

## DISCUSSÃO

---

### O conceito de Campina e de outras formações sobre solos arenosos

As formações vegetacionais arenosas esclerófilas têm sido descritas em diversas áreas tropicais do mundo. No Brasil, desde o século XIX, essas formações chamam atenção de naturalistas e botânicos como Martius, que em 1918 observou campos de areia branca na região de Diamantina (MG). Devido a fatores climáticos e pedológicos, essas formações estão distribuídas por todo o país, sendo o seu conceito objeto de várias interpretações. No Sudeste brasileiro, ocorrem as *restingas*, que no conceito botânico corresponde à vegetação que ocorre adjacente ao oceano nas planícies costeiras arenosas quaternárias (Araujo e Henriques, 1984). Na Amazônia, as restingas ocupam uma área estimada em 1.000 km<sup>2</sup>, que corresponde a menos de 0,1% dos demais tipos de vegetação dessa região (Pires, 1973). Outra formação arenosa que é pouco conhecida e não faz parte da Classificação da Vegetação brasileira (IBGE, 1992), é regionalmente conhecida como *mussununga*, formação esta que ocorre como enclave dentro da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas no Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo (Reserva Natural Vale Rio Doce). Fisionomicamente apresentam árvores esparsas entre si e de baixo porte. Acompanham cordões de solos arenosos. É constituída de várias espécies de Poaceae e de comunidades arbustivas com fisionomia muito similar às *campinas* da Amazônia (Costa e Silva 2003). No Nordeste brasileiro, além das dunas e praias, outras formações arenosas ocorrem associadas aos cerrados (Whitmore & Prance 1987; IBGE, 1992).

As formações vegetacionais arenosas esclerófilas são amplamente distribuídas na Amazônia (Pires, 1973, Pires e Prance, 1985 e Richards, 1957). Essas formações tem sido objeto de discussão de pesquisadores na busca de uma definição mais uniforme. Regionalmente recebem inúmeras denominações, tais como: *muri bush* na Guiana, (Richards 1957), *varillal bajo* no Peru (Ruokolainen *et al.* (2002) e Gentry, (1992), *bana* na Venezuela, (Herrera *et al.*(1978) e *padang* em Bórneo na Malásia (Whitmore, 1975).

Na Amazônia brasileira foram denominados por Spruce (1908) como *caatinga-gapó*, e por Ducke e Black, (1954), Rodrigues (1961) e Pires e Rodrigues (1964) como *caatinga amazônica*. Andrade - Lima (1959) as denominou de *caimbé*, Aubréville (1961) de *pseudo-caatinga*, seguido de Pires (1973), que as chamou de *charravascal* e *carrascal*. Mais recentemente Lisboa (1975) as definiu como formações de baixo porte sobre areia branca, de

*campina amazônica* do alto rio Negro e de *campina amazônica* da Amazônia Central. Anderson (1978) denominou de *campina sombreada*, *campina aberta* e *campina alta* também para a Amazônia Central.

Na Classificação fisionômico-ecológico da vegetação brasileira ( IBGE 1992), essas formações sobre areia branca foram denominadas de: *campinarana florestada*, *campinarana arborizada* e *campinarana gramíneo-lenhosa*. Esta é a classificação atual que o IBGE apresenta baseado nas informações do Projeto RADAMBRASIL (1971). Mais recentemente, no sudoeste da Amazônia, região de Cruzeiro do Sul no estado do Acre, Silveira (2003) classificou as *campinas* como: *campina aberta arbustiva*, *campina* dominada por *Mauritia flexuosa* (Burití) e *campina gramíneo-lenhosa*.

### **Campinas "stricto sensu"**

As paisagens das campinas apresentam variações e particularidades locais e regionais que muitas vezes não são consideradas entre alguns autores, o que dificulta a definição de um conceito preciso sobre esse tipo de formação vegetal. Para aprimorar a definição do conceito de campina, são considerados alguns fatores: as áreas de ocorrência, a distribuição geográfica, as características fisionômicas/ morfo-fisiológicas, composição florística, as transições vegetacionais, a distribuição geográfica, espécies raras, endêmicas e indicadoras biogeografia das campinas, origem e evolução das campinas e implicações para conservação.

### **Áreas de ocorrência**

Todas as campinas amostradas estavam situadas em formações vegetacionais abertas, crescendo sobre solo podzol hidromórfico úmido (oligotróficos) que ocorrem em locais mais distantes das influências fluviais (rios, igarapés, lagos). Fitogeograficamente essas formações só ocorrem na região do rio Negro no estado do Amazonas onde é denominada de campinarana florestada pelo IBGE (1992). Da mesma forma, o *habitat* campinarana ou campina muitas das vezes é confundido com floresta de igapó, que é uma vegetação sazonalmente inundada nas margens de rios e lagos de água preta.

Um bom exemplo dessa confusão pode ser observado no herbário do INPA, ao verificar-se nas etiquetas de identificação de diversos espécimes, que os mesmos locais de coleta receberam denominações de habitat diferentes, de acordo com o período da cheia ou da vazante do rio Negro. Para as espécies coletadas nos seis primeiros meses do ano (janeiro a julho), o *habitat* registrado foi denominado de “mata de igapó” ou “igapó”, período em que as

águas apresentam-se com o nível elevado. As mesmas espécies coletadas em outros meses do ano –, quando o nível das águas do rio se encontra baixo – nos mesmos locais receberam diferentes conceitos de habitat da coleta como: *caatinga* (termo que consagrado no nordeste brasileiro), campinarana florestada (termo usado pelo IBGE (1992) e campina usado por pesquisadores e parobotânicos da região e proposto nesta Tese.

