

Bases Geológicas e Geomorfológicas da Formação e Distribuição dos Solos no Estado do Acre

● Texto: Eufan Ferreira do Amaral¹
Carlos Ernesto Schaefer²
Luciana Mendes Cavalcante³
Sérvulo Batista de Rezende⁴
João Luiz Lani⁵

44

LIVRO TEMÁTICO | VOLUME 2
RECURSOS NATURAIS GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E SOLOS DO ACRE

1. INTRODUÇÃO

As primeiras informações geológicas e geomorfológicas sobre o território do atual Estado do Acre se iniciaram com exploradores e naturalistas de várias nacionalidades, que desde o final do século XIX, subiram a Bacia Amazônica, alcançando os principais rios acreanos, como Purus, Juruá e Acre. Em suas viagens descreveram as rochas aflorantes ao longo dos rios, raramente percorrendo os interflúvios, que permanecem praticamente desconhecidos, principalmente em função

da acessibilidade. Entre os cientistas de renome daquele período, destacam-se Willian Chandless, Katzer e Euclides da Cunha. Nos primeiros anos do século 20, o recém-criado Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil realizou extensos trabalhos geológicos no Estado, através de Pedro de Moura e Victor Oppenheim. Uma visão completa, embora generalizada, da geologia e da geomorfologia acriana, contudo, só seria obtida com os trabalhos do Projeto RADAMBRASIL, em escala 1:250.000 e publicação em escala de

1 Doutor em Solos e Nutrição de Plantas | SEMA | EMBRAPA/AC
2 Ph.D em Ciência do Solo | UFV
3 Mestre em Geologia e Geoquímica | PETROBRÁS
4 Doutor em Solos e Nutrição de Plantas | UFV
5 Doutor em Solos e Nutrição de Plantas | UFV

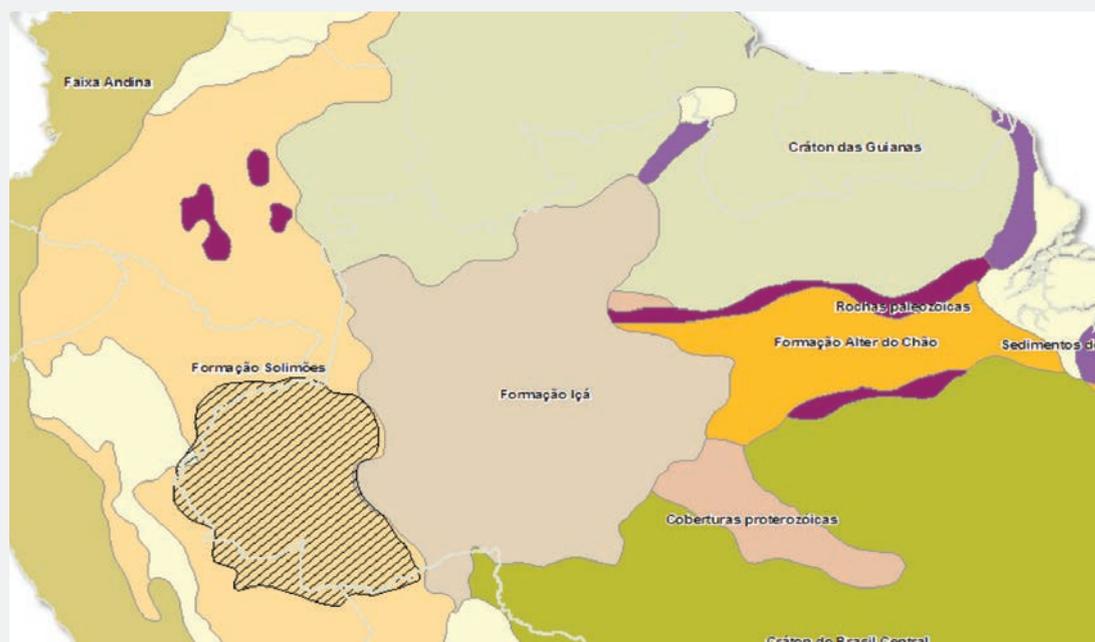


Figura 1. Localização da Bacia do Acre (hachuras) no contexto geológico da Amazônia. Fonte: Modificado de Cavalcante, 2006.

