

Análise da qualidade das matas ripárias para mamíferos, utilizando um fragmento de cerrado do estado de São Paulo, sensoriamento remoto e campo

Carlos Felipe Perez da Silveira ¹
Kitaro Suenaga Jardineiro ¹
Iris Amati Martins ¹
Marisa Dantas Bitencourt ¹

¹ Universidade de São Paulo – Departamento de Ecologia, LEPaC, USP
unterpluft@uol.com.br

Abstract. Riparian forests play a vital role in the maintenance of fluvial ecosystems, not only preventing bank erosion and silting, but also by filtering pollutants which might compromise water quality. They also serve as wildlife corridors for animals and plants, increasing connectivity among patches on fragmented landscapes, such as the highly degraded Brazilian savannah – the cerrado. With remote sensing and GIS, it is possible to characterize plant physiognomies and their distribution in a given landscape. Using said tools, the goal of this work was to characterize the riparian physiognomies occurring on a cerrado region in western São Paulo state, creating a physiognomies map for them; as well as to assess if large and medium-sized mammals would use them as corridors. 8 different riparian areas were visited, their coordinates marked on a GPS, along with any large or medium-sized mammal tracks found in them. The riparian zones consisted of a riparian forest stripe, bordered by a wetlands buffer, except in areas under anthropic pressure. A physiognomies map showing these two physiognomies was created upon using vegetation indexes, elevation models and the data obtained on the field. Tracks from 8 mammal species were found, and were plotted on a NDVI map. The finding of two large mammals – cougar (*Puma concolor*) and Brazilian tapir (*Tapirus terrestris*) – tracks in a narrow riparian forest corridor might indicate that these forests are being used as a corridor for these species.

Palavras Chave: Matas ripárias, mamíferos, sensoriamento remoto, riparian forests, mammals, remote sensing.

1. Introdução

O Cerrado é o segundo bioma mais vasto do Brasil, ocupando aproximadamente 2 milhões de km². É porém um dos biomas mais fragmentados do país, apesar de ser também um dos mais diversos. O Bioma compreende uma formação vegetal savânica, composta de fisionomias que variam num gradiente de biomassa desde campos limpos até formações florestais. É marcado por forte variação sazonal, com estações seca e chuvosa bem definidas (Durigan et al, 2004).

As fisionomias florestais do Cerrado podem estar inseridas em dois contextos. O cerradão e a mata seca encontram-se em terrenos ricos em nutrientes e bem drenados nos interflúvios. Associados a rios e outros cursos d'água ocorrem as fisionomias ripárias: as matas ribeirinhas (Ribeiro & Walter, 2001) . Também podem ocorrer fisionomias campestres associadas a corpos d'água – os campos úmidos – que geralmente ocorrem margeando matas ou Ripárias (Durigan et al, 2004).

Matas ribeirinhas são de vital importância para a manutenção de ambientes fluviais, por evitar a erosão das margens e prevenir o assoreamento; agir como locais de filtro e decomposição de poluentes e aumentar a taxa de infiltração de água no solo (Sparovek et al., 2002). Elas também são importantes para a fauna e flora locais, por tornar o ambiente mais propício a espécies associadas a ambientes méxicos (Jones et al., 2008), e por servirem como importantes corredores para aves, mamíferos e outros animais. Teoriza-se que elas proporcionam a ligação entre Cerrado, Mata Atlântica e Floresta Amazônica, devido às semelhanças estruturais das florestas ribeirinhas com esses dois biomas. São, portanto, ambientes caracterizados por fauna e flora bastante diversas (Durigan et al, 2004; Sparovek et al., 2002).