### **Características fisionômicas/morfo-fisiológicas**

Algumas características fundamentais com relação aos aspectos fisionômicos desse *habitat* (campina aberta) apresentado pelas campinas abordadas nesta Tese, foram muito similares e podem ser norteadores para uma definição mais precisa de seu conceito. Entre esses, a ocorrência de uma vegetação bem distinta em relação às formações que as cercam, com grande concentração de ilhas arbustivas (moitas) que formam uma fisionomia contínua e descontínua, que se desenvolve sobre solo podzol hidromófico exposto nas áreas entre moitas. A altura dos indivíduos lenhosos varia de um a cinco metros, entretanto, surgem em pontos isolados alguns indivíduos atingindo o porte de até 9 m de altura. A maioria das espécies apresentam esclerofilia, caules tortuosos e rico em alcalóides que quando exudado para o solo, inibe o crescimento de várias espécies de porte herbáceo nas proximidades de seus caules. A disposição das folhas são rígidas e coriáceas, dispostas na posição oblíqua ou ereta para cima, e apresentam dimensões reduzidas quando comparadas com as folhas de espécies de floresta de terra firme. Nessa formação também ocorrem poucas lianas e raras epífitas e raras *Arecaceae*.

### **Composição florística**

As campinas apresentam também um sub-bosque rico em ervas das famílias *Eriocaulaceae*, *Xyridaceae*, *Schizaeaceae*, *Poaceae* e *Cyperaceae*. Alguns gêneros que se desenvolvem no estrato subarbustivo das campinas estudadas, como *Lagenocarpus*, *Bulbostylis* e *Schizaea*, teriam seu centro de distribuição fora da Amazônia Central, o que sugere que a ocorrência desses gêneros derivou predominantemente de outras regiões, como do Escudo das Guianas, que é caracterizado por uma vegetação tipo savana extremamente antiga e endêmica, que se desenvolveu sobre solos empobrecidos (Anderson 1978).

Um indicador relevante e caracterizador de identificação do habitat campina é a presença do líquen *Cladonia* sp, que ocorreu em todas as campinas citadas neste trabalho, podendo ser considerado como um dos indicadores desse ecossistema na região. Segundo Ferreira (autor desta proposta) durante suas coletas botânicas nas trinta campinas distribuídas

por vários pontos da Amazônia brasileira, observou que as espécies *Humiria balsamifera* (Humiriaceae), *Pagamea guianensis* (Rubiaceae), *Protium heptaphyllum* subsp. *ulei* (Burseraceae) e *Clusia nemorosa* (Clusiaceae) e *Ouratea spruceana* (Ochnaceae) são comuns na maioria das trintas campinas Tese.

### Transição

As campinas da Amazônia Ocidental e Central estudadas na presente Tese apresentaram transição com campinarana, (Figura 57). Enquanto que as campinas situadas no sul e na região Oriental da Amazônia, na sua maioria fazem transição com o cerrado. Como exemplo, a campina da Serra do Ererê (Figura 58) a 5 km oeste da cidade de Monte Alegre (PA). Da mesma forma, a campina da Serra do Cachimbo/PA (Figura 59), a transição ocorreu de uma forma abrupta com o cerrado, o que resultou numa forte influência de espécies típicas deste ecossistema, como *Kielmeyera* aff. *rubriflora* Camb., *Vellozia* cf. *furfucata* L.B. Sm. & Ayensu, *Byrsonima coccolobifolia* Kunth e *Senna kuhlmannii* Hoehne. Outra campina estudada que também faz transição com o cerrado, ocorreu no norte do Amapá, no município de Porto Grande.

