

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

**A influência da paisagem sobre os grupos funcionais de morcegos e controle biológico de pragas em Sistemas Agro Florestais no sul da Bahia.**

**Orientador/e-mail:** Camila Cassano / [cassanocami@hotmail.com](mailto:cassanocami@hotmail.com)

Nome do Candidato/e-mail:

**Sérgio Lopes de Oliveira – [sergiobiolopes@gmail.com](mailto:sergiobiolopes@gmail.com)**

Nível: **Doutorado**

**Linha de pesquisa do curso na qual o projeto se encaixa:** Ecologia e conservação de comunidades, ecossistemas e paisagens

**Goianésia 01/11/16**

## RESUMO

Agroflorestas são sistemas de produção que visam a manutenção autônoma das funções ecológicas dentro de um ecossistema. Identificar grupos funcionais de predadores de artrópodes dentro de uma agrofloresta, como os morcegos insetívoros, assim como entender como a paisagem pressiona a ocorrência deste grupo, e mensurar a pressão *top-down* dos morcegos sobre insetos praga em sistemas agroflorestais distintos, podem ser a chave para conservação de espécies de morcegos, assim como para o reconhecimento dos serviços ambientais prestados pelo grupo. Serão medidas variáveis ambientais a fim de entender como a complexidade estrutural da paisagem influencia a comunidade de morcegos. Os morcegos serão inventariados a fim de identificar os grupos funcionais ocorrentes em dois sistemas distintos de agroflorestas cacauceiras, e por fim, quantificar a pressão exercida por morcegos insetívoros sobre a comunidade de artrópodes. Ao final do estudo, espera-se responder qual a influência da estrutura do habitat em dois tipos de agroflorestas cacauceiras sobre: 1. a comunidade de morcegos; 2. a diversidade funcional de morcegos; 3. a pressão de predação de morcegos sobre artrópodes.

**Palavras-chaves:** Cabruca, Cacau, Chiroptera, Controle biológico, Partição de habitat, Sistema Agroflorestal.

## INTRODUÇÃO

Culturas agrícolas sustentáveis, como o Sistema Agro Florestal (SAF), tem sido difundido em vários países como estratégia para conter o avanço da degradação ambiental (Piasentin & Saito, 2014). Os SAFs mantêm alta diversidade de espécies quando comparados a cultivos convencionais. A interação entre espécies de plantas lenhosas, herbáceas e culturas agrícolas com a fauna local são importantes para manutenção das funções ecológicas do SAF (Montagnini, 1992; Batáry *et al.*, 2010). A estratificação vegetal observada em ambientes agroflorestais pode proporcionar nichos variados que fornecem recursos para consumidores de diferentes espécies, indicando maior biodiversidade em ambiente mais heterogêneos (MacArthur & MacArthur, 1961).

Os SAFs com cacauzeiros estão amplamente distribuídos pelo sudeste da Bahia. As cabucas, plantio de cacau sombreado por árvores nativas, podem atuar como ecossistemas complementares dos remanescentes florestais, propiciando habitat para muitas espécies nativas e atenuando os efeitos da fragmentação sobre a biodiversidade local (Faria *et al.*, 2007). Outros sistemas de plantio de cacau, como consócio cacau-seringueira, constituem ambientes mais homogêneos quando comparados às cabucas (Piasentin & Saito, 2014) e tendem a manter menor biodiversidade associada.

Estudos têm sugerido que características dos SAFs (influenciadas pelo manejo local) e da paisagem nas quais estão inseridos são essenciais para manutenção da biodiversidade. No entanto, a influência destas características parece ter diferente peso sobre grupos distintos, como aves e morcegos (*e.g.* Faria *et al.*, 2007). Os morcegos tem sido um grupo amplamente estudado, pois desempenham importantes papéis na manutenção de processos ecológicos, como polinização, dispersão de sementes e controle de insetos (Mello, 2002). Especificamente em cabucas, morcegos parecem desempenhar uma função importante na redução de insetos pragas, atuando no controle *top-down* de artrópodes, essencialmente hemípteros e tisanópteros (Cassano *et al.*, 2016). Embora Cassano *et al.*, (2016) não tenham encontrado relação da complexidade do habitat das cabucas (medida pelo sombreamento) com a pressão exercida sobre insetos pragas, há evidências de que ambientes mais complexos abrigam maior diversidade de morcegos (Fahr & Kalko, 2011; Oliveira, 2014) e, conseqüentemente, podem abrigar grupos mais eficientes na predação de pragas.

