

A TEORIA DOS REFÚGIOS E AS EVIDÊNCIAS PALEOCLIMÁTICAS DO PANTANAL MATO-GROSSENSE

THE THEORY OF PLEISTOCENE FOREST REFUGES AND THE PALEOCLIMATIC EVIDENCE OF THE PANTANAL OF MATO GROSSO

Eva Faustino da Fonseca de Moura Barbosa¹

Resumo: Este estudo tem como base científica os pressupostos da Teoria dos Refúgios Florestais e os conhecimentos desenvolvidos por Aziz Nacib Ab'Sáber nos últimos cinquenta anos. O Pantanal Mato-Grossense possui certo significado para a Teoria dos Refúgios e Redutos, uma vez que essa teoria reúne conhecimentos importantes sobre os padrões de distribuição de flora e fauna na América do Sul, explorando as consequências das mudanças climáticas quaternárias sobre a flora e a fauna, em tempo determinado ao longo de determinados espaços fisiográficos, paisagísticos e ecologicamente distintos. Atualmente, os componentes das caatingas arbóreas e Cactáceas peculiares do Nordeste permanecem amarrados às vertentes inferiores da Morraria do Urucum e suas adjacências, pressionados entre as Florestas Semidecíduas e os primeiros Bosques Chaquenhos mistos. Essa área está localizada entre os domínios do Cerrado, Chaco e Pré-Amazônia. A diversidade biológica do Pantanal Mato-Grossense resultou de uma fase seca. Então, torna-se importante o esclarecimento das situações paleoclimáticas que antecederam a progressão da semi-aridez e as formas da recomposição da tropicalidade ao longo dos espaços anteriormente dominados por climas muito secos.

Palavras-chave: Teoria dos Refúgios Florestais. Pantanal Mato-Grossense. Evidências Paleoclimáticas.

Abstract: This study is based on the scientific assumptions of the Theory of Pleistocene Forest Refuges and the research developed by Aziz Nacib Ab'Sáber in the last fifty years. The Pantanal of Mato Grosso has certain significance for the Theory of Refuges and Redoubts, as this theory brings important knowledge about the flora and fauna distribution patterns in South America, exploring the consequences of quaternary climate changes on flora and fauna, in a particular time along certain ecologically distinct physiographic and landscape areas. Currently, the components of arboreal and cacti caatingas, typical of the northeastern region of Brazil remain tied to the lower slopes of the Morraria do Urucum and its surroundings, pressed between the semideciduous forests and the first mixed Chaco woods. This area is located between the areas of the cerrado, Chaco and pre-Amazon. The biological diversity of the Pantanal of Mato Grosso is a result of a dry phase. Thus, it is important to clarify the paleoclimatic situations leading to the progression of semi-aridity and the forms of reconstruction of tropicality over spaces previously dominated by very dry climate.

Keywords: Theory of Forest Refuges. Pantanal of Mato Grosso. Paleoclimatic evidence.

¹ Professora Adjunta do Curso de Geografia (Licenciatura/Bacharelado) da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS, Unidade Universitária de Campo Grande/MS. Membro do grupo de pesquisa Gefronter (UEMS). Contato: evamoura@terra.com.br

Introdução

Esta pesquisa fundamentou-se no método interpretativo possibilitado pela Teoria dos Refúgios Florestais, permitindo a constatação das evidências paleoclimáticas materializadas no espaço geográfico do sudoeste do município de Corumbá/MS, região entre o rio Paraguai e a Bolívia. A pesquisa teve como objetivo demonstrar como ocorreu a retração das matas tropicais e a expansão da semiaridez com a caatinga e os núcleos de cerrados que se processaram no decurso do Pleistoceno Terminal.

Os múltiplos ambientes existentes no sudoeste do Pantanal Mato-Grossense advêm de fatores físicos e ecológicos e suas interações, pois, nestes ambientes, os processos físicos são condicionantes do desenvolvimento e manutenção da flora e da fauna.

Ab'Sáber (1967) propôs os domínios morfoclimáticos e as províncias fitogeográficas do Brasil, reproduzindo o patrimônio florístico que prevalece até hoje no território brasileiro. O quadro vegetal predominante no Brasil deu-se a partir dos refúgios. O autor demonstra que quatro deles são intertropicais e dois outros, subtropicais. O Pantanal Mato-Grossense está situado em uma Faixa de Transição.

A diversificação de paisagens dessa região inclui os importantes restos de cactos existentes na região de Corumbá/MS, considerados por Ab'Sáber (2006) significativos relictos de caatingas do Nordeste Brasileiro. Mas são as devidas evidências paleoambientais e paleoecológicas das flutuações climáticas que ocorreram no Pleistoceno Terminal que indicaram que esses restos de cactos são verdadeiros e significativos paleoindicadores de flutuações climáticas outrora ocorridas.

Para Bigarella, Andrade-Lima e Riehs (1975), a compreensão da distribuição faunística implica considerações e especulações em torno de mudanças climáticas que refletem a expansão e retração dos vários tipos de associações vegetais do passado geológico. As evidências a respeito dos tipos paleoclimáticos vêm sendo acumuladas através de estudos geológicos, geomorfológicos e pedológicos.

A Teoria dos Refúgios Florestais pode explicar como se formaram os espaços naturais brasileiros existentes no Pleistoceno Terminal, bem como sua gênese até chegarem aos atuais espaços naturais. Essa teoria justifica as feições morfológicas encontradas no Pantanal e suas formas reliquias resultantes da evolução paleogeográfica que vêm ocorrendo desde o final do Pleistoceno.

As flutuações paleoclimáticas quaternárias ocorridas resultaram nos atuais espaços geocológicos existentes no Pantanal Mato-Grossense, como os diferentes Pantanais, que refletem a diversidade da compartimentação geológica e geomorfológica dessas paisagens, esclarecendo sobre cenários e processos que ocorreram no Quaternário Antigo, quando existiam outros modelos e dinâmicas de distribuição de flora e fauna na região.

Teoria dos Refúgios Florestais

A Teoria dos Refúgios Florestais tem como ideia principal as flutuações climáticas de passagem para uma fase seca e temperaturas mais baixas durante o Pleistoceno Terminal, a biota de florestas tropicais ficou retraída a pequenas áreas de permanência de umidade, constituindo os refúgios e sofrendo a diferenciação resultante desse isolamento.

Segundo Bicudo (2010), Vanzolini deu o nome de refúgio ao fenômeno detectado por ele nas expedições feitas na Amazônia, quando o clima chega ao extremo de liquidar com uma formação vegetal, reduzindo-a a pequenas porções, formando, assim, os espaços vazios no meio da mata fechada.

O Pleistoceno Terminal trouxe um período seco e mais frio, mas, no final deste, houve a retomada da umidade do tipo climático; como consequência, as manchas florestais se expandiram, deixando setores de maior diversidade e endemismos, como evidência dos refúgios que atuaram nesse período.

Existem registros das flutuações climáticas intertropicais por todo o território brasileiro, mas, segundo Ab'Sáber (1957), é no Nordeste Brasileiro que são encontrados excelentes casos de flutuações climáticas intertropicais, a saber, os fatos morfológicos, muito bem conservados nos compartimentos interiores do sertão, em pediplanos intermontanos, campos de inselbergs e algumas bajadas fossilíferas pleistocênicas.

Vanzolini (1970) afirma que dados florísticos provam a existência de ciclos climáticos, e cita os trabalhos de Egler (1960), Tamayo (1961) e Goodland (1966) que mostram os enclaves de formações abertas no seio da hiléia, floristicamente muito homogêneos, indicando passada continuidade. Segundo o autor, do ponto de vista geomorfológico, há indicações de retrações da Floresta Amazônica.

Para Vanzolini (1970), os níveis de lateritas, as cascalheiras, os paleopavimentos e pedimentos são provas incontestáveis da existência de paleoclimas na Amazônia, pois são testemunhas de episódios úmidos seguidos de climas áridos. Para o autor, as feições

geomorfológicas da região Amazônica mostram que houve fases de expansão das formações abertas, e que essas fases deixaram sinais de sua presença.

As mudanças climáticas do passado são estudadas por meio de muitas e variadas evidências de climas passados que, segundo Ayoade (1996), podem ser agrupadas em litogenéticas e morfológicas.

Os indicadores litogenéticos dos climas passados incluem as camadas de aluviões terrestres, os fenômenos de sedimentação e os fenômenos de intemperismo, como as lateritas, enquanto que os indicadores morfológicos abrangem os inselbergs, os terraços fluviais, as dunas fósseis e os aspectos glaciais. Essas evidências apresentam os fenômenos que comprovam a indicação de climas passados na América do Sul e no Brasil.

Ab'Sáber (1962, p. 11) explica que as linhas-de-pedra,

[...] constituem um típico pavimento detrítico, de fragmentos e seixos retrabalhados, depositados sob a forma de chão pedregoso nas vertentes ligeiramente descarnadas das elevações baixas e medianas do país, esculpidas em uma fase úmida ou subúmida prévia.

