



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ICB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA -
PPGDB**

**Rubiaceae Juss. nas campinaranas do baixo Rio Negro e biologia reprodutiva de
Pagaema guianensis Aubl.**

JHENNYFFER DE MELO ALVES

**Manaus, Amazonas
Fevereiro, 2017**

JHENNYFFER DE MELO ALVES

Rubiaceae Juss. nas campinaranas do baixo Rio Negro e biologia reprodutiva de *Pagamea guianensis* Aubl.

Orientadora: Dra. Veridiana Vizoni Scudeller (UFAM)

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica

**Manaus, Amazonas
Fevereiro, 2017**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A474r Alves, Jhennyffer de Melo
Rubiaceae Juss. nas campinaranas do baixo Rio Negro e biologia reprodutiva de *Pagamea guianensis* Aubl. / Jhennyffer de Melo Alves. 2016
84 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Veridiana Vizoni Scudeller
Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Dioícia. 2. dispersão. 3. manchas de campinarana. 4. sazonalidade. 5. tratamento taxonômico. I. Scudeller, Veridiana Vizoni II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

Faça o que tem que fazer e deixe os outros
discutirem se é certo ou não.

Bill Watterson

À minha mãe pelo apoio incondicional.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Criador pela vida em todas as suas formas.

Agradeço à minha família, em especial minha mãe Ocineia Melo, pelo suporte, pelas palavras de carinho, incentivo e apoio incondicional e por acreditar em mim, mesmo achando uma loucura a ideia de ir para o mato.

À minha avó Maria de Jesus, pelas incessantes orações de cuidado e proteção.

À minha orientadora Veridiana Vizoni Scudeller, por todo ensinamento, tempo doado e dedicado e é claro, paciência. Obrigada também pelos anos de amizade.

À professora Maria Gracimar, pela ajuda em vários momentos, pelo empenho a favor do curso e pela disposição em sempre desembaraçar os problemas.

Às famílias de dona Nadima, dona Giselen, Sr. Davi e ao Sr. Dicson que durante todo o trabalho de campo fizeram de suas casas um lar para mim, serei sempre grata, o acolhimento de cada um foi de suma importância na realização do meu trabalho.

Ao Sr. Chiquinho por sempre viabilizar os agendamentos de transporte para os campos e aos motoristas, sempre educados e solícitos, em especial Sr. Charles e dona Martha.

Agradeço à UFAM e à Capes, por possibilitarem a realização do projeto e pela concessão da bolsa e a FAPEAM pelo apoio financeiro.

Ao Eduardo Prata que me ajudou na localização das campinaranas e indivíduos de *P. guianensis*, assim como nas dicas e dúvidas.

Aos que me ajudaram em campo Sergio, Layon, Deco, Allyson, Breno, Abraão, João, Larissa, em especial Rafael, Marcos e Lucianne que além da ajuda em campo, sempre estiveram mais próximos, dispostos a tirar minhas dúvidas e ajudar no que fosse preciso, inclusive nos dias de choro. Teve muita chuva, muito sol, mucuim, pulga, caba e mutuca, mas teve principalmente muita amizade, parceria, companheirismo, boa vontade, além de bons momentos de distração e boas gargalhadas que levarei sempre comigo, a ajuda e disposição de cada um foi essencial, o sentimento é de gratidão.

Aos amigos da turma de mestrado DivBio, pelos bons momentos de troca de aprendizado e é claro, boas risadas.

Ao Dr. Miranda (INPA) e Dr. Thiago Mahlmann (INPA) pela identificação dos insetos.

A Dra. Cintia Cornelius pela ajuda com a coleta e identificação dos pássaros.

Ao Dr. Webber e ao Dr. Mário Terra pelas dicas e dúvidas retiradas.

Resumo

As formações vegetais denominadas campinaranas ocupam cerca de 7% da Amazônia e sua maior extensão encontra-se na bacia do Rio Negro. O presente trabalho trata do levantamento e tratamento taxonômico das espécies de Rubiaceae nas campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé e realizou o estudo sobre a biologia reprodutiva de *Pagamea guianensis* em uma mancha de campinarana no município de Iranduba - AM. Nas campinaranas da RDS do Tupé, foram amostradas 15 espécies distribuídas em 10 gêneros: *Borreria alata*, *B. verticillata*, *Duroia saccifera*, *Ixora intensa*, *Kutchubea sericantha*, *Palicourea corymbifera*, *P. nitidella*, *Psychotria hoffmanseggiana*, *Remijia amazonica*, *Sabicea amazonensis*, *Pagamea duckei*, *P. guianensis*, *Palicourea anisoloba*, *P. virens* e *Sipanea pratensis*, sendo as seis últimas novos registros para a reserva. *Pagamea guianensis* possui ciclo de floração anual com duração intermediária ou sazonal, apresenta flores díclinas, apresentando morfos com longo e breve estilo. Em ambos os morfos são observados rudimentos de estruturas reprodutivas como pistilódio e estaminódio, ou seja, é uma espécie dioica. É entomófila generalista, contudo as abelhas foram os principais visitantes (*Augochloropsis* sp., *Mesonychium* sp., *Xylocopa (Schonnherria) muscaria* e *Apis mellifera*). As vespas são o segundo grupo mais frequente, representadas pelas famílias Scoliidae, Pompilidae, Crabronidae e Sphecidae, seguidas pelos dípteros (*Palpada nigripes* e *P. vinetorum*). *Pagamea guianensis* não é apomítica e apenas as plantas com flores pistiladas produziram frutos, enquanto que as flores estaminadas, apenas pólen. *Ramphocelus carbo*, foi a única ave observada consumindo seus frutos, podendo ser o possível dispersor.

Palavras chave: Dioica, dispersão, manchas de campinarana, sazonalidade, tratamento taxonômico.

Abstract

Rubiaceae in campinaranas of the low Rio Negro and Reproductive biology of *Pagamea guianensis* Aubl. (Rubiaceae)

The vegetative formations called campinaranas occupy about 7% of the Amazon and its greatest extent is in the Rio Negro basin. This work conducted a floristic survey and taxonomic treatment of species of Rubiaceae in campinaranas from Tupé Sustainable Development Reserve, and a study of the reproductive biology of *Pagamea guianensis* was performed in a campinarana spot in the municipality of Iranduba - AM. In campinarana environments from Sustainable Development Reserve of Tupe, were sampled fifteen species in ten genera: *Borreria alata*, *B. verticillata*, *Duroia saccifera*, *Ixora intensa*, *Palicourea corymbifera*, *P. nitidella*, *Psychotria hoffmanseggiana*, *Remijia amazonica*, *Sabicea amazonensis*, *Pagamea duckei*, *P. guianensis*, *Palicourea anisoloba*, *P. virens* and *Sipanea pratensis*, being the last six new records for the reserve. *Pagamea guianensis* has an annual flowering cycle with intermediate or seasonal duration, has diclinous flowers, with longistylous and brevistylous morphs. In both morphs rudiments of reproductive structures as pistillodes and staminodes are observed, being a dioecious species. The species is generalist entomophilous, although bees were the main visitors (*Augochloropsis* sp., *Mesonychium* sp., *Xylocopa* (*Schonnherria*) *muscaria* and *Apis mellifera*). Wasps are the second most frequent group, represented by families Scoliidae, Pompilidae, Crabronidae and Sphecidae; followed by Diptera (*Palpada nigripes* and *P. vinetorum*). *Pagamea guianensis* is not apomictic, and only plants with pistillate flowers produce fruits, while in staminate flowers, only pollen is produced. *Ramphocelus carbo* was the only bird observed consuming its fruits, being its probable disperser

Keywords: dioecy, dispersion, campinarana spots , sazonality, taxonomic treatment.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1.

Figura 1. Limites e localização das Comunidades da RDS Tupé (área delimitada em vermelho), destacando as seis comunidades, em vermelho a comunidade alvo do estudo, Agrovila Amazonino Mendes.....13

Figura 2. Inflorescências das espécies de Rubiaceae nas campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. a) *Borreria alata*; b) *Borreria verticillata*; c) *Duroia saccifera*; d) *Ixora intensa*; e) *Kutchubea sericantha*; f) *Pagamea guianensis*; g) *Palicourea guianensis*; h) *Palicourea anisoloba*; i) *Palicourea corymbifera*; j) *Palicourea nitidella*; k) *Palicourea virens*.....36

Figura 3. Flores e frutos das espécies de Rubiaceae nas campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. l) *Psychotria hoffmanseggiana*; m) *Remijia amazônica*; n) *Sabicea amazonensis*; o) *Sipanea pratensis*; q) *Duroia saccifera*; r) *Ixora intensa*; s) *Kutchubea sericantha*; t) *Pagamea duckei*.....37

Figura 4. Frutos e ramos das espécies de Rubiaceae nas campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. u) *Pagamea guianensis*; v) *Palicourea corymbifera*; w) *Palicourea nitidella*; x) *Psychotria hoffmanseggiana*; y) *Remijia amazônica* (fruto maduro); z) *Remijia amazonica* (fruto imaturo); a1) *Sabicea amazonensis*; b1) *Sipanea pratensis*; c1) Ramo oco de *Palicourea virens*; d1) Ramo oco de *Palicourea corymbifera*; e1) Ramo oco de *Remijia amazonica*.....38

Capítulo 2

Figura 1. Intensidade de Fournier, nas fenofases: botão, flor, cálice, frutos verdes e frutos maduros em *Pagamea guianensis*.....48

Figura 2. Intensidade de Fournier, nas fenofases: frutos verdes e frutos maduros em *Pagamea guianensis*.....48

Figura 3. Fenofases de *Pagamea guianensis*: A) botão, B) flor, C) fruto imaturo e D) fruto maduro.49

Figura 4. A) Inflorescência do tipo tirso (pistilada), B) pistilo e estaminódios, C) androceu e pistilódio, D) tricomas densos e anteras apresentando pólen, E) estípula cilíndrica, F) resultado para o teste de detecção de osmóforos (vermelho neutro) em flor pistilada e G) em flor estaminada.....51

Figura 5. Gráfico com a porcentagem da frequência de visitas realizadas em cada classe de horário, com os visitantes florais que apresentaram a partir de 5% de visitas. Classe I- 6:30 –7:00; classe II- 7:01 – 7:30; classe III- 7:31 – 8:00; classe IV- 8:01 – 8:30; classe V- 8:31 – 9:00; classe VI- 9:01 – 9:30; classe VII- 9:31 – 10:00; classe VIII- 10:01– 10:30; classe IX- 10:31 – 11:00; classe X- 11:01 – 11:30- classe XI- 14:00-

14:30; classe XII- 14:31 – 15:00; classe XIII- 15:01 – 15:30; classe XIV- 15:31 – 16:00; classe XV- 16:01 – 16:30- classe XVI- 16:31 – 17:00- classe XVII- 17:01 – 17:30.....54

Figura 6. Gráfico dos visitantes florais observados em *Pagamea guianensis* que apresentaram mais de sete visitas.....55

Figura 7. Visitantes florais de *Pagamea guianensis*. A) *Apis mellifera*, B) *Mesonychium* sp., C) *Augochloropsis* sp., D) *Palpada vinetorum*, E) Pompilidae, F) *Xylocopa (S) muscaria*, G) Crabronidae, H) Vespidae sp. 2.....56

Figura 8. *Ramphocelus carbo*, possível dispersor de *Pagamea guianensis* A) fêmea; B) macho.....58

Figura 9. Dados de precipitação para os anos de 2013, 2014, 2015 e 2016 entre os meses de setembro e fevereiro.....60

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1. Morfometria de *Pagamea guianensis* em uma área de campinarana no município de Iranduba-AM. Os valores (mm) são expressos em média \pm desvio padrão. $P= 0,05$ 50

Tabela 2. Quantidade de grãos de pólen corados e não corados das flores de *P. guianensis*. PNC = pólen não corado. PC= Pólen corado.....50

Tabela 3. Visitantes florais de *Pagamea guianensis* coletados e identificados, com porcentagem e frequência de visitação. MF- muito frequente (> 10 visitas/hora), F- frequente (6 - 10 visitas/hora) PF- Pouco frequente (1-5 visitas/hora).....56

Tabela 4. Resultado dos testes de polinização controlada em *Pagamea guianensis* em uma campinarana no município de Iranduba-AM.....56

SUMÁRIO

Introdução geral.....1
Referências Bibliográficas.....5
Conclusão geral.....73

Capítulo 1. Rubiaceae Juss. nas campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé.....9
Introdução.....11

Material e métodos	12
Resultados e discussão.....	14
Considerações finais.....	30
Agradecimento.....	32
Referências Bibliográficas.....	32

Capítulo 2. Biologia reprodutiva de <i>Pagamea guianensis</i> (Aubl.) em vegetação de campinarana.....	39
Introdução.....	41
Material e métodos	44
Resultados	47
Discussão.....	58
Conclusão	66
Agradecimento.....	66
Referências.....	66

Introdução Geral

As campinaranas são caracterizadas pelo solo arenoso, pobre em nutrientes, drenagem deficiente, baixíssima fertilidade e fisionomia escleromórfica, apresentam alto número de espécies endêmicas, contudo com uma baixa diversidade de espécies quando comparada com outras formações amazônicas (Janzen 1974; Prance 1975; Anderson *et al.* 1975; Prance 1996; Anderson 1981; Vicentini 2004; Luizão *et al.* 2007).

As formações vegetais denominadas campinaranas ocupam cerca de 7% da Amazônia (Daly & Prance 1989) e sua maior extensão encontra-se na bacia do rio Negro, onde por meio de técnicas de sensoriamento foi possível determinar que ocupam uma área de 104.000 km² (Junk *et al.* 2011). A fitofisionomia pode variar de campos e savanas abertas, dominadas por plantas herbáceas, até fisionomias arbustivas e florestais (Veloso *et al.* 1991). Porém, na Amazônia Central ocupam pequenos fragmentos de ilhas que estão cercadas por florestas de terra firme (Anderson 1981).

Nas campinaranas o aumento da precipitação pode rapidamente elevar o nível do lençol freático, por apresentarem solo com horizonte compacto, estando a poucos metros de profundidade, submetendo as espécies de formações de solo arenoso a tolerarem curtos ou até longos períodos de inundação (Franco & Dezzio 1994; Vale 2011). Esse fato explica as campinaranas possuírem grande similaridade com as florestas inundáveis de Igapó, uma vez que ambas compartilham oligotrofia e inundações sazonais (Kubitzki 1990).

Essas áreas são sujeitas tanto a estresse hídrico como a altas temperaturas de superfície e baixa umidade relativa do ar durante o dia, o que proporciona à vegetação um déficit na umidade do solo pelo aumento da evaporação e lençol freático abaixo da zona de penetração da raiz, resultando num aspecto xeromórfico e estrutura baixa e aberta (Anderson 1981; Veloso *et al.* 1991).

Vicentini (2004) comenta que as identificações da maioria das espécies da região Amazônica são preliminares e estão mal delimitadas, sendo poucos os estudos sobre a flora das áreas de solos arenosos, principalmente nas terras baixas da Amazônia. Hopkins (2007) destaca que há lacunas no que diz respeito às coletas na região Amazônica, e poucos taxonomistas, o que dificulta o mapeamento preciso da diversidade e distribuição das plantas e identificação das áreas de endemismo.

Alguns dos poucos trabalhos realizados nessas áreas na Amazônia e Estados vizinhos que podem ser utilizados para a identificação dos táxons presentes em áreas de campinarana são: Flora da Venezuela (Taylor *et al.* 2004), Composição, Conhecimento e Uso de Plantas de Campinarana por moradores da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, Manaus (Demarchi 2014), Vegetação do Parque Nacional do Jaú (Vicentini 2004) e Rubiaceae das Campinaranas do Parque Nacional Viruá (Cardozo 2011).

Dentre as linhagens restritas às áreas de campinarana e com afinidade filogenética com as montanhas areníticas do Escudo das Guianas estão os gêneros *Platycarpum* (Rogers 1984), *Retiniphyllum* (Cortés 2003) e *Pagamea* (Vicentini 2007), os três pertencentes à Rubiaceae. Num estudo nas campinaranas do sudoeste amazônico, a maioria das espécies de Rubiaceae foi exclusiva das formações sobre areia branca (Silveira 2003).

Neste trabalho, Rubiaceae será utilizada para explorar as áreas de campinaranas da RDS- Tupé. Esta é uma das famílias mais diversas das Angiospermas, sendo a quarta maior família e a maior da ordem Gentianales, incluindo cerca de 13.000 espécies e 600 gêneros, mas estima-se que possa incluir até 16.000 espécies (Rova *et al.* 2002; Davis *et al.* 2009). Apresenta distribuição cosmopolita, estando mais concentrada nas regiões tropicais que nas demais (Mendonza *et al.* 2004; Souza & Lorenzi 2005; APG III 2009), sendo a América do Sul a mais rica em número de espécies (Chiquieri *et al.* 2004) principalmente na Amazônia, no Cerrado, na Caatinga, na Mata Atlântica e nos Andes (Davis *et al.* 2009). No Brasil ocorrem cerca de 120 gêneros e 2.000 espécies (Souza & Lorenzi 2005), na região Norte 105 gêneros e 758 espécies e no Amazonas 91 gêneros e 507 espécies (Barbosa *et al.* 2014).

A família apresenta os mais variados hábitos, sendo mais frequentes representantes arbustivos e árvores pequenas, porém é possível encontrar representantes arbóreos de grande porte, ervas, lianas e até epífitas (Davis *et al.* 2009). Suas características são: estípulas interpeciolares ou intrapeciolares, folhas simples e opostas, raramente verticiladas. As flores são geralmente actinomorfas com estrutura foliácea ou petalóide, ocorrendo grande variação nas cores e tamanho, flores frequentemente heterostílicas, bissexuais e radiais, (Barroso *et al.* 1991; Judd *et al.* 2009). Seus frutos podem ser secos, denominados capsulas, com sementes aladas, ou podem ser carnosos

(indeiscentes), compostos por bagas ou drupas, sendo esses frutos dispersos por pássaros, morcegos e pequenos mamíferos (Barroso *et al.* 1991; Taylor *et al.* 2007). Alguns gêneros apresentam relações simbióticas com bactérias, formigas e algas. Os gêneros *Psychotria* e *Pavetta* possuem em suas folhas vilosidades nas quais habitam colônias bacterianas; em *Myrmecodia* e *Hydnophytum* se formam cavidades que são habitadas por formigas, assim como em domáceas presentes em pecíolos ou na base das folhas de *Duroia* e *Remijia* (Campos & Brito 1999; Mendonza *et al.* 2004).

Deste modo, a riqueza taxonômica e ecológica da família a tornam ideal para explorar áreas pouco conhecidas na Amazônia.

Incluída em Rubiaceae, *Pagamea* compreende cerca de 30 espécies que estão distribuídas nas zonas tropicais da América do Sul: Colômbia, Venezuela, Guiana Francesa, Suriname, Peru, Brasil e Bolívia (Vicentini & Steyermark 2004; Vicentini 2007). Diferente dos outros gêneros apresenta o ovário secundariamente súpero, característica que é considerada uma condição derivada dentro de Rubiaceae (Igensheim *et al.* 1994). É Filogeneticamente próxima de *Gaertnera* L. e os dois gêneros juntos formam a tribo Gaertnereae, um membro da supertribo Psychotriidinae que inclui a maior parte de espécies heterostílicas de Rubiaceae (Robbrecht & Manen 2006). *Pagamea* é um clado com representantes ocorrendo apenas em solos de areia branca e a maioria é originária do Mioceno tardio para o Plioceno, com a divergência das espécies estimada para antes do Pleistoceno. Isso ocorreu até nove milhões de anos atrás. Sua especiação é predominantemente peripátrica, isto é, quando novas espécies são formadas em populações periféricas isoladas, estando associada à distribuição de seu hábitat (Vicentini 2007).

No estudo filogenético de *Pagamea*, onde foi combinado filogenia molecular com morfologia e geografia, Vicentini (2007) estabeleceu 29 espécies para o gênero segregadas em sete clados. Foram utilizados nesse estudo tanto marcadores de núcleo (ITS) e de cloroplasto, como também variação morfológica para entender as semelhanças morfológicas, a distribuição geográfica e a distinção entre os clados, num total de 28 caracteres morfológicos tomados a partir de 901 amostras. Dentre os sete clados, o Gianensis é o mais diverso e amplamente distribuído, que abrange toda gama de variação do gênero em nove espécies. Todas as espécies são dioicas, as flores são sésseis e geralmente densamente agrupadas. Segundo o autor, o clado guianensis pode ser dividido em dois grupos, um incluindo espécies da Amazônia Ocidental (Andes e

planícies do Peru e Colômbia), *P. resinosa* ined. (ver Vicentini 2007), *P. dudleyi* Steyererm., *P. macrocarpa* (Steyererm.) Vicentini, *P. peruviana* ined. (ver Vicentini 2007), e do alto rio Negro *P. sessiliflora* Spruce ex Benth e o grupo correspondente ao complexo guianensis que inclui *P. guianensis* Aubl., *P. plicatiformis* Steyererm., *P. spruceana* ined e *P. oculta* ined., sendo as três primeiras simpátricas na Amazônia Central.

No entanto, segundo Vicentini (2007), a delimitação dessas espécies é problemática, porque as distinções morfológicas desaparecem quando várias amostras são levadas em consideração. O autor destaca ainda que as espécies que compõem o complexo guianensis só podem ser delimitadas em uma escala local.

As espécies vegetais são principalmente reconhecidas com base em dados morfológicos (McDade 1995), contudo o uso da morfologia externa como principal ferramenta para a delimitação dos táxons tem sido responsável por problemas taxonômicos não solucionados (Metcalf & Chalk 1979).

Devido às dificuldades relacionadas à delimitação de espécies, os pesquisadores têm buscado novos caracteres para auxiliar na taxonomia e outras fontes de análise tem sido de extrema importância nessas relações, tais como: anatomia, marcadores moleculares, ecologia, assim como a biologia reprodutiva (Mayr 1989; Judd *et al.* 2009)

Em grupos onde a morfologia externa é pouco eficiente na segregação das espécies, como em *Pagamea* (Vicentini 2007), estudos de biologia reprodutiva podem auxiliar na caracterização e distinção das espécies. Para Dalling (2002) o estudo da biologia reprodutiva em plantas é essencial para o entendimento da distribuição, caracterização e abundância das espécies.

Além disso, fontes de análise como a biologia reprodutiva tem se mostrado de extrema importância no auxílio de estudos taxonômicos (Judd *et al.* 2009), pois são essenciais para o esclarecimento do processo evolutivo e de como os sistemas de polinização determinam a diferenciação genética dentro e entre as populações, assim como serve para tratar questões ecológicas e evolutivas (Bawa 1974; Bawa 1990).

Sendo assim, esta dissertação está separada em dois capítulos. O primeiro capítulo apresenta a descrição taxonômica das espécies de Rubiaceae encontradas nas campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, com os objetivos de 1. Reconhecer os gêneros e as espécies de Rubiaceae ocorrentes nas campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé; 2. Elaborar descrições, pranchas

pictóricas e chave analítica para a identificação das espécies coletadas; e o segundo capítulo aborda a biologia reprodutiva de *Pagamea guianensis* a fim de investigar aspectos reprodutivos de *Pagamea guianensis*, verificar sua morfologia e morfometria floral, assim como a fenologia, biologia floral, visitantes florais e dispersores, e dessa forma responder as seguintes questões: quais as espécies de Rubiaceae ocorrem nas campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé? Como é a biologia reprodutiva de *Pagamea guianensis*?

