

## **CAPÍTULO I**

### **GEOAMBIENTES E USO DA TERRA DO SETOR NORTE DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DO DIVISOR**

#### **1. INTRODUÇÃO**

O PNSD, contrariando o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (2000), abriga populações tradicionais que praticam atividades agrícolas e extrativistas para subsistência, antes mesmo de sua criação (1989). Na região Amazônica, de modo geral, a presença humana representa uma parte integral do ecossistema regional, com impactos de efeitos locais, nacionais e globais sobre outras partes destes ecossistemas, em razão da crescente escala e intensidade de suas atividades (FEARNSIDE, 2003). Para Rodrigues (2007) a ocupação humana e a conservação da cobertura original do PNSD são compatíveis, em razão da baixa densidade demográfica, do isolamento das populações e do uso de técnicas produtivas de baixo impacto. Entretanto, devem-se aprofundar as discussões da legislação brasileira a respeito da presença humana em Parques Nacionais para fazer frente à realidade social, como no caso do PNSD.

Na Floresta Amazônica, especialmente, onde as condições naturais encontram-se em grande parte preservadas, as mudanças nos padrões de uso da terra são de grande relevância para os estudos ambientais, fornecendo subsídios para análises e avaliações dos impactos provenientes dos desmatamentos. Desta forma, são estabelecidos instrumentos valiosos na construção de indicadores e na avaliação da capacidade suporte ambiental (IBGE, 2006).

Na Serra do Divisor, noroeste do Estado do Acre, a altitude chega a 700 m, sendo de 200 m a altitude média da região circundante (OPPENHEIM, 1936). Os ambientes de montanhas, caracterizados pela diversidade de habitat, dificuldades de acesso e maior fragilidade ambiental, são frequentemente considerados áreas de grande valor ecológico (SIMAS, 2002). As áreas diretamente afetadas pela população residente no Parque, no que tange a utilização dos recursos naturais, também merecem considerações a respeito de sua fragilidade ambiental e capacidade de suporte. Para

tanto, é essencial entender a ecologia da paisagem, levando-se em conta, além da dimensão ecológica e seus mecanismos de retroalimentação, a paisagem humana, através do grau de antropização e aspectos sócio-econômicos (SIMAS, 2002).

Os estudos geoambientais envolvendo aspectos pedológicos, geomorfológicos e botânicos, integrados aos aspectos antrópicos de apropriação e uso da paisagem, são de extrema importância para o entendimento da dinâmica natural, pois permitem, de forma integrada, identificar, mapear e quantificar áreas de valoração ambiental, baseando-se em uma interpretação geossistêmica (SCHAEFER *et al.*, 2000a). Neste contexto, o estudo dos solos envolvendo atributos morfológicos, químicos e físicos fornece importantes informações a nível local, permitindo evidenciar fenômenos geoambientais na paisagem (SCHAEFER *et al.*, 2000a; SIMAS, 2002). As unidades geoambientais representam uma importante ferramenta para o planejamento ambiental, compreendendo de maneira integrada os fatores essenciais da paisagem.

Neste capítulo são caracterizadas e mapeadas as unidades geoambientais no setor norte do PNSD e entorno, identificadas a partir do estudo de aspectos físicos e químicos dos solos, características geológicas, geomorfológicas e da cobertura vegetal, e descritas suas respectivas características ecogeográficas e problemas geoambientais. O trabalho objetivou ainda atualizar e acrescentar informações pedológicas ao banco de dados obtido durante o Zoneamento Ecológico Econômico, Acre (2006), além de mapear e quantificar os padrões de uso e ocupação antrópica no PNSD.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Solos e a Paisagem da Bacia do Juruá

A bacia hidrográfica do Rio Juruá, na Amazônia Ocidental, insere-se no vasto triângulo formado entre o Rio Madeira, Rio Japurá e a borda oriental dos Andes, constituindo uma unidade morfológica de grande extensão da região do Alto Amazonas. Do ponto de vista geológico, é representada, em grande parte, pela Formação Solimões, constituída por sedimentos siltosos e argilosos, referentes a depósitos fluvio-lacustres do Plio-Pleistoceno (BRASIL, 1977). As principais mudanças na paisagem atual são associadas ao rebaixamento do nível dos mares, nos períodos glaciais, que iniciaram o processo de dissecação dos vales. Em seguida, com o aumento do nível do mar, os processos de acúmulo e preenchimento dos vales prevaleceram (colmatação), dando origem aos depósitos aluviais Holocênicos, mais recentes. Além disso, no Alto Juruá encontram-se as elevações mais orientais da Cordilheira Andina, constituindo a Serra do Divisor.

Na região Amazônica é comum a separação de dois ambientes principais, normalmente, com características fitossociológicas, pedológicas, geológicas e geomorfológicas bem distintas, sendo eles: as grandes faixas de terra nas margens dos rios, com inundações periódicas, conhecidas como *várzeas*, sendo divididas em várzea alta e baixa; e os ambientes de *terra-firme*, representando ecossistemas das savanas baixas, das matas de cipó, das florestas altas e das savanas altas, onde não há mais inundações (MORAN, 1991). Proporcionalmente, os ambientes de *terra-firme* predominam, sendo as *várzeas* responsáveis por apenas 4% de toda a região Amazônica (FALESI, 1986).

Os solos provenientes de sedimentos aluviais recentes (andinos ou subandinos) são amplamente confinados nos limites das planícies de inundação do Rio Amazonas e seus principais tributários. Os contínuos padrões de meandros dos grandes

rios asseguram a reorganização e a renovação periódica destes solos, sendo minimizados os efeitos das perdas por lixiviação. O aporte de silte e argilas de atividade alta provenientes das encostas orientais andinas e materiais orgânicos transportados, mantêm a fertilidade elevada desses solos. Ao contrário, os solos de terra firme, apresentam extrema pobreza em fósforo, pH ácido, elevada saturação por alumínio, baixos valores de CTC (SCHAEFER *et al.*, 2000b). Além disso, possuem baixo potencial para reposição de nutrientes como cálcio e potássio para as plantas, em função da pobreza do material de origem, devido ao intenso intemperismo e lixiviação que removeu os nutrientes dos minerais formadores da rocha parental (JORDAN, 1985). Nesta paisagem, a dinâmica natural é bem diferente da várzea, pois o aporte de nutrientes depende quase que exclusivamente da ciclagem realizada pela vegetação e *inputs* externos, principalmente através das chuvas.

No Alto Juruá, são encontrados solos e relictos de vegetação típicos de ambientes mais secos e áridos, em contraste com o clima Tropical Chuvoso atual (BRASIL, 1977). No entanto, na borda oriental da Cordilheira Andina predomina a vegetação característica, conhecida como Floresta de *Ceja* (*Wet Tropical Forest*) (Figura 2), ocorrendo também em padrões semelhantes na Serra do Divisor, em um ambiente serrano com chuvas abundantes, predominando indivíduos da família *Bromeliacea*. Esta região andina atua como uma barreira orográfica para as massas de ar úmido e ainda preserva ambientes desérticos nas faces ocidentais secas e vales intermontanos Andinos, caracterizados por uma vegetação de cactos, semelhante à caatinga (*thorn desert*) (LATHRAP, 1970). Durante as eras glaciais, o clima mais seco e árido possibilitou a expansão destes ambientes (paleodesertos) em direção à Depressão Amazônica, no Acre, contribuindo para a gênese dos solos desta região (com características vérticas e eutróficos), caracterizados pelas baixas taxas de intemperismo, bem como na expansão dos relictos da flora extrazonal encontradas atualmente na região (Campinaranas).