Grande parte dos estudos desenvolvidos nos SAFs cacauzeiros se limitam a mensurar a diversidade dos ambientes e estimar riqueza e abundância de espécies. Essa análise, embora importante, não prediz muito sobre o funcionamento do ecossistema, já que não diferencia serviços prestados por grupos funcionais (Cianciaruso *et al.*, 2009) e não respondem especificamente sobre a pressão de espécies chave no ecossistema local. A diversidade funcional é apontada como uma forma eficiente de inferir sobre o funcionamento dos ecossistemas, pois permite relacionar a diversidade biológica com a manutenção dos processos ecológicos (Petchey & Gaston 2006), incluindo processos de interesse econômico, como o controle natural pragas.

O presente estudo irá mensurar a diversidade funcional de morcegos e a complexidade estrutural de dois sistemas agroflorestais cacauzeiros e, através de um experimento, estimar o controle de pragas por morcegos insetívoros. Sobre a premissa que ambientes mais complexos possuem maior biodiversidade, espera-se encontrar maior diversidade funcional, assim com maior pressão na predação de insetos em sítios de cabucas quando comparados a consórcios cacau-seringueira.

## **OBJETIVOS**

### **Geral**

Compreender fatores que influenciam a composição e estrutura das assembleias de morcegos em SAFs, assim como a pressão oferecida por morcegos insetívoros sobre a comunidade de insetos praga em SAFs com cultivo de cacauzeiros.

### **Específicos**

- Quantificar a complexidade estrutural de SAFs e identificar a influência desta na composição da fauna de morcegos;
- Identificar grupos funcionais de morcegos influenciados pela complexidade estrutural do habitat;
- Identificar as variáveis ambientais de maior influência sobre os morcegos insetívoros catadores;
- Quantificar a pressão dos morcegos insetívoros catadores sobre a comunidade de

artrópodes em diferentes sistemas de plantio de cacauzeiros;

## **JUSTIFICATIVA**

Os Sistemas Agroflorestais têm sido apontados como uma ferramenta de grande importância para conciliar desenvolvimento econômico e conservação, pois contribuem com a manutenção da diversidade biológica por meio de uma alteração menos impactante na paisagem, e promovem geração renda. A compreensão de quais fatores estruturais de um SAF influenciam diretamente um grupo funcional de predadores de insetos, como os morcegos, e qual a pressão desse grupo sobre espécies que podem causar danos a cultura, pode ser a chave para manutenção dos processos ecológicos dentro um SAF com menor gasto econômico e relações ecológicas mais eficientes.

A quantificação da predação de insetos praga por morcegos em um SAF, a identificação de grupos funcionais predadores, assim como a compreensão de como a estrutura desses SAFs influencia esse grupo funcional, podem trazer subsídios para o manejo do sistema agrícola. O reconhecimento do controle *top-down* de pragas cacauzeiras por morcegos pode contribuir significativamente em ações de conservação de espécies, assim como no reconhecimento dos serviços ambientais prestados pelo grupo.

## **METODOLOGIA OU MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo será conduzido em duas áreas de agrofloresta, com distintas formas de cultivo sombreado de cacau, sendo uma em sistema conhecido por cabruças, e outra em um sistema de consórcio cacau-seringueira. Os métodos descritos a seguir serão aplicados no mesmo formato para as duas formações agroflorestais.

## **DELINEAMENTO AMOSTRAL**

Serão determinados em cada sistema seis sítios amostrais, distribuídos aleatoriamente, medindo 90 m x 90 m cada um (8100 m<sup>2</sup>).

## **Complexidade estrutural de habitats**

Serão medidas variáveis ambientais a fim de determinar o grau de complexidade estrutural dos sistemas estudados. Será utilizado o método ponto quadrante como norteador de coleta de dados, tendo nove pontos em cada sítio amostral, distantes 45 m um do outro, completando uma grade de 90 m x 90 m (8100 m<sup>2</sup>). Serão coletadas cinco variáveis ambientais: 1. Cobertura de dossel; 2. Densidade do estrato arbustivo-herbáceo; 3. Densidade arbórea (medida a partir da distância das árvores mais próximas do ponto); 4. Diâmetro da árvore (DAP); 5. Altura média das árvores.

Para a cobertura de dossel, em cada ponto, será feita uma fotografia com lente “olho de peixe”, e para a densidade do estrato arbustivo-herbáceo será estendido um tecido branco ao fundo e fotografado em seguida a fim de quantificar áreas livres/ocupadas por vegetação arbustiva-herbácea. As quatro árvores mais próximas do ponto servirão de parâmetro para as demais medidas a serem obtidas. As variáveis serão medidas duas vezes dentro de um ciclo anual para inserir as variações sazonais na complexidade do habitat.