1:1.000.000, além dos diversos trabalhos mais recentemente realizados pela PETROBRAS e o Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

O presente capítulo baseou-se em extensa revisão bibliográfica e em análise interpretativa de imagens de radar e de satélite, associada à base cartográfica em escala 1:100.000, o que permitiu a elaboração de um modelo preliminar dos blocos geotectônicos do Acre e suas principais características pedológicas, considerando que os processos geológicos mais recentes na região foram decisivos na elaboração da paisagem atual.

2. O PAPEL DA GEOTECTÔNICA DO ACRE NA FORMAÇÃO DOS SOLOS

No Estado do Acre, a principal unidade geotectônica é a Bacia do Acre (Figura 1), que se encontra delimitada pelo Arco de Iquitos e pela Faixa Andina. A bacia é formada por rochas sedimentares pouco consolidadas, essencialmente Cenozóicas, que dominam quase toda a paisagem acriana. Predominam rochas maciças de argilitos sílticos e siltitos, ou rochas finamente laminadas com concreções carbonáticas e gip-

síticas e arenitos finos, micáceos (BRASIL, 1976; PMACII, 1990; ACRE, 2000; LANI e AMARAL, 2002).

A área da bacia do Acre é de, aproximadamente, 230.000 km², em Território Brasileiro (POPP, 1999), corresponde a toda a superfície do Estado do Acre, parte do Estado do Amazonas e pequena porção do Estado de Rondônia, além de ocupar extensões em território peruano, boliviano e equatoriano.

O embasamento cristalino da Bacia do Acre é representado pelo Complexo Jamarí, a unidade litoestratigráfica mais antiga, que aflora em diminuta área da Serra da Jaquirana, nas cabeceiras do rio São Francisco, extremo oeste do Estado compreende rochas gnáissicas, granulitos, anfibolitos, quartzo-dioritos e xistos, sendo correlata ao Complexo Xingu, possuindo, entretanto uma complexidade litológica maior (CAVALCANTE, 2006).

Na porção oeste do Estado, por outro lado, ocorrem pequenas manchas de rochas mesozoicas, paleozoicas e pré-cambrianos, em área muito reduzida e em domínio montanhoso (Figura 2).

A seqüência sedimentar que recobre a bacia do alto Amazonas, bacia do Acre e bacias de Pastaza e Ucayali, no Peru e leste do



Figura 2. Vista aérea do ponto de inserção do rio Moa, seguindo as falhas, em área de domínio montanhoso no extremo oeste do Estado do Acre. Fonte: Eufra Ferreira do Amaral.

Equador, foi estudada e descrita por vários autores (OLIVEIRA & LEONARDOS, 193; ALMEIDA, 1974; SANTOS, 1975; MONTALVÃO, 1976 e POPP, 1998).

A história geológica da Bacia do Acre envolve primeiramente a deposição de sedimentos na borda de um cráton situado a leste, formando uma bacia marginal, aberta desde o Paleozoico, resultando em sedimentos continentais muito intemperizados, intercalados a sedimentos marinhos. A análise de feições sísmicas e perfis estratigráficos realizada pela Petrobrás (OLIVEIRA, 1994) mostram que a bacia é um rifte intracontinental, onde ocorreram episódios de incursões marinhas vindas de Oeste. Após o soerguimento da Cordilheira dos Andes, a deposição sedimentar passou a um regime continental, com a presença periódica de um sistema de grandes lagos, posteriormente entulhados por sedimentos, posteriormente soerguidos e recobertos por grandes leques aluviais.

Pressupõe-se que a bacia do Acre, marginal e aberta ao Pacífico durante todo o Cretáceo e Terciário Inferior, foi bloqueada pelo soerguimento da cordilheira oriental andina, transformando-se em uma bacia intracontinental (ASMUS & PORTO, 1973;

CAMPOS e BACCOLI, 1973), invertendo a direção da sedimentação.

No final do Terciário o fluxo hídrico mudou drasticamente, o que é comprovado atualmente pelos planos frontais de estratificação cruzada contida na Formação Solimões, que mergulham para nordeste (BRASIL, 1976).