Em contraste com o Rio Juruá, o Rio Môa, um importante afluente de sua margem esquerda, tem grande parte de suas nascentes na Serra do Divisor, em terras de elevada pobreza química e extremamente arenosas. Nessas condições, o aporte de nutrientes carreados e depositados nas margens no Rio Môa é extremamente baixo, caracterizando águas de tonalidades escuras, associadas a ácidos orgânicos lixiviados do solo, em razão da quase ausência dos colóides inorgânicos.

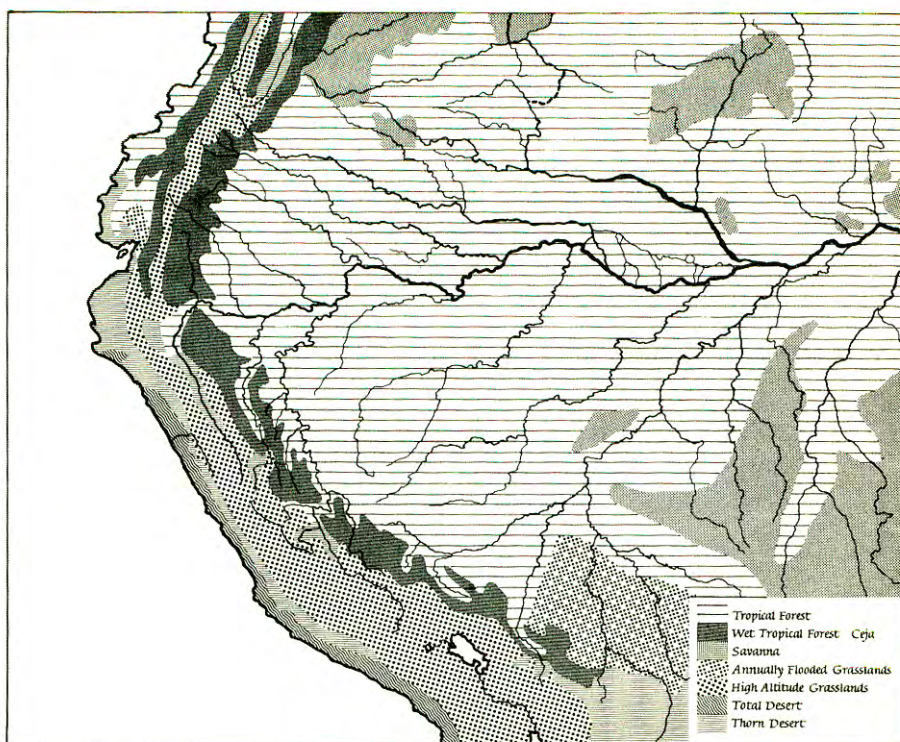


Figura 2 – Vegetação do Alto Amazonas, destacando a Floresta de *Ceja* (*Wet Tropical Forest*) na borda oriental da Cordilheira dos Andes. Fonte: LATHRAP, 1970.

## 2.2. Aspectos Gerais do Meio Físico no Noroeste do Acre

### 2.2.1. Clima

As condições do clima atual do Noroeste do Acre são localmente derivadas ou minimizadas em razão de heranças paleoclimáticas, refletidas nos solos e em relictos de flora extrazonais (IBGE, 1994). A ocorrência de vegetação anômala em relação às condições climáticas atuais nos campos de Campinarana (tipo de vegetação presente em região próxima ao Parque) e nas Florestas Aberta de bambu dominante (ABSY, 1979) confirmam um período de condição climática mais seca, favorável a savanização. As mudanças climáticas ao longo de milhares de anos e ainda hoje, possuem um papel determinante na formação da paisagem, com alterações significativas na biodiversidade.

Segundo Holdridge (1947 *apud* IBGE, 1994), esta região está inserida na Zona de Vida da Floresta Tropical Úmida, determinada por um clima quente, com

variação espacial da temperatura pouco significativa e pequena amplitude anual. Na classificação Koppen, é uma área com clima do tipo **A** (clima tropical chuvoso), dos subtipos **Am** (monção – com uma estação seca curta, mas com precipitação elevada suficiente para manter as florestas tropicais) e **Af** (floresta – com altas temperaturas, muita chuva e amplitude térmica dos meses mais quentes e mais frios, menor que 5°C). A classificação bioclimática de Gaussen caracteriza um clima de estado higrotérmico muito elevado, superior a 85% de umidade relativa, favorecendo uma floresta exuberante com grande variedade de espécies (BRASIL, 1977). Em Cruzeiro do Sul, município de maior importância na região, o número de meses secos é praticamente zero (índice xerotérmico nulo) (IBAMA & SOS AMAZÔNIA, 1998).

Durante o inverno, massas de ar frio provenientes das regiões de anticiclones do Pacífico Sul alcançam o sudoeste amazônico através das Planícies Argentinas produzindo o fenômeno conhecido localmente como “*friagem*”, quando a temperatura diminui bruscamente (LATRUBESSE & RAMONELL, 1994). Na região das elevações do Complexo Fisiográfico da Serra do Divisor as chuvas com média de 2.500 a 2.750 mm anuais são freqüentes praticamente todo ano, pois mesmo nos meses menos chuvosos (junho a setembro) os totais são superiores a 60 mm, e nos demais meses, superiores a 180 mm, ultrapassando os 300 mm de novembro a abril (IBGE, 1994).

### **2.2.2. Geologia**

O soerguimento Andino transformou intensamente a região amazônica com mudanças drásticas nos padrões hidrológicos, acarretando a formação de um grande lago sobre a Amazônia Ocidental e a inversão do sistema de drenagem, conforme comprovada pelos planos frontais de estratificação cruzada da Formação Solimões (BRASIL, 1977). A evolução da paisagem no Estado do Acre, desde antes do soerguimento Andino até o presente, com o clímax orogênico, destacando-se a Serra do Divisor no noroeste do Estado, encontra-se na Figura 2. A região constituía um ambiente de sedimentação em águas rasas, na borda do grande sistema lacustre, onde a atividade biológica foi intensa, acarretando formações geológicas com elevadas concentrações de carbonatos.

