



ARTIGO | ARTICLE

## AVALIAÇÃO DA BIODIVERSIDADE FAUNÍSTICA EM AGROECOSSISTEMAS DE CANA-DE-AÇÚCAR ORGÂNICA

### *ASSESSMENT OF THE FAUNAL BIODIVERSITY IN ORGANIC SUGAR-CANE AGROECOSYSTEMS IN SÃO PAULO STATE, BRAZIL*

José Roberto MIRANDA<sup>1</sup>

#### RESUMO

Há mais de vinte anos pesquisadores da Embrapa Monitoramento por Satélite vêm desenvolvendo métodos para avaliação da biodiversidade em sistemas agrícolas, com ênfase no estudo da vegetação e da fauna de vertebrados terrestres selvagens. Esses estudos têm sido aplicados em diversos tipos de propriedades rurais, desde pequenos agricultores até empresas rurais modernas e intensificadas, e diversos resultados e métodos têm sido consolidados ao longo desses anos. Desde 1990, a equipe de pesquisadores acompanha a conversão para a agricultura orgânica e manejo agroecológico em diversas propriedades rurais, inclusive na produção de cana-de-açúcar. Em um desses estudos de caso nas áreas da Usina São Francisco no Estado de São Paulo, a riqueza e a diversidade faunísticas detectadas foram excepcionais. No prazo de 12 meses, entre 2002 e 2003, foram realizados 820 levantamentos zo ecológicos, visando a mastofauna selvagem, sendo detectadas e identificadas pelos especialistas 247 espécies de vertebrados terrestres (cinco anfíbios, 13 répteis, 191 aves e 38 mamíferos). Os resultados obtidos permitiram uma descrição qualitativa e quantitativa da biodiversidade faunística nos diversos habitats existentes nas fazendas da propriedade. Eles surpreenderam pelos elevados índices de riqueza e de biodiversidade faunística inter-habitats e intra-habitats encontrados nessas áreas agrícolas, mesmo quando comparados a ecossistemas naturais. Este trabalho apresenta considerações sobre a qualidade, em termos de espécies presentes, da biodiversidade de vertebrados observada durante a pesquisa e o desenvolvimento de um protocolo metodológico para esse tipo de abordagem.

**Palavras-chave:** agricultura orgânica; biodiversidade; cana-de-açúcar; habitats faunísticos; vertebrados.

<sup>1</sup> Prof. Dr., Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite. Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803, São Quirino, 13088-000, Campinas, SP, Brasil.

## ABSTRACT

*For more than twenty years, researchers at Embrapa Monitoring by Satellite have developed methods for the evaluation of biodiversity in agricultural systems, with emphasis on the study of vegetation and wild terrestrial vertebrates. These studies have been applied to several types of rural properties, from small farmers to modern and intensified rural enterprises. Several results and methods have been consolidated during these years. Since 1990, the research team follows the conversion to organic agriculture, and the agroecological management, in several rural properties, including those investing in sugar cane production. In one of these case studies, in areas of the Usina São Francisco, a mill company at the State of São Paulo, the detected faunal diversity and richness were exceptional. During 12 months, between 2002 and 2003, 820 zoocological surveys were carried out with focus on the wild mastofauna. The experts detected and identified 247 species of terrestrial vertebrates (5 amphibians, 13 reptiles, 191 birds, and 38 mammals). The results allowed a qualitative and quantitative description of the faunal diversity among the various habitats occurring within the property farms. The results were surprising, due to the elevated indices for faunal richness, as well as for the inter-habitats and intra-habitat biodiversity found in these agricultural lands, even when compared with indices found in natural ecosystems. This paper, in addition to considerations on the quality, in terms of present species, of the vertebrate biodiversity observed during the research, presents the development of a methodological protocol for this type of approach.*

**Key words:** *organic agriculture; biodiversity indices; sugar cane; faunal habitats; faunal distribution; species richness; vertebrates.*

## INTRODUÇÃO

A presença da fauna selvagem em áreas agrícolas é um fato ainda pouco estudado. Na busca da conservação de espécies selvagens, a prioridade tem sido a preservação de remanescentes de ecossistemas naturais (florestas, cerrados, matas de galeria, etc.) ou mesmo a sua reconstituição. Pouca atenção tem sido dada ao efetivo papel das propriedades agrícolas na manutenção da biodiversidade animal. Naquelas em que se pratica o cultivo orgânico e o manejo agroecológico, espera-se encontrar uma biodiversidade ampliada (Beecher *et al.*, 2002).