São também áreas muito suscetíveis a destruição causada por atividades antrópicas. Por estarem associadas diretamente com a dinâmica dos rios, em locais onde ocorre represamento de rios as vegetações ripárias perdem seus componentes arbóreos (Jones et al., 2008). Como elas se localizam em solos geralmente mais férteis que os interflúviais, a derrubada de matas ripárias para dar lugar a culturas agrícolas também não é um evento raro (Pinto et al., 2005)

O fato de ambientes ripários estarem diretamente associados à qualidade da água os torna alvos de proteção em diversos países, sendo que existem leis para a sua proteção. No Brasil, elas são protegidas por lei federal, e são consideradas áreas de proteção permanente, com largura variando em função da largura do rio que elas margeiam. Vê-se, porém, grande descaso em relação a essa legislação, e os rios em sua maioria apresentam apenas pequenos trechos de seu curso com vegetação ripária em sua margem. Em áreas urbanizadas, essa ausência é marcante, e quase não se vê mais a vegetação.

O sensoriamento remoto tem contribuído muito para órgãos governamentais no acompanhamento e avaliação das matas através do mapeamento das áreas naturais (Mesquita Jr., 1998), além de vir sendo cada vez mais aplicado na ecologia, complementando as metodologias mais clássicas. Uma maneira bastante corriqueira de estudar a vegetação é através de imagens Índices de Vegetação (IV), que usam as faixas do vermelho e do infravermelho próximo. Um dos mais usados é o Índice de Vegetação de Diferença Normalizada ou NDVI (normalized difference vegetation index), obtido a partir da equação 1, com o qual é possível, por exemplo, classificar as fisionomias de Cerrado (Mesquita Jr., 1998).

$$NDVI = \frac{(IV_{prox} - Verm)}{(IV_{prox} + Verm)}$$

Este trabalho tem por objetivos determinar as áreas de ocorrência das diferentes fisionomias ripárias de uma região de cerrado através da criação de um mapa de fisionomias ripárias. Além disso, pretende-se verificar a possibilidade de uso delas como corredor de fauna por grandes mamíferos.

2. Material e métodos

2.1. Descrição da área de estudo

O trabalho foi realizado em uma região de cerrado no município de Campos Novos Paulista, e a área analisada se situa dentro de um retângulo definido pelas coordenadas 593580 E, 602380 E, 7502580 N, 7511340 N no fuso UTM 22s. A área possui 1.764 ha de fisionomias de cerrado, é considerada como área prioritária para conservação.

Os fragmentos de cerrado estão inseridos em uma matriz de pastagens e culturas agrícolas como mandioca. A figura 1 é uma composição colorida, utilizando-se a banda azul como imagem azul; infravermelho próximo como imagem verde; e banda vermelha como imagem vermelha. Nela pode-se ver as áreas de vegetação original – cerrado e matas ripárias – em verde escuro, em rosa claro as áreas de pastagens e em magenta, culturas agrícolas ou solo nu.

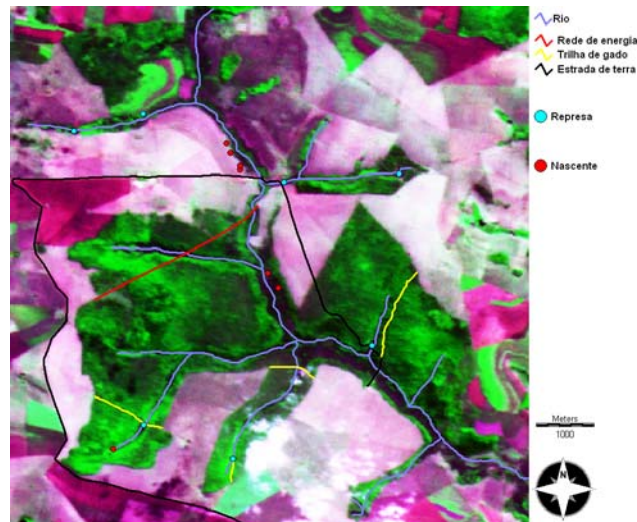


Figura 1: Composição colorida da área de estudo. Nela vêem-se os locais de ocorrência de rios, represas, nascentes e estradas.

