

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais –
PPG-BTRN
Divisão do Curso de Pós-Graduação em Botânica

ANÁLISE COMPARATIVA DE VEGETAÇÃO LENHOSA DO ECOSISTEMA
CAMPINA NA AMAZONIA BRASILEIRA

CARLOS ALBERTO CID FERREIRA

Manaus – Amazonas

2009

CARLOS ALBERTO CID FERREIRA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE VEGETAÇÃO LENHOSA DO ECOSISTEMA
CAMPINA NA AMAZONIA BRASILEIRA**

Orientador: ROGERIO GRIBEL

Co-orientador: Reinaldo Imbrózio Barbosa

Tese apresentada ao Programa de Pós -
Graduação em Biologia Tropical e
Recursos Naturais, convênio INPA-
UFAM para obtenção do título de
Doutor em Ciências Biológicas, área de
concentração em Botânica.

Manaus – Amazonas

2009

F383 Ferreira, Carlos Alberto Cid
 Análise comparativa do ecossistema campina na Amazônia brasileira /
 Carlos Alberto Cid Ferreira .--- Manaus : [s.n.], 2009.
 xxiii, 277 f. : il. color.

Tese (doutorado)-- INPA, Manaus, 2009
Orientador : Rogério Gribel
Co-orientador : Reinaldo Imbrozio Barbosa
Área de concentração : Fitogeografia

1. Composição florística – Amazônia. 2. Fitossociologia. 3. Campinas.
4. Fitogeografia. 5. Espécies. I. Título.

CDD 19. ed. 581.59811

Sinopse

Foram analisados os aspectos fitossociológicos e florísticos, de nove campinas amazônicas situadas na região Central, Ocidental e Oriental da Amazônia brasileira, abrangendo os estados do Acre, Roraima, Amapá, Pará e Amazonas. Estudos florísticos e fitossociológicos foram feitos visando conhecer a composição e a diversidade florística. Análises de solos foram feitas objetivando conhecer a influência do solo na composição florística das campinas.

DEDICATÓRIA

Em memória dos meus pais Benedito Ferreira e Maria Edinelza Cid Ferreira e à minha esposa Cleibe e meus filhos Carlos Alberto e Karine – os seres mais importantes da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade do Amazonas pela formação.

Ao Dr. Rogério Gribel, meu orientador e amigo, pela atenção, apoio, orientação e aos ensinamentos recebidos durante o desenvolvimento deste trabalho.

A co-orientação do Dr. Reinaldo Imbrózio Barbosa pela orientação técnica durante a realização da tese.

Ao Dr. Newton Falcão pela interpretação das análises de solo no laboratório de solo da Coordenação de Pesquisas em Agronomia.

Ao técnico Jonas pelas análises de solo realizadas no laboratório de solo da Coordenação de Pesquisas em Agronomia.

A Dra. Tânia Sanaiotti coordenadora do PPI que sempre facilitou na autorização das minhas excursões de coleta de material botânico.

Aos para-botânicos José Lima dos Santos e José Ferreira Ramos da Coordenação de Botânica que além de participarem nas excursões de coleta de material botânico, nos inventários foram importantes na ajuda das identificações das espécies.

Ao Dr. Antonio Candido do LBA/INPA, pelo fornecimento dos dados climatológicos.

Ao técnico Luiz Coelho da Coordenação de Pesquisas em Botânica pela ajuda na elaboração das tabelas fitossociológicas.

A Dra. Ires de Paula Miranda pela ajuda na tradução do idioma francês para português.

Ao Dr. Alberto Vicentini pelas identificações das espécies de *Pagamea* (Rubiaceae).

Ao Dr. Volker Bittrich pela identificação das espécies de *Clusia* (Clusiaceae).

A Dra. Maria do Carmo pela identificação de várias espécies de *Ouratea* (Ochnaceae).

Ao Dr. Bruce Nelson pela ajuda nas idéias dos dendogramas de Análise de agrupamento.

Ao auxiliar de campo José Guedes de Oliveira que participou praticamente de todas minhas excursões envolvendo as coletas e o processo de secagem do material botânico.

A Maria Regina de Albuquerque pela arte na montagem das exsiccatas do material coletado das campinas estudadas.

Ao programador Carlos Palácio pela ajuda na elaboração da Tese. (textos e gráficos).

RESUMO

As campinas amazônicas são formações vegetais esclerófilas que se desenvolvem em solos de areia branca. Apesar de inicialmente citadas apenas para a bacia do Rio Negro, sabe-se atualmente que as campinas estão amplamente distribuídas na Amazônia e em outras áreas da América Tropical. As campinas ocorrem como enclaves em áreas com matriz de floresta ombrófila, cerrado ou campinarana. Os substratos arenosos colonizados pelas plantas de campina podem ser de diferente natureza, tais como: (a) leitos de antigos corpos de água que secaram, (b) perfis arenosos oriundos da decomposição de arenitos do Escudo Guianense e do Escudo Brasileiro, e (c) antigas dunas arenosas de origem heólica. O presente trabalho teve como objetivo descrever e comparar, do ponto de vista florístico e fitossociológico, nove campinas na Amazônia Brasileira. Foram estudadas apenas as espécies arbóreas e arbustivas com diâmetro na altura do peito (DAP) ≥ 5 cm. Foram registradas, nas nove campinas estudadas, 252 espécies pertencentes a 121 gêneros e 44 famílias. As famílias de maior riqueza florística foram Fabaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Malpighiaceae e Annonaceae. Os gêneros de maior importância foram *Clusia*, *Emmotum*, *Pagamea*, *Tapirira*, *Eugenia*, *Matayba*, *Myrcia* e *Ouratea*. As nove campinas amostradas exibiram uma alta proporção de espécies exclusivas: 72,6% das espécies foi registrada apenas em uma das campinas. A alta proporção de espécies exclusivas resultou em grande distância florística entre as campinas estudadas (distância de Jaccard variando de 0,471 a 0,942). Em contraste, sete espécies (2,8% do total) ocorreram em mais de cinco campinas. Estas espécies, de ampla distribuição neotropical e de ocorrência em diferentes fisionomias, são: *Humiria balsamifera* Aubl., *Emmotum nitens* Miers, *Pagamea guianensis* Aubl., *Tapirira guianensis* Aubl., *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth., *Ouratea spruceana* Engl. e *Alchornea discolor* Poepp. A análise de distribuição das espécies, juntamente com análises de similaridade florística e de ordenamento MDS (Escalonamento multi-dimensional não-métrico) indicam alguns padrões fitogeográficos para as campinas, tais quais: (a) grande afinidade florística entre as campinas amazônicas e a vegetação do Escudo Guianense e dos Llanos Venezuelanos/Colombianos; (b) campinas no contato da bacia amazônica com o Escudo Brasileiro – como as da Serra do Cachimbo - apresentam maior influência da vegetação do cerrado; (c) campinas do leste

amazônico apresentam influência mista das floras do Escudo Guianense e do Escudo Brasileiro; (d) baixa afinidade da flora das campinas com a da Restinga Atlântica; (e) campinas do extremo oeste da Amazônia brasileira – como a de Cruzeiro do Sul (Acre) - são altamente diferenciadas das demais. Os resultados aqui apresentados reforçam a necessidade de programas de conservação da biodiversidade das campinas amazônicas, dada a alta diferenciação florística observada entre elas, a grande concentração de endemismos e sua ocorrência em manchas restritas e isoladas.

ABSTRACT

Amazonian campinas are sclerophytic vegetation occurring in white sand soils. Although in the beginning they were just mentioned for the rio Negro basin, it is now known that the campinas are widely distributed in the Amazon and some other areas of Tropical America. Amazonian campinas occur as enclaves in areas with dominated by other vegetation types such as rain forests, savannas or campinarana forests. The sandy soils colonized by campinarana plants could be of different origins, such as: a) beds of ancient bodies of water that dry; b) the sandy profiles derived from the erosion of sandstones from the Guiana Shield or the Brazilian Shield, and; c) ancient sand dunes of eolian origin. This present thesis is aiming to describe and compare from the floristic and phytosociologic point of view, nine Amazonian campinas. Only arboreal and shrubby species with diameter at breast height (DAP) > 5 cm were studied. The nine campinas studied contained, 252 species belonging to 121 genera and 44 families. The families of greatest floristic abundance were Fabaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Malpighiaceae, and Annonaceae. The genera of most importance were *Clusia*, *Emmotum*, *Pagamea*, *Tapirira*, *Eugenia*, *Matayba*, *Myrcia* and *Ouratea*. The nine sampled areas exhibited a high proportion of unique species: 72.6% of the species were just registered in one of the campinas. The high proportion of exclusive species resulted in a great floristic comparative distance among the campinas (Jaccard distance ranging from 0.471 to 0.942). In contrast, seven species (2.8% of total) occurred in more than five campinas. These species have wide neotropical distribution and occur in different physiognomies: *Humiria balsamifera* Aubl., *Emmotum nitens* Miers, *Pagamea guianensis* Aubl., *Tapirira guianensis* Aubl., *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth., *Ouratea spruceana* Engl. e *Alchornea discolor* Poepp. The analysis of the species distribution together with the floristic similarity and MDS analysis have found some phytogeographic patterns for the Amazonian campinas, such as: a) great floristic affinity among Amazonian campinas and the Guiana Shield vegetation and Venezuela-Colombia Llanos; b) campinas in contact with Amazon basin and Brazilian Shield, like the Serra do Cachimbo ones, show greater influence from the Cerrado vegetation; c) campinas from eastern Amazon has shown greater influence from the Guiana and Brazilian Shield floras; d) Low affinity between the Amazonian campinas and restinga vegetation from the Atlantic coast; e) Amazonian campinas from the Brazilian western extreme, like Cruzeiro do Sul (Acre), are significantly different from the other ones.

The results of this work reinforce the need of biodiversity conservation programs for the Amazonian campinas due to the great floristic divergence observed among them, large endemic potential and its occurrence on restricted isolated spots.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE TABELAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE APÊNDICES	xxii
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	4
Geral	4
Específicos	4
REVISÃO DA LITERATURA	5
Origem	5
Conceito, Terminologia e Classificação	6
Aspectos fitogeográficos da Amazônia	11
Relações fitogeográficas da flora e vegetação campinas	15
Conhecimento florístico, estrutural e fitossociológico	16
Comparações, Similaridade e Diversidade Florística nas Formações Vegetacionais na Amazônia	20
Clima	22
Estresse fisiológico	24
Lençol freático	25
Solos	28
MATERIAL E MÉTODOS	32
Localização das Áreas.....	32
Coletas de dados (Vegetação)	34
Amostragens da vegetação	34
Critério de inclusão e mensurações	34

Coletas e preparo das amostras	35
Solos	35
Tratamentos dos dados (vegetação)	35
Florísticos	35
Fitossociológicos	36
Classes de Altura e Diâmetro	39
Análise da similaridade florística	39
Dissimilaridade florística e análise de agrupamento	40
Ordenamento MDS (Escalonamento Multi-dimensional Não-Métrico)	41
Climatologia das áreas estudadas.....	41
Análises dos solos	41
Elaboração de Mapas da distribuição das espécies das campinas.....	42
RESULTADOS	43
Campina do Parque Estadual da Serra do Aracá (AM)	43
Campina do Cantá (RR)	45
Campina da Serra do Cachimbo (PA)	46
Campina de Cruzeiro do Sul (AC)	50
Campina do rio Acará (PA)	51
Campina de Porto Grande (AP)	53
Campina Vigia de Nazaré (PA)	55
Campina de Parintins (AM)	57
Campina do Parque Nacional do Viruá (RR)	59
Esforço Amostral versus Riqueza.....	62
Florística	63
Distribuição de indivíduos, famílias, gêneros e espécies	63
Diversidade e riqueza florística das famílias	64
Distribuição dos principais gêneros	65
Distribuição das principais espécies	67
Fitossociologia	69
Campina da Serra do Aracá/AM	69

Campina do Cantá/RR	72
Campina da Serra do Cachimbo/PA	75
Campina de Cruzeiro do Sul/AC	78
Campina de Acará/PA	81
Campina de Porto Grande/AP	84
Campina de Vigia do Nazaré/PA	87
Campina de Parintins/AM	90
Campina do Parque Nacional do Viruá/RR	93
Arquitetura e estrutura de tamanho	97
Classes Diamétricas	97
Classes de Altura	101
A composição florística	106
Dominância relativa por família	106
As famílias de maior diversidade florística	106
Abundância dos gêneros	107
Os gêneros de maior riqueza florística das nove campinas	109
As famílias que se destacaram das campinas estudadas	109
Endemismo das campinas estudadas	109
As famílias que mais se destacaram em riquezas, gêneros e espécies.....	110
Frequência de Ocorrência das Espécies nas Campinas	112
Dissimilaridade Florística	113
Análise de Agrupamento	113
Ordenamento MDS (Escalonamento Multi-dimensional Não-Métrico)	114
SOLOS	117
Distribuição das Espécies de Campina	120
Espécies de Ampla Distribuição	120
Espécies do Planalto das Guianas e dos Llanos	124
Espécies do Planalto Guiano, Lhanos e Este dos Andes	130
Espécies do Planalto Central Brasileiro	134
Espécies Raras e Distribuição Restrita	138

DISCUSSÃO	144
O conceito de campina e de outras formações sobre solos arenosos	144
Campinas " <i>stricto sensu</i> "	145
Áreas de ocorrência	145
Características fisionômicas morfo/fisiológicas.....	146
Composição florística.....	146
Transição.....	147
Lençol freático.....	149
Espécies raras, endêmicas e indicadoras	149
Distribuição geográfica das campinas amazônicas	150
Biogeografia das Campinas	153
Origem e Evolução das Campinas	155
Implicações para Conservação.....	157
Considerações Finais	159
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	161
APÊNDICES	181

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 01 - Número de gêneros que são comuns às três campinas na Amazônia Central.....	18
TABELA 02 - Número de espécies que são comuns às três campinas na Amazônia Central.....	19
TABELA 03 - Resultados comparativos entre os fatores climáticos entre o Alto rio Negro e Manaus, encontrados por Lisboa (1975)	23
TABELA 04 - Medidas da oscilação do lençol freático observado em uma Campina na Amazônia Central, durante os meses de março, junho, agosto, setembro, novembro e dezembro de 1996.....	27
TABELA 05 - Riqueza de famílias, gêneros e espécies nas campinas estudadas	63
TABELA 06 - As 16 famílias que concentram a maior riqueza do total de gêneros e espécies (G/E = Gênero/Espécie).....	64
TABELA 07 - Distribuição dos 22 gêneros mais importantes das campinas estudadas.....	66
TABELA 08 - Distribuição das 21 principais espécies nas nove campinas estudadas.....	68
TABELA 09 - Número de indivíduos e riqueza de gêneros e espécies por família na Serra do Aracá/AM	70
TABELA 10 - Quinze famílias de maior Índice de Importância na Campina da Serra do Aracá/AM	71
TABELA 11 - Quinze espécies de maior Índice de Importância na Campina da Serra do Aracá/AM	72
TABELA 12 - Número de indivíduos e riqueza de gêneros e espécies por família na Serra do Cantá/RR	73
TABELA 13 - Quinze famílias de maior Índice de Importância na Campina da Serra do Cantá/RR	74
TABELA 14 - Quinze espécies de maior Índice de Importância na Campina da Serra do Cantá/RR	75
TABELA 15 - Número de indivíduos e riqueza de gêneros e espécies por família na campina Serra do Cachimbo/PA	76
TABELA 16 - Quinze famílias de maior Índice de Importância na Campina da Serra do Cachimbo/PA	77
TABELA 17 - Quinze espécies de maior Índice de Importância na Campina Serra do Cachimbo/PA	78
TABELA 18 - Número de indivíduos e riqueza de gêneros e espécies por família na campina de Cruzeiro do Sul/AC	79
TABELA 19 - Quinze famílias de maior Índice de Importância na Campina de Cruzeiro do Sul/AC	80

TABELA 20 - Quinze espécies de maior Índice de Importância na campina de Cruzeiro do Sul/AC	81
TABELA 21 - Número de indivíduos e riqueza de gêneros e espécies por família na campina do Acará/PA	82
TABELA 22 - Quinze famílias de maior Índice de Importância na Campina do Acará/PA.....	83
TABELA 23 - Quinze espécies de maior Índice de Importância na campina do Acará/PA.....	84
TABELA 24 - Número de indivíduos e riqueza de gêneros e espécies por família na campina de Porto Grande/AP	85
TABELA 25 - Quinze famílias de maior Índice de Importância na campina de Porto Grande/AP	86
TABELA 26 - Quinze espécies de maior Índice de Importância na campina de Porto Grande/AP	87
TABELA 27 - Número de indivíduos e riqueza de gêneros e espécies por família na campina do Vigia de Nazaré/PA	88
TABELA 28 - Quinze famílias de maior Índice de Importância na campina do Vigia do Nazaré/PA	89
TABELA 29 - Quinze espécies de maior Índice de Importância na campina do Vigia do Nazaré/PA	90
TABELA 30 - Número de indivíduos e riqueza de gêneros e espécies por família na campina de Parintins/AM	91
TABELA 31 - Quinze famílias de maior Índice de Importância na campina de Parintins/AM.....	92
TABELA 32 - Quinze espécies de maior Índice de Importância na campina de Parintins/AM.....	93
TABELA 33 - Número de indivíduos e riqueza de gêneros e espécies por família na campina do Parque Nacional do Viruá/RR	94
TABELA 34 - Quinze famílias de maior Índice de Importância na campina do Parque Nacional do Viruá/RR	95
TABELA 35 - Quinze espécies de maior Índice de Importância na campina do Parque Nacional do Viruá/RR	96
TABELA 36 - Matriz Triangular de Distancia de Jaccard entre as nove campinas inventariadas baseadas na presença/ausência de espécies	113
TABELA 37 - Análises de solo realizadas em oito localidades de campinas amostradas na Amazônia Legal	118