As populações de espécies vegetais e animais nos agroecossistemas tropicais variam em função do uso e da ocupação das terras, da estabilidade temporal e espacial dos sistemas de produção, da natureza e da repartição espacial dos remanescentes de vegetação natural e da disponibilidade de recursos hídricos (Suárez-Seoane *et al.*, 2002). A evolução da biodiversidade em áreas agrícolas tropicais brasileiras tem uma dimensão histórica relativamente recente e bem diferente das terras cultivadas em regiões temperadas.

Dentro desse contexto, a equipe monitorou durante os anos de 2001 a 2005 a biodiversidade faunística e os sistemas de produção de uma propriedade rural de cerca de 7.868 hectares, dos quais aproximadamente 82% são cultivados com cana orgânica. O mapeamento do uso e de ocupação das terras foi realizado em diversas datas (1987, 2000 e 2002), com base em imagens de satélite, e analisados como habitats faunísticos, que serviram de base para orientar a estratégia de amostragem e o estabelecimento de um protocolo de coleta de dados sobre a fauna e as condições ecológicas.

Esta pesquisa apresentou uma dupla ambição: primeiramente, testar, adaptar e desenvolver um itinerário metodológico de avaliação da biodiversidade em território delimitado. Em segundo lugar, analisar a qualidade da riqueza faunística de vertebrados terrestres existente em áreas cultivadas com cana-de-açúcar orgânica e nos habitats adjacentes sob manejo agroecológico. Além dos resultados dos indicadores de riqueza e diversidade visados, um destaque foi dado para a ocorrência de espécies consideradas ameaçadas de extinção no Estado de

São Paulo (São Paulo..., 1998) segundo os critérios estabelecidos pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA).

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende várias fazendas pertencentes à Usina São Francisco, todas situadas na região de Sertãozinho (Figura 1), a nordeste do Estado de São Paulo (aproximadamente 21° e 13" de latitude Sul e 48° e 11" de longitude W), totalizando 7.868 hectares entre áreas agrícolas e outros ambientes. O conjunto está localizado dentro da bacia do rio Mogi-Guaçu, que faz parte da bacia do rio Pardo, afluente do rio Paraná.

A análise das imagens dos satélites LANDSAT 7 e SPOT 5 e as incursões no campo permitiram evidenciar e cartografar as categorias de uso e a ocupação das terras. Através da análise da carta de

uso das terras foram caracterizados dez tipos de habitats faunísticos: Habitat 1: Canaviais orgânicos; Habitat 2: Matas exóticas; Habitat 3: Várzeas com herbáceas; Habitat 4: Várzeas com matas ciliares; Habitat 5: Matas nativas restauradas; Habitat 6: Matas mistas em regeneração; Habitat 7: Matas nativas; Habitat 8: Valetas de drenagem; Habitat 9: Matas em regeneração espontânea; Habitat 10: Campo em regeneração espontânea.

A detecção e a identificação da fauna na área de estudo envolveram uma série de técnicas e procedimentos práticos, incluindo binóculos, locais camuflados para espreita, armadilhas, redes, etc. Além da detecção direta, tanto visual como auditiva, também verificou-se a presença de vestígios, como rastros, fezes, penas, ninhos, tocas, pêlos, pelotas de regurgitação, etc. Vários guias de identificação e chaves de classificação foram utilizados (Peters & Orejas Miranda, 1970; Dunning, 1987; Emmons, 1990; Souza, 1998; Becker & Dalponte, 1999).

