



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
RELATÓRIO FINAL PIBIC/PAIC 2017-2018



FORMULÁRIO PARA RELATÓRIO FINAL

Título do Projeto PIBIC/PAIC

Relações entre diversidade de hemípteras (Auchenorrhyncha) e características das plantas em três ambientes da Amazônia Central

Orientador

Fabrizio Beggiato Baccaro

Aluno

Karoline Cruz de Menezes

1. Informações de Acesso ao Documento

1.1 Este documento é confidencial?

☐

SIM

☒

NÃO

1.2 Este trabalho ocasionará registro de patente?

☐

SIM

☒

NÃO

1.3 Este trabalho pode ser liberado para reprodução?

☒

SIM

☐

NÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
COMITÊ CIENTÍFICO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**RELAÇÕES ENTRE DIVERSIDADE DE HEMÍPTERAS (AUCHENORRHYNCHA) E
CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS EM TRÊS AMBIENTES DA AMAZÔNIA
CENTRAL**

Bolsista: Karoline Cruz de Menezes, CNPq

MANAUS

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
COMITÊ CIENTÍFICO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

RELATÓRIO FINAL
PIB-B/0069/2017

**RELAÇÕES ENTRE DIVERSIDADE DE HEMIPTERAS (AUCHENORRHYNCHA) E
CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS EM TRÊS AMBIENTES DA AMAZÔNIA
CENTRAL**

Bolsista: Karoline Cruz de Menezes, CNPq

Orientador: Fabricio Beggiato Baccaro

MANAUS
2018

Sumário

1.	Resumo	5
2.	Introdução	6
3.	Material e métodos.....	8
4.	Resultados e Discussão.....	10
5.	Conclusão.....	14
6.	Referências.....	14
7.	Cronograma de Atividades	17

1. Resumo

Espécies que se alimentam de plantas representam mais de metade dos insetos, que é o grupo mais diverso de animais na terra. A grande maioria destes animais vivem em florestas tropicais, e a maior diversidade regional é encontrada na Amazônia brasileira. Insetos herbívoros podem ser extremamente especializados, alimentando-se de uma única espécie de planta, ou se alimentar de diversas espécies de plantas. Muitos cientistas têm especulado sobre os fatores que determinam as preferências alimentares dos insetos herbívoros. A maioria das hipóteses ligam as preferências alimentares com as defesas químicas das plantas, bem como com a pressão de predação sofridas por esses insetos. Já o investimento em defesas químicas das plantas pode ser modulado por variáveis ambientais, onde plantas em solos mais pobres normalmente investem mais em compostos secundários para diminuir a herbivoria (produção de folhas é muito custosa). Neste projeto, iremos relacionar a composição, abundância e riqueza de Hemiptera ao tipo de habitat (Terra-firme, Campinarana e Baixo) e a caracteres funcionais de três linhagens de plantas (*Protium*, Burseraceae, *Inga*, Fabaceae e *Micropholis*, Sapotaceae) na Reserva Ducke, Manaus, Brasil. Neste trabalho foram coletados por meio da armadilha socket-trap várias amostras de 6 indivíduos de cada linhagem das plantas como primeira etapa de coleta. Até o momento, as coletas dos hemípteras já foram finalizadas e o material está sendo triado. A próxima etapa envolve nova rodada de coletas, mas agora de folhas, para medir as características funcionais das plantas amostradas.

2. Introdução

A elevada diversidade de espécies de plantas em florestas tropicais é resultado principalmente da influência de fatores abióticos, como solos e clima, bióticos, como insetos e fungos (Janzen 1970, Connel 1971) e acaso associado com dispersão das espécies (Hubbel 2005). Enquanto os fatores abióticos geralmente são mais utilizados em modelos de distribuição da diversidade de espécies na Amazônia (ter Steege *et al.* 2013), pouco se sabe a respeito do efeito dos inimigos naturais na composição de espécies de plantas. Investigar a fauna de insetos associada às plantas é, portanto, um dos primeiros desafios para elucidar a influência do componente biótico na diversidade de plantas.