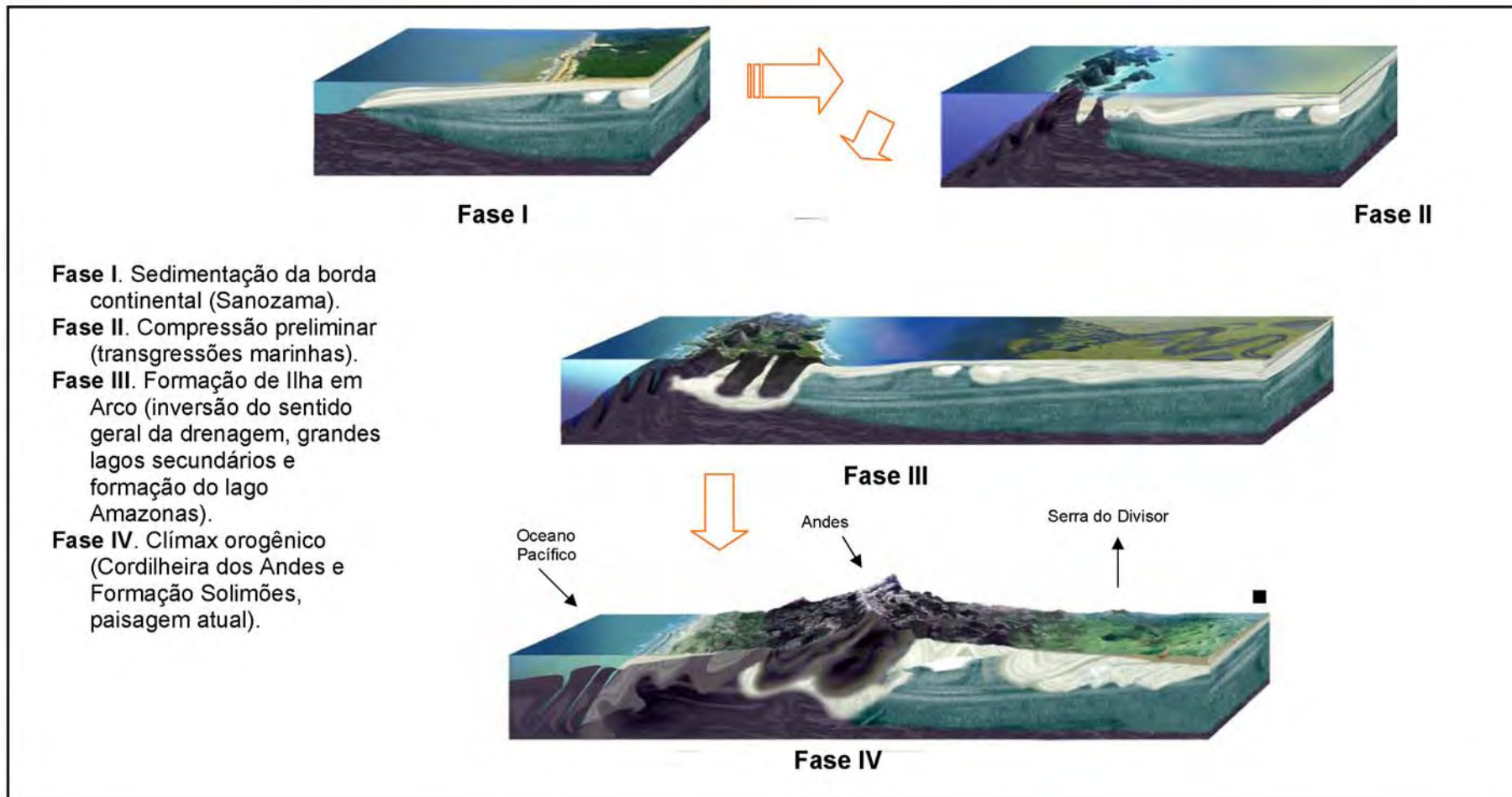


Figura 2 – Evolução da paisagem no Estado do Acre em quatro fases seqüenciais. A Fase IV indica a paisagem atual com destaque para a Serra do Divisor. Fonte: BARDALES, 2005.

Estão presentes duas províncias geológicas no noroeste do Acre: 1) *Bacia do Acre*: representada por unidades litoestratigráficas de idades Paleozóicas (Formação Formosa e Sienito da República) e Mesozóicas (Formações Môa, Rio Azul, Divisor), constituindo o complexo fisiográfico da Serra do Divisor, cuja evolução foi afetada por várias orogenias, sobretudo no final do Cretáceo e no Terciário e; 2) *Depósitos Cenozóicos*: representados pela Formação Ramon, Formação Solimões e Aluviões Holocênicos (IBAMA & SOS Amazônia, 1998).

Nas rochas da Formação Formosa predominam quartzitos e metassiltitos altamente metamorfizados, depositados em ambiente marinho raso no início do Paleozóico, na primeira transgressão marinha sobre a área (BRASIL, 1977). O Sienito República é uma rocha alcalina intrusiva composta predominantemente de quartzotraquito na forma de dique, cortando as rochas da Formação Formosa (BRASIL, 1977; MOURA & WANDERLEY, 1938).

As rochas Mesozóicas constituem o Grupo Acre, que se subdivide nas Formações Môa, Rio Azul e Divisor. A Formação Môa, datada do início do Mesozóico, é dividida em dois membros: 1) Capanauá (inferior), formada por conglomerado basal, com seixos e matacões sub-arredondados de quartzitos, quartzotraquitos, siltitos, arenitos e sienitos; e 2) Água Branca (superior), constituído por arenitos cremes, amarelos e róseos, com níveis de grãos de quartzo grossos a conglomeráticos, ferruginosos, em pacotes inferiores (BRASIL, 1977). A Formação Rio Azul, sobrepondo-se à Formação Môa concordantemente (Cretáceo Superior), apresenta folhelhos argilosos com níveis calcários e impregnação calcífera generalizada, assim como, arenitos, siltitos, folhelhos e, ocasionalmente, calcário (BRASIL, 1977). Sobrejacente a esta, aflorando no Alto Rio Môa, a Formação Divisor (Cretáceo Superior) é constituída por arenitos espessos de cores variegadas e com estratificação cruzada (BRASIL, 1977).

Dentre os Depósitos Cenozóicos, destacam-se a Formação Ramon (Terciário), formada por arenitos, conglomerados e leitos calcários, aflorando apenas no lado ocidental da Serra do Divisor (BRASIL, 1977). No lado oriental, esta formação encontra-se sob o espesso pacote sedimentar da Formação Solimões, originada a partir da intemperização e erosão do escudo cristalino de idade Plio-Pleistocênica. Esta é correlata à deposição do Grupo Barreiras em ambiente continental flúvio-lacustre, sendo composta principalmente de argilitos e siltitos (BRASIL, 1977). Sobrepondo-se discordantemente à Formação Solimões estão os Aluviões Holocênicos, representados

pelas planícies fluviais atuais, depósitos aluviais antigos em terraços, colúvios e eflúvios do sopé da Serra do Divisor.

### 2.2.3. Geomorfologia

Com o soerguimento Andino tem-se a formação do grande lago que cobriu a bacia Amazônica, promovendo a subsidência da borda ocidental a partir da deposição de sedimentos fluviolacustres (FRAILEY *et al.*, 1988). O fim do grande sistema de lagos permitiu o desenvolvimento do sistema fluvial com drenagem para leste, formando o Rio Amazonas moderno somente no final do Pleistoceno (ROSSETI *et al.* 2004). As marcas destes eventos que proporcionaram a inversão da drenagem, atualmente podem ser observadas na paisagem em anomalias da drenagem<sup>1</sup>, evidenciando o forte controle tectônico (BRASIL, 1977).

Nos últimos 15.000 anos, o clima da região Amazônica foi marcado por alternâncias de períodos glaciais e interglaciais, os quais produziram mudanças significativas na paisagem, tais como mudanças da vegetação de floresta para savana, durante períodos de clima mais frio e seco (glaciações), associados ao rebaixamento do nível dos oceanos e dos rios amazônicos (FISH *et al.* 1998).