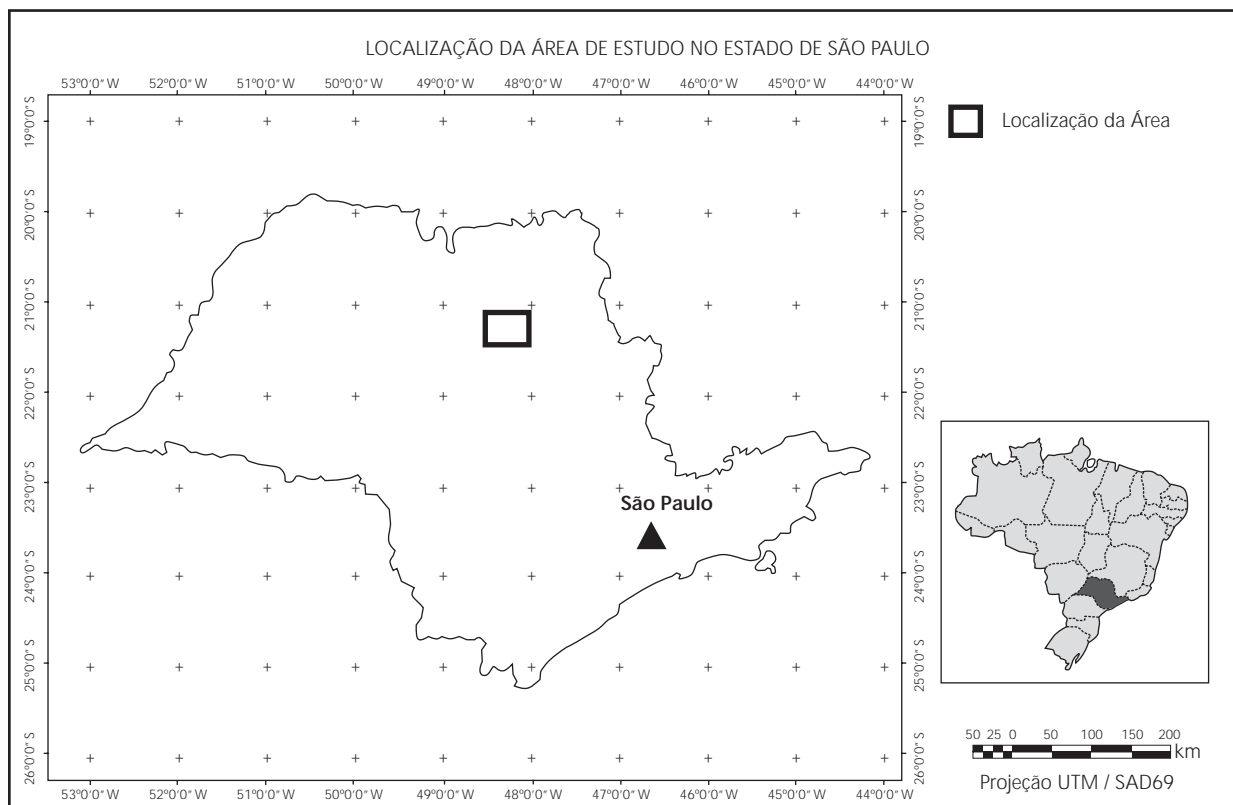


Figura 1. Localização da área estudada na região de Sertãozinho, SP.

A carta dos habitats faunísticos induziu a escolha da estratégia de amostragem estratificada aleatória. Ela considerou a heterogeneidade espacial da área de estudo e garantiu uma comparação judiciosa entre os povoamentos faunísticos dos diferentes habitats (Frontier, 1983). Uma ficha de levantamento pré-codificada foi estabelecida devido ao grande número de observações a serem realizadas. A descrição objetiva e uniforme das condições ecológicas no campo garantiu os tratamentos estatísticos ulteriores (Daget & Godron, 1982; Miranda, 1986, 2003).

Os povoamentos faunísticos e os habitats foram caracterizados por meio de índices que consideraram a composição, definida em termos de riqueza específica, e a estrutura, delineada pela abundância relativa. Foram estabelecidos quatro tipos de riqueza: total, média, acumulada e exclusiva, cada uma apresentando características próprias (Blondel, 1979). Para o estudo da estrutura dos povoamentos foram calculados vários índices de diversidade, derivados da função  $H' = - \sum p_i \log_2 p_i$  de Shannon e Weaver, baseada na teoria da informação (MacArthur & MacArthur, 1961). Esse índice pondera o número de espécies de um povoamento por suas abundâncias relativas (Margalef, 1982), permitindo definir três tipos de diversidades (Whittaker, 1972): alfa ( $H'\alpha$ ) ou diversidade intra-habitat; gama ( $H'\gamma$ ) ou diversidade setorial ou macrocós mica; e beta ( $H'\beta$ ), representando um índice de similaridade inter-habitats.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizaram-se doze campanhas mensais de levantamentos entre os meses de julho de 2002 e junho de 2003 nos 10 habitats mapeados, totalizando 820 levantamentos zoocológicos. Foram detectadas e identificadas 247 espécies de vertebrados terrestres (5 anfíbios, 13 répteis, 191 aves e 38 mamíferos (Miranda & Miranda, 2004). O grupo das aves foi o mais rico em espécies e representou, aproximadamente, 77% da fauna identificada, enquanto os mamíferos corresponderam a 15%, os répteis a 6% e os anfíbios a 2%.

Dentre as espécies freqüentes destacaram-se a asa-branca (*Columba picazuro*), o anu-preto

(*Crotophaga ani*), o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) e o suiriri (*Tyrannus melancholicus*). O lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), o sanhaço (*Thraupis sayaca*), o quero-quero (*Vanellus chilensis*), o João-de-Barro (*Furnarius rufus*), a corruira (*Troglodytes aedon*), entre outros, foram mediamente freqüentes, enquanto a onça-parda (*Puma concolor*), a seriema (*Cariama cristata*), o gavião-caboclo (*Buteogallus meridionalis*) foram pouco freqüentes. As espécies raras corresponderam a 68,5% do número total.

