



AMBIENTES FÍSICOS E COBERTURAS VEGETAIS DO ACRE

Marcos Silveira, Douglas C. Daly, Cleber Ibraim Salimon, Paulo G. S. Wadt, Eufraan Ferreira do Amaral, Marcos Gervasio Pereira & Verônica

Passos

- *Introdução*
- *Geologia e solos*
- *Clima e vegetação*

INTRODUÇÃO

O Acre situa-se na confluência de dois reinos geológicos, os Andes a oeste e o Escudo Brasileiro ao sul. Os Andes são muito mais jovens que o Escudo Pré-Cambriano e o seu processo de orogenia moldou e ainda molda o relevo, os solos e as bacias hidrográficas do Estado, ao fornecer e trabalhar sedimentos e formações.

Como resultado desse processo de orogênese Andina e de processos subseqüentes de sedimentação, o Estado do Acre é coberto em sua maior parte por formações geológicas argilo-arenosas, denominadas de Formação Solimões, Formação Cruzeiro do Sul e em seu extremo ocidental, por rochas sedimentares mais duras do Grupo Acre (Formação Moa, Formação Rio Azul e Formação Serra do Divisor) que formam o chamado Complexo Fisiográfico da Serra do Divisor - continuação da Serra da Contamana que se estende pelo Peru.

Nesta arena geológica atuam forças geomorfológicas e pedogenéticas que determinam de forma marcante a paisagem no Acre. O relevo é predominantemente suave ondulado na maior parte do estado, mas forte ondulado em direção às cabeceiras dos grandes rios, enquanto no Complexo Fisiográfico da Serra do Divisor, as cristas, cachoeiras e montanhas pequenas, mas escarpadas, com até 600 m de elevação, incomuns no contexto Amazônico, revelam uma proximidade e similaridade com os Andes

Os solos do estado, em sua maioria desenvolvidos sobre os sedimentos argilo-arenosos da Formação Solimões, variam de extremamente argilosos até extremamente arenosos e de ricos em nutrientes até quase estéreis. Suas características não são apenas um produto da natureza do material de origem, mas também são determinadas pela topografia, pelo tempo que permaneceram expostos e pelo clima local.

Os rios são sinuosos e possuem o curso instável, que constantemente modelam a paisagem e, em alguns casos, formam lagos marginais (meandros abandonados), em outros, várzeas amplas que são, entretanto, mais estreitas que nas partes mais baixas da porção sul do Rio Solimões. As águas da maioria dos rios acreanos são barrentas, mas alguns possuem águas pretas e raramente cristalinas que drenam substratos arenosos e rochosos, respectivamente. Os lagos existentes na região podem ser formados em função do excesso de água, sendo efêmeros, ou formados por



PHYSICAL ENVIRONMENTS AND VEGETATION COVER OF ACRE

Marcos Silveira, Douglas C. Daly, Cleber Ibraim Salimon, Paulo G. S. Wadt, Eufraan Ferreira do Amaral, Marcos Gervasio Pereira & Verônica Passos

- *Introduction*
- *Geology and soils*
- *Climate and vegetation*

INTRODUCTION

Acre is located between two geological realms, the Andes to the west and the Brazilian Shield to the south. The Andes cordillera is much younger than the Pre-Cambrian Shield, and its orogeny has formed and continues to form the relief, the soils, and the hydrological basins of the state through uplift, deposition of sediments, and re-working of sediments and formations.

As a result of the Andean uplift and the consequent processes of sedimentation that followed it, the state of Acre is covered for the most part by sandy clay formations called the Solimões Formation and the Cruzeiro do Sul Formation, and in its western extremity by sedimentary rock of the Acre group (the Moa, Rio Azul, and Serra do Divisor formations), which form the so-called Serra do Divisor Physiographic Complex, a continuation of the Sierra de Contamana in Peru.

In this geological arena, geomorphological and soil-forming processes act together with climate to determine the landscape of Acre. Relief is gently undulating over much of the state but steeper in the upper reaches of the rivers, while the Serra do Moa or Sierra de Contamana Physiographic Complex in the northwest corner of Acre show their proximity and affinity to the Andes by their ridges, waterfalls, and small but steep mountains to 600 m elevation that in an Amazonian context are quite dramatic.

Acre's soils, which have developed for the most part on the sandy clay sediments of the Solimões Formation, range from thick clays to almost pure white sand and from nutrient-rich to nearly sterile. Their characteristics are a product primarily of the exposed parent material in a given place, but they are also determined to a high degree by the amount of time they have weathered, by the topography, and by the local climate. The rivers are sinuous and have unstable courses, constantly molding broad bands of the landscape and often forming lakes from abandoned meanders; their floodplains can be broad but are however narrower than their counterparts along the southern portions of the lower Rio Solimões-Amazonas. The majority of Acre's rivers are muddy, although some smaller tributaries are black-water or clear-water and drain sandy or rocky substrates, respectively. Lakes may be formed by occasional overflow and therefore short-lived, or formed by old meanders and

meandros abandonados e persistem por anos. Áreas pobremente drenadas também podem apresentar charcos sazonais ou permanentes.

Todos estes fatores imprimem uma singularidade em termos florísticos, estruturais e fitofisionômicos à cobertura vegetal do Estado. Em geral, mesmo pequenas diferenças de solo, altitude ou de drenagem desempenham um papel importante na determinação da cobertura vegetal Amazônica. Flutuações sazonais no nível dos rios refletem a forte sazonalidade das chuvas na maior parte do Acre, particularmente próximo às cabeceiras, e a vegetação e a flora que são atingidas pelos rios são fortemente determinadas pela duração e intensidade das cheias, que podem perdurar dias ou meses, ocorrer anualmente ou irregularmente e alcançar alturas de centímetros ou até 10 metros ou mais.

A vegetação que hoje cobre o Estado é fruto da interação entre o processo orogênico dos Andes e das variações climáticas dos últimos milhões de anos. Como a Amazônia Sul-Occidental foi a região mais afetada do ponto de vista climático e é palco da orogênese Andina, é natural que encontremos aqui, tanto uma flora característica, como formações florestais peculiares desta região. Quanto melhor for o nosso conhecimento sobre a distribuição geográfica e as interações destes padrões, melhor poderemos explicar a diversidade e a composição da flora do Acre.

GEOLOGIA E SOLO

A história geológica do Sudoeste da Amazônia é complexa e controversa. Cerca de 80% da superfície do Estado do Acre é ocupada pela Formação Solimões e a formação Cruzeiro do Sul, que foram depositadas principalmente entre o final do Mioceno e início do Plioceno (Petri & Fúlfaro 1988, Westaway 2006), através da orogênese e intemperismo dos Andes, moldando de forma singular o relevo, os rios e a vegetação da Amazônia Sul-Occidental.

Alguns pesquisadores defendem uma origem fluvial/lacustre para os sedimentos da Formação Solimões (Latrubesse *et al.* 1997, Frailey *et al.* 1988, Wesselingh 2002, Westaway 2006) e mais recentemente para a Formação Cruzeiro do Sul, enquanto outros sugerem

que houve influência de depósitos de marés, através de transgressões oceânicas (Räsänen 1995, Räsänen *et al.* 1987, Hoorn 1993, Gingras *et al.* 2002). De qualquer forma, esta Formação está ligada com a orogênese dos Andes e a maioria dos rios do Estado do Acre percorrem essa Formação. Devido ao soerguimento ainda atuante na Cordilheira Andina, estes rios transportam grande carga de sedimentos, que em grande parte também são fruto da ação destes rios cavando suas calhas sobre esta Formação. A dinâmica de sedimentos nos rios e em suas margens, por sua vez, tem um importante papel na determinação da fisionomia e da estrutura das formações vegetais que ocorrem nas várzeas e ao longo das margens dos rios deste Estado.

Sobre a Formação Solimões (Inferior) ocorrem predominantemente solos argilosos que são cobertos por Floresta Ombrófila Aberta. Uma outra fácies da Formação Solimões (Superior) foi recentemente discriminada na parte mais central do estado – caracterizando-se por uma fácies mais arenosa, sobre a qual predomina a Floresta Ombrófila Densa. Em estreitas faixas, sobre aluviões holocênicos depositados nos canais e calhas dos principais rios, como Purus, Juruá e Acre, entre outros, ocorre a Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Acre 2000). Outras formações com área menos expressiva também ocorrem no Estado, como as formações do Grupo Acre na bacia do alto Juruá, que proporcionam o aparecimento, especialmente da Floresta ombrófila densa submontana na região do Complexo Fisiográfico da Serra do Divisor (Acre 2000).

O Acre apresenta três regiões geológicas: (1) as áreas aluviais (Quaternário) que mantiveram ou que mantêm uma relação íntima com o pulso dos rios e grandes lagos pretéritos, ou das marés (transgressões oceânicas); (2) as áreas com relevo suave a ondulado – chegando a alguns casos a forte ondulado – que compreendem a maior parte das terras baixas formadas por sedimentos da Formação Solimões (Terciário tardio); e (3) a região montanhosa da Serra do Divisor (Terciário) (Acre 2000).

Ao longo do Quaternário, ou os últimos dois milhões de anos, o clima na Amazônia foi mais seco que na atualidade (Absy 1985, Martin *et al.* 1997, Ledru *et al.* 2001). Devido à sua posição

persist for years. Poorly drained areas can have seasonal or permanent swamps.

All these factors leave a distinctive floristic, structural, and physiognomic imprint on the vegetation of Acre. Even slight differences in soil, elevation or drainage play important roles in determining Amazonian vegetation cover in general. Marked seasonal fluctuations in river levels reflect the strong seasonality of rainfall in much of Acre and especially the nearby headwaters, and the vegetation and flora of areas reached by rising rivers are strongly determined by the depth and duration of flooding, which can last days or months, occur annually or irregularly, and reach depths of centimeters or up to ten meters or more.

The vegetation that covers Acre today is the result of interactions between the uplift of the Andes orogeny and the climatic changes of the past few million years. Considering that Southwestern Amazonia was heavily affected by these climate changes but also is situated at the edge of the Andean orogeny, it is not surprising that here one encounters a distinctive flora as well as distinctive plant formations. As we improve our knowledge of the geographical distributions and the interactions of its geological, pedological, and climatic features, we will be able to explain more of the diversity and composition of the Acre flora.

GEOLOGY AND SOILS

The geological history of Southwestern Amazonia is complex and controversial. Approximately 80% of the surface area of Acre is covered by the Solimões and Cruzeiro do Sul formations, which were deposited principally between the end of the Miocene and the beginning of the Pliocene (Petri & Fulfaro 1988, Westaway 2006). Some researchers argue for a fluvial/lacustrine origin of the sediments of these formations (Latrubesse *et al.* 1997, Frailey *et al.* 1988, Wesselingh 2002, Westaway 2006), while others suggest they were deposited during marine intrusions (Räsänen 1995, Räsänen *et al.* 1987, Hoorn 1993, Gingras *et al.*

2002). Regardless, the orogenesis of the Andes is implicated in both scenarios, and the rivers of Acre flow over this formation for most of their extent. The state's major rivers carry a heavy sediment load due to the ongoing Andes uplift, and older sediments are re-distributed through the carving of their meanders. This dynamic process of sedimentation and erosion along the margins determines to a large degree the physiognomy and composition of the plant formations that occur in the floodplains and along the riverbanks.

Clay soils predominate in Acre, and these tend to be covered in Open Ombrophilous Forest. Dense Ombrophilous Alluvial Forest occurs in relatively narrow bands on Holocene alluvial deposits paralleling the channels of the principal rivers, the Juruá, Purus, and Acre. Recently, dense Ombrophilous Forest on more sandy soils of the (Upper) Solimões Formation has been found in central Acre. Other geological formations have a minor presence in Acre, such as the Acre Group in the upper Juruá, which supports areas of dense ombrophilous submontane forest near the Serra do Divisor Physiographic Complex (Acre 2000).

Acre contains three geological regions: (1) the area of Quaternary alluvia that maintain or formerly maintained a close relationship with the pulses of the rivers and lakes or seas; (2) the rolling hills on the Solimões Formation that comprise most of the Acre lowlands, and (3) the low mountains of the Serra do Divisor (Acre 2000).

The Amazonian climate was drier than now for most of the Quaternary or the last two million years (Absy 1985, Martin *et al.* 1997, Ledru *et al.* 2001). Given its somewhat peripheral position in the Amazon Basin, rainfall in Acre must have been that much lower than in currently wetter parts of the basin.

Numerous fossils of animals characteristic of open habitats and with dentition adapted for grazing have been discovered in this region, suggesting the former presence of savannas in this part of the Amazon (Ranzi 2000). Although the concept of Quaternary

na bacia amazônica e à provável diminuição de evapotranspiração ao longo da bacia, desde a sua foz no Atlântico até as proximidades dos Andes (devido à diminuição de cobertura florestal), os índices pluviométricos no Acre deveriam ser ainda menores.