Completa enfatizando que os cascalhos estão “relacionados com a mudança climática na direção de um período seco esporádico, possivelmente do tipo semiárido moderado, com vegetação rala e esparsa”. (AB’SÁBER, 1962, p. 11).

Bigarella (1964) destaca que “paleopavimento detrítico” é um horizonte-guia, de grande extensão em todo o Brasil, constituindo uma linha divisória que separa os eventos pré- e pós-pavimentação. Trata-se de uma prova documental de uma fase climática rigorosa ou uma superposição de fases secas que ocorreram após a pré-pavimentação. O paleopavimento foi colocado por Bigarella e Ab'Sáber no limite entre o Holoceno e o Pleistoceno.

Esse paleopavimento detrítico, que representa uma época seca de caráter desértico, é constituído, segundo Ab'Sáber (1962), por um horizonte de cascalho soterrado, capeado por material síltico-argiloso e por solos, acompanhando, grosso modo, a topografia atual em subsuperfície. O aspecto da estrutura subsuperficial da paisagem é importante nas interpretações pedogenéticas, geológicas e paleoclimáticas.

Segundo Christofolletti (1968), em 1959, Tricart afirmou que as cascalheiras são resultantes de climas glaciários, secos e de montanhas extratropicais, onde ocorre ação acentuada de intemperismo mecânico. Na zona intertropical, a presença das cascalheiras indicaria climas áridos ou semiáridos e sua alternância denunciaria oscilações climáticas, ligadas a fases geradoras diferentes.

As oscilações climáticas descobertas nas regiões intertropicais, particularmente no Brasil, apresentam sucessão das fases úmidas florestais às secas com vegetação aberta, ocorridas há milhares de anos atrás. Christofolletti (1968) atesta que, ao verificar a espessura do manto decomposto, há que se admitir, apesar das influências sobre a cobertura vegetal, que o sistema bioclimático das fases secas não conseguiu retirar todo o capeamento alterado. Se conseguiu, no entanto, foi em pequenas áreas.

Durante as fases secas, há uma série de eventos estabelecidos entre a maior ou menor ação do clima. A vegetação é a primeira a sofrer influência, sendo a floresta substituída por vegetação aberta. O solo e o manto decomposto também são atacados, sofrendo ação cada vez mais eficaz.

Segundo Bigarella (1964), nas épocas semiáridas as florestas deixaram de existir na maior parte do território, restringindo-se a áreas-refúgios onde as condições climáticas locais permitiram sua sobrevivência. O autor afirma que muito pouco se conhece sobre o revestimento florístico das fases desérticas. Nas épocas úmidas houve a expansão das florestas, que, porém, não permaneceram úmidas; nelas ocorreram flutuações climáticas em que curtos períodos secos alternavam-se com períodos úmidos.

A existência de flutuações climáticas transformou o clima em mais seco, prolongando a estiagem, determinando mudanças florísticas, com a retração das florestas e o aumento das áreas de vegetação do tipo campo, campo cerrado e caatinga. A modificação florística expôs os solos a um regime de chuvas, cuja concentração acelerava o entalhamento da superfície. “Nas fases úmidas dominou a erosão linear em contraste com a aplinação lateral dominante nos períodos semiáridos” (BIGARELLA, 1964, p. 215).

Bigarella (1964) correlaciona as fases de pedimentação com as épocas glaciais do Quaternário. Segundo o autor, a última glaciação (Wisconsin) é representada por terraço com cascalho embutido entre os pedimentos da glaciação Kansan, reflexo da predominância do clima semiárido nesse período.

Para Guerra e Guerra (2009, p. 642), a glaciação Wür-Wisconsin “é a mais recente das quatro glaciações que ocorreram durante o Quaternário, tendo apresentado maior expansão 20.000 anos atrás, apesar de ter começado há cerca de 74.000 anos”.

O Quaternário, que foi a última grande divisão do tempo geológico (GUERRA; GUERRA, 2009), teve iniciado há, aproximadamente, dois milhões de anos e estende-se até o

presente. Esse período, em que se destaca o surgimento do homem e sua evolução, pode ser dividido em duas épocas: Pleistoceno e Holoceno.

O Pleistoceno marca o início do Quaternário, também chamado de época glacial ou recente, foi quando apareceu a maioria das espécies atuais. O Pleistoceno, que pode ser dividido em Inferior, Médio e Superior (GUERRA; GUERRA, 2009), tem o limite entre o Inferior e o Médio correspondente ao limite entre as épocas geomagnéticas Matuyama e Brunhes, aproximadamente há 730.000 anos. O limite entre o Pleistoceno Médio e o Pleistoceno Superior corresponde ao início do último interglacial, admitido como tendo ocorrido há cerca de 120.000 anos.

O Holoceno, conhecido como Quaternário recente ou aluvião, é o último período do topo da colina geológica, também chamado de época pós-glacial. Todas as espécies estão nele representadas. Segundo Guerra e Guerra (2009), essa época é usualmente dividida em diferentes estágios, com base em indicadores polínicos do nordeste da Europa.

Durante a evolução das paisagens da Terra, houve variações climáticas que, segundo Penteadó (1974, p. 132), evoluiu de acordo com os períodos geológicos, assim especificados:

No Permo-carbonífero climas frios afetaram a América do Sul, África Central e do Sul, Índia e Austrália. No Jurássico dominaram climas com longa estação seca. Desta época datam as grandes formações arenosas (ergs) e os aplainamentos, especialmente no hemisfério sul. No Cretáceo um clima tropical seco reinou no Brasil de sudeste e noutras regiões tropicais do hemisfério sul. Do Eogeno até o início do Quaternário os climas foram alternadamente secos e úmidos, frios e tropicais. Dessa época há solos lateríticos na Europa e superfícies de pedimentação e depósitos grosseiros na zona intertropical. O Quaternário antigo (Vilafranquiano) é caracterizado por um período úmido e tépido na Europa. Do Pleistoceno ao Holoceno alternaram-se períodos glaciais e interglaciais nas latitudes médias com repercussão de oscilações secas e úmidas no 'Mundo Tropical'. (grifo nosso)

Penteadó (1974) refere-se às glaciações (*inlandsis*: grandes calotas de gelo), que recobriram extensas áreas na América do Norte, assim distribuídas: 1. Nebraska; 2. Kansas; 3. Illinois; e 4. Wisconsin. Cada glaciação se divide em estágios, cada um correspondendo a uma posição avançada do glaciário. Entre as glaciações, os interglaciais são marcados por clima semelhante ao atual ou ligeiramente mais quente. O Quaternário é marcado por migrações importantes das zonas morfoclimáticas.

Nas fases glaciais há migração em direção ao Equador da faixa frontal das neves eternas, do limite setentrional da zona árida, dos limites das savanas e

estepes intertropicais. Nas fases interglaciares esses mesmos limites se dirigem para os polos. (PENTEADO, 1974, p. 134)

No Quaternário Antigo, a amplitude das variações climáticas foram maiores, enquanto que, no período atual, são mais curtas. Os pedimentos tropicais esculpidos em fases secas, correspondentes às glaciações, tiveram uma maior área em extensão à medida que se recuaram para o Pleistoceno Inferior.

Na América do Sul, assim como na África, as latitudes tropicais e subtropicais conheceram, durante as glaciações, fases mais frias e mais secas pelo domínio das massas polares e pela amplificação dos anticiclones subtropicais, dominando os continentes. A queda da temperatura explica a redução das precipitações com instalação de um período seco na região sudeste do Brasil. O Plioceno, no Brasil, é considerado um período de clima semiárido.

As flutuações climáticas no Quaternário apresentaram-se de forma cíclica, reunindo desde climas glaciais até fases de climas mais quentes. No Brasil, as regiões tropicais e subtropicais apresentaram estado de semiaridez e, em relação aos períodos interglaciais, as circunstâncias demonstram climas mais úmidos.

Ab'Sáber (1980) levanta as primeiras ideias relacionadas com as causas do retrocedimento parcial da semiaridez holocênica nos últimos 2000/3000 e 6000/8000(?) anos. Segundo o autor, não se pode confundir a área de extensão e o próprio modo de atuação das duas séries de períodos secos: o Pleistoceno Superior e o do *otimum climaticum*.

A fase seca terminal do Quaternário Inferior esteve ligada a um nível do mar dezenas de metros em relação ao atual, e pressupõe sempre uma diminuição generalizada das temperaturas; enquanto que a semiaridez descontínua do *otimum climaticum* esteve ligada a um nível do mar ligeiramente mais alto do que o atual (2,7 a 3,0 m). (AB'SÁBER, 1980, p. 2)

O autor afirma que “para o caso do período glacial Wür-Wisconsin Superior, podemos afiançar, hoje, que existe uma correlação firme entre períodos glaciários e a expansão de climas secos, em áreas de baixas latitudes” (AB'SÁBER, 1980, p. 2). As glaciações, por si só, não explicam as diminuições de temperatura e o aumento da semiaridez.

