

CARLA LUCIANE BENTES NOGUEIRA

ECOLOGIA FUNCIONAL DE CAMPINARANAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

N778e
2014 Nogueira, Carla Luciane Bentes, 1986-
Ecologia funcional de Campinaranas / Carla Luciane
Bentes Nogueira. - Viçosa, MG, 2014.
viii, 31f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador : João Augusto Alves Meira Neto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Solos. 2. Plantas. 3. Ecologia funcional.
4. Espodossolos. 5. Amazônia. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Biologia Vegetal. Programa de
Pós-graduação em Botânica. II. Título.

CDD 22. ed. 631.4

CARLA LUCIANE BENTES NOGUEIRA

ECOLOGIA FUNCIONAL DE CAMPINARANAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 26 de Fevereiro de 2014

Flávia Maria da Silva Carmo

Amilcar Walter Saporetti Junior
(Co-orientador)

Prof.Dr. João Augusto Alves Meira Neto
(Orientador)

*Aos meus pais, Carlos e Lúcia Nogueira. E ao
amado Hécio Honorato, dedico.*

AGRADECIMENTOS

Em qualquer momento de minha vida, sempre serei grata à minha família. Agradeço ao meu pai Carlos Nogueira, que direcionou sem perceber todas minhas escolhas na vida; à minha mãe Lúcia Nogueira, o anjo e estrela maior de nosso céu, a água e o ar que utilizo no meu dia a dia; aos meus irmãos William Nogueira e Lucinaia Nogueira, cada um com seu modo peculiar, me dedicam confiança e amor; à minha avó Nair Nogueira, índia audaz e guerreira da família, a quem tenho o orgulho de seguir os passos. Independente da direção que eu tome, eles sempre serão minha raiz, minha base de sustentação e alimento.

Hélcio Honorato, meu futuro esposo, mas desde sempre companheiro, agradecê-lo sempre é muito dramático, há quase oito anos juntos, foi o solo mais perfeito que pude encontrar pra viver, muito obrigada por me manter sempre viva com amor.

Uma vez no mundo da pesquisa, agradeço a três grandes mulheres, pesquisadoras, doutoras que foram as responsáveis por minha inserção e paixão no mundo da Botânica: Iêda Amaral, Francisca Matos e Lourdes Soares.

Para continuar nesse mundo, agradeço ao meu orientador João Augusto Alves Meira-Neto que grandiosamente fez valer a pena deixar a Amazônia em busca de conhecimentos e enxergar uma nova Botânica. Ao Co-orientador Amilcar Saporetti pelas colaborações e amizade. Dentro do Programa de Pós-graduação em Botânica da UFV agradeço ao nosso amigo e secretário, Ângelo, sempre solícito em todos os momentos. E a todos os professores do Programa.

Agradeço imensamente aos meus grandes amigos amazonenses, baianos, capixabas, mineiros, paraibanos e pernambucanos que fiz em Viçosa. Obrigada aos amigos do Laboratório de Ecologia e Evolução de Plantas, importantes tanto nos momentos de aperto intelectual como nas discussões de boteco (Fábio Matos, Luiz Magnago, Gladson Ramon, Wesley Alves, Jhonathan Silva, Luiz Benevides, Markus Gastauer, Carolina Nunes, Gláucia Tolentino, Nayara Mota, Priscyla Rodrigues, Alice Carvalho, Jaquelina Nunes e Prímula Campos). Agradeço, em especial, uma capixaba importante que Viçosa me apresentou minha amiga, minha irmã, minha afilhada, Geanna Correia, que amenizou toda a distância espacial e sentimental da família. Agradeço os dias vividos na república das “Caboquinhas” com as amigas Gabriela Vasconcelos, Elaine Ponciano, Elenice Ponciano, Maria Clara e Adriana Uchoa que me fizeram sentir sempre acompanhada.

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa Estado do Amazonas – FAPEAM – pela bolsa concedida. Agradeço ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia pelo aporte estrutural concedido na Reserva Biológica de Campina e no Herbário INPA, bem como aos seguranças, cozinheiros e técnicos da Reserva. E, ainda ao grande pesquisador Cid Ferreira. Aos especialistas amazônicos Antônio Tavares e José Ramos, que sem dúvida foram os principais nutrientes dos trabalhos de campo e identificação da flora estudada.

Certo dia, num desses encontros de aspirantes a cientista, alguém sem muita importância me perguntou: “Como você quer ser pesquisadora, se acredita em Deus?”, confesso que na hora fiquei sem palavras. Depois disso fiquei me perguntando. E hoje gostaria de lhe responder: “Prefiro crer em Deus a ter ou achar que tenho respostas”. Se um dia tivermos respostas pra tudo talvez nossa ciência fique sem perspectivas. Acredito que todas as pessoas que passaram nesses dois anos por minha vida, até aquelas sem muita importância, me trouxeram algo de bom. E é a DEUS que agradeço por essas pessoas e por esse momento!

“Cada pessoa durante a sua existência pode ter duas atitudes: Construir ou Plantar. Os construtores podem demorar anos nas suas tarefas, mas um dia terminam aquilo que andaram a fazer. Então param, e ficam limitados pelas suas próprias paredes. A vida perde o sentido quando a construção acaba. Mas existem os que plantam. Estes, às vezes sofrem com as tempestades, as estações e raramente descansam. Mas, ao contrário de um edifício o jardim nunca para de crescer. E, ao mesmo tempo que exige a atenção do jardineiro, também permite que para ele, a vida seja uma grande aventura.”

(Paulo Coelho *em Brida*)

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 Introdução	1
2 Material e Métodos	2
Área de estudo	2
Relação Solo e Planta	3
Formas de vida.....	3
Medida de diversidade	4
3 Resultados	4
Campinarana Gramíneo-Lenhosa (<i>grassland</i>)	4
Campinarana Arbustiva Aberta (<i>open savanna</i>).....	4
Campinarana Arborizada (<i>closed savanna</i>)	5
Campinarana Florestada (<i>woodland</i>)	5
Diversidade e riqueza de espécies.....	6
Forma da vegetação e Diversidade.....	6
Forma de Vida e Areia Fina.....	6
4 Discussão	7
Grupos funcionais, forma de vida e <i>status</i> de água no Ecossistema Campinarana	7
Restrições de estresse, forma da vegetação e diversidade de Campinarana	9
Áreas Úmidas da Amazônia e a Conservação de Campinarana	10
5 Conclusão	11
6 Referências	12
7 Material Suplementar	17

RESUMO

NOGUEIRA, Carla Luciane Bentes Nogueira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Ecologia funcional de Campinaranas**. Orientador: João Augusto Alves Meira Neto. Coorientador: Amilcar Walter Saporetti Junior.

A ecologia funcional tem sido usada como base para planejar e responder questões sobre manejo, conservação e restauração de ecossistemas. Reconhecer grupos funcionais de plantas em Campinaranas é importante para entender como a diversidade e a morfologia dessa vegetação responde aos fatores ambientais e como esses traços podem ser usados na conservação e manejo desses ecossistemas. Nosso estudo foi conduzido em uma Campinarana da Amazônia Central sobre Espodossolo e o objetivo foi detectar grupos funcionais entre as espécies nas diferentes fitofisionomias desse ecossistema. Por meio de um modelo linear generalizado (GLM) confirmamos a hipótese de que a maioria das espécies de plantas de Campinarana pertence a grupos funcionais definidos por formas de vida que respondem à proporção de areia fina no solo (proxy do status de água). Confirmou-se que o status de água, cuja proxy é a proporção de areia fina sobre areia grossa (AF/AG), influencia a distribuição espacial de grupos funcionais no gradiente, influenciando a diversidade e a fisionomia da vegetação. O funcionamento nas Campinaranas é determinado pelo estresse, com o grupo funcional méxico beneficiado nos locais de menor estresse e o grupo funcional tolerante ao estresse por alagamento beneficiado pelo maior estresse. Espécies méxicas são fanerófitas e lianas enquanto as espécies tolerantes ao estresse por alagamento são as caméfitas, hemicriptófitas e terófitas. A hipótese de que a Campinarana estudada tem funcionamento semelhante ao de Mussunungas não foi confirmada. O estresse em Campinarana é de alagamento nos solos com maiores valores de AF/AG. O inverso ocorre em Mussununga com estresse de seca nos solos de menores valores de AF/AG. Os padrões observados neste estudo são importantes para fortalecer a inserção das Campinaranas dentro do conceito de Áreas Úmidas do Brasil. Isso beneficiaria esse ecossistema, uma vez que, receberia um tratamento específico na forma da lei, permitindo a conservação e o uso adequado desses ambientes.

ABSTRACT

NOGUEIRA, Carla Luciane Bentes Nogueira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2014. **Functional Ecology of Campinaranas**. Adviser: João Augusto Alves Meira Neto. Co-adviser: Amilcar Walter Saporetto Junior.

Functional ecology has long been used as a basis to plan and answer questions about management, conservation and restoration of ecosystems. Recognize functional groups of plants in Campinaranas is important to understand how the diversity and morphology of this vegetation responds to environmental factors and how these traits can be used in the conservation and management of these ecosystems. This study was conducted at white Campinarana vegetation in the Central Amazon. The aim of this study was to assess the proportion of fine to coarse sand (FS/CS) in different physiognomies of Campinarana to detect functional groups. By a generalized linear model (GLM) we confirmed the hypothesis that most plant species from the Campinarana ecosystem belong to functional groups defined by life forms that respond to the fine sand proportion in the soil (a proxy of water status). It was confirmed that FS/CS affects the spatial distribution of functional groups in the gradient and influences the diversity and morphological complexity of this vegetation. However, the hypothesis that the functioning of Campinaranas is similar to the Mussunungas was not confirmed. The patterns observed in this study are important to achieve inclusion of Campinaranas as wetlands within the concept of Brazilian wetlands. As such, these endangered ecosystems would receive special treatment by law, allowing the preservation and proper use of these environments.