Referências bibliográficas

- Anderson, A.B. 1981. White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 13(3): 199-210.
- Anderson, A.B.; Prance, G.T.; Albuquerque, B.W.P. 1975. Estudos sobre as vegetações de Campinas Amazônica III: a vegetação lenhosa da Campina da Reserva Biológica INPA-SUFRAMA (Manaus-Caracará, km 62). *Acta Amazonica*, 5(3): 225-246.
- Barbosa, M.R.; Zappi, D.; Taylor, C.; Cabral, E.; Jardim, J.G.; Pereira, M.S.; Calió, M.F.; Pessoa, M.C.R.; Salas, R.; Souza, E.B.; DI Maio, F.R.; Macias, L.; Anunciação, E.A. da & Germano Filho, P. 2014. Rubiaceae. *In*: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB000210>).
- Barroso, G.M.; Peixoto, A.L.; Costa, C.G.; Ichaso, C.L.F.; Guimarães, E.F. & Lima, H.C. 1991. Sistemática de Angiospermas do Brasil, v. 3. Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, p. 189-227
- Bawa, K. S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland Tropical community. *Evolution*. 28:85 – 92.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in Tropical Rain Forests. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 21:399 – 422.
- Campos, M.T.V. & Brito, J.M. 1999. Rubiaceae. *In*: Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R. & Procópio, L. C. Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 798 p.

Cardozo, N. M. D., 2011. Rubiaceae das campinaranas do Parque Nacional Viruá, Roraima, Brasil. Biodiversidade Vegetal da Amazônia - INPA, Manaus. 105 p.

Chiquieri, A.; DI Maio, F.R. & Peixoto, A.L. 2004. A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss. na Flora Brasiliensis de Martius. *Rodriguésia* 55 (84): 47-57.

Cortés, R. 2003. Systematics and Biogeography of *Retiniphyllum* (Rubiaceae). Tese (Doutorado). City University of New York, 428p.

Dalling, J.M 2002. Ecología de semillas. In: Ecología y conservación de Bosques Neotropicales (Guariguata M.R. & Kattan G.H. eds.) LUR, Cartago. pp. 345-375.

Daly, D.C. & Prance, G.T. 1989. Brazilian Amazon. In: Campbell, D.G.; Hammond, H.D. (Eds). Floristic Inventory of Tropical Countries. New York Botanical Garden, New York, 400-426.

Davis, A.P.; Govaerts, R.; Bridson, D.M.; Rushsam, M.; Moat, J. & Brummitt, N.A. 2009. A global assessment of distribution, diversity, endemism, and taxonomic effort in the Rubiaceae *Annal of Missouri Botanical Garden*. 96: 68–78.

Demarchi. L.O. 2014. Composição, Conhecimento e Uso de Plantas de Campinarana por moradores da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé – Amazônia Central. Dissertação de mestrado. Manaus: INPA. 70 p.

Franco, W.; Dezzeo, N. 1994. Soils and soil-water regime in the terra-firme-caatinga Forest complex near San Carlos de Rio Negro, State of Amazonas, Venezuela. *Interciencia*, 19(6): 305-316.

Hopkins, M.J.G. 2007. Modelling the known and unknown plant biodiversity of the Amazon Basin. *Journal of Biogeography* 34:1400-1411.

Igersheim, A.; Puff, C.; Leins, P. & Erbar, C. 1994. Gynoecial development of *Gaertnera* L. and of presumably allied taxa of the Psychotrieae (Rubiaceae): secondarily —superior| vs. inferior ovaries. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 116: 401-414.

Janzen, D. 1974. Tropical blackwater rivers, animals and mast fruiting by Dipterocarpaceae. *Biotropica*, 6: 69-103.

Judd, W. S.; Campbell, C. S.; Kellogg, E. A.; Stevens, P. F. & Donoghue, M. J. 2009. *Sistemática vegetal. Um enfoque filogenético*. 3 ed. Artmed, RS. 612 páginas.

Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Schöngart, J.; Cohn-Haft, M.; Adeney, J.M.; Wittmann, F. 2011. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, 31: 623:640.

Kubitzki, K. 1990. The psammophilous flora of northern South America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 64:248–253.

Luizão, F.J.; Luizão, R.C.C.; Proctor, J. 2007. Soil acidity and nutrient deficiency in central Amazonian heath forest soils. *Plant Ecology*, 192: 209-224.

Mayr, E. 1989. O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança. Brasília, Universidade de Brasília

McDade, L. A. (1995). Hybridization and phylogenetics. In “Experition in Armeria (Plumbaginaceae). *Syst. Biol.* 44, 735–754. mental and Molecular Approaches to Plant Biosystematics” (P. C. Funk, V. A. (1985). Phylogenetic patterns and hybridization. *Ann. Hoch and A. G. Stephenson, Eds.*), pp. 305–331. Missouri Botanical Missouri Bot. Gard. 72, 681–715. Garden, St. Louis.

Mendoza H.; Ramirez B. & Jiménez L.C. 2004. Rubiaceae de Colômbia. Guia ilustrada de géneros. Instituto de de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colômbia, 35 p.

Metcalfé, C.R. & Chalk, L.1979. Anatomy of the Dicotyledons. 2nd ed. Oxford, Clarendon Press. v. 1, 276p.

Prance, G.T. 1975. Estudos sobre a vegetação das Campinas Amazônicas. I. Introdução a uma série de publicações sobre a vegetação das Campinas Amazônicas. *Acta Amazonica* 5: 207–209.

Prance, G.T. 1996. Islands in Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B: Biological Sciences* 351: 823–833.

Robbrecht, E. & Manen, J.F. 2006. The major evolutionary lineages of the coffee family (Rubiaceae, angiosperms). Combined analysis (nDNA and cpDNA) to infer the position of *Coptosapelta* and *Luculia*, and supertree construction based on rbcL, rps16, trnL-trnF, and atpB-rbcL data. A new classification in two subfamilies, Cinchonoideae and Rubioideae. *Syst. Geogr. Pl.* 76:85-146.

Rova, J.H.E.; Delprete, P.G.; Andersson, L. & Albert, V.A. 2002. A trnL-F cpDNA sequence study of the Condamineae-Rondeletieae-Sipaneeae complex with implications on the phylogeny of the Rubiaceae. *American Journal of Botany* 89(1): 145-159.

Souza, V.C. & Lorenzi, H. *Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para Identificação das Famílias de Angiospermas da Flora Brasileira, Baseado em APG II*. 1. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2005. 640 p

Taylor, C. M.; Campos, M. T. V. A.; Zappi, D. , 2007. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Rubiaceae. *Rodriguésia*, v. 58, n. 3, p. 549-616.

Taylor, C.M.; Steyermark, J.A.; Delprete, P.G.; Vincentini, A.; Cortés, R.; Zappi, D.; Persson, C.; Costa, C.B. & Anunciação, E. 2004. Rubiaceae. *In*: Steyermark, J. A.; Berry, P. E.; Yatskievych, K. & Holst, B. K. (eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana*, 8: 497-847.

Vale, G.D. 2011. *O efeito do solo, inundação e topografia sobre as campinaranas inundáveis na Amazônia*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 78p.

Veloso, H.P., Rangel Filho, A. L. R. & Lima, J. C. A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE. Rio de Janeiro.

Vicentini, A. & Steyermark, J.A. 2004. *Pagamea* Aubl. (Rubiaceae). *In* Flora of the Venezuelan Guyana (J.A. Steyermark, P.E. Berry, K. Yatskievych & B.K. Holst, eds.). Timber Press, Portland, v.8, p.666-678.

Vicentini, A. 2004. A vegetação ao longo de um gradiente edáfico no Parque Nacional do Jaú, p. 105-131. *In*: Borges, S.H.; Iwanaga, S.; Durigan, C.C. & Pinheiro, M.R. (Eds). *Janelas para a biodiversidade no Parque Nacional do Jaú: uma estratégia para o estudo da biodiversidade na Amazônia*. Manaus, Fundação Vitória Amazônica, WWF-Brasil, USAID, 275p.

Vicentini, A. 2007. *Pagamea* Aubl. (Rubiaceae), from species to processes, building the bridge. Thesis, University of Missouri Saint Louis, 317p.

Capítulo 1

Rubiaceae Juss. nas campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, Manaus, AM

Jhennyffer de Melo Alves¹ e Veridiana Vizoni Scudeller²

Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica, email: jhemalves@gmail.com¹.

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Biológicas, e-mail: scudellerveridiana@hotmail.com²

RESUMO:

As formações vegetais denominadas campinaranas ocupam cerca de 7% da Amazônia e sua maior extensão encontra-se na bacia do rio Negro. São caracterizadas pelo solo arenoso, pobre em nutrientes, drenagem deficiente, baixíssima fertilidade e fisionomia escleromórfica, com alto número de espécies endêmicas, dentre as quais Rubiaceae é uma das famílias que se destacam. Sendo assim, foi realizado o levantamento das espécies de Rubiaceae nas campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, apresentando o tratamento taxonômico com chave de identificação, descrições padronizadas e pranchas pictóricas. A reserva tem aproximadamente 12 mil ha. e dista 25 km do centro de Manaus - AM, estando na margem esquerda do rio Negro. Foram encontradas 15 espécies distribuídas em 10 gêneros: *Borreria alata*, *B. verticillata*, *Duroia saccifera*, *Ixora intensa*, *Kutchubea sericantha*, *Palicourea corymbifera*, *P. nitidella*, *Psychotria hoffmanseggiana*, *Remijia amazonica*, *Sabicea amazonensis*, *Pagamea duckei*, *P. guianensis*, *Palicourea anisoloba*, *P. virens* e *Sipanea pratensis*, sendo as seis últimas novos registros para a reserva e duas endêmicas para Brasil, a saber: *P. anisoloba* e *P. hoffmanseggiana*. Comparando com alguns trabalhos realizados em campinaranas na Amazônia, o número de espécies nesse estudo é alto em relação a alguns e similar a outros, exceto o mais recente, realizado no PARNA Viruá, RR, com 36 ssp numa área de 215.917 ha.

Palavras chave: Amazônia, baixo rio Negro, campinarana, endemismo, tratamento taxonômico.

ABSTRACT:

The plant formations called campinaranas occupy about 7% of the Amazon and its greatest extent is in the Rio Negro basin. They are characterized by sandy, poor in nutrients soil, poor drainage, very low fertility and scleromorphic physiognomy, with a high number of endemic species, among which Rubiaceae is one of the families that is noteworthy. Thus, it was performed a study of the species of Rubiaceae in campinarana environments of Tupé Sustainable Development Reserve, presenting an identification key, standardized descriptions and pictorial boards as results. The reserve has about 12,000 ha and is distant 25 km from the center of Manaus - AM, located on the left bank of the Black River. Fifteen species in ten genera were sampled: *Borreria alata*, *B. verticillata*, *Duroia saccifera*, *Ixora intensa*, *Palicourea corymbifera*, *P. nitidella*, *Psychotria hoffmanseggiana*, *Remijia amazonica*, *Sabicea amazonensis*, *Pagamea duckei*, *P. guianensis*, *Palicourea anisoloba*, *P. virens* and *Sipanea pratensis*, being the last six new records for the reserve and two endemic to Brazil, namely: *Palicourea anisoloba* and *Psychotria hoffmanseggiana*. Compared to some work done in campinarana environments in the Amazon, the number of species in this study is high relative to some and similar to others, except the most recent held in Viruá National Park, RR, with 36 species in an area of 215,917 ha.

Keywords: Amazon, lower Rio Negro, campinarana, endemism, taxonomic treatment.

Introdução

Rubiaceae foi descrita por Antoine Laurent de Jussieu em 1789 e desde sua descrição vem sofrendo alterações. Joly (1979) citou 500 gêneros e aproximadamente 7.000 espécies; Cronquist (1981) considerou 450 gêneros e 6.500 espécies; para Judd *et al.* (2002) existem 550 gêneros e 9.000 espécies. Porém, estudos mais recentes afirmam ser a quarta maior família das Angiospermas e a maior da ordem Gentianales incluindo cerca de 16.000 espécies e 600 gêneros (Rova *et al.* 2002; Davis *et al.* 2009). Apresenta distribuição cosmopolita, estando mais concentrada nas regiões tropicais que nas demais e está entre as famílias com maior número de espécies (Mendonza *et al.* 2004; Souza & Lorenzi, 2005; APG III, 2009). Desde sua descrição original, Rubiaceae vem passando por mudanças em sua delimitação taxonômica nas categorias de subfamílias e tribos.

No Brasil ocorrem aproximadamente 120 gêneros e 2000 espécies (Souza e Lorenzi 2005). Tem ampla distribuição principalmente em regiões tropicais e subtropicais. São lenhosas ou herbáceas, apresentam tricomas septados no caule e nas folhas, heterostilia frequente, possui grande quantidade de óvulos por lóculo, com frutos carnosos ou secos. No levantamento mais recente da Flora do Brasil foram contabilizadas para a região Norte 104 gêneros e 764 espécies e para o Amazonas 89 gêneros e 513 espécies (Flora do Brasil 2020 em construção).

O Projeto Biotupé teve início em 2001 e após três anos de coletas periódicas gerou uma lista das espécies vegetais amostradas na reserva (Scudeller e Souza 2009 e Scudeller *et al.* 2009), porém ao realizar o estudo taxonômico de algumas famílias o número de espécies subiu sensivelmente e nomes foram corrigidos, como Myristicaceae de 9 para 15 (Brito, 2010), Lecytidaceae de 4 para 10 (Matta & Scudeller, 2012), Bignoniaceae de 10 para 16 (Oliveira, 2013), Melastomataceae de 15 para 42 espécies (Corrêa 2014) e Rubiaceae de 14 para 23 (Alves, no prelo). Com o resultado desses trabalhos enfatiza-se a importância de estudos taxonômicos que acrescentam dados importantes como morfologia, fenologia e distribuição geográfica, ao conhecimento da flora local.

Contudo, apesar do esforço amostral na RDS do Tupé, não havia coletas nas manchas de campinarana até o ano de 2013, embora já haviam registros de 29 espécies de Rubiaceae coletadas para as fitofisionomias de terra firme e igapó (Alves, no prelo). Portanto, dada a riqueza desta família neste ambiente, a carência de informações

relativas à florística e a taxonomia da vegetação das Campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, estudos como os que se propõe no presente trabalho se fazem necessários, uma vez que contribuirão para um melhor conhecimento da flora. Sendo assim, é apresentado tratamento taxonômico acompanhado de chave analítica para determinação das espécies de Rubiaceae de campinarana, descrições detalhadas e pranchas pictóricas, além de comentários sobre as espécies, contribuindo assim para um melhor conhecimento da flora da RDS do Tupé e, conseqüentemente, da flora amazônica.

Material e métodos

O estudo taxonômico foi desenvolvido na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (RDS Tupé) (Lat. 03°03'02,241" S; Long. 60°17'46,121" O), localizada na margem esquerda do rio Negro, a Oeste de Manaus, distante aproximadamente 25 Km em linha reta do centro da cidade, ocupando uma área de 11.973 ha, e perímetro de 47.056 (Scudeller *et al.* 2005).

Na RDS Tupé estão inseridas seis comunidades, onde estão presentes três tipos de vegetação: terra firme, igapó (Scudeller *et al.* 2009) e campinarana.

O estudo foi realizado nas campinaranas próximas a comunidade Agrovila Amazonino Mendes, localizada no extremo nordeste da RDS Tupé (Figura 1), nas coordenadas 02°58'02,3"S e 60°12'35,2"W, margem direita do igarapé Tarumã-Mirim (Souza e Scudeller 2009). O principal meio de acesso à comunidade é por via fluvial, sendo tal acesso prejudicado durante os meses de seca, principalmente outubro e novembro, devido ao baixo nível da água dos rios.

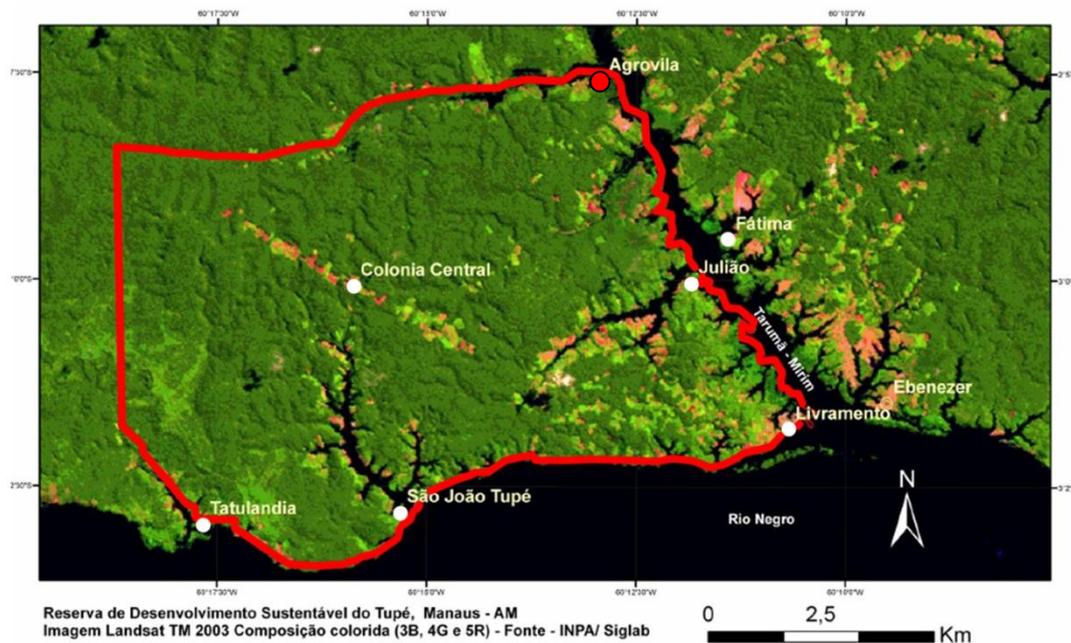


Figura 1. Limites e localização das Comunidades da RDS Tupé (área delimitada em vermelho), destacada em vermelho a comunidade de estudo, Agrovila Amazonino Mendes.

Foram realizadas excursões mensais ao campo no período de outubro de 2014 a outubro de 2015, em trilhas e parcelas já estabelecidas. Porém, devido à seca nos meses de novembro e dezembro e conseqüentemente à impossibilidade de chegar à comunidade, não foram realizadas coletas nesses meses.

A identificação das espécies foi realizada com auxílio das bibliografias: Flora da Reserva Ducke (Ribeiro *et al.* 1999), Flora da Venezuela (Taylor *et al.* 2004), Rubiaceae da Colômbia (Mendonza *et al.* 2004), APA de Algodual, Maracanã, Pará (Margalho *et al.* 2009), Parque Nacional Viruá, Roraima (Cardozo 2011), além de auxílio de especialistas e consulta ao acervo do herbário INPA. O hábito das espécies foi caracterizado de acordo com Ribeiro *et al.* (1999).

As medidas das partes florais foram tomadas com o auxílio de paquímetro digital, e microscópio estereoscópico em laboratório. Os caracteres vegetativos também foram analisados, sendo observadas ocorrência de tricomas, no limbo, ramos e estípulas e suas dimensões mensuradas com o auxílio de um paquímetro digital e uma régua milimetrada.

Para a elaboração da chave de identificação foi utilizado o *software* DELTA 4.0 (Description Language of Taxonomy), no qual foram inseridos tanto caracteres vegetativos quanto reprodutivos.

Resultados e discussão

Foram coletadas 15 espécies distribuídas em 10 gêneros: *Borreria alata*, *B. verticillata*, *Duroia saccifera*, *Ixora intensa*, *Kutchubea sericanta*, *Pagamea duckei*, *P. guianensis*, *Palicourea anisoloba*, *P. corymbifera*, *P. nitidella*, *P. virens*, *Psychotria hoffmanseggiana*, *Remijia amazonica*, *Sabicea amazonensis* e *Sipanea pratensis*, nas áreas de campinarana da reserva, com seis novas ocorrências registradas para a RDS Tupé, a saber: *Kutchubea sericantha*, *Pagamea duckei*, *P. guianensis*, *Palicourea anisoloba*, *P. virens* e *Sipanea pratensis*.

Chave de identificação das 15 espécies de Rubiaceae encontradas nas campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, Manaus a AM.

1. Hábito arbóreo 2
 Hábito arbustivo 3
 Hábito herbáceo..... 4
 Hábito arvoreta..... 5
 Hábito lianescente *Sabicea amazonensis*

- 2(1). Estípulas truncadas; limbo cartáceo, com tricomas em ambas as faces; flor estaminada com ápice do cálice truncado*Duroia saccifera*
 Estípulas triangulares; limbo papiráceo, glabro; flor estaminada com ápice do cálice irregular.....*Kutchubea sericanta*
 Estípulas cilíndricas; limbo coriáceo, com tricomas apenas na face abaxial; flor estaminada com ápice do cálice pentâmero..... *Pagamea duckei*

- 3(1). Estípulas glabras..... *Ixora intensa*
 Estípulas com tricomas em ambas as faces..... *Palicourea nitidella*
 Estípulas com tricomas na face externa..... *Palicourea virens*
 Estípulas com tricomas apenas no ápice..... *Psychotria hoffmannseggiana*

- 4(1). Ramo e estípulas glabros; cálice tetrâmero..... *Borreria alata*
 Ramos com tricomas densos e estípulas com tricomas na face externa; cálice pentâmero.....*Sipanea pratensis*
 Ramos e estípulas com tricomas esparsos; cálice bilobado..... *Borreria verticillata*

5(1). Venação secundária com tricomas na face abaxial; inflorescência tipo cimeira.....

.....	<i>Remijia amazonica</i>
Venação secundária com tricomas na face adaxial; inflorescência tipo panícula.....	<i>Palicourea anisoloba</i>
Venação secundária tricomas em ambas as faces; inflorescência corimbiforme.....	<i>Palicourea corymbifera</i>
Venação secundária com tricomas apenas nas axilas da nervura principal; inflorescência tipo tirso.....	<i>Pagamea guianensis</i>

Borreria alata (Aubl.) DC. (Prodr. 4: 544. 1830. (830) (Figura 2 a.)

Hábito herbáceo. **Ramo** quadrangular, maciço, verde, glabro. **Filotaxia** oposta. **Estípulas** fimbriadas, interpeciolares, persistentes, glabras, 3 a 6,21 mm. **Pecíolo** 1 a 1,5 cm. **Limbo** herbáceo, 5 a 6 cm x 2 a 2,5 cm, elíptico, tricomas em ambas as faces, simples e diminutos, ápice agudo, base atenuada, venação primária plana na face adaxial e saliente na face abaxial, com tricomas em ambas as faces, venação secundária com tricomas na face abaxial. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** hermafrodita. **Inflorescência** glomérulo, terminal e axial, brácteas ausentes, pedúnculo ausente. **Cálice** verde, tubuloso, tetrâmero, 2,5 a 3,7 mm, com tricomas. **Corola** branca, tetrâmera, gamopétala, campanulada, 3,09 a 4,3 mm, com tricomas diminutos em toda extensão. **Androceu** estames epipétalos e exertos, antera 0,52 a 0,58 mm, rimosa, dorsifixa. **Gineceu** ovário ínfero, bilocular, um óvulo em cada lóculo, estilete 3 a 4,17 mm, estigma 0,5 mm, indiviso. **Fruto** capsular, obovado, 2,2 a 2,90 mm, verde, com tricomas densos simples e ereto. **Semente** elíptica, 1,72 a 1,80 mm.