Os artrópodes são os animais mais abundantes e diversos do planeta (Zhang 2011) e o maior número de espécies está concentrada nas florestas tropicais. No ambiente terrestre, as plantas representam um excelente local de colonização para os artrópodes. A planta é um recurso alimentar relativamente estável para os herbívoros e a complexidade estrutural ou arquitetura da planta provê nichos diversificados (Southwood 1961), que variam em luminosidade, temperatura e umidade (Wilkens *et al.* 2005). Consequentemente, diversos grupos de artrópodes, principalmente os insetos, encontram nas plantas um local de abrigo, alimentação, reprodução e nidificação. Dessa forma, plantas individuais são um recorte do ambiente e constituem um local adequado para investigar a ocorrência e a diversidade de insetos (Lewinsohn *et al.* 2012).

Em comunidades de insetos que vivem em plantas, os tipos de interação entre as espécies podem ser modulados, em parte, por caracteres funcionais (*traits*) presentes na planta como, nectários, glândulas, compostos secundários (Lopes 2017), pêlos, domáceas, dureza da folha, área foliar, etc. Em florestas tropicais, a alta diversidade de espécies e *traits* associados torna estas interações ainda mais complexas. O surgimento de caracteres funcionais como nectários extra-florais, compostos secundários (como em *Protium*) e dureza da folha podem ser resultado de processos de co-evolução entre espécies de insetos e plantas. Em *Inga*, por exemplo, a presença de nectários atrai formigas que podem proteger a planta de outros herbívoros (Rico-Grey e Oliveira 2007), enquanto compostos secundários, como alcalóides, fenóis, taninos e terpenos, conferem importante ação anti-herbivoria às plantas, como em *Protium* (Fine *et al.* 2004, 2006). Em ambientes de solos oligotróficos na Amazônia, como por exemplo nas campinas e

campinaranas, a maior concentração de compostos secundários e a maior dureza das folhas (Fine e Baraloto 2016) sugerem adaptações ao efeito da herbivoria. Para evitar perda de nutrientes por herbivoria, têm-se sugerido que as plantas investem proporcionalmente mais na produção de compostos secundários do que em crescimento, o que explicaria o baixo porte das vegetações sobre solos arenosos na Amazônia (Fine *et al.* 2004, 2006).

Os gêneros *Inga*, *Protium* e *Micropholis* tem recebido especial atenção em função de sua grande abundância local na Amazonia Central e de suas características funcionais e possíveis associações com insetos. Em *Inga*, por exemplo, formigas estão presentes em função da presença de nectários extra-florais nas folhas, ao mesmo tempo que podem afetar a densidade populacional de outros insetos. Por outro lado, *Protium* possui canais resiníferos e alta concentração de compostos secundários nas folhas, enquanto *Micropholis* secreta látex provavelmente também rico em compostos secundários. Outro aspecto interessante é que estas linhagens possuem representantes em pelo menos três dos principais tipos de habitat na Amazônia: terra firme, campinarana e igapó. Assim, se espécies irmãs apresentam divergência de habitat e relações espécie-específica com alguns insetos, é possível que eventos similares (cladogênese) possam ter ocorrido nestes insetos como resultado da micro-alopatria por habitat. Por estes e outros motivos, estas linhagens são potencialmente interessantes para o estudo das interações inseto-planta ao longo de diferentes habitats na Amazônia.

Entre os insetos que se alimentam das plantas (fitófagos), a ordem Hemiptera é uma das mais importantes, embora pouco se sabe ainda sobre a amplitude da dieta destes organismos e seu efeito na comunidade de plantas. A característica principal da ordem é o aparelho bucal em forma de rostro constituído pelo lábio articulado, onde se alojam as demais peças bucais sugadoras, adaptadas para picar e sugar (Grazia *et al.*, 2012). De que maneira a composição e abundância destes insetos estão associadas à composição de espécies e às características funcionais da planta hospedeira, são perguntas que ainda permanecem pouco exploradas.

