

BIODIVERSIDADE, SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E PRODUTIVIDADE EM AGROFLORESTAS DE CACAU

Com apenas 12 % de cobertura florestal original, a Mata Atlântica é um dos biomas com maior biodiversidade do mundo, mesmo que muito fragmentada devido ao desmatamento para estabelecimento de cidades, pastagens e plantios diversos (monoculturas, silviculturas e agroflorestas). No entanto, nosso conhecimento ainda é limitado no entendimento de como a diversidade de espécies, suas funções e histórias evolutivas estão estruturadas ao longo de um gradiente de perda de cobertura florestal, e como esta estrutura está ligada aos fatores abióticos



Figura 1. Agrofloresta de cacau (cabruca), destacando as árvores nativas de grande porte (A) e as árvores de cacau (*Theobroma cacao*) que são plantadas no sobosque da floresta (A e B).

e bióticos, assim como as restrições ecológicas das espécies. Áreas de “cabruca” (Figura 1), plantações do cacau (*Theobroma cacao*) sombreado por árvores nativas, são comumente encontradas em áreas de floresta Atlântica no sul da Bahia, e são muito utilizadas como habitat ou passagem para diversas espécies de aves, morcegos, invertebrados e pequenos mamíferos. No entanto, diferentes formas de manejo desse sistema agrícola, com objetivo de aumento da produtividade local, podem interferir na diversidade de espécies associadas e nos serviços ecossistêmicos por elas desempenhados. O projeto “*Biodiversidade, serviços ecossistêmicos e produtividade em agroflorestas de cacau*” visa entender variações na biodiversidade e serviços ecossistêmicos ao longo de gradientes de (1) intensificação do manejo local em áreas de cabruca e (2) percentual de floresta original remanescente na paisagem.

Neste contexto buscamos alunos interessados em desenvolver pesquisa de mestrado ou doutorado dentro dos seguintes subprojetos:

PEQUENOS MAMÍFEROS (Ricardo Bovendorp e Camila Cassano)

Os pequenos mamíferos são responsáveis por processos ecossistêmicos importantes. São herbívoros chave em diversos ecossistemas, controlando o recrutamento e crescimento de

plantas abundantes, através da dispersão e predação de sementes. Além disso, podem consumir inúmeros invertebrados e servem de presa para vertebrados de médio a grande porte. A avaliação simultânea da variação nas dimensões ecológicas, taxonômicas e funcionais da diversidade de pequenos mamíferos pode fornecer informações sobre a importância relativa dos mecanismos ecológicos que moldam as diferentes assembleias de espécies encontradas em sistemas agroflorestais, suas adaptações e suas funções ecossistêmicas. **Procuramos estudantes interessados no estudo de populações (flutuações populacionais, uso do espaço e de recursos) e interações com elementos do agroecossistema (predação e dispersão de sementes, predação de insetos, controle por médios e grandes vertebrados).**

CONTROLE DE ARTRÓPODES POR AVES (José Carlos Morante Filho, Camila Cassano)

As aves constituem um grupo de vertebrados altamente diverso nos ecossistemas tropicais. As agroflorestas do sul da Bahia possuem elevado valor de conservação para este grupo, mas não garante o habitat para todas as espécies. Aves insetívoras que vivem no sub-bosque das florestas estão entre os organismos mais afetados pela conversão da vegetação nativa em agroflorestas. Porém, aves generalistas de habitat podem ocupar o nicho das espécies florestais perdidas. **Buscamos estudantes interessados em compreender o papel das aves no controle de artrópodes que utilizam as cabucas como habitat, e identificar as principais espécies responsáveis por este processo.**

DIVERSIDADE DE ARTRÓPODES (Deborah Faria, Camila Cassano, José Carlos Morante Filho)

Artrópodes constituem o grupo de animais mais diverso do planeta. Apesar do pequeno tamanho corpóreo, possuem espécies com populações extremamente numerosas, que concentram uma parte importante da biomassa nos ecossistemas. Da mesma forma, desempenham papéis altamente relevantes, através do consumo de plantas e invertebrados de pequeno porte, como polinizadores, vetores de doenças ou agentes decompositores, entre outros. Nas cabucas, algumas espécies possuem relevância econômica conhecida ao causarem danos diretos (ex. consumo de folhas ou seiva) ou indiretos (transmissão de doenças) para o cacauzeiro. No entanto, as espécies com potencial econômico são poucas em relação à diversidade total de espécies abrigadas por essas plantações. **Procuramos alunos interessados no estudo de assembleias de artrópodes e das respostas deste grupo à intensificação do uso do solo.**