Borreria alata é uma espécie muito frequente em borda de mata, beira das estradas e trilhas, com indivíduos geralmente agrupados, não é exclusiva de campinarana, podendo ser encontrada em ambiente de terra firme. No limbo, as nervuras são pouco visíveis na face adaxial. É um gênero facilmente reconhecido por apresentar ramos quadrangulares e estípulas fimbriadas, difere de *B. verticillata* por apresentar folhas pecioladas e com entrenós mais espaçosos. Outra característica marcante da espécie é que quando secas suas folhas ficam amareladas (Cardozo 2011). É sinônimo de *Spermacoce alata* Aubl., descrita assim na Flora da Ducke (Taylor *et al.* 2007). Na comunidade Agrovila está distribuída principalmente ao longo das trilhas de áreas alteradas. Observada com flores

e frutos de janeiro a abril. No Brasil ocorre no Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (Cabral & Salas, 2015)

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade Agrovila, Trilhas próximas a base, 30.05.15, fl. e fr. Alves, J. M. 116 (UFAM); idem, comunidade São João do Tupé, trilha do Jaumir, 27.01.12, fl. e fr. Alves, J. M. 04 (UFAM)

Material complementar

AMAZONAS: Manaus, Campus Universitário da UFAM, Trilha da Faculdade de Estudos Sociais, 25 nov 2012 (fl), ALVES, J. M., KRAHL, A.H., (UFAM).

Guiana Francesa: Mont Galbao, 3° 36'N 53°17'W 12 jan 1986 (fl), Granville, J.J. 8636 (INPA)

Borreria verticillata (L.) G. Mey. Prim. Fl. Esseq. 83. 1818 (Figura 2 b)

Hábito herbáceo. **Ramo** quadrangular, maciço, herbáceo, verde, com tricomas esparsos em toda a extensão, verdes claro. **Filotaxia** verticilada. **Estípulas** fimbriadas, interpeciolares, persistentes, 2,9 a 2,26 mm, com tricomas esparsos. **Pecíolo** séssil. **Limbo** herbáceo, 22 a 25,8 mm, 5,22 a 6,07 mm, lanceolado, com tricomas em ambas as faces, ápice agudo. Base atenuada, venação primária imersa, com tricomas em ambas as faces, venação secundária com tricomas na face adaxial. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** hermafrodita. **Inflorescência** glomérulo, terminal e axial, brácteas 0,38 mm, pedúnculo ausente. **Cálice** verde, tubuloso, bilobado, 2,3 a 2,70 mm, com tricomas. **Corola** branca, tetrâmera, gamopétala, campanulada, 1,77 a 2 mm, glabra. **Androceu** estames epipétalos e exertos, antera 0,48 a 0,55 mm, rimoso, dorsifixa. **Gineceu** ovário bilocular, um óvulo em cada lóculo, estilete 1,39 a 1,55 mm, estigma 0,20 a 0,24 mm, ramificado duas vezes. **Fruto** não observado.

Observada com muita frequência nas bordas das trilhas, principalmente em área de capoeira, corroborando com Kissmann & Groth (2000) que relatam esta espécie em campos e áreas desocupadas, estando com os indivíduos agrupados e continuamente com flores. Esta se assemelha muito a *Borreria capitata* (Ruiz & Pav.) DC, diferenciando-se por seu cálice bilobado, enquanto em *B. capitata* possui cálice com 4 lóbulos (Taylor *et al.* 2007). No Brasil, ocorre na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, com ampla distribuição na maioria dos estados (Dimitri 1959, Andersson

1992; Cabral & Salas 2010). Na Flora da Ducke está descrita como *Spermacoce verticillata* (L.) G. Mey (Taylor *et al.* 2007). É facilmente reconhecida pelo ramo quadrangular e estípulas fimbriadas. Na Agrovila foi coletada nas margens das trilhas distribuídas na comunidade, principalmente as mais próximas onde o local sofre uma maior perturbação. Com flor no mês de outubro.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade Agrovila, Trilhas próximas a casa do Daví, líder da comunidade,. 11.10.15, fl. e fr. Alves, J. M. 134 (UFAM); idem, 11.10.15, fl. e fr. Alves, J. M. 135 (UFAM)

Duroia saccifera (Mart. ex Roem. & Schult.) Hook. f. ex Schumann, Fl. Bras. 6 (6): 362. 1889. (Figura 2 c)

Hábito arbóreo. **Ramo** circular, maciço, marrom, glabro, lenhoso. **Filotaxia** verticilada. **Estípulas** truncadas, interpeciolares, caducas. **Pecíolo** séssil. **Limbo** cartáceo, 20,5 a 35,5 x 10 a 18,5 cm, elíptico, com tricomas em ambas as faces, simples e eretos, ápice cuspidado a acuminado, base atenuada, venação primária plana, com tricomas em ambas as faces, venação secundária com tricomas em ambas as faces. **Domáceas** na base do limbo. **Sistema sexual** dioico. **Inflorescência** tipo umbela, terminal, brácteas presentes, pedúnculo ausente. **Flor estaminada: cálice** verde, tubuloso, hexâmero, com tricomas. **Corola** branca, hexâmera, gamopétala, hipocrateriforme, com tricomas externos, simples e eretos. **Androceu** estames epipétalos, antera 7 a 8,6 mm, rimosa, dorsifixa. **Gineceu** cálice verde, ovário ínfero, unilocular e uniovular, estilete 4, 80 a 5,40 mm, estigma 9,70 a 10,9 mm, ramificado três vezes. **Fruto** indeiscente, baga, obelíptico, 65 x 40 a 70 x 45, verde, solitário, com tricomas densos, simples e eretos.

Árvore com folhas maiores que 30 cm, tricomas densos em ambas as faces do limbo, inclusive nas venações primárias e secundárias, domáceas em forma de duas bolsas, habitadas por formigas, o que dá a espécie um caráter diagnóstico (Taylor *et al.* 2007). Segundo Taylor *et al.* (2004) é um gênero frequentemente confundido com *Amaioua*, porém diferem pelos frutos, que nesta espécie são solitários e pela quantidade de flores pistiladas.

Ocorre no Perú, Colômbia, Brasil e no Amazonas. Não é endêmica do Brasil. Foi observada em abundância nas campinaranas da Reserva, com flores no mês de agosto e

frutos em agosto e janeiro. É um gênero neotropical distribuído do sul do México até as Guayanas e a costa Atlântica do Brasil (Mendonza *et al.* 2004).

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade Agrovila, campinarana da trilha da ponte, 12.10.14, fr. Alves, J. M. 76 (UFAM); idem, comunidade São João, 27.08.13, fr. Alves, J. M. 47 (UFAM); idem, comunidade Agrovila, campinarana da trilha da ponte, 31.01.13, fr. Alves, J. M. 27 (UFAM)

Ixora intensa K. Krause (Notizbl. Bot. Gart. Berlin-Dahlem) 6: 205. 1914. (Figura 2 d, r)

Hábito arbustivo. **Ramo** circular, maciço, marrom, glabro, lenhoso. **Filotaxia** oposta. **Estípulas** triangulares, interpeciolares, persistentes, glabras, 8 a 8,92 mm. **Pecíolo** 9,73 a 11,46 mm. **Limbo** papiráceo, 24 a 29,5 cm, 9 a 10 cm, oblanceolado, glabro, ápice acuminado, base cuneada, venação primária saliente em ambas as faces, glabra, venação secundária glabra. **Domáceas** ausentes. **Inflorescência**- umbela, terminal, brácteas presentes, 1,63 a 1,83 mm, Pedúnculo vinho. **Sistema sexual** monoico. **Cálice** vinho, urceolado, truncado, 2 a 2,24 mm, glabro. **Corola** amarela, tetrâmera, gamopétala, hipocrateriforme, 11 a 13 mm, com tricomas em toda extensão, simples, eretos e diminutos. **Androceu** estames epipétalos, antera 1,36 a 1,59 mm, rimosa, basifixa. **Gineceu** ovário ínfero, bilocular, um óvulo por lóculo, estilete 8,64 a 9,14 mm, estigma 1,25 a 1,50 mm, ramificado duas vezes. **Fruto** indeiscente, drupa, subgloboso, 2,40 x 9,50 a 7,60 x 9,78 mm, vermelho, glabro. **Semente** 5,18 a 5,34 mm.

Arbusto com frutos agrupados. Em estado vegetativo pode ser reconhecida por suas estípulas interpeciolares, glabras, triangulares e bem agudas e suas folhas com nervuras primária e secundária salientes na face abaxial. Podendo ser confundida com *Psychotria*, sendo distinguidas pelas estípulas que em *Psychotria* são bipartidas, enquanto em *Ixora intensa* são inteiras. Na comunidade Agrovila foi coletada com flor e fruto no mês de abril.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade Agrovila, campinarana da trilha da ponte, 12.10.14, fr. Alves, J. M. 76 (UFAM); idem, comunidade São João do Tupé, 27.08.13, fr. Alves, J. M. 47 (UFAM); idem, comunidade Agrovila, campinarana da trilha da ponte, 31.01.13, fr. Alves, J. M. 27 (UFAM)

Kutchubaea sericantha Standl. (Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser.) 8(5): 355. 1931. (figura 2 e, s)

Hábito arbóreo. **Ramo** circular, maciço, marrom, glabro, lenhoso. **Filotaxia** oposta. **Estípulas** triangulares, interpeciolares, 20 a 22 mm. **Pecíolo** 4 a 5,5 cm. **Limbo** papiráceo, 29 a 35,5 x 10,5 a 12 cm, oblanceolado, glabro, ápice acuminado a agudo, base atenuada, venação primária plana, com tricomas na face abaxial, venação secundária com tricomas na face abaxial. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** dioico. **Inflorescência** corimbo, terminal, brácteas ausentes, pedúnculo 3 a 3,5 cm, verde. **Flor estaminada: cálice** verde, irregular, tubuloso, 9,80 a 12,22 mm, com tricomas. **Corola** creme, com nove pétalas, gamopétala, campanulada, 66,25 a 77,80 mm, com tricomas. **Androceu**, antera 10,83 a 10,94 mm, basifixa. **Flor pistilada**: não observada **Fruto** indeiscente, tipo baga, obelíptico, 8 x 4,5 cm, verde, solitário, tricomas densos diminutos. **Semente** elíptica, 7 a 10,62 mm.

Segundo Taylor *et al.* (2004), está distribuída no Equador, Perú e Brasil. Em estado vegetativo pode ser reconhecida por apresentar resina amarela no ápice dos ramos jovens, essa resina pode ser quebradiça com textura esfarelada ao ser tocada, no Tupé é a única espécie que apresenta esta característica. As flores pistiladas da maioria das espécies ainda não foram documentadas e *K. sericantha* é de longe uma das espécies mais coletadas (Taylor *et al.* 2004). Nesse estudo só foi observada com frutos nos meses de maio e outubro.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade Agrovila, campinarana das parcelas, 30.05.15, fr. Alves, J. M. 118 (UFAM); idem, comunidade Agrovila, trilha próxima a casa do Davi, líder da comunidade, 11.10.15, fr. Alves, J. M. 147

Pagamea duckei Standl. (Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser.) 17(3): 278. 1937. (figura 2 f, t)

Hábito arbóreo. **Ramo** circular, maciço, acinzentado, lenhoso, tricomas densos, em toda a extensão, acinzentados. **Folha** oposta. **Estípulas** cilíndricas, interpeciolares, caducas, com tricomas na face externa, 28 a 36 mm. **Pecíolo** 22 a 24 mm. **Limbo** coriáceo, 14 x 5,9 a 17 x 7,0 cm, elíptico, com tricomas diminutos na face abaxial. Ápice agudo a acuminado. Base atenuada. **Domáceas** ausentes. Venação primária plana, com tricomas em ambas as faces. Venação secundária com tricomas em ambas as faces. **Sistema sexual** dioico. **Inflorescência** umbela, terminal, pedúnculo presente, 8 a 12 mm, verde. **Flor estaminada: Cálice** verde, pentâmero, campanulado, 4,30 a 04,40 mm, com tricomas. **Corola** branca, pentâmera, gamopétala, infundibuliforme, 6 a 8 mm, com tricomas. **Androceu** antera 1,22 a 1,60 mm, basifixa. **Flor pistilada: cálice** verde, pentâmero, campanulado, 4,30 a 4,55 mm, com tricomas. **Corola** branca, gamopétala, infundibuliforme, com tricomas. **Gineceu** ovário súpero, 2,12 a 3,69 mm, bilocular, um óvulo por lóculo, estigma 1,39 a 1,65, ramificado 2 vezes. **Fruto** indeiscente, drupa, oblongo, 10 x 6 a 12x7,5 mm, verde, glabro. **Semente** elipsoide, 6,95 a 8,10 mm.

Arvore observada com frequência e com indivíduos agrupados. Apresenta escleromorfismo, uma característica presente em várias plantas de campinarana (Prance 1975). Apresenta o pedúnculo da inflorescência verde e quando com frutos, fica vermelho. Em estado vegetativo pode ser reconhecida pelas folhas coriáceas com venações secundárias submersas e numerosas que vão até a margem do limbo. *Pagamea* é uma exceção em Rubiaceae, pois apresenta ovário súpero, segundo Taylor *et al.* (2004) essa característica é uma reversão evolutiva dentro da família.

Foi coletada nas parcelas mais distantes da base da comunidade e em uma mancha de campinarana próximo a comunidade. Observada com flores e frutos de outubro a maio. No Brasil foi coletada apenas nos estados do Acre a Amazonas (Zappi, 2013).

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade Agrovila, campinarana da trilha da ponte, 30.05.15, fr. Alves, J. M. 118 (UFAM);

idem, trilha próximo a casa do Daví, líder da comunidade, 11.10.15, fr. Alves, J. M. 147 (UFAM)

Pagamea guianensis Aubl Hist. Pl. Guiane 1: 113, t. 44. 1775 (figura 2 g, u)

Hábito arvoreta. **Ramo** circular, maciço, acinzentado, glabro. **Filotaxia** oposta. **Estípulas** cilíndricas, interpeciolares, caduca, tricomas na face externa, 7,85 a 8,35 mm. **Pecíolo** 6,84 a 7,34 mm. **Limbo** papiráceo, 4,5 a 6,5 cm, 1,5 a 2,5 cm, elíptico, glabro, ápice agudo, base atenuada, venação primária plana, venação secundária com tricomas na axila. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** dioico, brácteas 0,87 a 0,90 mm, pedúnculo 4 a 4,5 cm, verde. **Flor estaminada cálice** 1,6 a 1,80 mm, verde, tetrâmero, campanulado, 1,6 a 1,80 mm, com tricomas. **Corola** branca, tetrâmera, gamopétala, campanulada, 4,76 a 5,11 mm, com tricomas. **Androceu** estames epipétalos, antera 1,34 a 1,36 mm, basifixa. **Flor pistilada: cálice** verde, tetrâmero, campanulado, 1,81 a 2 mm, com tricomas. **Corola** branca, tetrâmera, gamopétala, campanulada, com tricomas. **Gineceu** ovário súpero, bilocular, um óvulo por lóculo, estilete 2,58 a 3,26 mm, estigma 0,54 a 0,76, ramificado duas vezes. **Fruto** indeiscente, drupa, subgloboso, 4,68 x 6,3 a 5,96 x 4,78 mm, verde, glabro. **Semente** elipsoide, 3,39 a 4 mm.

Registrada com frutos no mês de setembro, *Pagamea guianensis* pode ser reconhecida pelas estípulas cilíndricas com ápice fimbriado e folhas pequenas que se diferenciam de *P. duckei* por serem papiráceas, enquanto *P. duckei* apresenta folhas coriáceas com venação secundária submersa.

P. guianensis está amplamente distribuída nas terras baixas da Amazônia Central, incluindo Guianas e Mata Atlântica da Bahia. Nove espécies são reconhecidas dentro do clado guianens e segundo Vicentini (2007) a delimitação dessas espécies é problemática, porque as distinções morfológicas desaparecem quando várias amostras são levadas em consideração. A partir de material complementar coletado no município de Iranduba, pôde ser observado que a inflorescência apresenta uma grande quantidade de flores que podem variar de 100 a 200 flores, com corola branca, apresentando tricomas e odor adocicado.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade Agrovila, campinarana da parcela, 30.05.15, fr. Alves, J. M. 119 (UFAM);
 AMAZONAS: Iranduba, comunidade Vale do Amanhecer, campina do ramal do gasoduto, 11.10.15, fl. Alves, J. M. 147 (UFAM)

Palicourea anisoloba (Müll. Arg.) B.M. Boom & M.T. Campos (Bol. Mus. Paraense "Emílio Goeldi", n.s., Bot.) 7(2): 243. 1991. (figura 2 h)

Hábito arvoreta. **Ramo** circular, maciço, lenhoso, verde, glabro. **Filotaxia** oposta. **Estípulas** bipartidas, intrapeciolares, caducas, glabras, 2,31 a 5,54 mm. **Pecíolo** 13,84 a 33,20 mm. **Limbo** papiráceo, 21,5 x 7 a 26,5 x 9,9 cm, elíptico, com tricomas simples e ereto na face abaxial, ápice acuminado, base aguda, venação primária com tricomas na face adaxial, venação secundária com tricomas na face adaxial. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** hermafrodita. **Inflorescência** panícula, terminal, brácteas 2,30 a 3,08 mm, pedúnculo 4,5 a 5 cm, lilás. **Cálice** roxo, tubuloso, seis lóbulos, 1,59 a 1,64 mm, com tricomas. **Corola** lilás, pentâmera, gamopétala, tubular, 16,12 a 17,76 mm, com tricomas diminutos em toda extensão. **Androceu** estames epipétalos, antera 3,55 a 3,82 mm, rimosa, dorsifixa. **Gineceu** ovário ínfero, bilocular, um óvulo por lóculo, estilete 8,93 a 12,73 mm, estigma 1,27 a 1,87 mm, ramificado duas vezes. **Fruto** indeiscente, drupa, elipsoide, 5 x 3,5 a 7x5 mm, roxo a negro, glabro. **Semente** elíptica, 2 a 3 mm.

Segundo Taylor *et al.* (2007), *P. anisoloba* é uma espécie endêmica do Brasil, ocorrendo no Acre, Amazonas, Pará e Rondônia. Na Reserva Ducke foi coletada em floresta de baixio e vertente (Campos & Brito 1999) com flores de julho a outubro. Na Agrovila foi coletada com flor no mês de outubro numa área de transição entre campinarana e terra firme. Facilmente reconhecida pela corola rosa a lilás com o ápice dos lobos arroxeados.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade Julião, campinarana do Julião, 14.09.13, fl. Alves, J. M. 48 (UFAM); Idem, comunidade agrovila, trilha da parcela, 10.10.15, fl. Alves, J. M. 141 (UFAM)

Palicourea corymbifera (Müll. Arg.) Standl. Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 7: 127. 1930. (Figura 2 i, v e d1)

Hábito arvoretta. **Ramo** circular, oco, verde, lenhoso, com tricomas densos em toda a extensão, esverdeados. **Filotaxia** verticilada. **Estípulas** cilíndricas, interpeciolares, caducas, com tricomas na face externa, 7,85 a 8,35 mm. **Pecíolo** 6,84 a 7,34 mm. **Limbo** papiráceo, 19,1 a 25 x 6,5 a 8,5 cm, elíptico, com tricomas diminutos na face abaxial, ápice acuminado, base atenuada. Venação primária saliente em ambas as faces com tricomas em ambas as faces. Venação secundária com tricomas em ambas as faces. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** hermafrodita. **Inflorescência** corimbo, terminal, brácteas 0,37 a 0,45, pedúnculo 10 a 10,5 cm, amarelo. **Cálice** amarelo, tubuloso, truncado, 0,81 a 0,95 mm, com tricomas. **Corola** laranjada, pentâmera, gamopétala, tubular, 7,71 a 7,93 mm, com tricomas densos e diminutos em toda extensão. **Androceu** estames epipétalos, antera 2,53 a 2,55 mm, rimoso, dorsifixa. **Gineceu** ovário ínfero, bilocular, um óvulo por lóculo, estilete 6,50 a 8,15 mm. estigma 1,62 a 1,70 mm, ramificado duas vezes. **Fruto** indeiscente, drupa, circular, 4 x 3 a 5 x 3 mm verde, glabro. **Semente** elíptica, 2 a 3 mm.

Palicourea corymbifera possui hábito representado por arvoretas, encontrada em indivíduos solitários, facilmente reconhecida pela inflorescência corimbiforme amarela a laranja e pedúnculo amarelo. Em estado vegetativo pode ser reconhecida pela filotaxia verticilada e ramo oco com presença ou não de formigas. Foi observada com floração do mês de setembro a dezembro. Os frutos são globosos de cor verde quando imaturos e negros quando maduros. Em todas as *Palicourea* coletadas nesse estudo, foi observada a presença de tricomas formando um anel na face interna do tubo da corola, que segundo Delprete (1999) pode estar relacionado a proteção do néctar, porém, foi observado também perfurações abaixo do anel de tricomas, corroborando com Delprete (1999) e Boom (1984), que mencionam que alguns insetos fraudam esse tipo de proteção, perfurando a corola.

Na RDS Tupé foi coletada tanto em campinarana quanto nas áreas de transição entre terra firme e campinarana, sendo pouco frequente. Observada com flores em agosto e início da frutificação em outubro. Segundo Ribeiro *et al.* (1999) ocorre nas vertentes e platôs das floresta de terra firme da Venezuela, Guiana Francesa e ao norte da bacia Amazônica.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade Julião, campinarana da parcela, 20.08.15, fl. Alves, J. M. 130 (UFAM); Idem, comunidade agrovila, trilha da parcela, 10.10.15, fl. Alves, J. M. 142 (UFAM)

Palicourea nitidella (Müll. Arg.) Standl. (Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser.) 7: 142. 1930. (Figura 2 j e w)

Hábito arbustivo. **Ramo** lenhoso, circular, maciço, verde, glabro. **Folha** oposta. **Estípulas** bipartidas, intrapeciolares, persistentes, tricomas simples ereto, estípulas 2 a 3 mm. **Pecíolo** 3,30 a 7,60 mm. **Limbo** papiráceo, 16 a 18 x 4 a 5,5 cm, lanceolado, glabro, ápice acuminado, base atenuada, venação primária saliente em ambas as faces, glabra, venação secundária glabra. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** hermafrodita. **Inflorescência** corimbo, terminal, brácteas presentes 1,52 a 3,11 mm, pedúnculo presente, 6,5 a 8 cm, rosa. **Cálice** rosa, pentâmero, 4 a 5 mm, com tricomas. **Corola** rosa, pentâmera, gamopétala, tubular, 16 a 20 mm, com tricomas em toda extensão, velutinoso. **Androceu** estames epipétalos, antera 3,49 mm, rimosa, basifixa. **Gineceu** ovário ínfero, bilocular, um óvulo por lóculo, estilete 11,36 a 11,86 mm, estigma 1,75 a 1,96 mm, ramificado duas vezes. **Fruto** indeiscente, drupa, subgloboso, 3,18 x 2,07 mm, verde quando imaturos e negros quando maduros, glabros. **Semente** elipsóide, 4 a 5 mm.