Neste contexto, as unidades morfoestruturais encontradas na região desenvolveram-se a partir da dinâmica fluvial associada a movimentos tectônicos eustáticos, mostrando um lento soerguimento que atuou na bacia sedimentar, formada no final do Terciário e início do Quaternário. São caracterizados dois grupos de unidades morfoestruturais (BRASIL, 1977), situados entre 200 a 700 metros de altitude, são eles: (1) Depressão Rio Acre – Rio Javari, representadas por feições colinosas de idade Terciária e pela cadeia de montanhas denominada de Complexo Fisiográfico da Serra do Divisor; e (2) Planície Amazônica, correspondendo às planícies aluviais margeando os rios da região e pelos níveis de terraços descontínuos, remanescentes de sedimentos desenvolvidos durante o Pleistoceno Superior (Quaternário).

---

<sup>1</sup> Anomalias de drenagem – destaca-se como principal anomalia o *canyon* do Rio Môa, assim como drenagens subterrâneas nas cabeceiras deste rio, entre outras, provavelmente estruturais.

#### **2.2.4. Paleontologia**

No Noroeste do Acre encontram-se grandes quantidades de depósitos sedimentares fossilíferos. No início do século XX foram coletados os primeiros restos de mastodontes e taxodontes, além de outros fósseis, permitindo inferir a idade da Formação Solimões (BRASIL, 1977). O geólogo Pedro de Moura, em expedição à região, encontrou fóssil característico do Carbonífero Superior (*Productus cora*) em rochas paleozóicas do leito do Rio Capanáua, com nascente na Serra do Divisor, correlacionado com rochas do Carbonífero andino da Bolívia e do Peru e ao do baixo Amazonas, confirmando assim a suposição do mar carbonífero na Bolívia, Peru e em extensas partes do Brasil (MOURA & WANDERLEY, 1938).

#### **2.2.5. Solos**

De acordo com o projeto RADAMBRASIL (1977), o fator climático na formação dos solos da região, expresso por temperaturas elevadas e altas precipitações, desenvolveu solos sob ação de intenso intemperismo e lixiviação, em associação com o tipo de material geológico e o tempo, originando solos com feições físicas e químicas peculiares. Entretanto, também são encontrados solos de características mais jovens, eutróficos e de caráter vértico, ainda pouco estudados, associados com a ocorrência de leitos calcários no material de origem, originários dos depósitos sedimentares de águas mais rasas, também preservados pelas mudanças climáticas e condições locais de drenagem imperfeita (BRASIL, 1977; AMARAL, 2003; BARDALES, 2005).

Predominam as seguintes unidades de mapeamento: Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e Gleissolo Háptico alítico. Sobre os sedimentos fluviolacustres da Formação Solimões, predominam solos siltosos e rasos, normalmente apresentando horizonte B sobre um horizonte C pouco permeável, com raras formações de horizontes B iluviais (BRASIL, 1977).

No compartimento da Serra do Divisor, a constituição extremamente arenosa dos solos e o relevo fortemente escarpado condicionam deposições coluviais e afloramentos dos sedimentos inconsolidados, ocorrendo variações de solos jovens a muito intemperizados. A região do Alto Rio Môa comporta uma área de relevo plano e suave ondulado, tendo como possível causa a influência do soerguimento da Serra do Divisor, condicionando um ambiente de pouca lixiviação e drenagem imperfeita, com

sedimentos ricos em carbonatos e solos com caráter vértico (BRASIL, 1977), ainda não estudados.

### 2.2.6. Vegetação

Durante o Pleistoceno e início do Holoceno, as regiões tropicais sofreram diversas mudanças no clima e, conseqüentemente, na vegetação, influenciando profundamente a evolução e biologia das plantas e animais da região (PRANCE, 1985). Tais mudanças climáticas substituíram a vegetação florestal por savanas, reduzindo a floresta original a refúgios ou áreas isoladas, onde o clima permaneceu quente e úmido, principalmente, onde a topografia local favorece a precipitação (HAFFER & PRANCE, 2002; PRANCE, 1985).

De modo geral, a maior parte das espécies ocorrentes no Noroeste do Acre são componentes típicos das florestas tropicais de terras baixas (até 1.000 m), embora sejam encontrados também elementos relacionados às terras altas que atingem altitudes entre 1.000 e 2.000 metros, principalmente aqueles presentes na Floresta Densa Submontana, instalada sobre o complexo serrano (IBAMA & SOS AMAZONIA, 1998). Nestas áreas também ocorrem a Floresta de *Ceja*, típica da borda oriental Andina, caracterizada por pequenas árvores, samambaias, arbustos, orquídeas, musgos e epífitas, principalmente da família *Bromeliaceae* (LATHRAP, 1970).

A região está situada em duas grandes Regiões Fitoecológicas (ou Sistemas Ecológicos Regionais) – o domínio da Floresta Ombrófila Aberta (FOA) e o domínio da Floresta Ombrófila Densa (FOD), de acordo com a classificação proposta pelo Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1977). Estas duas regiões fitoecológicas regionais estão geralmente associadas às grandes feições climáticas e morfoestruturais presentes na bacia amazônica (os Baixos Platôs da Amazônia, o Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental e Região Aluvial da Amazônia).

Tais feições fitoecológicas regionais (FOA e FOD) estão também associadas a fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos, coexistindo uma grande diversidade de formações vegetais. O Domínio da Floresta Ombrófila Densa subdivide-se em três principais formações: a) densa com emergentes em relevo colinoso, b) densa submontana e c) densa com emergentes em interflúvios tabulares. O Domínio da Floresta Ombrófila Aberta subdivide-se em formações com dominância de palmeiras, cipós ou bambu.

## 2.2. Uso e Ocupação do Solo

As planícies de inundação atuais (várzeas) e os sedimentos Plio-Pleistocenos da Terra Firme constituem dois ambientes com potenciais econômicos extremamente distintos. Em termos de potenciais agrícolas e recursos protéicos, como peixe e caça, as planícies inundáveis são infinitamente mais atrativas para o habitat humano que as terras firmes. Mesmo há 4.000 anos, estas considerações já haviam sido feitas de forma empírica, e ainda hoje são evidentes na distribuição da população moderna na Bacia Amazônica (LATHRAP, 1970). Na paisagem das várzeas, ou planície de inundação, se produzem boa parte das culturas anuais da região, como milho (*Zea sp.*), mandioca (*Manihot esculenta*), amendoim (*Arachis hypogaea*), feijão caupi (*Vigna unguiculata*), arroz (*Oryza sp.*) e olerícolas, bem como diversas espécies frutíferas, como açaí (*Euterpe sp.*), banana (*Musa sp.*), mamão (*Carica sp.*), maracujá (*Passiflora sp.*), entre outras, e ainda, a maior parte do rebanho bubalino e boa parte do rebanho bovino é criado na várzea (SCHAEFER *et al.*, 2000).

Contudo, as inundações anuais dos solos aluviais estabelecem limites físicos à agricultura, com o cultivo limitado aos meses mais secos quando as várzeas estão expostas. Os níveis de várzeas mais elevados, com inundação apenas durante os anos mais chuvosos, são cultivados com culturas como a mandioca, que requerem um período maior entre o plantio e a colheita. Esta representa a cultura mais importante utilizada nos sistemas agrícolas das Florestas Tropicais (LATHRAP, 1970). O uso agrícola tradicional na Bacia do Alto Amazonas caracteriza-se por roças de ocorrência ao longo dos cursos d'água principais e próximo de suas margens (LATHRAP, 1970).