EFEITOS DA DEFAUNAÇÃO SOBRE A DIVERSIDADE DE ROLA-BOSTAS (Maíra Benchimol, José Carlos Morante Filho)

Os escaravelhos coprófagos, também conhecidos como rola-bostas, representam um grupo extremamente diverso e que fornece diversos papéis ecológicos fundamentais em regiões tropicais, incluindo a decomposição de matéria orgânica na ciclagem de nutrientes, supressão de parasitas e dispersão secundárias de sementes. Devido à sua associação com a estrutura da vegetação, estes organismos são extremamente sensíveis às alterações no habitat, sendo um dos primeiros organismos a serem afetados com distúrbios antropogênicos. Assim, torna-se importante compreender como a diversidade de espécies deste grupo é afetada por características locais e de paisagem nos sistemas agroflorestais. Ademais, visto que algumas espécies de mamíferos não são encontradas em cabucas da região, torna-se interessante investigar os efeitos da defaunação sobre a diversidade de espécies. **Buscamos alunos interessados em investigar os padrões de diversidade e os efeitos da defaunação sobre**

rola-bostas em cabruças com diferentes intensidades de manejo e cobertura florestal remanescente.

RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO, CARBONO E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES ARBÓREAS (Deborah Faria, Larissa Rocha-Santos, Eduardo Mariano-Neto, Daniela Talora)

A manutenção de espécies arbóreas na lavoura cacaueteira do sul da Bahia é o aspecto mais peculiar do que definimos como cabruca. No entanto, com o processo amplo de intensificação do manejo nestas plantações, especificamente com a remoção de árvores sombreadoras, impacta tanto a capacidade destas plantações em estocar carbono quanto na manutenção de espécies arbóreas. **Neste projeto procuramos alunos interessados em conduzir pesquisa para estimar o impacto do processo de intensificação no manejo das fazendas no estoque local de carbono e na manutenção de espécies arbóreas.**

EFEITOS DA DEFAUNAÇÃO SOBRE A DISPERSÃO DE SEMENTES (Ricardo Bovendorp, Camila Cassano, Maíra Benchimol, Eliana Cazetta, José Carlos Morante Filho)

Aves e mamíferos de médio e grande porte desempenham papéis essenciais para dispersão de sementes grandes de árvores lenhosas, contribuindo para o estoque de carbono encontrada em florestas e agroflorestas. No entanto, muitas espécies não são encontradas em cabruças ou ocorrem em baixa abundância, com possíveis consequências para os processos de dispersão de sementes nestas áreas. Neste sentido, torna-se interessante investigar como a defaunação afeta a dispersão de sementes em cabruças inseridas em diferentes contextos locais e de paisagem. **Procuramos alunos interessados em desenvolver experimentos com dispersão de sementes em cabruças com diferentes intensidades de manejo, cobertura florestal remanescente e intensidade de defaunação.**

REDE DE INTERAÇÕES AVES-PLANTAS (José Carlos Morante Filho, Maíra Benchimol)

Diversos estudos têm demonstrado que distúrbios antrópicos podem levar a perda ou mudanças na composição de espécies, porém ainda é escasso o entendimento de como tais mudanças afetam as interações ecológicas. Em regiões tropicais, por exemplo, 90% das espécies de plantas são dispersas por animais, principalmente aves frugívoras. Apesar de sua extrema importância, este grupo é sensível a perturbações ambientais, como a intensificação do uso do solo e mudanças na estrutura da vegetação local. **Desta forma, estamos em busca de estudantes interessados em compreender como as interações entre aves frugívoras e plantas são afetadas em cabruças e remanescentes florestais inseridos em paisagens com diferentes quantidades de cobertura florestal. Nível desejado: Mestrado e Doutorado.**

REDES DE INTERAÇÃO PLANTA-POLINIZADOR (Daniela Talora, Eliana Cazetta)