As estruturas geológicas mais importantes na configuração da paisagem atual (Figura 3) são: o Arco de Purus, alto estrutural existente desde o Paleozoico, que representou até o início do Cenozoico um divisor de águas (terras altas) entre as drenagens de leste e oeste, até que o soerguimento da cadeia andina, no Mesozoico, deslocasse o divisor para oeste, na atual Cordilheira dos Andes (BEMERGUY & COSTA, 1991; WANDERLEY FILHO, 1991); o Lineamento Madeira, que forma o limita sudeste da bacia do Acre, e também constituiu um divisor de drenagem no Cretáceo; o Arco de Iquitos, alto estrutural que separa a bacia do Acre da bacia do Solimões, e o lineamento Juruá.

Tal estrutura parece controlar a disposição dos blocos tectônicos acreanos, descritos à frente.

Sobreposta em discordância ao embasamento cristalino (complexo Jamari) ocorre a

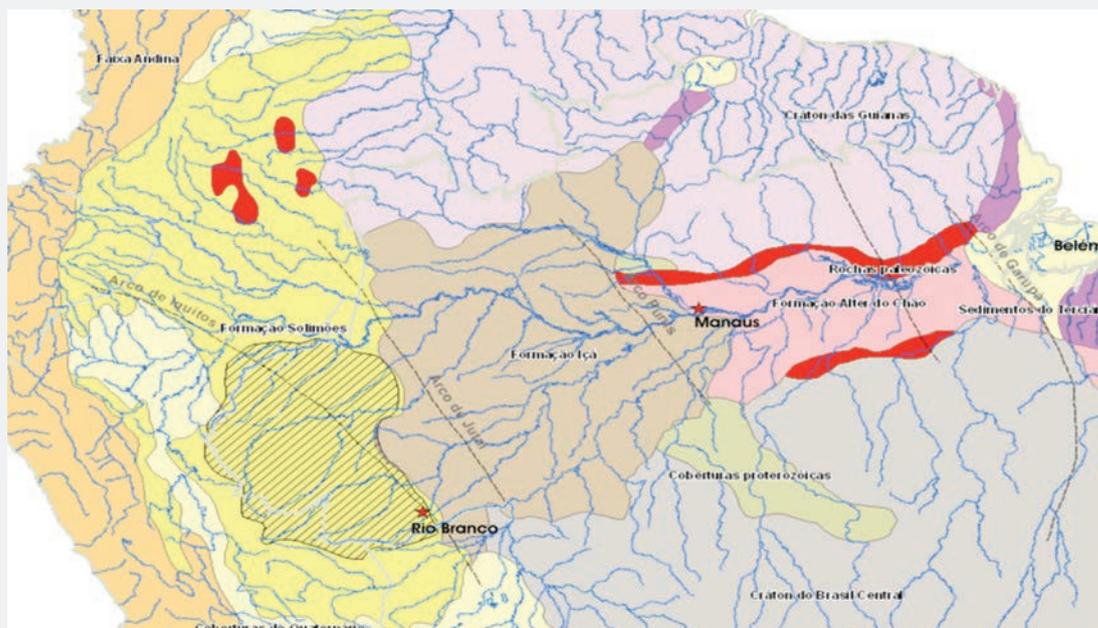


Figura 3. Contexto geotectônico do Acre na Bacia Amazônica. Fonte: Modificado de Cavalcante, 2006.

Formação Formosa, cujos litotipos são resultantes de uma emersão do escudo brasileiro, conforme Caputo (1973). Após essa deposição houve a intrusão de corpos plutônicos alcalinos, como sienitos (Sienito República), causando metaformismo de contato com a Formação Formosa.

O levantamento geral das Cordilheiras dos Andes teve o seu início remoto no final do Cretáceo Superior (Figura 4) e atingiu o seu clímax no Mioceno Superior, modelando o atual aspecto geográfico sulamericano (MIURA, 1972). Nessa fase, a bacia do Acre, passou por profundas alterações, além da inversão do seu sistema de drenagem, os levantamentos, dobramentos e falhamentos contribuíram para modelar a sua constituição geológica e geomorfológica atual (LEITE, 1958).