As fitofisionomias tropicais foram desintegradas pelos efeitos dos fatores paleoclimáticos do período Wür-Wisconsin no Brasil. Segundo Ab'Sáber (1979), esse processo durou milhares de anos, com maior incidência entre 13.000 e 18.000 anos A.P., com prováveis efeitos paleogeográficos e paleoecológicos. Tais efeitos estão destacados abaixo, com base em Viadana (2000, p. 22 e 23):

- Predomínio de condições ecológicas nessa faixa tropical estreitada, favoráveis aos avanços de cerrados, caatingas e savanas;
- Alongamento das correntes frias oceânicas do Atlântico até a altura das latitudes do território capixaba, sendo mais ativas e se estendendo por faixas mais largas;
- Perda da continuidade das florestas tropicais ao longo da Serra do Mar, no sentido da base para o topo, a constituir refúgios nas áreas melhor servidas pela umidade;
- Diminuição das temperaturas e da pluviosidade nas terras baixas amazônicas, com formação de refúgios por retração das massas florestais tropicais em setores sul-ocidentais dos Andes. Os refúgios também predominaram nos quadrantes sul-orientais da região, “com um complexo de matas orográficas (borda dos tabuleiros e cuevas), e grandes matas galerias à montante da *fall zone* sul amazônica” (AB’SÁBER, 1979, p. 6-7);
- Formação das linhas-de-pedra indicadoras de ressecamento climático, porém com diferenciação dos tipos climáticos na extensão do território brasileiro;
- Presença, na Amazônia, de climas “localmente quentes e úmidos ou subúmidos, de pequena expressão espacial - nas áreas refúgios -” (AB’SÁBER, 1979, p. 8). Esses pequenos refúgios constituíram-se em bancos genéticos para a posterior expansão da biota;
- Compreensão dos diferentes tipos vegetacionais na Amazônia por meio de modelos de convivência local e regional das biotas florísticas de formação aberta (cerrados e caatingas), tais como se estruturam na atualidade no sertão nordestino;
- Possível convivência entre caatingas, ou vegetação à sua semelhança, e manchas de florestas tropicais que se relacionam com as chuvas orográficas (à moda dos brejos nordestinos contemporâneos) e que pode ter sido o padrão espacial existente na última fase de ressecamento do Quaternário Inferior, desde as depressões interplanálticas do Brasil Central até as Guianas e a Venezuela. Por ocasião do último período seco do Pleistoceno Terminal, há evidências de ocorrências de caatingas e similares para o Estado de São Paulo e norte do Paraná. Ab’Sáber (2006) considera o Pantanal Mato-Grossense um espaço de transição e contato, pois, nas Morrarias do Urucum e adjacências, ocorrem relictos de uma flora outrora mais extensa, relacionada com o grande período de expansão das caatingas pelo território brasileiro, ao fim do Pleistoceno.

- A expansão, no Holoceno, da floresta tropical ao longo do litoral e no alto e médio Paraná, e da periferia para o centro da Amazônia, que ocorreu com transformações radicais dos tecidos ecológicos, pela retomada da umidade. São consequências dessa tropicalização: decomposição química das rochas cristalinas e ativa pedogênese recente, perenização dos cursos fluviais, e adensamento da nervura dentrítica nas cabeceiras das redes hidrográficas.

Essas ideias foram elaboradas com base científica de alto grau de coerência sobre os processos da desintegração das paisagens florísticas tropicais no Pleistoceno, durante a glaciação Würn-Wisconsin no Brasil.

Em seu trabalho intitulado *Espaços Ocupados pela Expansão dos Climas Secos na América do Sul, por ocasião dos Períodos Glaciais Quaternários*, Ab'Sáber (1977a) elaborou o mecanismo das invasões das fitofisionomias abertas e as retrações florestais tropicais, aplicadas ao território sul-americano. O autor fundamentou-se em pesquisas geomorfológicas, sedimentológicas e fitogeográficas para estabelecer os quadros distributivos de floras, em determinado tempo geológico, de acordo com variações climáticas e ecológicas.

A profunda sucessão dos esquemas distributivos das fitofisionomias na América do Sul, segundo Viadana (2000, p. 24), “teve como associação as condições ambientais quentes e úmidas nas fases interglaciais e, secas e mais frias durante a glaciação”.

Na América do Sul, durante os períodos glaciários, as correntes frias orientais estendidas provocaram a expansão e ampliação geral das condições secas, predominando formações abertas de diferentes tipos sobre as grandes massas florestais atualmente conhecidas como Mata Amazônico-Guianense, Mata Atlântica e Mata Subtropical.

Bicudo (2010) faz menção ao quadro de desenvolvimento da flora e da fauna na América do Sul:

A América do Sul teria passado especificamente no último 1,6 milhões de anos, por ciclos de variações climáticas intensas. Entre 18 mil e 14 mil anos, quando o continente enfrentou a última glaciação, teriam se formado por conta do frio dos nichos geográficos com florestas tropicais - os refúgios -, que garantiram a sobrevivência de espécies menos acostumadas ao frio. Quando a temperatura voltou a esquentar, esses animais puderam abandonar os refúgios e voltaram a se encontrar. (BICUDO, 2010, p. 67)

Ab'Sáber (1977a, p. 8-10) propôs o mecanismo das invasões das fitofisionomias abertas e as retrações florestais tropicais aplicadas ao território sul-americano, determinando os seguintes quadros distributivos de floras:

- As caatingas tiveram maior extensão, penetrando por numerosos compartimentos interiores dos atuais planaltos intertropicais brasileiros, em áreas dotadas de matas ou cerrados;
- Cerrados e cerradões tiveram ampla penetração pela Amazônia oriental e central;
- O domínio dos cerrados, nos altiplanos centrais, resistiu parcialmente à expansão dos climas secos, cedendo espaço às caatingas, nas depressões periféricas e interplanálticas;
- Restou uma faixa intermediária de caatingas intercalada entre os remanescentes principais dos cerrados da área nuclear e a faixa sul e sul-oriental da Amazônia;
- Do Brasil Central para a Amazônia Central, existiu um esquema de faixas que se iniciava pela predominância de cerrados, passava a caatingas e recorriam para cerrados, de diferentes tipos, por grandes espaços;
- Não está fora de cogitação a possível existência de enclaves de caatingas em diversos setores sub-rochosos, de lateritas expostas, em alguns momentos do Pleistoceno Superior, no interior de uma Amazônia tomada por cerradões e cerrados e sublinhadas por alongadas florestas galerias.
- Reconhecidamente, a área nuclear dos cerrados brasileiros foi muito menor, pois parte dela era ocupada por caatinga. A metade norte do planalto brasileiro era ocupada por caatinga, enquanto que parte do Sul era dominada por estepes, pradarias mistas e araucárias;
- No interior dos planaltos interiores de São Paulo, à exceção das depressões interplanálticas e intermontanas, predominaram cerrados sobre matas. Nessas depressões as caatingas predominavam;
- O domínio dos cerrados teve grande presença nos tabuleiros e baixos chapadões amazônicos, convivendo com grandes matas galerias e múltiplos enclaves de vegetação subxerófilas;
- Na face norte-oriental do domínio dos cerrados, cerrados e caatingas restaram no mesmo espaço do Brasil central, sob um modelo de distribuição espacial similar a um pequeno padrão de organização natural;
- Os refúgios de florestas tropicais da Serra do Mar aos moldes dos atuais brejos nordestinos devem ter permanecido em reduzidas extensões, bastante fragmentados, nas cimeiras e encostas expostas à umidade enfraquecida (VIADANA, 2000, p. 26);

- As araucárias se estenderam sob a forma de pontes, acompanhando as terras altas do Brasil oriental, face aos ambientes mais secos e ligeiramente mais frios (VIADANA, 2000, p. 26);
- O interior do Brasil centro-oriental foi acometido por formações xerófilas, subxerófilas e subtropicais do norte e noroeste argentino. O Uruguai e o Rio Grande do Sul foram invadidos pelas formações xerófilas, com a presença de cactáceas.

Essa tentativa de síntese do mecanismo das invasões das fitofisionomias abertas e das retrações florestais tropicais aplicadas ao território sul-americano, elaborada por Ab'Sáber (1977a), tem como fundamento as condições paleoambientais estabelecidas durante os períodos glaciais quaternários e que refletiram, principalmente, em território brasileiro.

Há interesse por um mapa onde se possam visualizar os efeitos do último período glacial sobre a produção das paisagens que resistiram entre 13.000 e 18.000 A.P. A **Figura 1** apresenta o quadro das áreas de penetração das formações abertas de climas secos sobre as áreas atualmente transformadas em grandes domínios florestais (AB'SÁBER, 1977a).