Os impactos antrópicos são responsáveis pela ruptura nas interações entre plantas e polinizadores. A quantidade de polinizadores vem diminuindo drasticamente em nível mundial, podendo levar a uma redução de 30% ou mais de frutos, incluindo espécies cultivadas. Entender como este importante serviço ecossistêmico é afetado em sistemas agroflorestais como a cabruca, num gradiente de intensificação de manejo e de cobertura florestal na paisagem pode contribuir para a manutenção dessa importante relação ecológica. **Nesse sentido, buscamos alunos interessados em estudar a diversidade de polinizadores nas cabruças e as redes de interação entre plantas e polinizadores.**

IMPACTO DO MANEJO DAS FAZENDAS NO MICROCLIMA E RETENÇÃO DE ÁGUA (Deborah Faria, Marcelo Mielke)

A redução local do nível de sombreamento das plantações de cacau visa o aumento da produção em um curto prazo. No entanto, a redução significativa do sombreamento também pode levar a uma maior flutuação microclimática, garantidas nas plantações mais tradicionais pelo efeito mitigador das árvores de dossel. Esta maior flutuação no microclima também pode alterar a capacidade de retenção de água no solo, característica importante para um cultivar com grande demanda hídrica. **Neste contexto procuramos alunos que estejam interessados em entender a relação entre o nível de manejo local – redução do sombreamento – o microclima local (umidade do ar e temperatura) e a umidade local do solo.**

POLINIZAÇÃO COMO FATOR LIMITANTE NA PRODUÇÃO DO CACAU (Deborah Faria)

Diversos fatores podem influenciar a produção local do cacau em uma fazenda, como manejo de sombra, nível de fertilizantes e variedade de cacau. No entanto, apenas um estudo conduzido na Ásia sugere que a polinização pode ser um fator limitante na produção cacaueira. É preciso, para o sul da Bahia, avaliar até que ponto a frequência de polinização pode afetar a produção do cacau em fazendas sob diferentes regimes de sombra e níveis de aplicação de fertilizantes, e portanto, se esta características determinariam um déficit de polinização. **Buscamos alunos interessados em realizar, de maneira experimental, um estudo avaliando a existência de déficit de polinização nas fazendas de cacau e, uma vez detectado esta perda, determinar sua consequência econômica para a produção.**

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS AGROFLORESTAS E RELAÇÕES COM O MANEJO LOCAL (Deborah Faria)

A intensificação do uso da terra com objetivo de incremento da produtividade local constitui uma ameaça para a conservação de biodiversidade ao reduzir o potencial das plantações, pastagens e, conseqüentemente, das paisagens rurais abrigarem espécies nativas. Em agroflorestas de cacau, uma das ações de manejo com influência negativa para a biodiversidade é a substituição de árvores nativas por exóticas ou a conversão desses sistemas sombreados em plantações a pleno sol. **Neste sentido, buscamos alunos interessados em avaliar a produtividade cacaueira ligada a intensificação do uso da terra, considerando as variações fenotípicas do cacaueiro, variações nas condições locais (como solo e microclima) e nas interações ecológicas (danos causados por microorganismos, invertebrados e vertebrados).**

Literatura sugerida para embasamento de projetos:

- Blaser, W.J., Oppong, J., Hart, S.P., Landolt, J., Yeboah E. & Six, J. 2018. Climate-smart sustainable agriculture in low-to-intermediate shade agroforests. *Nature Sustainability*, 1:234–239.
- Bovendorp, R. S., McCleery, R. A., & Galetti, M. 2017. Optimising sampling methods for small mammal communities in Neotropical rainforests. *Mammal Review*, 47(2), 148–158.
- Bovendorp, R. S., Brum, F. T., McCleery, R. A., Baiser, B., Loyola, R., Cianciaruso, M. V., & Galetti, M. 2018. Defaunation and fragmentation erode small mammal diversity dimensions in tropical forests. *Ecography*, 69, 473.
- Cassano, C.R., Schroth, G., Faria, D., Delabie, J.H.C. & Bede, L. 2009. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 18: 577–603.