Uma grande quantidade de fósseis de animais característicos de ambientes abertos e com dentição adaptada para pastar foi encontrada nesta região, sugerindo a existência pretérita de savana nessa parte da Amazônia (Ranzi 2000). Embora a aridez do Quaternário seja freqüentemente contestada (Colinvaux *et al.* 1996), nesta porção mais sul-ocidental da Amazônia, devido tanto à baixa pluviosidade quanto as características geomorfológicas e de tipos de solo, é muito provável que tenha havido um predomínio de vegetações abertas tipo savana, durante os períodos glaciais, não obstante os impactos em outras partes.

As propriedades e a natureza dos solos da Amazônia são ditadas principalmente por suas características químicas e mineralógicas, as quais, em grande parte, são definidas em função da mineralogia do material de origem. Na maior parte da Amazônia predominam solos profundos e muito intemperizados (Lima 2001), que apresentam baixa fertilidade e são classificados nas ordens dos Latossolos e Argissolos. Tais solos coincidem com centros de atividade agrícola, conduzindo à suposição errônea de que predominam em toda a bacia.

Entretanto, em algumas regiões da Amazônia também ocorrem solos férteis, como por exemplo, nas planícies aluviais e nos terraços e baixos planaltos das bacias do Purus, Juruá e do Alto Amazonas, derivados de sedimentos andinos (Schaefer *et al.* 2000, Gama *et al.* 1992, Lima *et al.* 2006).

As várzeas, ou áreas que estão sujeitas a alagação, acompanham os rios de água barrenta e por definição são ricas em material em suspensão, cujos sedimentos participam dos primeiros estágios da formação do solo (Lima 2001). As várzeas estão ausentes ou são muito limitadas ao longo dos rios menores.

Nas áreas de terra firme os solos são formados a partir de sedimentos terciários da Formação Solimões, possuem menor profundidade e menor grau de intemperismo

que solos de terra firme da parte mais leste da região amazônica (Lima *et al.* 2006).

As principais ordens de solos que ocorrem no Acre são Argissolos, Cambissolos, Luvisolos e Gleissolos. Em menores extensões, encontram-se os Latossolos, Vertissolos, Plintossolos e Neossolos (Tab. 2.1, Fig. 2.1).

Tab. 2.1 - Ordens de solos no 1º nível categórico e sua distribuição (%) no Estado do Acre / Principal soils types and prevalence in Acre State.

Ordens de Solo / Soil types	% do Estado do Acre / Percent cover in Acre
Argissolos / Ultisols	38.0
Cambissolos / Inceptisols	31.5
Luvisolos / Alfisols	14.6
Gleissolos / Entisols (aquents)	6.0
Latossolos / Vertisols	3.1
Vertissolos / Oxisols	3.0
Plintossolos / Plinthic ultisols	2.2
Neossolos / Entisols (fluvents)	1.1

A alta fertilidade natural destes solos tem sido atribuída à sua mineralogia; neles, associados à caulinita, ocorrem outros minerais, como vermiculitas, montmorilonita e ilitas. Nos Gleissolos desta região, a composição mineralógica é mais complexa, podendo ocorrer associações de diversos tipos de minerais (Wadt 2005). Entretanto, é importante destacar que, embora férteis (elevada reserva de nutrientes para as plantas), estes solos são fortemente ácidos (Wadt 2002). As argilas do grupo montmorilonita são instáveis neste ambiente devido à acidez encontrada nestes solos (Volkoff *et al.* 1989) e, sujeitas ao ataque, sofrem dissolução lenta, liberando assim grande quantidade de alumínio.

Devido ao processo ainda inicial de formação (Lima *et al.* 2006), a maioria dos solos da região apresenta limitações sérias de drenagem (Araújo *et al.* 2005), o que os torna de baixo potencial agrícola, inclusive para determinadas espécies de forrageiras, como *Brachiaria brizantha* cv. *marandu* (Valentim *et al.*

aridity has been criticized (e.g., Colinvaux 1997), given the low rainfall, geomorphology, and soil types in this southwesternmost part of the Amazon it is highly probable that there were savanna-like formations during glacial periods, regardless of impacts elsewhere.

The properties and nature of Amazonian soils are dictated principally by their chemical and mineralogical properties, which for the most part are determined by the mineralogy of the parent material. Much of Amazonia is characterized by deep and highly weathered soils that are nutrient-poor and classified as oxisols or ultisols (Lima 2001). Such soils have coincided with the principal centers of population and agricultural activity, leading to the erroneous assumption that they predominate in the entire Amazon Basin.

To the contrary, fertile soils derived

The *várzeas* or floodplains flank the white-water rivers and by definition are rich in suspended material; these sediments are in the early stages of soil formation (Lima 2001). The *várzeas* tend to be absent or very limited along the smaller rivers.

The non-flooded upland or *terra firme* soils in Amazonia are formed from Tertiary sediments of the Solimões Formation, with soils that are shallower and less weathered than other soils of Tertiary origin soils in eastern Amazonia (Lima *et al.* 2006).

The principal soil types further west, including much of Acre, are ultisols, inceptisols, alfisols, and entisols (aquents), while vertisols, oxisols, plinthic ultisols and entisols (fluvents) are relatively rare (Table 2.1, Fig. 2.1).

The high natural fertility of some of these soils has been attributed to their

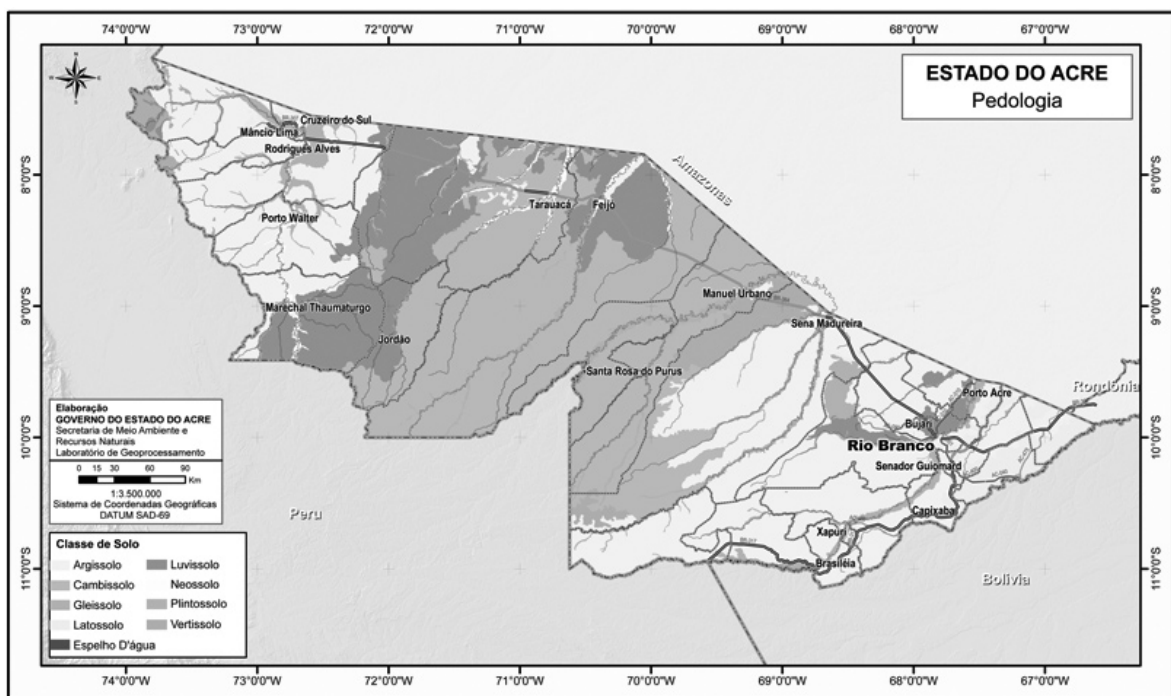


Fig. 2.1 - Mapa do solo do Estado do Acre conforme o Zoneamento Ecológico-Econômico (Acre 2007) /Soil Map of Acre, from the Ecological-Economic Zoning Project (Acre 2007).

from Andean sediments do occur in Amazonia, including on the alluvial plains and terraces of rivers in Acre State such as the Purus, Juruá, Acre and Upper Amazonas (Schaefer *et al.* 2000, Gama *et al.* 1992, Lima 2006).

mineralogy; where associated with kaolinite, other minerals occur such as vermiculites, montmorillonites, and illites. In the entisols, the mineralogical content is more complex and involves diverse associations of minerals (Wadt 2005). It is important to note, however, that despite their high nutrient content, these

2000, Wadt *et al.* 2005). Da mesma forma, a ocorrência da floresta aberta com predomínio de bambus nesta parte da Amazônia pode estar relacionada às limitações de oxigênio e disponibilidade hídrica imposta pela associação de solos rasos, com minerais de alta atividade e em topografia instável.

A variabilidade dos solos nesta região origina diferentes ambientes para o desenvolvimento da vegetação, de forma que estudos mais profundos sobre gênese, classificação e natureza físico-química do solo, são imprescindíveis para a determinação dos diferentes padrões de associação entre os solos e os tipos de florestas, assim como entre solos e composição/afinidade florística. Tais correlações facilitarão localizar formações vegetais e até espécies raras e/ou ameaçadas.

Aliás, o conhecimento mais aprofundado sobre os solos desta região subsidiará a escolha da localização de projetos de assentamento em lugares mais aptos para agricultura, evitando desastres sociais e ambientais que têm acompanhado grande parte da colonização agrícola na Amazônia.

CLIMA E VEGETAÇÃO

De uma forma geral, o clima no Acre é caracterizado por uma pluviosidade relativamente baixa para a Amazônia e por uma sazonalidade alta. A extensão da estação seca segue um gradiente NW-SE, com menos de um mês, na região do Rio Juruá, até três ou quatro meses, na região de fronteira com a Bolívia e o Peru (Acre 2000).

Dados meteorológicos acumulados desde 1970 indicam uma variação pluviométrica anual de 1566-2425 mm, e uma média de 1944 mm (Duarte 2005). O período chuvoso estende-se de outubro a abril e o seco de junho a agosto, quando a pluviosidade atinge cotas inferiores à 50 mm. Os meses de maio e setembro são os meses de transição entre estações.

Análises dessa série de dados indicam que a cada três a quatro anos o leste do Acre experimenta um ano seco e que, desde o início da década de 1990, as chuvas apresentam uma tendência à diminuição (Duarte 2005). A seca

severa de 2005 deixou partes da Amazônia em estado de calamidade. Entre maio e agosto desse ano a pluviosidade no Acre acumulou apenas 72 mm. A seca provocou uma diminuição drástica no nível dos rios e os incêndios florestais prejudicaram as atividades agrícolas e a saúde pública, levando o Governo do Estado decretar estado de emergência no mês de setembro. Estimativas feitas por meio de imagens de satélite indicam que o fogo afetou a copa das árvores em aproximadamente 300.000 ha de florestas, porém, estimar a proporção da vegetação afetada pelo fogo rasteiro ainda é uma missão difícil (Brown *et al.* 2006).

Durante a estação seca, frentes polares avançam para o norte através da planície do Chaco até a Amazônia, ocasionando um fenômeno climático regional, chamado de “friagens”. As friagens ocorrem em toda a Amazônia e variam em frequência, duração e intensidade. Nesse período do ano a temperatura no Acre pode reduzir, em poucas horas, para aproximadamente 10 °C por dois ou três dias (Acre 2000).

Com uma estação seca pronunciada, o leste do Estado revela afinidades florísticas fortes com o Brasil Central e as formações peri-Amazônicas mais secas estudadas por Prado & Gibbs (1993), enquanto o extremo noroeste mais úmido revela afinidades com os Andes e demais partes periféricas da Amazônia ocidental e afinidades com formações sobre areia branca (ver Capítulo 6).

O Acre possui uma diversidade grande de tipos florestais (Euler *et al.* 2005), e as suas florestas variam em estrutura e composição florística. O número de árvores, palmeiras e lianas com diâmetro medido a altura do peito (DAP) > 10 cm, registrado em parcelas permanentes de 1 ha, varia de 297-632 indivíduos e a riqueza arbórea encontrada nessas florestas, varia de 97-201 espécies por hectare (Silveira & Daly, dados não publicados). Embora a riqueza arbórea não seja tão elevada em relação àquelas encontradas em Manaus (Oliveira & Mori 1999), ou na Amazônica equatoriana (Valencia *et al.* 1994), ela é superior à riqueza documentada em mais de 50% dos inventários realizados na Amazônia.

soils are also highly acidic (Wadt 2002). The montmorillonite clays are unstable in this environment (Volkoff *et al.* 1989), as they are subjected to acidic “attack,” and their dissolution releases large amounts of aluminum.