Essa reconstituição paleoambiental do Pleistoceno Final é importante porque é o primeiro modelo biogeográfico proposto para a América do Sul. Os estudos de Ab'Sáber (1977a) são fundamentados na distribuição da flora e da fauna atuais e em evidências geomorfológicas, sedimentares e climáticas. O mapa evidencia que o Pantanal Mato-Grossense está em uma área de grandes núcleos de cerrados com enclaves de caatingas, em um eixo de expansão da semiaridez existente entre 13.000 e 18.000 anos A. P.

No período glacial seco, as vegetações abertas e secas alcançaram suas maiores extensões, e as áreas nucleares de florestas, em parte, deram lugar às faixas de transição. Ab'Sáber (1965) localiza o Pantanal Mato-Grossense em uma faixa de transição.

Cassetti ([2005], p.107) explica que:

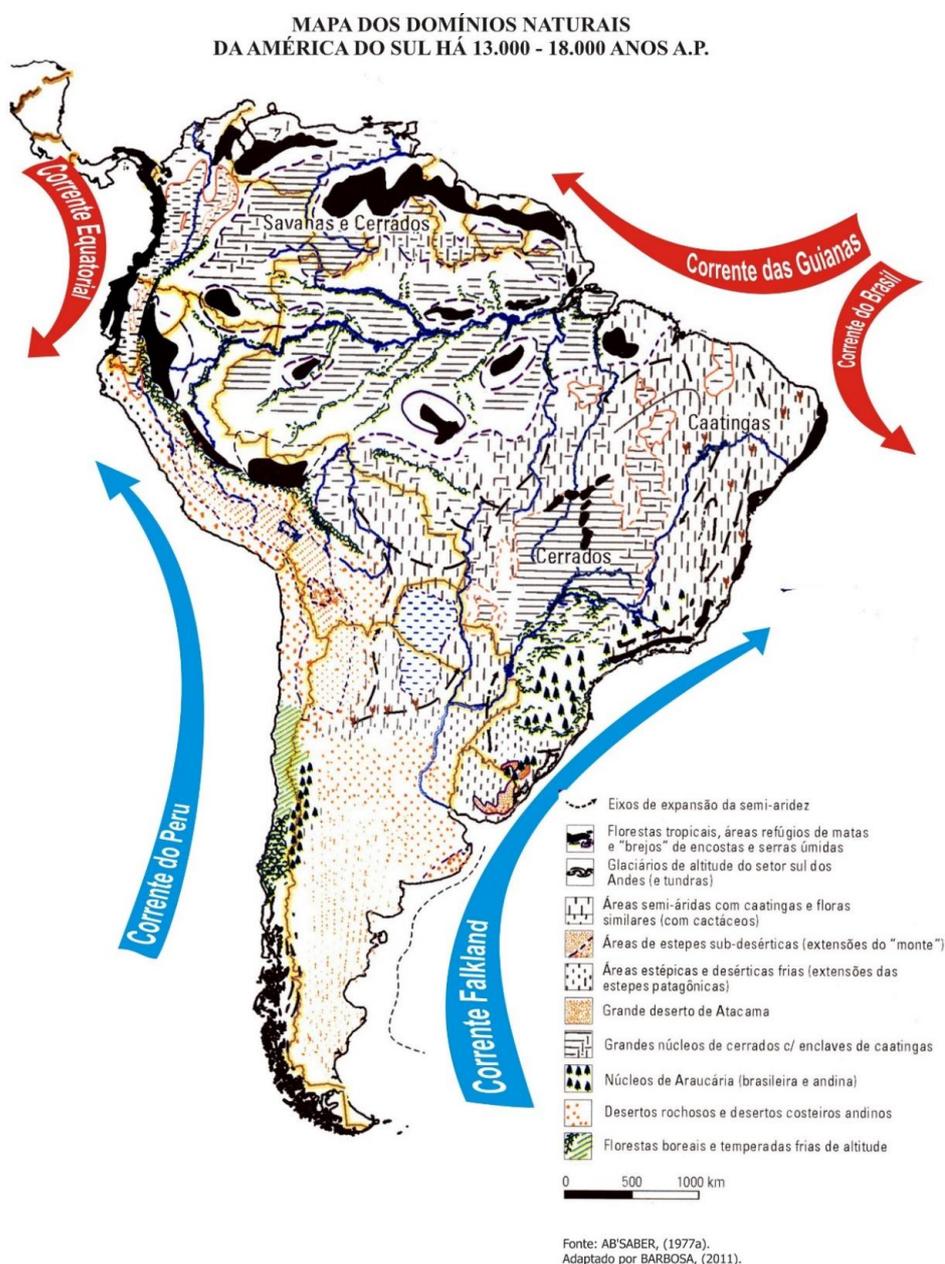
Na faixa intertropical a deficiência hídrica glácio-eustática promovia a retração da formação florestal e a expansão da vegetação xeromórfica, com o domínio do Cerrado sobre as áreas hoje ocupadas pelas Florestas Ombrófilas, ao mesmo tempo permitindo o avanço da Caatinga sobre o Cerrado.

O Planalto Central, na época, foi ocupado pelo cerrado, enquanto que a caatinga se estendia pelas depressões do São Francisco, Tocantins e Araguaia, atingindo o Pantanal Mato-Grossense, onde, segundo Cassetti ([2005], p. 107), “ainda são encontradas espécies dessa natureza no mosaico representado pela complexidade regional”. Essas áreas se

individualizaram como corredores de expansão da semiaridez por apresentarem maior deficiência hídrica.

No sul do continente, o avanço das massas de ar extratropicais e as correntes marítimas frias contribuíram para o avanço das araucárias, a partir do Planalto Meridional até o Espinhaço, i que também ocorreu no sul dos Andes. Na região do Chaco dominava a vegetação estépica.

Figura 1 - Mapa dos Domínios Naturais da América do Sul - 13.000 e 18.000 A. P.



Fonte: Ab'Sáber (1977a), adaptado por Barbosa (2011).

Casseti ([2005]) afirma que processo contrário foi observado com o retorno às condições úmidas pós-Würniana ou holocênica, pois nesse período ficou evidenciado o domínio da floresta ombrófila sobre o cerrado, na região da Amazônia; e do cerrado sobre a caatinga, no planalto central e oriental brasileiros.

Como consequência desse processo de retropicalização, ainda hoje são encontrados refúgios de cerrado na Amazônia, de araucária na Serra do Mar e da Mantiqueira, caatinga no médio São Francisco, médio Araguaia e Pantanal Mato-Grossense, e muitas outras espécies relacionadas com os ambientes semiáridos das fases glaciais. Para Casseti ([2005], p.107), “assim, registra-se uma estreita relação entre os diferentes domínios fitogeográficos com as alternâncias climáticas constatadas no Pleistoceno”.

Ab’Sáber (1992) deixa claro que, nos últimos 12.000 anos de processos fisiográficos, geocológicos e bióticos, o continente sul-americano esteve submetido a uma forte expansão e permanência de climas secos, com diminuição de alguns poucos graus de temperatura média e de âmbito regional.

O autor afirma que a queda térmica antecipa um encadeamento de fatos fisiográficos, cujo ápice é o confinamento das geleiras no polo e nas cimeiras andinas: o rebaixamento do nível oceânico, a emergência de massas hídricas frias; e a projeção das correntes marítimas no sentido Sul-Norte, que provocam um déficit na evaporação barrando os ventos úmidos na direção do continente.

As alterações no quadro atmosférico e as modificações radicais na paisagem foram garantidas pela fase de estabilidade dos domínios naturais, a biostasia, porém foram substituídas pela desintegração em série das condições geoambientais provadas pela resistasia.

Às fases de biostasia sucederam-se fases de desintegração em cadeia das condições ambientais, ditas fases de resistasia. Enquanto os grupos vegetacionais em clímax sofrem o advento de fases disclimax, são desencadeadas as transformações florísticas, seguidas pelas respectivas faunas de outras províncias biogeográficas.

Transformações aconteceram nas regiões inter- e subtropicais, pois, segundo Ab’Sáber (1992, p. 30),

[...] houve a possibilidade de mudanças radicais na posição dos complexos de vegetação, e fortes perturbações nos padrões distributivos das faunas. Florestas se retraíram e perderam continuidade, cedendo espaço para a expansão competitiva de imensas áreas de caatingas e cerrados sub-

standards, enquanto floras hoje situadas mais ao sul expandiram-se pela cimeira aplainada de terras altas e cristas resistentes de velhas montanhas do Brasil sul-oriental.

A Teoria dos Refúgios Florestais prova e documenta as pequenas áreas para onde as matas se refugiaram, adquirindo permanência em função de lugares mais úmidos. Essa situação pode ser encontrada atualmente na caatinga nordestina, nos chamados “brejos”, também denominados cimeira, meia vertente e piemonte.