- Cassano, C.R., Silva, R.M., Mariano-Neto, E., Schroth, G., & Faria, D. 2016. Bat and bird exclusion but not shade cover influence arthropod abundance and cocoa leaf consumption in agroforestry landscape in northeast Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 232: 247-253.
- Clough, Y., Barkmann, J., Juhbandt, J., Kessler, M., Wanger, T.C., Anshary, A., Buchori, D., Cicuzza, D., Darras, K., Putra, D.D., Erasmi, S., Pitopang, R., Schmidt, C., Schulze, C.H., Seidel, D., Steffan-Dewenter, I., Stenchly, K., Vidal, S., Weist, M., Wielgoss, A.C. & Tschardtke, T. 2011. Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108: 8311–8316.
- Clough, Y., Putra, D.D., Pitopang, R. & Tschardtke, T. 2009. Local and landscape factors determine functional bird diversity in Indonesian cacao agroforestry. *Biological Conservation*, 142: 1032–1041.
- Faria, D., Laps, R.R., Baumgarten, J. & Cetra, C. 2006. 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*, 15: 587–612.
- Johns, N. D. 1999. Conservation in Brazil's Chocolate Forest: the unlikely persistence of the traditional cocoa agroecosystem. *Environmental Management*, 23: 31-47.
- Maas, B., Clough, Y. & Tschardtke, T. 2013. Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry landscapes. *Ecology Letters*, 16: 1480–1487.
- Nair, P.K.R. 2011. Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. *Journal of Environmental Quality*, 40: 784–790.
- Novais, S.M.A., Macedo-Reis, L.E., Neves, F.S. 2016. Predatory beetles in cacao agroforestry systems in Brazilian Atlantic forest: a test of the natural enemy hypothesis. *Agroforest Syst.* DOI 10.1007/s10457-016-9917-z
- Novais, S.M.A., Macedo-Reis, L.E., DaRocha, W.D., Neves, F.S. 2016. Effects of habitat management on different feeding guilds of herbivorous insects in cacao agroforestry systems. *Rev. Biol. Trop.*, 64: 763-777.
- Pardini, R., Faria, D., Accacio, G. M., Laps, R. R., Mariano-Neto, E., Paciencia, M.L.B., Dixo, M. & Baumgarten, J. 2009. The challenge of maintaining Atlantic forest biodiversity: A multi-taxa conservation assessment of specialist and generalist species in an agro-forestry mosaic in southern Bahia. *Biological Conservation*, 142:1178–1190.
- Perfecto, I. & Vandermeer, J. 2008. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: a new conservation paradigm. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134: 173-200.
- Sánchez, S.E.M. 2011. Cacau e graviola: descrição e danos das principais pragas-de-insetos. *Editus*, 147p.
- Schroth, G. & Harvey, C.A. 2007. Biodiversity Conservation in Cocoa Production Landscapes: An Overview. *Biodiversity and Conservation*, 16: 2237–44.
- Schroth, G., Faria, D., Araujo, M., Bede, L., Van Bael, S.A., Cassano, C. R. & Delabie, J.H. 2011. Conservation in tropical landscape mosaics: the case of the cacao landscape of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 20: 1635-1654.
- Sodré, G.A. (ed.) 2017. Cultivo do cacauero no estado da Bahia. MAPA/CEPLAC/CEPEC, 126p.
- Somarriba, E. 1992. Revisiting the past an essay on agroforestry definitions. *Agroforestry Systems*, 19: 233-240.
- Tschardtke, T., Clough, Y., Bhagwat, S.A., Buchori, D., Faust, H., Hertel, D., Hölscher, D., Juhbandt, J., Kessler, M., Perfecto, I., Scherber, C., Schroth, G., Veldkamp, E. & Wanger, T.C. 2011. Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes – a review. *Journal of Applied Ecology*, 48: 619–629.

MAIORES INFORMAÇÕES ENTRAR EM CONTATO COM:

Ricardo S. Bovendorp (rsbovendorp@uesc.br)

Camila R. Cassano (crc.uesc@gmail.com)

Daniela Talora (dani.talora@gmail.com)

Eliana Cazetta (eliana.cazetta@gmail.com)

Deborah Faria (deborahuesc@gmail.com)

Maíra Benchimol (mairabs02@gmail.com)

José Carlos Morante Filho (jcmfilho9@hotmail.com, zemorante@gmail.com)

Marcelo Mielke (msmielke@uesc.br)