## **Amostragem de quirópteros**

Em cada sítio serão abertas dez redes de neblina (9 m x 2,5 m), das 18h00min às 00h00min, por duas noites consecutivas e quatro repetições dentro de um ciclo anual, totalizando oito noites amostrais em cada sítio. Serão feitas revisões às redes com intervalos de cerca de 30 minutos. Os morcegos capturados serão identificados, marcados, medidos e pesados e soltos ao final da noite.

Embora a amostragem de morcegos por meio de redes de neblina possa ser tendenciosa por capturar espécies de vôos mais baixo, e essencialmente filostomídeos (Fenton et al., 1992), é o método mais empregado para medir a biodiversidade local (Kunz 1982). É importante ressaltar também que espécies de interesse no estudo, as insetívoras catadoras, estão inclusas na família Phyllostomidae e são facilmente capturadas pelo método.

Ao final do estudo serão totalizados oito noites amostrais por sítio, 48 noites por formação agroflorestal e 96 noites no total.

## **Predação de artrópodes**

Em cada um dos SAFs cacauzeiros serão estabelecidos 10 blocos amostrais medindo 25 m<sup>2</sup>, com distância média de 50 m entre eles. Em cada bloco serão selecionados aleatoriamente dois indivíduos de *Theobroma cacao*, sendo um utilizado como controle e outro para aplicação do tratamento de exclusão de morcegos. Serão utilizados um total de 20 indivíduos em cada sistema agroflorestal.

As árvores serão isoladas com uma rede que impeça o acesso dos morcegos as todas as partes da planta, mas que permita a entrada de outros predadores, inclusive aves de hábito diurno. As redes de isolamento serão colocadas diariamente ao pôr do sol e retiradas na manhã seguinte durante quatro semanas consecutivas. Todos os artrópodes visualizados nas folhas da planta serão identificados a nível de família e/ou morfotipados e contados antes do isolamento da planta e outras quatro vezes no decorrer do estudo, uma por semana, totalizando cinco contagens.

## ANÁLISE DE DADOS

### **Complexidade ambiental**

Os resultados das variáveis ambientais obtidos serão padronizados a fim de evitar tendências geradas pela diferença nas medidas de cada variável (Legendre & Legendre 1998). A partir da matriz padronizada será extraída a média de cada variável, e posteriormente as médias serão submetidas a uma Análise de Componentes Principais (PCA) a fim de estabelecer um valor único e específico, por meio dos escores gerados, que será considerado como Índice de Complexidade de Habitat (ICH) de cada sítio amostral. O ICH será considerado em todas as análises posteriores.

Como alguns estudos relataram que apenas o sombreamento de uma agroflorestal não tem efeitos significativamente sobre alguns fatores biológicos, como a abundância de artrópodes (Cassano *et al.*, 2016), as variáveis ambientais serão submetidas a uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) a fim de estabelecer uma associação linear entre as variáveis ambientais e os resultados de diversidade de morcegos e predação de artrópodes identificando a variável de maior influência. Detalhes sobre o método de obtenção do ICH e posteriores aplicações podem ser conferidas em Oliveira (2014).

### **Diversidade de morcegos**

Serão feitas estimativas de diversidade (com base no número de espécies e abundâncias) a fim de descrever a estrutura da comunidade de morcegos nos dois ambientes agroflorestais. Posteriormente, baseando-se na literatura, as espécies serão categorizadas de acordo com o serviço ambiental prestado por cada uma (polinizadores, dispersores de sementes, predadores de insetos e predadores de topo - carnívoros). Os dados serão convertidos em um dendrograma para posteriormente chegar a um índice de Diversidade Funcional (DF). Maiores informações sobre a construção do dendrograma e ao cálculo da DF podem ser obtidas em Cianciaruso *et al.*, (2009).

### **Predação de artrópodes**

Os insetos serão separados em grupos, como sugadores mastigadores e quantificados para cada um dos dois sistemas cacaueiros. A quantificação será padronizada fim de evitar tendências geradas pela diferença entre o número de folhas de cada indivíduo e posteriormente a abundância será testada por um método que inclua modelos de regressão linear e logística, para medir a influência do tratamento e do ambiente sobre os resultados e evitar resultados que possam ser respondidos pelo acaso.