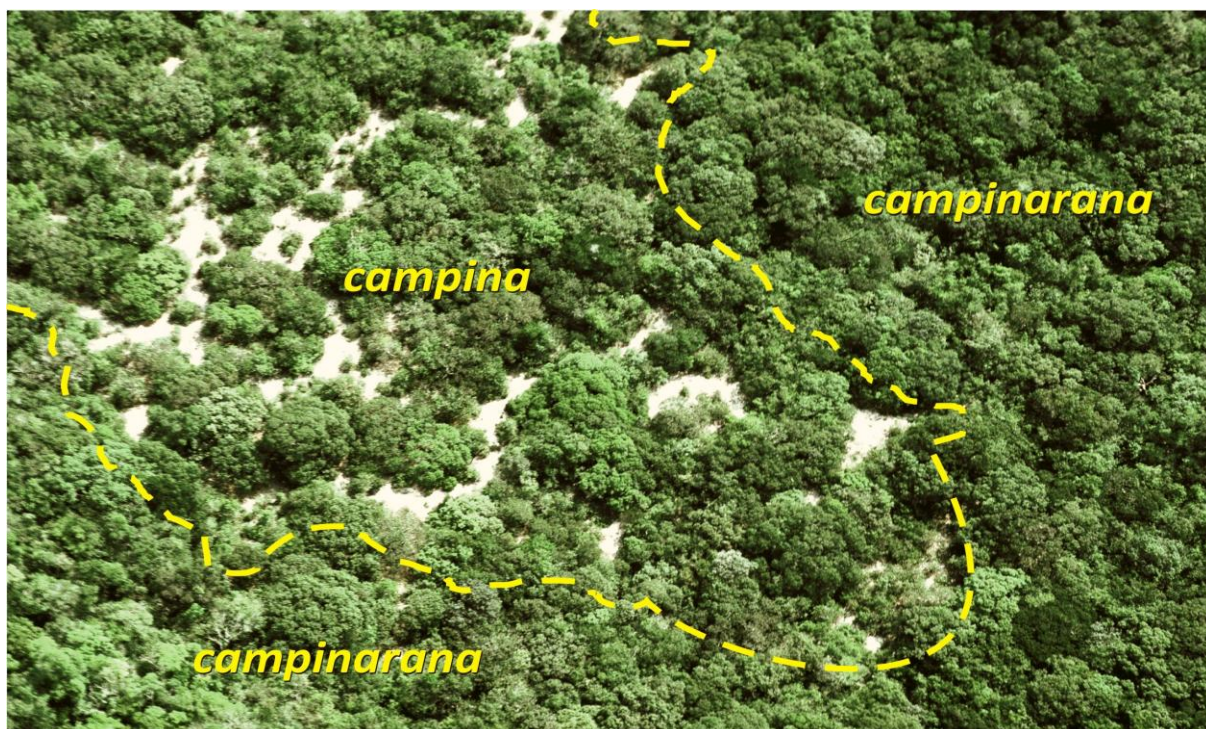


Fig. 57 - Campina na Amazônia Central – Reserva Biológica do INPA/SUFRAMA. Município de Manaus/AM.



Fig. 58 - Campina da Serra do Ererê em transição com a vegetação de *cerrado*. Observam-se abaixo à direita alguns afloramentos rochosos. Município de Monte Alegre/ PA.

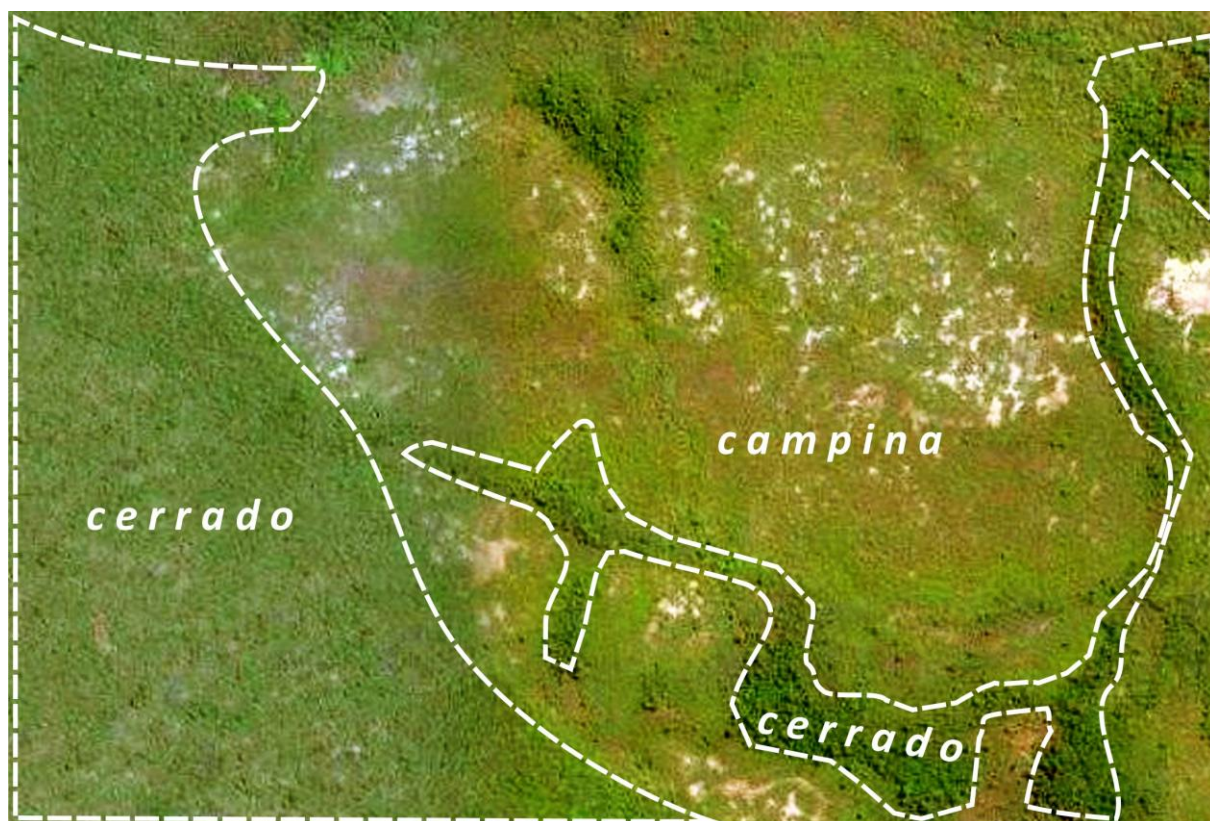


Fig. 59 - Campina da Serra do Cachimbo – detalhe das manchas de *cerrado*. Município de Novo Progresso/ PA.

## Lençol freático

O lençol freático parece ser um fator importante para se definir com mais segurança o ecossistema campina. Na Amazônia brasileira, existe apenas o trabalho de Cid Ferreira (1997), que mensurou durante um ano as oscilações do lençol freático em uma campina na Amazônia Central, comprovando que o lençol freático da campina está mais próximo da superfície do que na campinarana, onde a água não alcançou a rizosfera mesmo durante a época de maior nível de água. Para que se aprimore o conhecimento do comportamento das espécies do ecossistema campina, é importante que se faça um estudo não da composição florística, mas também que se adicione as informações das oscilações do lençol freático e da topografia do local.

