

Parâmetros estruturais e funcionais das classes de paisagem em área de ocorrência de *Sapajus flavius* (Schreber, 1774), macaco-prego-galego, na Paraíba, Brasil

Mayara de Sousa Dantas¹, Milena Dutra da Silva², Nadjacleia Vilar Almeida^{1,2} e Carla Soraia Soares de Castro^{1,2,*}

¹Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Aplicadas e Educação. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Monitoramento Ambiental. *Campus IV*, Litoral Norte. Avenida Santa Elizabete, 160. Rio Tinto-PB, Brasil (CEP 58297-000). E-mail: mayaradantas@outlook.com.

²Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Aplicadas e Educação. Departamento de Engenharia e Meio Ambiente. Avenida Santa Elizabete, 160. Rio Tinto-PB, Brasil (CEP 58297-000). E-mail: csscastro9@gmail.com (*autor para correspondência).

Resumo. A fragmentação florestal e a perda de habitat provocam mudanças na estrutura da paisagem e alterações no padrão de atividades das espécies. A presente pesquisa teve o objetivo de determinar os parâmetros estruturais e funcionais das classes de paisagem utilizadas pelo macaco-prego-galego, *Sapajus flavius*. As classes de paisagem floresta, plantações de cana-de-açúcar e pomares foram digitalizadas em tela no software Qgis (versão 2.18.0), utilizando a imagem do *Google Earth Pro*, bem como foram calculadas as distâncias que os indivíduos adentraram nas plantações de cana-de-açúcar. As métricas foram calculadas na extensão *V-late* do software ArcGis, versão 10.3, e as métricas de conectividade foram calculadas no software Fragstats 4.2. Foram delimitadas as classes de paisagem, registrada a frequência das visitas e monitorados os tipos de usos (alimentação, deslocamento e coleta de cana-de-açúcar e/ou frutos) pelos indivíduos. A classe floresta mediu aproximadamente 2.657,8 ha, as plantações de cana-de-açúcar 5.202,9 ha e os pomares, 0,92 ha. A análise das métricas de paisagem evidenciou a fragmentação da classe floresta e a baixa permeabilidade da matriz formada pelas plantações de cana-de-açúcar, pois a distância máxima que os indivíduos adentraram nas plantações foi de 20 metros. A matriz funciona como complementação de hábitat, sendo a classe de paisagem mais visitada. Nas plantações de cana-de-açúcar os indivíduos coletaram a cana; nos pomares coletaram frutos e na floresta consumiram cana-de-açúcar e frutos nativos e exóticos. A matriz, formada por plantações de cana-de-açúcar, não foi

Recebido
26/05/2022

Aceito
20/06/2022

Disponível *on line*
15/08/2022

Publicado
31/08/2022



Acesso aberto



utilizada pelos indivíduos no deslocamento para outros fragmentos de floresta. Os dados reforçam a importância da criação de corredores de vegetação nativa, aumentando a conectividade da paisagem, permitindo o deslocamento dos indivíduos e contribuindo para conservação da espécie.

Palavras-chave: Ecologia de Paisagem; Métricas de paisagem; Fragmentação florestal; Conservação.

Abstract. *Structural and functional parameters of landscape classes in an area of occurrence of *Sapajus flavius* (Schreber, 1774), blonde capuchin monkey, in Paraíba, Brazil.* Forest fragmentation and habitat loss cause changes in landscape structure and changes in species activity patterns. This present research aimed to determine the structural and functional parameters of the landscape classes used by individuals of *Sapajus flavius*, blonde capuchin monkey. The landscape classes of forest, sugarcane plantations and orchards were digitized on screen in Qgis software (version 2.18.0), using the Google Earth Pro image, as well as the distances that individuals entered the sugarcane plantations were calculated. Metrics in the V-late extension of ArcGis software, version 10.3, and connectivity metrics in the Fragstats 4.2 software were calculated. The landscape classes were defined, the frequency of visits was recorded, and the types of uses by individuals (feeding, displacements, and collecting sugarcane and/or fruits) were monitored. The Forest class measured approximately 2,657.8 ha, the sugarcane plantations 5,202.9 ha and the orchards, 0.92 ha. The analysis of the landscape metrics showed the fragmentation of the forest class and the low permeability of the matrix formed by the sugarcane plantations, since the maximum distance that the individuals entered the plantations was 20 meters. The matrix works as habitat complementation, being the most visited landscape class. Individuals collected sugarcane in the sugarcane plantations; they collected fruits in the orchards; and they consumed sugarcane, native and exotic fruits in the Forest. The matrix, formed by sugarcane plantations were not used by individuals to move to other forest fragments. The data reinforce the importance of creating corridors of native vegetation, increasing the connectivity of the landscape, allowing the movement of individuals and contributing to the conservation of the species.

Keywords: Landscape Ecology; Landscape metrics; Forest Fragmentation; Conservation.

ORCID

0000-0001-6489-6270
Mayara de Sousa
Dantas

0000-0002-8970-1158
Milena Dutra da Silva

0000-0003-3949-1313
Nadjacelia Vilar
Almeida

0000-0002-1070-7187
Carla Soraia Soares de
Castro

Introdução

A fragmentação de habitats representa uma das ameaças mais significativas para a sobrevivência das populações de primatas em todo mundo, pois dentre as espécies de

primatas 90% são encontradas em regiões tropicais e a maioria depende de áreas de floresta para sobreviver (Estrada et al., 2017). Entretanto, o desmatamento resultou na fragmentação de 46% das florestas tropicais e forçou os primatas a viverem em manchas de florestas isoladas (Arroyo-Rodríguez et al., 2017). Além da redução de hábitat, um outro impactada fragmentação é a redução da conectividade entre os fragmentos florestais, influenciando diretamente a interação entre os animais e a paisagem (D'eon et al., 2002) e determinando o grau com que uma paisagem facilita ou impede o movimento dos animais entre as manchas onde há recursos (Tischendorf e Fahrig, 2003).

Algumas espécies fazem uso de recursos em manchas de hábitats para complementar a dieta, sendo tal processo denominado de complementação da paisagem, bem como usam diferentes recursos disponíveis em manchas de hábitats, corredores de vegetação, árvores isoladas e até mesmo na matriz circundante, além de servir ao deslocamento e a dispersão entre as manchas de habitat ou como local de descanso e refúgio, processo denominado de suplementação da paisagem (Arroyo-Rodríguez e Mandujano, 2009).

A complementação e a suplementação da paisagem têm relação com a conversão de habitats naturais em agroecossistemas, bem como exploração madeireira e pecuária, expondo os primatas aos ambientes antrópicos (Estrada et al., 2012). Dessa forma, espécies de primatas do velho e do novo mundo têm incluído em suas dietas recursos alimentares disponíveis no meio antrópico (Valença-Montenegro, 2011; Hockings e McLennan, 2012; Rodrigues, 2013; Liebsch e Mikich, 2015; Hill, 2017; Lins e Ferreira, 2019; Silva, 2019). Ademais, a perda e a fragmentação de habitat representam, juntamente com a caça, um dos principais riscos às populações de primatas (Estrada et al., 2017).