2.3. Coleta de dados

Foi realizada uma campanha de 30 dias, de 20 de março a 20 de abril de 2008. Foram visitadas 8 áreas pré-determinadas através do uso das imagens via-satélite, por pertencerem a diferentes afluentes e estarem inseridas em áreas interfluviais diversas, estando portanto sujeitas a diferentes influências ambientais. Foram então anotadas suas coordenadas; duas delas situadas fora do fragmento principal, sob efeito de pressões antrópicas decorrentes da matriz de pastagens e represamentos em certos pontos. Dentro do fragmento maior foram amostradas 2 áreas ripárias inseridas em cerrado, 3 inseridas em cerrado *sensu stricto* denso, e uma em cerrado *s. s.* típico, de acordo com a classificação de Durigan *et al.*, 2004.

Foram também anotados os registros de mamíferos de grande e médio porte encontrados através da procura ativa por pegadas e rastros. Cada área foi visitada pelo menos duas vezes, em semanas diferentes, e foram obtidas as coordenadas em GPS para cada registro encontrado. Os locais onde ocorriam campos úmidos e matas ripárias para posterior confirmação da localização delas no mapa de fisionomias ripárias.

2.3. Sensoriamento remoto e geoprocessamento

Foram utilizadas imagens do satélite CBERS sensor CCD, de 3 de setembro de 2006 (estação seca). Foi escolhida essa estação porque nela as fisionomias vegetais mostram mais contraste entre si do que na estação chuvosa. Os polígonos utilizados são oriundos do Inventário Florestal (Kronka, 1993). As curvas de nível, a drenagem e as estradas, foram obtidas de mapas do IBGE. Tanto os vetores como as imagens foram analisadas no IdrisiTM (Clark Labs 1987-2006). Os mapas temáticos utilizados são os de relevo e de vegetação.

A partir das curvas de nível, foi construído o modelo numérico do terreno (MNT) que gerou mapas hipsométricos e clinográficos que ajudaram na análise dos ambientes ripários. Também a partir do MNT foi possível extrair um perfil topográfico que auxiliou na construção de diagramas de perfil onde foram colocados os morfotipos vegetais, para mostrar a composição das fisionomias ripárias visitadas.

Foi gerada uma imagem NDVI, e a partir dela uma imagem índice de área foliar (LAI), (equação 2), segundo Duchemin *et al.* (2006):

$$LAI = \frac{\ln(1 - NDVI)}{-0,54}$$

A imagem LAI foi escolhida para gerar o mapa de vegetação, pois guarda uma relação direta com a biomassa vegetal. Como as fisionomias ripárias possuem quantidades de biomassa semelhantes às das fisionomias interfluviais, foi feita uma tabulação cruzada do mapa de vegetação com um mapa de distância euclidiana do vetor de rios, obtendo-se uma separação mais precisa entre as fisionomias com valores de LAI muito próximos entre si, obtendo-se assim o mapa de fisionomias ripárias. As classes obtidas foram então conferidas com os pontos obtidos em campo.

Os pontos obtidos dos rastros das espécies de mamíferos foram plotados em mapas de LAI, com apenas as áreas ripárias em evidência.

3. Resultados

3.1. Fisionomias ripárias

Foi observado um padrão de matas ribeirinhas diretamente adjacentes aos rios, bordeadas por uma faixa de campo úmido, não importando em qual fisionomia de cerrado as zonas ripárias estivessem inseridas. Por outro lado, quando os rios atravessavam áreas sob efeitos de pressões antrópicas – pastagens ou a rede de energia – as zonas ripárias apresentavam alterações na estratificação e na disposição espacial das fisionomias. Após a criação do mapa de fisionomias ripárias a partir dos valores de LAI, as localizações das classes obtidas foram conferidas com os pontos obtidos em campo. As classes do mapa definitivo de fisionomias ripárias estão mostradas na tabela 1, com os respectivos valores de LAI, e o mapa em si está mostrado na figura 3, junto com o mapa original de LAI.

Tabela 1: Valores de LAI para as diferentes classes de vegetações ripárias.