## Espécies raras, endêmicas e indicadoras

O conjunto das campinas estudadas revelaram uma baixa diversidade florística com predominância de espécies generalistas de áreas abertas, geralmente de ampla distribuição. No entanto, algumas espécies raras e de distribuição restrita foram registradas durante o desenvolvimento deste trabalho, como: *Pagamea aracaensis*, que ocorreu com frequência na campina da Serra do Aracá-AM, parece ser endêmica daquela região. Na serra do Cachimbo, as espécies *Cephalostemon affinis*, *Blepharandra cachimbensis* e *Parkia cachimboensis* tem distribuição provavelmente restrita à área de influência daquela formação geológica. O endemismo das campinas na Venezuela (Amazon type savanna), foi usado por Huber (1982) como forte argumento para afirmar que este tipo de vegetação poderia ser considerado como um ancestral da floresta amazônica.

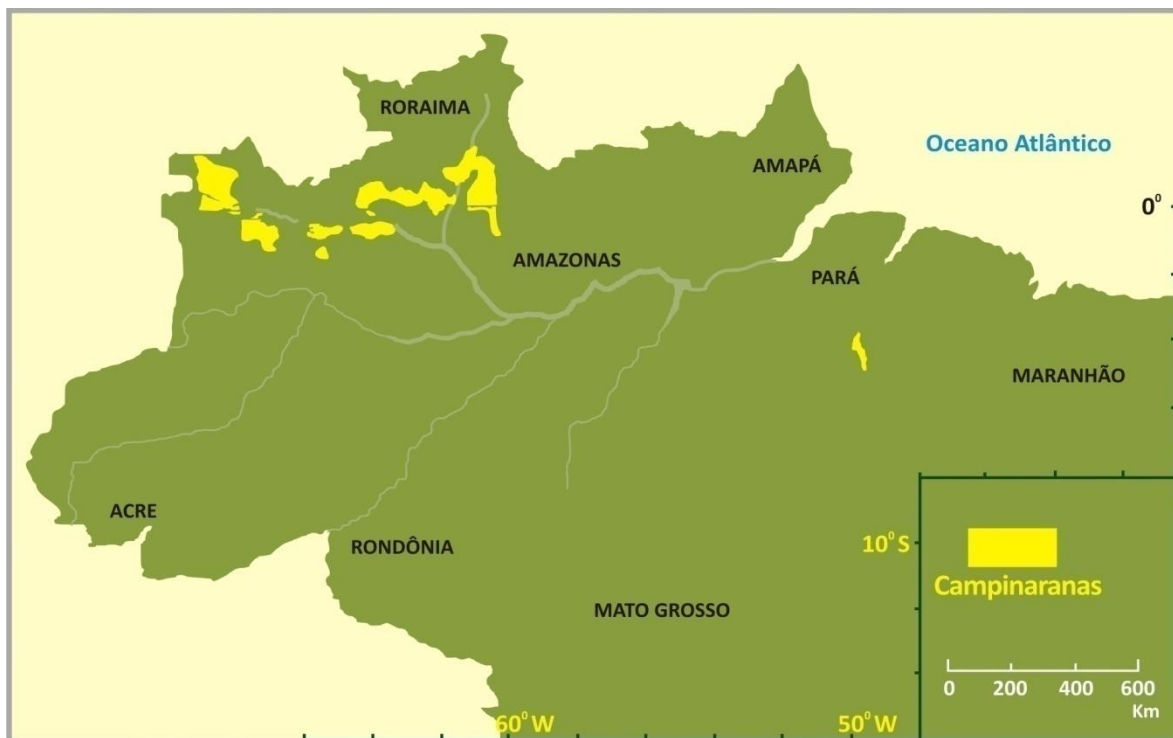
Algumas espécies das campinas parecem ter populações disjuntas entre as quais *Landenbergia amazonensis* citada por Silveira (2003) para a campina de Cruzeiro do Sul, entretanto, antes desta citação, Ducke e Black (1954) e Rodrigues (1960) afirmaram ser endêmica das *caatingas* da bacia do rio Negro. Outra espécie endêmica ocorreu em pelo menos em três campinas no presente estudo foi *Ouratea spruceana*, que é citada para outras áreas de campina na Amazônia Central (Anderson, 1978; Ferreira, 1977 e Vicentini, 2004). A bela *Clusia nemorosa*, é citada para restinga do litoral amazônico (Amaral, 2007), ocorreu nas campinas da Serra do Cachimbo (PA) e Parque Nacional do Viruá (RR), além de ser registrada para as campinas da Amazônia Central (Anderson *et al.* 1975 e Ferreira 1997). Takeuchi (1960) menciona que *Clusia insignis* ocorre nas campinas da região da bacia do rio

Negro e neste trabalho, ocorreu nas campinas da Serra do Aracá (AM), de Parintins (AM) e da Serra do Cachimbo (PA). As espécies *Chanouchiton loranthoides* e *Platycarpum egleri* mais frequente na *campina* do Parque Nacional do Viruá em Roraima, é citada por Vicentini (2004), para *campina* do Parque Nacional do Jaú, na região do rio Negro.

Quanto às espécies consideradas indicadoras do habitat *campina "stricto sensu"* na Amazônia brasileira, cita-se o líquen tufoso *Cladonia .confusa* f. *confusa*, que geralmente cresce na superfície do solo arenoso abaixo das copas de *Humiria balsamifera*. O líquen *Parmelia* sp. que ocorre sobre fanerógamos em decomposição, fácil de ser visto pela beleza das cores vermelhas de sua parte fértil, também pode ser considerado um indicador do ambiente de *campina*.

### **Distribuição geográfica das Campinas amazônicas**

A distribuição geográfica das campinas na Amazônia brasileira é uma das questões fitogeográficas mais polêmicas entre pesquisadores que estudam a vegetação amazônica. Com o nome de *caatinga amazônica*, as formações arenosas da Amazônia brasileira foram consideradas por naturalistas e botânicos tais como Ducke e Black (1954), Aubréville (1961), Rodrigues (1961), Pires e Rodrigues (1964), como exclusivas da bacia do rio Negro. Com base nesta afirmação, o IBGE (1993) elaborou um mapa fitogeográfico dessas formações, denominado-as de campinarana (Figura 60) ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)).