Já durante o Jurássico, houve evento tectônico compressivo (Tectônica Juruá) que inverteu a bacia, soerguendo-a. A partir do Cretáceo, alternam-se episódios de incursões e regressões marinhas, resultando na deposição do Grupo Acre, predominando a tendência de subsidência na área. O Arco de Iquitos (que separa a Bacia do Acre da Bacia do Solimões) funcionou como área de erosão, fornecendo sedimentos clásticos nos momentos de recuo do mar. Com a Orog-

nia Andina, na fase de deformação Quéchua, originou-se a Serra do Divisor, através de forte compressão e inversão na área pelo avanço da cadeia andina para leste. O Arco de Iquitos foi então rebaixado pela erosão, e a Bacia do Acre tornou-se continental, com sedimentos provindos de oeste. Esse evento acarretou uma inversão geral no fluxo das principais drenagens da bacia amazônica, que se mostra até hoje (rios Solimões e Amazonas passaram a correr de oeste para leste, por exemplo).

A Serra do Moa (situada no extremo oeste do Estado do Acre, na fronteira com o Peru) é uma dobra anticlinal, que se apresenta como última dobra a leste da Cordilheira oriental (MOURA & WANDERLEY, 1938) e pertence ao mesmo ciclo tectônico Quéchu

Antes da completa inversão são depositados os sedimentos da Formação Solimões (argilitos, siltitos e arenitos com intercalações de finos níveis de calcário, linhito e turfa). Maia et al. (1977), em função de análises de sondagens e perfurações, separa o material da base da então Formação Solimões em uma formação separada, chamada Ramon (constituída por material arenoso de ambiente oxidante).

As litologias da Formação Solimões apresentam-se em camadas lenticulares de

extensões variáveis, cujas transições verticais e laterais se fazem tanto de forma brusca quanto gradativa, o que evidenciaria uma constante oscilação na energia de transporte durante o período de deposição de seus sedimentos. De acordo com Maia et al. (1977), os sedimentos da Formação Solimões, de ambiente eminentemente redutor, gradam tanto vertical como lateralmente para uma seção inferior de ambiente oxidante, pertencente à Formação Ramon cuja idade se estende do Cretáceo Superior ao Paleoceno.

Os sedimentos da fácies redutora, Formação Solimões, são, em geral, abundantemente fossilíferos, micáceos e localmente calcíferos. Os níveis de linhito estão na maior parte das vezes piritizados e gradam inferior e superiormente para argilitos carbonosos. A seção de ambiente oxidante na base, a Formação Ramon, compõe-se de argilitos, siltitos e arenitos e apresenta coloração avermelhada, arroxeadada, amarelada e esbranquiçada, sendo comum a ocorrência de todas estas tonalidades mescladas em conjunto (BEZERRA, 2003).

Maia et al. (1977) analisaram bioestratigraficamente e redefiniram a Formação Solimões, ou seja, abstraindo-se do conjunto sedimentar cenozoico a seção superior integrante da Formação Içá, bem como a seção inferior integrante da Formação Ramon. A análise deste material paleontológico indicou o intervalo do Mioceno ao Plioceno para a sedimentação da unidade.

Latrubesse et al. (1994) confirmam o intervalo Mioceno Superior – Plioceno para a deposição das porções superiores da Formação Solimões, de onde descrevem uma abundante e variada fauna de mamíferos do Mio-Plioceno coletada em toda a sequência exposta, tanto nos barrancos dos rios como nos interflúvios no topo da formação.

Räsänen et al. (1998) define o ambiente de sedimentação da Formação Solimões no Brasil como um sistema lacustre que cobria inteiramente a Amazônia Ocidental, com uma estreita conexão com o mar. Os rios que drenavam os Andes em processo de levantamento ingressavam neste lago pelo oeste, passando através de uma zona

costeira aluvial de antearco relativamente estreita. Durante os milhões de anos de sua existência a bacia lacustre esteve em constante subsidência, e o registro sedimentar mostra que a linha de costa progradou e retrogradou repetidamente. Por volta de 12 Ma BP (no Mioceno), dois processos teriam atuado de forma simultânea: as incursões marinhas que ingressaram a bacia lacustre na pelo norte (região da Venezuela), e um incremento da deposição fluvial dos rios de origem andina. Estes depósitos fluviais, com influência estuarina e de maré, teriam alcançado a região do Acre, depositando-se por longo intervalo.