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 01 -	A – Suposto limite do Lago Amazônico (aproximadamente 2.5 milhões de anos atrás), alcançando cerca de 180 metros acima do atual nível do mar. B – Suposto limite do Lago Amazônico (aproximadamente 750 mil anos atrás), alcançando cerca de 100 metros acima do atual nível do mar (Marroig & Cerqueira, 1997).....	02
FIGURA 02 -	Mapa das principais formações vegetacionais da Amazônia Legal.....	14
FIGURA 03 -	Altura Média da Precipitação Anual (mm) da Amazônia brasileira. Observa-se claramente as variações pluviométricas entre as três áreas.....	24
FIGURA 04 -	Representação “esquemática da oscilação do ‘lençol freático’ associado à topografia, solo e formações vegetacionais (Campina, campinarana e floresta de terra firme) na Amazônia Central (Ferreira, 1997).....	27
FIGURA 05 -	Imagem da Amazônia brasileira e respectivas coordenadas geográficas das campinas inventariadas (pontos amarelos) e onde foram realizados levantamentos florísticos(pontos vermelhos).....	33
FIGURA 06 -	Representação esquemática do transecto implantado em todas campinas estudadas.....	34
FIGURA 07 -	Aspecto da localização da Campina estudada no Parque Nacional da Serra do Aracá, AM.....	43
FIGURA 08 -	Fisionomia arbustiva com a dominância de <i>Humiria floribunda</i> e as áreas arenosas onde ocorrem as espécies de <i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth) Nees , associadas com o líquen <i>Cladonia confusa f. confusa</i> (R.Sant.) Follmann & Ahti. Parque Nacional da Serra do Aracá, (AM).....	44
FIGURA 09 -	<i>Manilkara bidentada</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Huber) A.Chev.....	45
FIGURA 10 -	<i>Protium heptaphyllum</i> subsp. <i>ulei</i> (Swart) D.C. Daly.....	45
FIGURA 11 -	Aspecto fisionômico do estrato arbustivo ocorrem <i>Ruizterania retusa</i> (Spruce ex Warm) Marc-Bert, <i>Pagamea guianensis</i> Aubl., <i>Cybianthus fulvopulverulentus</i> subsp. <i>fulvopulverulentus</i> (Mez) Agost, entre outros. Campina do Cantá(RR).....	46
FIGURA 12 -	<i>Cladonia cf. confusa f. confusa</i> (R.Sant.) Follmann & Ahti.....	46
FIGURA 13 -	<i>Parmelia</i> sp.....	46
FIGURA 14 -	Aspecto fisionômico subarbustivo da campina mais aberta, ocorrem inúmeras espécies das famílias Eriocaulaceae, Poaceae, Cyperaceae, além do líquen <i>Cladonia</i> sp. As moitas da formação arbustiva são dominadas por <i>Humiria balsamifera</i> Aubl. Campina da Serra do Cachimbo (PA).....	47
FIGURA 15 -	<i>Vellozia cf. furfucata</i> L.B. Sm. & Ayensu (Velloziaceae).....	47
FIGURA 16 -	Aspecto arbustivo da campina com dominância de <i>Pagamea guianensis</i> Aubl. e <i>Humiria balsamifera</i> Aubl. Campina da Serra do Cachimbo (PA).....	48

FIGURA 17 -	No primeiro plano <i>Pagamea guianensis</i> Aubl. , espécie dominante e ao fundo a transição com pequena mancha de campinarana.....	48
FIGURA 18 -	O Cerrado com afloramento arenítico na parte Sul do transecto fazendo a transição com a Campina estudada.....	48
FIGURA 19 -	<i>Parkia cachimboensis</i> H.C. Hopking (Fabaceae).....	49
FIGURA 20 -	<i>Blepharandra cachimbensis</i> W. Anders. (Malpighiaceae).....	49
FIGURA 21 -	Fisionomia da campina de Cruzeiro do Sul é bem mais densa. No detalhe, o parabolítico José Lima dos Santos como referência da altura arbustiva. Ao fundo observa-se a transição com a campinarana. BR-307 cerca de 7 km da cidade de Cruzeiro do Sul (AC).....	51
FIGURA 22 -	<i>Pagamea guianensis</i> Aubl.(Rubiaceae).....	51
FIGURA 23 -	<i>Pachira brevipes</i> (A.Rob.) W.S. Alvererson (Malvaceae).....	51
FIGURA 24 -	Aspecto fisionômico herbáceo-arbustivo. No detalhe a ocorrência de <i>Aechmea</i> sp. (Bromeliaceae). Ao fundo a formação arbustiva do formada na maioria por <i>Byrsonima chrysophylla</i> . Margem esquerda do rio Guamá. Município de Acará(PA).	52
FIGURA 25 -	<i>Byrsonima chrysophylla</i> (L.) Kunth. (Malpighiaceae).....	53
FIGURA 26 -	<i>Vernonia grisea</i> Baker (Asteraceae).....	53
FIGURA 27 -	Aspecto fisionômico da campina no detalhe, observa-se a grande ocorrência de Poaceae e Cyperaceae. Ao fundo a transição com o cerrado. Campina de Porto Grande (AP).....	54
FIGURA 28 -	<i>Himatanthus sukuuba</i> (Spruce ex Müell) Woodson (Apocynaceae).....	54
FIGURA 29 -	<i>Retiniphyllum schomburgkii</i> Müll.Arg. (Rubiaceae).....	54
FIGURA 30 -	Fisionomia da Campina. A exploração de areia tem alterado a paisagem e a composição florística da campina. Rodovia PA-412 e a 5 km da cidade de Vigia do Nazaré (PA).....	56
FIGURA 31 -	A fisionomia mostra no detalhe, o solo revestido de Eriocaulaceae, Poaceae e Cyperaceae. Ao fundo a transição com a campinarana. Rodovia PA-412 e a 5 km da cidade de Vigia do Nazaré (PA).....	56
FIGURA 32 -	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. (Annonaceae).....	57
FIGURA 33 -	<i>Ouratea spruceana</i> Engl.(Ochnaceae).....	57
FIGURA 34 -	No seu aspecto fisionômico, apresenta o solo exposto onde ocorre <i>Schizaea pennula</i> (Schizaeaceae), <i>Syngonanthus</i> sp. e <i>Paepalanthus</i> sp. (Eriocaulaceae) espécies de Poaceae e Cyperaceae, Ao fundo situa-se as áreas mais densas onde as ilhas arbustivas são formadas principalmente por espécies de família Myrtaceae. Campina de Parintins (AM).....	58
FIGURA 35 -	<i>Palicourea nitidella</i> (Muell. Arg.) Standl. (Rubiaceae).....	58
FIGURA 36 -	<i>Rhabdodendron amazonicum</i> (Spruce ex Benth.) Huber (Rhabdodendraceae)...	58
FIGURA 37 -	Líquén <i>Cladonia confusa</i> f. <i>confusa</i> (Cladoniaceae).....	59

FIGURA 38 -	Aspecto fisionômico da campina estudada, muito similar as savanas da região. Parque Nacional do Viruá (RR).....	60
FIGURA 39 -	<i>Chanouchiton kappleri</i> (Sagot ex Engler) Ducke (Olacaceae).....	61
FIGURA 40 -	<i>Platycarpum egleri</i> G.K. Rogers (Rubiaceae).....	61
FIGURA 41 -	<i>Barcella odora</i> (Trail) Drude (Arecaceae)- frutos maduros e imaturos.....	61
FIGURA 42 -	Gráficos das curvas espécie/área das nove campinas inventariadas: (a) Serra do Aracá, (b) Cruzeiro do Sul, (c) Cantá, (d) Acará, (e) Serra do Cachimbo, (f) Porto Grande, (g) Vigia do Nazaré, (h) Parintins e (i) Parque Nacional do Viruá.....	62
FIGURA 43 -	Distribuição das classes diamétricas.....	100
FIGURA 44 -	Distribuição das classes de alturas.....	105
FIGURA 45 -	As dez famílias mais abundantes nas nove campinas estudadas	106
FIGURA 46 -	As dez famílias de maior riqueza florística nas nove campinas inventariadas.....	107
FIGURA 47 -	Os dez gêneros com maior número de indivíduos das nove campinas estudadas.....	108
FIGURA 48 -	Os gêneros das campinas com maior riqueza de espécies.....	109
FIGURA 49 -	Distribuição do número de espécies comuns encontradas nas nove campinas estudadas. O número em cima das barras representa o percentual do total de 252 espécies registradas.....	112
FIGURA 50 -	Análise de grupamento para (a) as nove áreas de campinas inventariadas e para (b) as nove áreas inventariadas juntamente com três áreas hipotéticas com vegetação do Escudo Guiano, cerrado do Brasil Central e restinga da Costa Atlântica.....	115
FIGURA 51 -	Distâncias entre campinas no plano formado pelos dois eixos principais no ordenamento de MDS para (a) as nove áreas de campinas inventariadas e para (b) as nove áreas inventariadas juntamente com três áreas hipotéticas com vegetação do Escudo Guiano, cerrado do Brasil Central e restinga da Costa Atlântica.....	116
FIGURA 52 -	Espécies de Ampla Distribuição (📍 espécimes citados no mobot.org ■ espécimes coletados pelo autor △ campinas inventariadas ★ espécimes citados literatura).....	122
FIGURA 53 -	Espécies do Planalto das Guianas e dos Llanos. (📍 espécimes citados no mobot.org ■ espécimes coletados pelo autor △ campinas inventariadas ★ espécimes citados literatura).....	126
FIGURA 54 -	Espécies do Planalto Guiano, Llanos e Este dos Andes. (📍 espécimes citados no mobot.org ■ espécimes coletados pelo autor △ campinas inventariadas ★ espécimes citados literatura).....	131
FIGURA 55 -	Espécies do Planalto Central Brasileiro. (📍 espécimes citados no mobot.org ■ espécimes coletados pelo autor △ campinas inventariadas ★ espécimes citados literatura).....	135

FIGURA 56 -	Espécies Raras e Distribuição Restrita. (📍 espécimes citados no mobot.org ■ espécimes coletados pelo autor △ campinas inventariadas ★ espécimes citados literatura).....	139
FIGURA 57 -	Campina na Amazônia Central: Reserva Biológica do INPA/SUFRAMA.....	147
FIGURA 58 -	Campina da Serra do Ererê em transição com a vegetação de <i>cerrado</i> . Observam-se abaixo à direita alguns afloramentos rochosos. Município de Monte Alegre. PA.	148
FIGURA 59 -	Campina da Serra do Cachimbo – detalhe das manchas de cerrado. Município de Novo Progresso. PA.....	148
FIGURA 60 -	Mapa da Amazônia Legal assinalando a distribuição das campinaranas, publicado pelo IBGE (1992).....	150
FIGURA 61 -	Mapa da distribuição geográfica indica somente as campinas e campinaranas na Amazônia brasileira.....	151

INDICE DE APÊNDICES

APÊNDICE A -	Índice de temperaturas e pluviométricos das áreas das campinas estudadas baseado em New <i>et al.</i> 2000.....	181
	Fig. a - Temperatura e precipitação mensais da Campina do município de Cantá (RR)	181
	Fig. b - Temperatura e precipitação mensais da Campina do município de Cruzeiro do Sul (AC)	181
	Fig. c - Temperatura e precipitação mensais da Campina do Parque Nacional do Viruá, município de Caracaraí (RR)	182
	Fig. d - Temperatura e precipitação mensais da campina de Porto Grande do município de Porto Grande (AP)	182
	Fig. e - Temperatura e precipitação mensais da Campina da Serra do Aracá, município de Barcelos (AM)	183
	Fig. f - Temperatura e precipitação mensais da Campina da Serra do Cachimbo, município de Novo Progresso (PA)	183
	Fig. g - Temperatura e precipitação mensais da Campina do Vigia de Nazaré, município de do Vigia de Nazaré (PA)	184
	Fig. h - Temperatura e precipitação mensais da Campina de Acará município de Acará (PA)	184
	Fig. i - Temperatura e precipitação mensais da Campina do lago Zé Assu, município de Parintins (PA)	184
APÊNDICE B -	Resultados florísticos. Famílias com suas respectivas espécies	185
APÊNDICE C -	Tabela geral da composição florística das 44 famílias amostradas das campinas estudadas com seus respectivos número de indivíduos, espécies, gêneros e ocorrência (número de indivíduo) por área estudada	194
APÊNDICE D -	Tabela geral da composição florística dos 121 <i>gêneros</i> amostrados, com seus respectivos números de espécie, indivíduos e distribuição de indivíduo por área estudada	197
APÊNDICE E -	Tabela de Presença e Ausência (Checklist Geral) das 252 espécies com seus respectivos números de indivíduos e distribuição de ocorrência/número de indivíduos por área estudada	205
APÊNDICE F -	Tabela das 26 famílias inventariadas com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Família – IVIF% da Campina da Serra do Aracá (AM)...	222
APÊNDICE G -	Tabela das 60 espécies inventariadas com ($DAP \geq 5$ cm), com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Espécie – IVIE% da Campina da Serra do Aracá (AM).....	224
APÊNDICE H -	Tabela das 20 famílias inventariadas com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Família – IVIF% da Campina do Cantá (RR).....	228

APÊNDICE I -	Tabela das 32 espécies inventariadas com ($DAP \geq 5$ cm), com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Espécie – IVIE% da Campina da Serra do Cantá (RR)	229
APÊNDICE J -	Tabela das 18 famílias inventariadas com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Família – IVIF% Campina da Serra do Cachimbo (PA)	231
APÊNDICE K -	Tabela das 36 espécies inventariadas com ($DAP \geq 5$ cm), com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Espécie – IVIE % Campina da Serra do Cachimbo (PA)	232
APÊNDICE L -	Tabela das 17 famílias inventariadas com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Família – IVIF% da Campina de Cruzeiro do Sul (AC)	235
APÊNDICE M -	Tabela das 26 espécies inventariadas com ($DAP \geq 5$ cm), com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Espécie – IVIE % da Campina de Cruzeiro do Sul (AC).....	236
APÊNDICE N -	Tabela das 22 famílias inventariadas com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Família – IVIF% da Campina do Acará (PA)	238
APÊNDICE O -	Tabela das 45 espécies inventariadas com ($DAP \geq 5$ cm), com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Espécie – IVIE % da Campina do Acará (PA)	240
APÊNDICE P -	Tabela das 24 famílias inventariadas com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Família – IVIF% da Campina de Porto Grande (AP)	243
APÊNDICE Q -	Tabela das 48 espécies inventariadas com ($DAP \geq 5$ cm) com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Espécie – IVIE % da Campina de Porto Grande (AP)	245
APÊNDICE R -	Tabela das 20 famílias inventariadas com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Família – IVIF% da Campina de Vigia de Nazaré, (PA)	248
APÊNDICE S -	Tabela das 38 espécies inventariadas com ($DAP \geq 5$ cm) com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Espécie – IVIE % da Campina do Vigia do Nazaré (PA).....	249
APÊNDICE T -	Tabela das 22 famílias inventariadas com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Família – IVIF% da Campina de Parintins (AM)	252
APÊNDICE U -	Tabelas das 43 espécies inventariadas com ($DAP \geq 5$ cm) com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Espécie – IVIE % da Campina de Parintins (AM).....	253
APÊNDICE V -	Tabela das 24 famílias inventariadas com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Família – IVIF% da Campina do Parque Nacional do Viruá (RR).....	256
APÊNDICE W -	Tabela das 54 espécies inventariadas com ($DAP \geq 5$ cm) com seus respectivos Índices de Valor de Importância da Espécie – IVIE da Campina do Parque Nacional do Viruá (RR)	258
APÊNDICE X -	a - Análise do solo da Campina do Aracá (AM).....	262