### **Outras análises**

Variação da diversidade de espécies e diversidade funcional de cada formação agroflorestal, serão testadas por uma análise de regressão em função do ICH e do tipo de sistema agroflorestal. A diversidade funcional será utilizada como variável preditora para testar a relação entre os morcegos insetívoros catadores sobre a comunidade de artrópodes.

### **FINANCIAMENTOS OBTIDOS OU FONTES QUE PRETENDE PEDIR FINANCIAMENTO:**

Serão solicitados financiamentos junto aos órgãos nacionais de fomento à pesquisa como FAPESB, de acordo com o calendário de editais, e também junto a institutos internacionais de apoio a pesquisa, de demanda espontânea, para aquisição de equipamentos, como o grupo “A Idea Wild” e para despesas de campo, como o grupo “The Rufford Foundation”.



## REFERÊNCIAS

BATÁRY, P.; BÁLDI, A., KLEIJN, D.; TSCHARNTKE, T. Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management: a meta-analysis. **Proceedings of the Royal Society**: v. 278, p. 1894–1902, 2010.

CASSANO, C. R. et al. Bat and bird exclusion but not shade cover influence arthropod abundance and cocoa leaf consumption in agroforestry landscape in northeast Brazil **Agriculture, Ecosystems and Environment**: v. 232, p. 247–253, 2016.

CIANCIARUSO, M. V.; SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a ecologia de comunidades. *Biota Neotropica* v. 9, n. 3 93-103, 2009.

FAHR, J.; KALKO, E. K. V. Biome transitions as centres of diversity: habitat heterogeneity and diversity patterns of West African bat assemblages across spatial scales. **Ecography**: v. 34, p. 177-195, 2010.

FARIA, D. et al. Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**) v. 15, p. 587–612, 2006.

\_\_\_\_\_. Ferns, frogs, lizards, birds and bats in forest fragments and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic forest, Brazil. **Biodiversity and Conservation**: v. 16, p. 2335–2357, 2007.

FENTON M. B. et al. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. **Biotropica**: v. 24, p. 440–446, 1992.

\_\_\_\_\_. The diet of bats from Southeastern Brazil: the relation to echolocation and foraging behaviour. **Revista Brasileira de Zoologia**: v. 16, p. 1081–1085, 1999.

HOWE, A.; LÖVEI, G.; NACHMAN, G. Dummy caterpillars as a simple method to assess predation rates on invertebrates in a tropical agroecosystem. **Entomologia Experimentalis et Applicata**: v. 131, p. 325–329, 2009.

KUNZ T.H. (ed.). **Ecology of Bats**. Plenum Press, New York, 1982. 427p.

LEGENDRE P, LEGENDRE L. **Numerical ecology**. Elsevier Science, Amsterdam 1998. 870p.

MAC ARTHUR, R. H., MAC ARTHUR, J. W. On Bird Species Diversity. **Ecology**. v. 42 p. 594-598, 1961.

MELLO M. A. R. **Interações entre o morcego *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae) e plantas de gênero *Piper* (Piperaceae) em uma área de Mata Atlântica.** 2002. 61 f. Dissertação (Mestrado em biologia), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

MONTAGNINI, F. **Sistemas Agroflorestales: principios y aplicaciones en los trópicos.** San Jose, Costa Rica, 1992. 622p.

OLIVEIRA, S. L. **Morcegos (Mammalia: Chiroptera) do leste de Mato Grosso: aspectos ecológicos e distribuição geográfica.** 2014. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, 2014.

PETCHEY, O. L.; GASTON, K. J. Functional diversity: back to basics and looking forward. **Ecology Letters**: v. 9, n. 6, p. 741–758, Jun 2006.

PIASENTIN, F. B.; SAITO, C. H. Os diferentes métodos de cultivo de cacau no sudeste da Bahia, Brasil: aspectos históricos e percepções. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Humanas**. Belém, v. 9, n. 1, p. 61-78, jan.-abr. 2014.

### CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

ATIVIDADES	Ano 1					Ano 2					Ano 3					Ano 4																							
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F			
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Adequação do projeto	X	X	X	X	X						X	X																											
Escolha das áreas <i>in locu</i>			X	X																																			
Amostragem piloto						X	X				X	X																											
Coleta de morcegos - cabucas							X		X		X	X																											
Coleta de morcegos – cacau-sering.								X		X	X	X																											
Experimento da predação de artrópodes													X	X																									
Coleta de dados de paisagem													X	X			X	X																					
Qualificação																	X																						
Análises dos dados						X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
Produção da tese																						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Defesa Pública																																							X