Viadana (2000) lembra que o cerne da Teoria dos Refúgios está centrado na grande fase terminal de desintegração da tropicalidade das serras da América do Sul e América Central, e isso induz a uma nova preocupação: a tentativa de recompor as condições de retomada do clima tropical úmido ao longo dos últimos milhares de anos extensivos territoriais intertropicais centro- e sul-americanos.

Atualmente a comunidade científica concorda que houve realmente grandes mudanças macroclimáticas na América do Sul ligadas aos ciclos glaciais, mas ainda persiste uma enorme controvérsia sobre o papel que uma possível fragmentação das florestas em ‘refúgios’ isolados geograficamente teria nos processos de especiação e nos padrões atuais. Segundo Oliveira Filho e Ratter (2000), esses autores são: Haffer (1969, 1982); Prance (1973); Benson (1982); Endler (1982); Beven et al. (1984); Forero e Gentry (1987). Outros autores que compartilham das mesmas ideias merecem destaque: Bush et al. (1990) e Oliveira (1996).

A localização geográfica proposta para os refúgios florestais também suscita duras críticas por parte de Liu e Colinvaux (1985); Colinvaux (1989); Colinvaux, Oliveira e Bush (2000) e Colinvaux et al. (1996).

Viadana (2000, p.35), porém, argumenta que “nenhuma crítica negativa à Teoria dos Refúgios Florestais traz no seu bojo uma sustentação teórica e científica que permita aceitação coletiva”.

Formação Geológica do Pantanal Mato-Grossense

O Pantanal Mato-Grossense é formado por um conjunto de grandes planícies e lagos aluviais drenados pelo alto curso da Bacia do rio Paraguai (BAP). Ocupa uma área de 139.111 km², topograficamente situada entre 80 e 160 m (SILVA, 1995). Está localizado na região Centro-Oeste do território brasileiro, nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, estendendo-se por terras paraguaias e bolivianas (LATRUBESSE et al., 2005). No Brasil, a área do Pantanal abrange os meridianos de 55° a 58° 30’ W e os paralelos de 16° a 22° S.

As planícies do Pantanal Mato-Grossense compõem parte de uma unidade geomorfológica denominada Depressão do rio Paraguai, que é circundada pelos planaltos de Maracaju-Campo Grande e Taquari-Itiquira a leste, Parecis ao norte, Urucum-Amolar a oeste, e Bodoquena ao sul. Assine (2003) acrescenta que a Bacia do Pantanal é separada da Bacia do Chaco, situada no Paraguai, por uma estreita passagem no planalto residual do Urucum-Amolar, entalhada em terrenos pré-cambrianos.

Assine (2003) considera o Pantanal Mato-Grossense uma bacia sedimentar tectonicamente ativa, caracterizada por uma dinâmica sedimentar que produz mudanças constantes na paisagem. Para o autor, muitas das feições morfológicas encontradas no Pantanal são formas reliquias de uma evolução paleogeográfica condicionada por mudanças climáticas e tectônicas que vêm ocorrendo desde o final do Pleistoceno.

Essa grande bacia sedimentar é pós-pediaplano cuiabano, fruto de uma reativação tectônica quebrável que interferiu sobre a rampa geral sul-sudoeste dessa superfície aplainada, e da paleodrenagem existente no fecho de pediplanação (AB'SÁBER, 2006). Para guardar detritos de escarpas e espaços próximos, foi necessário um sistema de falhas contrárias à inclinação primária da superfície topográfica regional. Esse modelo de 'falhas geomorfolologicamente contrárias' foi desenvolvido ao longo do Pleistoceno (AB'SÁBER, 2006), quando a sedimentação aumentou ao longo da região correspondente ao Pantanal Mato-Grossense.

Tecendo considerações sobre a morfogênese do Pantanal Mato-Grossense, Ab'Sáber (2006) afirma que a Bacia do Pantanal, que é muito mais recente, abrangeu o centro de uma legítima *boutonnière*, numa área de extensão aproximada de 120 mil km². Durante sua formação, a bacia comportou fases de climas agressivos responsáveis pela destruição das paisagens tropicais úmidas dos planaltos sobrelevados e pedestais de terrenos cristalinos e metamórficos expostos.

Sobre a formação do Pantanal Mato-Grossense, Assine (2003) argumenta que é fundamental levar em consideração a evolução do relevo da região Centro-Oeste do Brasil, pois o surgimento da Bacia do Pantanal e da Depressão do Alto Paraguai insere-se numa história evolutiva que remonta ao Terciário.

Dados disponíveis apontam que a morfologia e dinâmica atual do Pantanal surgiram na transição Pleistoceno-Holoceno, através da individualização de sistemas lacustres, sob condições úmidas (LATRUBESSE et al., 2005). Desde o fim do Pleistoceno, a paisagem do

Pantanal Mato-Grossense tem se modificado constantemente, numa adaptação ao clima quente e úmido do Holoceno.

Durante a formação da Bacia do Pantanal, as condições semiáridas dominaram, ocorrendo pequenas fases úmidas antes do afundamento que criou essa bacia. Alvarenga (1984 apud AB'SÁBER, 2006) faz algumas considerações sobre as possíveis flutuações climáticas da região pantaneira, observando que os climas variaram, provavelmente, de semiárido para tropical úmido pelo menos quatro vezes no Pleistoceno e duas a três vezes em períodos mais longos no Terciário.

Para Ab'Sáber (1977b), à medida que o clima regional ganhou espaços quentes e úmidos (com predomínio de precipitações entre 850 e 1000 mm dentro da Depressão Pantaneira), de oeste para leste estabeleceram-se os novos cursos de água e os afluentes ocidentais do rio Paraguai. Os altos níveis de precipitações nas cabeceiras de drenagem, ao norte, nordeste, leste, sudeste e sul da imensa *boutonnière* regional, fixaram tipos vegetacionais inter- e subtropicais do domínio dos cerrados, do Chaco e da periferia da Amazônia, disputando os espaços anteriormente ocupados por padrões de vegetação filiados à macroexpansão dos climas secos.

No decorrer do Holoceno, instalaram-se rios meândricos de diferentes padrões e potência, de formação de cinturões meândricos, sobretudo o rio Taquari, enquanto que os bordos dos cones de dejeções foram retrabalhados por drenagens norte-sul e por anastomoses terminais dos canais divergentes herdados da própria fase terminal dos grandes leques (AB'SÁBER, 2006). As drenagens meândricas do rio Paraguai inscreveram-se em um corredor apertado, entre os leques aluviais detríticos provenientes do leste e das serranias fronteiriças de bordas irregulares.

O período de abertura do macroleque aluvial do Taquari na Depressão Pantaneira durante o Pleistoceno Terminal foi essencial para a configuração fisiográfica atual do Pantanal Mato-Grossense. Segundo Assine (2003), o leque do rio Taquari é a feição mais notável na geomorfologia do Pantanal, pois se trata de um sistema deposicional imenso e pouco conhecido geologicamente. Com cerca de 50.000 km², atinge quase 40% da área da planície pantaneira, o que o coloca entre os maiores leques aluviais do mundo.

Sobre a dinâmica sedimentar em leques aluviais, Assine (2003, p. 13) afirma que a paisagem do Pantanal é extremamente mutante, pois, nesse contexto, a paisagem muda

continuamente, uma vez que a sedimentação se processa através da construção e abandono de leques deposicionais.

A umidade climática estabelecida após o Pleistoceno mudou o padrão do material transportado, passando a transportar material mais fino; no entanto o trabalho do material já depositado não foi interrompido, passando a ser retrabalhado pelos novos depósitos aluviais, os pós-leques aluviais. Ab'Sáber (2006) admite que os leques aluviais foram elaborados entre 23 e 13 mil anos antes do presente.

O grande leque aluvial do rio Taquari e o seu significado espacial são de suma importância para o entendimento do Pantanal Mato-Grossense, pois Ab'Sáber (2006) considera que os gigantescos leques aluviais arenosos formados por todos os quadrantes da Depressão Pantaneira são documentos significativos no estudo do Quaternário do Pantanal Mato-Grossense e das flutuações climáticas modernas ocorridas na região.

Existem outros leques aluviais da mesma natureza, porém, de ordem de grandeza espacial menor, sendo possível considerar um sistema de leques aluviais do Pleistoceno Superior. São eles: rio Itiquira-Piquiri, rio Negro, rio Aquidauana-Taboco, rio Jauru-Paraguai (AB'SÁBER, 2006) e os leques dos rios São Lourenço, Paraguai-Corixo Grande e Paraguai-Nabileque (ASSINE, 2003). São rios interligados por braços que auxiliam a redistribuição das águas das cheias, transformando seus banhados em uma única e imensa planície submersível: 'os pantanais'.

A importância dos leques aluviais para os atuais percursos dos rios desenvolvidos no Holoceno é a forte ação da deriva e de estreitamento de passagem que os dejetos terminais do macroleque do rio Taquari ocasionaram para o rio Paraguai e suas planícies de inundação, desde a região da serra do Amolar até Corumbá/MS. Essa é a estrutura na disposição das drenagens atuais, em planícies de grande largura, como é o caso da Planície Pantaneira.