1 Introdução

A ecologia funcional tem sido usada como base para planejar e responder questões sobre manejo, conservação e restauração de ecossistemas (Cornelissen et al. 2003; Thuiller et al. 2006; Meira-Neto et al. 2011). Segundo Pérez-Harguindeguy et al (2013) nas últimas décadas, houve um aumento no interesse para identificar grupos de táxons que apresentam características funcionais análogas e respostas semelhantes aos fatores ambientais. Esse é um caminho promissor para a compreensão de padrões e processos ecológicos e evolutivos. Além do mais, tem potencial para construir um conjunto de predições das relações locais, regionais e globais entre plantas e meio ambiente, bem como para quantificar possíveis mudanças na biodiversidade, impactos de espécies invasoras e interações vegetação-atmosfera. As Campinaranas são ecossistemas associados à Floresta Amazônica ameaçados pelo uso inadequado de seus recursos, pela perda de sua funcionalidade e dos serviços ambientais que são prestados para a sociedade (Junk et al 2012). Reconhecer grupos funcionais de plantas em Campinaranas é importante para entender como a diversidade e a morfologia dessa vegetação responde aos fatores ambientais e como esses traços podem ser usados na conservação e manejo desses ecossistemas.

As Campinaranas são ecossistemas savânicos arenícolas da Floresta Amazônica com amplo domínio de Espodossolos (Mendonça et al 2001; Damasco et al. 2013). Sua origem está relacionada a processos de podzolização (Horbe et al. 2003) e degradação da argila *in situ* gerando Espodossolos (Chauvel et al. 1987; Lucas 1997). Esses solos são ácidos, de baixa fertilidade e distróficos (Mendonça et al. 2001). Essa extrema condição edáfica atua como poderoso filtro ambiental, gerando um ambiente limitado em diversidade e rico em endemismos (Anderson 1981). Damasco *et al.* (2013) buscaram determinar quais variáveis ambientais explicavam a variação espacial na estrutura, composição florística e diversidade de Campinaranas do Norte Amazônico e constataram que apenas textura e fertilidade do solo, e não o nível de inundação e topografia, influenciavam nas mudanças dessa vegetação.

As relações entre variáveis físicas do solo arenoso e as populações de plantas tem sido investigadas numa vegetação similar às Campinaranas em termos de fisionomias, solos e clima, a Mussununga. A Mussununga é um ecossistema savânico arenícola associado à Mata Atlântica com domínio de Espodossolo. Nessa vegetação, observou-se que a maior proporção de areia fina no solo está diretamente relacionada à maior retenção de água, com maior riqueza de espécies de plantas e com fitofisionomias mais

complexas e desenvolvidas. Além da riqueza de espécies e da fisionomia da vegetação, a proporção de areia fina sobre areia grossa (AF/AG) determina quais grupos funcionais (i.e. formas de vida) estão mais adaptados nas diferentes posições do gradiente AF/AG (Saporetti *et al.* 2012).

Assumindo que as Campinaranas têm ecologias funcionais similares às Mussunungas pelas semelhanças ambientais e fisionômicas, acreditamos que as formas de vida das Campinaranas podem estar fortemente relacionadas a um gradiente de retenção de água nos seus solos arenosos causado pela proporção AF/AG. Nosso objetivo nesse estudo foi avaliar o conteúdo de areia fina e areia grossa do solo em diferentes fitofisionomias de Campinarana na Amazônia Central para detectar grupos funcionais de plantas. Assim, nossas hipóteses são que (a) a maioria das espécies de Campinarana pertence a grupos funcionais (i.e. formas de vida) que respondem à proporção de areia fina no solo (proxy do status de água); (b) o status de água, cuja proxy é AF/AG, influencia a distribuição espacial de grupos funcionais no gradiente, influenciando a diversidade e a fisionomia da vegetação; e (c) há predominância do grupo funcional méxico de maneira análoga ao encontrado nas Mussunungas (fanerófitas e lianas) onde há maiores valores de AF/AG e predominância de tolerantes ao estresse (caméfitas, terófitas e hemicriptófitas) onde há menores valores de AF/AG.

2 Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em Campinaranas da Amazônia Central, 60 km ao norte de Manaus, Amazonas, Brasil, na rodovia BR 174 (trecho Manaus – Caracaraí), em áreas localizadas dentro da Reserva Biológica de Campina do INPA e pertencentes à CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira) do Ministério da Agricultura (Figura 1). A região encontra-se sob um platô de terras baixas pobremente consolidadas por sedimentos do Cretáceo, da Formação Alter do Chão, a uma altitude de 44 m acima do nível do mar. O clima é tropical quente e úmido, com temperatura média anual de aproximadamente 26°C, taxa de precipitação média de 2800mm e umidade relativa média do ar variando de 85 a 94% durante o ano (Lisboa, 1975; Ribeiro & Santos, 1975). A estação chuvosa estende-se de dezembro a maio e o período mais seco ocorre entre agosto e outubro. Os solos são classificados como Espodosolos (Lucas *et al.*, 1984;

Chauvel *et al.*, 1996; Horbe *et al.*, 2003 e Horbe *et al.*, 2004). As áreas de estudo encontram-se envolvidas por Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme sobre Latossolo.

Relação Solo e Planta

A amostragem foi realizada em quatro diferentes fitofisionomias de Campinarana: Gramíneo-Lenhosa, Arbustiva Aberta, Arborizada e Florestada (Figura 2) (IBGE, 2012). Em cada uma das quatro fitofisionomias foram alocadas quatro parcelas de 2 x 2m (4m²), perfazendo um total de 16 parcelas. Todos os indivíduos, independentemente de sua forma de vida, foram contados, obtendo-se os dados de abundância das plantas. Foram coletadas amostras compostas de solos (500g de cada) em cada parcela, resultante da coleta de três amostras simples (300g de cada), na profundidade de 0 a 20cm, perfazendo um total de 16 amostras compostas por fitofisionomia. Análises físicas e químicas foram realizadas pelo Laboratório de Análise de Solos e Plantas – LASP da EMBRAPA Amazônia Ocidental.

Modelos Lineares Generalizados foram utilizados para examinar como a proporção de areia fina sobre areia grossa no solo (AF/AG) afetavam a abundância e distribuição espacial de grupos funcionais (espécies métricas e tolerantes). Foram incluídas interações entre a proporção de AF/AG e as formas de vida para investigar possíveis antagonismos entre os grupos funcionais ecológicos. Todas essas análises foram realizadas com o software R (R Development Core Team 2013). Os modelos foram conduzidos utilizando a função 'glm.nb', do pacote 'MASS' e para extrair a comparação entre variáveis categóricas dentro do modelo usamos a função 'lsmeans' do pacote 'lsmeans' no ambiente R e ajustamos os dados com a distribuição de erros Poisson (dados de contagem), QuasePoisson e Binomial Negativo quando detectada sobredispersão.

Formas de vida

As formas de vida de Raunkiaer (1934) foram utilizadas para classificar funcionalmente as plantas. Esse traço categórico foi avaliado em campo, em descrições, fotos da literatura e em Floras Brasileiras que fornecem essa informação. Utilizamos os cinco principais grupos da classificação de Raunkiaer e incluímos as modificações feitas pelo IBGE (1992) adaptadas a vegetação brasileira (Tabela 1).

Medida de diversidade

A diversidade foi medida em 40 parcelas de 10 m² (2 x 5m) para cada uma das quatro fitofisionomias estudadas (1600m²) (Figura 3). O índice de diversidade de Simpson (1/D) e o estimador de riqueza ICE foram calculados usando o programa EstimateS 8.2.0 (Colwell 2009). Comparações foram feitas com o método de gráficos baseado na estatística paramétrica derivada dos procedimentos de Monte Carlo (Magurran 2004).

As curvas de rarefação espécie-área foram calculadas usando áreas de 100m², 200m², 300m², 400m² e suas respectivas regressões foram calculadas para cada fitofisionomia.

3 Resultados

As Campinaranas da Amazônia Central estudadas foram marcadas por fitofisionomias que variam de savanas a florestas que se desenvolvem sobre Espodosolos extremamente arenosos. O espectro biológico da área mostrou como essas fitofisionomias diferem entre si por suas formas de vida predominantes (Figura 4).

Campinarana Gramíneo-Lenhosa (*grassland*)

Formação savânica apresentando um estrato herbáceo denso que cobre o solo com ocasionais aglomerados de arbóreas. Grandes populações de caméfitas, hemicriptófitas e terófitas representadas pelas espécies *Axonopus flabelliformis*, *Lagenocarpus verticillatus*, *Borreria tenella* e *Lepidaploa grisea* compõem abundantemente o estrato inferior. As principais fanerófitas nesta formação são *Talisia ghilleana* e *Byrsonima chrysophylla*. Nessa fitofisionomia o solo tem uma alta proporção de areia fina em comparação com a areia grossa (Tabela 3).

Campinarana Arbustiva Aberta (*open savanna*)

Formação savânica caracterizada por apresentar ilhas de hemicriptófitas, caméfitas e fanerófitas ocasionais, onde as mais abundantes foram *Lagenocarpus verticillatus*, *Encyclia mapuerae*, *Actinostachys pennula*, *Palicourea nitidella*, *Cybianthus reticulatus*,

Pradosia schomburgkiana subsp. *schomburgkiana*, *Ouratea spruceana* e *Protium heptaphyllum* subsp. *ulei*, rodeadas por áreas abertas com exposição de areia nua, onde encontram-se muitas terófitas e talo-caméfitas como *Syngonanthus densus* e *Cladonia* sp. A proporção de areia fina nessa fitofisionomia é maior que a de areia grossa (Tabela 3).