As áreas não inundáveis, comumente chamadas de terra-firme, caracterizam-se por sua imensa variabilidade de espécies vegetais, proporcionando uma ampla gama de oferta para as atividades humanas. A borracha possuía uma menor utilidade do ponto de vista indígena, mas se tornou muito importante para a civilização moderna (LATHRAP, 1970). Além disso, alguns povos indígenas são capazes de extrair diversos venenos para caça, pesca e guerras, como também conhecem uma variedade de plantas com importantes funções religiosas, medicinais e estéticas.

Por outro lado, com exceção das variedades de frutas de palmáceas selvagens ou domesticadas, estas florestas possuem baixas quantidades de alimentos vegetais de ocorrência natural (LATHRAP, 1970). Na terra-firme prevalece a

agricultura itinerante, baseada no sistema corte-e-queima (*slash-and-burn*) da vegetação, o qual possibilita o cultivo por curtos períodos de tempo, sendo necessária a abertura de novas áreas para utilização agrícola, em razão das perdas de nutrientes decorrentes da remoção da cobertura vegetal. Este sistema agrícola itinerante, típico da região, revela as práticas das culturas amazônicas adaptadas à baixa fertilidade dos solos e ao clima quente e úmido (MEGGERS, 1985), onde a elevada produtividade primária, após a queima, é prontamente disponibilizada em nutrientes para as plantas cultivadas, sendo outra grande parte perdida por lixiviação e mineralização. Nesta condição, o clima tropical favorável à lixiviação e decomposição dos materiais orgânicos (mineralização – perdas) também permite sua incorporação nas frações minerais do solo através da ação da macro e mesofauna, principalmente em períodos de pousio, sendo os restos vegetais carbonizados caracterizados por taxas de *turnover* lenta, quando associados aos minerais pela ação destes organismos (TOPOLIANTZ *et al.*, 2006).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de Estudo

Situado a noroeste do Estado do Acre, na fronteira Brasil – Peru, o PNSD compreende parte do importante conjunto de serras conhecidas como Serra de Contamana, sendo também chamada de Serra do Divisor no lado brasileiro, a qual representa o extremo leste da Cordilheira Andina Oriental. A região constitui um importante divisor de águas das bacias hidrográficas do Médio Vale do Rio Ucayali (Peru) e a do Alto Vale do Rio Juruá (Acre/Brasil). Apesar do nome, a Serra do Divisor, propriamente dita, não representa o divisor natural das águas (*divortium aquarium*), onde as linhas de cumeadas se confundem com a verdadeira linha divisória da bacia hidrográfica, relatada pelos oficiais da Comissão de Limites do Brasil com o Peru pelas dificuldades no reconhecimento para demarcação dessa região de fronteira (MOURA & WANDERLEY, 1938).

No presente trabalho, optou-se em estudar o setor norte do PNSD e seu entorno, em razão das características geomorfológicas notáveis da Serra do Divisor e do Rio Môa, assim como a proximidade da cidade de Cruzeiro do Sul, associada ainda às imensas dificuldades de locomoção na região. Em função de sua extensão territorial (784.077 ha) e principais vias de acesso fluviais, o Parque é dividido em dois setores com fins de planejamento e monitoramento das atividades: *Setor Norte*, no Médio e Alto Rio Môa e seus afluentes com 319.373 ha de extensão; e *Setor Sul*, em afluentes da margem esquerda do Alto Rio Juruá, com 464.703 ha (Figura 3). Para o entorno do Parque foi considerado um *buffer* de 10 km, totalizando 534.595 ha, do Setor Norte e entorno definidos como área de estudo.

#### 3.2. Unidades Geoambientais

Para a estratificação das unidades geoambientais, utilizou-se uma metodologia pedo-geomorfológica, estratificando as unidades e identificando as características ecogeográficas e problemas geoambientais associados (TRICART & KIEWIETDEJONGE, 1992; SCHAEFER, 1997). O mapeamento geoambiental é constituído de unidades fisiográficas distintas, baseadas nas características pedológicas

(atributos físicos e químicos), geomorfológicas e da cobertura vegetal. A maior parte da base de dados foi obtida do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II (ACRE, 2006), na escala de 1:250.000, sendo apenas os dados pedológicos atualizados dentro da escala mais detalhada possível, permitida pelas imagens orbitais, aerofotos disponíveis e perfis coletados na Serra do Divisor e parte da várzea do Rio Mõa.

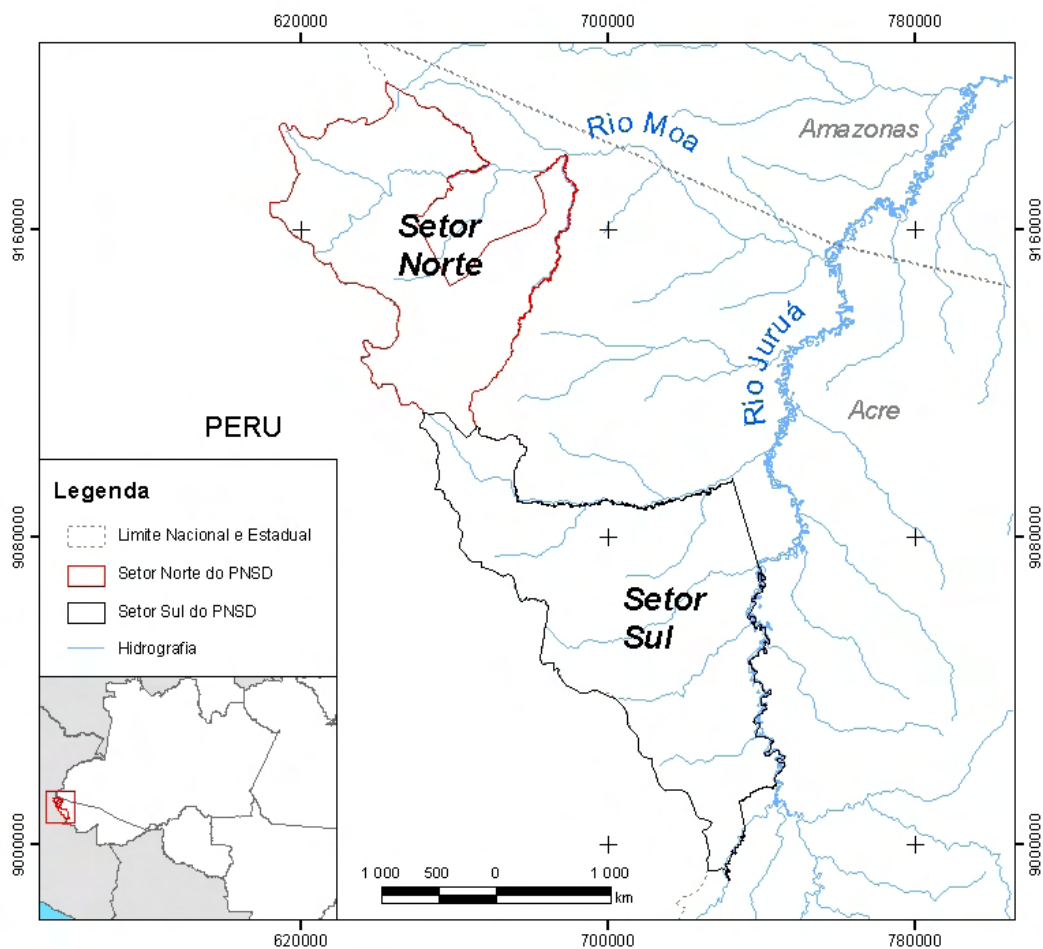


Figura 3 – Localização do PNSD, com os acessos fluviais para os dois setores do Parque (norte e sul), destacado em vermelho o limite do setor norte (área de estudo).