Due to their ongoing process of formation (Lima *et al.* 2006), the majority of the soils in this region are poorly drained (Araújo *et al.* 2005), seriously reducing their potential for agriculture, including for some forage species such as *Brachiaria brizantha* cv. *marandu* (Valentim *et al.* 2000, Wadt *et al.* 2005). Similarly, it is probable that the occurrence of open forest dominated by arborescent bamboos in this region is related to limitations of oxygen and water availability imposed by the combination of shallow soils and highly reactive minerals in an unstable topography.

A detailed survey of soils in Acre is urgently needed, as well as deeper studies on their genesis, classification, and physical and chemical properties. Such information will make it possible to reveal correlations between soils and forest types, as well as between soils and floristic composition and affinities. These correlations will facilitate finding rare vegetation types and rare or endangered species.

Moreover, armed with an adequate soil survey, it will be possible to assign new settlements to the areas most appropriate for agriculture, thereby avoiding some of the social and environmental disasters that have gone hand in hand during the colonization of Amazonia.

CLIMATE AND VEGETATION

Overall, Acre’s climate is characterized by rainfall that is relatively low for Amazonia and highly seasonal. The length of the dry season follows a NW-SE gradient, from less than a month to an average of three but up to four months near the borders with Peru and Bolivia in the southeastern part of the state (Acre 2000).

Meteorological data accumulated since 1970 show annual rainfall ranging from 1566-2425 mm and averaging 1944 mm across the state (Duarte 2005). The rainy season is between October-April, peaking in February, and the driest months occur between June-August, when rainfall can fall to less than

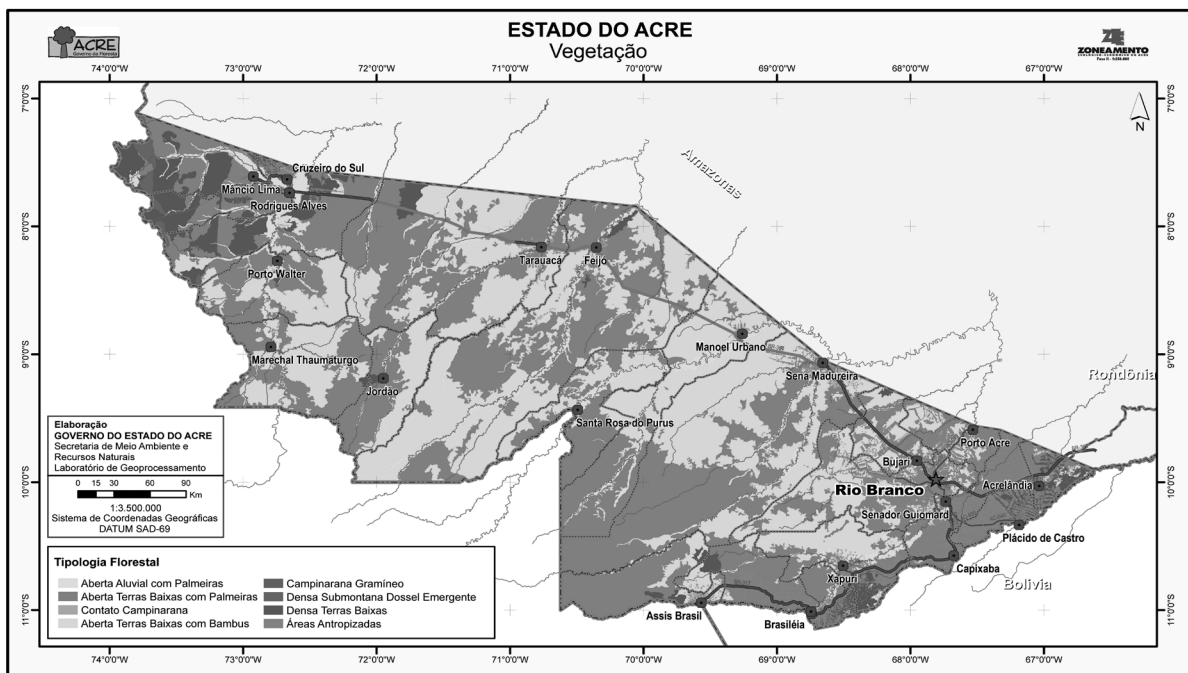


Fig. 2.2 - Mapa dos grandes tipos de vegetação encontrados no Estado do Acre conforme o Zoneamento Ecológico-Econômico (Acre 2007) / Vegetation map of Acre, from the Ecological-Economic Zoning Project (Acre 2007).

Ao contrário da Amazônia Central e Oriental, onde predominam as florestas densas (IBGE 1993), no Acre, as florestas de terra firme são caracterizadas pelo predomínio das florestas abertas (Fig. 2.2), cujo dossel é descontínuo e permite a penetração de maior quantidade de luz no sub-bosque, que pode ser dominado por palmeiras, bambus arborescentes do gênero *Guadua*, lianas e, em alguns casos, por *Phenakospermum amazonicum*, a bananeira brava.

As florestas densas são mais comuns na região do alto Juruá; a floresta densa submontana existe somente nessa região do estado, mais especificamente na Serra do Divisor. No alto Juruá também existe um complexo formado por diferentes tipos de vegetação sobre areia branca, consistindo de Campinas e Campinaranas ou Caatingas amazônicas. Essa parte do Acre abriga manchas de florestas cujo solo e composição florística são características da Amazônia Central. Assim como as Campinas/Campinaranas sobre areia branca e a floresta densa submontana na Serra do Divisor, uma formação vegetal que chama a atenção pelas novidades, raridades e distribuições restritas, e que apenas recentemente vem sendo estudada, são os salões (Daly *et al.* 2006), os quais são descritos abaixo juntamente com outros tipos significativos de vegetação existentes no Acre.

FLORESTA ABERTA COM BAMBU

As florestas abertas com bambus do gênero *Guadua*, chamadas de “tabocais” no Brasil e “pacaes” no Peru contíguo, são incomuns na Amazônia, mas no sudoeste da bacia cobrem áreas extensas. As manchas de floresta com bambu são facilmente identificadas por meio de imagens de satélite, pois a densa folhagem dos bambus reflete o infravermelho próximo e médio (bandas 4 e 5) mais que outras espécies (Nelson 1994).

Através da interpretação visual de 22 cenas de imagens Landsat TM entre 7-11° e 66-74°, Nelson (1994) e B. W. Nelson & R. Kalliola (dados não publicados) estimaram em 180.000 km² a extensão das florestas dominadas por bambu no sudoeste da Amazônia (Brasil, Peru e Bolívia). Mais recentemente, com base na interpretação visual dos mosaicos Landsat Geocover obtidos em 1990 e 2000 e de imagens MODIS, Bianchini (2005) estimou a área total em 161.000 km², quase que o mesmo tamanho do Acre (Fig. 2.3).

Entre as onze tipologias florestais identificadas no Acre, o bambu ocorre em cinco

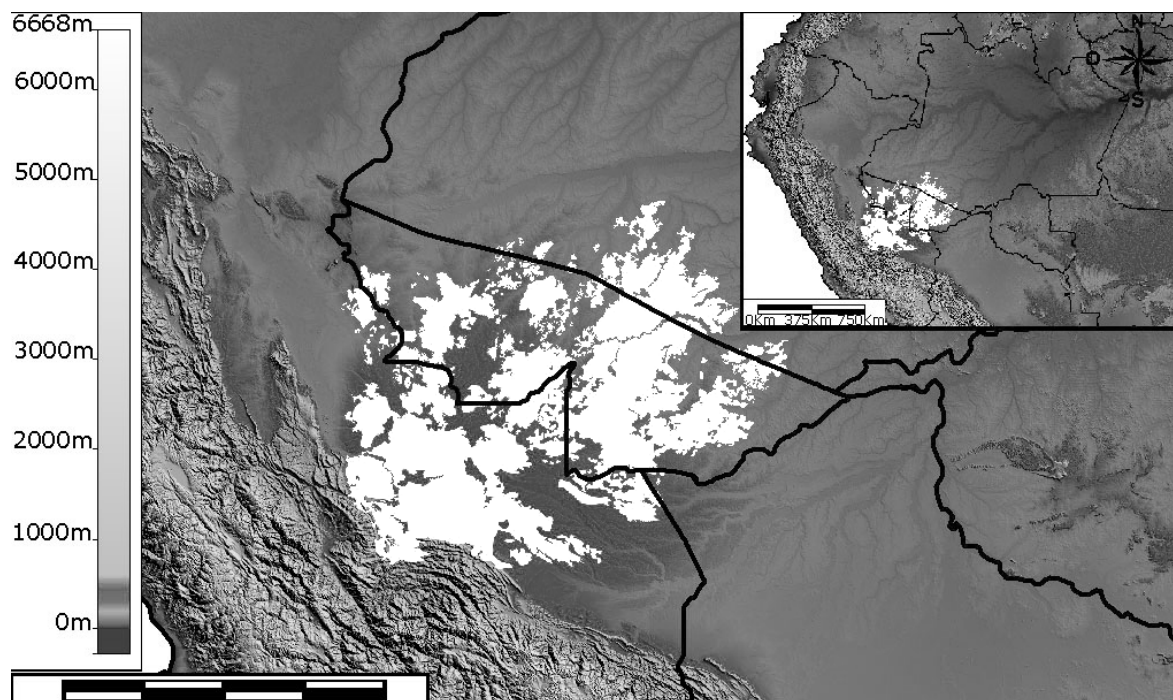


Fig. 2.3 - Distribuição das Florestas Abertas com bambu do gênero *Guadua*, no sudoeste da Amazônia. Fonte: Bianchini (2005) / Distribution of open forests with *Guadua* bamboo in Southwestern Amazonia. Source: Bianchini (2005).

50 mm/month. May and September are the transition months between seasons.

Analysis of the meteorological data indicates that every 3-4 years, eastern Acre undergoes a relative drought, and since the 1990s there has been an overall drying trend (Duarte 2005). A severe drought occurred in 2005, leaving much of Amazonia in a state of emergency. In Acre, during that year, rainfall between May-August totalled only 72 mm. The 2005 drought provoked a drastic reduction in the region's river levels as well as numerous forest fires, harming agricultural production and human health, leading the governor to declare a state of emergency in September. Estimates made from satellite images indicate that fire affected tree crowns on approximately 300,000 ha in Acre, making it difficult to estimate the proportion of the vegetation affected by understory fires (Brown *et al.* 2006).

During the dry season, polar fronts pass north across the Chaco plain and reach western Amazonia, resulting in a phenomenon called the *friagem*, during which the temperature falls in a few hours to ca. 10°C and remains low for 2-3 days (Acre 2000). The *friagens* occur throughout Amazonia but vary in their frequency, duration, and intensity.

Eastern Acre, with its pronounced dry season, shows floristic affinities with Central Brazil and with the drier peri-Amazonian formations studied by Prado & Gibbs (1993), while the more humid extreme northwest of the state shows affinities with the Andes and Andes piedmont, and with far-western Amazonia (see Chapter 6).

Acre possesses a rich diversity of vegetation cover (e.g., Euler *et al.* 2005), and its forests vary greatly in structure and composition. On one-hectare (10 x 1000 m) transects scattered throughout the state, the number of trees with a diameter at breast height (DBH) ≥ 10 cm ranges between 297-632, and the number of species between 97-201 (Silveira & Daly, unpublished data). Although tree alpha-diversity does not reach the levels attained by some forests near Manaus (Oliveira & Mori 1999) or Amazonian Ecuador (Valencia *et al.* 1994), it is higher than about half of similar inventories conducted throughout Amazonia.

In contrast to Central and Eastern Amazonia, where dense forests predominate (IBGE 1993), most of Acre is covered by one form or another of open forest (Fig. 2.2), whose canopy is discontinuous and allows more light to penetrate to an understory that can be dominated by palms, arborescent bamboos of the genus *Guadua*, lianas or, in a few places, by *Phenakospermum amazonicum* or wild banana (Strelitziaceae). Dense forests are found more frequently in the upper Rio Juruá basin, and dense submontane forests occur only in this region as well, specifically in the Serra do Divisor. Also in the upper Juruá one finds a complex of vegetation types on white sands, consisting of *campinas* and *campinaranas* or Amazonian *caatingas*. This part of Acre also contains patches of forest whose soils and floristic composition are characteristic of Central Amazonia. One formation of limited extent but that draws attention because of its physiognomy and floristic novelties, rarities, and restricted distributions, is the *salão* (Daly *et al.* 2006), which is described below along with the other major vegetation types of Acre.

OPEN FOREST WITH BAMBOO

Open forests with *Guadua* bamboo, called *tabocais* in Brazil and *pacales* in contiguous Peru, are uncommon in Amazonia as a whole, but in the southwestern portion of the basin, they cover immense areas. Tracts of living bamboo-dominated forest are easily identified on satellite images, as their foliage reflects near- and mid-infrared light (bands 4 and 5) more than other species (Nelson 1994).