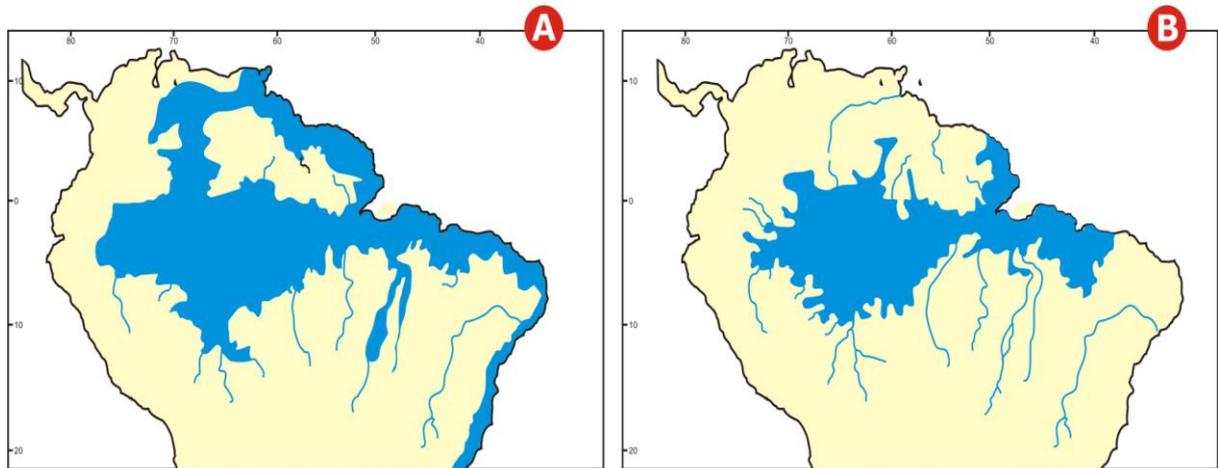
b- Análise do solo da Campina do Cantá (RR).....	265
c- Análise do solo da Campina da Serra do Cachimbo (PA).....	267
d- Análise do solo da Campina de Cruzeiro do Sul (AC).....	269
e- Análise do solo da Campina do Acará (PA).....	271
f- Análise do solo da Campina de Porto Grande (AP).....	273
g- Análise do solo da Campina de Vigia de Nazaré (PA).....	274
h- Análise do solo da Campina do P.N. do Viruá (RR).....	275

INTRODUÇÃO

As florestas tropicais úmidas ocupam 6% da superfície terrestre, 2/3 dessas florestas estão na região amazônica. No território brasileiro estão localizadas 30% (3,57 milhões de km²) desse total (Salati *et al.* 1998). Segundo Prance (1978), a flora amazônica é derivada primariamente das floras antigas do Escudo Guianense e do Escudo Central Brasileiro, que provavelmente originaram espécies endêmicas da região amazônica. Entretanto, Putzer (1984) assinala discordâncias a respeito da história geológica da bacia amazônica que deixam muitas dúvidas sobre a origem da sua flora. Lleras e Kirkbride (1978) afirmam que as campinas amazônicas do rio Negro e da Amazônia Central se originaram da destituição de rochas do Escudo Guianense que teriam sido transportadas pelos rios em direção ao norte do rio Amazonas, e que as campinas do Sul da Amazônia, seriam originadas do Planalto Central brasileiro. Mais tarde, Vincentini (2004) aderiu a esta afirmativa ao comentar que a principal influência florística das campinas amazônicas são proveniente de grupos com alta diversidade em solos arenosos na região do Escudo Guianense. As divergências sobre a formação geológica da bacia amazônica deixam muitas dúvidas sobre a origem da floresta amazônica. Isto porque, pouco ou quase nada há publicado da evolução da flora no norte da América do Sul (Daly e Prance 1989).

Na opinião de Schubart (1983) a grande diversidade de espécies deve-se à localização da planície amazônica, situada numa zona equatorial quente e úmida, que é cercada pelas três mais importantes estruturas geomorfológicas do continente sul-americano: a Cordilheira dos Andes com altitudes acima de 4 mil metros a oeste; o Planalto do Escudo Guianense com 2 mil metros de altitude ao norte e o Planalto Central Brasileiro ao sul com elevações que atingem 700 metros. Simultâneo ao fim da separação dos continentes africano e sul-americano, as Américas do norte e do sul moveram-se uma em direção a outra formando a cordilheira dos Andes (Ab'Saber 1982). Esse evento geológico bloqueou a drenagem ocidental pelo alto Amazonas e fundamenta a hipótese da formação de um extenso mar interno na área da bacia amazônica (Figura 1). Sombroek (1966) comenta que a Amazônia é geologicamente muito jovem, mas que a sua superestrutura é bem mais antiga. Os ciclos glaciais do Quaternário e as dramáticas subidas do nível do mar afetaram a evolução da paisagem amazônica. As transgressões e as regressões do mar sobre a região da bacia

amazônica tiveram grande influência na formação do lençol freático e dos atuais sistemas fluviais (Martins *et al.* 1993).



Marroig & Cerqueira, 1997

Fig. 01 - **A** - Suposto limite do Lago Amazônico (aproximadamente 2.5 milhões de anos atrás), alcançando cerca de 180 metros acima do atual nível do mar. **B**. Suposto limite do Lago Amazônico (aproximadamente 750 mil anos atrás), alcançando cerca de 100 metros acima do atual nível do mar. (Marroig e Cerqueira, 1997).

Segundo Pires (1973) a floresta amazônica é formada por diferentes unidades fitogeográficas, condicionadas por vários fatores fisiográficos, pedológicos e microclimáticos, os quais contribuíram para o surgimento de vários ecossistemas vegetacionais tais como a dominante floresta de terra firme, floresta de várzea, floresta de igapó, restingas litorâneas, mangues, savanas campinaranas e campinas sendo que este último, apresentam uma grande escassez de informações relacionadas com os fatores bióticos e abióticos que influenciaram na sua composição florística e na distribuição geográfica. Essas dúvidas contribuem para a formação de um conceito de que as atuais manchas de campina espalhadas pela Amazônia estariam associadas aos últimos resquícios das regressões marítimas.

As primeiras observações sobre campina na hiléia amazônica foram feitas por Spruce (1908) que descobriu esse tipo de vegetação na metade do século XIX no alto rio Negro e as denominou de “*caatinga*”, título publicado em 1908. Mais tarde, Ducke e Black (1954), baseados numa listagem florística de espécies endêmicas, como *Sacoglottis*, *Humiria* e *Dimorphandra*, caracterizaram essas formações arenosas, diferenciando-as das *caatingas* e dos *campos amazônicos*. Esse endemismo foi confirmado pelos autores ao visitarem as campinas do rio Jaramacaru, situadas entre Nhamundá (AM) e baixo rio Trombetas (PA). As informações fitossociológicas das campinas amazônicas também são pouco representativas, sendo a maioria realizadas na região do alto Rio Negro por Takeuchi (1961), Rodrigues (1961) e Pires e

Rodrigues (1964) que também denominaram de “*caatinga*”. Anderson *et al.* (1975) analisaram a fitossociologia de uma campina na região da Amazônia Central que denominou de campina aberta. Braga (1982) analisou na Amazônia a fitogeografia das Orchidaceae das campinas amazônicas abrangendo 64 gêneros, 155 espécies e um híbrido natural, totalizando 156 taxas. Nessa mesma região Ferreira (1997) abordou a florística, a fitossociologia e a similaridade florística entre campina, campinarana e floresta de terra firme.

Segundo Anderson (1981), existe vários conceitos e terminologias para essas formações esclerófilas que crescem sobre areia branca arenosa e ocorrem nos Trópicos Úmidos, inclusive na região de Borneo (Malásia), onde é denominada de “padang”. Contudo, as principais discussões estão relacionadas com a fitogeografia das campinas na Amazônia. Aubréville (1961) afirmou que as campinas amazônicas seriam endêmicas da bacia do rio Negro, com exceção das campinas de São Paulo de Olivença no alto Solimões.

Informações literárias mostram que na Amazônia brasileira, poucos estudos foram realizados sobre a composição florística e fitossociológica desse ecossistema, entretanto, recentemente, Struwe *et al.* (2008) descrevem um novo gênero de Gentianaceae (*Roraimaea*) para este ecossistema. Esta formação não florestal, ainda pouca discernida e regionalmente conhecida como campina é típica da Amazônia e em particular da Amazônia Central e Ocidental. Cresce sobre solo (Podzol), pobre em nutrientes e quase sempre sem serrapilheira, além de apresentar um alto lençol freático (Ferreira, 1977). Fisionomicamente são formações arbustivas agrupadas, cujos indivíduos apresentam certo grau de escleromorfismo, casca rugosa e caules tortuosos, sempre cobertos de epífitas tais como briófitas, orquídeas e bromélias. A flora é endêmica e de baixa diversidade (Braga 1979).

Neste trabalho “*stricto sensu*” o autor mostra no mapa da Amazônia brasileira que as campinas estudadas ocorrem e estão distribuídas por vários pontos da Amazônia, associadas às variações climáticas, altitude, transições e várias condições edáficas diferenciadas. Ao contrário da afirmativa de Veloso *et al.* (1991) e dos mapas da Amazônia Legal elaborado pelo IBGE (1993) (Figuras 02, 60), em que afirmam que as campinaranas são descritas e restritas para a região da bacia do alto rio Negro.

A proposta deste estudo – baseado na fertilidade do solo, nas transições vegetacionais das campinas nas regiões Central, Oriental e Ocidental da Amazônia brasileira, na composição florística e fitossociológica – é demonstrar a especificidade do ecossistema campina e dissociar do conceito atual referente à campina e à campinarana, em que estes dois ecossistemas são considerados formações idênticas quanto as suas características bióticas e abióticas.

OBJETIVOS

Geral

O principal objetivo deste trabalho foi comparar a composição florística e fitossociológica das espécies lenhosas do ecossistema campina que se situava em várias regiões da Amazônia brasileira (região Central, Ocidental e Oriental)

Específicos

- Caracterizar a composição florística das campinas estudadas;
 - Analisar as campinas estudadas para determinar possíveis influências das espécies do Planalto do Escudo Guianense, do Planalto Central Brasileiro e das Restingas na sua composição florística;
 - Produção de um “checklist” das espécies das campinas estudadas;
 - Caracterização do nível de fertilidade dos solos nas campinas estudada.
-

REVISÃO DA LITERATURA

Origem

Os naturalistas Ducke e Black (1954) comentaram que as campinas seriam formações primárias, supostamente mais antigas que a floresta pluvial, negando que as campinas fossem resultados de queimadas pontuais.

Sakamoto (1957) discute que as campinas amazônicas surgem dispersa no meio do latossolo de textura leve, média e pesada cuja gênese deve-se provavelmente a superposição de sedimentos pleistocênicos sobre sedimentos de origens mais antigas.

Segundo Pires (1973) a incidência de vegetação não florestal na região amazônica é extremamente elevada, chegando a atingir na Amazônia brasileira uma área de 226.000 km² de florestas arenícolas ou savanas. A origem de tal vegetação é incerta, apesar de muitas especulações na literatura. No caso das campinas e campinaranas amazônicas, poucas são as referências existentes na literatura regional.

Uma hipótese mais recente é defendida por Janzen (1974) de que as campinas amazônicas se originaram devido aos depósitos aluviais, derivados de arenitos da Venezuela e rochas graníticas do norte das Guianas, que formam rochas graníticas que submetidas ao intemperismo deram origem aos solos arenosos, onde atualmente as mesmas estão estabelecidas.

Contrariando a opinião de Ducke e Black (op.cit.) e Sioli e Klinger (1962) Prance e Schubart (1978) ao estudarem as campinas do rio Cuieiras no Amazonas concluem que as campinas *abertas* tiveram origens antrópica, devido terem encontrado carvão vegetal e cerâmica indígenas datadas, aprox. 800 a.C.

Martins e Matthes (1978) interpretaram as campinas abertas como sendo um estágio sucessional em direção à campinarana, devido a escassez de nutrientes, resultando numa baixa taxa de acumulação de matéria orgânica acarretando em sucessão vegetacional muito lenta.

Prance (1987) fazendo uma breve revisão dos tipos de vegetação da Amazônia discute a origem da flora levando em consideração as mudanças climáticas do Pleistoceno e Pós-Pleistoceno, afirmando que na Amazônia existe vários gêneros endêmicos, mas a maior parte tem espécies fora da região. Também existe um grande número de espécies endêmicas, fato que indica uma derivação mais recente a partir da flora das áreas circundantes mais antiga,

localizadas sobre os escudos cristalinos da Guiana e do Brasil – ao norte e ao sul da Bacia Amazônica respectivamente.

O endemismo das campinas na Venezuela (Amazonian type savanna), foi utilizado por Huber (1982,1987), para definir este tipo de vegetação como ancestral em relação à floresta amazônica, além da grande afinidade com a flora das Guianas.

Apesar dos estudos até hoje realizados sobre as campinas amazônicas, não se sabe ao certo quais fatores abióticos influenciaram no surgimento deste tipo de vegetação e o “por que” de sua maior concentração situar-se na Amazônia Central e Ocidental e qual a razão de uma flora tão especializada (Ferreira 1997).

Carneiro Filho (2002, 2003), estudando as campinas do rio Negro, enfatiza a existência de dunas cobertas por uma vegetação tênue de campina, porém, algumas dunas estão recobertas por uma vegetação de porte baixo conhecida por campinarana. Finaliza afirmando que diversos botânicos supõem que a campina deriva da campinarana, que naturalmente apresentam péssimas condições de drenagem.

Conceito, Terminologia e Classificação

A vegetação sobre areia branca chamou atenção de von Martius em 1818 enquanto viajava pelo Brasil. E observou a ocorrência de campos de areia branca em Diamantina, na Serra do Espinhaço (MG).

Lindman (1906) usou o termo campina para designar os “campos do Rio Grande do Sul”, classificando-os de “*campos limpos*” e “*campos sujos*”, de acordo com a maior ou menor quantidade de plantas raquíticas lenhosas que vicejavam estes ”campos”. Por questões fitogeográficas e regionais, o termo campina não deve ser empregado na denominação de uma vegetação amazônica.

O primeiro botânico a usar o termo *caatinga-gapó* para um tipo de vegetação que cresce sobre areia branca na região do alto rio Negro, foi Spruce (1908). Este termo foi alterado por fitogeógrafos brasileiros para “*caatinga*”. A interpretação não é muito correta, pois segundo Veloso *et al.* (1991) *caatinga-igapó* significa uma vegetação lenhosa aberta dos pântanos, com o sentido inverso do termo “*caatinga do nordeste brasileiro*”, que significa uma vegetação aberta espinhosa caducifolia das áreas áridas do nordeste brasileiro. Mais tarde Ducke (1922) comentou a existência de três tipos de vegetação que diferem da floresta pelo

tipo de solo, composição florística, estrutura e fisionomia, além de haver muitas afinidades entre si, descrevendo como sendo *caatinga*, campina e campinarana.

O naturalista Richards (1952) relaciona as *caatingas* amazônicas da Amazônia brasileira com outros tipos de vegetação que ocorrem sobre areias brancas em regiões tropicais consideradas baixas como *kerangas* e *padang* de Bórneo na Malásia, como *muri-busch* e com *wallaba* das Guianas.

Andrade - Lima (1959) no município de Vigia de Nazaré (PA), foi quem pela primeira vez referiu-se a uma campina cuja denominação “Campina do Caimbé”, estaria relacionada com nome vulgar “*caimbé*”, que se refere a espécie botanicamente conhecida como *Curatella americana* (Dilleniaceae), cuja ocorrência é muito comum no local.

Sampaio (1940 e Egler (1960) foram os primeiros fitogeográficos a empregarem corretamente o termo campinarana para a Amazônia.

Takeuchi (1961) fez a primeira proposta para reunir os termos campina e *caatinga* para uma única denominação de campina. Posteriormente, Rodrigues (1961) sugeriu que a substituição dos termos *caatinga baixa* e *caatinga alta* para campina e campinarana respectivamente. Dentro desta indefinição, coube a Viera e Oliveira (1962) chamarem a atenção sobre alguns autores, pelo fato dos mesmos estarem empregando o termo campina, como sinônimo da vegetação de *savanas*, aumentando desta forma, o mau emprego do termo de campina na região.

Com relação à denominação de nomes vulgares para a vegetação que cresce sobre areias brancas, Pires (1973) ao classificar os tipos de vegetação da Amazônia, afirma que os nomes variam regionalmente, citando o exemplo de Rondônia, onde são conhecidas como *charravascal* e *carrascal*, já em outras localidades recebe o nome de humirizal e carrasco (Aubréville 1961) e bana na Venezuela (Sobrado e Medina 1980).

A complexidade e a difícil interpretação do termo campinas amazônicas, levou Lisboa (1975) a fazer uma extensa revisão bibliográfica, para melhor definir e diferenciar as campinas amazônicas das campinaranas. Para isto, considerou os dados de estrutura da vegetação, clima, solo, relevo e propôs:

- *campina amazônica do alto rio Negro* – se caracteriza por apresentar a vegetação rala com grande número de ervas terrestres. Apresenta regime pluviométrico superior ao de Manaus e altitude de 100 m;

- *campinarana amazônica do alto rio Negro* – apresenta solo arenoso e espessa camada de matéria orgânica. Fisionomicamente o porte da vegetação é mais alto em função da evolução da mesma;
- *campina amazônica da Amazônia Central* – formada por uma vegetação rala e baixa e muitas vezes com manchas de solo arenoso branco exposto. Apresenta índice pluviométrico e altitude sempre inferior que do rio Negro;
- *campinarana amazônica da Amazônia Central* – a vegetação apresenta porte bem mais desenvolvido com indivíduos isolados que alcançam até vinte metros de altura.