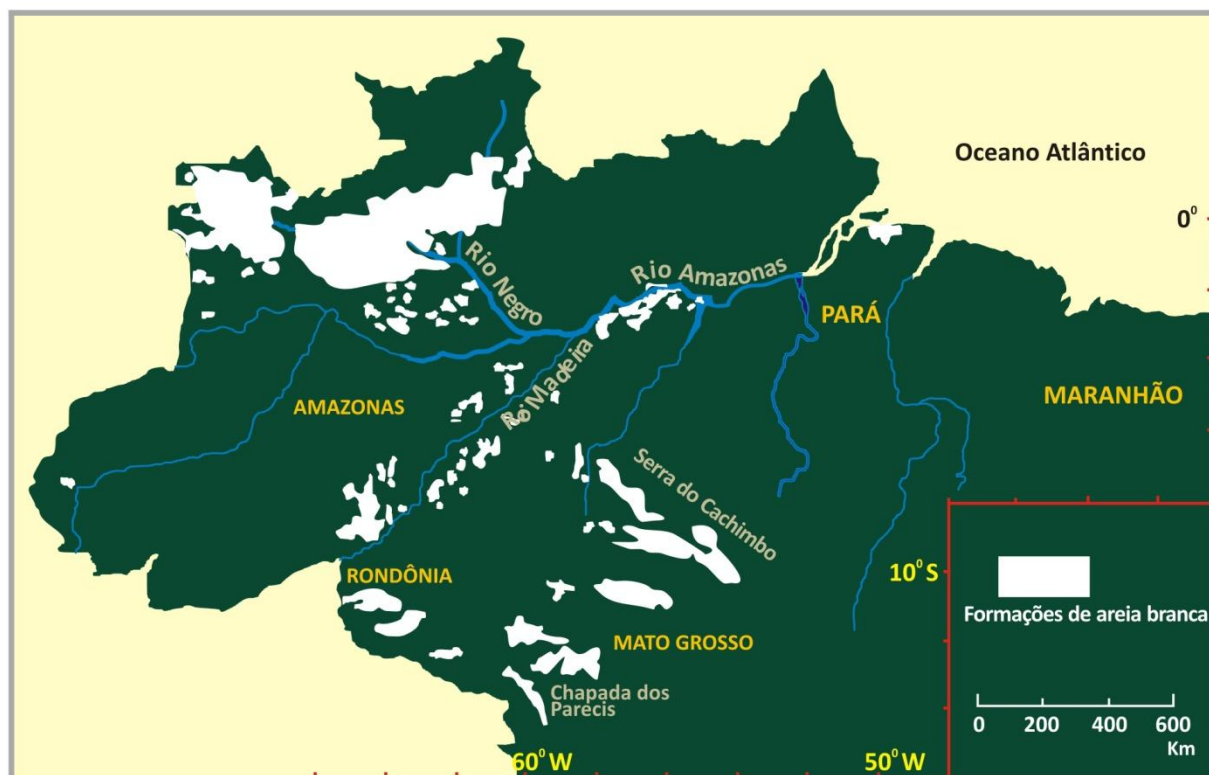


Fonte: IBGE (1993) adaptado

Fig. 60 - Mapa da Amazônia Legal assinalando a distribuição das campinaranas, publicado pelo IBGE (1993).

Whitmore e Prance (1987) publicaram, no entanto, outro mapa mais detalhado mostrando que as formações de areia branca recobertas no período atual por campinas e campinaranas estão dispersas por vários pontos da Amazônia brasileira (Figura 61). Este mapa sugere que as áreas com solo de areia branca e a vegetação a eles associados ocorrem não somente nas partes baixas da bacia - O mapa de Whitmore e Prance (1987) representa provavelmente um quadro mais próximo do que deve ser a distribuição das campinas e campinaranas na Amazônia brasileira. Em materiais e métodos (Figura 05) esta Tese apresenta o mapa com a localização de trinta campinas que foram visitadas em diferentes regiões da Amazônia pelo autor. Os dados atuais, portanto, revelam a ampla ocorrência das campinas em várias bacias e interflúvios amazônicos e que este tipo de formação vegetal não está restrito apenas à bacia do rio Negro, conforme postulado pelo IBGE (1993).





Fonte: Whitmore & G.T Prance (1987) adaptado.

Fig. 61 - Mapa da distribuição geográfica indicando somente as campinas e campinaranas na Amazônia brasileira.

## Biogeografia das Campinas

O processo de especiação na Amazônia é muito complexo devido às diversas circunstâncias históricas e ecológicas que influenciam no mesmo. Até hoje não se sabe ao certo a origem da flora amazônica, e em especial da flora das campinas, apesar deste assunto ter sido discutido por vários pesquisadores (Sakamoto, 1957; Janzen, 1974; Martins Matthes, 1978). As espécies das campinas “*stricto sensu*” também ocorrem em outros habitats tropicais abertos, entre os quais, os lhanos da Bolívia/Venezuela, as savanas do sul das Guianas, caatingas da Venezuela, as restingas do sudeste brasileiro e o do cerrado do Planalto Central Brasileiro.

Embora a floresta Amazônica e a mata Atlântica estejam geograficamente separadas, evidências sugerem que tenha havido trocas entre espécies lenhosas dessas duas florestas durante fases mais úmidas no decorrer dos períodos geológicos (Prance e Schubart 1978, 1987). De forma inversa, é provável ter ocorrido expansão e contato entre vegetações abertas durante os períodos mais secos (glaciais) do Pleistoceno.