Nome da classe	De (valor mínimo)	Até (valor máximo)
Campo úmido	0,7	0,95
Mata Ribeirinha	0,95	1,2
Mata Ribeirinha ou Cerrado Seco	1,2	1,4
Mata Rieirinha ou Cerrado Seco	1,4	1,65

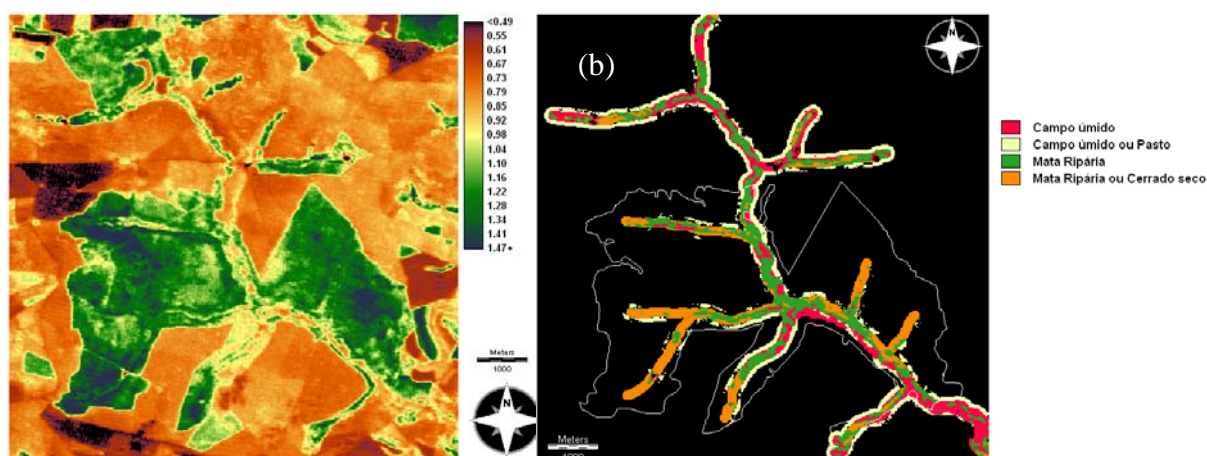


Figura 2: Mapas de índice de área foliar (LAI) e de fisionomias ripárias. No mapa de LAI (a), quanto mais escuro o tom de verde, maior a quantidade de fitomassa, e quanto mais

escuro o tom de vermelho, menor é esta quantidade. No mapa de fisionomias (b), o fragmento maior está delineado em branco.

3.2. Uso das matas ripárias por mamíferos

No total foram encontrados rastros pertencentes a 8 espécies de mamíferos: suçuarana (*Puma concolor*) gato do mato (*Leopardus sp.*), mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), jaratataca (*Conepatus semistriatus*) anta (*Tapirus terrestris*), caititu (*Pecary tajacu*), cutia (*Dasyprocta azarae*), e tatu-galinha (*Dasytus novencintus*), conforme mostrado nas figuras 3, 4 e 5.

A região onde foi coletado o maior número de espécies foi na faixa onde se localiza a área C. Esta região é também onde ocorre uma grande diversidade de fisionomias ripárias, o que pode ter sido a razão pelo maior número de espécies amostrado.

De todas as espécies mencionadas, apenas *T. terrestris* teve sua presença constatada em todas as áreas. Foram encontrados vestígios de *P. concolor*, *Leopardus sp.* e *T. terrestris* na borda e dentro da vegetação ripária que liga os fragmentos de cerrado, o que pode significar que essa área está servindo de corredor para a fauna da região.