Neste projeto, iremos investigar a composição, abundância e riqueza da fauna de hemípteras em três gêneros de planta com diferentes caracteres funcionais: *Inga* (Fabaceae), com presença de nectários extra-florais, *Protium* (Burseraceae), com

presença de resina e compostos secundários, e *Micropholis* (Sapotaceae), que apresenta látex provavelmente rico em compostos secundários que ocorrem em três tipos de habitat na Amazônia (Terra Firme, Campinarana e Igapó). De maneira mais específica, iremos responder à seguinte pergunta: Qual o efeito do tipo de habitat e dos caracteres funcionais das plantas hospedeiras sobre composição, abundância e riqueza da fauna de hemípteros em plantas na Amazônia?

3. Material e métodos

3.1. Local de coleta e desenho amostral

As coletas dos hemípteros foram realizadas em nove parcelas de 180 x 100 m distribuídas na Reserva Florestal Adolpho Ducke (02°55' a 03°01'S e 59°53'a 59°59,5'W), em Manaus, Amazonas. Foram instaladas três parcelas em cada um dos tipos de habitat: Terra Firme, Campinarana e baixo. Em cada parcela, foram identificados e marcados 6 indivíduos de plantas dos gêneros *Inga* (Fabaceae), *Micropholis* (Sapotaceae) e *Protium* (Burseraceae) com altura entre 1,0 e 3,0 m (figura 1). Em cada planta, os artrópodes foram amostrados utilizando o método Socket-trap, recentemente desenvolvido por Lopes e colaboradores (2017). Esse método se mostrou muito eficaz na amostragem de insetos por ensacar toda a planta (Lopes 2017).



Figura 1. *Micropholis* sp. (Sapotaceae) a esquerda, *Inga* (Fabaceae) no centro e *Protium amazonicum* (Cuatrec.) a direita, coletados na Reserva Ducke. As imagens são do Herbário do INPA.

3.2. Identificação do material coletado

Todos os insetos hemípteros coletados foram identificados ao nível de família, gênero ou espécie, quando possível, ou agrupados em Morfoespécies, foram utilizadas chaves taxonômicas propostas por Rafael e colaboradores (2012) e Borror e Delong (2011) e literatura especializada da ordem de Hemiptera proposta por Dietrich (2005) e Schuh e Slater (1995).

3.3. Traços funcionais das plantas

Todas as plantas amostradas foram marcadas individualmente e serão revisitadas para amostragem dos traços funcionais das folhas na continuidade do projeto. Para cada indivíduo, serão coletados os seguintes caracteres funcionais: (1) área foliar específica, que é a área foliar dividida pela massa seca (cm^2/g) e indica captura de luz e taxa de crescimento; (2) grossura da folha, medida em milímetros, relacionada à redução da captura de luz e perda de água e; (3) dureza da folha, medida em força necessária para perfurar a lâmina foliar (N/cm^2) e, portanto, relacionada à defesa contra danos físicos e perda de nutrientes.

3.4. Análise dos dados

Para análise exploratória dos dados, utilizaremos análises de ordenação para detectar possíveis padrões na distribuição da abundância de hemípteros entre as três linhagens de planta, para cada tipo de ambiente separadamente (Terra firme, Campinarana e Baixo), e entre os ambientes, para cada linhagem de planta separadamente. Para detectar o efeito dos caracteres funcionais na comunidade de hemípteras, utilizaremos modelos de regressão múltipla para testar se a riqueza em hemípteras esta relacionada com caracteres funcionais da planta 'área foliar específica', 'grossura' e 'densidade'. A riqueza e a abundância de hemípteras e as médias para cada caractere funcional serão comparadas entre os três tipos de habitat utilizando análises de variâncias (ANOVA) seguidas de teste *pos hoc* de Tukey para comparações entre os ambientes. A composição entre os habitats será comparada a partir de análises de variância múltipla com permutação (PERMANOVA), utilizando 'Bray-Curtis' como índice

de dissimilaridade. Em todas as análises a unidade amostral será a planta. Todas as análises serão geradas no software R (R Core Team 2016).