A fragmentação pode causar mudanças irreversíveis nos sistemas ecológicos e na biodiversidade (Pardini et al., 2010; Fahrig, 2013). Dessa forma, a conectividade tornou-se um desafio para a conservação da biodiversidade (Rayfield et al., 2011), principalmente nos trópicos onde as fronteiras agrícolas estão alterando a configuração da paisagem (Soares-Filho et al., 2012; Spagnoletti et al., 2016).

A permeabilidade da matriz é fundamental para se entender como uma espécie responde ao padrão espacial da paisagem. Matrizes mais permeáveis podem desempenhar a função de corredores na paisagem, reduzindo o grau de isolamento e aumentando a taxa de imigração de indivíduos entre os fragmentos (Estrada et al., 2012). As matrizes antrópicas também podem servir como fontes de recursos, como habitat complementar ou atuar facilitando o deslocamento das espécies (Pflüger e Balkenhol, 2014).

Em fragmentos florestais, no Brasil, sob processos intensos de supressão da vegetação nativa, perda de hábitat, fragmentação e isolamento encontra-se a espécie *Sapajus flavius* (Schreber, 1774), conhecida popularmente por macaco-prego-galego. As espécies do gênero *Sapajus* ocorrem na Floresta Amazônica, Caatinga, Cerrado e Floresta Atlântica (Freese e Oppenheimer, 1981). Suas distribuições estendem-se até o sul do Paraguai e norte da Argentina (Lynch Alfaro et al., 2012), possuem tamanho médio e corpo robusto, têm hábito diurno e preferencialmente arborícola (Fragaszy et al., 2004), consomem frutos, folhas, flores, néctar/seiva, casca de árvores, sementes, raízes, brotos, pedúnculos, cultivos agrícolas, mel, artrópodes, gastrópodes, ovos de aves, pequenos vertebrados, ostras e caranguejos em regiões costeiras (Valença-Montenegro, 2011; Rodrigues, 2013; Silva, 2019; Medeiros et al., 2019). Várias espécies do gênero apresentam capacidade extra de forrageio, utilização de ferramentas e acesso a itens alimentares encapsulados ou subterrâneos (Souto et al., 2011; Lacerda, 2013; Liebsch e Mikich, 2015; Bacalhão et al., 2016).

Na Paraíba foram localizadas 18 populações de *Sapajus flavius* em áreas de Floresta Atlântica, reduzidas e fragmentadas pela expansão do cultivo da cana-de-açúcar (Costa, 2012). Há relatos do consumo do colmo de cana-de-açúcar por indivíduos de *Sapajus flavius* (Valença-Montenegro, 2011; Rodrigues, 2013; Lins e Ferreira, 2019; Silva

2019). A espécie está na lista vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza na classificação ‘Em perigo’ (Valença-Montenegro et al., 2021).

Considerando a perda de hábitat e a fragmentação de remanescentes de Floresta Atlântica, onde habitam as populações de *Sapajus flavius*, o objetivo da pesquisa foi investigar os parâmetros estruturais e funcionais de classes de paisagem em área de ocorrência da espécie na Paraíba. Especificamente, delimitar as classes de paisagem; registrar os tipos de usos e a frequência de visitas as diferentes classes de paisagem por indivíduos de *Sapajus flavius*, bem como determinar os parâmetros de permeabilidade e de conectividade da paisagem. As hipóteses elaboradas foram de que há variação nas frequências de visitas, nos tipos de usos nas diferentes classes da paisagem, bem como que a matriz é uma barreira ao deslocamento de indivíduos de *Sapajus flavius* para outros fragmentos, devido ao isolamento entre as manchas de florestas. Tais informações auxiliarão no planejamento de estratégias de conservação, pois promover a conectividade de habitats é uma das metas do Plano de Ação Nacional para Conservação dos Primatas do Nordeste (PANPriNE), no qual *Sapajus flavius* é uma das espécies-alvo (ICMBio, 2018).

Material e métodos

Área de estudo

A área de estudo abrange a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Engenho Gargaú, propriedade da Japungu Agroindustrial S/A, localizada no Município de Santa Rita, Paraíba, Brasil (34° 57' 25" O, 7° 00' 44" S), com uma área total de 1.058, 62 ha (Figura 1) de Floresta Atlântica, onde habitam indivíduos de *Sapajus flavius* (Valença-Montenegro, 2011). Nas plantações de cana-de-açúcar, pomares com cultivos de banana (*Musa* spp.), jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), mamão (*Carica papaya* L.), abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril) e macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz.) há registros de visitas de indivíduos de *Sapajus flavius* (Valença-Montenegro, 2011; Rodrigues, 2013; Silva, 2019). Sendo assim, foi delimitado como área de estudo a Área de Influência Direta com raio de 3.000 m a partir da borda da RPPN, incluindo fragmentos de floresta adjacentes à RPPN, as plantações de cana-de-açúcar e os pomares.

Por se tratar de Reserva Particular, para realização do estudo foi obtida autorização (N03/2018) do setor de Gestão Ambiental da Japungu Agroindustrial S/A, proprietária da RPPN e das plantações de cana-de-açúcar, bem como autorização dos proprietários dos pomares.

Coleta e análise de dados

Foi utilizado o método de fotointerpretação que identifica e agrupa as feições de interesse com base na textura, cor e formato das imagens. Foram realizadas visitas ao campo para coleta de coordenadas geográficas, registros fotográficos e dos comportamentos exibidos por indivíduos de *S. flavius*. Este último, utilizando binóculos para observar à distância os comportamentos, não havendo qualquer proximidade e/ou interferência dos pesquisadores. *Sapajus flavius* é uma das espécies alvo do Plano de Ação Nacional para Conservação dos Primatas do Nordeste (PANPriNE), no qual a última autora é articuladora e colaboradora em várias ações e também compõe o Grupo de Assessoramento Técnico, mencionado na Portaria ICMBio nº 241/2018, Portaria ICMBio nº 242/2018 e Portaria ICMBio nº 404/2019 (Brasil, 2018; 2019).