Examining spectral data from 22 scenes from satellite images between 7-11°S and 66-74°W, Nelson (1994) estimated the total area occupied by bamboo-dominated forest at the vertex of Brazil, Peru, and Bolivia in Southwestern Amazonia to be 180,000 km² (B. W. Nelson & R. Kalliola, unpublished data). More recently, based on visual interpretation of MODIS images and Landsat Geocover mosaics obtained between 1990-2000, Bianchini (2005) estimated the

delas: floresta com bambu dominando, floresta com bambu mais floresta com palmeiras, floresta com bambu mais floresta densa e floresta com bambu em área aluvial, representando 38% da cobertura florestal do Acre, enquanto a floresta com palmeiras mais floresta com bambu representa 21% da vegetação (Acre 2000).

As Poaceae-Bambusoideae, ou os bambus em geral, são plantas adaptadas a invadir áreas perturbadas (Burman & Filgueiras 1993), afetando a estrutura e a dinâmica da comunidade invadida (Veblen 1982, Kiyoshi *et al.* 1996). Essa capacidade de invasão é parcialmente favorecida pelo crescimento aéreo rápido dos colmos. Durante a estação chuvosa, os colmos de *Guadua weberbaueri* crescem 3,4 m por mês, ou, mais de 10 cm/dia. Esse crescimento prodigioso, mediado pelo hábito sarmento e ramos escandentes, provoca danos físicos nas plântulas, limitando a regeneração das árvores e influenciando a sucessão ecológica (Griscom 2003, Griscom & Ashton 2003). O desenvolvimento do rizoma, o principal órgão responsável pela propagação vegetativa dessa planta, revela mecanismos de busca e compartilhamento de recursos e captura de espaço, que conferem aos bambus habilidades competitivas (Silveira 2005).

Guadua weberbaueri, ou taboca, uma das espécies de bambu mais amplamente distribuídas no Sudoeste da Amazônia (Londoño 1992), é uma planta semelpara e monocárpica, pois, cada indivíduo apresenta um único evento reprodutivo, após o qual morre. O ciclo de vida, envolvendo o crescimento, reprodução e morte varia de 29-32 anos (Silveira 1999). Esse bambu apresenta um crescimento oportunista, ocupa as clareiras existentes entre as árvores escassas do dossel, formam uma trama quase impenetrável de colmos e ramos repletos de espinhos (Fig. 2.4) e alcançam o dossel a 20-25 m de altura. Essa dominância afeta a estrutura da comunidade florestal reduzindo a densidade de árvores e a área basal da floresta causando uma diminuição de 30 a 50% no potencial de armazenamento de carbono (Oliveira 2001). Isso também provoca uma redução de quase 40% na riqueza de espécies (para indivíduos com DAP > 10 cm) ou até 60% (para indivíduos com DAP > 5 cm), determinando um dos menores valores de diversidade alfa para árvores na Amazônia (Silveira 2005, Griscom *et al.* 2007).

A taxa de mortalidade arbórea anual de 3,4% sugere que esta floresta está entre as mais dinâmicas da Amazônia (Silveira 2005). Na maioria das florestas neotropicais a taxa de mortalidade varia entre 1-2% (Lang & Knight 1983, Lieberman *et al.* 1985, Hartshorn 1990, Milton *et al.* 1994). As taxas altas de mortalidade provavelmente estão relacionadas ao impacto do bambu sobre as demais espécies, pois ele favorece o crescimento de árvores características dos estágios iniciais da sucessão ecológica, que demandam clareiras para o seu desenvolvimento e cujo ciclo de vida curto tem implicações diretas sobre a dinâmica florestal (Silveira 2005). Entre outros fatores e dada à singularidade desta fitofisionomia no sudoeste Amazônico, em particular no estado do Acre, por sediar o centro de distribuição dos tabocais na região, e por outros fatores, um estudo realizado em 2002 resultou, dois anos depois, na criação de uma Unidade de Conservação (UC) para proteger ambientes e fitofisionomias associadas, o Parque Estadual do Chandless, no Alto Rio Purus, fronteira com o Peru.

FLORESTA ABERTA COM PALMEIRAS

As florestas abertas com palmeiras (Fig. 2.5) compreendem outro tipo de cobertura vegetal predominante no Acre. As florestas com palmeiras ocorrem de forma quase homogênea ou estão associadas com manchas de floresta densa ou com manchas de floresta com bambu, ocorrendo tanto em terra firme como em áreas aluviais.

As palmeiras caracterizam esse tipo de vegetação mais pela abundância de certas espécies que pela diversidade, e elas são excelentes indicadores dos vários microhabitats. Algumas palmeiras ocorrem em terrenos mais elevados, como *Attalea* spp. (ouricuri, jaci e cocão), *Astrocaryum* spp. (tucumã) e *Geonoma* spp. (ubim), enquanto outras preferem os fundos de vale e os baixios, como *Oenocarpus batana* (patauá), *Socratea exorrhiza* (paxiubinha), *Iriartea deltoidea* (paxiubão), *Euterpe precatoria* (açai), *Mauritia flexuosa* (buriti) e outras ainda, preferem as vertentes, como *Phytelephas macrocarpa* (jarina)

total area at 161,000 km², still almost the size of Acre.

Among the eleven forest types identified in Acre, arborescent bamboos figures in five: Bamboo-dominated forest, forest with bamboo and palms, dense forest with bamboo, and palm forest with bamboo on alluvial soils together comprise 38% of the forest cover of Acre, while palm forest with bamboo represents a further 21% (Acre 2000).

The Poaceae-Bambusoideae or bamboos in general are adapted to invade disturbed areas (Burman & Filgueiras 1993), affecting the structure and dynamics of the forest community invaded (Veblen 1982, Kiyoshi *et al.* 1996). This capacity for invasion is favored in part by the rapid aerial growth of the culms which, in the case of *Guadua* and some other bamboos, can extend their height by 3.4 m per month or more than 10 cm per day during the rainy season. This prodigious growth, along with the sarmentose habit and brittle branches, damages saplings, impedes regeneration of trees and influences succession (Griscom 2003, Griscom & Ashton 2003). The development of the rhizome, the principal organ for vegetative propagation, reveals mechanisms for sharing resources, for spatial “foraging,” and for capturing space that enhance the bamboos’ competitive abilities.

Guadua weberbaueri (Fig. 2.4), one of the most widely distributed species of *tabocas* or arborescent bamboos in Southwestern Amazonia (Londoño 1992), is a semelparous and monocarpic plant, i.e., each individual has a single reproductive event and it dies after flowering and fruiting; the life cycle of this species ranges between 29-32 years (Silveira 1999).

It shows opportunistic growth, occupying gaps among the widely spaced canopy trees and forming an almost impenetrable web of culms with spines and reaching 20-25 m to the forest canopy. Its dominance affects forest community structure, reducing absolute tree density and basal area as well as reducing carbon sequestration by 30-50% (Oliveira 2001). This can also cause a reduction in tree species richness of ca. 40% (for individuals > 10 cm DBH) or up to 60% (for individuals > 5 cm DBH), yielding one of the

lowest tree alpha-diversity values in Amazonia (Silveira 2005, Griscom *et al.* 2007).



Fig. 2.4 - Aspecto geral do subosque de uma floresta aberta com bambu dominada por *Guadua weberbaueri* na região leste do Estado do Acre / View of understory of an open forest with bamboo dominated by *Guadua weberbaueri* in eastern Acre.

The annual tree mortality rate of 3.4% in bamboo forests suggests also that this forest type is one of the most dynamic in Amazonia (Silveira 2005), because most other forests show a mortality rate of 1-2% (Lang & Knight 1983, Lieberman *et al.* 1985, Hartshorn 1990, Milton *et al.* 1994). The high mortality rate and “turnover” are probably related to the impacts of the bamboo on other tree species, and the fact that it favors or permits growth of early-successional species, which are light-demanding and whose life cycles are short, has direct implications for forest dynamics (Silveira 2005).

Considering the uniqueness of the *tabocais* and the fact that their distribution in Southwestern Amazonia is centered in Acre, in 2002 the state government sponsored research to study the creation of a conservation unit to protect this habitat and associated phytophysiologicals,



Fig. 2.5 - Floresta aberta dominada por palmeiras do gênero *Attalea* às margens do Rio Acre, município de Porto Acre / Open forest dominated by *Attalea* palms near the Rio Acre, in the municipality of Porto Acre.

Algumas palmeiras realmente determinam o caráter “aberto” do dossel dessas florestas, como as espécies dos gêneros *Attalea* e *Astrocaryum* que, mesmo na fase juvenil, possuem folhas muito grandes, com até cinco metros de comprimento e promovem o sombreamento do solo e a diminuição na densidade da regeneração do componente arbóreo. Em outros casos a densidade alta de espécies como, *Iriarteia deltoidea*, não imprime o mesmo efeito sobre a vegetação como um todo, em função da sua ocorrência preferencial no fundo dos vales. Da mesma forma, mesmo sendo abundante em alguns tipos de vegetação, *Euterpe*, ocupa o sub-bosque.

Em áreas de solo mal drenado, especialmente nos terraços baixos, essa tipologia é marcada pela presença do “brocotozal”, “babocal” ou “pula-pula”, que se constitui em um ambiente bastante comum, caracterizado pela presença de muitas linhas de drenagem que permanecem encharcadas, mesmo durante o período mais seco do ano. Essas áreas são dominadas por plantas adaptadas a solos encharcados e palmeiras como *Attalea* que também ocorre nas várzeas.

FLORESTA DENSA SUBMONTANA

A floresta densa submontana cobre as encostas do Complexo Fisionográfico da Serra do Divisor (Fig. 2.6) e apresenta características ecológicas distintas das demais formações florestais existentes na região. A alternância de vales e montanhas, mais as condições edáficas especiais, marcadas pela drenagem acentuada, profundidade reduzida, não raro aflorando rochas, contribui para um aumento da diversidade de ambientes (Silveira *et al.* 2002).

As encostas existentes ao longo do rio Moa, por exemplo, são bastante escarpadas, às vezes quase verticais, com solos rasos e instáveis, e formam canyons com paredões de 150 metros e topossequências com ambientes relativamente úmidos e frescos, quando comparados com outros existentes nas proximidades.

Nos fundos dos vales, nas encostas das montanhas e nos declives fortes dos rios e igarapés ocorrem habitats extremamente úmidos e com presença de neblinas matinais nos meses de junho e julho. Essas grotas, sempre úmidas, comumente estão repletas de vegetação herbácea com espetacular variedade de pteridófitas, briófitas, arbustos que se fixam

and in 2004 the Acre government created the Chandless State Park, on the upper Rio Purus along the border with Peru.

OPEN FOREST WITH PALMS

Open forests with palms (Fig. 2.5) comprise another dominant vegetation cover type in Acre. They may occupy large or small areas, sometimes interspersed with patches of bamboo-dominated forest and occurring on upland as well as alluvial sites.

As implied by the name, palms characterize this vegetation type but due more to the abundance of certain palm species than to their diversity, and they are excellent indicators of various microhabitats. Some of the palms occur on more elevated terrain, such as *Attalea* spp. (*ouricuri*, *jaci*, and *cocão*), *Astrocaryum* spp. (*tucumã*), and *Geonoma* spp. (*ubim*), while others prefer low-lying areas (*baixios*), like *Oenocarpus batana* (*pataná*), *Socratea exorrhiza* (*paxiubinha*), *Iriartea deltoidea* (*paxiubão*), *Euterpe precatoria* (*açaí*) and *Mauritia flexuosa* (*buriti*), and still others prefer slopes, like *Phytelephas macrocarpa* (*jarinã*).

Some palms actually determine the “open” character of the canopy of these forests, such as the species of *Attalea* and *Astrocaryum* that even as juveniles have large leaves up to 5 m long and thereby shade the soil and reduce the density of tree seedlings and saplings. In other cases, the high density of species such as *Iriartea deltoidea* does not exercise the same overall impact on the vegetation in light of its preference for low-lying areas. Similarly, although *Euterpe* is abundant in some vegetation cover types, this palm positions itself in the understory.

In poorly drained areas, especially on low terraces, this forest type is marked by the presence of hummocks (*brocotozal*, *babocal*, or *pula-pula*), a common enough habitat characterized by the presence of many spots that remain waterlogged even during the driest part of the year. These areas are dominated by plants adapted to wet soils and by palms like *Attalea*, which also occurs in floodplains.

DENSE SUBMONTANE FOREST

Submontane forests cover the slopes of the Serra do Divisor Physiographic Complex



Fig. 2.6 - Floresta densa submontana no Parque Nacional da Serra do Divisor / Dense submontane forest in the Serra do Divisor National Park.

nas rochas e estão adaptados às condições de umidade alta e baixa disponibilidade de luz.