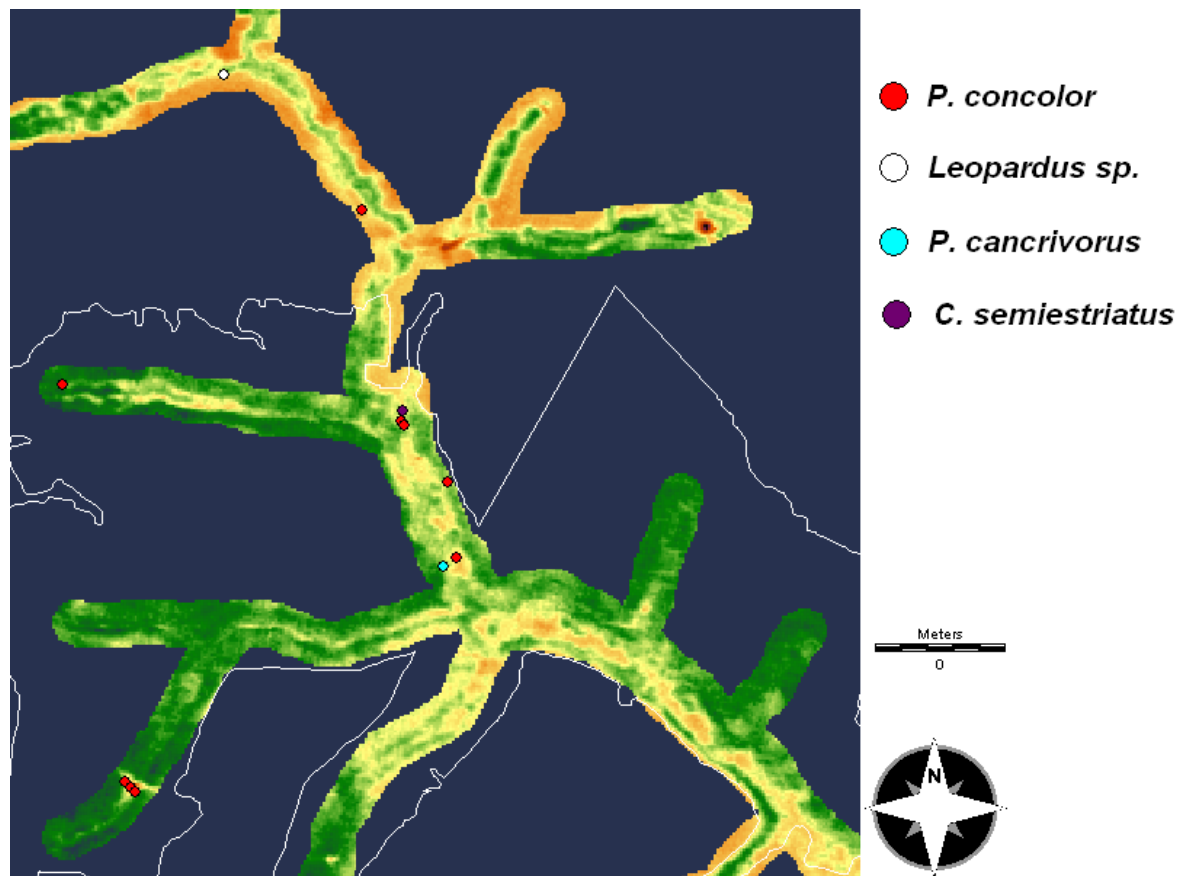


Figura 3: mapas de LAI com as áreas ripárias em evidência mostrando os locais de registro de rastros de carnívoros na área de estudo.