No Pantanal Mato-Grossense predominam rios com baixo gradiente topográfico, resultantes do depósito sedimentar que formou essa planície. Latrubesse et al. (2005) afirmam que o assoalho da Bacia do Pantanal, atualmente, é recoberto por depósitos aluvionais quaternários da formação Pantanal, cuja espessura máxima sedimentar ultrapassa 550 m.

De acordo com o Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1982), a fase úmida do clima atual favoreceu a instalação da rede de drenagem voltada para os pantanais onde se depositaram aluviões, em contraste com as raras e pequenas faixas de planícies fluviais dos rios dos planaltos.

A coluna sedimentar da Bacia do Pantanal permite afirmar que as mudanças climáticas ocorridas no Quaternário no Pantanal Mato-Grossense trouxeram grandes modificações climato-hidrológicas, pois estas estão registradas nas colunas geológicas e geomorfológicas, e na distribuição da flora e da fauna da Grande Depressão Pantaneira, dos pantanais e dos grandes leques aluviais.

Evidências Paleoclimáticas

A evolução dos paleoclimas do Quaternário no Pantanal Mato-Grossense mostra o seu desenvolvimento desde a dissecação do pediplano cuiabano até a formação da Bacia do Pantanal, segundo os achados de Ab'Sáber (2006). O autor afirma que alguns eventos aconteceram em um período seco do Pleistoceno Terminal, nesta ordem: pedimentos dos seus bordos, baixos terraços cascalhentos, paleossolos dos calcários Xaraiés, paleoleques aluviais, planícies meândricas e grandes banhados pantaneiros.

As flutuações climáticas ocorridas no Pleistoceno Terminal na região do Pantanal Mato-Grossense deixaram alguns documentos significativos, segundo Ab'Sáber (2006), ou seja: a Formação Xaraiés; as linhas-de-pedras em áreas distantes entre si; os gigantescos leques aluviais arenosos formados por todos os quadrantes da Depressão Pantaneira; os relictos de caatingas arbóreas e cactáceas; as superfícies intermontanas; e as coberturas detritico-lateríticas (AB'SÁBER, 1957).

Valverde (1972) também aponta alguns vestígios de paleoclima árido ocorrido no Pleistoceno nessa região: a Formação Xaraiés; as dunas fixadas, de origem eólica; a bajada de Corumbá/MS; os grandes taludes do Maciço de Urucum; as salinas; e os restos fósseis de animais gigantescos, encontrados por Euzébio de Oliveira na Lagoa Seca.

Estudos desenvolvidos por Bezerra (1999) demonstraram que as lagoas do Jacadigo e Negra, próximas à cidade de Corumbá/MS, situadas na margem direita do rio Paraguai são documentos paleoclimáticos do Pantanal Mato-Grossense. Essas lagoas são semifechadas, com sedimentação pleistocênica tardia e holocênica.

Oliveira e Leonardos (1943), apud Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1982), descrevem a Formação Pantanal como parte das formações sedimentares que ocorrem na Depressão do Rio Paraguai, abrangendo os depósitos mais recentes. Estudiosos chamam essa formação "pantanal", referindo-se à formação dos depósitos recentes na Depressão do rio Paraguai.

Almeida (1964a e 1965a), apud Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1982, p. 110), identificou os sedimentos aluvionais do “pantanal”, os depósitos de leques aluvionais, de taludes e os lateritos ferruginosos. Para o autor, essas acumulações tiveram origem sob condições climáticas distintas da atual, provavelmente no Quaternário Antigo.

Divisão do Pantanal Mato-Grossense

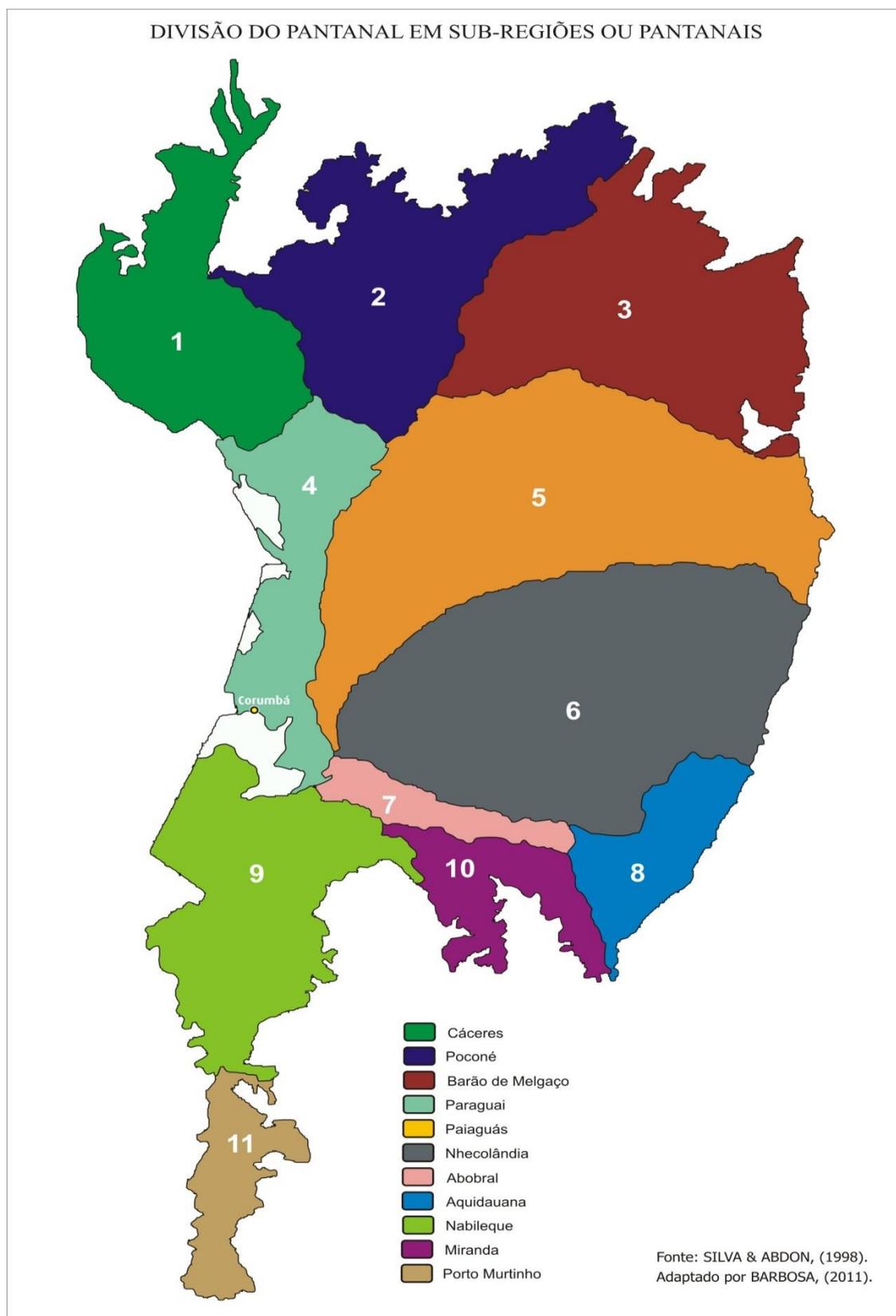
A delimitação fisiográfica do Pantanal Mato-Grossense feita por Silva e Abdon (1998) considerou os aspectos relacionados com a inundação, relevo, solo e vegetação; e quantificou a bacia do Alto Paraguai em 361.666 km² e o Pantanal, no Brasil, em 138.183 km², ou seja, 38,21% da área da bacia. Na composição fisiográfica do Pantanal, foi determinada a participação de 16 municípios, sendo sete no Estado de Mato Grosso (35,36% da área do Pantanal) e nove no Estado do Mato Grosso do Sul (64,64% da área do Pantanal).

Os municípios de Mato Grosso do Sul que participam do Pantanal são: Aquidauana, Bodoquena, Corumbá, Coxim, Ladário, Miranda, Sonora, Porto Murtinho e Rio Verde de Mato Grosso (SILVA; ABDON, 1998). Com relação à participação na formação do Pantanal, os municípios de Corumbá (com 44,74%) e Aquidauana (com 9,36%) se destacam como as maiores participações, enquanto que as menores são Ladário (com 0,05%) e Bodoquena (com 0,03%).

O Pantanal enfrenta inundações anuais durante os meses de verão e outono. Segundo Latrubesse et al. (2005), devido aos diferentes padrões de inundação, o Pantanal tem sido subdividido em diferentes pantanais, o que reflete a compartimentação geomorfológica de um trato deposicional composto pela planície fluvial do rio Paraguai e os grandes leques aluviais marginais.