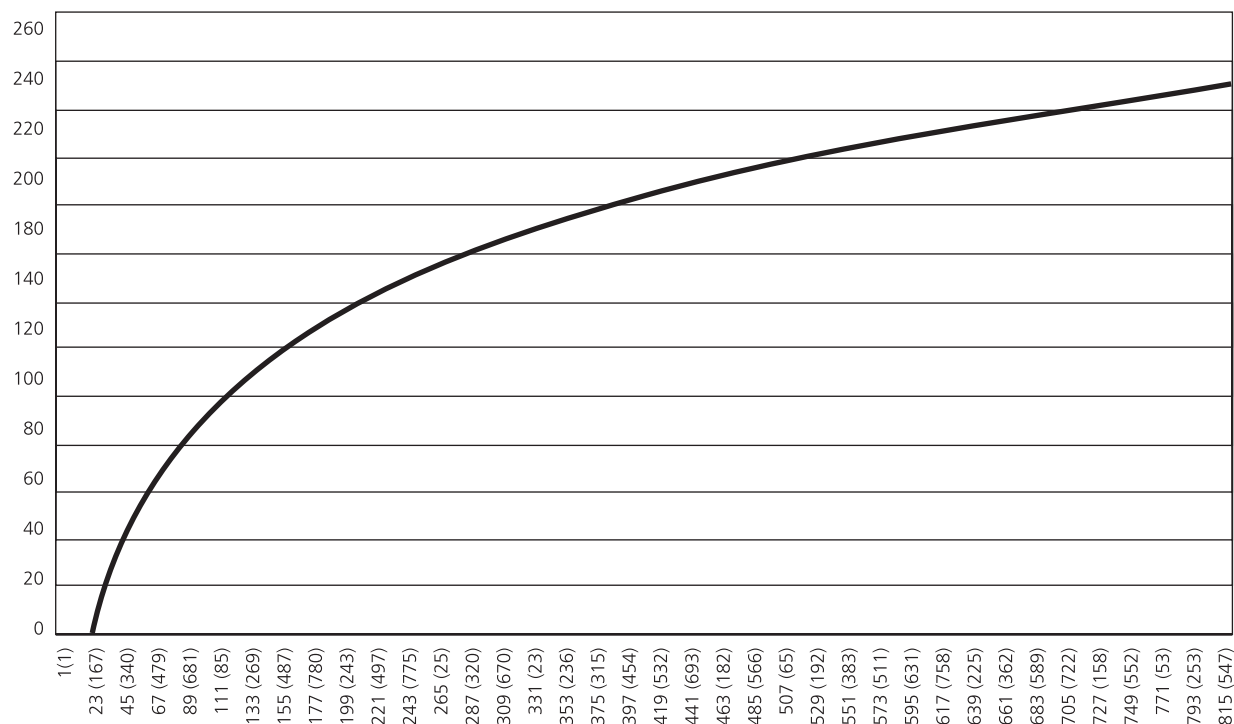
Dentre as 247 espécies de vertebrados terrestres identificadas, 23 estão presentes no catálogo da "Fauna Ameaçada no Estado de São Paulo". A onça parda (*Puma concolor*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), o papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*), o balanço-rabo-leitoso (*Poliophtila lactea*) e o jacaré-coroa (*Paleosuchus palpebrosus*) são exemplos de algumas dessas espécies.

A curva logaritmizada da riqueza total acumulada foi obtida por meio da alocação acumulativa das 247 espécies detectadas (eixo ordenadas) nos 820 levantamentos zoocológicos executados (eixo coordenadas) (Figura 2). Quando havia sido executada a metade dos levantamentos zoocológicos, 73% das espécies de vertebrados terrestres já estavam detectadas. Durante a execução dos 30% de levantamentos para finalização das campanhas, foram encontradas 25 das 247 espécies detectadas, ou seja, menos de 10% do total repertoriado.

Todos os índices de riqueza biológica (total, média e exclusiva) apresentaram grande variabilidade nos habitats (Tabela 1). A riqueza total foi mais elevada nas matas nativas, com 113 espécies. Em ordem decrescente estiveram: as matas nativas restauradas, 105 espécies; as valetas de drenagem, 98 espécies; as várzeas com herbáceas, 94 espécies e as várzeas com matas ciliares, 87 espécies.