Andrade-Lima (1966) detalha o paralelismo da flora amazônico-nordestina, comentando a existência de grandes ilhas de cerrado dentro da região amazônica com a ocorrência simultânea de inúmeras espécies da Amazônia e do Nordeste brasileiro.

Na América do Sul, as savanas abrangem um total de cerca de 269 milhões de ha, a maior parte delas (76%) pertence aos Cerrados do Brasil Central, mas cerca de 11% (28 milhões de ha) formam os Llanos venezuelanos e 6% (16-17 milhões de ha), o "Llanos Orientales" da Colômbia. Estas duas áreas, embora pertencentes a diferentes países, constituem uma única ecorregião, os Llanos da Orinoquia (latitude 3 ° a 10 ° N e longitude 62 ° a 74 ° W). Esta é uma área de extensas planícies, cobertas, sobretudo por vegetação de savana, mas também por bosques secos, que é de grande importância econômica para ambos os países. Esta ecorregião é relativamente jovem, talvez menos de 10.000 anos, e desenvolveu-se numa depressão (geosyncline) entre o Planalto, a Guiana e os Andes. Esta extensa bacia encheu-se de sedimentos da Guiana e do Planalto durante o Terciário, resultando numa paisagem composta principalmente de planícies aluviais e em contato com áreas montanhosas (Ab´Saber, 1982).

Para que se possa entender a origem das disjunções e da distribuição atual das espécies de campinas faz-se necessárias algumas observações sobre a história geográfica da região, uma vez que a área atualmente ocupada por este tipo de vegetação está intimamente

ligada aos limites de sua adaptabilidade climática, edáfica e aos meios de expansão disponíveis.

O elevado grau de afinidade florística entre as orquídeas do Escudo das Guianas e as das campinas da Amazônia brasileira (Braga-Blog 2009) sugere que aquelas derivaram da região do Escudo e colonizaram a Amazônia, o que indica a existência de uma conexão entre estas formações vegetais no passado. As orquídeas de *campina* e as demais, que penetraram na Amazônia brasileira oriunda do Escudo das Guianas ou da América Central, seguiram duas rotas principais de migração: uma que cruza a bacia amazônica e percorre o litoral, ao longo do Atlântico, através de ecossistemas semelhantes à campina, como a vegetação de restinga e a mata de tabuleiro, ambas em solo de areia branca; a outra foi através do Brasil Central, onde também é grande a ocorrência de vegetação não florestal — o cerrado brasileiro

A reconstrução dos padrões de distribuição das espécies que ocorrem na campina pode revelar como a composição florística das campinas amazônicas foi influenciada pela flora de outras regiões biogeográficas extra-amazônicas. Da mesma forma, para construir uma hipótese sobre a origem das espécies das campinas amazônicas é fundamental compreender o nível de similaridade dessa formação com a vegetação de outras regiões biogeográficas, como a flora do Escudo Guianense, Planalto Central e Restinga Costeira.

Ao analisarmos a distribuição das espécies da vegetação de campina (usando os dados do presente trabalho, dados de literatura e informações do Missouri Botanic Garden) e Herbar de Guyane (CAY), encontramos cinco principais grupos fitogeográficos, que apresentaram padrões de ocorrência distintos: (a) espécies de ampla distribuição na América tropical, (b) espécies do Planalto Guiano e Lhanos, (c) espécies do planalto Guiano, Lhanos e este dos Andes, (d) espécies do Planalto Central Brasileiro, e (e) espécies raras ou de distribuição restrita aos Lhanos do Alto Orinoco.

## Origem e evolução das Campinas

A presença de diversas “ilhas” com vegetação de campina de areias brancas na Amazônia e em áreas limítrofes do Escudo Guianense e do Escudo Brasileiro, tem provocado discussões na comunidade científica a respeito da origem desse tipo de vegetação e de como ela se mantém em um ambiente predominantemente florestal. As teorias sobre a origem das vegetações abertas da Amazônia se aplicam especialmente às savanas. A Teoria dos Refúgios postula a provável expansão deste tipo de vegetação, a partir de sua área “core” no Brasil Central, colonizando extensas áreas da bacia amazônica durante não somente os períodos glaciais do Pleistoceno, mas também durante episódios secos e frios do final do Terciário (Mioceno e Plioceno) na região (Haffer, 1969; 1982; Prance, 1973; Hooghiemstra e van der Hammen, 1998). Várias evidências sobre a expansão da vegetação de savana sobre áreas florestais na Amazônia durante as fases mais secas e frias do Pleistoceno foram produzidas com base em estudos paleopalinológicos (Bush *et al.* 1990, van der Hammen e Absy, 1994; Absy *et al.* 1997, van der Hammen e Hooghiemstra, 2000). Outros estudos, no entanto, sugerem que a cobertura florestal na bacia Amazônica foi mantida – apesar de modificações na sua florística - mesmo durante os períodos glaciais (Colinvaux *et al.* 1996, 2000).

As discussões sobre a origem e manutenção das campinas amazônicas, no entanto, se diferencia profundamente das discussões referentes s savanas, em função de importantes diferenças sobre o padrão de distribuição, habitat de ocorrência, composição florística e fitogeografia desses dois tipos de formações vegetais abertas, tais quais:

- (a) as campinas colonizam substratos específicos (solos de areias brancas), de origem fluvial, eólica ou da erosão de arenitos, enquanto que as savanas amazônicas ocorrem sobre diferentes condições edáficas na Amazônia – apesar de ocorrerem também savanas hidromórficas em Roraima, Amapá e Rondônia.
- (b) as campinas estão quase sempre relacionadas a áreas com algum tipo de impedimento de drenagem (depressões encharcáveis, presença de horizontes plínticos), acarretando lençol freático subsuperficial durante a época chuvosa – as savanas não ocorrem necessariamente em áreas que apresentem *estresse* hídrico por lençol freático.
- (c) as campinas se distribuem predominantemente em milhares de pequenas “ilhas” de pequeno tamanho (poucos hectares) por toda a Amazônia, enquanto que as

savanas amazônicas ocorrem em manchas grandes, normalmente com centenas ou milhares de hectares.