Palicourea nitidella ocorre com frequência em campinarana, podendo também ser observada em terra firme. A inflorescência é corimbiforme e sua flor é inodora, possui tonalidade forte de rosa chamando assim a atenção de polinizadores como borboletas e beija-flores. Apresenta pedúnculo rosado, suas flores possuem aspecto discretamente aveludado com presença de tricomas puberulentos. Nas campinaranas da comunidade Agrovila foram coletados indivíduos com variação na coloração da inflorescência, que iam de amarelo vivo a rosa. A partir de observação em campo é possível destacar que os frutos quando imaturos são verdes e quando maduros são roxo-escuro e subglobosos.

Ocorre na Venezuela, Peru, Colômbia e Brasil e Amazônia (Berry *et al.* 2004; Taylor *et al.* 2007). Na RDS-Tupé *P. nitidella* foi encontrada tanto na campinarana na estrada do Julião Central, quanto em todas as campinaranas da Agrovila. Foi observada com flores de agosto a maio, com frutificação a partir de abril.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade agrovila, trilha próxima a base, 27.04.13, fl. Alves, J. M. 36 (UFAM); Idem, 12.10.14, fl. Alves, J. M. 80 (UFAM); Idem, 12.10.14, fl. Alves, J. M. 81 (UFAM); Idem, 18.04.15, fl. Alves, J. M. 86, 87,88 (UFAM); Idem, 18.04.15, fr. Alves, J. M. 91 (UFAM); Idem, 18.05.15, fl. Alves, J. M. 114 (UFAM); Idem, 20.08.15, fl. Alves, J. M. 127 (UFAM); Idem, 11.10.15, fl. Alves, J. M. 146 (UFAM).

Material complementar

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade agrovila, trilha da parcela, 10.10.15, fl. Alves, J. M. 142 (UFAM)

Palicourea virens (Poepp.) Standl. (Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser.) 11(5): 232. 1936. (figura 2 k e c1)

Hábito arbustivo. **Ramo** circular, maciço, lenhoso, verde, glabro. **Filotaxia** verticilada. **Estípulas** bipartidas, intrapeciolares, persistentes, com tricomas na face externa, 2,46 a 3,48 mm. **Pecíolo** séssil. **Limbo** papiráceo, 23 a 28,5 cm x 4 a 5 cm, oblanceolado, glabro, ápice acuminado, base atenuada, venação primária saliente em ambas as faces, com tricomas na face adaxial, venação secundária com tricomas na face adaxial. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** hermafrodita. **Inflorescência** corimbo, terminal, brácteas 5,70 a 8,73 mm, pedúnculo 7,5 a 8 cm, amarelo. **Cálice** amarelo, hipocrateriforme, pentâmero, 1,70 a 2,5 mm, com tricomas. **Corola** amarela, pentâmera, gamopétala, tubular, 13 a 14,74 mm, com tricomas diminutos em toda extensão. **Androceu** estames epipétalos, antera 2,75 a 2,96 mm, rimosa, dorsifixa. **Gineceu** ovário ínfero, quatro lóculos, um óvulo por lóculo, estilete 9,70 a 9,90 mm, estigma 0,99 a 1,02 mm, ramificado duas vezes. **Fruto**- indeiscente, drupa, subgloboso, 3,92x 4,99 a 4,7x 5,25 mm, negro, glabro. **Semente** elíptica, 2,30 a 2,52 mm.

Esta espécie é caracterizada por apresentar inflorescência amarela vistosa, com corola amarela e brácteas numerosas e alongadas (até 7 mm). Em estado vegetativo pode ser reconhecida pelos ramos ocos e folhas verticiladas, características também presentes em *Palicourea corymbosa*, porém, podendo ser diferenciada pelos ramos pentagonais em *P. virens*, enquanto em *P. corymbifera* os ramos são lisos. A forma das estípulas também separam as espécies, sendo estípulas bipartidas em *P. corymbifera*,

enquanto *P. virens* as estípulas são triangulares e inteiras. Além disso, *P. virens* apresenta brácteas vistosas.

No Brasil ocorre nos estados do Pará e Amazonas (Taylor *et al.* 2007). Na RDS-Tupé foi coletada em uma área de transição entre campinarana e terra firme. Observada com flores no mês de agosto e outubro e frutos em outubro.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade agrovila, final da trilha da ponte, 20.08.15, fl. Alves, J. M. 129 (UFAM); Idem, trilha da parcela, 11.10.15, fr. Alves, J. M. 145 (UFAM); Idem, trilha da parcela, 11.10.15, fl. Alves, J. M. 148 (UFAM).

Psychotria hoffmannseggiana (Schult.) Mull. Arg (Fl. Bras.) 6(5): 336.1881. (figura 21 e x)

Hábito arbustivo. **Ramo** circular, maciço, verde, herbáceo. **Folha** oposta. **Estípulas** bipartidas, interpeciolares, persistentes, com tricomas no ápice, 1,90 a 2,20 mm. **Pecíolo** 4 a 6 mm. **Limbo** papiráceo, 7 a 11 cm, 2 a 5 cm, elíptico, glabro, ápice acuminado à caudado, base atenuada. Venação primária plana e glabra, venação secundária plana e glabra. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** hermafrodita. **Inflorescência** umbela, terminal, brácteas presentes, 4 a 5,20 mm, pedúnculo presente, 7 a 10 mm, esverdeado com ápice lilás. **Cálice** branco, denteado irregular, 1,10 a 1,20 mm, com tricomas. **Corola** branca, pentâmera, gamopétala, hipocrateriforme, 6,60 a 7,30 mm, com tricomas em toda extensão, simples ereto. **Androceu**- estames epipétalos, antera 1,47 a 1,55 mm, rimosa, basifixa. **Gineceu** ovário ínfero, bilocular, um óvulo por lóculo, estilete 1,55 a 1,60 mm, estigma 1,90 a 2 mm, ramificado duas vezes. **Fruto** indeiscente, tipo drupa, subgloboso, 3,7- 3,37 x 6,6 a 6,40 mm, verde quando imaturo e negro quando maduro, glabro. **Semente**- circular, 1,52 a 2,92 mm.

Observada com frequência ao longo de todas as trilhas da comunidade, tanto nas campinaranas quanto nas áreas de terra firme, em indivíduos agrupados. Segundo Taylor *et al.* (2004) *P. hoffmannseggiana* tem distribuição neotropical, ocorrendo no México e nas Américas Central e do Sul (Müller 1881; Steyermark 1974; Andersson 1992; Lorence 1999). Pode ser facilmente confundida com *P. barbiflora* mas difere

desta por apresentar o pedúnculo da inflorescência pêndulo. Foi observada continuamente com flores e frutos de janeiro a outubro.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade agrovila, trilha próxima a casa do Daví, líder da comunidade, 30.01.13, fl. Alves, J. M. 29 (UFAM); Iden, 27.04.13, fr. Alves, J. M. 41 (UFAM); Iden, 18.04.15, fr. Alves, J. M. 93 (UFAM); Iden, 30.05.15, fl. Alves, J. M. 115 (UFAM); Iden, 20.08.15, fr. Alves, J. M. 126 (UFAM)
Iden, 20.08.15 fl. Alves, J. M. 128 (UFAM).

Remijia amazonica K. Schum. (Fl. Bras.) 6(6): 153. 1889. (figura 2 m, 1, y e z)

Hábito arvoreta. **Ramo** quadrangular, oco, marrom, tricomas densos de cor marrom claro, lenhoso. **Folha** verticilada. **Estípulas** triangulares, interpeciolares, com tricomas na face externa, 33,77 a 49,97 mm. **Peciolo** 9 a 10 mm. **Limbo** papiráceo, 30 x 7 a 38 x 9 cm, lanceolado, tricomas seríceos na face abaxial, ápice agudo, base atenuada, venação primária plana, tricomas na face abaxial, venação secundária com tricomas na face abaxial. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** hermafrodita. **Inflorescência** cimeira, terminal, brácteas presentes, 3 a 4 mm, pedúnculo presente, 28 a 36 cm, verde. **Cálice** verde, denteado, pentâmero, 1,10 a 1,20 mm, com tricomas. **Corola** creme, pentâmera, gamopétala, hipocrateriforme, 26 a 29 mm, com tricomas simples adpresso em toda extensão. **Androceu** estames epipétalos, antera 3,76 a 4,19, rimosa, basifixa. **Gineceu** ovário ínfero, bilocular, mais de 30 óvulos por lóculo, estilete 10 a 12 mm, estigma 2,38 a 3 mm, ramificado duas vezes. **Fruto** deiscente, cápsula, elipsóide, 13 a 16 mm, verde imaturo e marrom quando maduro, tricomas simples e eretos, densos. **Semente** elipsóide, 11 a 13 mm.

Arvoreta de médio porte, com folhas grandes e verticiladas e ápice do limbo evidentemente acuminado. Apresenta ramo oco, que segundo Taylor *et al.* (2004), muitas vezes apresenta simbiose com formigas que ficam alojadas ou nas folhas ou nos ramos, o que foi observado com muita frequência nesse estudo. Quando observada sob lupa pode ser notado um pequeno tufo de tricomas na base das nervuras secundárias na face abaxial. Suas flores são brancas com corolas rotáceas. Apresenta fruto deiscente,

quando imaturo é verde e quando maduro apresenta cor de canela. Quando herborizada a planta fica inteiramente em cor de canela, quase ferrugem. Sua estípula é grande, aproximadamente 4 cm, triangular e externamente serícea.

Ocorre na Venezuela, Bolívia e no Brasil em toda a região amazônica e também no Mato-Grosso (Taylor & Zappi 2007; Zappi, 2012). Na Agrovila foi coletada nas trilhas próximas a base (casa do Davi), florescendo no mês de abril e com frutos em junho.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade São João, próxima a base, 27.07.13, fl. Alves, J. M. 45 fl. e fr. (UFAM)

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade agrovila, trilha da ponte, 18.04.15, fl. Alves, J. M. 96 (UFAM)

Sabicea amazonensis Wernham (Monogr. Sabicea) 47, t. 5, f. 3,4. 1914. (figura 2 n e a1)

Hábito liana. **Ramo** circular, maciço, verde, herbáceo, tricomas esbranquiçados e densos em toda a extensão. **Folha** oposta. **Estípulas** arredondadas e reflexas, 8,47 a 10,48, interpeciolares, persistentes, com tricomas simples ereto. **Pecíolo** 5,97 a 9,97. **Limbo** cartáceo, 9 x 4 a 11 x 5 cm, elíptico, com tricomas em ambas as faces, ápice acuminado, base cuneada, venação primária plana, com tricomas em ambas as faces, venação secundária com tricomas em ambas as faces. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** hermafrodita. **Inflorescência** umbela, axial, brácteas presente, 8,97 a 10 mm, pedúnculo ausente. **Cálice** verde, tubuloso, pentâmero, 20 a 21 mm, com tricomas. **Corola** branca, pentâmera, gamopétala, hipocrateriforme, 26 a 35 mm, com tricomas simples ereto em toda extensão, odor ausente. **Androceu** estames epipétalos, antera 2,65 a 3,36 mm, ramosa, dorsifixa. **Gineceu**- ovário ínfero, pentalocular, com mais de 40 óvulos por lóculo, estilete 11,40 a 14,67 mm, estigma 3,6 a 3,57 mm, ramificado duas vezes. **Fruto** indeiscente, drupa, subgloboso, 6x 4 a 7 x 5 cm, cor vinho, tricomas densos, simples e eretos. **Semente** oval, 0,72 mm.

Sabicea amazonensis apresenta ramos com tricomas densos, limbo discolor, verde esbranquiçado na face abaxial, fruto vermelho à vinho e corola branca. Na RDS do Tupé foi a única espécie coletada apresentando hábito lianescente. Segundo Taylor *et al.* (2007) o gênero pode ser confundido com *Malanea*, diferindo pelos frutos que na última

são drupáceos, elipsoides ou oblongos e de coloração roxa ou negra, enquanto na primeira são globosos. Pode também ser confundida com *Manettia* em seu tipo de habitat bastante similar, mas são distinguidas pelas estípulas visivelmente mais triangulares e eretas em *Manettia* enquanto *Sabicea* apresenta estípulas ovadas e recurvadas, como observado em campo (Taylor *et al.* 2004).

Está distribuída no Peru, Venezuela e no Brasil ocorre nos estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Amapá. Na Agrovila foi coletada na trilha de acesso a ponte da comunidade e na campinarana próximo a base (casa do Davi), a mesma também foi observada em terra firme e com maior frequência em áreas alteradas, com flores e frutos de outubro a abril.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade agrovila, trilha da ponte, 12.10.14, fl. Alves, J. M. 82 (UFAM); Idem, 18.04.15, fl. e fr. Alves, J. M. 90 (UFAM)

Sipanea pratensis Aubl. Hist. Pl. Guiane, 1: 147, t. 56, 1775. (figura 2 o, p e b1)

Hábito herbáceo. **Ramo** circular, maciço, verde, tricomas densos em toda a extensão, herbáceo. **Filotaxia** oposta. **Estípulas** interpeciolares, persistentes, 3,81 a 4,90 mm, com tricomas na face externa. **Peciolo-** subséssil 2,09 a 2,12 mm. **Limbo** herbáceo, 3 x 5 a 3,9 x 8,49 mm, lanceolado, tricomas simples em ambas as faces, ápice agudo, base atenuada, venação primária plana, tricomas em ambas as faces, venação secundária com tricomas na face adaxial. **Domáceas** ausentes. **Sistema sexual** hermafrodita. **Inflorescência** umbela, terminal, brácteas 3,8 mm, pedúnculo 1,5 a 4,5 cm, verde. **Cálice** verde, tubuloso, pentâmero, 6,30 a 7,27 mm, com tricomas. **Corola-** rosa, pentâmera, gamopétala, hipocrateriforme, 12 a 15 mm, com tricomas diminutos em toda extensão, estames epipétalos, antera 2,16 mm, rimoso, basifixa. **Gineceu** ovário ínfero, bilocular, com mais de 50 óvulos, estilete 4,40 a 4,45 mm, estigma 0,77 a 0,78 mm, birramificado. **Fruto cápsular, elipsoide 5 x 3 a 6 x 3 mm. Semente elipsoide, 1 a 2 mm.**

Sipanea pratensis pode ser facilmente reconhecida pelo hábito herbáceo e flor rosa claro, com tom branco no interior da corola, além de um anel de tricomas amarelos no ápice do tubo da corola. Segundo Delprete (1999), a função desses tricomas pode estar

relacionada com a proteção do néctar produzido no interior da flor. No Brasil, ocorre na Amazônia e Cerrado (Calió 2015). Na comunidade Agrovila foi observada em Campinarana arbustiva e graminosa, sendo uma área que sofre inundação periódica. Registrada com flores e frutos de abril a outubro. Na Reserva Ducke foi observada em áreas alteradas (Taylor *et al.* 2007) e no estudo de Cardozo (2011), nas Campinaranas do Parque Nacional Viruá (PNV), foi também coletada em Campinarana graminosa, diferindo na época de floração, a qual foi de janeiro a maio. No PNV, os lobos da corola variaram de 4-5, enquanto na RDS Tupé as flores sempre apresentavam 5 lobos na corola.

Material examinado

AMAZONAS: Manaus, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, comunidade agrovila, trilha da ponte, 18.04.15, fl. e fr. Alves, J. M. 89 (UFAM); Idem, 30.05.15, fl. e fr. Alves, J. M. 117 (UFAM); Idem, 20.08.15, fl. e fr. Alves, J. M. 128 (UFAM); Idem, 11.10.15, fl. Alves, J. M. 131 (UFAM).

Considerações finais

Os 10 gêneros encontrados nas campinaranas da RDS do Tupé podem ser facilmente separados por caracteres vegetativos e reprodutivos, tais como, tamanho, forma e coloração das estípulas; tamanho, tipo e coloração dos tricomas nos ramos, preenchimento ou não do ramo, coloração do pedúnculo floral, coloração e tipo da corola, assim como o tipo, coloração e localização dos tricomas na corola e formato e cor dos frutos.

Palicourea apresentou geralmente estípulas bipartidas, pedúnculo floral bastante colorido e corola tubular, esse tipo de corola não foi observado em nenhum outro gênero deste estudo.

Pagamea duckei é facilmente distinguida de *P. guianensis* e de todas as outras espécies por ser a única a apresentar limbo cartáceo com nervuras secundárias submersas que vão até a margem do limbo. E também por ser o único gênero apresentando estípulas cilíndricas e ovário súpero.

Borreria e *Sipanea* foram os únicos gêneros herbáceos encontrados neste estudo. *B. alata* e *B. verticillata*, facilmente distinguíveis pela inflorescência e filotaxia.

Enquanto *Sipanea pratensis* é facilmente reconhecida pelo anel de tricomas amarelo no tubo da corola.

Duroia saccifera e *Kutchubea sericantha* foram as únicas espécies com flores significativamente grandes quando comparadas com as demais espécies desse estudo. Na ausência de material fértil, os caracteres vegetativos auxiliaram bastante no reconhecimento das mesmas, a primeira pelos tricomas densos nos ramos e folhas e presença de domáceas na base do limbo e a segunda pela resina amarela no ápice dos ramos jovens.

Psychotria apesar de ser o maior gênero em número de espécies da família, ocorreu apenas uma espécie (*Psychotria hoffmannseggiana*), contudo, apresentando grande abundância na área de estudo.

Nos indivíduos de *Remijia amazonica* e *Sabicea amazonensis* os caracteres vegetativos também auxiliaram bastante na identificação, na primeira, a presença de um tufo de tricomas na base das nervuras secundárias na face abaxial e ramo oco, na segunda, o limbo discolor, apresentando a face abaxial um tom esbranquiçado.

Todas as espécies apresentaram um anel de tricomas no tubo da corola.

Este é o segundo trabalho taxonômico realizado em vegetação de Campinarana na Amazônia, direcionado exclusivamente para a família Rubiaceae. Foram registradas 15 espécies, com seis novos registros para a RDS- Tupé e com duas espécies endêmicas para o Brasil, destacando a importância dos caracteres vegetativos para auxiliar o reconhecimento de espécies. O número de espécies nesse estudo é baixo quando comparado com o realizado no PARNA Viruá, RR, direcionado para Rubiaceae, com 36 spp, contudo, leva-se em consideração que a extensão da área possui 215.917 ha, enquanto a RDS-Tupé possui 11.973 ha.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes pela bolsa concedida a primeira autora, à FAPEAM pelo apoio financeiro, pelo apoio logístico e de infraestrutura no campo por meio do projeto Flora do Tupé e da família do Sr. Daví, líder da comunidade Agrovila Amazonino Mendes.

Referencias bibliográficas

Andersson, L. 1992. A provisional checklist of neotropical Rubiaceae. *Scripta Botanica Belgica* 1: 1-199

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:105-121.

Boom, B.M.1984. A revision of *Isertia* (Isertiaceae: Rubiaceae). *Brittonia* 36(4): 425-454.

Bremer, B.; Andreasen, k. & Olsson, D. 1995. Subfamilial and Tribal Relationships in the Rubiaceae Based on rbcL Sequence Data. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Vol. 82, No. 3 (1995), pp. 383-397

Brito, W.R.O. 2010. Myristicaceae R. Br. na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. Monografia. Manaus: UNINORTE. 57 p.

Cabral, E., Salas, R. 2015. Borreria in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB20691>

Campos, M.T.V. & Brito, J.M. 1999. Rubiaceae. *In*: Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R. & Procópio, L. C. Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 798 p.

Calió, M.F. 2015 *Sipanea* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB26095>.

Cardozo, N. M. D., 2011. Rubiaceae das campinaranas do Parque Nacional Viruá, Roraima, Brasil. Biodiversidade Vegetal da Amazônia - INPA, Manaus. 105 p.
Casearia javitensis e *Lindackeria paludosa* (Flacourtiaceae) na região de Manaus, AM.

Chiquieri, A.; Di Maio, F.R. & Peixoto, A.L. 2004. A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss. na Flora Brasiliensis de Martius. *Rodriguésia* 55 (84): 47-57.

Chiquieri, A.; Di Maio, F.R. & Peixoto, A.L. 2004. A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss. na Flora Brasiliensis de Martius. *Rodriguésia* 55 (84): 47-57.

- Corrêa, A. L. 2014. Melastomataceae na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, Amazonas, Brasil. Dissertação de mestrado. Manaus: INPA. 88 p.
- Cronquist, A. An integrated system of classification of flowering plants. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.
- Davis, A.P.; Govaerts, R.; Bridson, D.M.; Rushsam, M.; Moat, J. & Brummitt, N.A. 2009. A global assessment of distribution, diversity, endemism, and taxonomic effort in the Rubiaceae *Annal of Missouri Botanical Garden*. 96: 68–78.
- Delprete, P.G. 1999. Rondeletieae (Rubiaceae) – Part I (*Rustia*, *Tresanthera*, *Condaminea*, *Picardaea*, *Pogonopus*, *Chimarrhis*, *Dioicodendron*, *Molopanthera*, *Dolichodelphys*, and *Parachimarrhis*). *Flora Neotropica Monograph* 77: 1-226.
- Dimitri, S.B. 1959. Rubiaceae da cidade do Rio de Janeiro: tribo Spermaceae. *Rodriguésia* 22(33/34): 241-283.
- Joly, A.B. 1979. Botânica – Introdução à Taxonomia Vegetal. Companhia Editora
- Judd, W. S., C. S. Campbell, E. A. Kellogg, P. F. Stevens, And M. J. Donoghue. 2002. *Plant Systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Kissmann, K.G. & Groth, D. 2000. *Plantas infestantes e nocivas*. 2 ed., v.3, São Paulo, BASF.
- Lorence, D.H. 1999. *A nomenclator of Mexican and Central American Rubiaceae*. St. Louis, Missouri Botanical Garden Press
- Margalho, L.F.; Rocha, A.E.S.; Secco, R.S. 2009. Rubiaceae Juss. da restinga da APA de Algodual/Maiandeua, Maracanã, Pará, Brasil. *Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi*, 4: 303-339.
- Matta, L.B.V.; Scudeller, V.V. 2012. Lecythidaceae Poit. In the Tupé Sustainable Development Reserve, Manaus, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 35 (2): 195-217
- Mendoza H.; Ramirez B. & Jiménez L.C. 2004. Rubiaceae de Colômbia. Guia ilustrada de géneros. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colômbia, 35 p.
- Müller, J. 1881. Rubiaceae I. In: C.F.P. von Martius; A.W. Eichler & I. Urban. *Flora Brasiliensis...*, Leipzig, München, 6(5): 1-486 Nacional, 5ª edição, São Paulo, 777 p.
- Oliveira, G. L. 2013. Bignoniaceae Juss. na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé: Organogafria. Dissertacao de mestrado. Manaus: INPA.

Prance, G.T. 1975. Estudos sobre a vegetação das Campinas Amazônicas. I. Introdução a uma série de publicações sobre a vegetação das Campinas Amazônicas. *Acta Amazonica* 5: 207–209. *Revista Brasileira de Botânica*, 33 (1): 131 – 141.

Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A. S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C. F.; Mesquita, M. R. & Procópio, L.C. 1999. Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA, 798p.