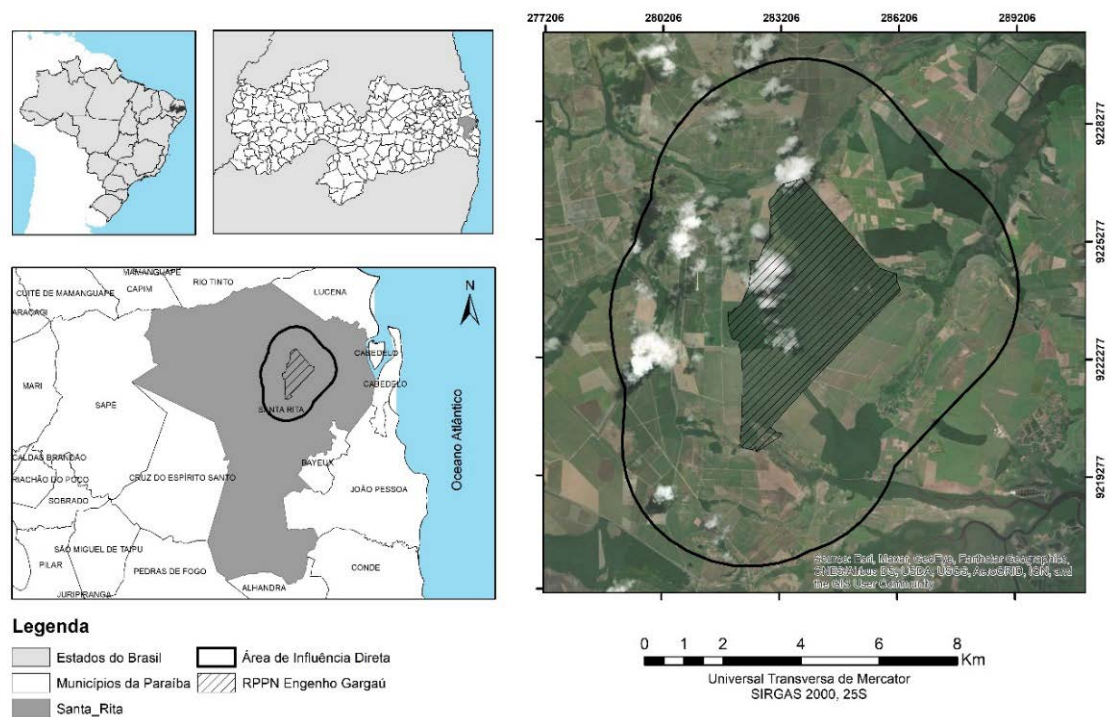


Figura 1. Localização da RPPN, onde habitam indivíduos de *Sapajus flavius*, no Município de Santa Rita, Paraíba, Brasil.

Tabela 1. Métricas utilizadas e as descrições.

Métrica	Fórmula	Descrição
Área total (CA)	$AREA = 0,5 \sum (X_{i+1} - X_i)(Y_{i+1} + Y_i)$	x e y - coordenadas do i-ésimo ponto de apoio do polígono
Densidade de bordas (ED)	$PERIM = \sum \sqrt{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Y_{i+1} - Y_i)^2}$	
Índice Médio da Forma (MSI)	$SHAPE = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot a}}$	P - Perímetro a - área
Índice de área Núcleo (CAI)	CAI = CA - Buffer de 50 m	CA- Área da mancha
Total de Áreas-Núcleo (TCA)	-	Área núcleo total da classe de interesse
Cority (CY)	$CY = \frac{NP - N_{CAI} = 0}{NCA}$	NP - número de manchas $N_{CAI} = 0$ - número de manchas sem área núcleo NCA - número de áreas núcleo formadas
Índice de Proximidade (PX)	$PX = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{d_i}$	A_i - Tamanho da mancha; P_i - Distância mais curta entre as manchas da mesma classe; i - mancha
Conectividade (ENN)	$ENN = h_{ij}$	h_{ij} - distância da mancha ij para mancha vizinha mais próxima da mesma classe.

Para a avaliação analítica da estrutura da paisagem foram utilizadas as métricas de paisagem com base na medição e quantificação de aspectos estruturais e espaciais da paisagem (Lang e Blaschke, 2009). Com exceção da métrica de área de classe que foi calculada para todas as classes de paisagem (Floresta, Plantações de cana-de-açúcar e Pomares), as métricas de conectividade (ENN), densidade de borda (ED), índice médio de forma (MSI), tamanho total de área núcleo (TCA), cority (CY), índice de área-núcleo (CAI) e índice de proximidade (PX) foram calculadas apenas para a classe Floresta (Tabela 1).

A métrica da área da classe verifica o quanto da paisagem é ocupada por um tipo de mancha. A métrica de forma (MSI) analisa o quanto o formato das manchas se aproxima de uma forma compacta, pois essa relação minimiza o efeito de borda nas manchas, ou seja, o ideal é que os valores das manchas estejam próximos de 1, pois quanto mais próximo desse valor, mais arredondadas, e quanto mais distantes, mais irregulares são as manchas e consequentemente maior o efeito de borda. A métrica tamanho total de área núcleo (TCA) equivale a soma das áreas centrais de cada fragmento. O índice de área-núcleo (CAI) identifica o percentual que uma mancha é ocupada pela área-núcleo. A métrica de proximidade (PX) mede o grau de isolamento das manchas. Essas métricas foram calculadas em nível de mancha e classe no software *ArcGis* versão 10.3, utilizando a extensão V-LATE - *vector based landscape analysis tools extensions*, já para as métricas de proximidade e conectividade (ENN) foi utilizado o software *Fragstats* 4.2.1 (McGarigal et al., 2012).

De março de 2018 a abril de 2019 foram realizadas visitas semanais, das 8h:00 min às 16h:00 min à área de estudo para obter as localizações georreferenciadas dos indivíduos de *Sapajus flavius*, para registrar as classes de paisagem utilizadas, as frequências das visitas e os tipos de uso em cada classe de paisagem. Foi utilizado o método de observação *ad libitum* (Altman, 1974) para registrar os comportamentos 1) deslocamento: quando os indivíduos deslocavam da borda da floresta RPPN para as plantações de cana-de-açúcar; e/ou quando se deslocavam para os pomares, bem como quando retornavam das plantações e dos pomares para floresta (RPPN); 2) coleta de cana-de-açúcar: quando os indivíduos estavam na borda ou interior das plantações de cana-de-açúcar utilizando o peso do seu corpo para quebrar a cana e/ou usando a boca para mordê-la e as mãos para arrancar a cana-de-açúcar, 3) alimentação: quando os indivíduos coletavam cana-de-açúcar nas plantações, frutos nos pomares e na floresta e os consumiam na borda da floresta, conforme descrito no etograma elaborado por Silva (2019).

Para verificar diferenças nas frequências de visitas às classes de paisagem Floresta, Plantações de cana-de-açúcar e Pomares, o teste Qui-Quadrado foi aplicado aos dados. Para isso foram criadas as seguintes categorias: 1) quando ocorreram de 1 a 2 visitas; 2) quando ocorreram de 3 a 4 visitas e 3) quando ocorreram mais de 5 visitas. Foi utilizada a Regressão Logística para verificar se a presença de frutos é uma variável dependente nas frequências de visitas às classes de paisagem. Para todos os testes estatísticos aplicados aos dados foi adotado o nível de significância de 5%.

Resultados

A unidade de paisagem em análise (RPPN mais área de Influência Direta de 3.000 m do entorno), abrangeu uma área de 9.604,7 ha. As classes de paisagens identificadas foram: 1- Floresta, que corresponde a RPPN Engenho Gargaú e os fragmentos adjacentes; 2- Plantações de cana-de-açúcar, sendo as plantações mais utilizadas delimitadas em cinco lotes, totalizando 5.202,9 ha; e 3- Pomares, totalizando 0,92 ha.

