf)>.

Acesso em: 20 Jun. 2021.

SEI-BA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Indicadores **Territoriais do Território de Identidade do Extremo Sul**. 2019d. Disponível em:

<[https://www.sei.ba.gov.br/images/informacoes\\_por/territorio/indicadores/pdf/extremosul.pdf](https://www.sei.ba.gov.br/images/informacoes_por/territorio/indicadores/pdf/extremosul.pdf)>.

Acesso em: 17 Dec. 2020.

SILVA, Alessandra Leite da et al. Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 1254-1269, 2019.

SILVA, Maria do Socorro Ferreira da; SOUZA, Rosemeri Melo. Padrões espaciais de fragmentação florestal na FLONA do Ibura–Sergipe. **Mercator (Fortaleza)**, v. 13, p. 121-137, 2014.

TEIXEIRA, Lucimara et al. FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA PAULISTA-SP. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 937-948, 2018.

TONETTI V. R.; MUYLAERT R. L.; RIBEIRO M. C. Fragmentação de Habitat. In: ASSIS L. S.; CAMPOS M.; GIRÃO V. J. (Orgs.), **Manejo de Fragmentos Florestais Degradados (pp. 28–47)**. Campinas, SP: The Nature Conservance, 2019.