### **3.3. Análise física e química dos solos**

Foram coletadas e analisadas amostras de 8 perfis de solo, distribuídos no setor norte e entorno do PNSD, contribuindo para um melhor detalhamento dos dados pedológicos desta região do Noroeste do Acre. As amostras de solo foram submetidas às seguintes análises físicas e químicas:

- a granulometria foi determinada a partir da dispersão de 10 g de TFSA com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e agitação em alta rotação durante 15 minutos. Em seguida, as frações areia grossa e fina foram separadas por tamização em peneiras com malhas de 0,2 mm e 0,053 mm de abertura, respectivamente; a fração argila foi determinada pelo método da pipeta; a fração silte calculada por diferença;

- pH em água e em KCl 1mol L<sup>-1</sup>, determinado potenciométricamente na suspensão solo:solução 1:2,5; as concentrações de cálcio, magnésio e o alumínio trocáveis foram extraídas com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, na proporção 1:20, e determinadas por espectrometria de absorção atômica; o potássio e sódio trocáveis foram extraídos com solução de Mehlich – 1 e determinados por fotometria de chama; o fósforo foi extraído com solução de HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol L<sup>-1</sup> (Mehlich - 1) e determinado por colorimetria na presença de ácido ascórbico (DEFELIPO & RIBEIRO, 1997); a acidez potencial foi determinada por titulação com NaOH (0,025 mol L<sup>-1</sup>) da extração de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0; e o Carbono Orgânico Total (COT) foi determinado utilizando o método de Yeomans & Bremner (1988) adaptado por Mendonça & Matos (2005).

### **3.4. Análise de imagens orbitais e fotografias aéreas**

Neste estudo foram analisadas fotografias aéreas, imagens dos satélites Landsat 5 sensor TM e imagens de radar interferométrico, para obter os seguintes produtos:

- Caracterização, mapeamento, análise e interpretação do uso da terra;
- Caracterização e mapeamento das unidades geoambientais.

### **3.4.1. Levantamento aerofotográfico**

Para a identificação dos padrões de uso e ocupação da terra e das unidades geoambientais foram obtidas aerofotos verticais em um transecto na Serra do Divisor e parte da várzea do Rio Môa, em 3 linhas de vôo, com direções definidas cobrindo tipos de vegetação, formas do relevo e estruturas geológicas distintos (Figura 4) (REZENDE, 2006). No levantamento foram obtidas 60 fotos coloridas na escala de 1:40.000 nos negativos (5,5 x 5,5 cm), sendo então ampliadas para papel fotográfico (22 x 22 cm) na escala de 1:10.000, recobrando 60% longitudinalmente e estruturadas em pares estereoscópicos. Para isto, foram utilizadas câmeras fotoráficas HASSELBLAD com distância focal calibrada de 50 mm e filme de 70 mm com ASA 160, instalada em aeronave CESNA adaptada para este fim.

Após a revelação, as fotografias foram convertidas para o formato digital através do *scanner HP scanjet 8250*, com resolução de 300 dpi. Em seguida, através do software *Adobe Photoshop*<sup>®</sup> 7, foram recortadas e eliminadas as sobreposições longitudinais, diminuindo os erros de deslocamento radial ao longo da linha de vôo. Foram então confeccionados os mosaicos digitais semi-controlados das linhas de vôo utilizando o software *Visual Sticher*<sup>®</sup> 2 Beta. Os mosaicos foram georreferenciados através do software *ERDAS Imagine*<sup>®</sup> 8.5, por meio dos padrões da hidrografia e relevo da imagem de satélite como referência de controle terrestre. O produto final gerado, além de constituir a base para a elaboração dos mapas temáticos, compõe o Sistema de Informações Geográficas (SIG) do PNSD.

### **3.4.2. Imagem do satélite Landsat**

No mapeamento do uso da terra do setor norte do PNSD e um *buffer* de 10 km foi utilizada uma imagem do satélite Landsat 5 TM obtida em 23 de Setembro de 2005, na escala de 1:100.000. Para composição da imagem foram utilizadas as bandas 5, 4 e 3 (infravermelho médio, infravermelho próximo e vermelho), definidas a partir dos valores de reflectância e de menor interferência atmosférica (presença de nuvens na banda do visível), permitindo uma melhor visualização das feições de interesse (água, solo e vegetação). A condição extremamente úmida desta região, somada à presença da Serra do Divisor atuando como uma barreira favorável à presença de nuvens e chuvas

orográficas são fatores que restringem a disponibilidade de imagens com melhor qualidade.

As feições dos padrões de uso e ocupação do solo foram digitalizadas em tela, através do software *ArcGIS 9.0*<sup>®</sup>, distribuídos na calha do Rio Môa e afluentes. A partir das observações de campo e dos mosaicos semi-controlados das aerofotos, foram identificados os padrões da paisagem, utilizados na classificação da imagem. A imagem foi georreferenciada através do software *ArcGIS 9.0*<sup>®</sup>, sendo utilizados como controle das coordenadas terrestres os dados coletados com GPS de navegação durante o percurso do Rio Môa até a Serra do Divisor, obtidos durante o trabalho de campo.