As florestas na base das montanhas experimentam condições edáficas menos extremas e apresentam dossel mais denso e mais alto e sub-bosque e estrato herbáceo-arbustivo menos denso. A umidade atmosférica maior, decorrente da proximidade dos cursos d'água e da menor exposição ao vento, gera uma flora epifítica relativamente rica para a região.

A altura e a densidade da floresta diminuem com o aumento da elevação em direção ao topo das montanhas, alcançando somente cerca de 5 m de altura nos pontos mais altos. Essa “floresta anã” está exposta aos ventos, cresce sobre solo arenoso e acumula uma quantidade alta de serapilheira, que pode alcançar até 1 m de espessura. Essas condições configuram ambientes extremamente suscetíveis ao fogo, pois, a cobertura é formada quase que exclusivamente por bromélias terrícolas do gênero *Vriesea* (Fig. 2.7) e por pteridófitas (*Gleichenia* e *Pteridium*), que sugerem fogo recorrente.

A flora dessa vegetação contém uma alta concentração de elementos andinos

(Daly & Silveira 2002, também Capítulo 6). A incidência de disjunções, embora ainda não quantificadas, não é um fato incomum, considerando a relativa proximidade da região dos Andes e as condições edáficas que as aproximam dos habitats montanhosos, e promove a ocorrência de populações isoladas de taxa (sub-)andinos, tais como, *Ladenbergia* (Rubiaceae), *Cespedesia spathulata* (Ochnaceae) e as palmeiras *Euterpe precatoria* var. *longevaginata* (açai da serra), *Dictyocaryum ptarianum* e *Wettinia angusta* (Arecaceae), entre outros que constituem um exemplo da presença das afinidades andinas; elas ocorrem em elevações mais baixas somente nas florestas adjacentes aos Andes ou localizadas ao longo de rios cujas nascentes estão nos Andes.

Outros gêneros de palmeiras considerados tipicamente sub-Andinos incluem *Aiphanes*, *Aphandra*, *Chamaedorea*, *Chelyocarpus*, *Dictyocaryum*, *Iriartea* e *Phytelephas* (Kahn & Ferreira 1995). A região do alto Juruá, incluindo a área do complexo da Serra do Divisor, abriga 70% do total de espécies de palmeiras que ocorrem na Amazônia Ocidental, sendo considerada pelos especialistas em palmeiras (Henderson 1995)



Fig. 2.7 - Manchas da bromélia terrícola *Vriesea* sp. no alto da Serra da Jaquirana, Parque Nacional da Serra do Divisor / Patches of terrestrial bromeliad *Vriesea* sp. on the top of Serra da Jaquirana, Serra do Divisor National Park.

(Fig. 2.6) and present ecological characteristics distinct from all other forest formations in the region. The terrain of mountains and valleys, plus the special edaphic conditions marked by soils that are often heavily drained as well as shallow and punctuated in places by rock outcrops, consort to produce a particular set of habitats (Silveira *et al.* 2002).

The banks of the Rio Moa, for example, are in places nearly vertical, with shallow and unstable soils, forming canyons with walls up to 150 m high. The toposequences observed in the mountains create relatively wet, cool environments and so contribute to what is likely the highest diversity of habitats in the state.

On the small valley floors, on the mountain slopes, and on the steep banks of the rivers and streams, one finds extremely humid habitats that experience morning fogs in June and July. These *grutas* or “grottoes,” always humid, normally display dense herbaceous vegetation with a remarkable diversity of pteridophytes, bryophytes, and shrubs rooted in the boulders and adapted to wet conditions with low light.

The forests at the base of the low mountains experience less extreme edaphic conditions and show greater height and canopy density and a less dense herb-shrub layer. The elevated atmospheric humidity resulting from proximity to water courses as well as from the trapped mild, humid winds leads to an epiphyte flora that is relatively rich for the region.

The height and density of the forest diminishes with increasing elevation on the mountain slopes, attaining only ca. 5 m on the summits. This “dwarf forest” is exposed to occasional high winds and grows in sandy soils, accumulating an extraordinary amount of leaf litter that can reach 1 m in thickness. These conditions characterize habitats that are extremely susceptible to fire, and indeed the herb layer on the summits tends to be covered almost exclusively by terrestrial bromeliads of the genus *Vriesea* (Fig. 2.7) and by species of ferns (*Gleichenia* and *Pteridium*) that suggest recurring fires.

The flora of these formations contains a rather high concentration of Andean elements

(Daly & Silveira 2002, also Chapter 6). The incidence of disjuncts, although not yet quantified, is not uncommon, considering the region’s relative proximity to the Andes and edaphic conditions that approximate those of montane habitats, leading to the occurrence of isolated populations of (sub-)Andean taxa such as *Ladenbergia* spp. (Rubiaceae), *Cespedesia spathulata* (Ochnaceae), and the palms *Euterpe precatoria* var. *longevaginata* (açai da serra), *Dictyocaryum ptarianum*, and *Wettinia augusta*, among other taxa that strengthen the flora’s Andean affinities; outside of the Acre they occur in lowland areas only along the Andean piedmont or along the upper reaches of rivers originating in the Andes.

Other palm genera considered typically sub-Andean include *Aiphanes*, *Aphandra*, *Chamaedorea*, *Chebyocarpus*, *Dictyocaryum*, *Iriartea* and *Phytelephas* (Kahn & Ferreira 1995). The upper Rio Juruá, including the Serra do Divisor complex, is considered by palm specialists (e.g., Henderson 1995) to be one of the world’s richest for the family, comprising 70% of all the palm species occurring in Western Amazonia.

At the foot of the mountains, in alluvial soils, the dense forest is marked by the presence of palms such as *Wettinia augusta*, *Mauritia flexuosa* and *Lepidocaryum tenue*, the latter forming dense, almost homogeneous stands; local people extract the leaves for making thatched roofs for boats and houses.

ALLUVIAL FORESTS AND ASSOCIATED HABITATS

Alluvial or floodplain forests, or *várzeas* (Figs. 2.8 and 2.9), flank the meandering rivers and form a conspicuous part of the landscape, although they do not achieve the expansive breadth found on the lower courses of the Amazon tributaries. They show discrete successional stages depending on their age – that is, how many seasons their sediments have been accumulating --, and their development, structure and floristic composition are largely a function of the

uma das regiões mais ricas para a família.

Na base das montanhas, sobre depósitos coluviais, a floresta densa é marcada pela presença de várias espécies de palmeiras, como *Wettinia angusta*, *Mauritia flexuosa* e *Lepidocaryum tenue*. Esta última forma manchas densas e quase homogêneas no subosque e suas folhas são extraídas pela população para confecção de cobertura para as casas e barcos.

FLORESTAS ALUVIAIS E AMBIENTES ASSOCIADOS

As florestas aluviais ou alagadas, regionalmente chamadas de várzeas (Fig. 2.8 e 2.9), ocorrem ao longo dos rios e sofrem influência da dinâmica de migração dos seus leitos, formando uma parte conspícua da paisagem, embora não alcancem larguras extensas as dos baixos cursos dos tributários do Amazonas. Elas revelam estágios sucessionais discretos dependendo da idade – ou seja, o tempo de acúmulo sazonal de sedimentos – e o seu desenvolvimento, estrutura e composição florística são, em grande parte, uma função da profundidade e duração das cheias sazonais dos rios; esta pode ocorrer de forma supra-anual ou anualmente e pode perdurar por algumas semanas até diversos meses (Salo *et al.* 1986).



Fig. 2.8 - Floresta aluvial no Rio Arara, tributário da margem esquerda do Rio Juruá / Alluvial forest along the Rio Arara, left-bank tributary of the Rio Juruá.

A instabilidade dos depósitos, mesmo dos antigos, também pode ser observada quando o rio erode o lado externo de uma

curva, retirando a cobertura vegetal e o solo, e deposita sedimentos no lado interno, dando origem às praias. Esse processo se repete anualmente com o aumento e a diminuição no volume das águas e tem fortes implicações sobre a paisagem das áreas sujeitas a inundação, criando um mosaico de diferentes tipos de vegetação que se sucedem no espaço e no tempo (Silva 2000). Tanto a densidade como a diversidade de epífitas nas florestas inundadas, usualmente, são superiores que nas florestas de terra firme.



Fig. 2.9- Floresta aluvial do Riozionho Andirá, tributário da margem esquerda do Rio Acre / Alluvial forest along the Rio Arara, left-bank tributary of the Rio Juruá.

Nas praias formadas por sedimentos mais jovens (Fig. 2.10), as formações sucessionais mais recentes correspondem a grupamentos quase monoespecíficos de *Alchornea castaneifolia* ou *Salix humboldtiana*, ou às vezes, *Adenaria floribunda*, todas chamadas o(u)rana (ver Glossário – Capítulo 7). Após elas, nas faixas posteriores onde os depósitos de sedimentos são mais antigos, seguem *Tessaria integrifolia*, *Gynerium sagittatum*, *Cecropia* spp., *Acalypha* e/ou *Uncaria*. Sob os grupamentos de *Cecropia* e *Tessaria*,

depth and duration of seasonal flooding by rising rivers; the latter can occur supra-annually or annually, and last from several weeks to several months (e.g., Salo *et al.* 1996).

The instability even of older sediments can be observed as a river erodes the outside of a curve, removing the vegetation and soil while depositing new sediments on the inner side and forming seasonal “beaches.” This process is repeated annually with the rise and fall of the rivers’ water volume and creates a mosaic of different formations – with different species compositions – that succeed each other in time and space (e.g., Silva 2000). One feature of the floodplain forests is that they usually show a higher density and diversity of epiphytes than upland forests.

On the beaches formed by the younger sediments, (Fig. 2.10), the early successional formations show nearly monospecific groupings of *Alchornea castaneifolia* or *Salix humboldtiana* or less often *Adenaria floribunda*, all called *o(u) rana* (see Glossary, Chapter 7), succeeded by *Tessaria integrifolia*, *Gynerium sagittatum*, *Cecropia* spp., *Acalypha* and/or *Uncaria* behind or on slightly older sediments. Other elements, such as *Mollia*, *Mabea*, *Margaritaria*, *Ficus*, *Guarea*, *Inga*, *Byttneria* and *Cedrela*, gradually establish themselves among the stands of *Cecropia* and *Tessaria* and eventually result in a floristically and structurally more complex forest. The nutrient-rich, well-drained beaches represent a key habitat for riverine settlements, for as the river levels recede it is there that they cultivate rice, beans, watermelons, squashes, and (along some rivers) peanuts.

The *baixios* or *baixos* occur behind levees but are reached by flooding at irregular intervals, and here one encounters dense populations of the palms *Bactris* spp. (*marajá*) and *Astrocaryum januari* (*joari*), as well as distinct species of arborescent bamboos in the genus *Guadua*. On slightly higher ground, one finds the modest-sized trees *Virola surinamensis* (*ucuúba da várzea*) and *Iryanthera juruensis* (*ucuúba punã*, Myristicaceae), along with some conspicuously common palms, including at least two species of *Attalea* spp. (*jaci*), as well as *Iriartea deltoidea*

(*paxiubão*) e *Socratea exorrhiza* (*paxiubinba*).

The first study of tree diversity in Acre’s floodplains was that of Campbell *et al.* (1992), in a chrono-sequence of várzea near Rodrigues Alves. For trees > 10 cm DBH they found 20, 73, and 106 species in floodplain forests of 14, 14-50, and 50 years of age, respectively.

The ever-changing larger rivers such as the Juruá, Tarauacá, and Purus leave behind abandoned meanders that form lakes of diverse sizes and depths and can be partially or completely isolated from the main river channel. The latter gradually fill in with sediments from surrounding upland forests, while the lakes that maintain a river connection, however seasonal, tend to develop a richer aquatic flora, including the floating herbs *Azolla caroliniana* and *Pistia stratioides*, *Eichornia*, the Amazon water lily *Victoria amazonica*, and various aquatic grasses (Poaceae). These lakes comprise another key habitat for riverine settlements because of the high density of fish during the low-water season.



Fig. 2.10- Praia formada pela deposição de sedimentos do Rio Tarauacá / Beach formed by the deposition of sediments along the Rio Tarauacá.

gradativamente vão sendo incorporados outros elementos, como, *Mollia*, *Mabea*, *Margaritaria*, *Ficus*, *Guarea*, *Inga*, *Byttneria* e *Cedrela*, configurando uma estrutura propriamente florestal. As praias ricas em nutrientes e bem drenadas representam um habitat chave para as comunidades ribeirinhas, especialmente durante a vazante, quando são cultivados arroz, feijão, melancia, jerimum e, ao longo de alguns rios, amendoim.