Campinarana Arborizada (*closed savanna*)

Esta fitofisionomia mostra-se como uma transição das formas savânicas para as florestas de Campinarana. Nesta formação encontram-se principalmente espécies fanerófitas (*Pradosia schomburgkiana* subsp. *schomburgkiana*, *Clusia nemorosa*, *Ouratea spruceana*, *Talisia ghilleana*, *Protium heptaphyllum* subsp. *ulei* e *Pagamea duckei*) de troncos finos e elevada densidade. As lianas (*Dolioscarpus spraguei*, *Odontadenia verrucosa* e *Gnetum leyboldii*) são ocorrentes no local. Nessa fitofisionomia observa-se a formação de um dossel irregular que varia de 6 a 10m de altura. Espécies caméfitas e hemicriptófitas surgem por ainda haver incidência de luz causada pela irregularidade do dossel, permitindo principalmente a presença de *Lagenocarpus verticillatus*, *Psychotria hoffmannseggiana* e *Encyclia mapuerae*. Observa-se também a abundante presença de epífitas da família Orchidaceae. O solo tem maior proporção de areia grossa que de areia fina (Tabela 3).

Campinarana Florestada (*woodland*)

Formação florestal representada por um dossel mais uniforme e contínuo, alcançando 20 metros de altura e máximo de 30 metros. As formas de vida predominantes foram fanerófitas, tais como *Myrcia servata*, *Talisia ghilleana*, *Richeria dressleri*, *Protium heptaphyllum* subsp. *ulei*, *Pradosia schomburgkiana* subsp. *schomburgkiana*, *Ouratea spruceana* e *Aldina heterophylla*. As lianas são formas de vida marcantes nessa fitofisionomia, destacando-se *Dolioscarpus spraguei*, *Odontadenia verrucosa*, *Heteropterys nervosa*, *Abuta* sp. e *Gnetum leyboldii*. A fitofisionomia florestada ocorre nos solos de maior proporção de areia grossa, comparando-o às outras formas fisionômicas estudadas, coberto por uma espessa camada de serapilheira e por uma densa rede de raízes finas (Tabela 3).

Diversidade e riqueza de espécies

As curvas de rarefação mostram que cada fitofisionomia apresenta um padrão de riqueza de espécies diferente, com um aumento de diversidade no sentido da fitofisionomia Gramíneo-Lenhosa para a fitofisionomia Florestada (Figura 5). A inclinação da reta referente à fitofisionomia Florestada foi maior que das fitofisionomias Arborizada e Gramíneo-Lenhosa (Tabela 2).

Forma da vegetação e Diversidade

O estimador de riqueza ICE aumenta conforme a vegetação de Campinarana aumenta sua complexidade morfo-fisionômica (Figura 6; Tabela 4). Para a fitofisionomia Florestada observa-se os maiores valores de riqueza de espécies, diminuindo no sentido de Arborizada, Arbustiva Aberta e Gramíneo-lenhosa, que apresenta forma vegetacional com menor complexidade morfológica e os menores valores de riqueza de espécies. O índice de diversidade de Simpson confirmou a baixa diversidade da fitofisionomia Gramíneo-Lenhosa e alta diversidade nas formas Arborizadas e Florestadas (Figura 7; Tabela 5).

Forma de Vida e Areia Fina

A abundância das espécies nas fitofisionomias de Campinarana apresentaram significativamente ($Z = 2,69$ $P < 0,01$) um padrão de distribuição espacial de grupos ecológicos relacionados à proporção de areia fina no solo. Caméfitas, hemicriptófitas e terófitas (grupos funcionais tolerantes ao estresse) mostram um aumento em abundância com o aumento da proporção de areia fina. Fanerófitas e lianas (grupos funcionais méxicos) diminuem o número de indivíduos com o aumento da proporção de areia fina (Figura 8).

4 Discussão

Grupos funcionais, forma de vida e *status* de água no Ecossistema Campinarana

Segundo Huang e Zhang (2005) solos arenosos têm uma alta variância de retenção de água, devido aos efeitos capilares. A menor capacidade de retenção e disponibilidade de água em solos arenosos tem sido relacionada em razão da maior proporção de areia grossa na sua composição granulométrica (Fidalski et al 2013). Por outro lado, quanto menor a partícula de solos arenosos, menor são seus poros e, conseqüentemente, maior a energia necessária (e.g. força centrífuga) para se retirar a água do solo (Cassaro et al. 2008). Os Espodossolos da Campinarana estão sujeitos a alagamentos superficiais sazonais devido ao afloramento do lençol freático ou por causa da presença de horizontes edáficos superficiais impermeáveis (Anderson 1981, Chauvel et al. 1987, Lucas 1997, Horbe et al. 2003 & Mendonça et al 2011). Assim, os solos que apresentaram maior proporção de areia fina em épocas de maior precipitação e elevação do lençol freático tem mais dificuldade de drenagem, são mais propensos ao alagamento, quando comparados aos solos que possuem maior proporção de areia grossa.

Podemos afirmar que as fitofisionomias de Campinarana apresentam um gradiente de retenção de água devido a proporção AF/AG no solo. Esse gradiente determinou a formação de dois grupos funcionais de espécies de plantas: Grupo tolerantes ao estresse por alagamento e o grupo méxico. E a análise das formas de vida de Raunkiaer permitiu separar e compreender o funcionamento de espécies méxicas e tolerantes no gradiente do principal estresse nas Campinaranas.

O grupo de espécies tolerantes ao estresse por alagamento ocupam solos com maiores teores de areia fina. A duração do alagamento causado pela lenta drenagem em solos de areia fina influencia a morfologia da vegetação, determinando a ocorrência de formas mais abertas (fitofisionomias Gramíneo-Lenhosa e Arbustiva Aberta). Este grupo funcional composto por caméfitas, terófitas e hemicriptófitas é mais abundante e tem vantagem na ocupação destes locais devido à tolerância ao estresse. Ferreira (1997) estudando a mesma Campinarana, ao relacionar a variação florística e fisionômica com características de solo, topografia e lençol freático confirma a ocorrência de indivíduos de menor porte devido a alagamentos superficiais causados pela elevação do lençol freático e por essa fitofisionomia encontrar-se na parte mais baixa do gradiente topográfico.

As fanerófitas e lianas compõem o grupo funcional de plantas méxicas. Este grupo ocupa solos com maiores teores de areia grossa, onde ocorrem as fitofisionomias florestais (Arborizada e Florestada). Partículas maiores facilitam a drenagem da água (poros de tamanho maior), encurtando o período de encharcamento do solo e permitindo um maior número de indivíduos de fanerófitas e lianas. O estresse imposto pelo encharcamento do solo possui um caráter fortemente seletivo e não permite que o grupo funcional méxico seja abundante em áreas com maior proporção AF/AG (maior retenção de água).

Saporetti et al. (2012) estudando Mussunungas, ecossistema arenoso associado à Mata Atlântica, relacionou a abundância de espécies com o gradiente AF/AG e identificou dois grupos funcionais de plantas: um grupo méxico e um tolerante ao estresse por seca. Os grupos funcionais de plantas da Campinarana respondem ao status de água no solo de forma contrária ao observado nas Mussunungas, uma vez que, as tolerantes ao estresse das Campinaranas ocorrem nos solos com maior proporção AF/AG e o grupo méxico nos solos com menor proporção AF/AG. Em Mussunungas o grupo de espécies tolerantes ao estresse são mais abundantes onde há menor proporção AF/AG e o grupo de méxicas onde há maior proporção AF/AG.

As duas vegetações apresentam o grupo funcional tolerante ao estresse causado pelo status hídrico do solo e é formado por caméfitas, terófitas e hemicriptófitas. O que difere entre as duas vegetações é que a água causa diferentes estresses influenciada pelas diferentes precipitações. Nas Mussunungas, a precipitação média anual (1700 mm/ano) não é suficiente para causar o estresse por alagamento nos solos de drenagem insuficiente, de maior proporção AF/AG, que ocorre nas Campinaranas. Pelo contrário, em Mussununga a água age como fator limitante para fanerófitas e lianas durante os períodos secos. Nas Campinaranas, a precipitação de 2800 mm/ano é suficiente para não causar o estresse de seca nos solos de baixa retenção hídrica, de menor proporção AF/AG, que ocorre em Mussunungas. Pelo contrário, em Campinaranas a água também é o fator limitante, mas por outro motivo: o alagamento.

Nas Campinaranas, formas de vida de crescimento mais lento (i.e. caméfitas, terófitas e hemicriptófitas) são beneficiadas nos solos com estresse por alagamento, com maior proporção AF/AG, onde a drenagem é menor. São as mesmas formas de vida que se beneficiam do estresse nos solos de Mussunungas. Em Campinaranas, as formas de vida beneficiadas nos solos sem estresse por alagamento são as fanerófitas e lianas, as mesmas formas de vida beneficiadas na ausência de estresse por seca nas

Mussunungas. Embora a variável de solos que defina o estresse em ambas as vegetações seja a proporção AF/AG, os estresses são antagônicos por causa de precipitações diferentes.

Restrições de estresse, forma da vegetação e diversidade de Campinarana

A variação de abundância dos grupos funcionais métricos e tolerantes ao estresse por alagamento encontrados ao longo do gradiente de drenagem e retenção determinou a variação fisionômica da vegetação. A ocorrência de fitofisionomias abertas causadas por estresse de alagamento também foi observada em outras vegetações arenosas submetidas a períodos de alagamento, como na *Amazonian caatinga* em Esmeralda (bacia do Orinoco), Venezuela (Coomes and Grubb 1996); *Bana woodland* em San Carlos de Rio Negro, Venezuela (Bongers et al 1985); em Campinaranas do Parque Nacional do Jaú, Amazonas, Brasil (Vicentini 2004) e em Campinaranas no Noroeste do Mato Grosso, Brasil (Jirka et al 2007). Entretanto, é importante separar o que realmente é efeito de alagamento e o que é efeito causado por seca. Assim, o caráter funcional dessas diferenças começa a ser entendido de maneira mais integrada com outras variáveis ambientais, especialmente quando comparamos Campinaranas às Mussunungas. É interessante observar como fatores de solos podem produzir efeitos completamente antagônicos quando associados a diferentes precipitações, mesmo em vegetações com tantas similares ambientais quanto Campinaranas e Mussunungas.