Rova, J.H.E.; Delprete, P.G.; Andersson, L. & Albert, V.A. 2002. A trnL-F cpDNA sequence study of the Condamineae-Rondeletieae-Sipaneeae complex with implications on the phylogeny of the Rubiaceae. *American Journal of Botany* 89(1): 145-159

Rubiaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB210>

Scudeller, V.V.; Aprile, F.M.; Melo, S.; Santos-Silva, E.N. 2005. Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé: características gerais. In. Santos-Silva, E.N.; Aprile, F.M.; Scudeller, V.V.; Melo, S. (Orgs.). *Biotupé: Meio físico, diversidade biológica e sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central*. v.1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p. XI-XXI.

Souza, C.C.V.; Scudeller, V.V. 2011. Os quintais nas comunidades Julião e Agrovila Amazonino Mendes, Baixo Rio Negro, Manaus-AM. In. Santos-Silva, E.N.; Cavalcanti, M.J.; Scudeller, V.V. (Orgs.). *Biotupé: Meio físico, diversidade biológica e sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central*. v.3. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p.495-421.

Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. *Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para Identificação das Famílias de Angiospermas da Flora Brasileira, Baseado em APG II*. 1. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 640 p.

Steyermark, J.A. 1974. Rubiaceae. In: T. Lasser (ed.). *Flora de Venezuela: primeira parte* 9: 1-593; *segunda parte* 9: 603-1101; *terceira parte* 9: 1111-2070.

Taylor, C. M. Revision of *Palicourea* (Rubiaceae) in Mexico and Central America. *Systematic Botanical Monograph*, v. 26, p. 1-102, 1989.

Taylor, C. M.; Campos, M. T. V. A.; Zappi, D. , 2007. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Rubiaceae. *Rodriguésia*, v. 58, n. 3, p. 549-616.

Taylor, C.M.; Steyermark, J.A.; Delprete, P.G.; Vincentini, A.; Cortés, R.; Zappi, D.; Persson, C.; Costa, C.B. & Anunciação, E. 2004. Rubiaceae. In: Steyermark, J. A.; Berry, P. E.; Yatskievych, K. & Holst, B. K. (eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana*, 8: 497-847.

Vicentini, A. & Steyermark, J.A. 2004. *Pagamea* Aubl. (Rubiaceae). In Flora of the Venezuelan Guyana (J.A. Steyermark, P.E. Berry, K. Yatskievych & B.K. Holst, eds.). Timber Press, Portland, v.8, p.666-678.

Vicentini, A. 2007. *Pagamea* Aubl. (Rubiaceae), from species to processes, building the bridge. Thesis, University of Missouri Saint Louis, 317p.

Zappi, D. 2013. *Pagamea duckei* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB38991>

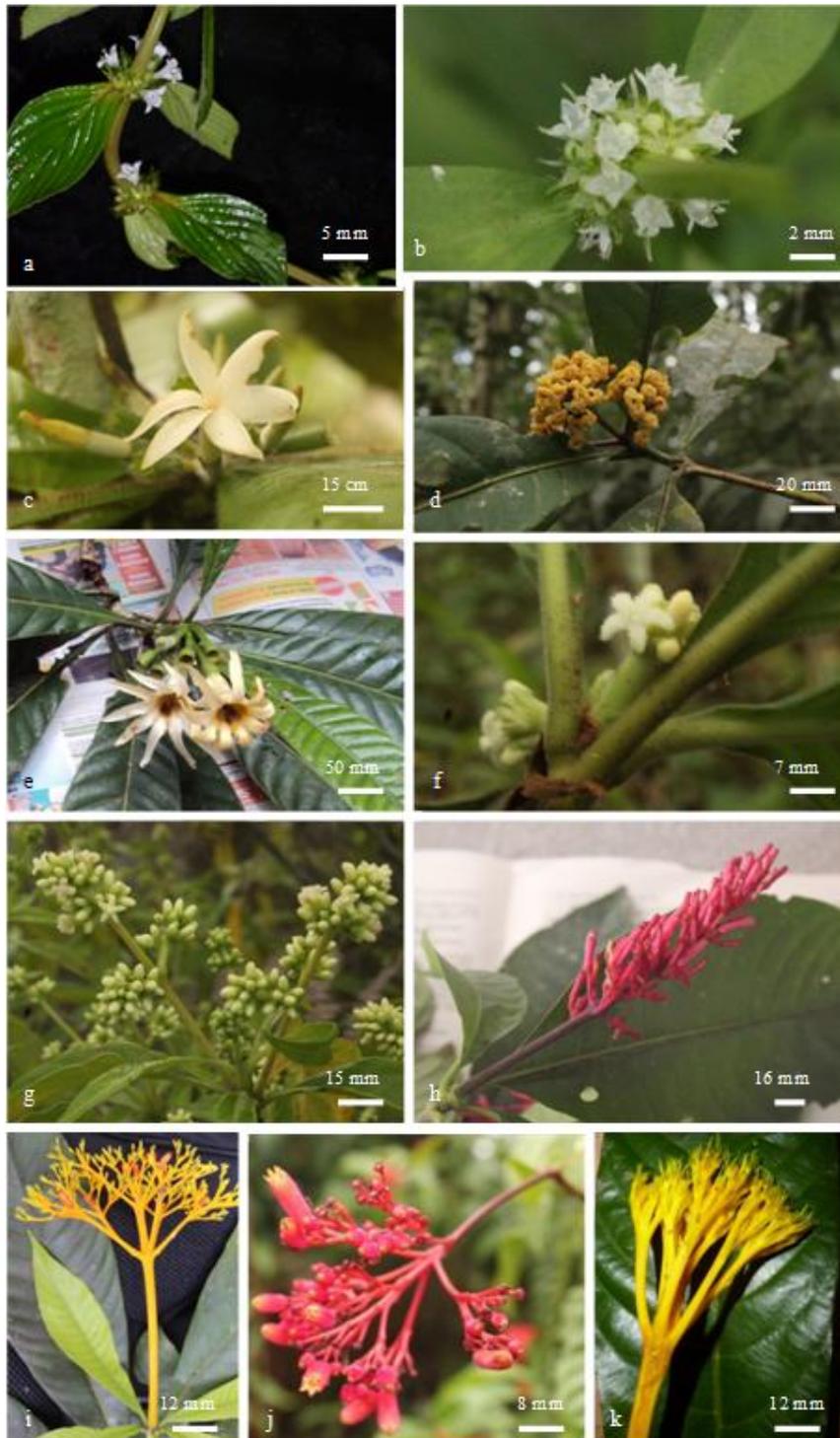


Figura 2) Inflorescência das espécies de Rubiaceae nas campinaranas da RDS Tupé. a) *Borreria alata*, b) *Borreria verticillata*, c) *Duroia saccifera*, d) *Ixora intensa*, e) *Kutchubea sericantha*, f) *Pagamea duckei*, g) *Pagamea guianensis*, h) *Palicourea anislob*, i) *Palicourea corymbifera*, j) *Palicourea nitidella*, k) *Palicourea virens*



Figura 3. Flores e frutos das espécies de Rubiaceae nas campinaranas da RDS Tupé. l) *Psychotria hoffmannseggiana*, m) *Remijia amazônica*, n) *Sabicea amazonensis*, o) *Sipanea pratensis*, p) *Sipanea pratensis*, q) *Duroia saccifera*, r) *Ixora intensa*, s) *Kutchubea sericantha*, t) *Pagamea duckei*.

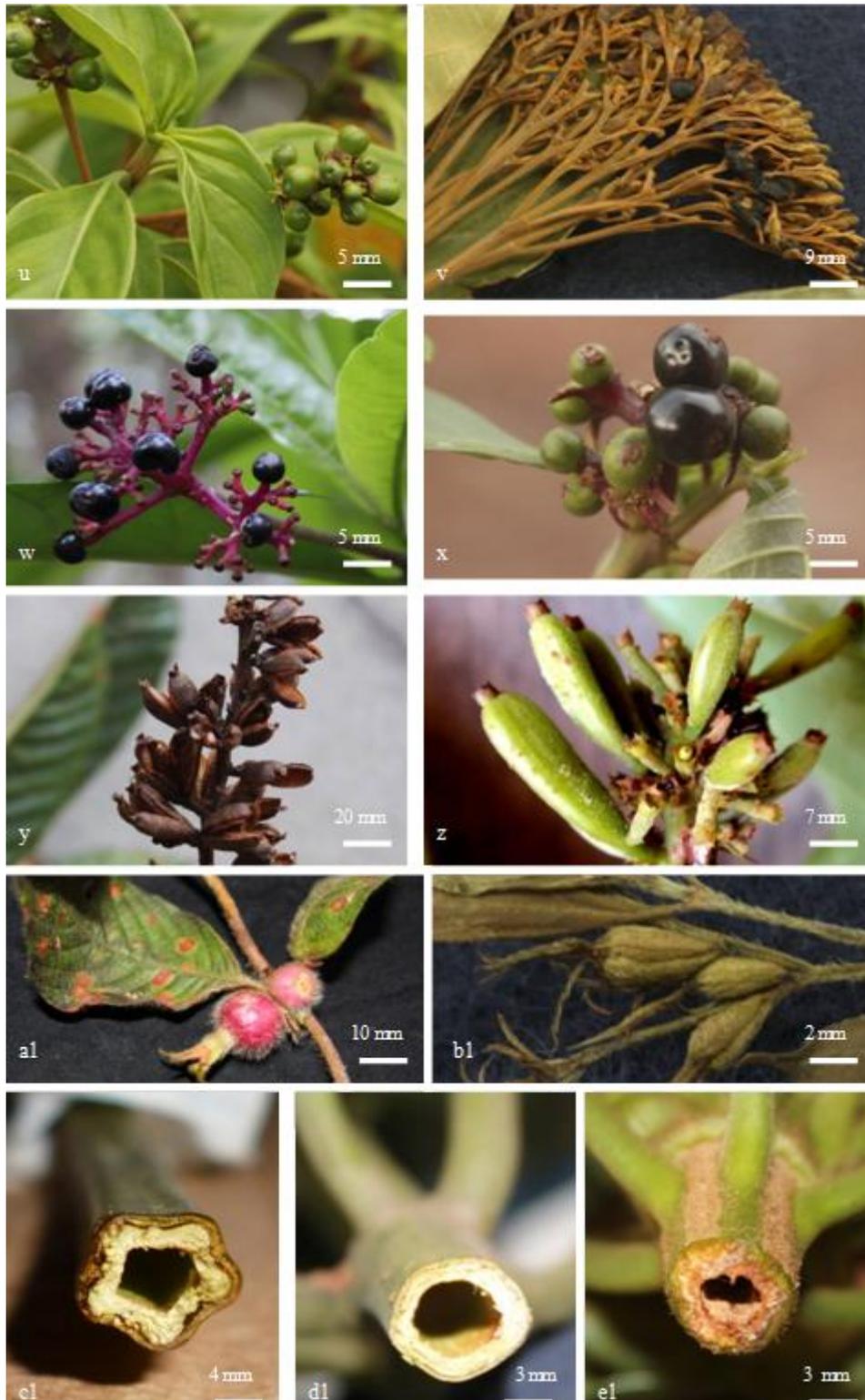


Figura 4. Flores, frutos e ramos das espécies de Rubiaceae nas campinaranas da RDS Tupé. u) *Pagamea guianensis*, v) *Palicourea corymbifera*, w) *Palicourea nitidella*, x) *Psychotria hoffmanseggiana*, y) *Remijia amazonica* (fruto imaturo), z) *Remijia amazonica* (fruto maduro), a1) *Sabicea amazonenses*, b1) *Sipanea pratensis*, c1) Ramo oco de *Palicourea virens*, d1) Ramo oco de *Palicourea corymbifera*, e1) Ramo oco de *Remijia amazonica*

Capítulo 2

Biologia reprodutiva de *Pagamea guianensis* Aubl. (Rubiaceae)

Jhennyffer de Melo Alves¹ e Veridiana Vizoni Scudeller²

Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica, email: jhemalves@gmail.com¹.

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Biológicas, e-mail: scudellerveridiana@hotmail.com²

RESUMO:

Pagamea guianensis Aubl., apresenta distribuição restrita às manchas de campinarana na Amazônia Central, está inserida no clado guianensis, o mais diverso e amplamente distribuído onde todas as espécies são dioicas, com flores sésses. Esse estudo caracterizou o sistema reprodutivo, fenologia, morfologia, biologia floral e identificou os visitantes florais de *P. guianensis*, entre dezembro de 2014 a junho de 2016 em uma mancha de campinarana localizada no município de Iranduba- AM. *Pagamea guianensis* possui ciclo de floração anual, com duração intermediária ou sazonal, apresenta flores díclinas, apresentando morfos de flores femininas com longo estilo e flores masculinas com breve estilo. Em ambos os morfos sexuais são observados rudimentos de estruturas reprodutivas como pistilódio e estaminódio, ou seja, é uma espécie dioica. É entomófila generalista, contudo as abelhas foram os principais visitantes (*Augochloropsis* sp., *Mesonychium* sp., *Xylocopa* (*S*) *muscaria* e *Apis mellifera*). As vespas são o segundo grupo mais frequente, representadas pelas famílias Scoliidae, Pompilidae, Crabronidae e Sphecidae; seguidas pelos dípteros (*Palpada nigripes* e *P. vinetorum*). *Pagamea guianensis* não é apomítica e apenas as plantas com flores pistiladas produziram frutos, enquanto as com flores estaminadas, apenas pólen. *Ramphocelus carbo*, foi a única ave observada consumindo seus frutos, podendo ser o seu possível dispersor.

Palavras chave: Amazônia Central, dioicia, sazonalidade, dispersão, manchas de campinarana

ABSTRACT:

Pagamea guianensis Aubl. has restricted distribution to campinarana spots in the Central Amazon, is inserted in clade guianensis, the most diverse and widely distributed where all species are dioecious, with sessile flowers. This study characterized the reproductive system, phenology, morphology, floral biology and identified the floral visitors of *P. guianensis*, from December 2014 to June 2016 in a campinarana spot located in Iranduba- AM municipality. *Pagamea guianensis* has an annual flowering cycle with intermediate or seasonal duration, has diclinous flowers, with longistylous and brevistylous morphs. In both morphs rudiments of reproductive structures as pistillodes and staminodes are observed, being a functionally dioecious species. The species is generalist entomophilous, although bees were the main visitors (*Augochloropsis* sp., *Mesonychium* sp., *Xylocopa* (S) *muscaria* and *Apis mellifera*). Wasps are the second most frequent group, represented by families Scoliidae, Pompilidae, Crabronidae and Sphecidae; followed by Diptera (*Palpada nigripes* and *P. vinetorum*). *Pagamea guianensis* is not apomictic, and only plants with pistillate flowers produce fruits, while in staminate flowers, only pollen is produced. *Ramphocelus carbo* was the only bird observed consuming its fruits, being its probable disperser.

Keywords: Central Amazon, dioecy, sazonality, dispersion, campinarana spots.

Introdução

Rubiaceae é a quarta maior família e a maior da ordem Gentianales, incluindo cerca de 13000 espécies e 600 gêneros, mas estima-se que possa incluir até 16000 espécies (Rova *et al.* 2002; Davis *et al.* 2009) maior parte delas com distribuição tropical (Motley *et al.* 2005). Desses gêneros, *Pagamea*, compreende cerca de 30 espécies que estão distribuídas nas zonas tropicais da América do Sul: Colômbia, Venezuela, Guiana Francesa, Suriname, Peru, Brasil e Bolívia (Vicentini & Steyermark 2004; Vicentini 2007). Diferente dos outros gêneros por apresentar o ovário súpero, característica que é considerada uma condição derivada dentro de Rubiaceae (Igensheim *et al.* 1994). Filogeneticamente próxima de *Gaertnera* L. os dois gêneros juntos formam a tribo Gaertnereae, um membro da supertribo Psychotriidinae que inclui a maior parte de espécies heterostílicas de Rubiaceae (Robbrecht & Manen 2006).

Pagamea inclui espécies dioicas, distílicas e homostílicas, com pouca variação na morfologia floral entre as espécies. Para Barret & Richards (1990), dioicia e homostilia são derivados de heterostilia. A evolução da dioicia de heterostilia também foi observada em *Psychotria* Aubl., sendo levantada a hipótese de o evento ser resultado da mudança de polinizadores (Bawa 1980).

Rubiaceae é a família que mais apresenta distilia (Barrett *et al.* 2000). Segundo Pailler & Thompson (1997) a distilia pode ter surgido mais de uma vez na família. Já a dioicia ocorre em pelo menos 10% dos gêneros de Rubiaceae (Robbrecht 1988). Esse sistema provavelmente evoluiu várias vezes dentro das Angiospermas (Bawa 1980).

Pagamea é um gênero com representantes ocorrendo apenas em solos de areia branca e a maioria de suas espécies originária do Mioceno tardio para o Plioceno, com a divergência das espécies estimada para antes do Pleistoceno, até 9 milhões de anos atrás. Sua especiação é predominantemente peripátrica, quando novas espécies são formadas em populações periféricas isoladas, estando associada à distribuição de seu habitat (Vicentini, 2007).

As formações vegetais designadas de Campinaranas (Veloso *et al.* 1991) são caracterizadas pelo solo arenoso, pobre em nutrientes, drenagem deficiente, baixíssima fertilidade e fisionomia escleromórfica, apresentam alto número de espécies endêmicas, contudo com uma baixa diversidade de espécies quando comparada com outras formações amazônicas (Janzen 1974; Prance 1975; Anderson *et al.* 1975; Prance 1996; Anderson 1981; Vicentini 2004; Luizão *et al.* 2007).

No estudo filogenético de *Pagamea*, onde foi combinado filogenia molecular com morfologia e geografia, Vicentini (2007) estabeleceu 29 espécies para o gênero, segregadas em 7 clados, dentre os quais o clado guianensis é o mais diverso e amplamente distribuído, que abrange toda gama de variação do gênero em nove espécies. Todas as espécies são dioicas, as flores são sésseis e geralmente densamente agrupadas. Segundo o autor, o clado guianensis pode ser dividido em dois grupos, um incluindo espécies da Amazônia Ocidental (Andes e planícies do Peru e Colômbia), consistindo das espécies *P. resinosa* ined., *P. dudleyi* Steyererm., *P. macrocarpa* (Steyererm.) ined., *P. peruviana* ined., e *P. sessiliflora* Spruce ex Benth. para o alto rio Negro, e o grupo correspondente ao complexo guianensis que inclui *P. guianensis* Aubl., *P. plicatifomis* Steyererm., *P. spruceana* ined. e *P. oculata* ined., sendo as três primeiras simpátricas na Amazônia Central. No entanto, o próprio autor afirma que a delimitação dessas espécies é problemática, uma vez que as distinções morfológicas desaparecem quando várias amostras são levadas em consideração e, as espécies que compõem o complexo guianensis só podem ser delimitadas em uma escala local, demonstrando ser um grupo interessante para estudar a especiação, porque suas espécies estão em estágios iniciais de divergência.

Pagamea guianensis está num clado dioico, onde a dioicia foi inferida pela falta de frutos em indivíduos com flores estaminadas, onde o pistilo era reduzido e apresentando ráfides em vez de grãos de pólen nas flores longistilas, e apresenta morfologia floral distílica. Essa espécie está distribuída nas terras baixas da Amazônia Central, incluindo Guianas e Mata Atlântica da Bahia (Vicentini, 2007).

Levando em consideração o número de espécies na família, pouco se sabe sobre a biologia reprodutiva das espécies em Rubiaceae, principalmente nas regiões tropicais, onde há uma alta diversidade, como na Amazônia (Bawa e Opler, 1975; Bawa 1980a, Givnish 1982; Terra-Araujo *et al.* 2012;), principalmente se tratando de *Pagamea*. A maioria dos estudos é com os gêneros *Palicourea* e *Psychotria* (Grandisoli 1997; Almeida e Alves 2000; Coelho e Barbosa 2003a; Coelho e Barbosa 2003b; Teixeira e Machado 2004; Oliveira 2008). Para Dalling (2002), o estudo da biologia reprodutiva em plantas é essencial para o entendimento da distribuição, caracterização e abundância das espécies.

Apesar disso, são poucas as informações sobre o comportamento sexual, características ecológicas *in situ* e historia natural, que auxiliam na compreensão de

processos evolutivos e no estabelecimento de limites intra e interespecíficos (Marshall *et al.* 2006; Reeves e Richards 2010).

Dentro de Rubiaceae está presente um sistema onde há indivíduos que produzem flores que são exclusivamente pistiladas ou estaminadas, a dioícia, e num trabalho realizado por Yampolsky e Yampolsky (1966) o número de espécies dioicas dentro de Rubiaceae chega a aproximadamente 110, número que possivelmente tenha aumentado desde então.

Outra característica marcante em Rubiaceae é o grande número de espécies distílicas (Ganders 1979; Baker 1958; Barrett 1992). A distília é um dimorfismo floral controlado geneticamente, no qual ocorre diferença espacial entre a altura dos filetes e estiletos nas flores, em diferentes indivíduos (Richards 1986, Hamilton 1990). Flores com estilete curto são denominadas brevistilas, e flores com estilete longo, são chamadas longistilas. As flores que apresentam longo estilo, de forma que o estigma fica exerto, tem a deposição de pólen facilitada (Ganders, 1979)

Segundo Barret e Richards (1990), Rubiaceae apresenta uma ampla gama de polinizadores. E se tratando de espécies arbóreas dioicas tropicais, essas geralmente apresentam flores pequenas que variam em suas colorações, podendo ser amarelas, verde claro ou brancas, estando adaptadas à visitas por insetos generalistas e pequenos, principalmente pequenas abelhas sociais generalistas e moscas (Bawa e Opler, 1975; Bawa 1980a, Givnish 1982).

Segundo Pellmyr (2002), a polinização é indispensável nas comunidades terrestres, sendo o primeiro passo na reprodução de plantas. Dentre as inúmeras interações planta-animal, a entomofilia, polinização realizada por insetos, é de suma importância na alta diversificação das Angiospermas (Vogel & Westercamp 1991, Futuyma 1992, Kato & Inoue 1994, Kearns *et al.* 1998). Para Borchert (1983) os padrões temporais de floração são resultados tanto da coevolução de plantas com os polinizadores, como com os predadores de sementes. E tanto polinizadores, quanto dispersores, são fatores importantes na determinação dos padrões de frutificação das plantas (Morelato e Leitão-Filho, 1992). Não só fatores bióticos, mas abióticos como fotoperíodo, temperatura e pluviosidade, são fatores que também determinam a diversidade nos padrões fenológicos (Rathcke & Lacey 1985; van Shaik *et al.*, 1993)

Fenologia refere-se ao período e a quantidade de tempo de eventos biológicos repetitivos, como emissão foliar, floração e frutificação, e seu estudo é de grande importância no manejo florestal, na silvicultura e ecologia, por estudar os fenômenos citados acima e suas relações com o clima (Stearnes e Lieth, 1974; Newstrom *et al.*, 1994). Na região amazônica, o conhecimento sobre a dinâmica florestal, por meio do estudo fenológico de espécies florestais, é de suma importância, contudo, são escassos (Campos *et al.* 2013). Segundo Freitas *et al.* (2013) a principal importância da fenologia está na carência em conhecer a biologia reprodutiva das espécies vegetais.

O Estudo sobre a biologia reprodutiva (biologia floral, fenologia, vetores de polinização, sistemas reprodutivos entre outros) é de elevada importância, por dar informações que podem abordar uma gama variedade de questões ecológicas e evolutivas (Bawa 1974, 1990). Além de contribuir na resolução de problemas taxonômicos, como as variações nos estados de caracteres, dentro e entre as populações (Stuessy, 2009; Holanda, 2013)

Em relação a estudos de biologia reprodutiva com o gênero *Pagamea* foram encontrados apenas com as seguintes espécies, *P. duckei* (Terra-Araujo *et al.* 2012), e *P. coriacea* (Esteves e Vicentini, 2013).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi investigar os aspectos reprodutivos de *P. guianensis*, verificar a morfologia e morfometria de suas flores, caracterizar seu sistema reprodutivo, assim como a fenologia, biologia floral, visitantes florais e dispersores.