Anderson. (1978) a partir da estrutura particular de cada tipo de vegetação da Reserva Biológica de Campina INPA-SUFRAMA, descreve os conceitos de campina aberta, campina sombreada, campinarana e campina alta.

As variações fitofisionômicas das formações vegetacionais que se desenvolvem sobre areia branca variam de gramíneo-lenhosa, aberta, chegando à arbustiva com grande incidência de luz. No Brasil, nos estados do Amazonas e Pará são regionalmente conhecidas como campinas (Anderson, 1981). Na Venezuela é conhecida como *bana* (Jordan, 1985a), enquanto que no Peru como:

- *varillal seco* – situa-se geralmente nas colinas e declives com boa drenagem;
- *varilal úmido* – exclusivo das depressões tabulares e solos com pouca drenagem, coberto por emaranhado de raízes. Entretanto, a maior concentração de *varillal*, ocorre na parte central onde a drenagem praticamente não existe e o extrato arbóreo é quase ausente (Ruokolainen e Tuosmisto, 1993).

Dezseo *et al.* (2000), estudando os principais tipos de vegetação em uma área de São Carlos na Venezuela classificam a vegetação *bana* como uma formação arbustiva e herbácea que ocorre em áreas topográficas mais elevadas que a *caatinga*, que se desenvolve sobre areia branca.

Visando uma melhor interpretação sobre os tipos de vegetação da Amazônia brasileira, Prance (1978) criou um sistema de classificação em que os tipos vegetacionais que crescem sobre areia branca, representam diferentes formações fisionômicas agrupadas, devido à

semelhança florística. Segundo este autor, essas formações apresentam um lençol freático superficial, o que dificulta a penetração das raízes no solo. No seu esquema de classificação, a vegetação que cresce em areia branca é assim distribuída: campina aberta (campina) e campina arbustiva (campinarana).

Rizzini (1979) baseado em critérios fisionômicos fenológicos e florísticos, afirmou que as *caatingas* do rio Negro pertencem à Floresta Pluvial Esclerófila e são subdivididas em *caatinga baixa* (campina) e *caatinga alta* (campinarana).

Eiten (1983) classificou as conhecidas *caatingas* amazônicas em: *caatinga amazônica arbustiva*, *caatinga amazônica arbustiva fechada*, *caatinga amazônica arbustiva aberta*, *caatinga amazônica savânica*, *caatinga amazônica campestre*.

Veloso *et al.* (1991) ao fazer a Classificação da Vegetação Brasileira, definiram como sendo:

- *campinarana florestada* – seria um subgrupo de formação nos pediplanos tabulares denominados de nanofanerófitos, finos e decíduais na época chuvosa, assemelhando-se a uma “*floresta riparia*”. Em sua composição florística predominam ecótipos do gênero *Clusia*, associados aos ecótipos dos gêneros amazônicos que a caracterizam como *Aldina*, *Hevea*, *Henriquezia*, *Eperua*, *Caraipa* e outras espécies endêmicas que ocorrem preferencialmente nestes interflúvios tabulares.
- *campinarana arborizada* – este subgrupo de formação é dominado por plantas raquíticas, mas das mesmas espécies que ocorrem nos interflúvios tabulares da região, sendo anãs em face dos terrenos capeados por podzol hidromórfico das depressões fechadas, em geral circulares e totalmente cobertas por *Trichomanes*. Ocorrem espécies xeromorfas, espécies com xilopódios e tufo do líquen *Cladonia* cf. *confusa* f. *confusa*, refugiados sob a sombra da *Humiria balsamifera* (Umíri-da-campina). As palmeiras *Astrocaryum jauari*, *Leopoldina pulchra* e *Euterpe catingae* são bastante significativas.
- *campina gramíneo – lenhosa* – este grupo de formação surge nas planícies encharcadas próximo aos rios e lagos da região. Estas planícies são capeadas tapetes de geófitos e hemicriptófitos das famílias Poaceae e Cyperaceae ambas de dispersão pantropical. Aí ocorrem também muitos caméfitos rosulados do gênero

Paepalanthus que imprimem a fisionomia vegetal com aspecto de um pântano dominado por vários ecótipos, geófitos e epifítico, respectivamente Xyridaceae e Ochidaceae.

Segundo Veloso *et al.* (1991) os termos *campina* e *campinarana* seriam sinônimos e significavam “*falso campo*”. A prioridade, contudo cabe ao primeiro termo porque Ducke e Black (1954) e Sampaio (1940) o empregaram para a região do alto rio Negro, embora também tenham se referido ao mesmo tipo de vegetação com a designação de “*caatinga do rio Negro*”.

Silveira (2003), após interpretar imagem de satélite, realizar sobrevôo e levantamento de campo, fez uma abordagem sobre os aspectos fisionômico-estruturais e florísticos da vegetação sobre areia branca do sudeste da Amazônia e descreve:

- *campina aberta arbustiva* – uma formação vegetal esclerófila com porte baixo (< 3 cm) para os padrões das vegetações amazônicas, restritas a mancha de vegetação com alta incidência lumínica ao nível do solo e fisionomicamente muito semelhante às moitas das restingas litorâneas. Na porção superficial do solo existe uma camada de 15-20 cm de espessura formada por uma rede intrincada e macia de raízes finas que cede aos passos dando uma impressão de um terreno “flexível”. Abaixo desse verdadeiro “tapete” de raízes existe uma camada de solo arenoso, húmico e de coloração preta, também com 15 - 20 cm de espessura e abaixo desta areia branca e úmida. As raízes estão irregularmente distribuídas no ambiente sendo coberta por três Pteridófitas do gênero *Trichomanes* (Hymenophyllaceae), Sellaginellaceae e *Lycopodium* (Lycopodiaceae), pelo líquen fruticoloso do gênero *Cladonia* (Cladoniaceae), 4-5 espécies de Poaceae e outras ervas como *Pedicularis* (Scrophulariaceae), *Sobralia* e *Epidendron* (Orchidaceae) *Stachyarrhena spicata* (Rubiaceae) e *Sauvagesia*. Nas áreas abertas, ocorrem ervas tais como *Xyris jupicai* (Xyridaceae) e *Eriocaulon* (Eriocaulaceae). O estrato arbustivo é amplamente dominado de diversas espécies de Rubiaceae (*Pagamea guianensis*, *Psychotria poeppigiana*, *Retiniphyllum concolor*, *Retiniphyllum martianum*), Melastomataceae (*Graffenrieda limbata*, *Leandra* e *Tococa*), Ochnaceae (*Ouratea castaneifolia*), além de duas espécies de Sapindaceae e Humiriceae (*Humiria* sp.). O estrato arbóreo é composto por poucas árvores esparsas com a altura variando entre 5-6 m

de altura, entre as quais ocorrem *Abarema adenophora* (Mimosaceae), *Lacistema* (Lacistemaceae), *Cespedesia spathulata* (Ochnaceae), *Erythroxyllum* (Erythroxyllaceae) *Remijia ulei* (Rubiaceae), *Byrsonima krukovii* (Malpighiaceae)

- *campina dominada por Mauritia flexuosa (Buriti)* – embora plano, o relevo apresenta depressões que variam quanto ao tamanho, ao tempo de alagamento. A combinação dessas variáveis determina mudanças significativas na composição florística e no aspecto fisionômico-estrutural da vegetação. O caráter aberto e arbustivo da campina modifica-se gradativamente da borda em direção ao centro da depressão, tornando-se mais denso e sombreado, em função do aumento de buritirana (*Mauritiella martiana*) e buriti (*Mauritia flexuosa*), especialmente esta última.
- *campina gramíneo-lenhosa* – restringe-se a pequenas faixas de vegetação e apresenta solo mais úmido e húmico. Esta formação tem o estrato herbáceo extremamente denso dominado por 3-4 espécies de Gramineae, Cyperaceae (*Lagenocarpus*) e Pteridófitas das famílias Schizaeaceae (*Schyzaea elegans*), Lomariopsidaceae (*Elaphoglossum*) e Dennstaedtiaceae (*Lindsaea divaricata* e *L. portoricensis*). No extrato arbustivo ocorrem as mesmas Rubiaceae e Melastomataceae observadas na *campina aberta*, enquanto no estrato arbóreo com porte de 3-4 metros de altura, dominam árvores pequenas com folhas coriáceas e caules tortuosos, como *Ilex divaricata* (Aquifoliaceae), *Emmotum acuminatum* (Icacinaceae), *Andira marcrothrysa* (Fabaceae), *Humiria balsamifera* (Humiriaceae) e *Pachira brevipes* (Malvaceae), que conferem a essa tipologia a semelhança dos *campos sujos* associados aos *campos do cerrado* do Planalto Central Brasileiro.

Aspectos Fitogeográficos da Amazônia

A definição e delimitação das regiões fitogeográficas variam muito em função dos critérios adotados na sua elaboração. Diferentes autores levam em consideração padrões de distribuição diferenciados, tais como de distribuição geográfica, de estrutura, de fisionomia e fatores abióticos como relevo, solo e pluviosidade (Oliveira, 1997).

Segundo Veloso (1962) é na Amazônia que se encontram as mais variadas condições ecológicas, as quais podem ser descritas como sendo dois planos arenosos: um formado de “baixos platôs terciários” ligeiramente inclinados, cuja junção, na direção leste-oeste, corresponde a planície quaternária recente e outro que às vezes é interrompido por elevações isoladas, que estende a partir dos Andes.

A região amazônica constitui-se em uma província fitogeográfica bem individualizada, caracterizada pela fisionomia, isto é pela paisagem apresentada pela floresta amazônica tropical úmida de grande biomassa e heterogeneidade. Outra de suas características é a grande variação específica de local para local e essa variação aumenta quando mais as áreas se distanciam entre si (Braga 1979).

Pélissier *et al.* (2001) afirmam que hipóteses bióticas e ambientes complementares são geralmente invocadas para explicar a estruturação espacial de ecossistemas naturais. Nas florestas úmidas tropicais, os distúrbios de clareiras, a competição de espécies, as variações edáficas e topográficas estão entre as formas motoras que explicam a manutenção da alta diversidade de espécies de árvores (Denslow, 1987; 1995; He *et al.* 1996; Gimaret-Carpentier *et al.* 1988). Além disso, esses fatores são esperados para agir em várias escalas espaciais. A influência das condições de solo (disponibilidade de água, conteúdo de nutrientes) sobre a composição das espécies tem sido enfatizada a partir de escalas regionais.

O primeiro mapa da vegetação do Brasil, onde a Amazônia é tratada como uma extensa unidade fitogeográfica foi elaborada por Martius (1924) quando da elaboração da Flora Brasiliensis. Trinta anos depois, Ducke e Black (1954) baseados nos gêneros típicos da região como *Hevea* (Euphorbiaceae), *Gnetum* (Gnetaceae) e mais cerca de 500 espécies, elaboraram outro mapa limitando a floresta amazônica e dividindo-a em 5 regiões distintas: Atlântico, Nordeste, Sudeste, Norte e Sul Andino.

Prance (1978) com base nas mais diversas literaturas da região e em 5 famílias botânicas de ampla distribuição na Amazônia (Chrysobalanaceae, Caryocaraceae, Dichapetalaceae, Connaraceae e Lecythidaceae) estabeleceu 8 padrões de distribuição e 7 setores fitogeográficos para a região: Costa Atlântica, Jari – Trombetas, Xingu – Madeira, Roraima – Manaus, Alto rio Negro, Oeste e Sudeste do rio Solimões. Neste mesmo trabalho afirma que, critérios de distribuição e endemismo de plantas devem ser utilizados para estabelecer províncias fitogeográficas e como indicadoras de áreas prioritárias de conservação na Amazônia. Os principais modelos da divisão fitogeográfica da Amazônia brasileira foram revisados por Braga (1979) Daly e Prance (1989) todas sempre baseadas nos trabalhos de

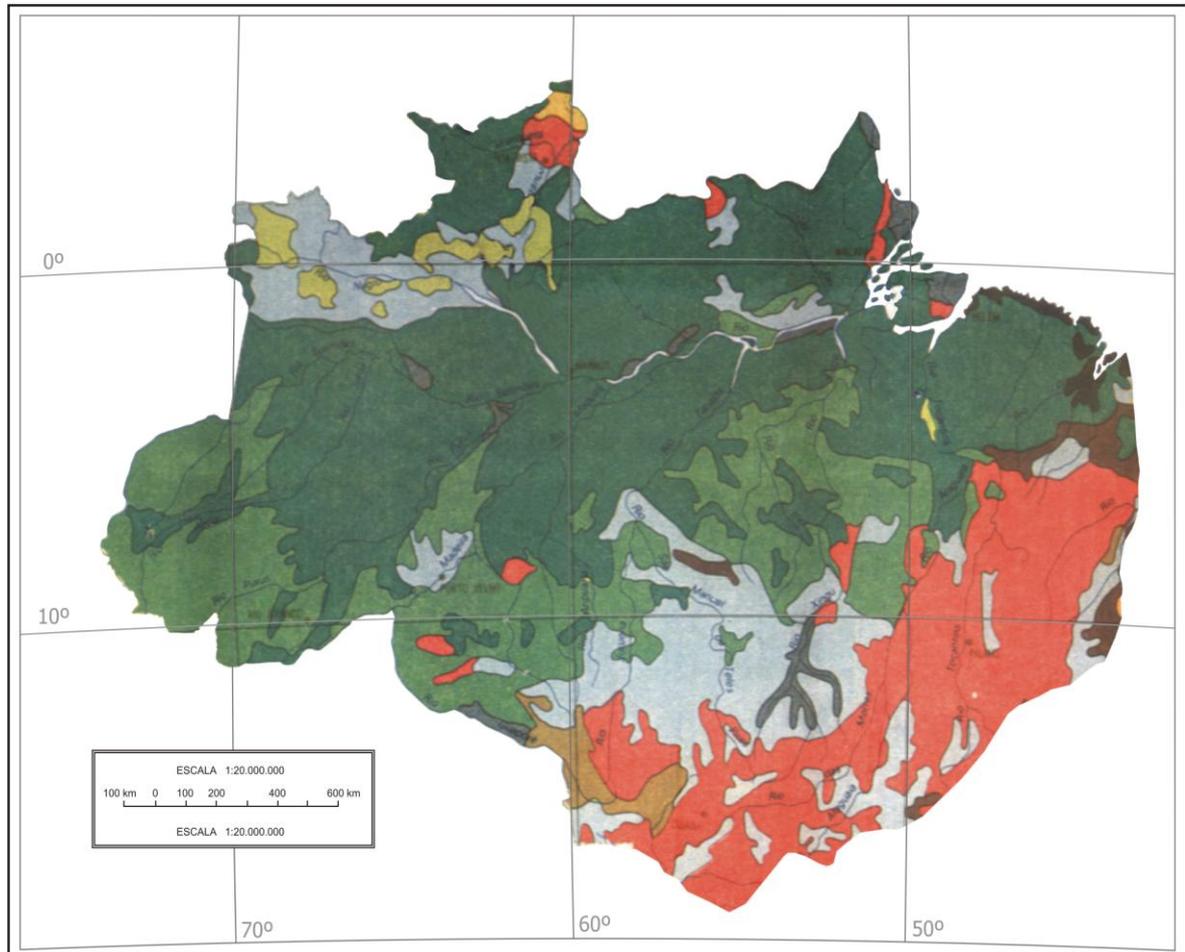
Ducke e Black (1954). Em geral os estudos florísticos propostos, demonstram fortes diferenças entre as composições.

Mais recentemente, Silveira (2003) faz um registro para a região sudoeste da Amazônia, mais especificamente na fronteira do Acre e Amazonas, a ocorrência de uma área de campinarana e comenta que embora estudos sistemáticos tenham ocorrido de forma pontual nas formações sobre areia branca nessa região da Amazônia, os resultados preliminares apontam para a existência de uma flora regional rica, cujas espécies apresentam padrões de distribuição geográficos bem limitados. O autor supracitado, baseado em vários levantamentos sobre a flora e vegetação realizados nesta região nos últimos 30 anos quando a região foi visitadas por vários pesquisadores de outras instituições, destacando em 1971, Prance e P. Maas, em 1989, H. Anderson, em 1989, 1991 C.A.Cid Ferreira, em 1992 C.A.Cid Ferreira e E. Ferreira, em 1994 Silveira, em 1996, 2000, 2001, D.C. Daly e em 2002 P. Delprete e B. Holst. Ao mesmo tempo sugere a criação de uma unidade de conservação não apenas para as campinas e campinaranas, mas também para as florestas associadas e os tipos diferentes de vegetação de contato e circunvizinhanças, garantindo assim, a conservação de populações viáveis e a manutenção essencial dos processos ecológicos e de serviços ambientais básicos para a referida região.