Diferenças na diversidade de plantas foram confirmadas para as quatro fitofisionomias de Campinarana, e, embora estejamos tratando de um ecossistema sobre o mesmo tipo de solo arenoso e pobre em nutrientes, estresses devidos a fatores físicos do solo resultaram em variações significativas na riqueza de espécies. Nossos resultados sugerem que o estresse na Campinarana ocorre com a restrição ao crescimento de plantas causada pelo alagamento, o que favorece plantas com estratégias de crescimento mais lento que resistam a períodos de produtividade muito baixa, as caméfitas, terófitas e hemicriptófitas. Correlação negativa entre diversidade e nível de alagamento já foi encontrada em outros tipos de vegetação (e.g. Wittmann et al., 2002), mas diversas são as interpretações. Nesse caso das Campinaranas próximas a Manaus onde a metacomunidade inclui extensas áreas florestadas, o alagamento age como filtro ambiental para a maior parte das plantas, o que limita a diversidade de espécies.

Nos locais em que o estresse por alagamento é menor (i.e. onde a proporção de areia grossa é maior), o grupo funcional méxico formado por fanerófitas e lianas proporcionou fisionomias de Campinaranas Arborizada e Florestada. Nesses locais, fanerófitas e lianas crescem mais que as tolerantes ao estresse, além de que, são as formas de vida com maior número de espécies na metacomunidade, o que permite maior diversidade de plantas pela filtragem ambiental menos severa.

Nossos resultados contrastam com os resultados de um estudo conduzido em Campinaranas de Roraima onde foi relatada maior quantidade de água superficial nas formações com estrutura da vegetação mais alta (Damasco et al 2013). Como a precipitação no local de estudo (i.e. 1900 mm/ano) é mais próxima à precipitação relatada para as Mussunungas do sul da Bahia (i.e. 1700 mm/ano, Saporetti Júnior et al. 2012), é possível que menores precipitações causem essa diferença no funcionamento desses ecossistemas de maneira similar ao que foi encontrado para Mussunungas.

Áreas Úmidas da Amazônia e a Conservação de Campinarana

Algumas áreas de Campinarana estão sendo degradadas por causa da exploração de areia para construção civil. A falta de tratamento específico na legislação brasileira e o uso inadequado desses ecossistemas acarreta em perda de biodiversidade, perda de sua funcionalidade e dos serviços ambientais que são prestados para a sociedade. Especificamente para Campinaranas, a água filtrada dos solos arenosos desta vegetação é fonte dos rios de água preta da Amazônia, e sua inclusão nessa nova classificação (Áreas Úmidas) favorece a manutenção e ecologia dos sistemas dos rios de água preta (Anderson et al 1975, Chauvel et al 1996).

Desde 2011, Junk et al classificaram as Campinaranas dentro do conceito internacional de Áreas Úmidas. Em 2012, após o primeiro Congresso Brasileiro sobre Áreas Úmidas (Conbrau), informações foram reunidas e sua inclusão foi cientificamente consolidada. O Grupo composto por especialistas em Áreas Úmidas Brasileiras introduziram as Campinaranas no contexto de Áreas Úmidas com oscilação do nível d'água e sujeitas a pulsos de amplitude baixa. Dentre as discussões do grupo as principais ameaças para Áreas Úmidas, e conseqüentemente, as Campinaranas são a "falta de uma legislação específica, baseada no conhecimento científico, que regule sua proteção; falta de preparo científico e motivação por parte dos tomadores de decisão em reconhecer os diferentes tipos de Áreas Úmidas brasileiras; e ainda, falta de interlocução

destes tomadores de decisão com a comunidade científica” (Junk et al 2013). Diante das dificuldades apontadas o padrão observado neste estudo vem aumentar a base de conhecimento científico para consolidar e reafirmar as Campinaranas como Áreas Úmidas. Pois foi reconhecido, neste estudo, que a maior proporção de areia fina favorece um maior período de alagamento e influencia a distribuição espacial de grupos funcionais ao longo do gradiente de drenagem.

A inclusão das Campinaranas nessa classificação aumenta a porcentagem de áreas úmidas brasileiras, que tem importantes funções para o meio ambiente e para a sociedade: “na regulagem do ciclo das águas, recarga de aquíferos e do lençol freático, regulagem do microclima, manutenção da biodiversidade e sua funcionalidade no ecossistema, estocagem periódica de água e sua lenta devolução para os igarapés, córregos e rios conectados (efeito esponja), reduzindo os perigos de enchentes e secas, problemas comuns no Brasil, inclusive na região amazônica” (Junk et al 2013). O mesmo deve ser estendido às Mussunungas.

5 Conclusão

Confirmamos as hipótese de que a maioria das espécies de plantas de Campinarana pertence a grupos funcionais definidos por formas de vida que respondem à proporção de areia fina no solo (proxy do status de água).

Confirmou-se que o status de água, cuja proxy é a proporção AF/AG, influencia a distribuição espacial de grupos funcionais no gradiente influenciando a diversidade e fisionomia da vegetação. Contudo, o clima regional, especialmente a precipitação de 2800 mm/ano, em combinação com a razão AF/AG gera um gradiente de estresse causado pelo alagamento. Quanto maior a razão AF/AG, maior o estresse por alagamento, o que é o inverso do que foi encontrado para as Mussunungas do sul da Bahia.

A hipótese de que as Campinaranas estudadas tem funcionamento semelhante ao de Mussunungas não foi confirmada. O funcionamento nas Campinaranas e nas Mussunungas é determinado pelo estresse, com méxicas beneficiadas nos locais de menor estresse e tolerantes beneficiadas pelo maior estresse. Ainda, as méxicas são fanerófitas e lianas enquanto as tolerantes ao estresse são as caméfitas, hemicriptófitas e terófitas. Contudo, o estresse em Campinarana é de alagamento nos solos com maiores valores de FS/CS, o inverso do estresse de seca nos solos de menores valores de FS/CS em Mussununga.

A drenagem diminuída nos solos com maior proporção de areia fina nas Campinaranas da Amazônia Central é um filtro ambiental que beneficia formas de vida de plantas com crescimento lento, tolerantes a períodos desfavoráveis: caméfitas, terófitas e hemicriptófitas. Esse é o grupo funcional das tolerantes ao estresse de drenagem diminuída.

De maneira antagônica, as formas de vida que possuem crescimento mais rápido são as que predominam onde o estresse por alagamento é menor: fanerófitas e lianas. Essas formas de vida formam o grupo funcional das espécies métricas.

Como a metacomunidade regional é dominada por espécies florestais de crescimento rápido, especialmente fanerófitas e lianas, o alagamento é um filtro ambiental que diminui mais fortemente a diversidade quanto mais forte for seu estresse.

As Campinaranas tem aporte científico para serem introduzidas dentro do conceito de Áreas Úmidas do Brasil. Isso beneficiaria esse ecossistema, pois receberia um tratamento específico na forma da lei, incluindo o Código Florestal, permitindo a conservação e o uso adequado desses ambientes.

6 Referências

Anderson, A.B. 1981. White-Sand vegetation of Brazilian Amazonia. **Biotropica**13: 199-210.

Anderson, A.B.; Prance, G.T.; Albuquerque, B.W.P. 1975. Estudos sobre a vegetação das Campinas Amazônicas III A vegetação lenhosa da Campina da Reserva Biológica INPA SUFRAMA (Manaus Caracará, km 62). **Acta Amazonica**5(3): 225-246.

Bongers, F.; Engelen, D. & Klinge, H. 1985. Phytomass structure of natural plant communities on spodosols in southern Venezuela: the Bana woodland. **Vegetatio**63: 13–34.

Cassaro, F.A.M.; Pires, L.F.; Santos R.A. dos, Giménez, D. & Reichardt, K. 2008. Funil de haines modificado: curvas de retenção de solos próximos à saturação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**32: 2555-2562.

Chauvel, A.; Lucas, Y. & Boulet, R. 1987. On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. **Experientia****43**:234-241.

Chauvel, A.; Walker, I. & Lucas, Y. 1996. Sedimentation and pedogenesis in a Central Amazonian Black water basin. **Biogeochemistry****33**: 77-95.

Colwell R.K. 2009. Estimates 8.2.0 User's Guide. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
[Last accessed in 01/07/2013](#).

Coomes, D.A. & Grubb, P.J. 1996. Amazonian caatinga and related communities at La Esmeralda, Venezuela: forest structure, physiognomy and floristics, and control by soil factors. **Vegetatio****122**: 167-191.

Cornelissen, J.H.C.; Cerabolini, B.; Castro-Díez, P.; Villar-Salvador, P.; Montserrat-Martí, G.; Puyravaud, J.P.; Maestro, M.; Werger, M.J.A.; Aerts, R. 2003. Functional traits of woody plants: correspondence of species rankings between field adults and laboratory-grown seedlings? **Journal of Vegetation Science****14**: 311-322.

Daly, D.C. & Mitchell J.D. 2000. Lowland vegetation of tropical South America – An overview, p 391-454. In: D. Lentz, (ed). **Imperfect Balance: Landscape Transformations in the pre-Columbian Americas**. Columbia University Press, New York.

Damasco, G., Vicentini, A., Castilho, C.V., Pimentel, T.P., & Nascimento, H.E.M. 2013. Disentangling the role of edaphic variability, flooding regime and topography of Amazonian white-sand vegetation. **Journal of Vegetation Science****24**: 384–394.

Ferreira, C.A.C. 1997. **Varição Florística e Fisionômica da Vegetação de Transição Campina, Campinara e Floresta de Terra Firme, Manaus (AM)**. Universidade Federal do Pernambuco. (dissertação de Mestrado). 112p.

Ferreira, C.A.C. 2009. **Análise comparativa de vegetação lenhosa do ecossistema de campina na Amazônia Brasileira**. Universidade Federal do Amazonas. (tese de Doutorado). 277p.