A classe Floresta é composta por 26 manchas (fragmentos), exibindo características de um processo de fragmentação florestal. Essa classe mediu aproximadamente 2.657,8 ha, com valores elevados de densidade de bordas (88,59 m/ha) e índice médio da forma (7,379). Todas as manchas da classe Floresta apresentaram

valores de índice médio de forma (MSI) acima de 1, sendo a mancha 01 aquela com maior valor (3,298).

A análise da área-núcleo aponta quedas 26 manchas da classe Floresta, 12 delas não apresentam áreas-núcleo, e nas demais manchas com área-núcleo, sete manchas apresentaram áreas-núcleo disjuntas. A mancha com maior percentual de ocupação da área-núcleo foi a mancha 21, apresentando o Total de Área Núcleo (TCA) 93,39%. Já a com menor percentual foi a mancha 23, com TCA 0,07%. Quanto a análise da métrica de proximidade (PX) foi utilizada a distância máxima de 20 m, conforme registros de campo, percorrida pelos indivíduos nas Plantações de cana-de-açúcar. Dentro desse raio o software não encontrou nenhum fragmento conectado (PX = 0), mas para o raio de 500 m, utilizado para fins de simulação, o software encontrou quatro manchas (Tabela 2). A classe Plantações de cana-de-açúcar apresentou 126 manchas com área total de 5.202,9 ha, caracterizando-se como a matriz na paisagem.

Tabela 2. Métricas de paisagem calculadas para as classes Floresta e Plantações de cana-de-açúcar.

Classes	CA (ha)	ED (m/ha)	TCA (ha)	CAI (%)	CY	MSI	PX		ENN	
							20 m	500 m	20 m	500 m
Floresta	2.657,8	88,59	2.198,8	82,73	0,389	7,379	0	0,3	0	123,3
							0	1,1	0	87,2
							0	3,3	0	87,2
							0	0,4	0	87,2
Plantações de cana-de-açúcar	5.202,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CA - Área da classe; ED - Densidade de bordas; TCA - Total de área central; CAI - Índice de áreas-centrais; MSI - Índice médio da forma; PX - Índice de proximidade; ENN - Conectividade o; CY - Cority.

Em abril de 2019, indivíduos de *S. flavius* foram observados se deslocando da borda da RPPN para um fragmento florestal localizado ao lado do lote 1 (plantação de cana-de-açúcar). Na ocasião esse lote apresentava plantas de cana-de-açúcar baixas e esparsas. Os indivíduos se deslocaram pelo chão e utilizaram os galhos das árvores, de espécies nativas que estavam na borda do lote de plantações de cana-de-açúcar, para adentrar o interior do fragmento. A distância entre a borda da RPPN e esse fragmento, foi de aproximadamente 77 metros. Nesse fragmento foi registrada a presença de dendê (*Elaeis* sp.) e de embaúba (*Cecropia* sp.) em frutificação, enquanto que no entorno há pomares com plantações de banana (*Musa* spp.), milho (*Zea mays* L.), abacaxi (*Ananas* spp.), macaxeira (*Manihot* sp.) e maracujá (*Passiflora edulis* Sims).

Como os registros de indivíduos de *S. flavius* utilizando esse fragmento ocorreram no último mês da coleta de dados, por não haver registros anteriores de indivíduos deslocando-se para esse fragmento, buscou-se aprofundar os conhecimentos dos parâmetros estruturais do fragmento. Esse fragmento apresentou áreas-núcleo disjuntas com Índice de áreas-centrais (CAI) com valor de 49,19, índice médio de forma (MSI) com valor de 2,694 e o tamanho total de área núcleo (TCA) com 3.199,4 ha. Também foram obtidas informações de como se encontrava esse fragmento no passado. Em 2009, o fragmento apresentava pouca vegetação e muitos resquícios de cortes. Já em 2019, o fragmento apresentou uma nítida regeneração da vegetação (Figura 2).

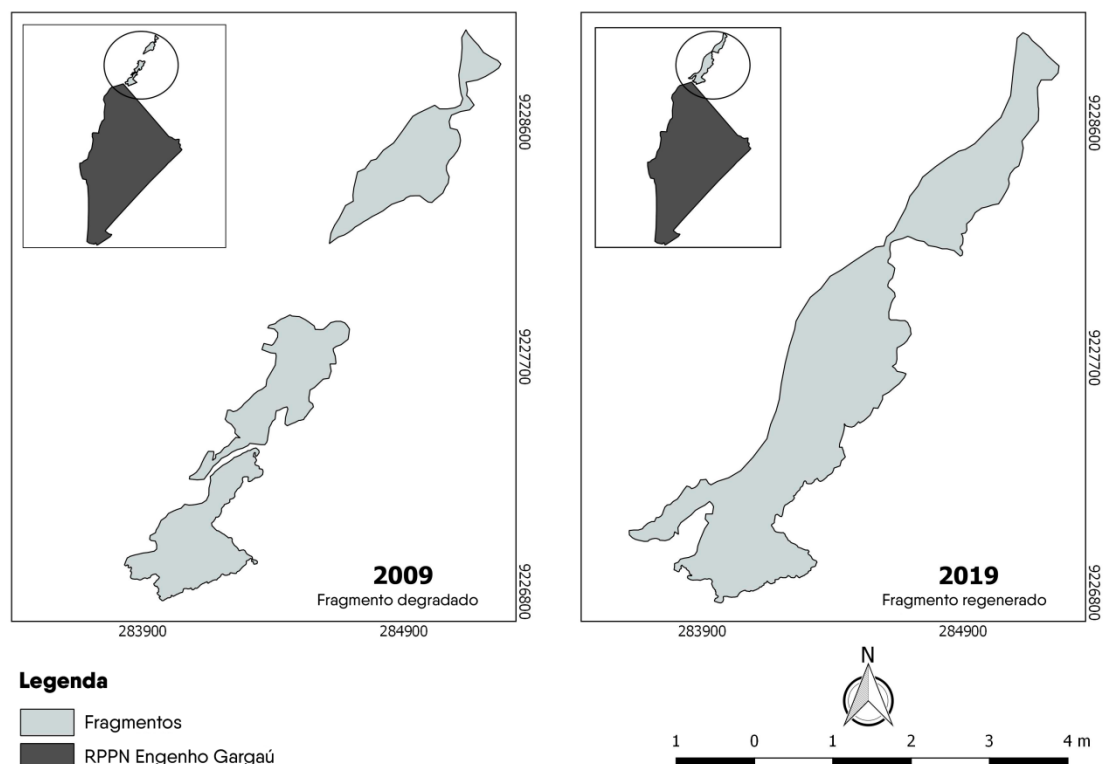


Figura 2. Fragmento florestal em vizinhança imediata a RPPN Engenho Gargaú em 2009, com resquícios de corte da vegetação. Em 2019, com a vegetação recuperada naturalmente promovendo a conexão do fragmento florestal em uma única mancha. Fonte: Mayara Dantas.