O campo em regeneração espontânea foi o habitat mais pobre em biodiversidade, com 53 espécies, inferior às 57 encontradas nas áreas de canais orgânicos.

A riqueza média apresentou grande variação de valores. O maior ganho médio em espécies foi



**Figura 2.** Curva de riqueza acumulada de 247 espécies de vertebrados terrestres detectadas em 820 levantamentos zo ecológicos na área da Usina São Francisco, SP.

**Tabela 1.** Valores das riquezas totais, médias e exclusivas nos dez habitats nas áreas da Usina São Francisco, SP.

Riquezas	Habitats*										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Riqueza total	57	76	94	87	105	69	113	98	71	53	247
Riqueza média	0,53	1,00	1,16	1,53	0,80	1,38	0,97	1,00	1,31	1,06	-
Riqueza exclusiva	6	9	10	11	11	9	24	8	8	4	100

Notas: Habitat 1: Canaviais orgânicos; Habitat 2: Matas exóticas; Habitat 3: Várzeas com herbáceas; Habitat 4: Várzeas com matas ciliares; Habitat 5: Matas nativas restauradas; Habitat 6: Matas mistas em regeneração; Habitat 7: Matas nativas; Habitat 8: Valetas de drenagem; Habitat 9: Matas em regeneração espontânea; Habitat 10: Campo em regeneração espontânea.

registrado nas várzeas com matas ciliares, indicando uma grande oferta de nichos para as espécies, em oposição às áreas agrícolas com canaviais orgânicos, onde há uma maior homogeneidade de condições ecológicas oferecidas à fauna (Tabela 1).

A riqueza exclusiva mostrou que todos os habitats possuem povoamentos originais, ou seja, a fauna é determinada e sensível às condições ecológicas oferecidas por cada um desses ambientes. As

matas nativas são o habitat com o povoamento mais rico em espécies exclusivas (24 sp); o restante apresenta valores bem menores, em torno de dez espécies, salvo o campo em regeneração espontânea onde ocorreram somente quatro espécies exclusivas (Tabela 1). Esse parece ser o ambiente menos original ou diferenciado do ponto de vista faunístico.

Os valores dos índices de diversidade intra-habitat, tipo alfa ( $H'_{\alpha}$ ), foram relativamente

próximos, mas apresentam certa variabilidade (Tabela 2). A tabela completa, com todos os valores obtidos para cada espécie, encontra-se no documento da Série Embrapa nº 27 (Miranda & Miranda, 2004).

Os maiores valores do índice de diversidade intra-habitat, tipo alfa ( $H'\alpha$ ), correspondem aos povoamentos das valetas de drenagem e matas nativas. Esses habitats podem ser considerados bastante estáveis do ponto de vista da riqueza total. Portanto é pequena a probabilidade de serem agregadas novas espécies. A quantidade de recursos oferecidos já está sendo explorada quase que no seu limite. Conseqüentemente, os efetivos das populações não deverão variar muito ao longo do tempo.

As várzeas com matas ciliares, as matas nativas restauradas e as várzeas com herbáceas tiveram índices de diversidade intra-habitat com valores bastante elevados, mas apresentam indícios de

possibilidade de aumento de suas riquezas totais, sobretudo as áreas de matas nativas restauradas, onde ainda o equilíbrio entre as taxas de imigração e extinção não foi estabelecido.

Os valores dos índices das matas exóticas, das matas em recuperação espontânea, das matas mistas em regeneração, dos canaviais orgânicos e do campo em regeneração espontânea indicam povoamentos com uma riqueza total menor, mas com uma estabilidade dos efetivos populacionais, ou seja, as espécies presentes estão relativamente bem implantadas nesses habitats.

Foram calculados também os índices de similaridade faunística, do tipo beta ( $H'\beta$ ), entre os 10 habitats pesquisados na área da Usina São Francisco, considerando os 820 levantamentos executados e as ocorrências das 247 espécies (Tabela 3). O mínimo, de 22%, foi observado entre os cana-

**Tabela 2.** Exemplos de parte dos valores dos índices de diversidade intra-habitat, tipo alfa ( $H'\alpha$ ), obtidos nas áreas da Usina São Francisco, SP.