Fidalski, J.; Tormena, C.A.; Alves, S.J. & Auler, P.A.M. 2013. Influência das frações de areia na retenção e disponibilidade de água em solos das formações Caiuá e Paranaíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**37: 613-621.

Horbe, A.M.C.; Horbe, M.A. & Suguio, K. 2003. A origem dos depósitos de areias brancas no nordeste do estado do Amazonas. **Revista Brasileira de Geociências**334: 41-50.

Horbe, A.M.C.; Horbe, M.A. & Suguio, K. 2004. Tropical Spodosols in northeastern Amazonas State, Brazil. **Geoderma**119: 55–68

Huang, G.H. & Zhang, R. 2005. Evaluation of soil water retention curve with the pore–solid fractal model. **Geoderma**127: 52– 61.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série: Manuais Técnicos em Geociências 1. IBGE, Rio de Janeiro, 44.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 2º edição. Série: Manuais técnicos em geociências. 271.

Jirka, S.; McDonald, A.J.; Johnson, M.S.; Feldpausch, T.R.; Couto, E.G.; Riha, S.J. 2007. Relationships between soil hydrology and forest structure and composition in the southern Brazilian Amazon. **Journal Of Vegetation Science**18:183–194.

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.

Junk, W.J; Piedade, M.T.F.; Lourival, R.; Wittmann, F.; Kandus, P.; Lacerda, L. D.; Bozelli, R. L.; Esteves, F. A.; Cunha, C. N. da; Maltchik, L.; Schöngart, J.; Schaeffer-Novelli, Y. & Agostinho, A. A. 2014. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**24: 5–22.

Krebs C.J. 1999. **Ecological methodology** (Addison Wesley Longman, Menlo Park)

Lisboa, P. L. 1975. Estudo sobre a vegetação das Campinas Amazônicas III - Observações gerais e bibliografia sobre as Campinas Amazônicas de areia branca. **Acta Amazonica**3: 221 – 223.

Lucas, Y; Chauvel, A.; Boulet, R.; Ranzani, G. ; Scatolini, F. 1984. Transição Latossolos – Podzois Sobre a Formação Barreira na Região de Manaus. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**8: 325 –335.

Lucas Y. 1997. Biogeoquímica em ambiente equatorial: exemplo dos sistemas Latossolos-Podzóis da Amazônia. In:**Congresso Internacional Geoquímica,4, Anais**, pp: 9-12.

Magurran A. 2004. **Measuring biological diversity** (Blackwell Publishing, Malden)

Meira-Neto JAA, Clemente, A, Oliveira, G, Nunes, A, Correia, O (2011) Post-fire and post-quarry rehabilitation succession in Mediterranean ecosystems: implications for ecological restoration. **Restoration Ecology**37: 1132-1139

Mendonça, B.A.F. 2011. **Campinaranas Amazônicas: Pedogênese e relações solo-vegetação**. Universidade Federal de Viçosa. (tese de Doutorado). 110p.

Oliveira, A.A.; D.C. Daly; A. Vincentini & M. Cohn-Haft. 2001. Florestas sobre areia: Campinaranas e Igapós, pp. 179-220. In: **Florestas do rio Negro** (Oliveira, A.A. & D.C. Daly, eds.). Schwarcz Ltda., São Paulo.

Pérez-Harguindeguy, N.; Díaz, S.; Garnier, E.; Lavorel, S.; Poorter, H.; Jaureguiberry P., Bret-Harte, M.S., Cornwell, W.K.; Craine, J.M.; Gurvich, D.E.; Urcelay, C.; Veneklaas, E.J.; Reich, P.B.; Poorter, L.; Wright, I.J.; Ray, P.; Enrico, L.; Pausas, J.G.; de Vos, A.C.; Buchmann, N.; Funes, G.; Quétier, F.; Hodgson, J.G.; Thompson, K.; Morgan, H.D.; ter Steege, H.; van der Heijden, M.G.A.; Sack, L.; Blonder, B.; Poschlod, P.; Vaieretti, M.V.; Conti, G.; Staver, A.C.; Aquino, S. & Cornelissen, J.H.C. 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**61: 167–234.

R Development Core Team (2009) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.

Raunkiaer, C. 1934. **The life forms of plants and statistical plant geography** (Clarendon Press, Oxford)

Ribeiro, M.N.G. ; Santos A. 1975. Observações climáticas no ecossistema Campina Amazônica. **Acta Amazonica**2: 183 – 189.

Saporetti-Junior, A.W.; Schaefer, C.E.G.R.; Souza, A.L.de; Soares, M.P.; Araujo, D.S.D. & Meira-Neto, J.A.A. 2012. Influence of soil physical properties on plants of the Mussununga ecosystem, Brazil. **Folia Geobotanica**47: 29-39.

Thuiller, W.; Lavorel, S.; Sykes, M.T. & Araújo, M.B. 2006. Using niche-based modeling to assess the impact of climate change on tree functional diversity in Europe. **Diversity and Distributions**12: 49–60.

Vicentini, A. 2004. A vegetação ao longo de um gradiente edáfico no Parque Nacional do Jaú. 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**.pp. 117-143. Fundação Vitória Amazônica, WWF, IBAMA, Manaus.

Wittmann, F.; Anhof, D. & Junk, W.J. 2002. Tree species distribution and community structure of central Amazonian várzea forests by remote-sensing techniques. **Journal of Tropical Ecology**18: 805-820.

7 Material Suplementar

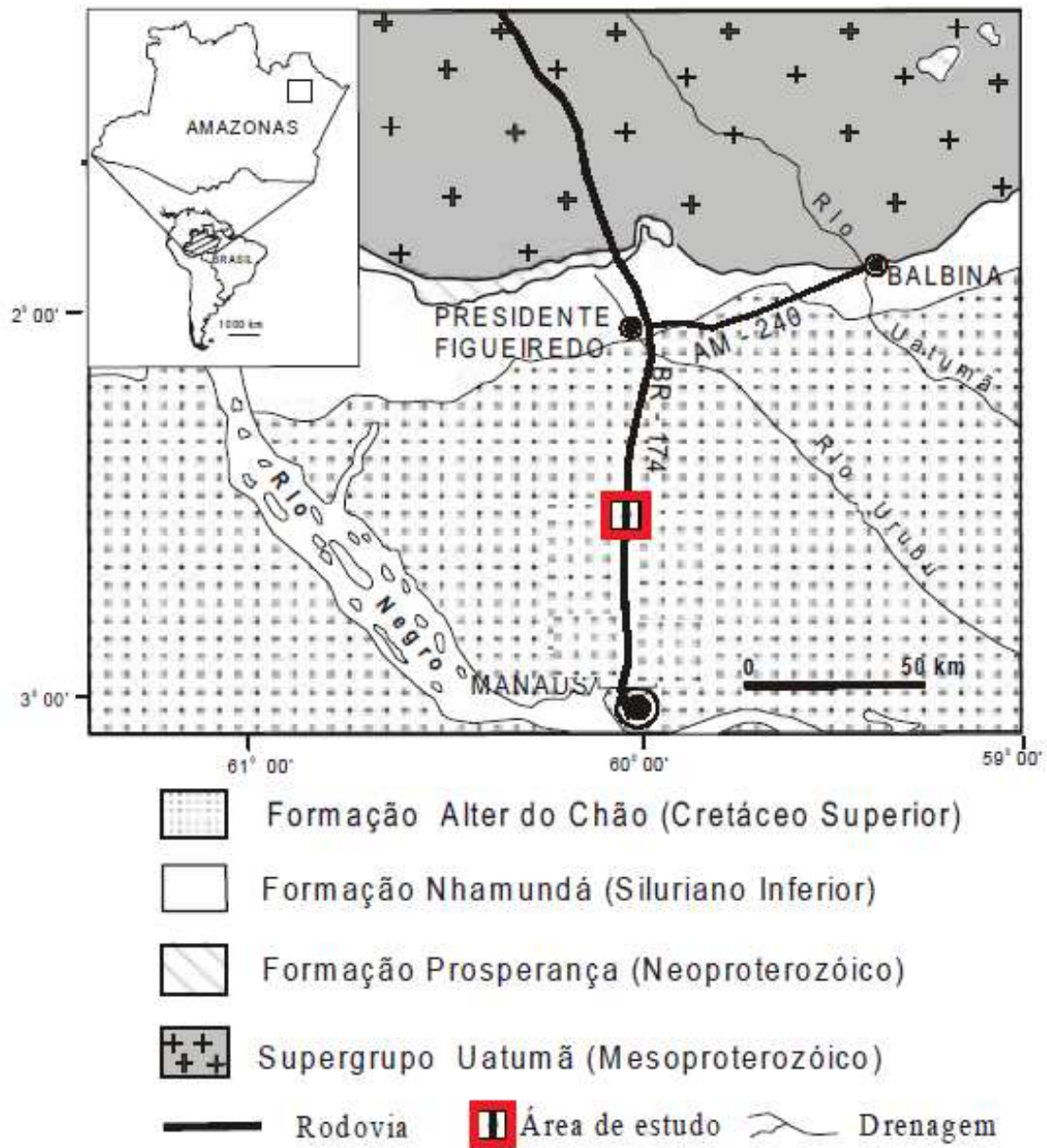


Figura 1. Localização da área de estudo na Rodovia 174, Manaus, Amazonas, Brasil.
Fonte: Adaptado de Horbe, 2003.



Figura 2.a - Fitofisionomia Florestada de Campinarana.



Figura 2.b - Fitofisionomia Arborizada de Campinarana.



Figura 2.c - Fitofisionomia Arbustiva Aberta de Campinarana.



Figura 2.d - Fitofisionomia Gramíneo-Lenhosa de Campinarana.