O MAPA DE VEGETAÇÃO DO BRASIL (IBGE, 1993), classifica a distribuição da vegetação natural da AMAZÔNIA BRASILEIRA com as seguintes denominações: *Área de Tensão Ecológica*, *Campinarana (Campina)*, *Floresta Ombrófila Densa*, *Floresta Ombrófila Aberta*, *Savanas*, *Floresta Estacional Semidecidual*, *Floresta Estacional Decidual*, e *Áreas das Formações Pioneiras com Influência Marinha Fluviométrica* (Figura 02).

Amazônia Legal

Distribuição Regional da Vegetação Natural



Fonte: IBGE (1993), adaptação

- SAVANA
- CAMPINARANA
- FLORESTA OMBRÓFILA DENSA
- FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA
- FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL
- FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL
- ÁREA DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA MARINHA E FLUVIOMARINHA
- ÁREA DE TENSÃO ECOLÓGICA

Fig. 02 - Mapa das principais formações vegetacionais da Amazônia Legal.

Relações fitogeográficas da flora e vegetação campinas

Ducke e Black (1954) afirmam que em função da alta incidência de espécies endêmicas, a composição florística das campinas variam consideravelmente de uma região para outra, hipótese comprovada por Anderson (1978) ao analisar a superposição florística de três campinas na Amazônia Central. Entretanto, Ducke e Black (1954) discutem que existe um considerável número de espécies de campinas, que tem ampla distribuição e conseqüentemente servem como indicadores desta vegetação na Amazônia, entre as quais: *Cephalostemon gracile* (Rapateaceae), espécie comum das campinas hidromórficas na Amazônia Central; *Gaylussacia amazonica* (Ericaceae), na Amazônia Central e Oriental; *Pradosia schomburgkiana* subsp. *schomburgkiana* (Sapotaceae), *Pagamea duckei* (Rubiaceae), *Landenbergia amazonensis* (Rubiaceae), *Lissocarpa benthamii* e *Hevea pauciflora* var. *coriacea*, são típicas da Amazônia Ocidental .

Ducke e Black (1954) e Aubréville (1961) afirmaram que as campinas são típicas da bacia do rio Negro, e que fora desta, só ocorrem no município de São Paulo de Olivença (AM), no alto rio Solimões. Em contraste, Egler (1960) comenta que as campinas estão dispersas por toda a Amazônia e tem relação florística muito similar com *caatingas* do rio Negro, pois seria possível se encontrar espécies comuns a ambos ambientes. Cita como exemplo, as campinas dos campos do Ariramba, situado na bacia do rio Trombetas no Pará.

Guillaumet (1987) descreve que as campinas da região da Amazônia Central fisionomicamente como ilhas de vegetação com baixa diversidade florística onde ocorrem líquens como a *Cladonia* cf. *confusa* f. *confusa* , a Pteridófito (*Schizaea incurvata*), Poaceae (*Axonopus flabelliformis*), Orchidaceae (*Epidendrum huebneri*, *Encyclia tarumana*). Entre as espécies mais comuns estão *Ouratea spruceana*, *Aldina heterophylla*, *Clusia nemorosa* e *Pagamea duckei*.

Whitmore e G.T Prance (1987) publicaram para a Amazônia Legal, uma mapa mostrando a ocorrência de manchas de areia branca por vários pontos da Amazônia Legal .

Segundo Kubitzki (1989) a pedogênese das *caatingas* do rio Negro é diferente daquelas das “ilhas” de campinas que ocorrem nas outras partes da Amazônia, mesmo assim, essas formações sobre areia branca estão relacionadas floristicamente e constituídas principalmente por plantas com micorrizas ectotróficas, fato este que possibilita a existência de ambientes oligotróficos. Ainda neste contexto, o autor afirma que estas plantas formam uma área por ele denominada de “elemento fitogeográfico *ectotrófico*”; constituído de plantas

dos seguintes gêneros: *Aldina*, *Dicimbe*, *Macrolobium*, *Eperua*, *Humiria*, *Terminalia*, *Raveniopsis*, *Ravenia*, *Ouratea*, *Moronobea*, *Lorostemon*, *Micrandra*, *Sipanea*, *Rapatea* etc.) que se originou nas formações areníticas do Escudo Guianense, e de lá se expandiu por toda a Amazônia, se limitou nas “ilhas de areia branca”. Para o mesmo autor, a principal divisão da flora amazônica não se manifesta entre as “espécies de terra firme” e nem entre as “espécies de várzea e igapó”, mas sim, entre a “flora ectotrófica” que se desenvolve sobre areia branca e a “flora anectotrófica” que cresce sobre latossolos.

Prance e Johnson (1992) publicaram uma coleção das espécies que ocorreram no platô da Serra do Araçá (aproximadamente a 200 km ao norte de Barcelos no Amazonas), e suas afinidades fitogeográficas. Entre os tipos de vegetação descrita, cita uma formação sobre areia branca, onde ocorrem *Humiria balsamifera*, *Calliandra tsugoides*, *Myrcia clusiifolia*, *Ilex costata* e *Tetrapteryx cordifolia*, já nas áreas mais úmidas, *Drosera roraimae*, *Saxofridericia spongiosa*, *Lagenocarpus rigidus*, *Xyris involucrata* e várias espécies de *Utricularia*.

No mapa da Amazônia Legal publicado pelos técnicos do IBGE (1993) mostra a distribuição das campinaranas, com base na literatura botânica da região, onde se pode observar que aqueles tipos vegetacionais sempre estão localizados como manchas isoladas na vegetação dominante na região, ou seja, a Floresta Ombrófila Densa.

Vicentini (2004) analisou a campina do Parque Nacional do Jaú, no rio Negro e concluiu que a flora está relacionada principalmente com os solos de areia branca e com afloramento de arenito da região do Escudo Guianense. Ressalta que as espécies desta campina como *Ilex divaricata*, *Gongylolepis martiana*, *Euphronia hirtelloides*, *Dimorphandra vernicosa*, *Macairea thyrsoiflora*, *Pachyloma coriaceum* e *Rhodognapholopsis nitida* ocorrem também na vegetação rupestre de uma montanha tabular na região de Araracuara na Colômbia segundo Duivenvoir e Cheef (1994). Os gêneros como *Euphronia*, *Platycarpum*, *Macairea*, *Ternstroemia*, *Clusia*, *Caraipa* e *Humiria* ocorrem em afloramento de arenito e em solos de areia branca no Planalto da Gran Sabana na Venezuela (Huber 1986).

Conhecimento florístico, estrutural e fitossociológico

Vários são os autores que se dedicaram aos estudos das campinas amazônicas (*caatingas* amazônicas), afirmando que este tipo de vegetação só ocorre na Amazônia, apresentando uma flora peculiar, endêmica e muito similar quanto a fisionomia e estrutura

com uma composição florística considerada homogênea. No contexto botânico, as campinas vêm sendo abordadas há algum tempo por vários historiadores como Spruce (1908), Ducke e Black (1954) Aubréville (1961), Takeuchi (1961) que falam da existência das campinas amazônicas (*caatingas* amazônicas) no alto rio Negro, ricas em epífitas, citando as famílias Orchidaceae e Bromeliaceae, além de líquens e hepáticas.

Braga (1977) fez uma abordagem na Amazônia Central da diversidade florística das referidas famílias nas campinas da região. Do ponto de vista florístico, Anderson (1978), descreve também na Amazônia Central, o ecossistema campina na Amazônia Central com as seguintes associações:

- Associação *Lagenocarpus* – *Líquens*. É dominada por pequenas ilhas e moitas espalhadas nas áreas abertas e chega a ocupar cerca de 60% da campina, tendo como espécie dominante *Lagenocarpus verticillatus* e o líquen *Cladonia*. Entre as espécies arbustivas mais comuns estão: *Borreria capitata* e *Vernonia grisea*.
- Associação *Conomorpha* – *Matayba*. Ocupa aproximadamente 40% da campina, ocorrendo espécies como *Matayba opaca*, *Conomorpha grandiflora*, *Pradosia schomburgkiana* subsp. *schomburgkiana*, *Ouratea spruceana*, *Protium heptaphyllum*, *Manilkara amazonica* entre outras.

Rodrigues (1961) usando o método de parcelas foi o primeiro a quantificar na Amazônia brasileira, formações que se desenvolvem sobre areia branca. Ao analisar as campinaranas amazônicas (*caatingas amazônicas*) do alto rio Negro, onde realizou estudos fitossociológicos na região de Tarauacá e Ilha das Flores, considerando o DAP igual ou superior 3 cm. Como resultado obteve 1.670 indivíduos em áreas de 675m².

Pires e Rodrigues (1964) também usando o Método de Parcelas analisaram no alto rio Negro, uma área de campinas amazônicas (*caatingas amazônicas*) onde consideraram o DAP igual ou maior a 10 cm, obtiveram cerca 144 espécimes por hectare.

Braga e Braga (1975) na Amazônia Central explicam alguns aspectos da vegetação de campina como as ilhas de vegetação que ocorrem em áreas abertas deixando descoberto o solo arenoso. O estudo das ilhas de vegetação é importante para fornecer informações sobre a colonização das referidas áreas. Um outro aspecto mencionado, é sobre a ocorrência de duas

espécies da família Loranthaceae que ocorrem nesta campina, explicando a especificidade das plantas hospedeiras.

Anderson *et al.* (1975) visando conhecer a diversidade florística das campinas na Amazônia Central, analisaram pelo método de parcelas. Somente a vegetação lenhosa em 725 m² de campinas, considerando todos os indivíduos com DAP igual ou maior que 1 cm, obtiveram uma diversidade maior das espécies na campina fechada onde foram encontrados 29, enquanto que na campina aberta apenas 23. Estruturalmente, revelou que as famílias arbustivas que dominam o gradiente estrutural baixo das campinas, foram: Melastomataceae, Rubiaceae, Chrysobalanaceae, Myrtaceae, Malpighiaceae e Vochysiaceae. Entre as herbáceas terrestres estariam: Cyperaceae, Poaceae, Eriocaulaceae, Xyridaceae e Schizaeaceae. Os líquens *Cladonia* e *Parmelia* são indicadores do ecossistema campina. Neste trabalho, também cria uma chave analítica para os indivíduos deste ambiente. Anderson (1978) estudando a mesma área e a mesma vegetação empregou o Método de Ponto Centrado (The Point – Centered Quarter Method) onde encontrou cerca de 90 espécies na campina. Na tentativa de conhecer a superposição florística de três áreas de campina na Amazônia Central (Cacau Pirêra, Cuieiras e Reserva Biológica de Campina INPA-SUFRAMA) considerou os gêneros e espécies comuns aos três locais e obteve os seguintes resultados (Tabelas 01 e 02).

Tab. 01 - Número de gêneros que são comuns às três campinas na Amazônia Central.

Local	Número total de gêneros	Número de gêneros em comum com outros locais		
		Cacau Pirêra	Cuieiras	R.B. de Campina
Cacau Pirêra	29		19	26
Cuieiras	38	19		28
Reserva Biológica de Campina	45	26	28	

Fonte: Anderson (1978)

Tab. 02 - Número de espécies que são comuns às três campinas na Amazônia Central.

Local	Número total de espécies	Número de espécies em comum com outros locais		
		Cacau Pirêra	Cuieiras	R.B. de Campina
Cacau Pirêra	24		14	20
Cuieiras	30	14		20
Reserva Biológica de Campina	39	20	20	

Fonte: Anderson (1978)

Macedo e Prance (1978) avaliando a composição florística das campinas na Amazônia Central, concluíram que a mesma não depende da distribuição de sementes dispersas na floresta circundante. Isto se evidencia pelo fato de a maioria das espécies componentes dessa vegetação ter potencial de dispersão a longa distância, o que não ocorre com as florestas de grande porte, onde predominam mecanismo de dispersão de curta distância.

Prance e Daly (1989) confirmam que a composição florística das campinas é bem distinta em relação a da floresta de terra firme, formação dominante na Amazônia. Diversos grupos de plantas diversificam nesses solos arenosos e não são encontrados em outros tipos de vegetação (Givnish *et al.* 2000, Kubitzki 1989, Steyermark 1986).

Ferreira (1997) analisando a Variação Florística e Fisionômica da Vegetação de Transição Campina, Campinarana e Floresta de Terra Firme na Amazônia Central, Manaus (AM) considerou vários aspectos, dentre os quais, a composição florística, onde revelou a ocorrência de 14 famílias de espécies lenhosas das quais, cinco destas se destacaram a nível de (IVf): Sapotaceae, Caesalpinaceae, Ochnaceae, Sapindaceae e Humiriaceae. Das 22 morfoespécies que ocorreram na campina, seis foram exclusivas desta formação a saber: *Macrolobium arenarium*, *Macrolobium campestre*, *Swartzia schomburgkii*, *Manilkara bidentada*, *Simaba cuspidata* e *Lacmela* sp¹. Foram comuns à campina e campinarana, 09 espécies, *Clusia nemorosa*, *Humiria balsamifera*, *Eugenia* sp¹, *Ouratea spruceana*, *Pagamea duckei*, *Mouriri nervosa*, *Cybianthus grandiflorum*, *Matayba fallax* e *Pradosia schomburgkiana* sp. *schomburgkiana*. Do ponto de vista estrutural, concluiu que a altura dos

indivíduos varia entre dois e oito metros de altura, sendo que, a maior frequência ocorre entre os que apresentaram altura entre quatro - oito metros.

Comparações, similaridade e diversidade florística nas formações vegetacionais na Amazônia

No Brasil, comparações florísticas entre diversas áreas têm sido realizadas no sentido de revelar diferenças e similaridade entre as diversas formações vegetais brasileiras (Silva e Shepherd, 1986; Leitão Filho 1987).

Poucos são os estudos no que se refere à comparação de flora e de formações vegetacionais isoladas na região amazônica e em especial para campinas. Alguns trabalhos ao nível de gênero das florestas de terra firme e das *savanas* foram feitos para a Amazônia por Huber (1998), Lima (1958), Egler (1960), Rodrigues (1961), ter Steege *et al.* (2003) e Ratter *et al.*, 2003.

Miranda e Carneiro Filho (1994), a partir de uma revisão bibliográfica de treze artigos, elaboraram uma lista de gêneros presentes em sete savanas de terra firme na Amazônia brasileira: Roraima (RR), Humaitá (AM), Alter-do-Chão (PA), Monte Alegre (PA), Ariramba (PA), Ilha de Marajó (PA) e Carajás (PA). Usando o Índice de Similaridade de Sørensen, concluiu que apenas Alter-do-Chão e Monte Alegre apresentaram mais de 50% de similaridade, sendo os demais índices de similaridades entre 30 e 40%. A maior diferenciação ficou entre Alter-do-Chão e Marajó (29%), enquanto Roraima e Humaitá apresentaram os gêneros comuns (88%), seguidos de Roraima e Marajó (87%), Marajó e Humaitá (77%), Humaitá e Carajás (71%) e Roraima e Carajás (69%).

Sanaiotti (1996) ao analisar sete áreas de *savanas* situadas em vários pontos da Amazônia abrangendo Macapá (AP), Alter do Chão ((PA), Roraima (RR), sudeste Humaitá (AM), Chapada dos Parecis (RO), Redenção (MT) e Carolina no Maranhão (MA), concluindo que floristicamente são formações diferente entre si, porém, existem espécies que são comuns a todas as savanas analisadas.

Bastos (1996) comparando as formações vegetais com o estrato herbáceo de uma Restinga Costeira da Ilha de Algodal (PA) obteve a similaridade florística em torno de 51% e entre as dunas e o estrato herbáceo da formação arbustiva foi de 45%.

Ferreira (1997) ao avaliar a similaridade florística entre campina e campinarana na Amazônia Central, revelou uma afinidade florística em torno de 17,6%.

Miranda *et al.* (2006), ao descreverem e analisarem a flora e a estrutura de quatro comunidades de cerrado do município de Vilhena, em Rondônia, concluíram que esta formação tem afinidades florísticas e fisionômicas com as formações do cerrado do Brasil Central, podendo ser considerados como uma extensão transicional deste bioma para o domínio da floresta Amazônica.