As classes de paisagem que apresentaram os maiores números de visitas, pelos indivíduos de *Sapajus flavius* (Figura 3), foram as Plantações de cana-de-açúcar (685 visitas), seguida pela Floresta (648 visitas), especificamente o fragmento da RPPN e o fragmento, descrito acima, utilizado pelos indivíduos de *Sapajus flavius*, no final do estudo e os Pomares (123 visitas).

Os usos em cada classe de paisagem foram alimentação, deslocamento e coleta de cana-de-açúcar e de frutos. As frequências de utilização das classes de paisagem mostraram que o local mais utilizado foi a matriz, com predominância das Plantações de cana-de-açúcar (39%), seguido da classe Floresta (34,1%), especificamente a borda de floresta da RPPN onde os indivíduos consumiram o colmo da cana-de-açúcar, coletada nas plantações e os frutos coletados nos pomares.

Quando foram comparadas as frequências de visitas as classes de paisagem (Floresta, Plantações de cana-de-açúcar e Pomares), as visitas as Plantações de cana-de-açúcar ocorreram nas categorias de 3 a 4 visitas e mais de 5 visitas (p -valor $< 0,0001$), enquanto que as visitas na classe Floresta ocorrem na categoria de 1 a 2 visitas. A regressão linear identificou que as frequências de visitas nas classes de paisagem Floresta e Pomares apresentaram dependência da presença de frutos (p -valor $< 0,0001$).

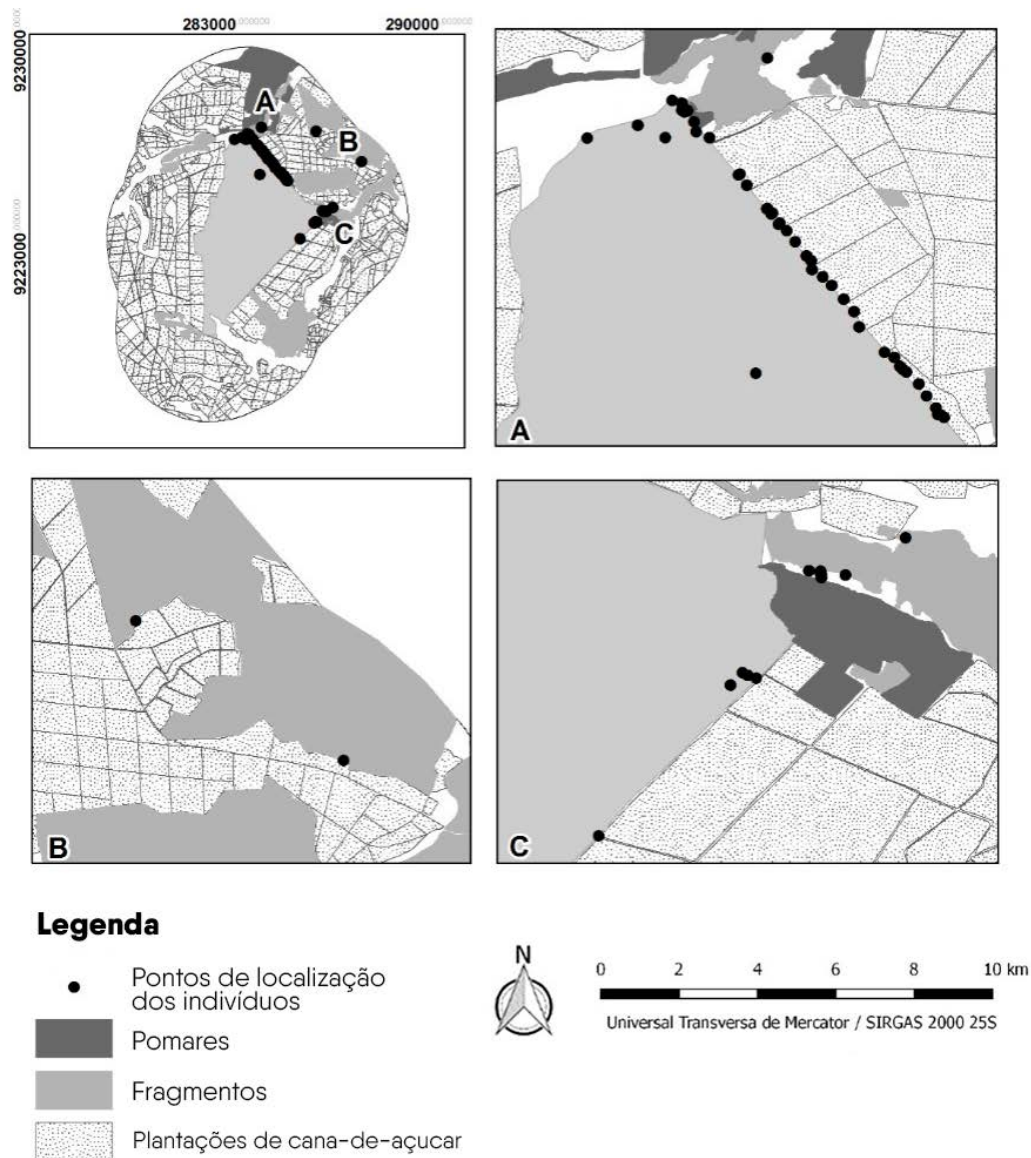


Figura 3. Presença dos indivíduos de *Sapajus flavius* nas classes de paisagem. A: presença dos indivíduos nas classes de paisagem Floresta (RPPN) e Plantações de cana-de-açúcar; B: presença dos indivíduos no fragmento de floresta utilizado no final do estudo; C: presença dos indivíduos nos Pomares. Fonte: Mayara Dantas.

Discussão

Fragmentos florestais circunscritos em ecossistemas tropicais nordestinos, especialmente na Mata Atlântica, têm exibido características na paisagem que indicam elevados níveis de fragilidade ambiental. Essa configuração possui efeitos na disponibilidade de habitats, com redução na qualidade ambiental e da biodiversidade (Turner et al., 1995). Estudos como os realizados por Ribeiro et al. (2009), Silva et al. (2015) e Matias et al. (2020), indicam que os fragmentos florestais de Mata Atlântica apresentam área reduzida, são numerosos e isolados entre si. Resultados semelhantes foram obtidos nessa pesquisa, corroborando com esses autores.

Quanto à densidade de bordas, Vidolin et al. (2011) apontam que fragmentos que apresentam elevada densidade de bordas estão mais susceptíveis às influências da matriz.