Os baixios, ou, baixos ocorrem atrás de barrancos, mas são atingidos pelas enchentes em intervalos irregulares, e nesse habitat ocorrem populações densas das palmeiras *Bactris* (marajá), *Astrocaryum janari* (joari), *Attalea* (jaci), *Iriartea deltoidea* (paxiubão) e *Socratea exorrhiza* (paxiubinha), assim como, espécies distintas de bambus arborescentes (*Guadua*). Nos pontos mais altos ocorrem as Myristicaceae, *Virola surinamensis* (ucuúba da várzea) e *Iryanthera juruensis* (ucuúba-puna) e palmeiras comuns, incluindo duas espécies de *Attalea* (jaci), *Iriartea deltoidea* (paxiubão) e *Socratea exorrhiza* (paxiubinha).

O primeiro estudo sobre diversidade arbórea nas várzeas do Acre foi feito por Campbell *et al.* (1992), em uma cronossequência em área aluvial próxima do município de Rodrigues Alves. Para árvores com mais de 10 cm de diâmetro medido a 1,30 m do solo, os autores encontraram 20, 73 e 106 espécies, em várzeas com 14, 14-50 e 50 anos, respectivamente.

Ao longo dos rios maiores como o Juruá, Tarauacá e Purus existem meandros abandonados que ainda guardam uma relação direta com os rios. Esses meandros originam lagos de diferentes tamanhos e profundidades e o tipo de ligação entre lago e rio determina o isolamento total ou parcial, a velocidade de ocupação do ambiente aquático pelas plantas e a forma como ocorre a colonização. Lagos fechados e que recebem material das áreas adjacentes são passíveis de ocupação por vegetação terrestre, enquanto os lagos abertos ligados ao rio desenvolvem vegetação aquática, caracterizada pela presença de plantas herbáceas flutuantes como *Azolla caroliniana*, *Pistia stratioides*, além de *Eichornia*, o lírio aquático da Amazônia, *Vitoria amazonica*, e diversas gramíneas aquáticas (Poaceae). Esses lagos representam outro habitat chave para as comunidades ribeirinhas em função da densidade alta de peixes durante a estação das águas baixas.

O nosso levantamento florístico também tem revelado a existência de uma formação especializada associada às margens estreitas e barrancos íngremes existentes ao longo dos rios Juruá, Tejo, Moa, Purus e Acre, localmente denominados salão (Fig. 2.11). A maior parte dos salões sofre inundações anuais e a sua vegetação desenvolve-se sobre um substrato pouco profundo, duro, frágil e constantemente úmido que é resistente à erosão e representa uma fonte de água cristalina e filtrada para os ribeirinhos. Em locais de inclinação mais suave e com algum acúmulo de sedimentos, ocorrem arbustos, fetos arborescentes, trepadeiras e, ocasionalmente, árvores pequenas, mas na maior parte dos salões, o substrato é pouco espesso e suporta apenas vegetação herbácea dominada por grupos de pteridófitas, briófitas e mais uma gramínea, *Arundinella berteroniana*, enquanto as angiospermas congregam a maior parte da diversidade de espécies. Muitas espécies dos salões revelam afinidades com os Andes ou outras floras montanas (Daly *et al.* 2006).

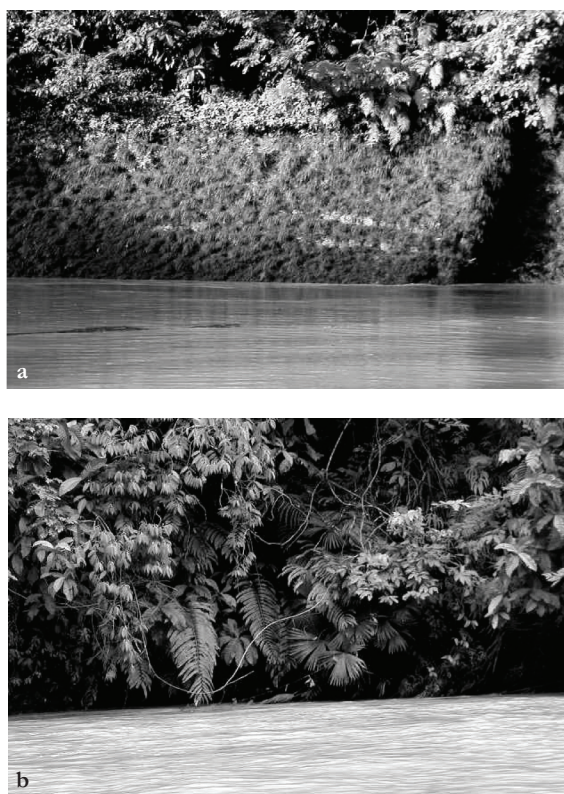


Fig. 2.11 - Aspecto geral da vegetação dos salões localizados (a) no Rio Envira, afluente do Rio Tarauacá e (b) no Rio Tejo, bacia do Rio Juruá / View of the salão vegetation located on (a) the Rio Envira, tributary of the Rio Tarauacá, and (b) the Rio Tejo, Rio Juruá basin.

Our floristic survey has also revealed the existence of a rather specialized formation associated with narrow and steep levees and river margins along the Juruá, Tejo, Moa, Purus, and Acre rivers, locally called *salão* (Figs. 2.11). Most *salões* experience annual inundations, and their vegetation develops on a shallow, hard, brittle, constantly humid substrate that is resistant to erosion and functions as a seepage bank that is a source of clean, filtered water for *ribeirinho* households. Where the slopes are milder and some sediments have accumulated, this permits the occurrence of shrubs, large ferns, slender climbers, and occasionally small trees, but for the most part the *salões* are steep and support only herbaceous vegetation in which the dominant groups are ferns and bryophytes, plus one grass, *Arundinella berteroniana*, while angiosperms account for most of the species diversity. Many of the *salão* species show affinities with the Andes or other montane floras (Daly *et al.* 2006).

Among the 66 taxa documented in the *salões* up to 2005, 21 species and eight genera (*Arundinella*, *Arthrostemma*, *Eirmocephala*, *Lobelia*, *Phenax*, *Rorippa*, *Setaria* e *Torenia*) are known in Acre only on that formation. More than half the species of the documented *salão* flora are known outside Acre to occur also in montane or cloud forests at elevations of at least 1100 m, and 13 reach 2000 m or higher, including *Dumortiera hirsuta*, *Pteris altissima*, and *Piper heterophyllum*. Most of the bryophytes have broad geographic distributions, but *Cephalantolejeunea temnanthoides* (Lejeuneaceae) is a rare endemic that was collected first by Ernst Ule in 1901 and again only in the year 2000 on *salões* along the upper Rio Juruá and the Rio Acre. Among the angiosperms, *Justicia pilosa* and *Caladium* sp. nov. are apparently southwestern Amazonia endemics, while other species are found also on the Pacific slopes of the Andes (Daly *et al.* 2006).

The *salões* of Acre are peculiar habitats occupied by specialized plants in the sense that they grow under demanding conditions, but most are restricted neither to this habitat nor this region. Greater understanding of the *salões* requires a more complete survey of their geographical occurrence, geochemical analyses of the substrates, study of their responses to changes

in river levels, identification of further collections, and quantitative studies to determine the relative frequency and density of the species.

FORMATIONS ON WHITE SAND - CAMPINAS AND CAMPINARANAS

In the Brazilian Amazon, the upper Rio Negro basin has long been known for broad expanses of formations on white sand (e.g., Oliveira *et al.* 2001), while in southwestern Amazonia, specifically along the frontier of Acre and Amazonas states, campinas and the taller campinaranas were discovered by botanists only in the 1970s and 1980s.

This complex punctuates the domain of upland Tertiary plains, above the level of the floodplains but in flat depressions where poorly drained soils with an impermeable gray C horizon (IBGE 1992, Veloso *et al.* 1991). The forest and shrubland physiognomies on white sand are modest in extent, but they are unique ecologically because of their adaptations to the poor and acidic soils, the varying degrees of water availability, and the resulting diversity of habitats (Fig. 2.12); they also constitute one of the Amazon ecosystems most fragile and most vulnerable to anthropic damage.

The physiognomy and floristic composition of these formations are determined principally by the seasonal variation in the level of the often shallow or perched water table, and consequently by the duration of the annual flooding (Jordan 1985).

Most of these habitats in Acre have low understory vegetation of irregular density, a high density of small slender trees, few large emergents, and few lianas and epiphytes. The woody plants are xeromorphic, sclerophyllous and evergreen (Anderson 1981, Medina *et al.* 1990, Richards 1996). Stand diversity is rather low, and unlike most Amazonian vegetation types, there is strong dominance by one or a few species (Anderson 1981).

Another distinctive characteristic of the formations on white sand is the presence of a dense, compact, and flexible network of superficial roots, which can be up to a meter

Dentre os 66 taxa documentados nos salões até 2005, 21 espécies e oito gêneros (*Arundinella*, *Arthrostemma*, *Eirmocephala*, *Lobelia*, *Phenax*, *Rorippa*, *Setaria* e *Torenia*) são conhecidos no Acre, somente nessa formação. Mais da metade das espécies da flora documentada nos salões ocorre fora do Acre, em florestas montanas ou nebulosas, a pelo menos 1100 m, e 13 alcançam 2000 m de altitude, ou mais, incluindo *Dumortiera hirsuta*, *Pteris altissima* e *Piper heterophyllum*. Muitas briófitas têm distribuição geográfica ampla, mas *Cephalantolejeunea temnanthoides* (Lejeuneaceae) é uma endêmica rara que foi primeiramente coletada por Ernst Ule em 1901 e, novamente, apenas em 2000, nos salões ao longo do alto Juruá e do Rio Acre. Entre as angiospermas, *Justicia pilosa* e *Caladium* sp. nov. aparentemente são endêmicas ao Sudoeste da Amazônia, enquanto outras espécies também são encontradas na costa Pacífica dos Andes (Daly *et al.* 2006).

Os salões do Acre são habitats particulares, ocupados por plantas especializadas no sentido que crescem em condições exigentes, mas a maioria não se restringe nem a esta região nem a este habitat. Um conhecimento melhor dos salões requer um levantamento mais completo da sua ocorrência geográfica, análises geoquímicas do substrato, relações com o pulso de inundação dos rios, identificação de todo o material botânico já coletado e estudos quantitativos para determinar a frequência relativa e a densidade de espécies.

FORMAÇÕES SOBRE AREIA BRANCA -- CAMPINAS E CAMPINARANAS

Na Amazônia brasileira, a região do alto Rio Negro há muito é conhecida pela ampla distribuição de formações sobre areia branca (Oliveira *et al.* 2001), enquanto no Sudoeste da Amazônia, mais especificamente na fronteira do Acre com o Amazonas, as campinas e campinaranas foram descobertas por botânicos apenas entre as décadas de 1970 e 1980.

Esse complexo está encravado no domínio das planícies terciárias de terra firme, acima do nível das planícies alagáveis, nas depressões do relevo tabular onde desenvolvem solos mal drenados, com horizonte C

impermeável, cimentoso e acinzentado (IBGE 1992, Veloso *et al.* 1991). As fisionomias florestais e arbustivas sobre areia branca possuem uma extensão modesta, mas são ecologicamente únicas, em função das adaptações a solos pobres e ácidos e a variação no grau de disponibilidade de água, resultando em uma diversidade de habitats (Fig. 2.12); elas também constituem um dos ecossistemas amazônicos mais frágeis e vulneráveis às atividades antrópicas.

A diversidade fisionômico-estrutural e a composição florística dessas formações são determinadas principalmente pela variação sazonal no nível do lençol freático (freqüentemente raso) e, conseqüentemente, pela duração da alagação anual (Jordan 1985).

Muitos desses habitats no Acre apresentam um sub-bosque com vegetação de porte baixo e densidade irregular, densidade alta de árvores pequenas e finas, escassez de árvores emergentes, lianas e epífitas. As plantas lenhosas são xeromórficas, esclerófilas e perenes (Anderson 1981, Medina *et al.* 1990, Richards 1996). Em contraste com a maioria das florestas Amazônicas, além da pobreza de espécies vegetais, essa vegetação exibe uma tendência pronunciada de dominância de uma ou poucas espécies (Anderson 1981).

Outra característica distintiva é a presença de uma rede espessa, compacta e flexível de raízes finas sobre o solo, que em alguns casos pode apresentar até um metro de espessura. Comparada com as florestas que ocorrem em outros tipos de solo, essa vegetação apresenta uma proporção muito maior de raízes finas na serapilheira e utiliza a própria matéria orgânica que deposita no ambiente como fonte de nutrientes (Klinge & Herrera 1978).

Esse complexo contém alguns elementos clássicos conhecidos nas campinas de outras partes da Amazônia como, por exemplo, os líquens do gênero *Cladonia*, nas manchas de areia exposta e ervas como *Xyris jupicai* (Xyridaceae) e *Pedicularis* (Lentiburaliaceae). Nas margens das áreas abertas são encontrados arbustos como, *Bredemeyera myrtifolia* (Polygalaceae) e árvores como, *Emmotum floribunda*, *Ladenbergia amazonensis*, *Platicarpum duckei*, *Humiria balsamifera* e *Remijia ulei*, muitas delas conhecidas das campinaranas do alto Rio Negro e das campinas do Rio Madeira.