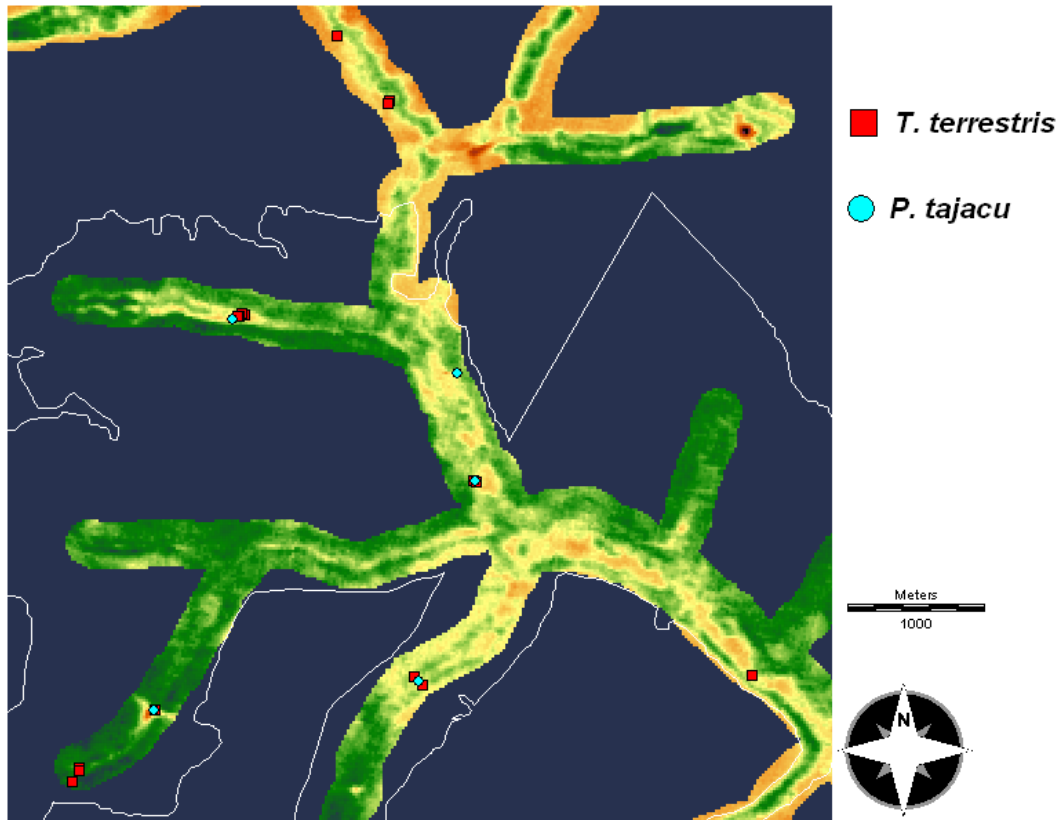


Figura 4: mapas de LAI com as áreas ripárias em evidência mostrando os locais de registro de rastros de ungulados na área de estudo.

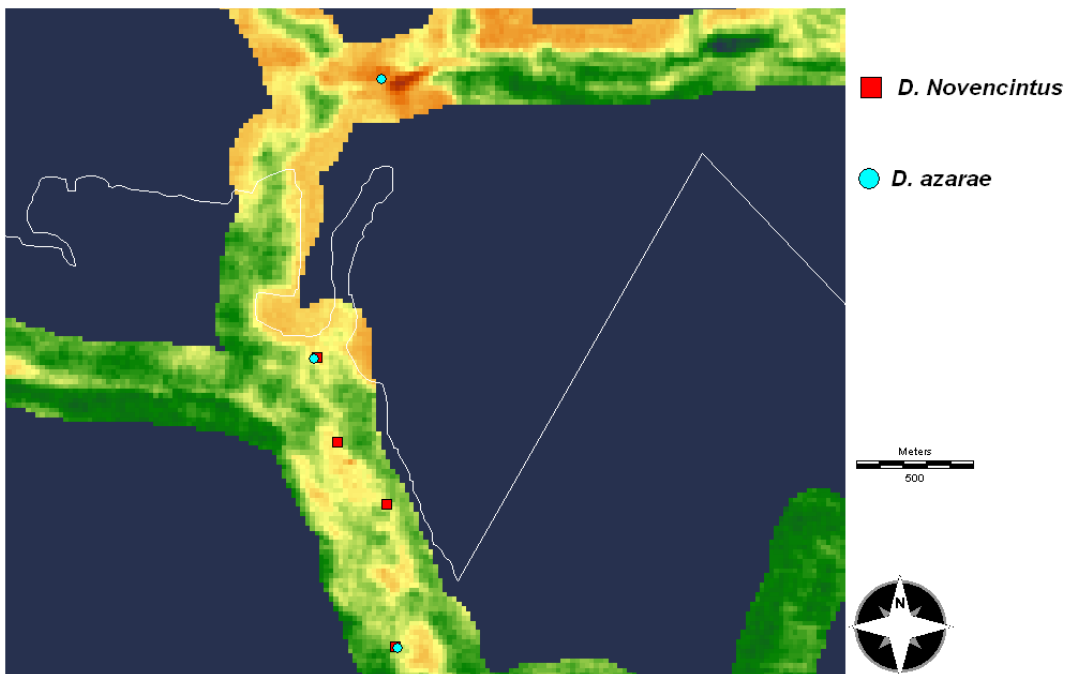


Figura 4: mapas de LAI com as áreas ripárias em evidência mostrando os locais de registro de rastros de *Dasyprocta azarae* e *Dasyprocta novencintus* na área de estudo.