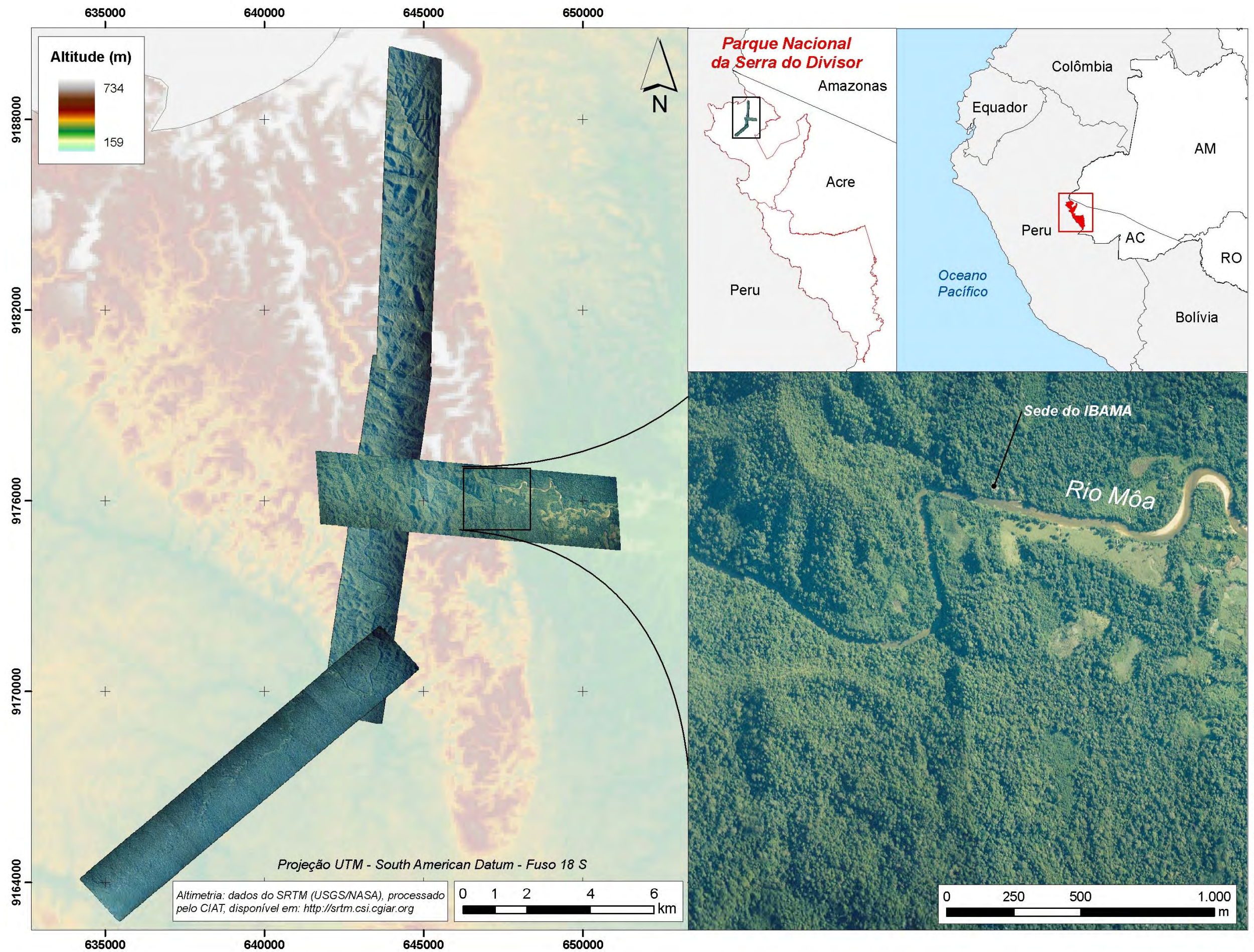
### 3.4.3. Imagens de Radar

A composição das imagens da *Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM* (Missão Topográfica por Radar Interferométrico) (JARVIS A. *et al.*, 2006), contendo as informações altimétricas da região do setor norte do PNSD, foi utilizada na separação das unidades geoambientais, sendo suas características descritas na Quadro 1.

Quadro 1 – Características do Modelo Digital de Elevação do radar interferométrico da SRTM.

<b>Características</b>	<b>Modelo Digital de Elevação</b>
Acurácia Horizontal	90 metros
Acurácia Vertical	10-16 metros
Amostragem Horizontal	1'' x 1'' lat/long (30 x 30 m)
Amostragem Vertical	1 metro
Projeção	Coordenadas geográficas (lat/long)
Esferóide	WGS84
Formato dos dados	16 bits (signed integer)

Fonte: InfoGeo(2004)



Fonte: Sérvulo Resende/NEPUT, 2006

Figura 4 – Mosaico semicontrolado do transecto na Serra do Divisor com destaque para o canyon do Rio Môa e uso da terra nesta região

## 4. RESULTADO E DISCUSSÕES

### 4.1. Unidades Geoambientais

#### 4.1.1. Descrição geral da paisagem

A área estudada compreende a região do Alto e Médio vale do Rio Môa, afluente da margem esquerda do Rio Juruá. Estes compartimentos de drenagem são separados pelas elevações da Serra do Divisor, que apresentam forte controle estrutural no sentido NO-SE e N-S, representando a única porção dos dobramentos andinos aflorando em território brasileiro. O Rio Môa tem suas nascentes no Brasil, próximo da fronteira com o Peru, segue em padrão de meandros na direção SO-NE por aproximadamente 30 km, até o encontro com a Serra do Divisor, quando redireciona para Leste e corre fortemente encaixado em falhas, entre cristas serranas de escarpas íngremes, formando vales estruturais, indicando ser um rio epigênico ou superimposto (Figura 4). A Serra do Divisor é constituída de sedimentos inconsolidados arenosos, sendo comum cicatrizes de deslizamentos. No *canyon* do Rio Môa são visíveis planos de falhas de baixo ângulo nos afloramentos de rocha, com direção predominante N-S e NE-SW. Após romper a Serra do Divisor, o Rio Môa alcança seu médio curso, apresentando novamente padrão meandrante, formando extensas planícies hidromórficas e areais, além de lagos abandonados nas margens, até alcançar seu baixo curso e a desembocadura do Rio Juruá.

De modo geral, a paisagem é estratificada em três grandes ambientes, ditados por características pedológicas, que são relacionados, em grande parte, com a natureza geológica do substrato. Na região do Alto Rio Môa predominam solos eutróficos com caráter carbonáticos e vérticos, representando o compartimento da paisagem com solos mais jovens e de elevada fertilidade. O ambiente do complexo fisiográfico intermediário da Serra do Divisor é constituído, predominantemente, de solos distróficos, extremamente pobres, de textura arenosa, com acúmulo expressivo de material orgânico na superfície nas cotas mais elevadas (>300 metros). Por último, a

região do Médio Rio Moa, apresenta solos com horizonte A fraco, pouco desenvolvido, e teores de Al trocável elevados, onde a dinâmica natural do ambiente depende da ciclagem dos nutrientes nas camadas superficiais do solo e presença do lençol freático.

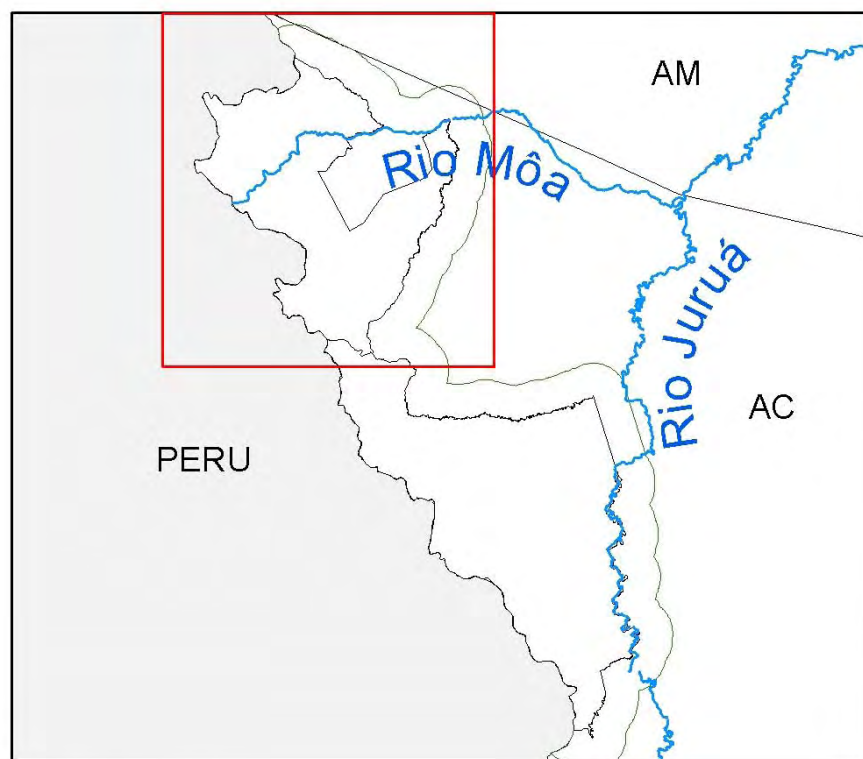
Foram identificadas um total de nove unidades geoambientais (Figura 5) distribuídas nos três grandes ambientes. O Quadro 2 apresenta uma síntese dessas unidades.