Ruokolainen *et al.* (2002) fizeram vários comentários técnicos sobre os estudos que Condit *et al.* (2002) em que discutem a *diversidade* β em floresta tropicais. Um destes comentários sobre o estudo de Condit *et al.* (2002) foi que eles chegaram a algumas conclusões problemáticas, pelo fato de argumentarem que a *diversidade* β é maior nas terras baixas do Panamá do que na Amazônia Ocidental. Esta afirmativa de Condit *et al.* (2002) se devem ao fato de terem observados uma rápida diminuição da *diversidade* β em função da distância da similaridade em 34 *plots* no Panamá, quando comparado com os 16 *plots* no Equador e os 14 no Peru. Para Ruokolainen e Tuosmito (1993) esses estudos não foram bem aceitos porque o número de *plots* foi considerado pequeno. Segundo Condit *et al.* (2002) os *plots* do Panamá receberam uma precipitação anual em torno de 1.900 a 3.100 mm, e as florestas secundárias e primárias contém vários tipos de rochas como de calcário e arenito, ao contrário das duas regiões amazônicas, onde as amostragens foram feitas em ambientes relativamente homogêneos e a variação de precipitação anual dentro de cada região foi de pouco importância. É dentro deste raciocínio que Ruokolainen *et al.* (1997) afirmam que as amostragens de Condit *et al.* (2002) na Amazônia Ocidental, foram consideradas apenas para as florestas mais antigas, enquanto que as formações geológicas que são conhecidas por aumentarem a *diversidade* β entre as comunidades arbóreas nas terras baixas da Amazônia Ocidental, não foram consideradas. Consequentemente, essas afirmativas vão de encontro aos estudos de ecologia de plantas que tem enfatizado a importância do papel dos fatores ambientais na composição das espécies em florestas tropicais úmidas. Um outro fator determinante para que a *diversidade* β tenha sido considerada baixa nas comparações dos *plots* entre Peru e Equador, foi que Condit *et al.* (2002) se basearam em plantas identificadas até espécie e excluíram aproximadamente 25% das plantas identificadas pelo método de morfoespécies, o que muito contribuiu para que a verdadeira similaridade entre os *plots* do Peru e Equador parecesse ser menor do que a estimada.

Pitman *et al.* (2002) para entenderem o porquê de uma região possuir maior diversidade florística de que outras, inventariaram quantitativamente duas áreas de comunidades arbóreas amazônicas separadas por 1.400 km de floresta tropical contínua, indo

desde o Parque Nacional Yasuní perto da parte oriental do Equador, que possui uma das maiores diversidades de comunidades arbóreas do mundo e o Parque Nacional de Manu situado a 12° S na região de Madre de Dios no Peru. Além disso, utilizaram como suporte para este trabalho, Jorgensen e León-Yáñez (1999) que estimularam o número de espécies arbóreas encontradas em 67.000 km² de terras baixas do Equador e o checklist de Brako e Zarucchi (1993). Concluíram que a diversidade de espécies arbóreas nos trópicos varia intensivamente de lugar para lugar, podendo ser comprovado em alguns *plots* de 1 ha na América do Sul, onde ocorrem tantas espécies arbóreas como também nas florestas úmidas temperadas da América do Norte (Latham e Ricklefs 1993; Vásques-Martínez e Phillips 2000).

Tuomisto *et al.* (2003c) ao inventariarem 163 áreas, incluindo algumas de vegetação sobre areia branca da Ocidental da Amazônia (Colômbia, Equador e sudeste do Peru), consideraram dois grupos de plantas: Pteridófitas (samambais) e Melastomataceae (família de pequenos arbustos) que filogeneticamente são remotos e dispersos por agentes diferentes (vento e animais). Concluíram que entre os locais, a similaridade florística de ambos grupos de plantas diminui logaritmicamente com o aumento da distância geográfica, entretanto, havia em alguns intervalos de distâncias geográficas em que a similaridade florística de fato aumenta com a distância geográfica.

Ratter *et al.* (2003), baseados em listagem florística de literatura analisaram a composição florística de 376 áreas de cerrados e savanas amazônicas. Registrou um total de 951 de árvores e arbustos grandes, dos quais 334 (35%) ocorreram numa única localidade. A flora do cerrado nuclear (excluindo as savanas amazônicas) foi estudada registrando cerca de 914 espécies, sendo que apenas 300 espécies ocorreram em oito locais (ou seja, em pelo menos 2,5% do total) e somente 38 espécies estiveram presentes em 50 das áreas ou mais. As restantes 614 espécies incluindo 309 unicatas que são muito raras.

Clima

Ribeiro e Santos (1975) ao estudarem uma campina na Amazônia Central, concluíram que não só a água e o solo seriam importantes para as campinas, mas também a umidade relativa do ar e a temperatura do solo, influenciam diretamente nos processos vitais do metabolismo das plantas. Comentam ainda que a umidade relativa média varia entre 81.0% e 90.0%; temperatura do ar entre a mínima absoluta de 17.7 °C, máxima absoluta de 38 °C

e a temperatura média de 24.3° C e máxima 27° C; temperatura do solo entre solo-areia 25.6 ° C e 43.3 ° C, solo, areia e líquen 23.6 ° C e 32.4 ° C e solo com cobertura vegetal 23.3 ° C e 29.4 ° C. Com relação à umidade relativa obtiveram uma média entre 91% e 97%; temperatura do ar entre a mínima absoluta de 19° C, máxima absoluta de 33° C, enquanto que a temperatura média ficou entre 23° C e 29.4° C

Lisboa (1975) ao fazer um estudo comparativo entre os fatores climáticos entre as *caatingas* de Tarauacá no Rio Negro e as campinas da região de Manaus, a partir das informações de Ribeiro e Santos (1975) obteve os seguintes resultados (Tabela 03).

Segundo IBGE (1977) é na Amazônia que se encontra o domínio climático mais chuvoso do continente americano como também é a região em que ocorreram os mais altos índices pluviométricos, entretanto, não se repartem de forma uniforme ao longo dos anos. A figura 03 mostra a Altura Média de Precipitação Anual (mm) na Amazônia Central, Ocidental e Oriental, onde a precipitação média anual desta última área é bem menor quando comparada com as duas primeiras.

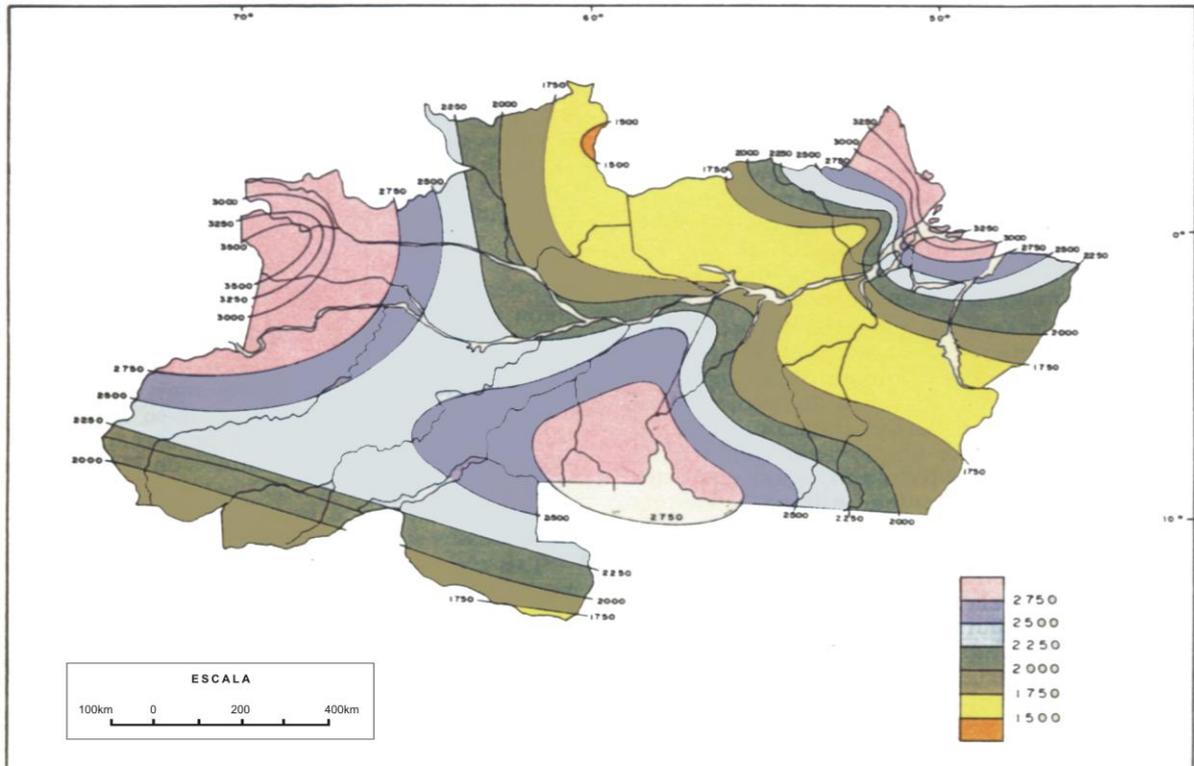
Tab. 03- Resultados comparativos entre os fatores climáticos entre o Alto rio Negro e Manaus, encontrados por Lisboa (1975).

Fatores Climáticos	Tipos de Vegetação	
	Caatinga de Tarauacá	Reserva Biológica de Campina INPA-SUFRAMA
	Alto Rio Negro	Manaus
Precipitação (mm)	3.496	2.800
Média anual de umidade (%)	88	94
Média anual de temperatura (°C)	25	26
Altitude	105	44

Fonte: Lisboa (1975)

REGIÃO NORTE

Altura média da precipitação anual (mm)



Fonte: IBGE (1983)

Fig.03 - Altura Média da Precipitação Anual (mm) da Amazônia brasileira. Observam-se claramente as variações pluviométricas entre as três áreas.

Estresse fisiológico

Embora os estudos sobre ecofisiologia de plantas das *caatingas* do alto rio Negro (Ferri 1960) e de anatomia foliar (Morretes e Ferri 1972) revelaram que a vegetação não sofre deficiência de água, mas sim mostra uma “peinomorfia” (escleromorfismo oligotrófico) semelhante às plantas do cerrado devido à pobreza de nutrientes nos solos da *caatingas* (Coomes 1997).

Apesar de se desenvolverem em ótimas condições climáticas para o crescimento da floresta, as campinas e as campinaranas possuem uma cobertura vegetal restrita, o que serve de resposta aos diversos fatores estressantes pelos quais são submetidas (Pires e Prance 1985). Dentre esses fatores, a seca fisiológica em decorrência do stress hídrico e as características dos solos onde se desenvolvem (Anderson 1981, Pires e Prance 1985, Medina *et al.* 1990), agem de maneira isolada ou atuam em conjunto na estruturação e fisionomia destas formações vegetacionais. O estresse fisiológico pode ser observado por algumas

características de sua fisionomia como a presença de árvores anãs, xeromorfismo pronunciado e a presença de folhas escleromórficas em tamanhos reduzidas, grossas, brilhantes e coriáceas, que se posicionam ereta ou obliquamente, na tentativa de induzir as perdas por transpiração (Anderson 1981; Jordan *et al.* 1985a; Proctor 1999). Mardegan (2007), estudando as diferenças de ciclagem de nutrientes na campina e campinarana na Amazônia Central apresentaram uma baixa concentração N, quando comparadas com a floresta densa. Outro fator estressante que pode influenciar é a pequena profundidade do lençol freático (Pires e Prance 1985), ou seja, o lençol se localiza muito próximo à superfície, seu afloramento ocorre na estação chuvosa (em decorrência dos índices de precipitação mais elevados) tornando o solo mais encharcado criando um ambiente anaeróbico, impedindo que as raízes consigam respirar. Quando o lençol freático for muito profundo, a água escoará rapidamente pelo perfil arenoso e as raízes não conseguem captar água por capilaridade, acarretando uma seca periódica. Neste contexto, Lisboa (1975) afirma que o escleromorfismo é um efeito adaptativo para solos deficientes em nutrição, possibilitando que as plantas desenvolvam um mecanismo de defesa contra ataques de predadores, auxiliando-as a suportarem a grande pressão ecológica a que estão submetidas.

Lençol freático

Segundo Vieira e Oliveira (1962) as campinas amazônicas estão condicionadas a dois fatores muito inter-relacionados, solo e água. O solo por ser oligotrófico, ou seja, pobre em nutrientes, que determina a estrutura raquítica das plantas, enquanto a água disponível proporciona o desenvolvimento da vegetação. Essa idéia foi comprovada por Richardt *et al.* (1975) ao analisarem o movimento da água no subsolo das campinas, onde mostram a sua importância no processo de ciclagem de nutrientes neste ecossistema. Neste contexto, Schubart (1983) afirma que se na Amazônia houvesse um abaixamento do lençol freático durante a estação seca, as raízes curtas não o alcançariam e, conseqüentemente, a água disponível na camada enraizada do solo, seria insuficiente para manter qualquer tipo de vegetação.

Ribeiro *et al.* (1978) ao analisarem as águas coletadas no lençol freático das campinas da Amazônia Central, concluíram que as principais fontes de nitrogênio na água das campinas são de material em decomposição (*litter*) e das chuvas, cuja a água é proveniente da lavagem de floresta e do metabolismo de microorganismos. Medina *et al.* (1978) e Sobrado e Medina

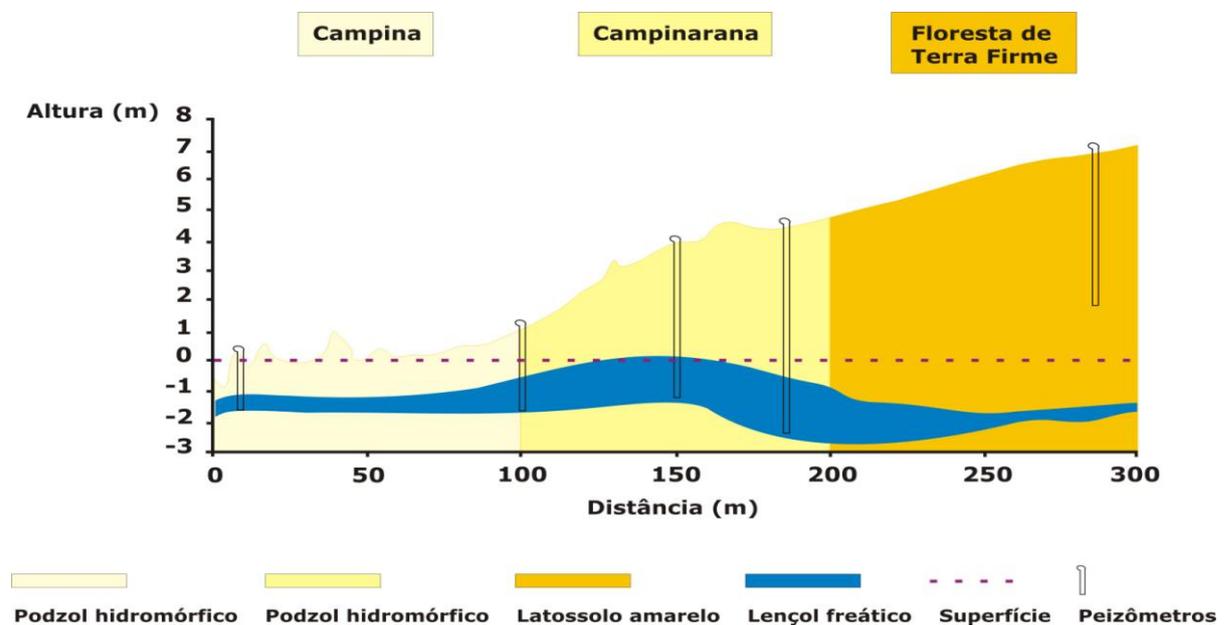
(1980) interpretam a esclerofilia como uma resposta da planta a solos arenosos oligotróficos e com grande variação do nível do lençol freático.

Para avaliar a oscilação do lençol freático durante um ano de uma campina na Amazônia Central, Ferreira (1997), instalou sistematicamente 4 piezômetros para medir o lençol freático, e concluiu que o maior nível do mesmo na campina acontece no mês de junho e o menor, no mês de agosto (Tabela 04). O mesmo autor analisando a variação florística e fisionômica da vegetação de transição campina, campinarana e floresta de terra firme, relacionam solo, topografia e lençol freático, mostrando que a campina se localiza na parte mais baixa do gradiente topográfico, onde o solo é extremamente arenoso (podzol) e com condição de drenagem restrita, em função do lençol freático estar grande parte do ano próximo à superfície como mostra a figura esquemática (Figura 04). Comenta ainda que, a pobreza dos nutrientes desse solo está associada à altura do lençol freático, pelo fato de mesmo se encontrar muito próximo às raízes das plantas e conseqüentemente seriam esses fatores responsáveis pela baixa diversidade específica das campinas, assim como pelo menor porte dos indivíduos. Para avaliar a oscilação do lençol freático durante um ano de uma campina na Amazônia Central

Tab. 04 – Medidas da oscilação do lençol freático observado em uma campina na Amazônia Central, durante os meses de março, junho, agosto, setembro, novembro e dezembro de 1996.