Fig. 2.12 - Visão geral da vegetação arbustiva sobre areia branca. / Overview of shrubby vegetation on white sand.

thick. Compared to other formations, this vegetation shows a much higher proportion of fine roots in the phytomass and a tighter nutrient cycling system involving the organic matter deposited on the surface (Klinge & Herrera 1978).

This complex contains a number of “classical” elements of the campinas of other parts of Amazonia, e.g, lichens in the genus *Cladonia* on patches of exposed sand, the frequent occurrence in wetter spots of herbs such as *Xyris jupicai* (Xyridaceae) and *Pedicularis* (Lentibulariaceae). At the edges of open areas one finds shrubs including *Bredemeyera myrtifolia* (Polygalaceae) and trees including *Emmotum floribunda*, *Ladenbergia amazonensis*, *Platycarpum duckei*, *Humiria balsamifera*, and *Remijia ulei*, many of them known from the campinaranas of the upper Rio Negro and the campinas of the Rio Madeira.

Although the poor and poorly drained soils are for the most part inappropriate for agriculture, for those people who by accident of land occupation live amid these formations, the absence of economic alternatives means that swidden agriculture as well as timber and firewood extraction are practiced unsustainably and unproductively in habitats that are extremely slow to recover.

The areas most heavily affected by human activity are located along the BR-307 highway. Roads encourage swidden agriculture and tree-felling for timber, firewood, and charcoal, and this one cuts through and accompanies a long stretch of vegetation on white sand. Abandoned swiddens are colonized by the non-native fern *Pteridium aquilinum*, which spreads aggressively via rhizomes and forms a dense cover that impedes natural succession. The impacts of these anthropic activities on the fauna and flora of formations on white sand are unknown, and there is an urgent need for studies to assess the long-term influences on the vegetation cover, as well as the potential for local extinctions.

Data on patterns of endemism in the white-sand formations need to be examined by taxonomic specialists, but the majority of the white-sand species in the Rubiaceae and Melastomataceae are among a set of species that appear to be restricted to these formations (see Chapter 6), although some are found on the upper parts of the low mountains of the Serra do Divisor, where there are patches of a kind of dwarf forest *sensu* Silveira *et al.* (2002).

OPEN AND SHRUBBY CAMPINAS. These are sclerophyllous formations on white sand show very

O solo pobre e mal drenado, na sua maior parte, é impróprio para a agricultura, porém, a ausência de alternativas econômicas faz com que a população local continue desenvolvendo a agricultura de corte e queima, assim como, a extração de madeira, lenha e a produção de carvão, práticas insustentáveis e improdutivas em habitats de resiliência baixa.

As áreas mais afetadas pela atividade humana estão localizadas ao longo das margens da rodovia BR-307. Essa estrada corta e acompanha um trecho longo de vegetação sobre areia branca, encorajando a abertura de roçados, a exploração seletiva de madeira para uso como lenha e na fabricação de carvão em carvoarias artesanais e a exploração clandestina de areia. Os roçados abandonados são colonizados por *Pteridium aquilinum*, uma pteridófito exótica com grande poder de invasão determinado pela capacidade de expansão agressiva do sistema subterrâneo rizomático. A produção abundante de frondes e folhagem que consolidam a ocupação do espaço suprime a regeneração de espécies arbóreas nativas, retardando a sucessão ecológica. Os impactos das atividades antrópicas sobre a fauna e a flora são desconhecidos, e existe uma necessidade urgente por estudos que determinem a sua influência sobre a cobertura vegetal em longo prazo, assim como, o potencial para extinções locais.

Dados sobre endemismos nas formações sobre areia branca ainda precisam ser trabalhados por especialistas taxonômicos, porém a maioria das espécies das famílias Rubiaceae e Melastomataceae é exclusiva dessas formações (Capítulo 6), podendo algumas delas ocorrer no alto das montanhas que formam a Serra do Divisor, onde existem manchas de vegetação de porte baixo, um tipo de floresta-anã *sensu* Silveira *et al.* (2002).

CAMPINA ABERTA E ARBUSTIVA. Essas correspondem a uma formação vegetal esclerófila, com estatura muito baixa para uma vegetação Amazônica (< 3 m). A campina aberta (Fig. 2.13 a) ocorrem em manchas de arbustos onde há uma alta incidência lumínica ao nível do solo; fisionomicamente são muito semelhantes às moitas arbustivas das restingas da costa Atlântica do Brasil. Na porção

superficial do solo, existe uma camada de 15-20 cm de espessura formada por uma rede macia de raízes finas. Abaixo desse verdadeiro “tapete” de raízes existe uma camada de solo arenoso, húmico e de coloração preta, também com 15-20 cm de espessura, e, abaixo desta camada, areia branca cuja umidade aumenta com a profundidade, indicando um lençol freático muito superficial.

A camada herbácea é caracterizada por *Trichomanes* (Hymenophyllaceae), *Selaginella* (Selaginellaceae), *Lycopodiella cernua* (Lycopodiaceae), o líquen fruticuloso *Cladonia* (Cladoniaceae), 4-5 espécies de gramíneas e outras angiospermas dos gêneros *Pedicularis* (Scrophulariaceae), *Stachyarrhena* (Rubiaceae), *Sauvagesia erecta* (Ochnaceae) e *Sobralia* e *Epidendrum* (Orchidaceae). O estrato arbustivo é amplamente dominado por diversas espécies de Rubiaceae, incluindo *Pagamea acensis*, *Psychotria poeppigiana*, *Retiniphyllum concolor* e *R. martianum*, e Melastomataceae, incluindo *Graffenrieda limbata*, *Leandra* spp. e *Tococa* spp., além de espécies de *Humiria* (Humiriaceae) e *Ouratea* (Ochnaceae). As árvores são esparsas com 5-6 m e incluem *Abarema adenophora* (Fabaceae - Mimosoideae), *Lacistema* (Lacistemaceae), *Cespedesia spathulata* (Ochnaceae), *Erythroxylum* (Erythroxylaceae), *Remijia ulei* (Rubiaceae), *Byrsonima krukovii* (Malpighiaceae) e uma Malvaceae (ex-Bombacaceae) desconhecida.

Lianas e epífitas não parasitas são raras nessa formação, enquanto é comum observar *Phthirusa* (Loranthaceae) uma epífita hemiparasita e *Codonanthe* (Gesneriaceae) uma hemiepífita que forma jardins-de-formiga a 1,5-2 m de altura.

Existe um tipo de campina arbustiva densa que ocorre como manchas de muitos hectares e consiste de uma camada arbustiva densa uniforme com 2 m de altura, frequentemente marcada por indivíduos de *Eriotheca* (Malvaceae, ex-Bombacaceae) com aproximadamente 5 m de altura. Os arbustos mais comuns incluem *Pagamea acensis*, *Retiniphyllum concolor* e *R. martianum* (Rubiaceae), *Ilex vismiifolia* (Aquifoliaceae), *Protium heptaphyllum* subsp. *ulei* (Burseraceae) e uma espécie de Myrsinaceae.

CAMPINA DOMINADA por *Mauritia flexuosa* (buriti). Embora plano, o relevo apresenta depressões que variam quanto ao tamanho



Fig. 2.13 - Fitofisionomias encontradas no complexo sobre areia branca: a) campina arbustiva; b) campina gramíneo-lenhosa / Formations occurring in the white-sand complex: a) shrubby campina; b) grassy woodland campina.

low stature for Amazonian vegetation (< 3 m). Open campina (Fig. 2.13 a) occurs as patches of shrubs with high penetration of sunlight to the soil; physiognomically it is reminiscent of the shrubby formations of Brazil's Atlantic Coastal *restingas*. On the soil surface is an interlaced network of fine roots that is 15-20 cm thick and spongy to the step. Beneath this carpet of roots is a layer of sandy soil that is dark with humus, also 15-20 cm thick, and beneath this is white sand that is increasingly moist with depth as one approaches the water table.

The herb layer is characterized by *Trichomanes* (Hymenophyllaceae), *Selaginella* (Selaginellaceae), *Lycopodiella cernua* (Lycopodiaceae), the fruticose lichen *Cladonia* (Cladoniaceae), 4-5 species of grasses, and other angiosperms in the genera *Pedicularis* (Scrophulariaceae), *Stachyarrhena* (Rubiaceae), *Sammagesia* (Ochnaceae), and *Sobralia* and *Epidendrum* (Orchidaceae). The shrub layer is strongly dominated by Rubiaceae, including *Pagamea acensis*, *Psychotria poeppigiana*, *Retiniphyllum concolor* and *Retiniphyllum martianum*, and by Melastomataceae including *Graffenrieda limbata*, *Leandra* spp., and *Tococa* spp., plus *Humiria* as well as species of *Oouratea* (Ochnaceae). The trees are sparse and only 5-6 m tall, and include *Abarema adenophora* (Fabaceae - Mimosoideae), *Lacistema* (Lacistemaceae),

Cespedesia spathulata (Ochnaceae), *Erythroxyllum* (Erythroxyllaceae), *Remijia ulei* (Rubiaceae), *Byrsonima krukovii* (Malpighiaceae), and an unknown Malvaceae (ex-Bombacaceae).

Lianas and non-parasitic epiphytes are rare in this formation, while it common to see the epiphytic hemi-parasite *Phthirusa* (Loranthaceae) and the hemi-epiphytic *Codonanthe* (Gesneriaceae) that forms ant-gardens 1.5-2 m from the ground.

There is a type of dense shrubby campina that occurs as patches of several hectares and consists of a dense shrubby layer that is uniformly 2 m tall, frequently punctuated by individuals ca. 5 m tall of a species of *Eriotheca* (Malvaceae, ex-Bombacaceae). The more common shrubs include *Pagamea acensis* plus *Retiniphyllum concolor* and *R. martianum* (Rubiaceae), *Ilex vismiifolia* (Aquifoliaceae), *Protium heptaphyllum* subsp. *ulei* (Burseraceae), and a species of Myrsinaceae.

CAMPINA DOMINATED by *Mauritia flexuosa* (*buriti*). Although the terrain of the white-sand formations is essentially flat, it contains depressions that vary in size and duration of flooding, and the combinations of these factors yield variations in floristic composition and physiognomies. The shrubby, open aspect of the campina changes gradually from the edge toward the center of the

e ao tempo de alagamento, e a combinação dessas variáveis determinam mudanças significativas na composição florística e no aspecto fisionômico-estrutural da vegetação. O caráter aberto e arbustivo da campina modifica-se gradativamente da borda em direção ao centro da depressão, tornando-se mais denso e sombreado, em função do aumento na abundância de *Mauritiella martiana* (buritirana) e *Mauritia flexuosa* (buriti), especialmente desta última, que, em condições extremas, limita o desenvolvimento dos arbustos e ervas características da campina arbustiva, mas muitas vezes abriga uma flora bastante rica (Cornejo-Valverde *et al.* 2006).

CAMPINA GRAMÍNEO-LENHOSA. A Campina gramíneo-lenhosa (Fig. 2.13 b) restringe-se a pequenas faixas de vegetação e apresenta um solo mais úmido e húmico. Essa vegetação tem o estrato herbáceo extremamente denso dominado por 3-4 espécies de Poaceae, bem como *Lagenocarpus* (Cyperaceae) e Pteridófitas, como *Schizaea elegans*, *Elaphoglossum*, *Lindsaea divaricata* e *L. portoricensis*. No estrato arbustivo ocorrem Rubiaceae e Melastomataceae, algumas sendo as mesmas da campina aberta, enquanto que o estrato arbóreo aberto de 3-4 m é dominado por indivíduos com folhas coriáceas e troncos tortuosos, o que torna essa tipologia semelhante aos campos sujos dos Cerrados do Brasil Central. Essas árvores incluem *Ilex divaricata* (Aquifoliaceae), *Emmotum acuminatum* (Icacinaeae), *Andira macrothyrsa* (Fabaceae - Papilionoideae), *Humiria* (Humiriaceae) e *Pachira* (Malvaceae/ex-Bombacaceae).

CAMPINARANA SENSU LATO. As campinaranas (Fig. 2.14 a) são geralmente caracterizadas pela densidade alta de árvores finas com altura entre 8-10 m, porém as condições de drenagem do solo imprimem variações à fisionomia dessa vegetação, originando um gradiente vegetacional caracterizado por diferenças na composição florística, na densidade de caules, na altura do dossel e emergentes. As campinaranas podem variar entre campinas gramíneo-lenhosas e florestas mais altas sobre areia branca bem drenada.