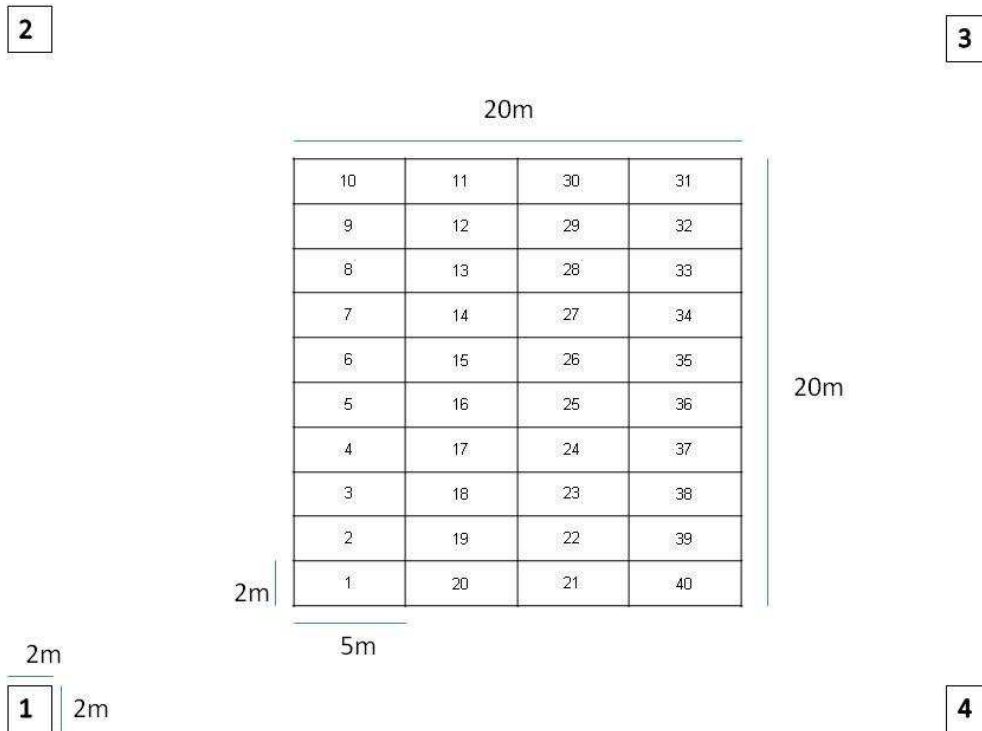


Figura 3 - Esquema de amostragem para cada uma das quatro fitofisionomias estudadas de Campinarana. A diversidade foi estimada na grade de 20 x 20 m com 40 parcelas (2 x 5 m). Nas quatro parcelas independentes de 2 x 2 m foram feitas as amostragens de abundância das espécies e características de solo.

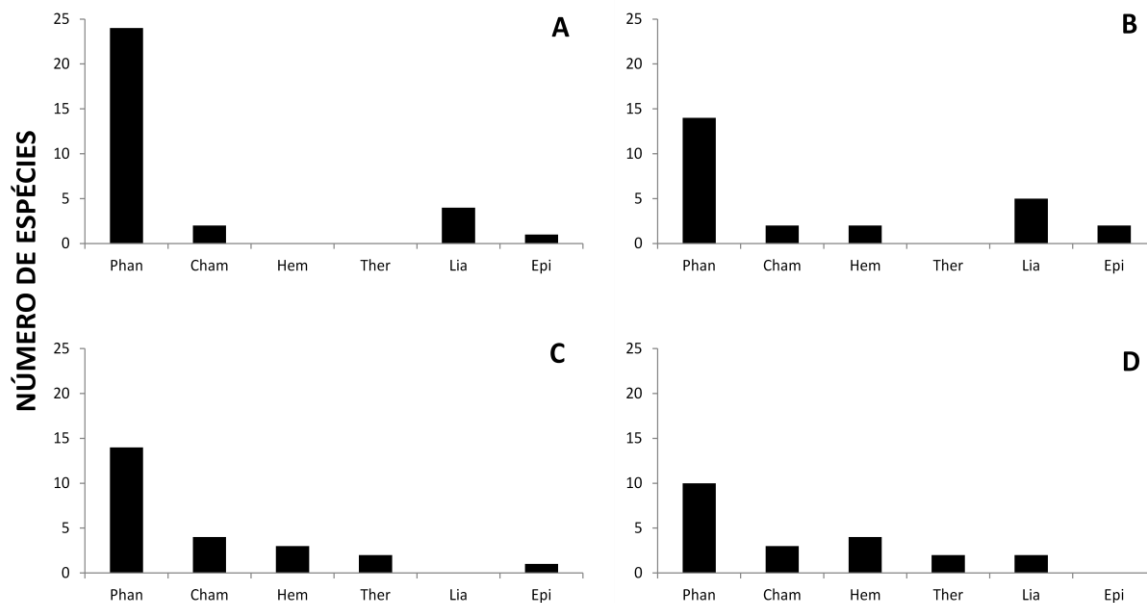


Figura 4 – Espectro biológico das quatro fitofisionomias estudadas de Campinarana: A Florestada; B Arborizada; C Arbustiva aberta; D Gramíneo-lenhosa. Phan- Fanerófitas; Cham-Caméfitas, Hem-Hemicriptófitas, Ther-Terófitas, Lia-Lianas.

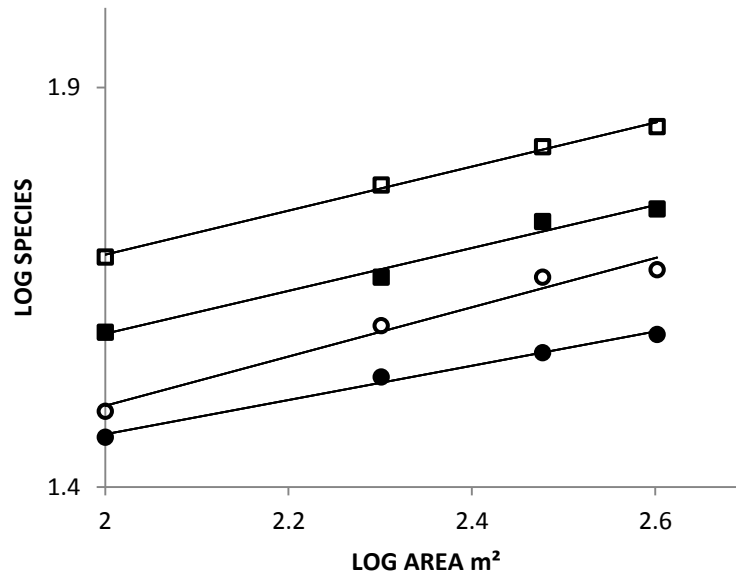


Figura 5 – Rarefação log-log da riqueza de espécies das quatro fitofisionomias estudadas de Campinarana ajustadas pelo modelo “power-law” ($S = cAZ$), onde S é número de espécies, A é a área em m^2 , c é o intercepto quanto $x = 0$ e z é a inclinação. Quadrados vazios – Florestada; quadrados sólidos - Arborizada; círculos vazios - Arbustiva aberta e círculos sólidos - Gramíneo-lenhosa. A estatística das regressões é mostrada na Tabela 2.

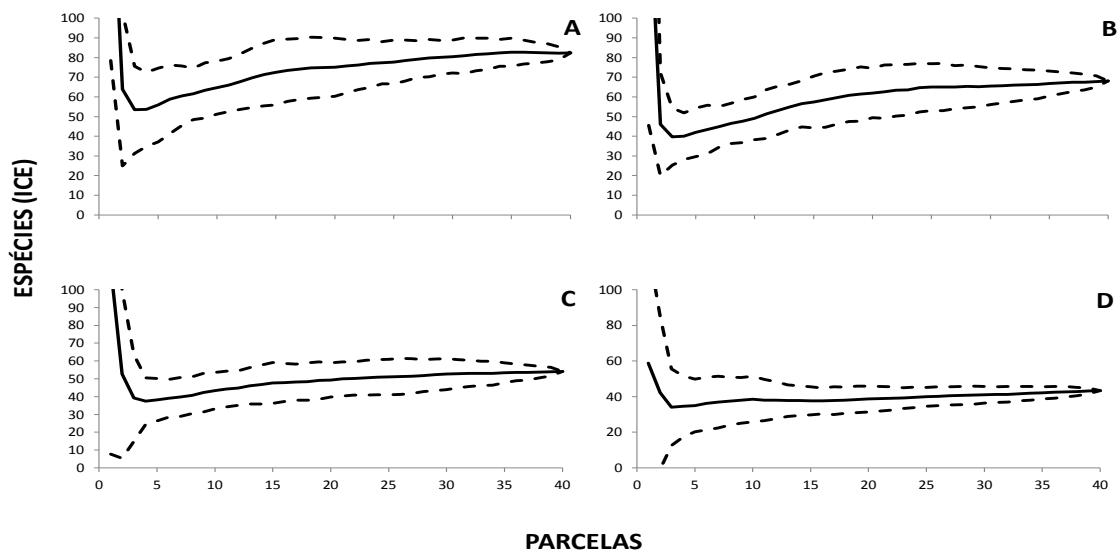


Figure 6 – Riqueza estimada com o estimar ICE, com comparações baseadas na estatística de Monte Carlo. Linhas sólidas são médias da riqueza estimada, e linhas tracejadas são desvios padrões da média. As fitofisionomias da Campinarana: A Florestada; B Arborizada; C Arbustiva aberta; D Gramíneo-lenhosa.