Piezômetro N°	Parcela N°	Ambiente	Profundidade (m)	Lâmina d'água (m)	Data
01	02	campina	1,50	1,50	11/03/96
			1,50	0,88	12/06/96
			1,50	sem água	21/08/96
			2,70	2,70	26/09/96
			2,29	1,97	08/11/96
			2,29	1,65	11/12/96
02	05	campina	2,20	0,94	11/03/96
			1,46	1,26	12/06/96
			1,46	sem água	21/08/96
			3,28	3,28	26/09/96
			2,90	3,28	08/11/96
			2,90	1,73	11/12/96

Fonte:Ferreira(1997)



Fonte: Ferreira, 1997

Fig. 4 - Representação “esquemática da oscilação do ‘lençol freático’” associado à topografia, solo e formações vegetacionais (campina, campinarana e floresta de terra firme) na Amazônia Central (Ferreira, 1997).

Solos

Ducke e Black (1954) foram os primeiros a afirmar que os solos das campinas amazônicas se originaram de antigos leitos dos rios associados a rios de água preta, pobres em sedimentos, enquanto que Falesi *et al.* (1971) afirmaram que as essas formações sempre ocorreram sobre solos arenosos e atualmente desenvolvem um processo de podzolização.

Segundo Whitmore (1975) o fator topografia foi considerado importante na variação do solo, hipótese mais tarde abordada por Guillaumet (1987) e Khan (1987) ao comentarem que as diferenças na composição florística e estrutura entre campina, campinarana e floresta de terra firme devem às diferenças físicas e químicas dos solos associados às variações topográficas.

Lisboa (1975) afirma que o solo da floresta de terra firme se forma pela decomposição do granito, enquanto que, das campinas originam-se de aluvionamento pleistocênico, que geralmente se superpõe sobre camadas de sedimentos terciários.

A distribuição da vegetação na Amazônia é controlada por fatores climáticos, pedológicos e topográficos. Lleras e Kirkbride (1978) concluíram que os solos das campinas amazônicas do rio Negro e Amazônia Central se originaram da degradação de rochas dos Escudos Guianense e que posteriormente foram transportados pelos rios que nascem nesses Escudos, que em seguida drenaram em direção ao norte do rio Amazonas. Analogamente, comprovaram a existência de campinas ao sul da Amazônia brasileira, mais precisamente na Serra do Cachimbo (PA), cujos solos são originados em função da degradação da parte norte do Escudo do Planalto Central. Neste contexto, Herrera *et al.* (1978) esclarecem que as florestas úmidas do alto rio Negro, tanto as do tipo de terra firme quanto às do complexo de *caatinga* amazônica, crescem em solos considerados extremamente oligotróficos.

Ranzani (1980) confirma que os sedimentos arenosos (pleistocênio) de areia branca quartzosa são de origem fluvial, enquanto que para Chauvel *et al.* (1982) comentam que grande parte da Amazônia é ocupada por sedimentos Terciários onde se situa a região de Manaus, que detém ao seu redor, grande ocorrência da vegetação que se desenvolve sobre areia branca, ou seja, campina e campinarana.

Anderson (1981) referindo-se às vegetações que crescem sobre areia branca na Amazônia brasileira, comenta que as possíveis origens dos solos das campinas estariam relacionadas com intemperismo, deposição aluvial ou podzolização. Comenta ainda que a fisionomia escleromórfica da campina indica falta de nutrientes e/ou periódicas deficiência de

água no solo. Conclui que a extrema condição edáfica desses sítios, provavelmente tem atuado como poderosos fatores seletivos, gerando um ambiente pobre em diversidade e rico em endemismo.

Chauvel (1981) informa que grande parte da Amazônia foi ocupada por sedimentos Terciários e que a área ao norte de Manaus, situada entre os rios Negro e Trombetas, pertence à Formação Barreira, na qual ocorre uma vegetação densa e úmida, que se desenvolve sobre latossolo amarelo com manchas de arenito caulínico, onde se situam as campinas. Neste contexto, Luizão (1995) afirma que a Reserva Biológica de Campina na Amazônia Central, se desenvolve sobre sedimentos terciários, pertencentes a formação Alter-do-Chão, do Grupo Barreiras.

Lucas *et al.* (1984) fizeram um estudo morfoanalítico de onde concluíram que os latossolos amarelos ocupam os platôs e analogamente observaram as transições entre os latossolos - podzólicos e podzóis – arenosos nas áreas mais baixas.

Daly e Prance (1989) comentaram que diversos tipos de vegetação na Amazônia brasileira estão associados ao sistema de formação dos rios e topografia. Como exemplo, citam a existência de uma grande formação arenosa entre os rios Negro e Branco.

Ferreira (1997) analisou as características e físicas e químicas dos solos das campinas amazônica na Amazônia Central, revelando que o solo é do tipo podzol hidromórfico muito profundo e que a condição de hidromorfismo é evidenciada pela presença de horizonte alábico (lavado por intensa lixiviação) a partir de 25 cm prolongando-se após o ponto de encontro do lençol freático. Comenta ainda que devido à textura excessivamente arenosa e a intensa lixiviação, estes solos apresentam baixíssimos índices de fertilidade natural.

Dubroeuq *et al.* (1999) elaboraram um mapa de solo da bacia do Alto rio Negro a partir de observações de campo e da interpretação de imagem Landsat e Radar-SLAR, afirmaram tratar-se da parte do Escudo da Guiana comum ao Brasil, Colômbia e Venezuela entre as latitudes 1° S e 4° N e longitude 70° W e 66° W . O mapa mostra a grande extensão de áreas arenosas planas no meio de uma superfície baixa, de relevo de colinas, com áreas muito aplainadas, encobertas por solos ferralíticos. O conjunto das áreas arenosas forma uma planície com podzois hidromórficos e podzois gigantes. Os podzois se desenvolvem a partir dos solos ferralíticos das colinas baixas e das áreas muito aplainadas. Nestas áreas, os podzois se formam no centro e se estendem em direção às bordas dos interflúvios. O tipo de solo encontrado na planície arenosa varia de acordo com a posição nos interflúvios. Os podzois de

1 a 3 m de profundidade (Ultic Alaquod) se localizam na proximidade dos solos ferralíticos amarelos, enquanto que os Podzois Gigantes (Typic Quartzipsamment) ocupam as partes centrais das áreas arenosas.

As planícies equatoriais úmidas da América do Sul, com suas rochas sedimentares de solos inicialmente ferralíticos podem evoluir e se transformar literalmente em Podzois (Turenne 1975; Boulet *et al.* 1984; Veillon 1988, 1990; Lucas *et al.* 1984, 1987; Chauvel *et al.* 1987). Tais transformações são observadas igualmente sobre rochas cristalinas dos Escudos Guianensis. Os podzois podem evoluir para solos pantanosos ligeiramente argilosos, sob a influência de uma vegetação arbórea (Dubroueucq e Volkoff, 1998). Estes fatos levam a pensar que as coberturas pedológicas das bases superficiais têm evoluído no tempo para constituírem as atuais diversidades dos solos, contrariando as coberturas das elevadas superfícies do Escudo Guianense. Dubroueucq *et al.* (1999), perguntam então, quais são as causas e os mecanismos de evolução destas coberturas. As planícies de podzois são superfícies planas que ainda são denominadas de erosões e se estendem pela maior parte da baía, sendo ocupadas por uma vegetação mais ou menos baixa de arbustos esclerófilos, chamadas de “caatingas amazônicas”, onde ocorrem pequenas áreas de vegetação bem aberta, conhecida como “campina”. Em volta destas campinas surgem pequenas áreas de estruturas de florestas relativamente altas que ocorrem sobre areia e que são conhecidas como “campinaranas” (Gavaud *et al.* 1986).

Péllissier *et al.* (2001) pesquisaram dentro de um plot de 10 ha. de floresta úmida em Piste de St Elie na Guiana Francesa, um relacionamento espacial entre espécies de árvores e as limitações hidrológicas do solo, comentando que na Amazônia, a organização do solo mostra o estado atualmente alterado a respeito das limitações climáticas e tectônicas atuais, o que resulta numa intemperização supergênese da cobertura ferralítica inicial e conseqüentemente, numa expansão contínua das condições podzólicas e hidromórficas (Fritsch *et al.* 1986; Lucas *et al.* 1986; Veillon e Soria-Solano 1988). O crescente processo de transformação da cobertura ferralítica inicial tem sido demonstrado na escala local na Guiana Francesa pelos estudos das modificações hidrológicas, estruturais e geoquímicas do solo ao longo das catenas topográficas. (Humbell 1987; Guelh 1984; Grimaldi e Boulet 1960; Grimaldi *et al.* 1990).

Nascimento *et al.* (2004) realizaram estudos morfológicos geoquímicos e mineralógicos numa catena de solo representativo dos platôs de baixa elevação da Bacia do alto Amazonas, com o objetivo de interpretar as etapas e mecanismos que envolvem a

podzolização dos solos argilosos de baixas-atividades. Afirmam que os solos são derivados de arenitos Palaeozóicos e consistem de podzois hidromórficos sob árvores das *caatingas*, principalmente nas depressões dos platôs onde predominam os acresois cobertos de florestas perenes. Comentam ainda que, os podzois da Bacia do Amazonas são encontrados nas posições do sopé das encostas e nas terras altas de regiões específicas, estando diretamente ligados às redes fluviais inferiores que ocorrem extensivamente na Bacia Média do Amazonas e que já foram intensivamente estudados nas regiões dos planaltos e das altas elevações da região de Manaus (Bravard e Righi 1989,1990 ; Lucas *et al.* 1987, 1996). Nos planaltos de baixas elevações localizados ao norte do alto da Bacia do Amazonas, o rio Negro drena em pediplanos Podzólicos com remanescentes de solos LAC (Dubroeuq e Volkoff, 1998; Dubroeuq *et al.* 1999). Estudos detalhados de toposequência ainda não foram realizados em platôs de baixa elevação, onde os podzois parecem que estão se formando em áreas limitadas. Além disso, as inter-relações de vários mecanismos de podolização em diferentes lugares dos platôs ainda permanecem pouco compreendidas.

Carneiro *et al.* (2002) afirmam que as evidências de que as alterações climáticas provocaram, em época passadas, profundas mudanças nas paisagens amazônicas não param de se acumular. Extensas áreas de formação arenosas surgiram na bacia do rio Negro (ao norte do estado do Amazonas) e de um se de seus principais afluentes, o rio Branco (que corta o estado de Roraima). Essas áreas arenosas deram origem aos solos conhecidos como podzois onde foram realizados estudos em seus perfis, os quais revelaram que, em alguns períodos mais secos, ocorridos durante os períodos glaciais globais, essas superfícies arenosas perderam seu revestimento florestal protetor chamado de campinarana e tendo apenas uma rala cobertura, que seriam as campinas.

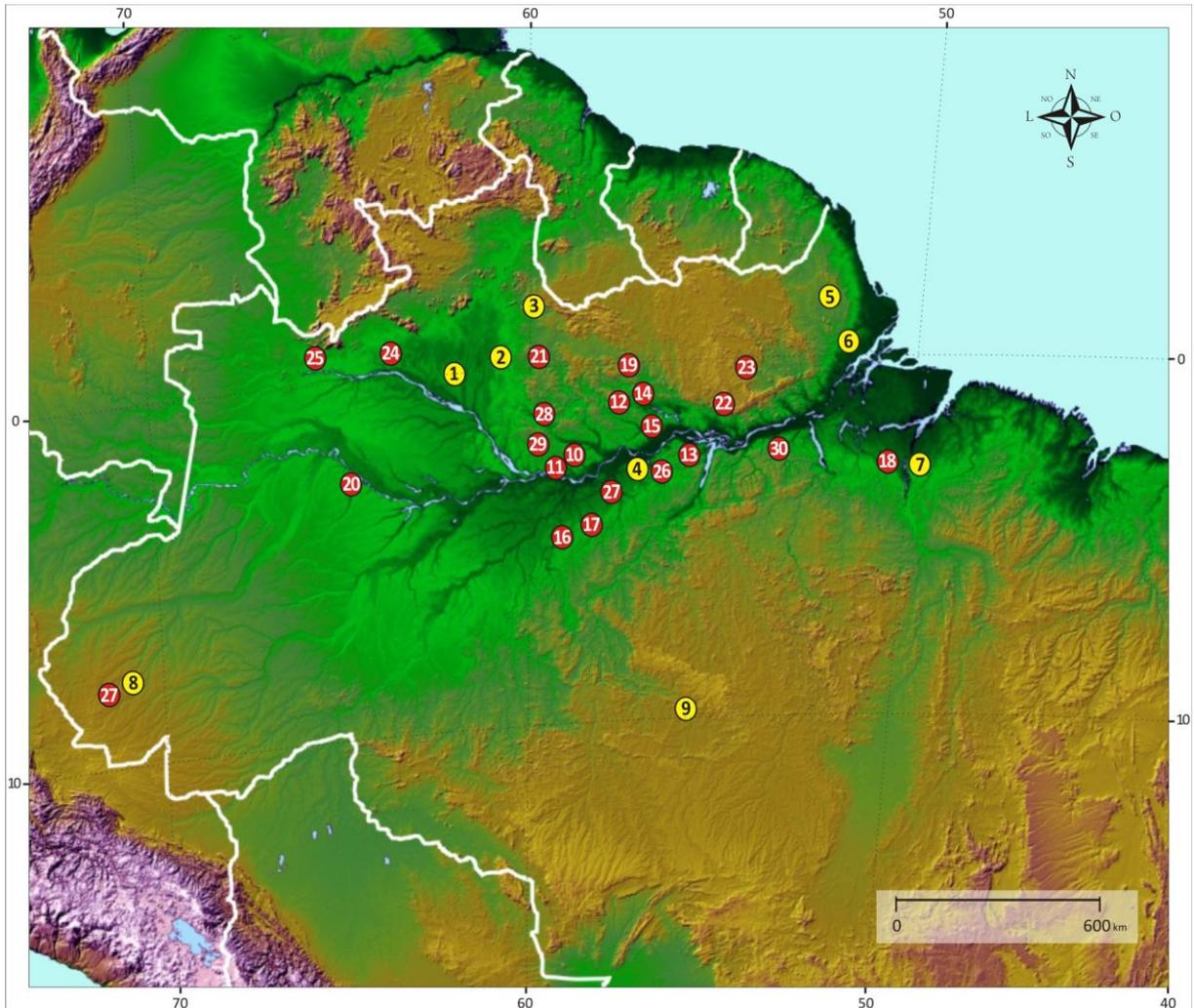
MATERIAL E MÉTODOS

Localização das Áreas

As áreas de campina escolhidas para o inventário fitossociológico são áreas de pouca influência fluvial, com fisionomia aberta e arbustiva que se desenvolvem sobre solo podzol hidromórfico – nove campinas situadas nas regiões Sul, Central, Ocidental e Oriental da Amazônia brasileira. Como complemento do conhecimento florísticos das nove campinas, inventariadas, utilizou-se outras 21 áreas campinas visitadas e investigada florísticamente pelo autor.

Na Figura 05, a localização das campinas estudada está assinalada em dois grupos com marcadores diferenciados para identificação das campinas inventariadas e das campinas onde foram realizados levantamentos florísticos.

Outras áreas de ocorrência de espécies citadas neste trabalho foram registradas a partir de dados de localização do “site” do Missouri Botanic Garden/EUA (www.mobot.org) e incluem regiões de distintas províncias fitogeográficas na América do Sul.



Fonte: NASA-STRN / MOBOT (modificado)

- | | |
|--|--|
| 1. Serra do Aracá (AM) 00° 52' 40" N; 63° 12' 12" W (350 m.s.m) | 10. Campina dos Padres/AM (2° 02' S; 59° 40' W) |
| 2. Parque Nacional do Viruá (RR) 01° 45' N; 61° 08' W (75 m.s.m) | 11. Campina de Balbina/AM (1° 02' S; 59° 60' W) |
| 3. Cantá (RR) 02° 29' N; 60° 38' W (82 m.s.m) | 12. Campina do Rio Mapuera/PA (1° S; 57° 05' W) |
| 4. Parintins (AM) 02° 57' S; 60° 02' W (50 m.s.m) | 13. Campina de Porto Trombetas/PA (1° 2' S; 59° 9' W) |
| 5. Porto Grande (AP) 00° 33' N; 51° 25' W (70 m.s.m) | 14. Campina do Rio Erepecuru/PA (1° 2' S; 56° 9' W) |
| 6. Vigia do Nazaré (PA) 00° 51' 30" S; 48° 08' 30" W (6.m.s.m) | 15. Campina de Oriximiná/PA (1° 45' S; 55° 70' W) |
| 7. Acará (PA) 01° 40' S; 48° 22' W (25 m.s.m) | 16. Campina de Borba/AM (4° 23' S; 59° 35' W) |
| 8. Cruzeiro do Sul (AC) / 08° 19' S; 72° 47' W (182 m.s.m) | 17. Campina da Petrobras 4° 12' S; 58° 42' W) |
| 9. Serra do Cachimbo (PA) 09° 73' S; 54° 95' W (450 m.s.m). | 18. Campina Oureiras do Pará/PA (1° 56' S; 49° 59' W) |
| | 19. Campina da Transamazônica/AM (7° 40' S; 61° 10' W) |
| | 20. São Paulo de Olivença/AM (3° 28' S; 69° W) |
| | 21. Campina da Linha do Equador/AM (00° N; 60° 38' S) |
| | 22. Campina da Serra do Ererê/PA (1° 40' S; 54° 2' W) |
| | 23. Campina dos Campos do Ariramba/PA (1° 30' S; 55° 3' W) |
| | 24. Campina de Sta. Isabel do Rio Negro/AM (00° 18' S; 65° 1' W) |
| | 25. Campina de São Gabriel da Cachoeira/AM (00° 8' S; 67° 4' W) |
| | 26. Campina de Parintins/AM (2° 27' S; 56° W) |
| | 27. Campina de Mancio Lima/AC (7° 54' S; 72° 88' W) |
| | 28. Campina de Presidente Figueiredo/AM (2° 5' S; 60° 1' W) |
| | 29. Campina da Reserva Biológica do INPA/SUFRAMA/AM (2° 38' S; 60° 0' W) |
| | 30. Campina do Porto Trombetas/PA (1° 28' S; 56° 23' W) |

Fig. 05 - Imagem da Amazônia brasileira e respectivas coordenadas geográficas das campinas inventariadas (pontos amarelos) e onde foram realizados levantamentos florísticos (pontos vermelhos).