4. Resultados e Discussão

Todos os hemípteros coletados já foram triados e identificados ao nível de família, alguns a nível de gênero e alguns agrupados em morfoespécies. A diversidade de hemípteros encontrados nas armadilhas da Subordem Auchenorrhyncha conforme o esperado foi alta. No entanto, a maior parte desses insetos foram juvenis. A identificação de ninfas é praticamente impossível sem o uso de técnicas moleculares, e por esse motivo, foram excluídas das análises. Durante a coleta do material e observação das plantas, observou-se que em algumas Fabaceae, Sapotaceae e Burseraceae continham galhas e minas.

Os herbívoros pertencentes a ordem Hemiptera representaram entre 2% do total de insetos amostrados em Campinarana a ~12% dos insetos amostrados no baio (Tabela 1). O número de insetos herbívoros variou menos entre os gêneros de plantas estudados, *Inga* com 10 hemípteros, *Micropholis* com 18 e *Protium* com 17 hemípteros (Tabela 2). Como a identificação dos insetos está em fase final, a comparação de riqueza e composição entre ambientes e gêneros de plantas não foi possível.

Tabela 1. Número de insetos e número de Hemípteros encontrados em cada tipo de ambiente nas 9 parcelas da Reserva Florestal Adolpho Ducke, relacionados as três espécies de plantas.

Habitat	Gênero de planta	Quantidade de insetos	Quantidade de hemipteros
Baixio	<i>Inga</i>	68	6
	<i>Micropholis</i>	19	4
	<i>Protium</i>	64	8
	total	151	18
Campinarana	<i>Inga</i>	163	0
	<i>Micropholis</i>	91	4
	<i>Protium</i>	92	5
	total	346	9
Terra-firme	<i>Inga</i>	121	4
	<i>Micropholis</i>	91	10
	<i>Protium</i>	112	4
	total	324	18
Total geral		821	45

Tabela 2. Número de famílias e morfoespécies de insetos da ordem Hemiptera encontrados em cada tipo de ambiente nas 9 parcelas da Reserva Florestal Adolpho Ducke, relacionados as três espécies de plantas.

Habitat	Gênero de planta	Ordem de Insetos	Família de Insetos	Espécie
Baixio	<i>Inga</i>	Hemiptera	-	6 Ninfas
	<i>Micropholis</i>	Hemiptera	-	4 Ninfas
	<i>Protium</i>	Hemiptera	-	8 Ninfas
Campinarana	<i>Inga</i>	0	-	0
	<i>Micropholis</i>	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Pentatomidae</i> sp.1
		Hemiptera	-	3 Ninfas
	<i>Protium</i>	Hemiptera	Derbidae	<i>Derbidae</i> sp.4
		Hemiptera	-	4 Ninfas
Terra-firme	<i>Inga</i>	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Soosiulus</i> sp.1
		Hemiptera	-	3 Ninfas
	<i>Micropholis</i>	Hemiptera	Derbidae	<i>Derbidae</i> sp.4
		Hemiptera	Cixiidae	<i>Cixiidae</i> sp.1
		Hemiptera	Cicadellidae	<i>Gypona</i> sp.1
		Hemiptera	-	7 Ninfas
	<i>Protium</i>	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Idiocerinae</i> sp.10
		Hemiptera	Achilidae	<i>Achilidae</i> sp.6
		Hemiptera	Derbidae	<i>Derbidae</i> sp.1
		Hemiptera	-	1 Ninfa