4. Discussão

A separação das fisionomias ripárias presentes na região em classes do mapa de vegetação se mostrou satisfatória, pois foi suficiente para separar as áreas de campo úmido, floresta ribeirinha e cerrado seco. Porém, não é uma separação exata, uma vez que fisionomias vegetais se tratam de gradientes contínuos de biomassa, o que torna sua separação em classes discretas sujeita às imprecisões. Estas podem ser tanto subjetivas – relacionadas à interpretação do pesquisador – quanto naturais, derivadas de valores próximos de biomassa (que são refletidas nos valores de índice de vegetação) entre diferentes fisionomias. No caso do objetivo em questão, a precisão da separação foi aumentada após a tabulação cruzada com o mapa de distância dos rios. Outro fator que poderia ter aumentado a precisão da separação em classes fisionômicas seria utilizar imagens com uma resolução espacial melhor, mas de resolução espectral semelhante. De fato, há trabalhos que, com o mesmo intuito de classificar e delimitar a vegetação ocorrendo em áreas ripárias, utilizaram imagens multiespectrais obtidas de sobrevôos, chegando até a identificar certas espécies componentes da vegetação (Nagler et al., 2001)

O padrão exibido pela vegetação ripária (campo úmido margeando floresta ribeirinha) esteve sujeito a variações na composição de formas de vida e espécies componentes dessas fisionomias, que eram sujeitas a fatores relacionados ao solo e ao relevo, além de impactos externos de origem antrópica. Os locais sujeitos a essas pressões (represas, estradas e a rede de energia) mostraram perda do componente arbóreo às margens do rio na região de contato com o impacto. Em locais onde ocorre represamento, as matas ripárias perdem o componente arbóreo devido à interferência que a represa causa na dinâmica de inundações local⁴. Curiosamente, na área onde o rio é represado e canalizado, através de um sistema de dutos para abastecer a fazenda, a mata ciliar se mostra dominante, enquanto o campo úmido se mostra restrito à margem da represa. Talvez a manutenção do componente arbóreo se deva ao fato de o local possuir um sistema de dutos que talvez possibilite a continuidade da dinâmica de inundação da área.

A área de estudo mostrou uma obediência razoável em relação à manutenção das APPs associadas a áreas ribeirinhas e inundáveis. Por outro lado, enquanto dentro do fragmento principal as faixas mínimas de proteção permanente são mantidas, fora dele as vegetações ripárias estão diretamente em contato com o pasto, e como elas se tratam de áreas inundáveis, isso mostra uma não conformidade em relação à lei, que determina que áreas alagáveis e nascentes tem obrigatoriamente uma faixa de 50m de APP em seu entorno.

Quanto mais largo fosse o rio, mais larga era a faixa de vegetação ripária e mais diversas eram as formas de vida que as compunham. Uma dessas áreas em particular, onde o rio se dividia em vários braços, se mostrou muito diversa em micro-ambientes, com áreas permanentemente alagadas e outras de solo seco, propiciando a alta diversidade de fisionomias e formas de vida do local.

Nessa região foi obtido o maior número de espécies de mamíferos, o que pode significar que ocorre preferência dos animais em relação a essa área. Possivelmente, como a área possui mosaicos de florestas ribeirinhas de diferentes densidades e composições estruturais, ocorre também um maior número de nichos a serem explorados, resultando na ocorrência de um número maior de espécies frequentando a área.

Ao que tudo indica, as vegetações ripárias têm a função de conectores entre os fragmentos para pelo menos três das espécies de mamíferos encontradas. Há aqueles que defendem que estudos de conectividade só são efetivos quando se analisa a conectividade verdadeira de uma determinada área, valendo-se de regiões controle com fragmentos não conectados (Beier & Noss, 1998); ou através de análises que verifiquem a conectividade

funcional dos elementos da paisagem. Tais estudos não foram feitos, primeiramente porque não havia a possibilidade de trabalhar com fragmentos controle não conectados; além de esses métodos sugerirem muitas vezes a supressão dos corredores através de destruição dos mesmos, o que seria fora de questão para um bioma já tão fragmentado como o Cerrado.