Coletas de dados (Vegetação)

Amostragens da vegetação

Para instalação do transecto em cada campina, seguiram-se as utilizadas por Campbell, Daly e Prance (1986). Em cada campina foi implantado aleatoriamente um transecto, com 10 sub-parcelas com dimensões igual a 10 x 100 m equivalente a 10.000 m² correspondendo a 1 ha.

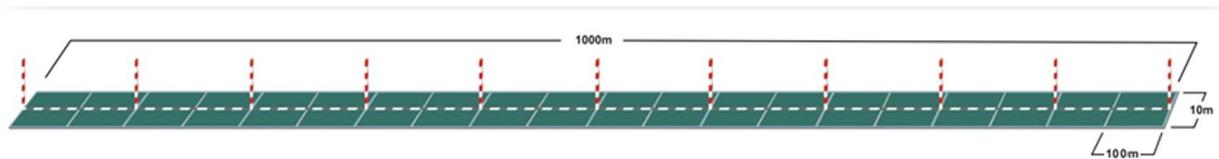


Fig. 06 - Representação esquemática do transecto implantado em todas campinas estudadas.

Critério de inclusão e mensurações

Em cada sub-parcela foram amostrados todos os indivíduos vivos com altura do peito (DAP) ≥ 5 cm a 1,30 do solo, exceto as lianas. Os indivíduos que ultrapassaram 5 m de altura, a medida foi efetuada com régua de alumínio com a altura igual a 7 m (tendo ao longo do seu comprimento marcas referentes a metro e centímetros).

Todos os indivíduos com diâmetro do caule à altura do peito (DAP) ≤ 5 cm foram mensurados com auxílio de um paquímetro, enquanto que os com DAP ≥ 10 cm tiveram seus diâmetros medidos com auxílio de fita métrica da marca Kliglon Tape. Nos indivíduos que apresentaram raízes tabulares (sapopemas), a medição do diâmetro foi feito acima das mesmas. Quando bifurcados, se considerou a média das duas medidas.

Quanto às coletas, quando o material se encontrava fértil, coletou-se 5 amostras e quando estéril, apenas 3. As amostras coletadas foram imediatamente prensadas em folhas de papel jornal, e acondicionadas em saco plástico contendo FAA (formol, ácido aldeído) e posteriormente colocadas em estufas de campo ou de laboratório a uma temperatura de 60°C para a desidratação. Todo o material botânico coletado recebeu o número de registro de coleta do autor (Coleção C. A. Cid Ferreira *et al.*) e foram obtidos por meio de 10 excursões realizadas na Amazônia durante cinco anos sob os auspícios do Projeto Flora Amazônica, convenio INPA-NYBG (USA) e depositadas no Herbário do INPA. Além dos nomes

vulgares, observações morfológicas dos indivíduos como textura da casca, cor, presença ou ausência de látex ou resina foram anotadas.

Coletas e preparo das amostras

Solos

A escolha da área foi feita de acordo com os objetivos do trabalho. Os solos foram coletados com auxílio de um trado de forma sistemática, ou seja, em cada parcela foi feita duas tradagens: 10 cm. e 1 m. no entorno e sob as moitas. Após a coleta do solo, foram retirados fólculo e as raízes grandes. Os maiores pedaços de carvão também foram retirados. Para a análise da fertilidade, foram coletadas as amostras compostas. As amostras foram devidamente identificadas e armazenadas em saco plástico para análises posteriores no Laboratório de Solos e Plantas do INPA. A metodologia das análises químicas foi derivada da EMBRAPA (1999). (Apêndice X).

Tratamentos dos dados (vegetação)

Florísticos

Depois de confeccionadas em tamanhos tradicionais, as amostras botânicas testemunhas foram desidratadas nas estufas do laboratório da Coordenação em Botânica do INPA. Em seguida, exemplares férteis de algumas famílias quando necessário foram identificados por especialistas, e outras por meio de chaves de identificação botânica. Material estéril foi identificado pelo agrupamento de morfoespécies. As correções das espécies e seus autores foram feitos em julho de 2008, utilizando literatura especializada, além do auxílio do site W³Trópicos (<http://www.mobot.org>.) Para a atualização das famílias botânicas, consultou-se o site ([http://www.APG II - Angiosperm Phylogeny Group](http://www.APG-II.org)). Para se conhecer o endemismo das espécies, foi elaborada uma lista das identificações selecionadas e consideradas endêmicas das campinas, base em dados de literatura, herbários e site.

Fitossociológicos

A composição florística foi analisada a partir das identificações taxonômicas dos indivíduos inventariados, resultando-os: nos números de indivíduos, famílias, gêneros e espécies, que ocorreram em cada campina estudada.

A estrutura horizontal foi analisada por meio de critérios que indicam a ocupação da espécie no solo, no sentido horizontal para representá-la, utilizaram-se os valores relativos de abundância, dominância e frequência, obtidas sobre a população adulta, ou seja, formada por indivíduos com DAP ≥ 5 cm nas unidades amostrais.

Para se obter a abundância relativa, inicialmente foi calculada a abundância absoluta, que consiste, segundo Lamprecht (1962; 1964), na expressão do número total de indivíduos de uma mesma espécie, em relação a uma unidade amostral, e a abundância relativa que é definida pela porcentagem da abundância absoluta na composição florística dos indivíduos Veiga (1977), utilizado por Revilla *et al.* (1981), Matos e Amaral (1999), Lima Filho *et al.* (2001; 2004) e Souza (2006).

$$\text{Ab. abs.} = \frac{n}{ha}$$

$$\text{Ab. rel.} = \frac{n/ha}{\sum N} \times 100$$

onde:

Ab. abs. = abundância absoluta.

n = número de indivíduos inventariados de uma mesma espécie.

ha = hectare (unidade amostral).

Ab. rel. = abundância relativa.

N = soma do total de indivíduos inventariados

A dominância relativa da espécie foi calculada a partir da dominância absoluta segundo (Cain *et al.*, 1956; Lamprecht, 1964; Finol, 1971; Hosokawa, 1981; Jardim, 1985), que propõem a utilização da área basal para expressar a dominância das espécies. Então, a dominância absoluta de cada espécie é a área basal de cada espécie da área estudada, e a dominância relativa é a porcentagem da dominância absoluta de cada espécie em relação à somatória da abundância absoluta da área estudada, que corresponde à participação em porcentagem de cada espécie na expansão horizontal total.

$$\text{Área basal} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$\text{Dom. abs.} = \frac{g}{ha}$$

$$\text{Dom. rel.} = \frac{g}{G} \times 100$$

onde:

D = DAP - diâmetro altura do peito - dos indivíduos inventariados.

Dom. abs. = dominância absoluta.

Dom. rel. = dominância relativa.

g = área basal de cada espécie.

G = somatória da área basal do ha.

ha = hectare (unidade amostral).

Para calcular a frequência absoluta segundo Förster (1973), é a expressão percentual do número de subparcelas em que ocorre uma espécie (NPOE), em relação ao número total de subparcelas da unidade amostral. Para se obter a frequência relativa das espécies, dividiu-se a frequência absoluta da mesma espécie pela somatória das frequências absoluta da unidade amostral, multiplicada por 100.

$$\text{Fr. abs.} = \frac{\text{NPOE}}{N} \times 100$$

$$\text{Fr. rel.} = \frac{\text{Fr. abs.}}{\sum \text{ da Fr. Abs da ha}} \times 100$$

onde:

Fr. abs. = frequência absoluta da espécie.

Fr. rel. = frequência relativa da espécie

NPOE = número de subparcelas que ocorre a espécie.

N = número total de parcelas da unidade amostral.

\sum da Fr. Abs. da ha = somatória da frequência absoluta da unidade amostral.

O Índice de Valor de Importância Específica (IVIE), utilizado por Cain *et al.* (1956; 1959), Revilla *et al.* (1981), Matos & Amaral (1999), Lima Filho *et al.* (2001; 2004),

representa o somatório dos valores relativos de abundância, dominância e frequência de cada espécie.

O Índice de Valor de Importância das Famílias (IVIF), proposto por Mori *et al.* (1983), utilizado por Revilla *et al.* (1981), Matos & Amaral (1999), Lima Filho *et al.* (2001; 2004), obtém-se através da somatória da diversidade, densidade e dominância relativa das famílias.

Onde:

Diversidade absoluta:

Div. Abs. Fam. = número de espécie da família.

Diversidade relativa:

$$\text{Div. Rel. Fam.} = \frac{\text{Div. Abs. Fam.}}{\sum \text{Div. Abs. Fam. da ha}} \times 100$$

Para obter a Densidade Relativa das Famílias, inicialmente foi calculada a diversidade absoluta, que consiste na expressão do número total de indivíduos da família por uma unidade amostral e a abundância relativa é a razão da diversidade absoluta pelo total de indivíduos da unidade amostral.

Densidade Absoluta da Família.

$$\text{Den. Abs. Fam.} = \frac{n}{ha}$$

Densidade relativa da Família.

$$\text{Den. Rel. Fam.} = \frac{\text{Den. Abs. Fam.}}{\sum \text{Den. Abs. Fam. da ha}} \times 100$$

Onde:

n = número total de indivíduos da família

ha = hectare (unidade amostral).

A Dominância Absoluta da Família é a somatória da área basal de cada espécie da mesma família de uma unidade amostral, e a dominância relativa é a porcentagem da

dominância absoluta em relação à somatória da abundância absoluta da área estudada, multiplicada por 100.

Onde:

Dominância absoluta da Família:

$$\text{Dom. abs. Fam.} = \frac{\sum \text{área basal de cada espécie da mesma família}}{ha}$$

Dominância relativa da Família.

$$\text{Dom. rel. Fam.} = \frac{\text{Dom. abs. Fam.}}{\sum \text{Dom. abs. Fam. da ha}} \times 100$$

A lista das espécies de cada campina será utilizada para elaboração de matrizes que permitiram analisar através de técnicas de classificação e ordenação. Estas técnicas permitiram detectar e descrever os padrões de distribuição, bem como formular hipótese (Valentin, 1995).

Classes de Altura e Diâmetro

O intervalo para as classes diamétricas foi calculado pela fórmula de Spiegel (1976).

a) Número de classes $nc = 1 + 3,3 \log (n);$

b) Intervalo de classes $IC = A/nc.$

Onde: n = número de indivíduos

A = amplitude

O intervalo para as classes de altura foi calculado pela fórmula de Spiegel (1976).

Análise da similaridade florística.

Para avaliar a similaridade entre os as espécies das *campinas* o índice de similaridade de Sørensen, baseado na presença e ausência de espécies (Mueller-Dombois e Ellenberg 1974).

$$Ss = \frac{2a \times 100}{2a + b + c}$$

Onde: a = Nº de espécies comum entre a e b;
b = Nº total de espécies na área b;
c = Nº total de espécies na área c.

Dissimilaridade florística e análise de agrupamento

As distâncias (dissimilaridades) florísticas entre as campinas amostradas foram verificadas por meio de análise de agrupamento, utilizando o índice de distância de Jaccard e a técnica de ligação de média de grupo, usando o programa PC-ORD3 System, McCune e Mefford (2002). Para o cálculo da distância de Jaccard (J') entre cada par de campina amostrado (campina A e campina B), atribuiu-se o valor um (1) para a presença ou o valor zero (0) para a ausência de cada uma das espécies inventariadas nas campinas. Assim, as combinações de atributos possíveis para as campinas A e B são: M_{11} = número de espécies presentes em ambas as campinas; M_{10} = número de espécies presentes na campina A e ausentes na campina B ; M_{01} = número de espécies ausentes na campina A e presentes na campina B ; e M_{00} = número de espécies ausentes em ambas as campinas. Desta forma, o coeficiente de similaridade de Jaccard (J) entre as campinas A e B é definido como:

$$J = \frac{M_{11}}{M_{01} + M_{10} + M_{11}}.$$

A distância de Jaccard ($J' = 1 - J$) é, portanto, dada como:

$$J' = \frac{M_{01} + M_{10}}{M_{01} + M_{10} + M_{11}}.$$

As análises de agrupamento foram realizadas em duas situações distintas. Na primeira utilizou-se apenas a matriz com os dados de presença/ausência das espécies nas nove campinas amostradas. Na segunda, além das nove campinas, foram incluídas na matriz três áreas hipotéticas compostas por espécies que, além de ocorrerem em alguma das campinas amostradas, ocorreram também em inventários botânicos realizados no (1) Llanos e “caatingas” do Escudo Guianense, (2) Cerrados do Escudo Brasileiro, e (3) Restinga da Costa Atlântica. A listagem das plantas destas regiões biogeográficas foi compilada a partir dos seguintes estudos: para a flora do Escudo Guianense: Boggan *et al.* (1977), ter Steege *et al.* (2000a), ter Steege *et al.* (2000b), e Clarck *et al.* (2000); para flora dos cerrados do Brasil Central: Felfili e Silva Junior (2001), Mendonça *et al.* (1998) e Ratter *et al.* (2003); para flora da restinga costeira atlântica: Araujo (2000), Sacramento *et al.* (2007), Amaral *et al.* (2007) e Bastos (1996).

Ordenamento MDS (Escalonamento Multi-dimensional Não-Métrico)

Foi elaborado um ordenamento em dois eixos, usando Escalonamento Multi-dimensional Não-Métrico (MDS), McCune, e Grace (2002). Foi empregado o índice de distância de Jaccard sobre uma matriz das nove *campinas* x 252 espécies. Para cada espécie foi atribuído o valor 0 ou 1 (0 = ausência; 1 = presença) para cada campina estudada. Da mesma forma que na análise de agrupamento, o ordenamento foi efetuado em duas situações distintas. Na primeira utilizou-se a matriz com os dados originais de presença/ausência das espécies nas nove campinas amostradas. Na segunda, além das nove campinas, foram incluídas na matriz três áreas hipotéticas compostas por espécies que, além de ocorrerem em alguma das campinas amostradas, ocorreram também em inventários botânicos realizados no (1) Llanos e “caatingas” do Escudo Guianense, (2) Cerrados do Escudo Brasileiro, e (3) Restinga da Costa Atlântica. O Escalonamento Multi-dimensional Não-Métrico (MDS), McCune e Grace (2002), foi utilizado para o ordenamento das nove campinas estudadas (Figura 51a) e para o ordenamento das mesmas nove campinas juntamente com três áreas hipotéticas de vegetação de restinga da Costa Atlântica, de cerrado do Brasil Central e de áreas abertas do Escudo Guiano (Figura 51b). Para construção da composição florística dessas três áreas hipotéticas utilizou-se listagens publicadas em inventários e estudos florísticos nessas regiões, escolhendo-se as espécies que ocorreram em ao menos uma das campinas estudadas.

Climatologia das áreas estudadas

Os índices de temperaturas e pluviométricos das áreas de campinas estudadas foram baseados no trabalho New *et al.* (2000) (Apêndice A).

Análises dos solos

As amostras dos solos foram analisadas no Laboratório de Solos do INPA. Todas as amostras foram divididas em dois grupos (coletadas abaixo e fora de moitas de vegetação). Todas foram secas ao ar (TFSA) para posterior análise de sua acidez (pH / H₂O) e toxidez (Al trocável), além de sua fertilidade (P, K, Ca, Mg, Al, Zn, Fe). Matéria Orgânica (MO) e concentração de carbono foram descartadas por conta de contaminação de partículas de carvão, muito comum nestes ambientes. A metodologia das análises químicas foi derivada da EMBRAPA (1999). (Apêndice X).

Elaboração dos mapas da distribuição das espécies das campinas

Foram selecionadas 27 espécies, tida como as mais típicas das 9 campinas inventariadas.

Para a elaboração dos mapas dos padrões de distribuição das espécies das campinas, baseou-se em citações literárias, além do auxílio dos sites do www.mobot.org. e Herbar de Guyane (CAY).