No caso da área de estudo, na presente pesquisa, a matriz é composta predominantemente por plantações de cana-de-açúcar. Quanto menor a mancha e maior o contraste estrutural entre os ambientes, maior o efeito de borda. O índice médio de forma da classe Floresta foi elevado, revelando manchas com indícios de atividades antrópicas dado pela linearidade dos fragmentos. Isso tem implicações ecológicas negativas do ponto de vista da estrutura das manchas dessa classe, estando a mesma sob efeito de borda (Metzger, 2009; Ribeiro et al., 2009). A ausência de área-núcleo e, ou, o baixo percentual de fragmentos com mata de interior traz importantes desdobramentos quando se considera o aspecto recurso ambiental. Silva e Longo (2020), ao estudar a qualidade ambiental de remanescentes florestais, apontam que em fragmentos com área-núcleo reduzida os efeitos de borda são ampliados.

Há evidências dos efeitos negativos da redução do tamanho dos fragmentos sobre as comunidades de primatas (Arroyo-Rodriguez et al., 2013; Silva et al., 2015), de forma que Benchimol e Peres (2013), demonstraram que o tamanho dos fragmentos de floresta é um bom indicador de persistência de espécies de primatas. Embora os efeitos da redução da área, ocasionados pela perda e fragmentação de habitat, sobre as espécies de primatas, sejam influenciados por características específicas da espécie, tais como modo de dispersão, biologia reprodutiva, história de vida, dieta e variação no comportamento, a resposta comum a estes fenômenos é o declínio populacional (Estrada et al., 2017).

Apenas a área da mancha não é suficiente para determinar a persistência das espécies, outros parâmetros como permeabilidade e conectividade da paisagem são essenciais. Apesar de usarem as plantações de cana-de-açúcar, essa classe de paisagem não é permeável aos indivíduos de *S. flavius*, pois a estrutura da matriz e o isolamento das manchas de floresta, não permitem que eles se desloquem para outros fragmentos presentes na área, por meio das plantações de cana-de-açúcar. Franklin e Lindenmayer (2009) afirmam que a melhoria na qualidade da matriz pode facilitar o movimento dos indivíduos na paisagem. Indivíduos de *Sapajus flavius* utilizaram um fragmento que não apresentava conectividade com a RPPN. No entanto, o acesso ao referido fragmento, ocorreu por árvores de espécies nativas que serviram de corredor.

Apesar da regeneração da cobertura vegetal desse fragmento, após cortes da vegetação, o mesmo apresenta a qualidade estrutural reduzida, pois tem elevada densidade de bordas, formato irregular e áreas-núcleo disjuntas. Portanto, esse fragmento está fornecendo recursos alimentares aos indivíduos de *Sapajus flavius*, mas não garantirá a persistência da espécie em longo prazo. Já a RPPN apresentou área-núcleo e o índice médio de forma menor, ou seja, melhor qualidade, se comparado com esse fragmento. Por outro lado, a RPPN apresentou elevada densidade de bordas, demonstrando está sob a influência da matriz composta predominantemente por plantações de cana-de-açúcar.

Primatas arborícolas conseguem cruzar uma matriz, onde haja presença de árvores que exercem o papel de corredores ou *stepping stones*, propiciando o deslocamento para fragmentos vizinhos (Benchimol e Peres, 2013). A criação de matrizes mais permeáveis pode promover a migração dos indivíduos para outros fragmentos, pois espécies que viajam longas distâncias e são sensíveis à matriz não florestal correm maior risco de ficarem isoladas à medida que o habitat é convertido em monoculturas (Tscharntke et al., 2012). Silva et al. (2014) estudando o efeito do isolamento funcional, tamanho da mancha, visibilidade e permeabilidade da matriz sobre o movimento dos indivíduos de *Sapajus nigritus*, observou que o deslocamento foi influenciado pelo tipo da estrutura da matriz, demonstrando que matrizes com estrutura semelhante ao habitat original são mais permeáveis. Nesse contexto, Fahig (2019) afirmou que paisagens não precisam ser completamente reflorestadas para que haja movimento, pois pequenos trechos de restauração, posicionados estrategicamente, podem aumentar a conectividade.

A perda e a fragmentação de habitats levam as espécies a invadirem plantações de cultivos agrícolas e a adotarem estratégias comportamentais para explorar recursos alimentares em matriz antropizada (Freitas et al., 2008). Essas matrizes também podem servir como fontes de recursos alimentares, como habitat complementar ou atuar facilitando o deslocamento das espécies (Estrada et al., 2012; Pflüger e Balkenhol, 2014). Dessa forma, a matriz representada pelas Plantações de cana-de-açúcar foi bastante utilizada pelos indivíduos de *Sapajus flavius* (39%) para coleta de cana-de-açúcar. Por outro lado, a classe Floresta também foi utilizada (34,1%), mas para consumo do colmo da cana-de-açúcar, coletada nas plantações e para consumo dos os frutos coletados nos pomares.

Ludwig et al. (2020) verificaram que indivíduos de *Alouatta belzebul* utilizaram um pouco mais a matriz (50,2%), composta por plantações de cana-de-açúcar, do que a floresta (49,8%), semelhante ao encontrado na presente pesquisa com *Sapajus flavius*. O comportamento de deslocamento, exibido pelos indivíduos de *Alouatta belzebul*, foi frequentemente registrado na matriz e o comportamento de alimentação registrado na floresta, mostrando que matriz tem maior permeabilidade pelo *Alouatta belzebul*, diferentemente do que foi registrado na presente pesquisa para *Sapajus flavius*, que utilizou a matriz apenas para coletar cana-de-açúcar. No entanto, semelhante a *Alouatta belzebul*, o comportamento de alimentação foi registrado na floresta.

O uso das Plantações de cana-de-açúcar, no entorno da RPPN, por indivíduos de *Sapajus flavius*, também foi demonstrado por Valença-Montenegro (2011), Rodrigues (2013) e Silva (2019) que registraram o consumo do colmo da cana-de-açúcar, principalmente, no período de escassez de frutos. Da mesma forma, Lins e Ferreira (2019) registraram aumento no consumo da cana-de-açúcar por indivíduos de *Sapajus flavius* quando a disponibilidade de frutos estava reduzida. Esse padrão foi compatível ao encontrado anteriormente por Galleti e Pedroni (1994) e Freitas et al. (2008), demonstrando que a utilização de cultivos agrícolas por espécies do gênero *Sapajus* pode ocorrer em função da escassez de outros recursos, ou para incrementar o teor nutricional da dieta.

Conclusões

A estrutura da paisagem, em especial a classe Floresta, apresenta parâmetros que indicam um cenário desfavorável a disponibilidade de habitat e recursos naturais. Os indivíduos de *Sapajus flavius* utilizaram as Plantações de cana-de-açúcar (matriz) para coleta de cana, revelando o processo de complementação da paisagem. A classe de paisagem Floresta, especificamente a RPPN, é utilizada para o consumo da cana-de-açúcar e de frutos. As plantações de cana-de-açúcar (matriz), não foram utilizadas no deslocamento para outros fragmentos de floresta. Sendo assim, a implantação de corredores de vegetação nativa permitirão o deslocamento de indivíduos entre os fragmentos, consequentemente, poderão restabelecer a funcionalidade das manchas na paisagem.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Monitoramento Ambiental (PPGEMA), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), pelo apoio. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por conceder apoio financeiro ao primeiro autor. À Japungu Agroindustrial S/A pela autorização para realização dessa pesquisa nas suas propriedades e ao Centro de Pesquisa e Conservação dos Primatas Brasileiros (CPB/ICMBio) pela parceria.