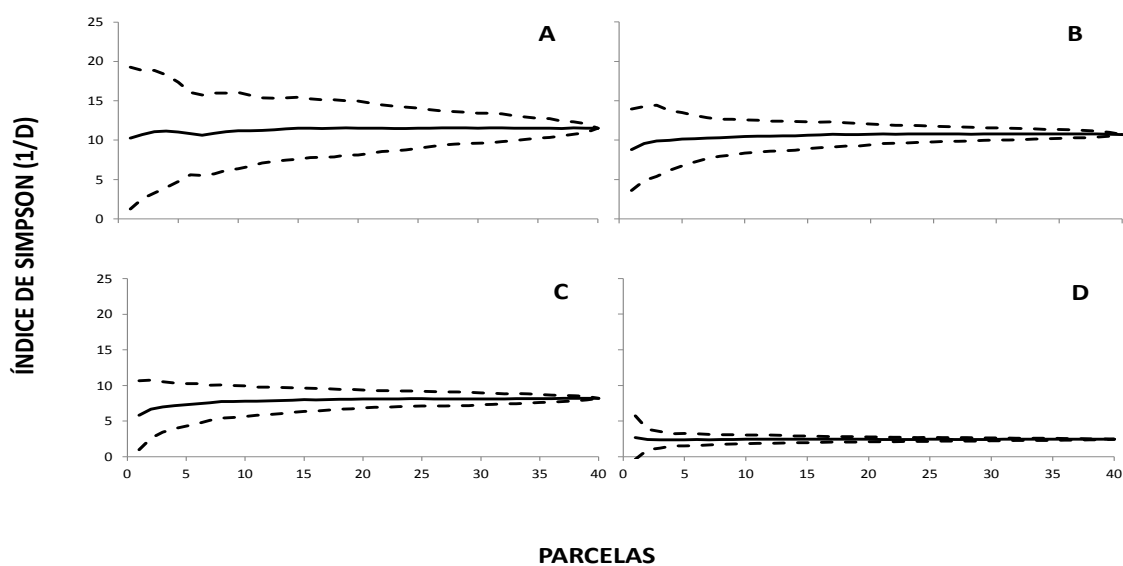


Figure 7 – Índice de diversidade de Simpson para as quatro fitofisionomias estudadas de Campinarana: A Florestada; B Arborizada; C Arbustiva aberta; D Gramíneo-lenhosa.

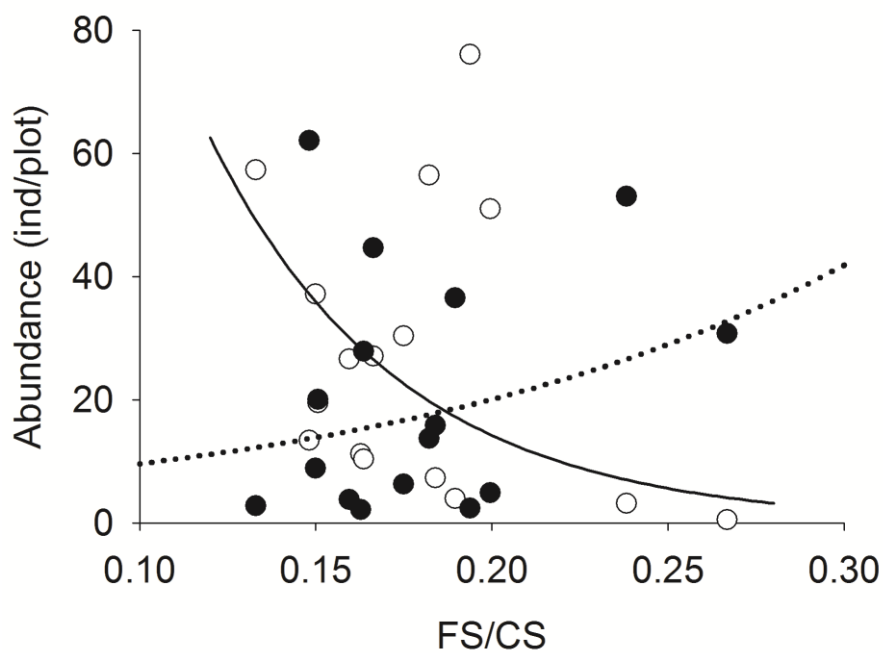


Figure 8 - Grupo funcional das espécies de Campinarana: Grupo méxico (fanerófitas e lianas) (linha sólida) e Grupo tolerante ao estresse (hemcriptófitas, caméfitas e terófitas) (linha tracejada). Os círculos cheios (Grupo tolerante ao estresse) e vazios (Grupo méxico) representam os valores obtidos depois da soma dos resíduos com os valores preditos para cada variável, assumindo valores médios para as outras covariáveis. FS (*fine sand* - areia fina) e CS (*coarse sand* - areia grossa).

Tabela 1. Famílias e espécies amostradas em uma Campinarana da Amazônia Central. 1 Campinarana Florestada; 2 Campinarana Arborizada; 3 Campinarana Arbustiva Aberta; 4 Campinarana Gramíneo-lenhosa. FV Formas de Vida. CAM Caméfitas; EPI Epífita; FAN Fanerófitas; GEO Geófitas; HEM Hemicriptófitas; HEPI Hemi-epífita; LIA Lianas; TCAM Talo-caméfitas; TER Terófitas.

Famílias/Espécies	FV	1	2	3	4
Anacardiaceae					
<i>Anacardium occidentale</i> L.	FAN				X
Annonaceae					
<i>Annona</i> sp.	FAN	X			
<i>Annona nitida</i> Mart.	FAN	X	X	X	X
<i>Guatteria schomburgkiana</i> Mart.	FAN				X
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	FAN				X
Apocynaceae					
<i>Blepharodon glaucescens</i> (Decne.) Fontella.	LIA			X	
<i>Lacmellea arborescens</i> (Müll.Arg.) Markgr.	FAN	X			
Apocynaceae					
<i>Odontadenia</i> sp.	LIA				X
<i>Odontadenia verrucosa</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) K.Schum. ex Markgr.	LIA	X	X	X	X
<i>Tabernaemontana rupicola</i> Benth.	FAN	X	X	X	X
Araceae					
<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Lindl.	HEPI	X			
<i>Philodendron goeldii</i> G.M.Barroso.	HEPI	X			
Araliaceae					
<i>Schefflera umbrosa</i> Frodin & Fiaschi.	FAN	X			
Areaceae					
<i>Bactris simplicifrons</i> Mart.	FAN	X			
<i>Oenocarpus</i> sp.	FAN	X	X		
Asteraceae					
<i>Lepidaploa grisea</i> (Baker) H.Rob.	TER			X	X
<i>Lepidaploa</i> sp.	TER	X	X		
Bignoniaceae					
<i>Bignonia</i> sp.	LIA	X			
Bromeliaceae					
<i>Aechmea mertensii</i> (G.Mey.) Schult. & Schult.f.	HEM		X	X	
<i>Araeococcus flagellifolius</i> Harms.	HEM	X			
Bromeliaceae sp.	HEM		X	X	
Burseraceae					
<i>Protium heptaphyllum</i> subsp. ulei (Swart) Daly.	FAN	X	X	X	X
Calymperaceae					
<i>Octoblepharum cylindricum</i> Mont.	EPI	X	X	X	X
Chrysobalanaceae					
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	FAN		X	X	X
<i>Hirtella racemosa</i> Lam. var. <i>racemosa</i> .	FAN	X	X	X	X
<i>Licania</i> sp.1	FAN	X			
<i>Licania</i> sp.2	FAN	X			

Tabela 1. continuação

Famílias/Espécies	FV	1	2	3	4
Cladoniaceae					
<i>Cladonia</i> sp.	TCAM			X	X
Clusiaceae					
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	FAN	X	X	X	X
<i>Clusia renggerioides</i> Planch. & Triana.	FAN	X	X	X	X
Cyperaceae					
<i>Bulbostylis junciformis</i> (Kunth) C.B.Clarke.	HEM			X	X
<i>Lagenocarpus verticillatus</i> (Spreng.) T.Koyama & Maguire.	HEM	X	X	X	X
Dennstaedtiaceae					
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	GEO				X
Dilleniaceae					
<i>Dolioscarpus spraguei</i> Cheeseman.	LIA	X	X	X	X
Elaeocarpaceae					
<i>Sloanea</i> sp.	FAN		X		
Eriocaulaceae					
<i>Syngonanthus densus</i> (Körn.) Ruhland.	TER			X	X
Erythroxylaceae					
<i>Erythroxylum campinense</i> Amaral.	FAN	X			
Euphorbiaceae					
<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	FAN				x
<i>Mabea occidentalis</i> Benth.	FAN	X	X	X	
Fabaceae					
<i>Aldina heterophylla</i> Spruce ex Benth.	FAN	X	X	X	
<i>Andira</i> sp.	FAN			X	
<i>Inga</i> sp.	FAN	X			
<i>Macrolobium arenarium</i> Ducke.	FAN		X		
<i>Ormosia costulata</i> (Miq.) Kleinh.	FAN	X	X	X	
<i>Parkia igneiflora</i> Ducke.	FAN	X	X		
<i>Swartzia</i> cf. <i>ingifolia</i> Ducke.	FAN		X		
<i>Swartzia</i> sp.	FAN	X			
<i>Swartzia recurva</i> Poepp.	FAN	X	X	X	
Gnetaceae					
<i>Gnetum leyboldii</i> Tul.	LIA	X	X		
Humiriaceae					
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) J.St.-Hil.	FAN	X			X
Hymenophyllaceae					
<i>Trichomanes martusii</i> C.Presl.	HEM	X			
Lauraceae					
<i>Aiouea maguireana</i> (C.K.Allen) S.S.Renner.	FAN	X			
<i>Endlicheria arenosa</i> Chanderb.	FAN	X	X		
<i>Ocotea adenotrachelium</i> (Nees) Mez.	FAN	X			
<i>Ocotea longifolia</i> Kunth.	FAN	X			
<i>Paraia bracteata</i> Rohwer, H. G. Richt. & van der Werff.	FAN	X			
Lejeuneaceae					