Espécie	Índice de diversidade Intra-habitat das espécies nos habitats*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Columba picazuro</i>	-0,165	-0,302	-0,234	-0,242	-0,196	-0,293	-0,173	-0,214	-0,286	-0,237
<i>Crotophaga ani</i>	-0,165	-0,052	-0,259	-0,231	-0,196	-0,080	-0,165	-0,214	-0,213	-0,368
<i>Pitangus sulphuratus</i>	-0,099	-0,331	-0,191	-0,209	-0,217	-0,151	-0,201	-0,165	-0,175	-0,192
<i>Tyrannus melancholicus</i>	-0,042	-0,231	-0,220	-0,112	-0,287	-0,263	-0,104	-0,114	-0,175	-0,138
<i>Coragyps atratus</i>	-0,233	-0,072	-0,227	-0,242	-0,109	-0,100	-0,283	-0,104	-0,286	-0,117
<i>Ammodramus humeralis</i>	-0,345	-0,030	-0,121	-0,158	-0,162	-0,058	-0,180	-0,173	-0,032	-0,192
<i>Thamnophilus doliatus</i>	0,000	-0,072	-0,121	-0,262	-0,069	-0,219	-0,214	-0,073	-0,201	-0,117
<i>Polyborus plancus</i>	-0,262	-0,122	-0,078	-0,055	-0,109	-0,058	-0,221	-0,149	-0,161	-0,138
<i>Zenaida auriculata</i>	-0,262	-0,122	-0,183	-0,095	-0,109	-0,080	-0,061	-0,132	-0,147	-0,208
<i>Thraupis sayaca</i>	0,000	-0,090	-0,121	-0,032	-0,236	-0,253	-0,084	-0,073	-0,097	-0,069
<i>Vanellus chilensis</i>	-0,218	-0,122	-0,111	-0,184	-0,130	-0,033	-0,049	-0,187	-0,057	-0,138
<i>Todirostrum cinereum</i>	0,000	-0,106	-0,078	-0,143	-0,202	-0,166	-0,061	-0,061	-0,225	-0,069
<i>Furnarius rufus</i>	0,000	-0,188	-0,111	-0,095	-0,144	0,000	-0,073	-0,149	-0,078	-0,117
<i>Troglodytes aedon</i>	-0,042	-0,221	-0,065	0,000	-0,069	-0,273	-0,084	-0,094	-0,147	-0,040
<i>Columbina talpacoti</i>	-0,145	-0,052	-0,121	-0,076	-0,144	-0,080	-0,104	-0,084	-0,131	-0,069
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tringa flavipes</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,020	0,000	0,000
<i>Tyto alba</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,020	0,000	0,000
<i>Uropelia campestris</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,032	0,000
Total	5,126	5,542	5,728	5,732	5,729	5,356	6,011	6,063	5,507	5,122

Notas: Habitat 1: Canaviais orgânicos; Habitat 2: Matas exóticas; Habitat 3: Várzeas com herbáceas; Habitat 4: Várzeas com matas ciliares; Habitat 5: Matas nativas restauradas; Habitat 6: Matas mistas em regeneração; Habitat 7: Matas nativas; Habitat 8: Valetas de drenagem; Habitat 9: Matas em regeneração espontânea; Habitat 10: Campo em regeneração espontânea.

**Tabela 3.** Índices de similaridade faunística entre os 10 habitats pesquisados entre 2002 e 2003 nas áreas da Usina São Francisco, SP.

Habitats	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,00									
2	0,28	1,00								
3	0,29	0,42	1,00							
4	0,27	0,34	0,40	1,00						
5	0,29	0,41	0,47	0,37	1,00					
6	0,22	0,37	0,35	0,36	0,36	1,00				
7	0,28	0,35	0,35	0,32	0,37	0,36	1,00			
8	0,30	0,40	0,40	0,33	0,41	0,31	0,38	1,00		
9	0,33	0,37	0,32	0,34	0,34	0,36	0,33	0,37	1,00	
10	0,33	0,37	0,36	0,31	0,30	0,30	0,30	0,37	0,39	1,00

Notas: Habitat 1: Canaviais orgânicos; Habitat 2: Matas exóticas; Habitat 3: Várzeas com herbáceas; Habitat 4: Várzeas com matas ciliares; Habitat 5: Matas nativas restauradas; Habitat 6: Matas mistas em regeneração; Habitat 7: Matas nativas; Habitat 8: Valetas de drenagem; Habitat 9: Matas em regeneração espontânea; Habitat 10: Campo em regeneração espontânea.

viais orgânicos e matas mistas em regeneração; o restante apresentou valores variando de quase 30% a menos de 40%. As maiores semelhanças situam-se acima dos 40%, sendo o valor máximo de 47% entre várzeas com herbáceas e matas nativas restauradas, seguidas pelas matas exóticas com herbáceas (42%) e matas exóticas com matas nativas restauradas (41%).