Materiais e métodos

A área de estudo está situada no município de Iranduba, distante aproximadamente 10 km da ponte do Iranduba, no ramal Lago do Januari, comunidade Vale do Amanhecer. Apresenta vegetação do tipo campinarana gramíneo-lenhosa, cercada por vegetação de campinarana arborizada. A área vem sofrendo processo de fragmentação devido a exploração de areia e urbanização.

Fenologia, morfologia e biologia floral

Foram marcados 20 indivíduos, sendo 10 com flores pistiladas e 10 com flores estaminadas. Estes foram observados mensalmente para a caracterização das seguintes fenofases: pré-floração (botões florais), floração e frutificação. As observações

fenológicas foram feitas de maio de 2014 a junho de 2016. Para a quantificação da fenofase três ramos de cada indivíduo foram coletados mensalmente para a contagem de botões, flores, frutos imaturos e maduros e flor não fecundada.

A intensidade de cada fenofase será avaliada de acordo com a escala Fournier (1974), a saber: 0 = ausência da fenofase; 1 = presença da fenofase com magnitude entre 1% e 25%; 2 = presença da fenofase entre 26% e 50%; 3 = presença da fenofase entre 51% e 75% e 4 = presença da fenofase entre 76% e 100%.

Para o estudo da morfologia floral, foram coletadas inflorescências e fixadas em álcool 70% para posterior análise em laboratório com auxílio de estereomicroscópio e paquímetro digital para tomar as seguintes medidas: comprimento e diâmetro da corola, comprimento e diâmetro do cálice, comprimento e largura da pétala e da sépala, comprimento e largura do gineceu e comprimento do androceu.

Para a maioria das análises foram utilizadas de 3-5 flores de cada indivíduo amostrado.

Para informações sobre a biologia floral foram realizadas observações diretas no campo durante toda a antese da flor, sua longevidade, emissão de odor, disponibilidade de pólen e presença de néctar segundo o método de Kearns & Inouye 1993 e Dafni 1992.

A antese foi caracterizada pela presença de uma pequena abertura no ápice da corola.

A receptividade estigmática foi verificada com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 10% com auxílio de seringa subepidérmica sobre o estigma de cinco flores previamente ensacadas com sacos voile, em dez indivíduos, sendo a receptividade confirmada pela formação de bolhas no estigma (Kearns & Inouye 1993).

Para a determinação da quantidade e da viabilidade dos grãos de pólen, foram coletadas quatro flores estaminadas, ensacadas em pré-antese de cada indivíduo (10 indivíduos). O número de grãos de pólen presentes em cada antera e a proporção de grãos viáveis e inviáveis foram verificados macerando as quatro anteras de cada flor, sobre lâmina, em uma gota de glicerina e solução de carmim acético. Com auxílio de um microscópio foi determinado o número total de grãos de pólen por antera e por flor, além dos grãos viáveis (com citoplasma) e inviáveis (sem citoplasma) (Kearns & Inouye 1993).

Para detectar os locais de emissão de odor, as flores (10 estaminadas e 10 pistiladas) foram imersas em vermelho neutro durante uma hora e posteriormente lavadas com água destilada, as regiões que ficaram coradas foram consideradas os possíveis osmóforos (Kearns & Inouye 1993).

A emissão de odor foi verificada durante toda a antese por meio de caracterização olfativa nas flores ao longo do dia

Para a quantificação de néctar, devido ao tamanho diminuto das flores, não sendo possível mensurar com glicofita, a inspeção foi feita visualmente em flores ensacadas em pré-antese e monitoradas de uma em uma hora para a verificação do acúmulo de néctar em diferentes horários (três flores de cada indivíduo).

Visitantes florais

As informações sobre os visitantes florais, comportamento, horário e frequência dos mesmos foram obtidos por meio de observações focais, fotografias e filmagens que foram feitas nos meses de dezembro de 2015 e fevereiro de 2016, no período de 06:00 às 18:00, totalizando 80 horas de observação. Estas foram feitas por 10 a 15 minutos a cada 15 minutos de intervalo em cada indivíduo.

Os visitantes florais foram fotografados e coletados com auxílio de rede entomológica e frascos coletores e posteriormente montados a seco para identificação por especialista. O material testemunho foi depositado na Coleção Entomológica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.

Os visitantes foram classificados como: muito frequente (MF), quando a ocorrência de visitas foi maior que 10 em um intervalo de uma hora, frequente (F), quando a ocorrência foi entre 6 e 10 visitas no intervalo de uma hora e pouco frequente (PF) quando a ocorrência foi entre 1 e 5 visitas realizadas no intervalo citado acima.

Sistema reprodutivo

Para a verificação de formação de fruto sem fecundação nos indivíduos com flores pistiladas, 3 inflorescências de cada indivíduo foram ensacadas quando ainda na fase de botão, para que se evitasse a visita de polinizadores e monitorados para a verificação da formação de frutos. Para a avaliação de xenogamia foi realizado o cruzamento entre flores estaminadas e pistiladas usando o pólen de indivíduos do

mesmo ambiente. Após o tratamento as flores foram ensacadas para evitar a polinização por visitantes florais e acompanhadas para a verificação da formação de frutos.

Para o tratamento de polinização natural sem qualquer tipo de manipulação, 3 ramos de 10 indivíduos com flores pistiladas foram marcados e os botões florais mantidos em condições naturais. Foram contados os botões florais e posteriormente a taxa de frutificação

Para avaliar o sucesso reprodutivo, foi comparado a produção de frutos gerados da polinização natural com a polinização manual.

Dispersores

As informações sobre os possíveis dispersores e consumidores dos frutos de *P. guianensis*, foram obtidos por meio de observação focal e filmagens realizadas no mês de julho de 2015 que totalizaram 32h e coleta no mês abril de 2016 para confirmação da espécie com a especialista Dra. Cintia Cornelius (Departamento de Biologia/UFAM).

Resultados

Fenologia

A população de *Pagamea guianensis* apresentou emissão de inflorescência no mês de novembro e botões florais no mês de dezembro de 2015, a emissão de botões permaneceu durante quase toda a época de floração, variando na intensidade ao longo dos meses, sendo janeiro e fevereiro os meses com maior intensidade (57,5% e 21,25% respectivamente). A floração ocorreu de dezembro a maio, de forma lenta e contínua, apresentando poucas flores abrindo por dia, com maior pico de florada em fevereiro (23,75% de intensidade). Já em maio, a intensidade de floração havia reduzido a 12,5% (Figura 1)

A frutificação iniciou em fevereiro, que foi o mês com maior pico de floração, com início da maturação dos frutos em junho, com intensidade de 10% para frutos maduros nesse mês. De março a junho a frutificação apresentou intensidade de 25% para frutos imaturos. Observações prévias em campo evidenciaram que o total de frutos produzidos no ano de 2016 foi significativamente inferior ao observado em 2015, onde em maio, a intensidade de frutificação foi de 27,5%, para frutos imaturos, caindo para 25% apenas em junho, com início da maturação em julho, com intensidade de 22,5%

(Figura 2). Dessa forma, em 2015, o período de frutificação teve início em fevereiro, finalizando no mês de agosto. Sendo a frutificação, o período fenológico mais longo de *P. guianensis*. As fenofases de *P. guianensis* estão ilustradas na figura 3.

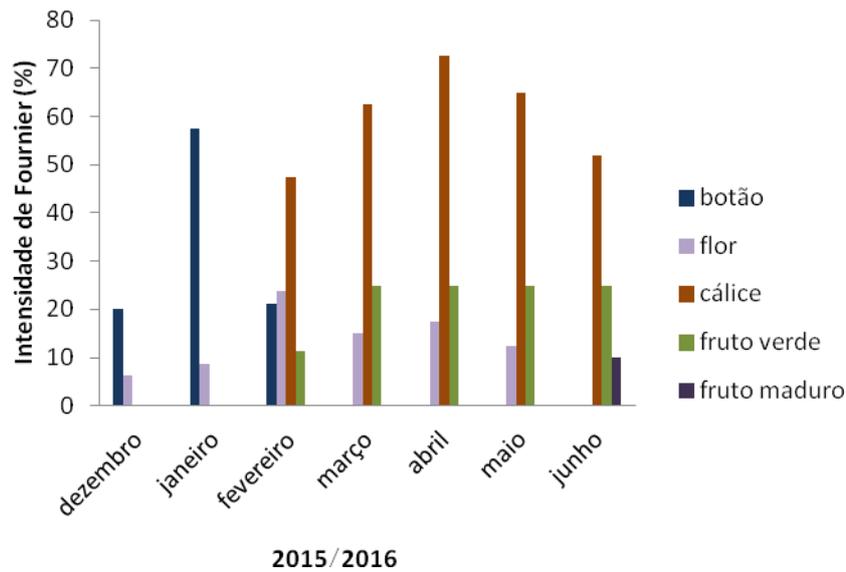


Figura 1) Intensidade de Fournier nas fenofases: botão, flor, cálice, frutos verdes e frutos maduros em *Pagamea guianensis*. (cálice = flor que não deu fruto)

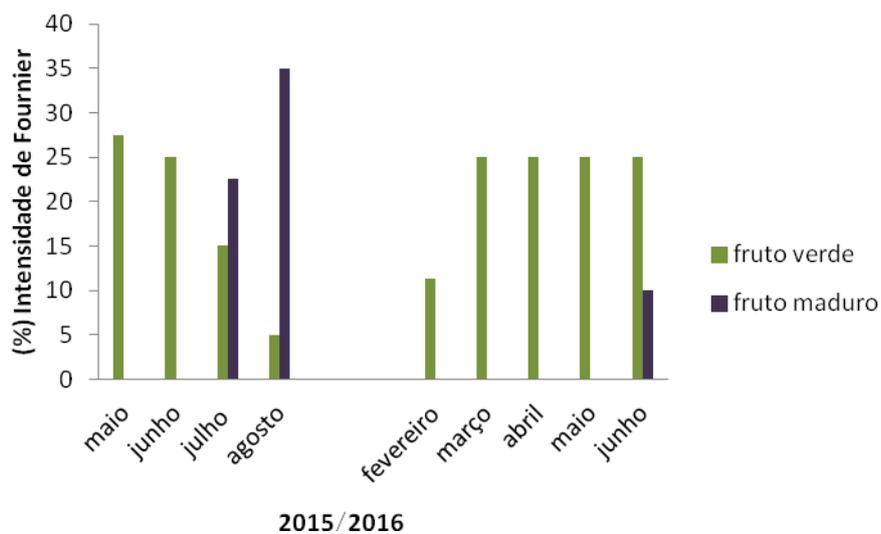


Figura 2) Intensidade de Fournier, nas fenofases: frutos verdes e frutos maduros em *Pagamea guianensis*.

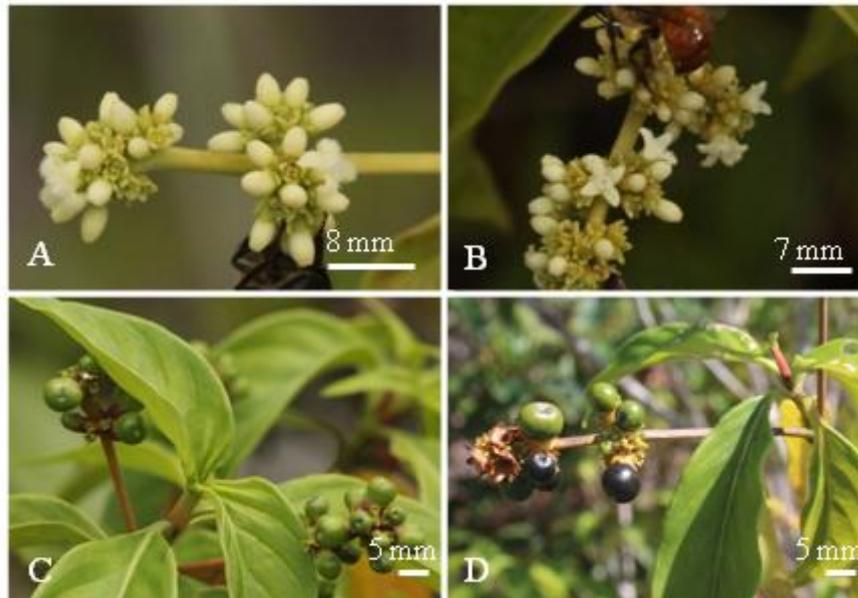


Figura 3) Fenofases de *Pagamea guianensis*: A) botão, B) flor, C) fruto imaturo e D) fruto maduro.

Morfologia e morfometria

Pagamea guianensis apresenta o hábito arbustivo ou arvoreta, folhas opostas, estípulas cilíndricas com o ápice fimbriado, inflorescência com cerca de 70 a 300 flores (Figura 4a). Sua flor é actinomorfa, gamocarpelar, com 4 a 5 pétalas que ficam reflexas quando totalmente abertas. Apresenta cálice verde, corola branca com tricomas diminutos tanto externo quanto internos, estes formam um anel no ápice do tubo da corola, restringindo ou dificultando o acesso ao interior da mesma. As flores, apesar de apresentarem morfologia distilica, são dioicas, flores pistiladas apresentam longo estilo com estigma bifido, papiloso, ovário bilocular, contendo um óvulo em cada lóculo e estaminoides apenas com ráfides (Figura 4f). As flores estaminadas apresentam pistilo reduzido, muito abaixo das anteras, enquanto seus estames epipétalos apresentam anteras com aberturas longitudinais sendo 56% destas apresentando grãos de pólen e valores médios de 48,16 grãos/antera. (Figura 4d). Destaque para os indivíduos 11 e 20 que não apresentaram grãos de polen (Tabela 2) e, quando retirados da análise observa-se que apesar da variação grande no número de polen por antera, em média 65,25% estavam corados (Tabela 2).

Foram encontradas diferenças significativas no comprimento e largura e diâmetro do ovário, cálice e corola entre os dois morfos florais. Apenas no comprimento e largura dos lóbulos da corola não foi observado diferenças significativas (Tabela 1).

(Tabela 1) Morfometria de *Pagamea guianensis* em uma área de campinarana no município de Iranduba-AM. Os valores (mm) são expressos em média \pm desvio padrão. P= 0,05

Caracteres	Estaminada	Pistilada
comprimento do ovário	0,572 \pm 0,049 ^A	0,932 \pm 0,075 ^B
largura do ovário	0,471 \pm 0,024 ^A	0,742 \pm 0,063 ^B
comprimento do cálice	1,475 \pm 0,910 ^A	2,387 \pm 0,101 ^B
largura do cálice	0,662 \pm 0,988 ^A	0,958 \pm 0,121 ^B
comprimento do corola	3,473 \pm 0,127 ^A	3,907 \pm 0,176 ^B
diâmetro do corola	1,122 \pm 0,028 ^A	1,521 \pm 0,092 ^B
comprimento dos lóbulos	2,385 \pm 0,114 ^A	2,682 \pm 0,151 ^A
largura dos lóbulos	0,967 \pm 0,463 ^A	1,076 \pm 0,066 ^A

Biologia floral

A antese ocorreu no início do amanhecer entre as 5:00 e 6:00 h, após esse período, por volta das 7:00 h a maioria das flores estavam abertas. O estigma estava receptivo logo após a antese da flor com a separação dos lóbulos estigmáticos e com confirmação por meio de peróxido de hidrogênio (H²O²) 10%. Os grãos de pólen, na coloração amarela, ficaram expostos logo após a antese por volta das 7:30h a 8:00h, contudo, foi observado que a maioria das flores abriam com as anteras murchas e escuras, essas foram consideradas estéreis, pela ausência ou baixa quantidade de pólen (Tabela 2).

Tabela 2) Quantidade de grãos de pólen corados e não corados das flores de *P. guianensis*. PNC = pólen não corado. PC= Pólen corado

indivíduo	PNC	PC	%
11	129	0	0
12	5	147	96,71053
13	352	116	24,78632
14	107	330	75,51487
15	0	647	100
16	26	23	46,93878
17	232	120	34,09091
18	0	29	100
19	103	81	44,02174
20	0	0	0

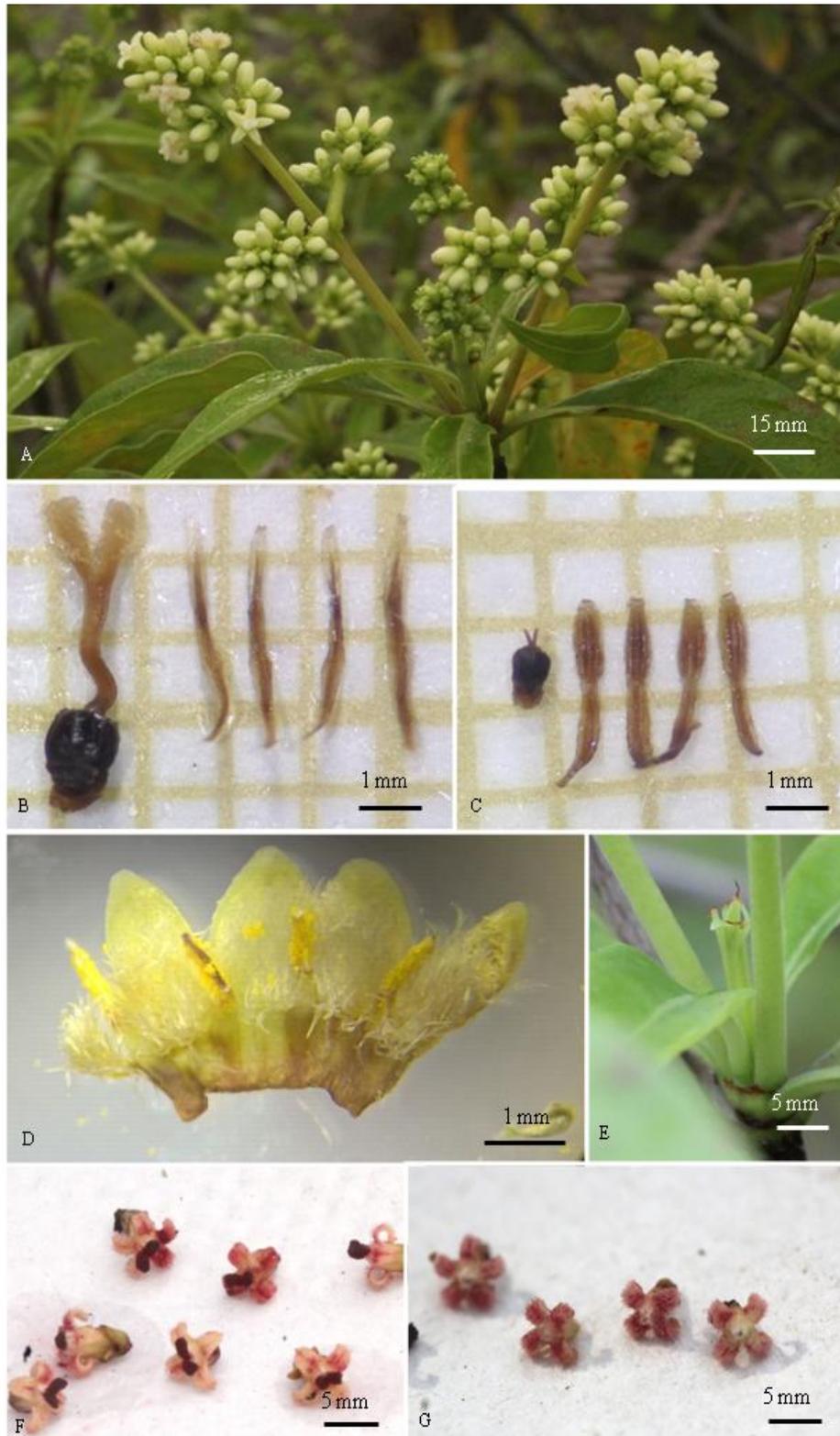


Figura 4) A) Inflorescência do tipo tirso (pistilada); B) pistilo e estaminódios em flor pistilada; C) estame e pistilódio em flor estaminada; D) Anteras em flor estaminada; E) estípula cilíndrica; F) resultado do teste para local de osmóforo

em flor pistilada; G) resultado do teste para local de osmóforo em flor estaminada.

A antese durou cerca de 12h, ficando amareladas e murchas após isso, ao todo a corola permaneceu na inflorescência por cerca de quatro dias, onde no quarto dia já estavam negras e por fim ocorria a abscisão da corola. As inflorescências apresentaram abertura dos botões de forma contínua, produzindo de 2 a 6 flores por dia. Foi observado que a distribuição dos indivíduos de *P. guianensis* se apresenta de forma agregada.

Nas flores ensacadas em pré antese foi possível observar o néctar que ficou acumulado no ápice do tubo da corola, acima do anel de tricomas, formando uma pequena gota por volta das 10h e a tarde por volta das 16h. O odor começou a ser liberado a partir das 6:20 h, permanecendo até o fim da tarde, contudo houve horários em que o odor era mais intenso, no período da manhã entre 7:00 e 10:00 h e no período da tarde entre as 15:00 e 16:00 h.

Por meio dos testes do vermelho neutro foi possível observar as áreas de liberação de odor (osmóforo), porém o mesmo padrão foi observado para ambos os morfos, onde foram coradas as partes internas das pétalas (Figura 4 F e G).

Os frutos apresentam coloração verde de fevereiro a junho e em julho começam a amadurecer, ficando roxo escuro a negro quando maduros (Figura 3 C e D).

Visitantes florais

Os visitantes florais de *P. guianensis* foram abelhas, vespas e dípteros, sendo registradas ao todo 11 espécies. As abelhas foram os visitantes mais frequentes com 47,74% das visitas, seguido das vespas com 41,61%. Os horários das visitas foram representados por classes em números romanos de I a XVII, onde cada classe representa meia hora (Figura 5) (Tabela 2).

No período da manhã as visitas iniciavam por volta das 6:30 h. A frequência de visitas aumentava entre as classes IV e VII (figura 5). Abelhas do gênero *Mesonychium*

(Figura 7 B), eram as primeiras a darem início as visitas. No período da tarde a frequência de visitas foi maior entre as classes XII e XIII.

As abelhas *Augochloropsis* SP (Figura 7 C). e *Mesonychium* sp. foram as visitantes mais frequentes com 28,3% e 10,6% respectivamente, iniciando as visitas por volta das 6:30h, coletando tanto néctar quanto pólen. *Augochloropsis* sp. ficava na mesma flor por 20 a 45 segundos, introduzindo a probóscide no tubo da corola e circundando a flor, encostando a cabeça nos estigmas e anteras. Foi observada realizando visitas durante o dia todo, com maior frequência entres as classes IV e V e a tarde nas classes XII e XIII. Pela manhã, a classe com maior frequência de visitas foi a V, onde *Augochloropsis* sp. teve frequência de 50%, seguida de *Mesonychium* sp. com 13,8%. Durante a tarde, a classe com maior frequência de visitas foi a XII, nessa, *Augochloropsis* sp. representava 40,62% das visitas.