Herbívoros sugadores de seiva podem ser mais abundantes em florestas de terra-firme do que em florestas de Campinarana (Lamarre *et al.*, 2016). Nossos resultados corroboram essa hipótese, onde amostramos mais insetos herbívoros em florestas de terra-firme (Terra-firme e baixio) do que Campinarana. Especificamente, morfoespécies da família Cicadellidae, Derbidae, foram as mais abundantes nos dois tipos de florestas. Trabalhos prévios também relatam que as famílias Cicadellidae e Derbidae são as mais abundantes, independentemente dos métodos de coleta e dos

ambientes amostrados (Casson e Hodkinson, 1991) e ao longo do ano (Ott e Carvalho, 2001). Trabalhos realizados com espécies de plantas focais (*Protium subseratum*) também registraram mais insetos herbívoros se alimentando em plantas de terra-firme do que em plantas de Campinarana. Nesse trabalho, a ordem Hemiptera (Cicadellidae) e Coleoptera (Chrysomelidae) foram as mais abundantes nos dois tipos florestais da terra-firme (baixo e platô) sugerindo que esse padrão poderia estar relacionado às variações da disponibilidade de nutriente do solo (Fine *et al.*, 2013).

Apesar dos compostos secundários serem frequentemente considerados a primeira linha de defesa das plantas, características ambientais também afetam a distribuição, abundância e especificidade dos insetos herbívoros (Barone, 1998, Schoonhoven *et al.*, 2005). No entanto, em muitos casos os fatores bióticos podem interagir com fatores abióticos, moldando a distribuição de plantas e insetos (Fine *et al.*, 2006, Lamarre *et al.*, 2016). Hábitats mais pobres, normalmente apresentam plantas com maior concentração de compostos secundários, porque nesses ambientes o custo da herbivoria é maior, selecionando plantas com mais defesas químicas (Bernays e Chapman 1994, Fine *et al.*, 2013). Consequentemente, a abundância e o número de espécies de insetos associadas a uma espécie de planta ou a um hábitat se refletem no nível de especialização alimentar das espécies de herbívoros (Gaston, 1993). Nossos resultados suportam essa hipótese, já que o menor número de espécies e indivíduos da ordem hemíptera foram amostrados nas áreas de Campinarana. Possivelmente a maior concentração de compostos secundários nas plantas que crescem sobre os solos pobres das Campinaranas limitaram a ocorrência desses insetos herbívoros. Interessante notar, que só foram encontradas ninfas no baixo, sugerindo que esse ambiente também pode limitar a ocorrência de hemípteros.

O próximo passo para a conclusão desta pesquisa inclui a revisita das plantas amostradas, que estão marcadas individualmente, para amostragem dos traços funcionais das folhas. Com as características das plantas em mãos, poderemos investigar mais a fundo, como a diversidade de hemípteros está distribuída e qual o papel dos traços funcionais das plantas (compostos secundários e estruturais) na estrutura das assembleias de hemípteros associados.

5. Conclusão

Em um período curto de amostragem encontramos que a abundância e riqueza de insetos herbívoros da ordem Hemiptera, está influenciada pelo tipo de habitat. Esse padrão provavelmente reflete as características contrastantes de disponibilidade de recursos e concentração de compostos secundários entre os ambientes. No entanto, as características da planta hospedeira, provavelmente via tipos e concentração de compostos secundários, também pode desempenhar um papel importante. Os tipos de ambiente estudados florestas de terra firme (incluindo platô e baixio) e Campinarana fornecem um sistema de estudo ideal e podem ser usados para ajudar a elucidar o papel da interação inseto-planta para a manutenção das populações de plantas e de herbívoros.