#### **4.1.1.1. Encostas e vales profundos florestados da Serra do Divisor com solos pouco desenvolvidos**




A Serra do Divisor constitui um ambiente peculiar à paisagem do Noroeste Acreano, com relevo bastante acidentado em encostas e vales profundos. Esta unidade geoambiental representa 7 % da área estudada, com predomínio de um relevo montanhoso a escarpado, definido pelas peculiaridades litológicas, geomorfológicas e pedológicas notáveis da Serra do Divisor.

As características pedológicas deste ambiente são diretamente correlacionadas aos fatores topográficos e aos materiais de origem distintos. Estão presentes nas formações do Cretáceo materiais arenosos quartzíticos formando solos extremamente pobres (Quadro 3). Aproximadamente na cota de 400 metros de altitude é definido o limite abrupto desta unidade com os Topos Serranos com Floresta de Ceja, onde a precipitação é mais abundante e o relevo apresenta-se ainda mais escarpado e com mais afloramentos rochosos (Figura 6).

Este geoambiente representa um extenso conjunto de serras, de alinhamento N-S, que atua como uma barreira orográfica para as massas de ar úmido do leste e sul, favorecendo uma precipitação mais elevada. A unidade apresenta forte controle estrutural, com a drenagem correndo em vales profundos e encaixados. São comuns deslizamentos naturais, formando extensos depósitos de colúvios arenosos e afloramentos de rocha nas encostas e, no fundo dos vales, os depósitos aluviais. Predominam os Cambissolos Háplicos distróficos e eutróficos, Argissolos Amarelos distróficos (BRASIL, 1977) e Neossolos Litólicos hísiticos e distróficos, normalmente de textura arenosa e acúmulo de material orgânico em superfície (Perfis 3 e 4 do Quadro 3).



### Legenda

-  Hidrografia
-  Limite do PNSD
-  Zona de Amortecimento (10 km)

### Unidades Geoambientais

-  Encostas e Vales profundos florestados da Serra do Divisor com solos pouco desenvolvidos
-  Topos serranos com Floresta de Ceja sobre solos arenosos
-  Encostas e Vales encaixados florestados com solos eutróficos
-  Planície Fluvial do Alto Rio Mõa com solo eutróficos
-  Vales do Alto Rio Mõa com Florestas de Bambu sobre solos eutróficos
-  Colinas e Tabuleiros Dissecados Florestados do Alto Rio Mõa e Azul com solos eutróficos
-  Colinas e Tabuleiros Florestados com solos alumínicos
-  Planície Fluvial do Médio Rio Mõa e afluentes com solos alumínicos
-  Depósitos arenosos de sopé com Buritizais sobre solos distróficos

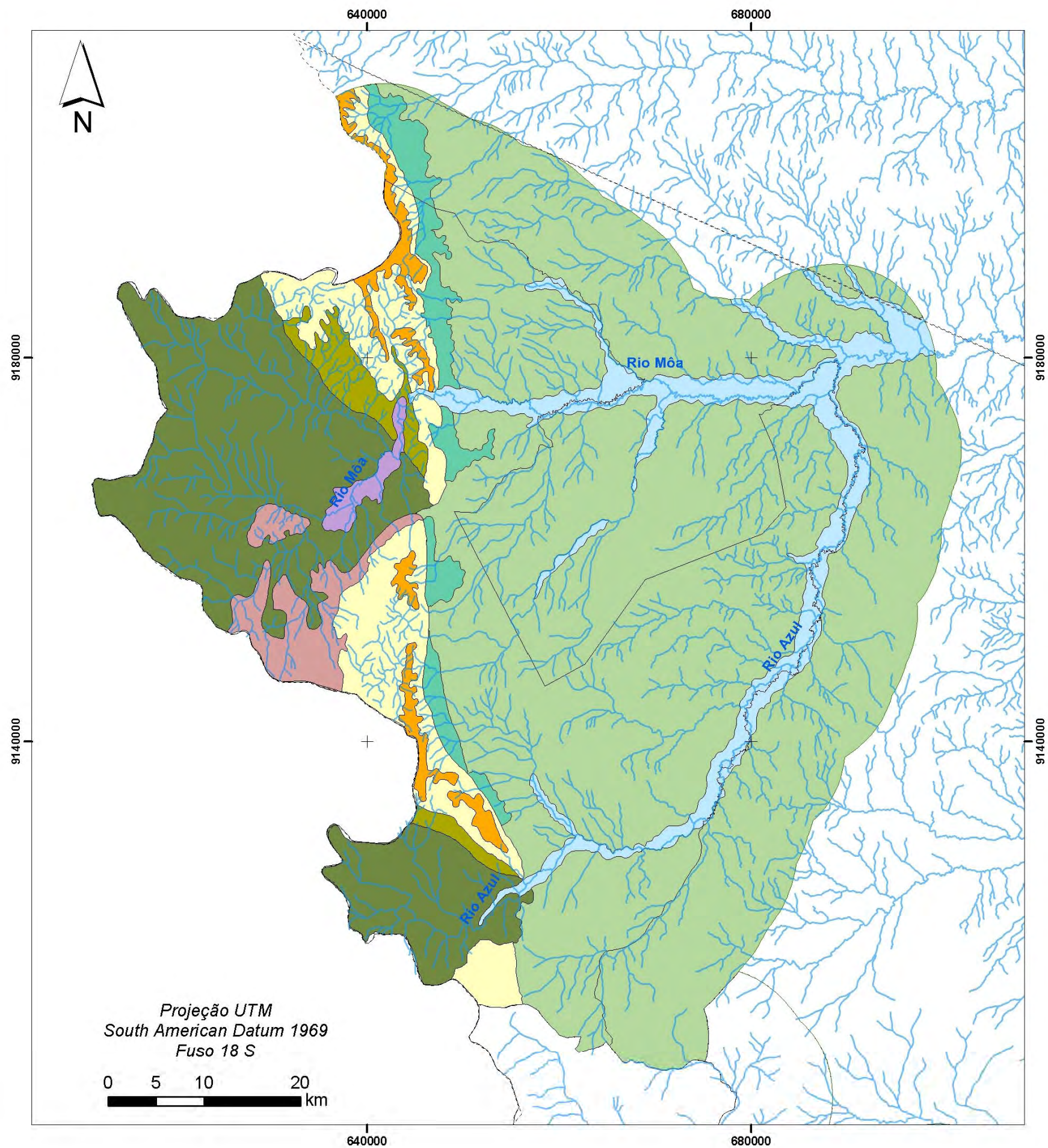


Figura 5 – Mapa das Unidades Geoambientais do setor norte do Parque Nacional da Serra Divisor (PNSD) e entorno (10 km)