Por outro lado, deve-se levar em consideração os relatos dos moradores locais, que sugeriam sempre que *T. terrestris* e *P. concolor* estavam passando pelo corredor de mata ripária. Além disso, há estudos que mostram que dessas espécies, pelo menos *P. concolor* evitam freqüentar áreas florestais que foram derrubadas (Smallwood et al., 1994). As preferências de habitat e áreas de vida das duas espécies (até 3 km² para antas (Noss et al., 2003) e até 107 km² para suçuaranas (Franklin et al., 1999)) também indicam que é improvável que essas duas espécies estejam utilizando apenas o corredor como hábitat, e sugerem uso de mais de um fragmento.

5. Conclusões

A classificação das fisionomias ripárias através de índices de biomassa vegetal é mais precisa quando esses valores são usados em conjunto com outros dados, como mapas de distância e modelos de elevação. As áreas ripárias dentro do fragmento estão em melhor estado de conservação do que fora dele, e a área que apresentou maior diversidade de fisionomias ripárias também mostrou maior número de espécies de mamíferos associada. Mesmo se tratando de um estudo preliminar sobre conectividade, a função de corredor entre os fragmentos de cerrado da vegetação ripária na área de estudo não deve ser descartada.

Referências Bibliográficas

1. Durigan, G. et al. A vegetação dos remanescentes de cerrado do estado de São Paulo. In: Bitencourt, M. D. & Mendonça, R. R. (Org.) **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado do Estado de São Paulo**. São Paulo: Editora Annablume, 2004. Cap. 2, p. 29-56.
2. Ribeiro, J.F. & Walter, B. M. T. As Matas de Galeria no Contexto do Bioma do Cerrado. In: Ribeiro J. F., Fonseca, C. E. L., Silva, J. C. S. **Cerrado, caracterização e recuperação das matas de galeria**. Embrapa, 2001. 899p.
3. Sparovek et al. A conceptual framework for the definition of the optimal width of riparian forests. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 90, n .2, p. 169-175, 2002.
4. Jones, K. B. et al. Detecting changes in riparian habitat conditions based on patterns of greenness change: a case study from the Upper San Pedro River Basin, USA. **Ecological Indicators**, v. 8, p. 89-99, 2008.
5. Pinto, L. V. A. et al. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **R. Árvore**, Viçosa – MG, v. 29, n. 5, p. 775-793. 2005.
6. Mesquita Jr., H. N. **Análise temporal com sensor orbital de unidades fisionômicas de cerrado na Gleba Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga - SP)**. 1998. Dissertação (mestrado em ecologia).
7. Kronka, F. J. N. et al. **Áreas de domínio de cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 1998.
8. Duchemin, B et al. Monitoring wheat phenology and irrigation in Central Morocco: On the use of Relationships between evapotranspiration, crops coefficients, leaf area index and remotely-sensed vegetation indices. **Agricultural Water Management**, v. 79, p. 1–27. 2006.
9. Nagler, P. L. et al. Assessment of spectral vegetation indices for riparian vegetation in the Colorado River delta, Mexico. **Journal of Arid Environments**, v. 49, p. 91-110, 2001.
10. Beier, P. & Noss, R. F. Do habitat corridors provide connectivity? **Conservation Biology**, v. 12, n. 6, p. 1241-1252, 1998.
11. Smallwood, K. S. Trends in California mountain lion populations. **The Southwestern Naturalist**, v. 39, n. 1, p. 67-72, 1994.
12. Noss, A. J. et al. Camera trapping and radio telemetry study of lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in bolivian dry forests. **Tapir conservation**, v. 12, n. 1, p. 24-32, 2003.
13. Franklin, W. L. et al. Ecology of the Patagonia puma *Felis concolor patagonica* in southern Chile. **Biological Conservation**, v. 90, n. 1, p. 33-40, 1999.