- (d) as campinas se distribuem com predominância no pediplano rio Negro-rio Branco e em bacias de rios de água preta. As savanas amazônicas ocorrem em especial na borda sul da bacia e em extensas áreas no NE de Roraima, SO do Amapá e em manchas ao longo do “corredor seco” do centro-leste da Amazônia.
- (e) as campinas são floristicamente muito diferenciadas umas das outras, apresentando várias espécies exclusivas em uma determinada área e apenas algumas poucas espécies de ampla distribuição em comum. A vegetação das savanas amazônicas, em contraste, apresenta baixa diferenciação florística, sendo formada principalmente por espécies arbóreas de ampla distribuição nos cerrados.
- (f) a flora das campinas apresenta grande número de espécies endêmicas e afinidade com a flora de áreas de vegetação aberta do Planalto Guianense e da depressão dos llanos venezuelanos/colombianos, enquanto que a flora das savanas amazônicas está intimamente relacionada aos cerrados do Brasil-Central.

O conjunto dos fatores ecológicos sugerem que as campinas se diferenciam das savanas amazônicas quanto ao substrato ocupado, sendo um tipo de vegetação mais especializada a colonizar ambientes edáficos arenosos, fortemente oligotróficos e submetidos a estresse hídricos severos.

A maior taxa de especiação (formação de novas espécies) e o grande número de espécies exclusivas e vicariantes (como observado nos gêneros *Ouratea*, *Hirtella*, *Pagamea*, *Cybianthus*, *Clusia*, etc.) nas manchas de campinas em relação às savanas, sugerem que a irradiação e isolamento das campinas na bacia amazônica é muito mais antiga do que a das savanas. Aqui especulamos que os amplos ambientes lacustres existentes na Amazônia durante o Terciário Médio e Tardio (Oligoceno, Mioceno e Plioceno), reportados por Räsänen *et al.* (1992, 1995) e por Webb (1995), constituem-se na provável origem desta vegetação adaptada a substratos arenosos e ao estresse hídrico.

A posterior drenagem desses grandes corpos de água, em função do rebaixamento do nível dos oceanos e dos episódios mais secos do final do Terciário e durante o Pleistoceno, provavelmente disponibilizou, em períodos distintos, amplas áreas arenosas com lençol freático sazonalmente superficial para colonização pela vegetação terrestre. Com o advento

do clima mais quente e úmido desde o Último Máximo Glacial (18.000 anos) as áreas marginais destes antigos leitos arenosos foram paulatinamente colonizados por formações vegetais de maior biomassa, como a campinarana florestada e a própria floresta ombrófila de terra firme. As planícies de inundação sazonal dos grandes rios foram colonizadas por vegetação especializada (floresta de igapó ou de várzea). As campinas, neste cenário, ficaram restritas a pequenas manchas de vegetação mais aberta, em áreas arenosas de terra firme onde o oligotrofismo e o *estresse* hídrico ainda eram mais severos.

Este processo resultou no isolamento das manchas de campinas umas das outras, ficando circundadas por extensa matriz florestal. Ainda hoje é possível se observar o avanço da campinarana sobre áreas que anteriormente (20 anos atrás) eram ocupadas por campina na Reserva da Campina do INPA, no km 45 da BR-174, bem como a colonização da campinarana por espécies da floresta de terra firme (C. A. Cid Ferreira e R. Gribel, observações pessoais). A ocorrência da transição campina/campinarana florestada/floresta ombrófila, ao longo de um gradiente topográfico suave, é o padrão mais comumente encontrado na Amazônia Central. Este gradiente parece refletir um processo sucessional de longo prazo entre esses três tipos de vegetação, que nas condições climáticas atuais parece se direcionar geralmente para a colonização da região por formações de porte florestal.

O isolamento físico e conseqüentemente genético entre as áreas de campina, portanto, é um processo que provavelmente se originou no Terciário, o que explicaria o alto grau de diferenciação florística entre elas, bem como a ocorrência de vários vicariantes. As savanas, em contraste, provavelmente se expandiram sobre a planície amazônica em períodos mais recentes – nos episódios glaciais do Pleistoceno – o que certamente contribuiu para a baixa diferenciação entre elas, apesar de também serem separadas por milhares de quilômetros umas das outras.

### **Implicações para Conservação**

Os resultados aqui apresentados mostram que as campinas amazônicas, apesar de apresentarem baixa diversidade de espécies, são ecossistemas muito importantes para conservação da biodiversidade do bioma amazônico. A manutenção das campinas no mosaico da paisagem amazônica contribuiu para conservação da *diversidade*  $\beta$  (entre *habitats*), uma vez que as espécies da campina raramente ocorrem na matriz de vegetação circundante.

A grande diferenciação florística entre as campinas é resultante do isolamento genético que elas vêm experimentando por longos períodos, provavelmente desde o Terciário. O relativamente longo isolamento genético é fonte de diversidade entre as áreas com vegetação de campina, que apresentam evidências de ocorrência de eventos de vicariância em vários gêneros como *Pagamea*, *Ouratea*, *Cybianthus* e *Hirtella*. Mais esforços taxonômicos e genéticos são necessários para se caracterizar a diversidade fenotípica e molecular das plantas e para se estudar os processos de especiação e vicariância nas campinas. O mesmo deve ocorrer para as espécies animais que sobrevivem nas manchas de campinas amazônicas.