Nas campinaranas que ocorrem nas depressões periodicamente alagáveis exibem

uma densidade alta de árvores finas até 5-7 m e emergentes com até 15 m, todas com um sistema radicular essencialmente superficial. Elas tendem a ser dominadas por uma espécie de *Dendropanax* (Araliaceae), enquanto outras árvores incluem *Qualea* (*Ruizterania*) *trichathera*. O sub-bosque é caracterizado pelas pteridófitas *Danaea oblanceolata* e *Elaphoglossum discolor*, e a Araceae terrestre, *Anthurium atropurpureum* (Araceae), que ocorrem em pequenas elevações ao nível do solo, formadas por suas próprias raízes, que mantém as partes aéreas das plantas acima das inundações temporárias que se seguem às chuvas.

Em áreas mais secas, existe um tipo de Campinarana com dossel a 8-10 m de altura, composto primariamente por *Dendropanax* (Araliaceae), *Protium heptaphyllum* subsp. *ulei* (Burseraceae), *Platycarpum* (Rubiaceae), e palmeiras incluindo *Astrocaryum murumuru* e *Oenocarpus batava*, além de emergentes de 30-35 m de altura. O sub-bosque até 3 m de altura pode ser dominado por Melastomataceae e Rubiaceae (*Pagamea*, *Palicourea*, *Psychotria*), algumas das quais também ocorrem na campina arbustiva. Em alguns locais, o sub-bosque é dominado por uma única espécie indeterminada de pteridófitas de 1 m de altura. Em outros, o aumento na densidade de palmeiras com folhas pinadas grandes limitam a regeneração de ervas e arbustos, favorecendo a regeneração arbórea.

Solos arenosos formam a base de vários outros habitats nos arredores da Serra do Moa, inclusive as matas de tabuleiro. Raízes pneumatóforas ocorrem nos baixios dos tabuleiros, onde os solos são arenosos e o lençol freático superficial, e onde são encontradas as ervas *Rapatea spectabilis* e/ou *R. muaju*, que também ocorrem no alto Rio Negro, assim como em formações sobre areia na Amazônia Ocidental (principalmente no Peru). As Rapateaceae também são características dos Andes e principalmente da Guiana venezuelana, um centro de diversidade e endemismo da família. No estrato arbóreo há *Clusia* (Clusiaceae) e muitas Rubiaceae, incluindo *Cinchonopsis amazonica* e espécies de *Ladenbergia*.

MATA ALTA COM *Lepidocaryum tenue* (caranaí) (Fig. 2.14 b). Pelo menos dois tipos de

depression, becoming denser and shadier due to the appearance of *Mauritiella martiana* (buritirana) and especially *Mauritia flexuosa* (buriti) which, in extreme conditions, limits the development of shrubs and herbs characteristic of the shrubby campina but often shelters a surprisingly rich flora (Cornejo-Valverde *et al.* 2006).

GRASSY WOODLAND CAMPINA. This formation occurs in small strips on wetter but more humic soils (Fig. 2.13 b). It consists primarily of a dense herb layer dominated by 3-4 species of grasses as well as *Lagenocarpus* (Cyperaceae) and ferns such as *Schizaea elegans*, *Elaphoglossum*, *Lindsaea divaricata*, and *L. portoricensis*. The open shrub layer contains Rubiaceae and Melastomataceae, some of which are the same as in open campina, and the open tree layer 3-4 m tall is dominated by individuals with coriaceous leaves and tortuous trunks that give this formation the aspect of the *campos sujos* of the Central Brazilian cerrado vegetation. The trees include *Ilex divaricata* (Aquifoliaceae), *Emmotum acuminatum* (Icacinaceae), *Andira macrothyrsa* (Fabaceae - Papilionoideae), *Humiria* (Humiriaceae), and *Pachira* (Malvaceae/ex-Bombacaceae).

CAMPINARANA SENSU LATO. The campinaranas (Fig. 2.14 a) are generally characterized by high density of slender trees 8-10 m tall, although differing soil drainage yields a vegetational gradient marked by differences in species composition, density of stems, and the height of the canopy and emergents. Campinaranas can grade into wetter grassy woodland campinas or into taller and better-drained forests on white sand.

Those campinaranas that occur in periodically flooded depressions show a high density of slender trees 5-7 m tall with emergents to 15 m, all with an essentially superficial root system. They tend to be dominated by a species of *Dendropanax* (Araliaceae), while other trees include *Qualea (Ruiçterania) trichanthera*. The understory is characterized by the ferns *Danaea oblanceolata* and *Elaphoglossum discolor* and the terrestrial *Anthurium atropurpureum* (Araceae), which occur on raised hummocks formed by their own root systems that keep their aerial parts above water during the flooding that follows rains.

In better-drained areas there is a type of campinarana with a canopy 8-10 m tall composed

primarily of *Dendropanax* (Araliaceae), *Protium heptaphyllum* subsp. *ulei* (Burseraceae), *Platycarpum* (Rubiaceae), and palms including *Astrocaryum murumuru* and *Oenocarpus batana*, plus emergents 30-35 m tall. The understory layer up to 3 m tall can be dominated by Melastomataceae and Rubiaceae (*Pagamea*, *Palicourea*, *Psychotria*), some of which also occur in shrubby campina. In places, the understory is dominated by an unidentified fern 1 m tall. In other places, an increase in the density of palms with large pinnate leaves limits the regeneration of herbs and shrubs, favoring instead the regeneration of trees.

Sandy soils form the basis for several other habitats in the region of the Serra do Moa, including the forests of the *tabuleiros*. Pneumatophores occur in low-lying sites in the *tabuleiros*, where sandy soils are underlain by an essentially superficial water table, and there one finds the herbs *Rapatea spectabilis* and/or *R. muaju*, which also occur in the upper Rio Negro as well as in formations on sand in western Amazonia (principally Peru). The Rapateaceae are also characteristic of the Andes and especially Venezuelan Guayana, where the family has a center of diversity and endemism. The tree layer has a *Clusia* (Clusiaceae) and several Rubiaceae including *Cinchonopsis amazonica* and species of *Ladenbergia*.

TALL FOREST WITH *Lepidocaryum tenue* (caranaí) (Fig. 2.14 b). At least two types of taller forest on white sand are found in Acre. One is a mixed-dominant forest with a canopy 15-20 m tall, characterized by a strong presence of *Trattinnickia burserifolia* and *Protium* (Burseraceae), *Couma utilis* (Apocynaceae), *Schefflera megacarpa* (Araliaceae), and the palms *Oenocarpus batana*, *Mauritia flexuosa* and *Mauritiella martiana* (Arecaceae), plus emergents to 30 m tall that include *Ocotea gracilis* (Lauraceae), *Cariniana* (Lecythidaceae), and species of *Qualea* and *Vochysia* (Vochysiaceae). The understory is marked by the exceptional dominance of the palm *Lepidocaryum tenue* (*caranaí*) and of a 2 m tall Cyperaceae, and by the presence of *Calathea* and *Ischnosiphon* (Marantaceae), Selaginella (Selaginellaceae), *Rapatea* (Rapateaceae), and the palms *Iriartella stenocarpa* (*paxiubinha*) and *Wettinia augusta* (*paxiúba de macaco*). In some wetter depressions one finds a shrubby bamboo,

floresta alta sobre areia branca são encontrados no Acre. Uma delas consiste em uma floresta cujo dossel alcança 15-20 m, caracterizada pela presença de *Trattinnickia burserifolia* e *Protium* (Burseraceae), *Couma utilis* (Apocynaceae), *Schefflera megacarpa* (Araliaceae), e as palmeiras *Oenocarpus batava*, *Mauritia flexuosa* e *Mauritiella martiana* (Arecaceae), além de emergentes até 30 m, como *Ocotea gracilis* (Lauraceae), *Cariniana* (Lecythidaceae), e *Qualea* e *Vochysia* (Vochysiaceae). O sub-bosque é marcado pela excepcional dominância da palmeira *Lepidocaryum tenue* (caranaí) e de uma *Cyperaceae* com 2 m de altura, e pela presença de *Calathea* e *Ischnosiphon* (Marantaceae), *Selaginella* (Selaginellaceae), *Rapatea* (Rapateaceae), e das palmeiras *Iriartella stenocarpa* (paxiubinha) e *Wettinia angusta* (paxiúba de macaco). Em algumas depressões úmidas, ocorre uma espécie de bambu arbustivo, provavelmente do gênero *Olyra*. As epífitas são raras e representadas por *Peperomia* (Piperaceae) e pelo menos três espécies de Araceae, e as trepadeiras, são igualmente incomuns, mas incluem *Gnetum*, uma gimnosperma rara, bem como *Clidemia* (Melastomataceae).

Outro tipo de floresta sobre areia branca possui uma estatura baixa, dossel com 8-10 m e emergentes com 15-20 m de altura, sendo dominada por *Cinnamomum semecarpifolium* (Lauraceae) e caracterizado pelas árvores das famílias *Apocynaceae* (*Himatanthus*) e *Rubiaceae*. O estrato herbáceo-arbustivo é similares àquele do primeiro tipo de floresta, mas com a pteridófita *Trichomanes bicorne*. Essa formação ocorre ao longo dos cursos d'água, circundando o continuum de fases estruturais das campinaranas.

As florestas altas e densas sobre areia branca abrigam espécies arbóreas também encontradas nas florestas adjacentes sobre outros tipos de solos, como *Ficus guianensis*, *Helicostylis scabra* e *Perebea guianensis* (Moraceae), *Iryanthera juruensis* e *I. macrophylla* (Myristicaceae) e *Micropholis guianensis* e *Chrysophyllum prieurii* (Sapotaceae).

Como visto, as características fisionômico-estruturais, bem como a composição florística das formações sobre areia branca são mediadas por variações

na disponibilidade de nutrientes no solo, a microtopografia e, especialmente, o tempo de duração das inundações, que podem favorecer a dominância de certas espécies, assim como o tamanho e a densidade das diferentes formas de vida. Assim, solos mais úmidos suportam mais arbustos e árvores até 5 m de altura, enquanto as áreas com menor umidade suportam árvores com até 20 m.

Considerando que o caráter especializado e composição única das formações sobre areia branca e que esse complexo setor da diversidade biológica no Acre não está representado no sistema estadual de áreas protegidas, ou em qualquer lugar na parte brasileira do Sudoeste da Amazônia, a criação de uma unidade de conservação é imperativo, na qual todas as diferentes formações e ecótonos sobre areia branca deverão estar representadas, garantindo, assim, a conservação de populações vegetais viáveis e a manutenção de processos ecológicos e de serviços ambientais essenciais.

Assim, em 2003, estudos foram realizados visando subsidiar a criação de uma UC na área de ocorrência dessas fitofisionomias e o documento de defesa técnica indica uma reserva biológica, porém, a área continua sem proteção.



Fig. 2.14 - Fitofisionomias encontradas no complexo sobre areia branca: a) campinarana; b) floresta densa com *Lepidocaryum tenue* (caranaí) / Formations occurring in the white-sand complex: a) campinarana; b) dense forest with *Lepidocaryum tenue* (caranaí).

probably of the genus *Olyra*. Epiphytes are rare, represented by *Peperomia* (Piperaceae) and at least three species of Araceae, and climbers are equally uncommon but include the rather rare gymnosperm *Gnetum*, as well as *Clidemia* (Melastomataceae).

The other forest type on white sand has a lower stature, with the canopy 8-10 m high and emergents to only 15-20 m tall, and dominated by *Cinnamomum semecarpifolium* (Lauraceae) and characterized by trees in the Apocynaceae (e.g., *Himatanthus*) and Rubiaceae. The herb and shrub layers are similar to those of the first tall forest type but with the fern *Trichomanes bicorne* conspicuous. This formation occurs along water courses, bordering the continuum of structural phases of the campinaranas.

The taller and denser forests on white sand tend to include tree species also found in adjacent forests not on white sand, such as *Ficus guianensis*, *Helicostylis scabra*, and *Perebea guianensis* (Moraceae), *Iryanthera juruensis* and *I. macrophylla* (Myristicaceae), and *Micropholis guianensis* and *Chrysophyllum prieurii* (Sapotaceae).

As noted, both the structure and the floristic composition of the plant formations on white sand are mediated by variations in the

available soil nutrients, the microtopography, and especially the duration of inundations, and these factors can favor the dominance of certain species as well as the size and density of the different life forms. The more humid edaphic conditions support more shrubs and small trees to 5 m tall, while the less humid sites support trees up to 20 m tall.

Considering the specialized character and unique composition of the formations on white sand, the fact that this complex sector of Acre's biological diversity is thus far completely unrepresented in the state system of protected areas, or anywhere in Brazil's part of southwestern Amazonia, it is imperative that a conservation unit be created in which all the different formations and ecotones on white sand are represented, also giving consideration to guaranteeing the conservation of viable plant populations and the maintenance of essential ecological processes and services. In response to this need, the state government commissioned field studies and a document detailing the justifications for the creation of a biological reserve in the region of these white-sand formations.