Tabela 1. continuação

Famílias/Espécies	FV	1	2	3	4
<i>Thysananthus amazonicus</i> (Spruce) Schiffn.	EPI			X	
Linaceae					
<i>Hebepetalum humiriifolium</i> (G.Planch.) Benth.	FAN	X			
<i>Roucheria columbiana</i> Hallier.	FAN	X			
Loranthaceae					
<i>Passovia rufa</i> (Mart.) Tiegh.	EPI			X	
Malpighiaceae					
<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth.	FAN				X
<i>Heteropterys nervosa</i> A.Juss.	LIA	X	X		X
Marantaceae					
<i>Monotagma vaginatum</i> Hagberg.	HEM	X			
Melastomataceae					
<i>Henriettea maroniensis</i> Sagot.	FAN				x
<i>Miconia lepidota</i> DC.	FAN	X	X		
<i>Mouriri nervosa</i> Pilg.	FAN	X	X	X	
<i>Sandemania hoehnei</i> (Cogn.) Wurdack.	CAM			X	X
Meliaceae					
<i>Trichilia micrantha</i> Benth.	FAN	X			
Menispermaceae					
<i>Abuta</i> sp.	LIA	X			
Moraceae					
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier.	FAN	x			
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul.	FAN		X		
<i>Sorocea</i> sp.1	FAN	X			
Myrtaceae					
<i>Eugenia</i> sp.	FAN	X	X	X	
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	CAM				X
<i>Myrcia servata</i> McVaugh.	FAN	X	X		
Ochnaceae					
<i>Ouratea spruceana</i> Engl.	FAN	X	X	X	X
Orchidaceae					
<i>Brassavola martiana</i> Lindl.	EPI	X	X		
<i>Camaridium ochroleucum</i> Lindl.	EPI		X		
<i>Cattleya wallisii</i> (Linden) Linden ex Rchb.f.	EPI	X	X	X	
<i>Caularthron bicornutum</i> (Hook.) Raf.	EPI		X		
<i>Encyclia mapuerae</i> (Huber) Brade & Pabst.	HEM		X	X	
<i>Epidendrum orchidiflorum</i> (Salzm.) Lindl.	CAM		X	X	
<i>Maxillaria tenuis</i> C.Schweinf.	EPI		X	X	
<i>Scaphyglottis sickii</i> Pabst.	EPI		X		
Passifloraceae					
<i>Passiflora faroana</i> Harms.	LIA	X	X		X
Pentaphragmaceae					
<i>Ternstroemia</i> sp.	FAN	X			
Peraceae					

Tabela 1. continuação

Famílias/Espécies	FV	1	2	3	4
<i>Pera bicolor</i> (Klotzsch) Müll.Arg.	FAN		X		
Phyllanthaceae					
<i>Richeria dressleri</i> Webster.	FAN	X			
Poaceae					
<i>Axonopus flabelliformis</i> Swallen.	HEM			X	X
Primulaceae					
<i>Cybianthus guyanensis</i> subsp. <i>pseudoicacoreus</i> (Miq.) Pipoly.	FAN	X			
<i>Cybianthus reticulatus</i> (Benth. ex Miq.) G.Agostini.	CAM	X	X	X	X
Pteridaceae					
<i>Ananthacorus angustifolius</i> (Sw.) Underw. & Maxon.	EPI		X		
Rubiaceae					
<i>Borreria tenella</i> (Kunth) Cham. & Schldl.	CAM				X
<i>Duroia saccifera</i> (Schult. & Schult.f.) K.Schum.	FAN	X	X		
INDET.	FAN	X		X	
<i>Ixora intensa</i> K.Krause.	FAN	X			
<i>Kutchubaea sericantha</i> Standl.	FAN	X			
<i>Pagamea duckei</i> Standl.	FAN	X	X	X	X
<i>Palicourea</i> sp.	FAN	X			
<i>Palicourea nitidella</i> (Müll.Arg.) Standl.	CAM		X	X	X
<i>Psychotria</i> sp.1	FAN	X	X		
<i>Psychotria</i> sp.2	CAM	x			
<i>Psychotria blakei</i> Standl. & Steyerm.	CAM		X	X	X
<i>Psychotria hoffmannseggiana</i> (Willd. ex Schult.) Müll.Arg.	CAM	X	X	X	X
Salicaceae					
<i>Euceraea nitida</i> Mart.	FAN	X			
Sapindaceae					
<i>Matayba opaca</i> Radlk.	FAN	X	X	X	X
<i>Talisia ghilleana</i> Acev.-Rodr.	FAN	X	X	X	X
Sapotaceae					
<i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq.) T.D.Penn.	FAN	X	X	X	
<i>Pouteria</i> sp.	FAN				X
<i>Pradosia schomburgkiana</i> (A.DC.) Cronquist subsp. <i>schomburgkiana</i> .	FAN	X	X	X	
Schizaeaceae					
<i>Actinostachys pennula</i> (Sw.) Hook.	HEM			X	
<i>Schizaea incurvata</i> Schkuhr.	HEM			X	X
Selaginellaceae					
<i>Selaginella asperula</i> Spring.	HEM				X
Simaroubaceae					
<i>Simaba polyphylla</i> (Cavalcante) W.W.Thomas.	FAN	X	X	X	
Solanaceae					
<i>Solanum</i> sp.	CAM	X			

Tabela 2. Valores da inclinação (z), intercepto (c), R quadrado (R²), estatística F (F), soma dos quadrados dos resíduos (SQR) das rarefações da riqueza de espécies da Figura 5 e o número de espécies amostradas (N) das quatro fitofisionomias de Campinarana.

Fitofisionomia	Z	c	R²	F	SQR	N
Florestada	0.275	1.141	0.995	433.4275	7.13558E-05	71
Arborizada	0.268	1.054	0.981	103.5215	0.000285095	56
Arbustiva Aberta	0.308	0.885	0.973	73.21328	0.000530362	47
Gramíneo-lenhosa	0.213	1.038	0.991	228.0687	8.19728E-05	39

Tabela 3. Porcentagem de areia fina (AF), areia grossa (AG) e seus desvios padrões (DP) nos solos (0-20cm de profundidade) das quatro fitofisionomias de Campinarana.

Fitofisionomia	AF	AF (DP)	AG	AG (DP)
Florestada	12.49	1.91204	80.75	1.19102
Arborizada	14.52	0.83765	81.30	2.57381
Arbustiva Aberta	13.88	3.64064	82.65	3.90973
Gramíneo-Lenhosa	14.63	2.36111	82.25	2.11213

Tabela 4. Valores médios do estimador de riqueza ICE para as 40 parcelas (2 x 5m) das quatro fitofisionomias de Campinarana.

Parcelas\Fitofisionomia	Forestada	Arborizada	Arbustiva Aberta	Gramíneo-Lenhosa
1	184.92	165.86	112.8	58.82
2	63.88	46.07	52.61	42.24
3	53.45	39.75	39.19	34.05
4	53.69	40.02	37.48	34.53
5	55.86	42.02	38.22	34.97
6	58.81	43.46	39.04	36.18
7	60.54	44.83	39.79	36.98
8	61.54	46.57	40.76	37.46
9	63.33	47.72	42.22	37.98
10	64.69	49.07	43.33	38.55
11	66.02	51.33	44.26	38.04
12	67.8	53.2	44.76	37.94
13	69.7	54.91	46.03	37.79
14	71.3	56.54	46.79	37.76
15	72.53	57.4	47.66	37.63
16	73.54	58.46	47.88	37.57
17	74.18	59.7	48.13	37.78
18	74.82	60.78	48.47	37.99
19	74.96	61.46	49.05	38.44
20	75.06	62	49.36	38.65
21	75.66	62.65	49.92	38.85
22	76.22	63.38	50.15	38.99
23	77.06	63.63	50.6	39.22
24	77.34	64.73	50.9	39.61
25	77.75	64.95	51.01	39.89
26	78.55	65.03	51.35	40.19
27	79.17	64.96	51.48	40.49
28	79.75	65.33	51.83	40.64
29	80.14	65.21	52.3	40.8
30	80.45	65.43	52.62	41.04
31	80.92	65.67	52.87	41.14
32	81.59	65.94	53.04	41.31
33	81.88	66.13	53.04	41.66
34	82.33	66.33	53.12	41.9
35	82.74	66.8	53.45	42.08
36	82.79	67.08	53.54	42.44
37	82.49	67.5	53.53	42.7
38	82.44	67.53	53.81	42.84
39	82.18	67.84	53.99	43.18
40	82.36	68.07	54.11	43.33

Tabela 5. Valores médios do índice de diversidade de Simpson para as 40 parcelas (2 x 5m) das quatro fitofisionomias de Campinarana.

Parcelas\Fitofisionomia	Forestada	Arborizada	Arbustiva Aberta	Gramíneo-Lenhosa
1	10.26	8.79	5.81	2.69
2	10.71	9.59	6.67	2.42
3	11.08	9.91	6.99	2.37
4	11.14	9.97	7.15	2.38
5	11.05	10.13	7.29	2.39
6	10.82	10.2	7.45	2.4
7	10.64	10.27	7.56	2.39
8	10.85	10.31	7.75	2.42
9	11.08	10.38	7.76	2.42
10	11.21	10.46	7.8	2.44
11	11.2	10.51	7.8	2.45
12	11.22	10.51	7.85	2.46
13	11.31	10.54	7.9	2.46
14	11.43	10.56	7.93	2.44
15	11.52	10.64	8.01	2.44
16	11.52	10.68	7.99	2.44
17	11.49	10.73	8.04	2.44
18	11.51	10.72	8.07	2.44
19	11.54	10.7	8.08	2.44
20	11.53	10.73	8.12	2.44
21	11.51	10.77	8.1	2.43
22	11.52	10.76	8.11	2.43
23	11.49	10.77	8.13	2.43
24	11.47	10.78	8.14	2.43
25	11.52	10.77	8.16	2.44
26	11.52	10.79	8.13	2.44
27	11.54	10.77	8.12	2.43
28	11.55	10.76	8.12	2.43
29	11.55	10.77	8.11	2.43
30	11.53	10.79	8.13	2.43
31	11.54	10.77	8.12	2.44
32	11.56	10.77	8.13	2.44
33	11.52	10.8	8.16	2.44
34	11.52	10.78	8.17	2.44
35	11.52	10.79	8.17	2.44
36	11.52	10.8	8.17	2.44
37	11.49	10.77	8.19	2.44
38	11.54	10.77	8.2	2.44
39	11.52	10.75	8.22	2.44
40	11.51	10.72	8.22	2.44