As abelhas *Mesonychium* sp. foram mais frequentes no período da manhã, com maior frequência na classe VII, sendo responsáveis por 29,03% das visitas nessa classe. Estas visitam as flores, permanecendo de quatro a dez segundos, nas flores pistiladas, coletam néctar introduzindo a proboscídea no estigma das flores e nas flores estaminadas, introduzindo a cabeça para coletar pólen das anteras. Depois de forragear várias flores, ela reinicia as visitas na mesma inflorescência.

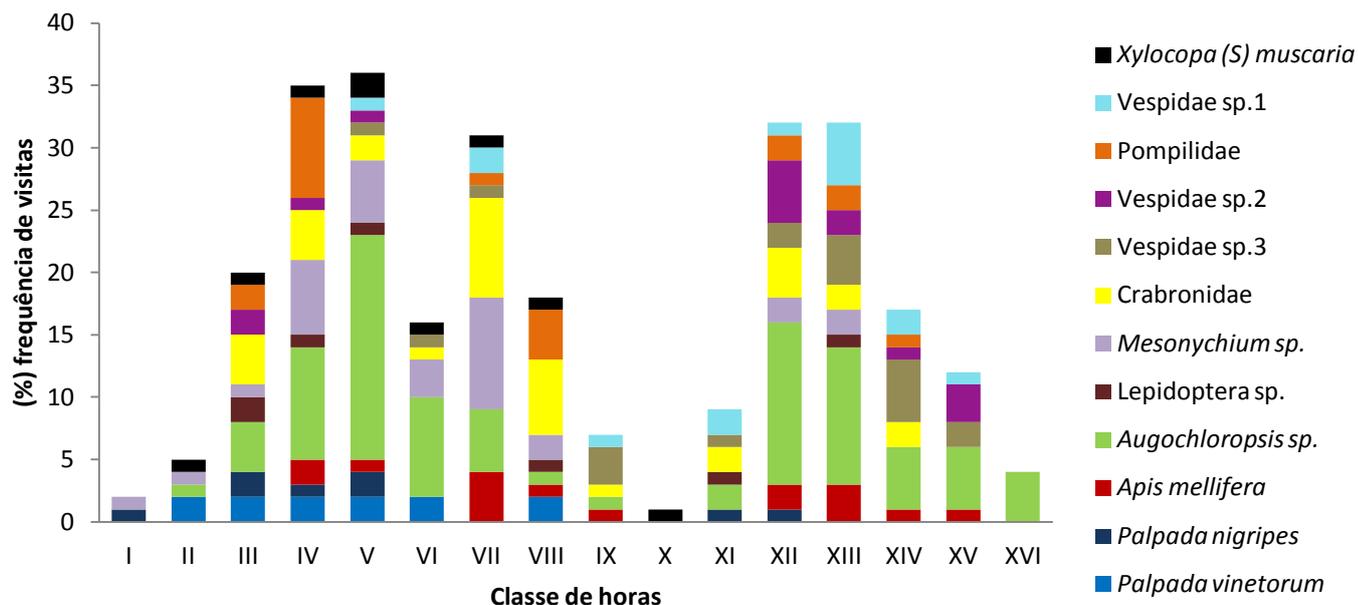


Figura 5) Gráfico com a porcentagem da frequência de visitas realizadas em cada classe de horário, com os visitantes florais que apresentaram a partir de 5% de visitas. Classe I- 6:30 –7:00; classe II- 7:01 – 7:30; classe III- 7:31 – 8:00; classe IV- 8:01 – 8:30; classe V- 8:31 – 9:00; classe VI- 9:01 – 9:30; classe VII- 9:31 – 10:00; classe VIII- 10:01– 10:30; classe IX- 10:31 – 11:00; classe X- 11:01 – 11:30- classe XI- 14:00- 14:30; classe XII- 14:31 – 15:00; classe XIII- 15:01 – 15:30; classe XIV- 15:31 – 16:00; classe XV- 16:01 – 16:30- classe XVI- 16:31 – 17:00- classe XVII- 17:01 – 17:30

As abelhas *Apis mellifera* (Figura 7 A) e *Xylocopa (S) muscaria* (Figura 7 F), foram menos frequentes, com 5,16% e 2,90% das visitas, respectivamente. *A. mellifera* realizou visitas rápidas de dois a três segundos na flor, introduzindo a probóscide no tubo da corola. Suas visitas estão distribuídas durante o dia todo, contudo, pela manhã, apresentou maior frequência na classe VII com 12,90%. *X. (S) muscaria* faz visitas rápidas, de dois a quatro segundos, visitando várias flores por inflorescência e trocando rapidamente de inflorescência, permanecendo um longo período no mesmo indivíduo. *X.(S) muscaria* foi observada realizando visitas preferencialmente durante a manhã.

Depois das abelhas, as vespas apresentaram 41,61% das visitas, desse total, as mais frequentes, com 28,68% das visitas foram as vespas da família Crabronidae (Figura 7 G). Apesar de serem observadas durante todo o dia, foi notada uma preferência pela parte da manhã. Essas visitam as flores de dois a três segundos, forrageando o maior número de flores possíveis numa inflorescência, penetrando a probóscide no tubo da

corola para coletar néctar e pólen. A porcentagem e frequência dos principais visitantes está representada na figura 6 e tabela 3.

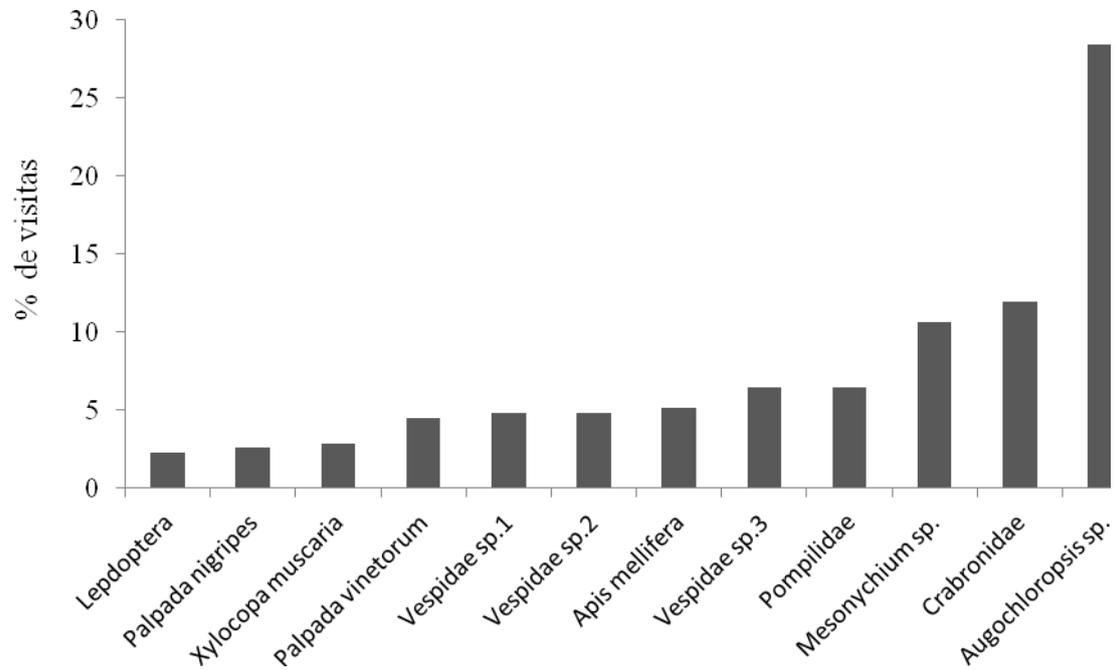


Figura 6) Gráfico dos principais visitantes florais observados em *Pagamea guianensis* que apresentaram a partir de sete de visitas

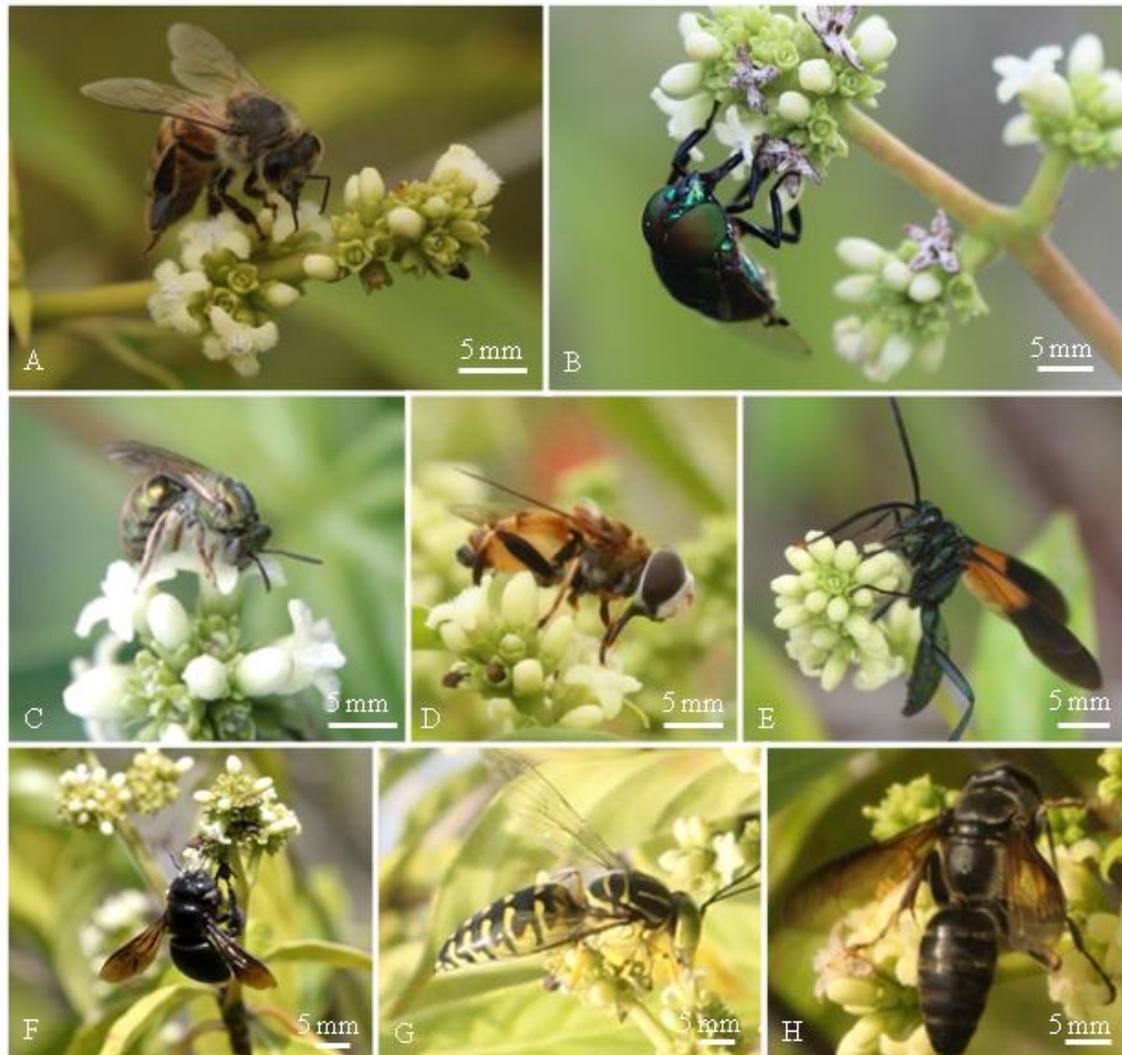


Figura 7) Visitantes florais de *Pagamea guianensis*. A) *Apis mellifera*, B) *Mesonychium* sp., C) *Augochloropsis* sp., D) *Palpada vinetorum*, E) Pompilidae, F) *Xylocopa* (*S*) *muscaria*, G) Crabronidae, H) Vespidae sp. 2

Tabela 3) Visitantes florais de *Pagamea guianensis* coletados e identificados, com porcentagem e frequência de visitação. MF- muito frequente (> 10 visitas/hora), F- frequente (6 - 10 visitas/hora) PF- Pouco frequente (1-5 visitas/hora).

Ordem/ Família	Gênero/Espécie	%	Frequência
HYMENOPTERA			
Apidae	<i>Mesonychium</i> sp.	10,6	MF
Apidae	<i>Xylocopa</i> (<i>S</i>) <i>muscaria</i> (Fabricius, 1775)	2,9	PF
Apidae	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	5,16	PF
Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp.	28,3	MF
DIPTERA			
	<i>Palpada nigripes</i> (Fabricius, 1798)	2,5	PF
	<i>P. vinetorum</i> (Wiedemanns, 1830)	4,5	PF
VESPIDAE			
Scoliidae		1,2	PF
Pompilidae		6,45	F
Crabronidae		11,9	MF
Sphecidae		4,8	PF

Sistema reprodutivo

Foi observado que apenas as plantas com flores pistiladas produziram frutos, enquanto plantas com flores estaminadas não produziram frutos, apenas pólen. Além de que os tratamentos indicaram que *P. guianensis* não é apomítica, nenhuma das inflorescências ensacadas formaram frutos. Sendo assim, obrigatória a polinização cruzada para esta espécie.

Para realizar os cruzamentos entre os indivíduos, foi observado que a maioria das anteras estava murcha e sem pólen, tendo assim, dificuldade para encontrar pólen na maioria dos indivíduos. Dessa forma, foram consideradas inférteis as anteras sem grãos de pólen.

Houve formação de frutos tanto no teste de polinização manual quanto no teste controle de polinização natural. Contudo, na polinização manual foi observada uma porcentagem maior de frutificação (Tabela 4)

Tabela 4. Resultado dos testes de polinização controlada em *Pagamea guianensis* em uma campinarana no município de Iranduba-AM.

Tratamento	Nº de flores/botões	Nº de frutos	%
Apomixia	1422	0	0
Polinização natural	287	154	53
Polinização manual	81	56	69

Dispersores

Ramphocelus carbo (Pallas, 1764) (Ave: Thraupidade), mais conhecida na Amazônia como pipira vermelha, foi a única espécie observada consumindo os frutos de *P. guianensis*, podendo ser o possível dispersor dessa espécie. Sempre em grupo com machos e fêmeas, permaneciam na árvore de dois a três minutos, consumindo os seus frutos. Em campo, foi observado que a espécie apresenta dimorfismo sexual, o macho apresenta a base do bico branca, apresentando coloração mais escura e vermelha na região do pescoço. Já as fêmeas são marrom claro, com o bico todo preto.



Figura 8) *Ramphocelus carbo*, possível dispersor de *Pagamea guianensis*. A) fêmea e B) macho.

Discussão

Fenologia

Pagamea guianensis possui ciclo anual com duração intermediária, segundo a classificação de Newstrom *et al.* (1994). Quando há a presença de flores de um a cinco meses, a espécie é considerada sazonal (Frankie 1974). Essa mesma classificação foi relatada para *P. duckei* (Terra-Araujo *et al.* 2012), *P. coriacea* (Esteves e Vicentini, 2013), *Randia itatiaiae* (Ávila Jr, 2005) e *Psychotria nuda* (Almeida e Alves, 2000), todas pertencentes a Rubiaceae, assim como para a maioria das espécies arbóreas tropicais (Morelato 1991). Para Gentry (1974, 1990) esse tipo de floração é denominado cornucópia, caracterizado pela produção de flores por longas semanas e apresentar entre os polinizadores, pequenas abelhas.

A floração de *P. guianensis* ocorreu de dezembro a maio, coincidindo com o período de maior pluviosidade, contudo, os meses que antecederam o início da florada (setembro a dezembro de 2015) apresentaram uma quantidade consideravelmente menor na precipitação, quando comparados com os mesmos meses em 2013 e 2014 (figura 9), pois além de ser a época de seca na região, ocorreu o evento El niño, que acarretou em uma seca maior que a esperada. Isso pode ter afetado a produção de flores no ano de 2016 e ter resultado numa queda drástica na produção de frutos, como observado neste estudo.

Dados semelhantes foram obtidos por Kinoshita e Pereira (2007) para oito espécies de Rubiaceae, as quais também apresentaram floração na estação chuvosa, sendo anuais. Por apresentar floração na estação chuvosa, os autores sugerem que o clima possa ser um dos principais fatores que regulam esta fenofase. Contudo, os caracteres genéticos e as interações das plantas com dispersores e polinizadores, devem ser levados em consideração como fatores que regulam o período de floração (Costa *et al.* 1997).

Observações de campo realizadas no período de floração no ano de 2015 mostraram que a floração foi significativamente mais intensa, inclusive no número de visitantes florais. Os dados das exsicadas registradas no herbário INPA também evidenciaram que a espécie tem um período de floração maior do que o registrado neste estudo para o ano de 2016, pós El Niño.

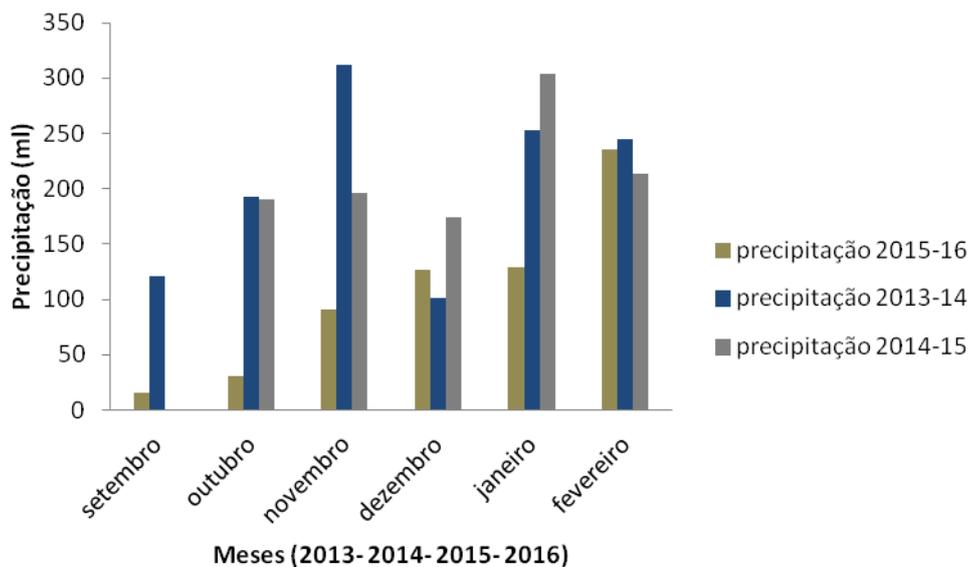


Figura 9) Dados de precipitação de 2013, 2014, 2015 e 2016 nos meses de setembro a fevereiro.

Segundo van Schaik *et al.* (1993), os fatores abióticos como: água, luz, minerais e gás carbônico são fatores limitantes na produção de flores e frutos nas plantas.

Em um trabalho realizado por van Schaik *et al.* (1993), 67% das regiões com estação seca marcadas, apresentam maior floração na estação chuvosa. Outras espécies em Rubiaceae apresentam floração na estação chuvosa, como grande parte das *Psychotria*. Algumas delas são *Psychotria suturella* (Lopes e Buzato 2005), *P. nuda* (Almeida e Alves 2000), *P. trichophoroides*, *P. prunifolia*, *P. hoffmannseggiana*, *P. gracilentia* e *P. cephalantha* (Oliveira, 2008), assim como *Pagamea duckei* (Terra-Araujo *et al.* 2012). Essas espécies também apresentaram floração anual, contudo em estudos feitos com espécies de *Psychotria* em regiões com baixa sazonalidade, mostraram que a maioria delas, florescem mais de uma vez por ano (Newstrom *et al.* 1994)

Segundo Oliveira (2008), parece haver uma tendência na maioria das espécies de Rubiaceae em florescer durante a estação chuvosa.

Apesar de ser um dos fatores limitantes para o início da floração, a precipitação pode não ser o principal fator biótico para o mesmo (Daïnou *et al.* 2012), o comprimento do dia, a temperatura e umidade, podem estar significativamente relacionados (Morellato *et al.* 1989, 1990, 2002). Contudo, a seca que antecedeu a

floração foi significativamente mais severa que os anos anteriores (2013 e 2014) e segundo Morellato (2002) o aumento da pluviosidade, conseqüentemente aumenta a quantidade de decomposição da serrapilheira, distribuindo assim, nutrientes para o solo, o que influencia na produção da planta.

Dados obtidos da página do INFOCLIMA (<http://infoclima.cptec.inpe.br> 2016) informam que de setembro a dezembro de 2015, as chuvas foram abaixo da média histórica na maior parte do país. Esse fato foi determinado pelo fenômeno El Niño-Oscilação Sul que atingiu valores de Superfície do Mar que excederam em 4°C os valores médios históricos na área central do Pacífico Equatorial. O índice oceânico que caracteriza a intensidade desse fenômeno apresentou categoria elevada a muito forte nos meses citados acima, igualando-se assim ao El Niño de 1997 – 1998, que foi o mais intenso no registro histórico desde 1950.

No mês de janeiro de 2016 a escassez hídrica e a elevada temperatura persistiram sobre quase toda a região Norte, principalmente no Amazonas e Roraima. Apenas no mês de fevereiro, o El Niño iniciou seu declínio.

Biologia Floral

Para Vicentini (2007), as flores em *Pagamea* apresentam morfologia conservada, variando principalmente no tamanho e sistema reprodutivo. Nas observações apenas morfológicas em campo, *P. guianenses* poderia ter sido erroneamente considerada como heterostílica, Outras espécies que também pertencem ao clado dioico de *Pagamea* são: *P. duckei* e *P. coriaceae*, a primeira apresentou dioiccia funcional, semelhante a *P. guianensis* (Terra-Araujo *et al.* 2012) enquanto a segunda apresentou flores tanto hermafroditas como homostílicas. (Esteves e Vicentini 2013).

O fato de o dimorfismo sexual aparecer somente nas estruturas reprodutivas, para plantas dioicas, como no caso de *P. guianensis*, foi pressuposto por Bawa (1980), pois segundo o autor, o sucesso da polinização, precisa ser garantido em ambos os morfos das plantas dioicas.

As flores iniciaram a antese e liberação do grão de pólen nas primeiras horas do dia (7-8h), porém houve dificuldade de encontrar anteras férteis. Segundo (Opler e Bawa 1978) a alta quantidade na produção de grãos de pólen, em relação ao número de óvulos produzidos, é uma característica de espécies arbóreas tropicais. As flores tiveram

duração de 96h, sendo consideradas receptivas somente no primeiro dia, quando ainda não estavam murchas e nem apresentando cor amarelada. Corroborando com Primack (1985), segundo o mesmo, espécies de florestas tropicais, apresentam flores com duração de cerca de um dia. O mesmo foi observado para outras Rubiaceae, como *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg. (Coelho e Barbosa 2003), e mais oito espécies observadas no Parque Estadual das várzeas do Rio Ivinhema (Kinoshita e Pereira 2007), as quais tiveram duração por cerca de um dia.

Em campo foi observado que *P. guianensis* apresenta distribuição dos indivíduos agregada, com inflorescências apresentando abertura dos botões de forma lenta e contínua, variando de duas a seis flores abertas por dia, em cada inflorescência, esse tipo de floração é considerada por Gentry (1974) como steady-state (estacionário), com poucas flores abertas por dia. Esse tipo de distribuição agregada, também foi descrita em *Psychotria nuda*, *P. brasiliensis* (Almeida e Alves, 2000) e *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg. (Coelho e Barbosa, 2003), ambas pertencentes a Rubiaceae, e segundo (Bawa e Opler 1975) este tipo de distribuição é um padrão em espécies dioicas.