O índice de diversidade ecológica setorial, tipo gama ( $H'_{\gamma}$ ), calculado para o conjunto dos 10 habitats faunísticos da Usina São Francisco apresentou valor da ordem de 6,383. Pode-se considerar um valor bastante elevado. Ele será acrescido em função da chegada de novas espécies para colonizar os habitats existentes. Isso deverá ocorrer, pois quase todos os habitats presentes se encontram em evolução crescente de recursos naturais disponíveis à fauna selvagem (abrigo, alimento e reprodução), favorecendo o aumento da biodiversidade.

## CONCLUSÃO

O mapeamento dos habitats, por meio do uso e da cobertura das terras, permitiu evidenciar as macrocondições ecológicas discriminantes na repartição espacial dos povoamentos faunísticos da área estudada. As condições ambientais mais estáveis, no tempo e no espaço, nas áreas de cana-de-açúcar e habitats adjacentes são cada vez mais favoráveis

à manutenção da biodiversidade. A riqueza e a diversidade faunística inventariadas e quantificadas são excepcionais para agroecossistemas, considerando-se que nunca houve qualquer introdução voluntária de espécies animais nessas propriedades. Foram detectadas e identificadas 247 espécies de vertebrados terrestres (5 anfíbios, 13 répteis, 191 aves e 38 mamíferos) no conjunto dos levantamentos zoológicos.

As espécies frequentes e de tendência ubíqua no conjunto dos habitats foram a asa-branca (*Columba picazuro*), o anu-preto (*Crotophaga ani*), o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) e o suiriri (*Tyrannus melancholicus*). O lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), o sanhaço (*Thraupis sayaca*), o quero-quero (*Vanellus chilensis*), o João-de-Barro (*Furnarius rufus*), a corruíra (*Troglodytes aedon*), entre outros, podem ser considerados relativamente frequentes, enquanto a onça-parda (*Puma concolor*), a seriema (*Cariama cristata*), o gavião-caboclo (*Buteogallus meridionalis*) foram pouco frequentes. As espécies raras correspondem a 68,5% do número total da fauna inventariada. A riqueza faunística total é provavelmente maior do que a encontrada e isso deverá ser constatado, no futuro, com o monitoramento mais exaustivo e específico de alguns grupos de espécies, como os répteis, os anfíbios e os quirópteros.

Todos os índices de riqueza biológica (total, média e exclusiva) quantificados apresentaram



valores expressivos e uma certa variabilidade entre os vários habitats existentes. A curva de riqueza acumulada revelou que a biodiversidade faunística global, apresentada nos 820 levantamentos durante o período de um ano de campanhas, foi inventariada satisfatoriamente. Os valores dos índices de diversidade intra-habitat obtidos, tipo alfa ( $H'\alpha$ ), foram relativamente próximos. Os maiores valores correspondem aos povoamentos das valetas de drenagem e matas nativas. Esses habitats podem ser considerados bastante estáveis do ponto de vista da riqueza total. Os índices de similaridade faunística ou diversidade inter-habitats, tipo beta ( $H'\beta$ ), entre os 10 habitats pesquisados na área variaram de um mínimo de 22% dos canaviais orgânicos e matas mistas em regeneração, ao valor máximo de 47% das várzeas com herbáceas e matas nativas restauradas. A primeira grande dicotomia faunística dá-se entre os canaviais orgânicos e o restante dos outros nove habitats, indicando que os canaviais orgânicos exercem uma pressão seletiva e diferenciada sobre a fauna, como um habitat ecologicamente distinto. Os canaviais oferecem condições ecológicas únicas, pois seis espécies estão circunscritas exclusivamente a eles. As matas, nativas ou não, tendem a apresentar similaridades nas composições dos seus povoamentos. O índice de diversidade setorial, tipo gama ( $H'\gamma$ ), calculado para o conjunto dos 10 habitats faunísticos da área estudada, apresentou um valor bastante elevado para um agroecossistema, na ordem de 6,383.

Esses primeiros resultados obtidos indicam uma evolução biológica em curso: florestas e campos em reconstituição espontânea, áreas sendo enriquecidas com vegetação natural, vegetalização dos caminhos, importantes cronossequências vegetais ocorrendo nas áreas de várzeas, disseminação de espécies vegetais pela fauna etc. Os povoamentos faunísticos também estão evoluindo para uma maior estabilidade e uma melhor implantação das populações. Várias espécies estão se reproduzindo localmente e a presença de filhotes é um fato bastante freqüente no conjunto dos habitats. Anualmente,

novas espécies estão sendo agregadas por processos naturais à comunidade animal e muitas delas vão encontrar possibilidades de implantação permanente. Além das espécies residentes, existem várias espécies de patos, marrecos, maçaricos, andorinhas etc. que se utilizam dos ambientes, inclusive dos canaviais, como área de repouso, abrigo e até alimentação. A manutenção das práticas orgânicas, sem utilização de agrotóxicos ou fogo, associada a várias práticas agroambientais, também é fundamental para a conservação da elevada biodiversidade. Cerca de 16% dos canaviais estão anualmente em formação (cana-planta) e não são colhidos, cumprindo um papel diferenciado de refúgio para a fauna durante o período da colheita.