6. Referências

- Barone, J.A. 1998. Host-specificity of folivorous insects in a moist tropical forest. *Journal of Animal Ecology*, 67:400-409.
- Bernays, E.A.; Chapman, R.F. 1994. *Host-Plant Selection by Phytophagous Insects*. Contemporary Topics in Entomology 2. New York: Chapman & Hall., 312p.
- Casson, D.S.; Hodkinson, I.D. 1991. The Hemiptera (Insecta) communities of tropical rain forest in Sulawesi. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 102:253-275.
- Connell, J.H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals. Proceedings of the Advanced Study Institute on Dynamics of Numbers in Population. Oosterbeek, Wageningen, Holland: P.J. Den Boer & G.R. Grandwell, 298–312.
- Fine PVA, Mesones I, ColeyPD. 2004. Herbivores promote habitat specialization by trees in amazonian forests. *Science*, 305: 663-665.
- Fine, P.V.A., Baraloto, C. 2016. Habitat Endemism in White-sand Forests: Insights into the Mechanisms of Lineage Diversification and Community Assembly of the Neotropical Flora. *Biotropica*, 48(1):24-33.
- Fine, P.V.A., Miller, Z.J., Mesones, I., Irazuzta, S., Appel, H.M., Stevens, M.H.H., Sa a ksjarvi, I., Schultz, J.C., Coley, P.D. 2006. The growth-defense tradeoff and habitat specialization by plants in Amazonian forests. *Ecology*, 87: S150–S162.

- Fine, P.V.A.; Metz, M.R.; Lokvam, J.; Mesones, I.; Ayarza, J.M.Z; Lamarre, G.P. A.; Vásquez, M.P.; Baraloto, C. 2013. Insect herbivores, chemical innovation, and the evolution of habitat specialization in Amazonian trees. *Ecology*, 94: 1764-1775.
- Hubble, S.P. 2005. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. *Functional Ecology*, 19:166-172
- Janzen, D.H. 1970. Herbivores and the number of Tree Species in Tropical Forests. *American Naturalist*, 104:501–528.
- Lamarre G.P.A., Hérault B., Fine P.V.A., Vedel V., Lupoli R., Mesones I., Baraloto C.. 2016. Taxonomic and functional composition of arthropod assemblages across contrasting Amazonian forests. *Journal of Animal Ecology*. *Journal of Animal Ecology*, 85: 227-239.
- Lewinsohn, T.M.; Jorge, L.R.; Prado, P.I. 2012. Biodiversidade e interações entre insetos herbívoros e plantas. In: Del-Claro, K., Torezan-Silingardi, H. M. (Eds) *Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva*. Technical books, Rio de Janeiro, Brasil. p275-289.
- Lopes, M.C. 2017. Artrópodes em plantas: descrição de um novo método de coleta e as relações entre predadores e guildas funcionais em dois gêneros de plantas. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.
- Ott, A.P.; Carvalho, G.S. 2001. Comunidade de Cigarrinhas (Hemiptera: Auchenorrhyncha) de uma Área de Campo do Município de Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Neotropical Entomology*, 30: 233-243.
- R Core Team 2015. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Rico-Gray, Victor, and Paulo S. Oliveira. The ecology and evolution of ant-plant interactions. University of Chicago Press, 2007.
- Schoonhoven, L. M.; Van Loon, J.J.A.; Dicke, M. 2005. *Insect-plant biology*. 2^a ed. Oxford University Press Inc. New York, 421p.
- Southwood, T.R.E. 1961. The number of species of insect associated with various trees. *Journal of Animal Ecology*, 30:1–8.

- ter Steege, H., et al. 2013. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*, 342: 1243092.
- Wilkins, R.T.; Vanderklein, D.W.; Lemke R.W. 2005. Plant Architecture and Leaf Damage in Bear Oak II: Insect Usage Patterns. *Northeastern Naturalist*, 12:153–168.
- Zhang, Z.Q. 2011. Animal biodiversity: Na introduction to higher-level classification and taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148:7–12.

7. Cronograma de Atividades

Nº	Descrição	2017					2018						
		Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1	Revisão da Literatura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Coleta dos Hemípteras*	X	X	X	X	X							
3	Coleta dos traços funcionais das plantas								X	X			
4	Triagem do Material (hemípteros)	X	X	X	X	X	X						
5	Identificação do Material			X	X	X	X						
6	Análise de Dados							X	X	X			
7	Elaboração do Resumo e Relatório Final											X	
8	Preparação da Apresentação Final para o Congresso												X