O Pantanal Mato-Grossense está dividido em onze sub-regiões e/ou pantanais (SILVA; ABDON, 1998), a saber: Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paraguai, Paiaguás, Nhecolândia, Abobral, Aquidauana, Nabileque, Miranda e Porto Murtinho (**Figura 2**).

Figura 2 - Mapa da Divisão do Pantanal em Sub-Regiões ou Pantanaís



Fonte: Silva e Abdon (1998), adaptado por Barbosa (2011).

Domínios Morfoclimáticos - Áreas Nucleares

Os grandes domínios morfoclimáticos e as províncias fitogeográficas do Brasil (AB'SÁBER, 1967) reproduzem o patrimônio florístico que prevalecem até hoje no território brasileiro. O quadro vegetal predominante no Brasil deu-se a partir dos refúgios.

Esses domínios são espaços com aspectos paisagísticos e ecológicos complementares que ocorrem em áreas integradas, com certas dimensões e arranjos, e apresentam características fisiográficas e biogeográficas complexas e homogêneas. A essa área de feições típicas e contínuas, de arranjo poligonal, dá-se o nome de área *core*, também chamada área nuclear.

Ab'Sáber (1967) demonstra que quatro desses domínios são intertropicais e dois outros são subtropicais. Os domínios paisagísticos brasileiros têm, em geral, arranjo poligonal, considerando-se suas áreas *core*: 1. Domínio das terras baixas florestadas da Amazônia; 2. Domínio dos chapadões centrais recobertos por cerrados, cerradões e campestres; 3. Domínio das depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste; 4. Domínio dos “mares de morros” florestados; 5. Domínio dos planaltos de araucárias.

Ab'Sáber (1967) dividiu o Brasil em seis grandes domínios morfoclimáticos; divisão mostrada na **Figura 3**, na qual o Pantanal Mato-Grossense encontra-se situado em uma Faixa de Transição.

Entre a área nuclear de um domínio e outro, existe um interespaço de transição e de contato, a chamada Faixa de Transição, que afeta de modo mais sensível os componentes da vegetação, os tipos de solos e sua forma de distribuição e, até certo ponto, as próprias feições de detalhe do relevo regional (AB'SÁBER, 1967).

Essas áreas de Faixas de Transição e de Contato constituem, juntas, aproximadamente 500 mil km² do território brasileiro, visto que ultrapassam para as áreas vizinhas dos países platinos.

MAPA DOS DOMÍNIOS
MORFOCLIMÁTICOS BRASILEIROS - ÁREAS NUCLEARES



Figura 3 - Mapa dos Domínios Morfoclimáticos Brasileiros - Áreas Nucleares

Fonte: Ab'Sáber (1965), adaptado por Barbosa (2011).

Ab'Sáber (2006, p. 58) considera o Pantanal Mato-Grossense um espaço de transição e contato, pois comporta:

Fortes penetrações de ecossistemas dos cerrados; uma participação significativa de floras chaquenhãs; inclusões de componentes amazônicos e pré-amazônicos; ao lado de ecossistemas aquáticos e subaquáticos de grande extensão, nos 'pantanais' de suas grandes planícies de inundação. Espremidos nos patamares e encostas de serranias, por entre paisagens chaquenhãs e matas decíduas ou semidecíduas de encostas, ocorrem relictos de uma flora outrora mais extensa, relacionada ao grande período de expansão das caatingas pelo território brasileiro, ao fim do Pleistoceno.

O Pantanal Mato-Grossense, pela sua posição espacial situada em, pelo menos, três domínios morfoclimáticos e fitogeográficos sul-americanos, funciona como um abrigo de componentes florísticos e bióticos provenientes de áreas próximas, e como um frágil espaço de tensão ecológica. Cada um desses domínios possui espaço próprio no interior e no entorno da grande planície pantaneira.

Pott, Pott e Damasceno Júnior (2009) afirmam que a origem da flora do Pantanal vem sendo atribuída à influência do cerrado, da Amazônia, da Mata Atlântica e do Chaco, mas sem o devido levantamento das espécies. Os autores acreditam que a distribuição das plantas não é homogênea, pois os elementos do cerrado são mais prevalentes na parte leste, enquanto as plantas amazônicas ocorrem junto aos rios e em partes baixas, principalmente a oeste.

O quadro de associações vegetacionais do Pantanal Mato-Grossense está distribuído segundo os índices setorizados de umidade. Para Ab'Sáber (2006), esses índices favoreceram a ampliação de cerrados, campos-cerrados e cerradões no dorso do macroleque aluvial do rio Taquari, numa linha leste-oeste dos espaços regionais. Os pantanais setentrionais receberam bosques de florestas semidecíduas e decíduas; nos campos menos alagáveis, surgiram as associações de palmáceas (zona dos cocais); e na região sudoeste desenvolveram-se os buritizais e os bosques chaquenhos procedentes do Chaco oriental.

Considerações Finais

A diversificação de paisagens do Pantanal inclui relevantes restos de cactos existentes no sudoeste de Corumbá/MS, considerados por Ab'Sáber (2006) significativos relictos de caatingas do Nordeste brasileiro. As evidências paleoambientais das flutuações climáticas que ocorreram no Pleistoceno Terminal, levantadas por Barbosa (2011), indicam que esses restos de cactos são verdadeiros e significativos paleoindicadores de flutuações climáticas outrora ocorridas.

O Pantanal Mato-Grossense tornou-se importante para a Teoria dos Refúgios Florestais porque agrupa conhecimentos essenciais de modelos de distribuição da flora e da fauna da América do Sul; essa teoria estuda as consequências das mudanças climáticas quaternárias sobre o quadro distributivo biogeográfico, em tempos definidos ao longo de diferentes espaços paisagísticos.

A flora e a fauna atual da América do Sul refletem a oscilação climática do Quaternário, onde os ciclos glaciais estiveram intercalados com períodos frios e secos, com

intervalos de clima úmido e quente. Naquele momento as formações vegetais resistentes ao déficit hídrico se expandiram, formando um corredor que ligava a atual caatinga com a região do Chaco argentino.

Assim, esses sucessivos ciclos de expansão e retração das florestas sul americanas, originados em períodos alternados de abundância e escassez pluviométrica, permitiram a expansão do cerrado sobre as terras baixas, antes ocupadas por formações florestais.

Durante o ressecamento do Pleistoceno Terminal havia na zona intertropical do Brasil um clima semiárido que agravava a situação do sertão nordestino, tornando-o mais seco em relação ao atual. Quando o Nordeste seco esteve ampliado ao máximo no território intertropical, entre 13 e 23 mil anos antes do presente, os padrões da caatinga arbórea e arbustiva chegaram à região onde hoje se situam os grandes pantanais da depressão pantaneira.

Os efeitos do último período glacial podem ser percebidos nas paisagens que resistiram a esse período. A reconstituição paleoambiental do Pleistoceno Final se apoia na distribuição da flora e da fauna atuais e nas evidências geomorfológicas, sedimentares e climáticas, comprovando que o Pantanal Mato-Grossense se encontra em uma área de grandes núcleos de cerrados com enclaves de caatingas, em um eixo de expansão da semiaridez existente no Pleistoceno.

O patrimônio florístico que predomina no território brasileiro está representado pelos domínios morfoclimáticos brasileiros. Esses domínios ocorrem em espaços paisagísticos e ecológicos integrados com características fisiográficas e biogeográficas complexas e homogêneas. O Pantanal Mato-Grossense está situado em uma Faixa de Transição, o que influencia diretamente a vegetação, o solo e as formas do relevo regional.

As paisagens do Pantanal Mato-Grossense foram afetadas pela fase seca de condições semiáridas e de baixos recursos hídricos do Quaternário. Com a redução da tropicalidade, as florestas tropicais encolheram e as formações vegetais contínuas ficaram reduzidas a pequenas manchas regionais de florestas, com aspectos dos atuais brejos do domínio das caatingas no sertão nordestino.

O desenvolvimento desta pesquisa comprovou a existência de evidências vegetacionais e litológicas consideradas relíquias documentais desse período de ressecamento e de expansão da caatinga que houve no Quaternário. Essas evidências são: os cactos, as bromélias e as barrigudas, distribuídas ao longo das florestas estacionais decíduais e semi-

deciduais; as superfícies intermontanas; as crostas lateríticas; as Formações Xaraiés e do Pantanal; e as lagoas do Jacadigo, Negra e do Arroz. Todas essas evidências têm origem no Pleistoceno Terminal.

As florestas decíduas ou florestas tropicais secas se apresentavam no passado de forma contínua, unindo a caatinga nordestina ao Chaco argentino e à região de Santa Cruz de La Sierra, no sudoeste da Bolívia e o noroeste da Argentina. Hoje, no Brasil, essas formações vegetais estão limitadas a uma área maior, representada pela caatinga no nordeste brasileiro, e a pequenos remanescentes distribuídos como encaves, em geral sobre afloramentos de calcário e solos de alta fertilidade.