Conflito de interesses

As autoras declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- Altmann, J. Observational study of behavior: Sampling methods. **Behavior**, v. 49, p. 227-267, 1974. <https://doi.org/10.1163/156853974x00534>
- Arroyo-Rodríguez, V.; Mandujano, S. Conceptualization and measurement of habitat fragmentation from the primates' perspective. **International Journal of Primatology**, v. 30, p. 497-514, 2009. <https://doi.org/10.1007/s10764-009-9355-0>
- Arroyo-Rodríguez, V.; Melo, F. P. L.; Martínez-Ramos, M.; Bongers, F.; Chazdon, R. L.; Meave, J. A.; Norden, N.; Santos, B. A.; Leal, I. R.; Tabarelli, M. Multiple successional pathways in human-modified tropical landscapes: New insights from forest succession, forest fragmentation and landscape ecology research. **Biological Reviews**, v. 92, n. 1, p. 326-340, 2017. <https://doi.org/10.1111/brv.12231>
- Arroyo-Rodríguez, V.; Rös, M.; Escobar, F.; Melo, F. P. L.; Santos, B. A.; Tabarelli, M.; Chazdon, R. Plant β -diversity in fragmented rain forests: Testing floristic homogenization and differentiation hypotheses. **Journal of Ecology**, v. 101, n. 6, p. 1449-1458, 2013. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12153>
- Bacalhão, M. B. M.; Firmino, M. O.; Siqueira, R. A. S.; Ramalho, A. C.; Cavalcante, T. A.; Nery, T. F. L.; Guerra, R. R. Descrição morfológica de duas espécies de *Sapajus* encontradas na Paraíba: *S. libidinosus* e o recém-redescoberto e já criticamente ameaçado *S. flavius*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 317-321, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000400011>
- Benchimol, M.; Peres, C. A. Anthropogenic modulators of species-area relationships in Neotropical Primates: A continental-scale analysis of fragmented forest landscapes. **Diversity and Distributions**, v. 19, p. 1339-1352, 2013. <https://doi.org/10.1111/ddi.12111>
- Brasil. **Portaria ICMBio nº 241, de 26 de março de 2018**. Institui o Grupo de Assessoramento Técnico para acompanhar a implementação e realizar a monitoria do 2º ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste - PAN Primatas do Nordeste. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/9365848>. Acesso em: 24 maio 2022.
- Brasil. **Portaria ICMBio nº 242, de 26 de março de 2018**. Aprova o 2º ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste - PAN Primatas do Nordeste, contemplando seis táxons ameaçados de extinção, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, prazo de execução, abrangência e formas de implementação e supervisão. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/portarias/portaria_242_de_26_de_marco_de_2018>. Acesso em: 12 maio 2020.
- Brasil. **Portaria ICMBio nº 404, de 15 de agosto de 2019**. Institui o Grupo de Assessoramento Técnico (GAT) para acompanhar a implementação e realizar a monitoria dos Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-pan/portaria_republicacao_gats_portaria_404_retificada.pdf>. Acesso em: 24 maio 2022.
- Costa, C. **Uma floresta de oportunidades**: um novo olhar sobre a Mata Atlântica do Nordeste. Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2012.

D'eon, R. G.; Glenn, S. M.; Parfitt, I.; Fortin, M. J. Landscape connectivity as a function of scale and organism vagility in a real forested landscape. **Conservation Ecology**, v. 6, n. 2, p. 10-24, 2002.

Estrada, A.; Garber, P. A.; Rylands, A. B.; Roos, C.; Fernandez-Duque, E.; Fiore, A. D.; Nekaris, A.; Nijman, V.; Heymann, E. W.; Lambert, J. E.; Rovero, F.; Barelli, C.; Setchell, J. M.; Gillespie, T. R.; Mittermeier, R. A.; Arregoitia, L. V.; Guinea, M.; Gouveia, S.; Dobrovolski, R.; Shantee, S.; Shantee, N.; Boyle, S. A.; Fuentes, A.; MacKinnon, K. C.; Amato, K. R.; Meyer, A. L. S.; Wich, S.; Sussman, R.W.; Pan, R.; Kone, I.; Baoguo, L. Impending extinction crisis of the world's primates: Why primates matter? **Science Advances**, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2017. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600946>

Estrada, A.; Raboy, B. E.; Oliveira, L. C. Agroecosystems and Primate conservation in the Tropics: A review. **American Journal of Primatology**, v. 74, n. 8, p. 696-711, 2012. <https://doi.org/10.1002/ajp.22033>

Fahrig, L. Habitat fragmentation: A long and tangled tale. **Global Ecology Biogeography**, v. 28, p. 33-41, 2019. <https://doi.org/10.1111/geb.12839>

Fahrig, L. Rethinking patch size and isolation effects: The habitat amount hypothesis. **Journal of Biogeography**, v. 40, p. 1649-1663, 2013. <https://doi.org/10.1111/jbi.12130>

Fragaszy, D. M.; Visalberghi, E.; Fedigan, L. M. **The complete capuchin: The biology of the genus *Cebus***. Cambridge: University Press, 2004.

Franklin, J. F.; Lindenmayer, D. B. Importance of matrix habitats in maintaining biological diversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 106, p. 349-350, 2009. <https://doi.org/10.1073/pnas.0812016105>

Freese C. H.; Oppenheimer, J. R. The capuchin monkeys, genus *Cebus*. In: Nolte, J.; Ducker, C. (Eds.). **Ecology and behaviour of Neotropical Primates**. 1. ed. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1981. p. 331-390.

Freitas, C. H.; Setez, E. Z. F.; Araújo, A. R. B.; Gobbi, N. Agricultural crops in the diet of bearded capuchin monkeys, *Cebus libidinosus* Spix (Primates: Cebidae) in forest fragments in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 1, p. 32-39, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752008000100006>

Galetti, M.; Pedroni, F. Seasonal diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semi deciduous forest in South-East Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 10, n. 1, p. 27-39, 1994. <https://doi.org/10.1017/S0266467400007689>

Hill, C. M. Primate crop feeding behavior, crop protection, and conservation. **International Journal of Primatology**, v. 38, p. 385-400, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10764-017-9951-3>

Hockings, K. J.; McLennan, M. R. From forest to farm: Systematic review of cultivar feeding by chimpanzees: Management implications for wildlife in anthropogenic landscapes. **PLoS ONE**, v. 7, n. 4, p. 1-11, 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033391>

Lacerda, R. W. **Predação de plantas jovens de *Euterpe edulis* e invasão de lavouras de milho por *Sapajus nigritus* em remanescentes de Floresta Atlântica no sul do Brasil**. Paraná: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2013. (Dissertação de mestrado).