O itinerário metodológico utilizado para avaliação da biodiversidade dos povoamentos e habitats faunísticos mostrou-se pertinente. O emprego de imagens de satélites para o mapeamento e caracterização dos habitats foi fundamental para a definição da estratégia de amostragem estratificada: aleatória. O protocolo de fichas pré-codificadas para os levantamentos zoológicos garantiu homogeneidade na obtenção e, conseqüentemente, tratamento estatístico ulterior dos dados. Os índices de riqueza e de diversidade utilizados evidenciaram e caracterizaram ecologicamente os povoamentos e seus respectivos habitats. A metodologia estabelecida poderá ser utilizada em outros estudos faunísticos dentro de territórios delimitados.

A fauna selvagem deve ser considerada como parte do processo produtivo nos agroecossistemas. Na maioria das vezes, ela tem aportado uma contribuição positiva no controle do número de insetos " pragas" . As interações positivas entre a fauna e os diferentes sistemas de produção agrícola começam apenas a ser desvendadas e, seguramente, poderão ser ampliadas por uma gestão da biodiversidade. Os primeiros resultados das pesquisas em desenvolvimento sobre a gestão da biodiversidade em áreas agrícolas apontam para uma relação cada vez mais simbiótica e igualmente conciliatória entre produção e conservação.



## REFERÊNCIAS

- Becker, M. & Dalponte, J.C. (1999). *Rastros de mamíferos silvestres brasileiros: guia de campo*. Brasília: Ibama. 180p.
- Beecher, N.A.; Johnson, R.J.; Brandle, J.R.; Case, R.M. & Young, L.J. (2002). Agroecology of birds in organic and nonorganic farmland. *Conservation Biology*, 15(6): 1620-31.
- Blondel, J. (1979). *Biogéographie et écologie*. Paris: Masson. 173p.
- Daget, P. & Godron, M. (1982). *Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés*. Paris: Masson. 163p.
- Dunning, J.S. (1987). *South American Birds: a photographic aid to identification*. Newtown Square: Harrowwod Books. 351p.
- Emmons, L.H. (1990). *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. Chicago: University of Chicago. 281p.
- Frontier, S. (1983). *Stratégies d'échantillonnage en écologie*. Paris: Masson. 494p.
- Grantsau, R. (1991). *As cobras venenosas do Brasil*. São Bernardo do Campo: Bandeirante. 101p.
- MacArthur, R.H. & MacArthur, J. (1961). On bird species diversity. *Ecology*, 42:594-8.
- Margalef, R. (1982). *Ecologia*. Barcelona: Omega. 951p.
- Miranda, J.R. (1986). *Écologie des peuplements de reptiles du tropique sémi-aride brésilien: région d'Ouricuri-PE*. Tese - Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.
- Miranda, J.R. (2003). Monitoramento e avaliação de impactos ambientais sobre a composição e estrutura dos povoamentos faunísticos. In: Romeiro, A.R. (Org.). *Avaliação e contabilização de impactos ambientais*. Campinas: Unicamp. p.40-54.
- Miranda, J.R. & Miranda, E.E. (2004). *Biodiversidade e sistemas de produção orgânica: recomendações no caso da cana-de-açúcar*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. 94p. (Documentos, 27).
- Peters, J.A. & Orejas Miranda, B.C. (1970). *Catalogue of neotropical squamata: snakes*. Washington: Smithsonian. 347p.
- São Paulo (Estado). (1998). Secretaria do Meio Ambiente. *Fauna ameaçada no Estado de São Paulo*. São Paulo: (Documentos Ambientais; PROBIO/SP). 56p.
- Souza, D. (1998). *Todas as aves do Brasil*. Feira de Santana: DALL. 257p.
- Suárez-Seoane, S.; Osborne, P.E. & Baudry, J. (2002). Responses of birds of different biogeographic origins and habitat requirements to agricultural land abandonment in Northern Spain. *Biological Conservation*, (105):333-44.
- Whittaker, R.H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 1:213-51.

Recebido em: 5/6/2006

Versão final reapresentada em: 19/6/2006

Aprovado em: 19/6/2006