Por apresentar flores pequenas e um baixo número de flores abertas por dia por inflorescência, esse tipo de distribuição espacial se torna de suma importância na atração visual de polinizadores, uma vez que dessa forma haverá um maior número de flores abertas agrupadas (Grandisiole 1997)

Visitantes florais

As flores de *P. guianensis* receberam visitas de uma gama de visitantes, como: vespas, dípteros, borboletas, porém, o principal grupo de polinizadores é o das abelhas. O mesmo foi observado em *P. duckei*, por (Terra-Araujo *et al.* 2012) que recebeu principalmente visitas de abelhas.

Segundo Vicentini (2007), a morfologia floral de *Pagamea* sugere polinização por insetos generalistas por produzirem pouco néctar. O que corrobora o observado nesse estudo. Nenhum dos visitantes registrados foi observado atuando como pilhador, pois todos tocaram as partes reprodutivas de ambos os morfos. Foram observados como pilhadores, apenas algumas formigas e micro aranhas (não referenciadas no item: figura 5). O mesmo foi observado com *Psychotria poeppigiana*, onde pilhadores não foram observados, apenas formigas e um micro-himenóptero (Coelho e Barbosa 2003).

Segundo Bawa (1980) a polinização por abelhas pequenas é característica de espécies tropicais dioicas e para Proctor *et al.* (1996), flores que apresentam coloração opaca e néctar com fácil acesso, como as flores observadas neste estudo, são polinizadas por vespas, ambos grupos foram observados como os visitantes mais frequentes em *P. guianensis*. Desta forma, pode ser considerada entomófila generalista, como proposto por Faegri e van der Pijl (1979) e Richards (1986)..

Essa diversidade de visitantes florais também foi observada em outras Rubiaceae, como *P. duckei* (Terra-Araujo *et al.* 2012), apesar desta não compartilhar nenhum visitante com *P. guianensis*. O mesmo também foi observado por Oliveira (2008) em cinco espécies de *Psychotria*: *P. trichophoroides*, *P. prunifolia*, *P. cephalantha*, *P. gracilentata* e *P. hoffmannseggiana* e em *P. barbiflora* (Teixeira e Machado 2004)

Augochloropsis sp. foi o visitante com maior frequência. Segundo (Avanzi e Campos 1997; Lopes e Machado 1986; Oliveira-Filho e Oliveira 1988) é caracterizada por promover a polinização vibrátil e geralmente é observada visitando espécies que apresentam anteras do tipo poricidas, as quais oferecem principalmente pólen como recompensa, como no caso de *Mouriri acutiflora* Naudin (Bawa 1983; Oliveira *et al.* 2012), que tem como um dos polinizadores efetivos, *Xylocopa (S) muscaria*, a qual também apresenta polinização vibrátil e ocorre neste estudo. Contudo, nas observações realizadas em campo, ambos os gêneros não apresentaram o comportamento do tipo “buzz pollination”. As duas espécies de abelhas introduziam a cabeça no tubo da corola de ambos os morfos florais e encostavam seus abdomens excluir cabeças nos estigmas e anteras.

Num estudo realizado por Vásquez e Webber (2010), *Augochloropsis* sp. e *Xylocopa* spp. apresentaram comportamento semelhante e por encostar partes do corpo nas partes reprodutivas da flor, foram consideradas polinizadores de *Lindackeria paludosa*.

Rinorea pubiflora, assim como *P. guianensis*, apesar de apresentarem anteras com deiscência do tipo longitudinal, apresentaram *Augochloropsis* sp. como um dos polinizadores (Santos 2005), de forma que essas espécies de abelhas não estão restritas a visitas somente em flores com anteras do tipo poricida. Nesse estudo, *X.(S). muscaria* apresentou visitas exclusivamente no período da manhã, similar a um estudo realizado com espécies do Cerrado, onde outra espécie de *Xylocopa* (*X. suspecta*) também foi

mais abundante pela parte da manhã, apresentando uma possível preferência do gênero por esse período.

Apis mellifera foi a terceira espécie de abelha mais frequente entre os visitantes florais. E de acordo com Pigozzo & Viana (2010) espécies sociais como *A. mellifera*, são mais generalistas e inclinam-se a visitar um alto número de espécies vegetais. Segundo Schmidt & Johnson (1985), um dos fatores responsáveis pelo alto sucesso de *A. mellifera*, é a utilização do pólen onde estiver disponível no momento, além de ser ativa ao longo do ano, assim como meliponíneos (Sakagami & Laroca 1971; Laroca *et al.* 1982).

Representantes de quatro famílias de vespas foram observadas visitando as flores de *P. guianensis*, destas, uma espécie de Cabronidae foi o segundo visitante com maior frequência. No estudo de Oliveira (2008), Vespidae sp1 foi considerada polinizador ocasional de *Psychotria hoffmannseggiana* e *P. gracilentata*, e pilhador em *P. trichophoroides*.

P. guianensis apresenta características florais como: baixa produção de néctar e pólen, tubo da corola curto, flores actinomorfas e pétalas brancas, que segundo Endress (1994) são características de flores polinizadas por abelhas e vespas.

Uma espécie de vespa da família Scoliidae, apresentou frequente visitação em *P. guianensis*, também foi muito frequente nas visitas a *P. barbiflora*, e considerado um de seus principais polinizadores (Teixeira e Machado 2004)

No estudo de Rodrigues e Consolaro (2013), *Psychotria goyazensis* Mull. Arg. foi observada, também recebendo visitas somente de insetos, sendo a maioria Dípteros. Eles consideraram as visitas legítimas, pois todos os visitantes tocaram as anteras e os estigmas com a frente do corpo.

Sistema reprodutivo

Segundo Vicentini (2007) dioicia e homostilia, são os sistemas de reprodução mais observados em pagamea, para o autor, a dioicia tem uma única origem em *Pagamea*. Essa característica de dioicia funcional também foi observada em *Randia itatiaiae* (Ávila Jr 2005), *P. duckei* (Terra-Araujo *et al.* 2012), nas flores consideradas pistiladas, os estaminoides não apresentam grãos de pólen.

Para Rottenberg (1998) a presença de rudimentos sexuais em ambos os morfos florais, pode indicar que o sistema reprodutivo na espécie pode ser um fenômeno recente, além de que, é comum em flores de espécies dioicas, a presença de órgãos rudimentares não funcionais (Bawa & Opler 1975; Fleig 1989, Kato & Nagamasu 1995)

P. guianensis não é apomítica, sendo obrigatória a polinização cruzada para a formação dos frutos. Para realizar os cruzamentos entre os indivíduos, foi observado que a maioria das anteras estava murcha e sem pólen, tendo assim, dificuldade para encontrar pólen na maioria dos indivíduos. Esse fato pode estar ligado ao estresse hídrico que antecedeu a fenofase reprodutiva de *P. guianensis*, no qual o evento El niño ocorreu junto com estação seca na região, sendo a água um dos fatores abióticos limitantes na reprodução das plantas (van Shaick *et al.* 1993).

Mesmo com dificuldade em encontrar anteras com grãos de pólen viável, nas que foram observadas obteve-se até 160 grãos de pólen por antera. Segundo Carmo e Franceschinelli (2002), a grande quantidade de grãos de pólen, pode aumentar as chances de estes chegarem aos estigmas, mesmo havendo grandes perdas.

Houve formação de frutos em ambos os testes de polinização natural e manual, com uma porcentagem maior de frutificação no de polinização manual (Tabela 4). Resultado também observado em *P. duckei* (Terra-Araujo *et al.* 2012)

A baixa porcentagem de formação de frutos no tratamento natural, nesse estudo, pode estar relacionada com a baixa produção de grãos de pólen.

Ambos os morfos, estaminados e pistilados, apresentaram ovário bilocular, com um óvulo em cada lóculo, contudo, nas flores estaminadas, o óvulo é consideravelmente reduzido (Tabela 1) Característica também observada em *Pagamea duckei* (Terra-Araujo *et al.* 2012), *P. coriacea* (Esteves e Vicentini 2013) e *Randia itatiaiae* (Ávila Jr 2005)

Sucesso reprodutivo

P. guianensis apresentou baixa taxa de formação de frutos no tratamento de controle natural. Além de que mostrou uma alta porcentagem de flores que não produziram frutos, em comparação as fenofases de flor e fruto durante todos os meses de contagem (figura 1). De novo, essa observação pode estar relacionada ao fenômeno El Niño, que reduziu sensivelmente o investimento reprodutivo da espécie nesse ano de estudo. Como observado por Wiens *et al.* (1987). Os autores relataram baixo sucesso reprodutivo pré- emergente em plantas que se reproduziam por xenogamia, o que resultou em altas taxas de aborto. Segundo os autores supracitados, há vários fatores que explicam essa alta taxa de aborto, como fatores genéticos, ambientais e disponibilidade de recursos e polinizadores.

No estudo realizado por Terra-Araujo *et al.* (2012), *P. duckei* apresentou resultado similar, no qual houve uma menor porcentagem na taxa de frutificação no tratamento controle de polinização natural, quando comparado ao teste de polinização manual.

No presente estudo, o fato pode ser explicado tanto por fatores ambientais como baixa pluviosidade, baixa disponibilidade de recursos como grãos de pólen e menor abundancia de visitantes, principalmente quando esses são comparados à ocorrência observada em 2015, óvulos não fecundados, grãos de pólen inviáveis e inclusive o aborto.

Dispersores

Durante as observações, apenas a ave *Ramphocelus carbo* foi observada se alimentando dos frutos de *P. guianensis*. Segundo Carvalho (1957) é um pássaro frequente nas capoeiras do norte do Brasil e em países vizinhos. Neste estudo, ao serem coletados, foi deduzido que ingeriam os frutos e sementes inteiras, pois os mesmos defecavam as sementes integras. Comportamento também observado para *R. carbo* nas seguintes espécies vegetais: *Trema micranta* (L) Andreani *et al.*(2014), *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin. (Purificação *et al.*, 2015), *Miconia staminea* (Desr.) DC. e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart., (Purificação *et al.* 2014)

Espécies das famílias Thraupidae e Tyrannidae (Passeriformes), demonstram serem as principais espécies potencialmente dispersoras de sementes e nos trabalhos citados acima, foram considerados potenciais dispersores por consumirem os frutos ou sementes inteiras.

Conclusão

P. guianensis é uma espécie dioica com órgãos reprodutivos rudimentares não funcionais, que apresenta ciclo de floração anual intermediário. Suas flores apresentam início da atividade logo ao amanhecer e ambos os morfos apresentam diferenças morfométricas sensíveis, contudo significativas. Apesar de ser considerada entomófila generalista, recebeu visitas principalmente de abelhas e tem como potencial dispersor a ave *Ramphocelus carbo*.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes pela bolsa concedida ao primeiro autor, à FAPEAM pelo apoio financeiro, pelo apoio logístico da prefeitura do CAMPUS por meio dos transportes e pela infraestrutura no campo cedida pelas famílias de dona Nadima, Giselen e Sr. Dicson. À Dra Cintia Cornelius pela coleta e identificação do pássaro e ao especialistas Thiago Mahlmann e Miranda (INPA) pela identificação dos insetos.

Referências bibliográficas

Almeida, E.M. & Alves, M.A. 2000. Fenologia de *Psychotria nuda* e *P. brasiliensis* (Rubiaceae) em uma área de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. Acta Botânica Brasílica 14:335-346.

Ávila Jr., R. S. A. 2005. Biologia reprodutiva de *Randia itatiaiae* (Rubiaceae): espécie dioica polinizada por lepidópteros diurnos e noturnos no Parque Nacional do Itatiaia, RJ. – Rio de Janeiro. 71 p.

Andreani, D. V. N., Macedo, M., Evangelista, M. M. e Almeida, S. M. 2014. Aves como potenciais dispersoras de *Trema micrantha* (L.) Blume (Cannabaceae) em um fragmento florestal no estado de Mato Grosso

Almeida, E. M. e Alves, M A. S. 2000. FENOLOGIA DE *PSYCHOTRIA NUDA* E *P. BRASILIENSIS* (RUBIACEAE) EM UMA ÁREA DE FLORESTA ATLÂNTICA NO SUDESTE DO BRASIL. *Acta bot. bras.* 14(3): 335-346.

Anderson, A.B. 1981. White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 13(3): 199-210.

Avanzi, M.R.; Campos, M.J.O. 1997. Estrutura de guildas de polinização de *Solanum aculeatissimum* Jacq. e *S. variable* Mart. (Solanaceae). *Revista Brasileira de Biologia*, 57:

Bawa KS & Opler PA (1975) Dioecism in tropical forest trees. *Evolution*, 29:167-179.

Bawa KS (1980) Evolution of dioecy in flowering plants. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 11:15-39.

Bawa, K.S. 1983. Patterns of flowering in tropical plants. *In Handbook of experimental pollination biology* (C.E. Jones & R.J. Little, eds.). Scientific and Academic Editions, New York, p.394-410.

Barret, S.C.H. & Richards, J.H. 1990. Heterostyly in tropical plants. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 55:35-61.

Campos, A. M.; Freitas, J. L.; Santos, E. S.; Silva, R. B. L. 2013 Fenologia reprodutiva de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em floresta de terra firme em Mazagão, Amapá. *Biota Amazônia*. Macapá-AP, v. 3, n. 1, p. 1-8.

Carvalho, C. 1957. Notas sobre a biologia do *Ramphocelus carbo* (passeres: Thraupidae). *Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi, nova série, Zoologia* 5:1- 20

Carmo, RM., Franceschinelli, EV. and Silveira, FA., 2004. Introduced honeybees (*A. mellifera*) reduce pollination success without affecting the floral resource taken by native pollinators. *Biotropica*, vol. 36, no. 3, p. 371-376.

Coelho, C.P. & Barbosa, A.A.A. 2003. Biologia reprodutiva de *Palicourea macrobotrys* Ruiz & Pavon (Rubiaceae): um possível caso de homostilia no gênero *Palicourea* Aubl. *Revista Brasileira de Botânica* 26: 403-413.

Coelho, C.P.; Barbosa, A.A.A. 2004. Biologia reprodutiva de *Psychotria poeppigiana* Muell. Arg. (Rubiaceae) em mata de galeria. *Acta Botanica Brasilica* 18(3): 481-489.

Dafni A (1994) *Pollination ecology – A practical approach*. Oxford, Oxford University Press. 260p

Dalling, J.M 2002. Ecología de semillas. In: *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales* (Guariguata M.R. & Kattan G.H. eds.) LUR, Cartago. pp. 345-375.

- Esteves, S. M. e Vicentini, A. 2013. Cryptic species in *Pagamea coriacea* sensu lato (Rubiaceae): evidence from morphology, ecology and reproductive behavior in a sympatric context. *Acta Amazônica*, VOL. 43(4) 2013: 415 – 428.
- Endress, P.K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge University Press, Cambridge. 511p
- Faegri, K.; van der Pijl. L. 1979. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, Oxford, New York. 244p.
- Fleig, M.; Klein R. M. 1989. Anacardiáceas. *Flora Ilustrada Catarinense*, Itajaí, Brasil, 64 pp.
- Fournier, L. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24:422-423.
- Franco, W.; Dezzeo, N. 1994. Soils and soil-water regime in the terra-firme-caatinga Forest complex near San Carlos de Rio Negro, State of Amazonas, Venezuela. *Interciencia*, 19(6): 305-316.
- Frankie, G.W., Baker, H.G. & Opler, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62:881-913.
- Gentry, A. H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6(1): 64-68.
- Grandisioli, E.A.C. 1997. Biologia reprodutiva e estrutura da população de *Psychotria suterella* Müll. Arg. (Rubiaceae) em um fragmento de mata secundária em São Paulo (SP). Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Hopkins, M.J.G. 2007. Modelling the known and unknown plant biodiversity of the Amazon Basin. *Journal of Biogeography* 34:1400-1411.
- Hoffman, M.T. 1992. Functional dioecy in *Echinocereus coccineus* (Cactaceae): Breeding systems, sex-ratios, and geographic range of floral dimorphism. *American Journal of Botany* 79 (12): 1382-1388.
- Igersheim, A.; Puff, C.; Leins, P. & Erbar, C. 1994. Gynoecial development of Gaertnera L. and of presumably allied taxa of the Psychotrieae (Rubiaceae): secondarily —superior| vs. inferior ovaries. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 116: 401-414.
- Kato, M. & Nagamasu, H. 1995. Dioecy in the endemic genus *Dendrocacalia* (Compositae) on the Bonin (Ogasawara) island. *Journal of Plant Research* 108:443-450.

Kevan, P. G., e Lack, A. J. 1985. Pollination in a cryptically dioecious plant *Decaspermum parviflorum* (Lam.) A. J. Scott (Myrtaceae) by pollen-collecting bees in Sulawesi, Indonesia. *Biological Journal of the Linnean Society* 25: 319-330

Kearns, C.A. & Inouye, D.W. 1993. *Techniques for pollination biologists*. University Press of Colorado, Niwot.

Kubitzki, K. 1990. The psammophilous flora of northern South America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 64:248–253.

Laroca, S. J. R. Cure & C. Bortoli. 1982. A associação das abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área restrita no interior da cidade de Curitiba (Brasil): uma abordagem biocenótica. *Dusenya* 13: 93–117.

Lopes, A.V.; Machado, I.C.S. 1986. Biologia floral de *Swartzia pickelii* Killip ex Ducke (Leguminosae Papilionoideae) e sua polinização por *Eulaema* spp. (Apidae-Euglossini). *Revista Brasileira de Botânica*, 9(1): 17-24.

Luizão, F.J.; Luizão, R.C.C.; Proctor, J. 2007. Soil acidity and nutrient deficiency in central Amazonian heath forest soils. *Plant Ecology*, 192: 209-224.

Morellato, L.P.C., Rodrigues, R.R., Leitão Filho, H.F. & Joly, C.A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semi-decídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 12:85-98.

Morellato, L. P. C. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia* 50(1): 149-162.

Morellato, L.P.C. 1991. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Morellato, L.P.C., Tallora, D.C., Takahasi, A., Bencke, C.C., Romera, E. & Ziparro, V.B. 2000. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32:811-823.

Naiki, A. & Kato, M. 1999. Pollination system and evolution of dioecy from distyly in *Mussaenda parviflora* (Rubiaceae). *Plant Spec. Biol.* 14(3):217-227. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1442-1984.1999.00021.x>

Newstrom, L. E., G. W. Frankie, And H. G. Baker. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forests trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141–159.

Oliveira-Filho, A.T.; Oliveira, L.C.A. 1988. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) em Lavras, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, 11(1):23-32.

Opler, P.A. & Bawa, K.S. 1978. Sex ratios in tropical forest trees. *Evolution* 32:812-821.

Oliveira, Fabiana dos Santos ; Rêgo, M. M. C. ; Albuquerque, P. M. C. 2012. Cargas polínicas de abelhas visitantes de *Mouriri acutiflora* Naudin (Myrtales, Melastomataceae), Anajatuba, Baixada Maranhense, MA. In: XV Ciclo de Estudos Biológicos, 2012, Sao Luis. Anais do XV Ciclo de Estudos Biológicos, v. 1. P

Oliveira, A. S., 2008. Fenologia e biologia reprodutiva de cinco espécies de *Psychotria* L. (Rubiaceae), em um emanescete florestal urbano, Araguaí, MG. Campinas-SP.

Primack, R. B. 1987. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. *Journal of Ecology*, 68: 849-862.

Primack, R.B. 1985. Longevity of individual flowers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16:15-37.

Purificação K. N., Pascotto M. C., Pedroni F., Pereira, J. M. N. e Lima, N. A. 2014. Interactions between frugivorous birds and plants in savanna and forest formations of the Cerrado. *Neotropica*. 14(4): e20140068. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-06032014006814>

Purificação, K. N., Pascotto, M. C. , Mohr, A. e Lenza, E. Frugivory by birds on *Schefflera morototoni* (Araliaceae) in a Cerrado-Amazon Forest transition area, eastern Mato Grosso, Brazil. VOL. 45(1) 2015: 57 - 64

Proctor, M., Yeo, P. and Lack, A., 1996. The natural history of pollination. London: Harper Collins. 479 p.

Pigozzo, C.M. & Viana, B.F. 2010. Estrutura da rede de interações entre flores e abelhas em ambiente de Caatinga. *Oecologia Australis* 14:10-114.

Richards, A.J. 1986. Plant breeding systems. Allen & Unwin, London.

Sakagami, S.F.; Laroça, S. 1971. Relative abundance, phenology and flower visits of Apid bees in eastern Paraná, southern Brazil. *Kontyu*, Tokyo, v.39, n.3, p.217-230.

Schmidt, J.O. & Johnson, B.E. 1985. Pollen feeding preference of *Apis mellifera*, a polylectic bee. *The Southwestern Entomologist* 9(1):41-47.

Santos, Oltinene dos Anjos. 2005. Fenologia reprodutiva e biologia floral de espécies do sub-bosque em uma floresta tropical úmida na região de Manaus/AM – brasil. Dissertação de mestrado – INPA/UFAM. 73 p.

- Silveira, F. A., Melo, G. A. R., Almeida E. A. B. 2002. Abelhas brasileiras : sistemática e identificação. Belo Horizonte . 253 p.
- Taylor, C.M.; Steyermark, J.A.; Delprete, P.G.; Vincentini, A.; Cortés, R.; Zappi, D.; Persson, C.; Costa, C.B. & Anunciação, E. 2004. Rubiaceae. *In*: Steyermark, J. A.; Berry, P. E.; Yatskievych, K. & Holst, B. K. (eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana*, 8: 497-847.
- Teixeira, L.A.G. & Machado, I.C. 2004. Biologia da polinização e sistema reprodutivo de *Psychotria barbiflora* DC. (Rubiaceae). *Acta Botanica Brasilica*. 18: 853-862.
- Terra-Araújo, M.H., Webber, A.C., Vicentini, A., D'Apollito, C. 2012. Functional dioecy in *Pagamea duckei* Standl. (Rubiaceae). *Biota Neotrop.* 2012, 12(4): 000-000.
- van Schaik, C.P.; Terborgh, J. W.; Wright, S.J. 1993. The phenology of Tropical Forest: Adaptive Significance and Consequences for Primary Consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24: 353-377.
- Vásquez, S.P.F. & Webber, A.C. 2010. Biologia floral e polinização de *Casearia grandiflora*, *Casearia javitensis* e *Lindackeria paludosa* (Flacourtiaceae) na região de Manaus, AM. *Revista Brasileira de Botânica* 33(1): 131-141.
- Vicentini, A. 2007. *Pagamea* Aubl. (Rubiaceae), from species to processes, building the bridge. Tese de doutorado, University of Missouri Saint Louis. 330 pp
- Wiens, D.; Calvin, C.L.; Wilson, C.A.; Davern, C.I.; Frank, D.; Seavey, S.R. 1987. Reproductive success, spontaneous embryo abortion, and genetic load in flowering plants. *Oecologia*, 71: 501-509.

Conclusão Geral

Esse trabalho contribuiu para o aumento do conhecimento taxonômico a respeito de Rubiaceae nas campinaranas do baixo Rio Negro, assim como novos registros para a RDS Tupé. Além do conhecimento e importantes informações sobre a biologia reprodutiva e dispersão de *Pagamea guianensis*, uma espécie dióica, restrita as áreas de campinarana, onde são pouquíssimos os trabalhos com biologia reprodutiva, principalmente com esse gênero.