Lang, S.; Blaschke, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

Liebsch, D.; Mikich, S. B. First record of *Eucalyptus* spp. bark-stripping by brown-capuchin monkeys (*Sapajus nigritus*, Primates: Cebidae). **Ciência Florestal**, v. 25, p. 501-505, 2015. <https://doi.org/10.5902/1980509818469>

- Lins, P. G. A. S.; Ferreira, R. G. Competition during sugarcane crop raiding by blond capuchin monkeys (*Sapajus flavius*). **Primates**, v. 60, p. 81-91, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10329-018-0698-z>
- Ludwig, G.; Lima, G. Y. F.; Azevedo, R. B.; Jerusalinsky, L.; Valença-Montenegro, M. M.; Buss, G. Howlers in an anthropogenic matrix: How does an *Alouatta belzebul* group deal with the severely fragmented landscape of the Atlantic Forest in Northeastern Brazil? **Neotropical Primates**, v. 26, n. 2, p. 7-16, 2020.
- Lynch Alfaro, J. W.; Silva Jr., J. S.; Rylands, A. B. How different are robust and gracile capuchin monkeys? An argument for the use of *Sapajus* and *Cebus*. **American Journal of Primatology**, v. 74, n.4, p. 273-286, 2012. <https://doi.org/10.1002/ajp.22007>
- Matias, L.; Almeida, N. V.; Ferreira, G. R. D.; Silva, M. D. Ecologia da Paisagem aplicada à análise ambiental e temporal da vegetação remanescente em Penedo, Alagoas. **Geoambiente on-line**, v. 37, p. 322-342, 2020. <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.vi37.62690>
- McGarigal, K.; Cushman, S. A.; Ene, E. **FRAGSTATS v4**: Spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps. Amherst: University of Massachusetts, 2012. Disponível em: <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>>. Acesso em: 12 maio 2020.
- Medeiros, K.; Bastos, M.; Jones, G.; Bezerra, B. Behavior, diet, and habitat use by blonde capuchin monkeys (*Sapajus flavius*) in a coastal area prone to flooding: Direct observations and camera trapping. **International Journal of Primatology**, v. 40, p. 511-531, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10764-019-00103-z>
- Metzger, J. P.; Martensen, A. C.; Dixo, M.; Bernacci, L. C.; Ribeiro, M. C.; Teixeira, A. M. G.; Pardini, R. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic Forest region. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1166-1177, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.01.033>
- Pardini, R.; Bueno, A. A.; Gardner, T. A.; Prado, P. I.; Metzger, J. P. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: Regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. **PLO ONE**, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2010. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013666>
- Pflüger, F. J.; Balkenhol, N. A plea for simultaneously considering matrix quality and local environmental conditions when analysing landscape impacts on effective dispersal. **Molecular Ecology**, v. 23, n.9, p. 2146-2156, 2014. <https://doi.org/10.1111/mec.12712>
- Rayfield, B.; Fortin, M. J.; Fall, A. Connectivity for conservation: A framework to classify network measures. **Ecology**, v. 92, n.4, p. 847-858, 2011. <https://doi.org/10.1890/09-2190.1>
- 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>
- Rodrigues, K. C. **Padrão de atividades, comportamento alimentar, exploração de habitat e área de vida de um grupo de *Sapajus flavius* (Schreber, 1774) (Primates, Cebidae) em um fragmento de Floresta Atlântica, Paraíba, Brasil**. Rio Tinto: Universidade Federal da Paraíba, 2013. (Dissertação de mestrado).
- Silva, A. G.; Freitas, L.; Pires, J. P. A. A Fournier Index upgrade as a new approach for quantitative phenological studies in plant communities. **Tropical Ecology**, v. 55, n. 1, p. 137-142, 2014. <http://doi.org/216.10.241.130>

- Silva, A. L.; Longo, R. M. Ecologia da Paisagem e qualidade ambiental de remanescentes florestais na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Atibaia dentro do Município de Campinas-SP. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 1176-1191, 2020. <https://doi.org/10.5902/1980509842640>
- Silva, L. G.; Santos, S.; Moraes, F. fragmentação da Mata Atlântica de interior: análise de paisagem do corredor verde sul-americano e florestas do Alto Paraná. **Boletim de Geografia**, v. 32, n. 3, p. 61-68, 2015. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v32i3.21881>
- Silva, S. M. R. **Consumo de itens vegetais exóticos por indivíduos de *Sapajus flavius* (Primates, Cebidae: Schreber, 1774) que habitam a Reserva Particular do Patrimônio Natural Engenho Gargaú, Paraíba, Brasil**. Rio Tinto: Universidade Federal da Paraíba, 2019. (Monografia de curso).
- Soares-Filho, B.; Silvestrini, R.; Nepstad, D.; Brando, P.; Rodrigues, H.; Alencar, A.; Coe, M.; Locks, C.; Lima, L.; Hissa, L.; Stickler, C. Forest fragmentation, climate change and understory fire regimes on the Amazonian landscapes of the Xingu headwaters. **Landscape Ecology**, v. 27, p. 585-598, 2012. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9723-6>
- Souto, A.; Bione, C. B. C.; Bastos, M.; Bezerra, B. M.; Fragaszy, D.; Schiel, N. Critically endangered blonde capuchins fish for termites and use new techniques to accomplish the task. **Biology Letters**, v. 7, n. 4, p. 532-535, 2011. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2011.0034>
- Spagnoletti, N.; Cardoso, T. C. M.; Fragaszy, D.; Izar, P. Coexistence between humans and capuchins (*Sapajus libidinosus*): Comparing observational data with farmers' perceptions of crop losses. **International Journal of Primatology**, v. 38, p. 243-262, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10764-016-9926-9>
- Tischendorf, L.; Fahrig, L. On the usage and measurement of landscape connectivity. **Oikos**, v. 90, n. 1, p. 7-19, 2003. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.900102.x>
- Tscharntke, T.; Thomas, Y. C.; Wanger, L. J.; Motzke, I.; Perfecto, I.; Vandermeer, J.; Whitbread, A. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. **Biological Conservation**, v. 151, n. 1, p. 53-59, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>
- Turner, I. M.; Ong, B. L.; Tan, H. T. W. Vegetation analysis, leaf structure and nutrient status of a Malaysian heath community. **Biotropica**, v. 27, n. 1, p. 2-12, 1995.
- Valença-Montenegro, M. M. **Ecologia de *Cebus flavius* (Schreber, 1774) em remanescentes de Mata Atlântica no Estado da Paraíba**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011. (Tese de doutorado).
- Valença-Montenegro, M. M.; Bezerra, B. M.; Martins, A. B.; Jerusalinsky, L.; Fialho, M. S.; Lynch Alfaro, J. W. *Sapajus flavius* (amended version of 2020 assessment). **The IUCN Red List of Threatened Species**, e.T136253A192592928, 2021. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T136253A192592928.en>