Essas florestas aparecem no Pantanal Sul-Mato-Grossense, precisamente nos pantanais de Barão de Melgaço, Paraguai, Paiaguás, Nabileque e na região chamada Terra Firme, próxima de Corumbá/MS. Existem, porém, outros tipos de associações vegetais possíveis de serem encontradas no Pantanal Mato-Grossense, dependendo das inundações periódicas do Pantanal, que criam ambientes diversos com diferenças perceptíveis entre as terras alagadas e as não alagadas.

Essas associações vegetacionais estão distribuídas segundo os índices setorizados de umidade que ocorrem no interior do Pantanal Mato-Grossense, tanto que a origem da flora do Pantanal sofre a influência do cerrado, da Amazônia, da Mata Atlântica e do Chaco. As espécies do cerrado são mais comuns na parte leste, enquanto as plantas de origem amazônica se encontram junto aos rios, nas partes mais baixas, a oeste.

Há na Depressão Pantaneira um componente fitogeográfico conhecido como relictos florísticos que se refere às penetrações anteriores de vegetação provenientes de áreas secas, representadas por cactos e bromélias, espécies da caatinga brasileira. Esse ambiente ocorre na região da Morraria do Urucum, junto às florestas estacionais decíduas e semidecíduas. A composição florística desses relictos florísticos são similares à dos afloramentos rochosos do nordeste do Brasil, resultantes de condições litológicas e climáticas dominantes.

Em relação à formação geológica do Pantanal Mato-Grossense, há que considerar a evolução do relevo da região centro-oeste do Brasil, pois a origem da Bacia do Pantanal e da Depressão do Alto Paraguai se insere numa história evolutiva que teve origem no Terciário.

A morfologia e a dinâmica atual do Pantanal Mato-Grossense se manifestaram na transição do Pleistoceno-Holoceno, através da individualização dos grandes leques aluviais de condições úmidas. Desde o fim do Pleistoceno, a paisagem do Pantanal Mato-Grossense tem

se modificado constantemente, numa adaptação ao clima quente e úmido do atual período Holoceno.

Referências

_____. **Brasil: paisagens de exceção: o litoral e o Pantanal Mato-Grossense: patrimônios básicos.** Cotia: Ateliê Editorial, 2006.

AB'SÁBER, A. N. Conhecimentos sobre flutuações do Quaternário no Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, v. 6, n. 6, p. 41-48, 1957.

_____. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul: primeira aproximação. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 52, p. 1-22, 1977b.

_____. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Orientação**, São Paulo, n. 3, p. 45-48, 1967.

_____. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por acaso dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, São Paulo, n. 3, p. 1-18, 1977a.

_____. Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no pleistoceno. **Inter-Fácies Escritos e Documentos**, São José do Rio Preto, n. 4, p. 1-19, 1979.

_____. **Da participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do Planalto Brasileiro.** 1965. 179 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1965.

_____. Razões da retomada parcial de semi-aridez holocênica, por ocasião do “ótimum climático”. **Inter-Fácies Escritos e Documentos**, São José do Rio Preto, n. 8, p. 1-13, 1980.

_____. Revisão dos conhecimentos sobre o horizonte subsuperficial de cascalhos inhumados do Brasil Oriental. **Boletim da Universidade Federal do Paraná: Geografia Física**, Curitiba, v. 2, p. 1-32, 1962.

_____. A teoria dos refúgios: origem e significado. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 29-34, mar. 1992.

ASSINE, M. L. **Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil.** 2003. 106 f. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 2003.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

BARBOSA, E. F. da F. de M. **A Teoria dos Refúgios Florestais e as Evidências Vegetacionais e Litológicas da Região Sudoeste do Município de Corumbá/MS.** 2011.

123 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 2011.

BENSON, W. W. Alternative models for infra-generic diversification in the humid tropics: tests with passion vine butterflies. In: PRANCE, G. T. (Ed). **Biological diversification in the tropics**. New York: Plenum Press, 1982. p. 608-640.

BEVEN, S. et al. Avian biogeography in the Amazon basin and the biological model of diversification. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 11, n. 5, p. 383-399, Sep. 1984.

BEZERRA, M. A. O. **O uso de multi-traçadores na reconstrução do Holoceno no Pantanal Mato-Grossense, Corumbá**. 1999. 214 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

BICUDO, F. A obra de uma vida: Paulo Vanzolini. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 175, p. 67-68, set. 2010.

BIGARELLA, J. J. Variações climáticas no quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, v. 10, n. 15, p. 211-231, 1964.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D. de; RIEHS, P. J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. **Anais da Academia de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 47, p. 411-464, 1975. Suplemento.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folha SE. 21 Corumbá e parte da Folha SE.20: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, 1982.

BUSH, M.B. et al. Late Pleistocene temperature depression and vegetation change in Ecuadorian Amazonia. **Quaternary Research**, San Diego, v.34, n. 3, p. 330-345, Nov. 1990.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S. l.], [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/index.php>>. Acesso em: 18 maio 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. A significação das cascalheiras nas regiões quentes e úmidas. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 8, n. 15, p. 19-41, jun. 1968.

COLINVAUX, P. A. The past and future Amazon. **Scientific American**, New York, v. 260, n. 5, p. 102-108, May. 1989.

COLINVAUX, P. A. et al. A long pollen record from lowland Amazonia: forest and cooling in glacial times. **Science**, Washington, v. 274, n. 5284, p. 85-88, Oct. 1996.

COLINVAUX, P. A.; OLIVEIRA, P.E. de; BUSH, M. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: the failure of the aridity and refuge hypotheses. **Quaternary Science Reviews**, v. 19, n. 1, p. 141-169, Jan. 2000.

EGLER, W. A. Contribuições ao conhecimento dos campos da Amazônia. I: os campos do Ariramba. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Botânica**, Belém, v. 4, n. 1, p. 1-36, 1960.

ENDLER, J. A. Pleistocene forest refuges: fact or fancy? In: PRANCE, G. T. (Ed). **Biological diversification in the tropics**. New York: Plenum Press, 1982. p. 641-657.

FORERO, E.; GENTRY, A. H. Neotropical plant distribution patterns with emphasis on northwestern South America: a preliminary overview. In: VANZOLINI, P.E; HEYER, W. R. (Ed.). **Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1987. p. 21-37.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 7.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

GOODLAND, R. On the savanna vegetation of Calabozo, Venezuela and Rupununi, British Guiana, **Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales**, Caracas, v. 26, n. 110, p. 341-359, 1966.

HAFFER, J. General aspects of the refuge theory. In: PRANCE, G. T. (Ed). **Biological diversification in the tropics**. New York: Plenum Press, 1982. p. 6-24.

HAFFER, J. Speciation in Amazonian forest birds. **Science**, Washington, v. 165, n. 3889, p.131-137, Jul. 1969.

LATRUBESSE, E. M. et al. Grandes sistemas fluviais: geologia, geomorfologia e paleohidrologia. In: SOUZA, C. R. de G. et al. (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 276-320.

LIU, K-B.; COLINVAUX, P.A. Forest changes in the Amazon Basin during the last glacial maximum. **Nature**, London, v. 318, n. 6046, p. 556-557, Dec. 1985.

OLIVEIRA, P. E. de. Glacial cooling and forest disequilibrium in Western Amazonia. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, n. 1, p. 130-138, 1996.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Padrões florísticos das matas ciliares da região dos cerrados e a evolução das paisagens do Brasil Central durante o Quaternário tardio. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: bases multidisciplinares para estudo, conservação e restauração**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 73-89.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974.

POTT, A. POTT, V. J.; DAMASCENO JÚNIOR, G. A. Fitogeografia do Pantanal. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ECOLOGIA, 3.; CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço-MG. **Resumos...** São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2009. p. 1-4. Disponível em: <www.seb-ecologia.org/resumos/arnildo_pott.pdf>. Acesso em: 23 out. 2009.

PRANCE, G. T. Phytogeographic support for the theory of Pleistocene Forest refuges in the Amazon basin, based on evidence from distribution patterns in Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae and Lecythydaceae. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 3, n. 3, p. 5-28, 1973.

SILVA, J. dos S. V. da. Elementos fisiográficos para delimitação do Ecossistema Pantanal: discussão e proposta. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 439-458, 1995.

_____.; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. esp., p. 1703-1711, out. 1998.

TAMAYO, F. Exploraciones botánicas en el Estado Bolívar. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales**, Caracas, v. 22, n. 98-99, p. 25-180, 1961.

VALVERDE, O. Fundamentos geográficos do planejamento do município de Corumbá. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 1, p. 49-144, jan./mar. 1972.

VANZOLINI, P. E. **Zoologia, geografia e a origem das espécies**. São Paulo: USP/IG, 1970. (Série Teses e Monografias-IG, n. 3).

VIADANA, A. G. **A teoria dos refúgios florestais aplicada ao estado de São Paulo**. 2000. 166 f. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 2000.

*Recebido em 15 de junho de 2016.
Aceito em 15 de junho de 2016.*