As espécies de plantas das campinas amazônicas estão adaptadas para colonizar ambientes inóspitos, como temperaturas muito elevadas e substrato pobre em nutrientes e sujeitos a *estresses* hídricos extremos - alagamento por elevação de lençol freático e seco pelo rebaixamento do mesmo e a baixa retenção hídrica da areia. O aumento da temperatura e da frequência de eventos extremos de secas e cheias é previsto para a Amazônia nas décadas vindouras, em função das mudanças climáticas globais. As espécies de campina, portanto, podem constituir importantes reservatórios de variabilidade genética, conservando genes de valor estratégico para sobrevivência em condições extremas, que poderão ser usados, por meio da biotecnologia, para expressão de características que podem ser essenciais para o futuro da agricultura na região equatorial.

## Considerações Finais

---

As características fisionômicas das campinas descritas nesta Tese convergem com o exposto por Whitmore & Prance (1987) e Prance (comunicação pessoal). Estes autores afirmam que as características fisionômicas da campina são exclusivas. Em contraste, IBGE (1992) define campina e campinarana como partes de uma mesma formação vegetacional diferenciada.

A campinarana se caracteriza como uma fisionomia diferente da campina não somente pelo porte das árvores, cuja altura varia entre 10 e 20 m de altura, mas também pelas condições edáficas. Os solos predominantes em ambas formações são podzol hidromórfico, mas na campinarana apresentam-se coberto por uma densa camada de serrapilheira e um colchão de raízes muito desenvolvido, com horizonte orgânico muito mais profundo que na campina. A influência do lençol freático na campinarana é menor do que na campina. Nesta formação o lençol freqüentemente atinge níveis superficiais e subsuperficiais nos períodos chuvosos, enquanto na campinarana apenas eventualmente o lençol atinge a rizosfera. Floristicamente, a campinarana tem mais afinidade florística com a floresta de terra firme do que com as campinas, representando provavelmente um estágio intermediário na sucessão secundária sob substratos de solos arenosos (Ferreira 1997).

Outra característica relevante que deve ser consideradas nas campinas, que as diferenciam das campinaranas é a maior esclerofilia dos caules e das folhas dos indivíduos. Essas últimas são provavelmente originadas de escleromorfismo oligotrófico, conseqüência da pobreza de nutrientes e acidez do solo (Rodrigues, 1961). Outra característica importante que também deve ser considerada refere-se aos efeitos alelopáticos e sua influência na dominância de espécies e no desenvolvimento da vegetação, que são citadas por Muller (1970) e por Tinnin e Muller (1972). Neste contexto, Lisboa (1976) discute que uma espécie endêmica de campina da Amazônia Central, *Pradosia schoburgkiana* subsp. *schoburgkiana* (Sapotaceae) (antes identificada como *Glycoxylon inophyllum*) elabora substâncias alelopáticas que por meio das chuvas são liberadas para o solo e limitam o desenvolvimento de outras plantas em volta de indivíduos dessa espécie.

Considerando-se as áreas de ocorrência, solos, composição florística e fitossociológica podemos conceituar para a Amazônia Central, Ocidental e Oriental que campina é a formação vegetacional composta predominantemente por indivíduos < 7 m de altura, com a ocorrência



de pouquíssimo indivíduos acima da referida altura, habitando isoladamente esta formação. Desenvolve-se sempre sobre solo podzol, na maioria das vezes expostos e sempre colonizado por herbáceas das famílias Cyperaceae Poaceae e Eriocaulaceae. A constante ocorrência dos líquens *Cladonia* sp. e *Parmelia* sp., são também indicadores desta formação. Diferenciam-se entre si pela transição vegetacional: na Amazônia Central e Ocidental, a transição ocorre predominantemente com a campinarana. No sul da Amazônia e no Amapá e na região de Monte Alegre (PA) a transição das campinas pode ocorrer também com o cerrado.

As espécies de campina podem constituir importantes reservatórios de variabilidade genética, conservando genes de valor estratégico para sobrevivência em condições extremas. Com a perspectiva de aquecimento global nas próximas décadas, estes genes adaptativos poderão ser usados, por meio da biotecnologia, para expressão de características que podem ser essenciais para o futuro da agricultura na região equatorial.

Neste trabalho, contesta a proposta que a distribuição geográfica das campinas está restrita a bacia do rio Negro e fora desta região, ocorreria somente em São Paulo de Olivença (AM), conforme postulado por Velloso (1991) e IBGE (1993).

Neste trabalho procuramos unificar os conceitos de campina, *caatinga-gapó* (Spruce 1908), campina (Ducke e Black 1954), *humirizal*, *pseudo-caatinga* (Aubreville 1961), *campina amazônica* do rio Negro e campina da Amazônia Central (Lisboa 1975), *campina sombreada*, *campina aberta* e *campina alta* na Amazônia Central (Anderson 1978) e *campinarana gramíneo-lenhosa* Velloso *et al.* (1961).

As campinas amazônicas são habitats que apresentam grande carência de informações florísticas e ecológicas. Neste sentido, sugerimos que sejam intensificados estudos sobre este tipo de formação, relacionando a vegetação a diversos fatores ecológicos, tais quais: dispersão das sementes, polinização, efeitos da alelopatia, tipos de solos, influência do lençol freático, microclima, respiração edáfica e ciclagem de nutrientes. Estudos de biogeografia histórica e filogeografia são também muito importantes nas campinas, devido ao alto nível de diferenciação entre elas e presença de espécies vicariantes.