Räsänen et al (1998) concluem que a origem da Formação Solimões vincula-se a um sistema fluvial que drenava a região de leste para oeste, em direção a uma área deprimida posicionada nas bordas da cadeia andina em processo de soerguimento (Orogenia Quéchuá), que também recebia sedimentação de alta energia sob a forma de leques aluviais provenientes de oeste, ou seja, da Cordilheira Andina. Tais sedimentos foram acumulados em ambiente de lagos rasos ou áreas pantanosas, o que gerou as condições de ambiente redutor característico da Formação Solimões. Decorre disso a abundância de níveis carbonosos e de fósseis, e a predominância de sedimentos finos, ocasionalmente com precipitação química carbonática ou sulfatada.

O padrão de drenagem festonada atual (ALMEIDA, 1974), indica o encaixe dos rios atuais a um sistema de estratificação cruzada fluvial pretérita, que exerceu o controle dos cursos de água durante a gênese da bacia. Este sistema fluvial pretérito, que foi denominada por Almeida (1974) de Sanozama (Amazonas, ao contrário), foi depositado por um rio, que corria no sentido geral de leste para oeste. Esta Formação teria sido depositada do Plioceno superior ao Pleistoceno inferior e ocupou uma área aproximada de 950.000 km² no Brasil.

Frailey et al. (1988) sugere o modelo de formação do Lago Amazonas (Figura 4 – Fase III), a partir dos movimentos tectônicos na Cordilheira dos Andes, que causaram um

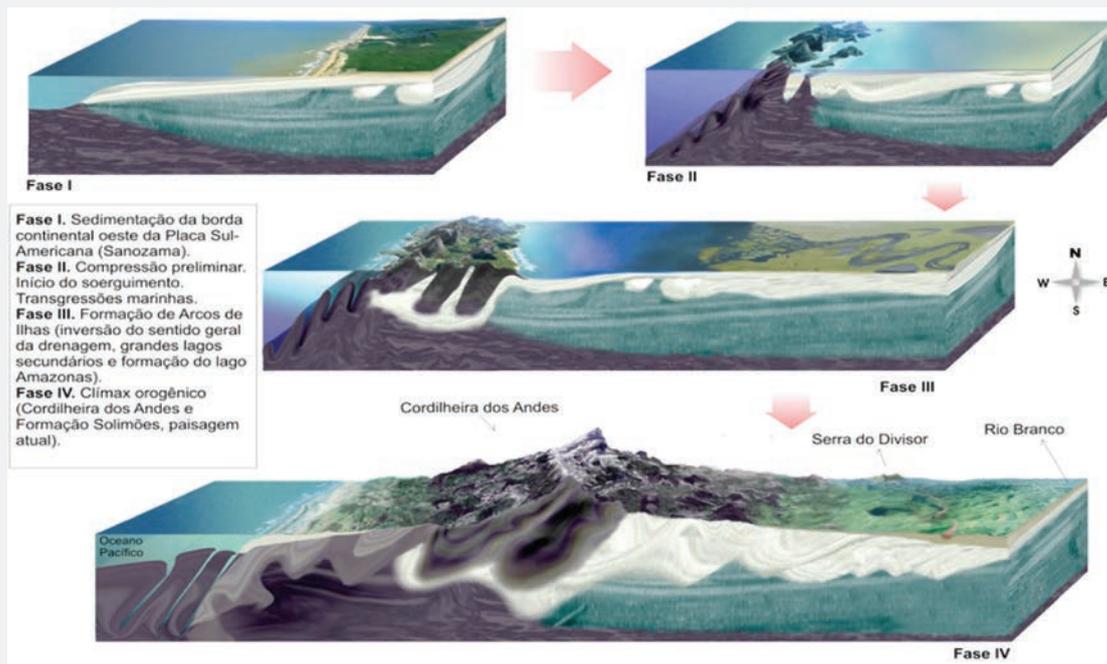


Figura 4. Evolução da paisagem da região da bacia do Acre. As feições de paisagem são indicadas pelas fases em seqüência. A Fase 4 mostra o Oceano Pacífico, no extremo oeste, a Cordilheira dos Andes, ao centro e a paisagem que predomina no sudeste acreano. No extremo leste pode-se observar os primeiros dobramentos, que correspondem a Serra do Divisor, no Estado do Acre.

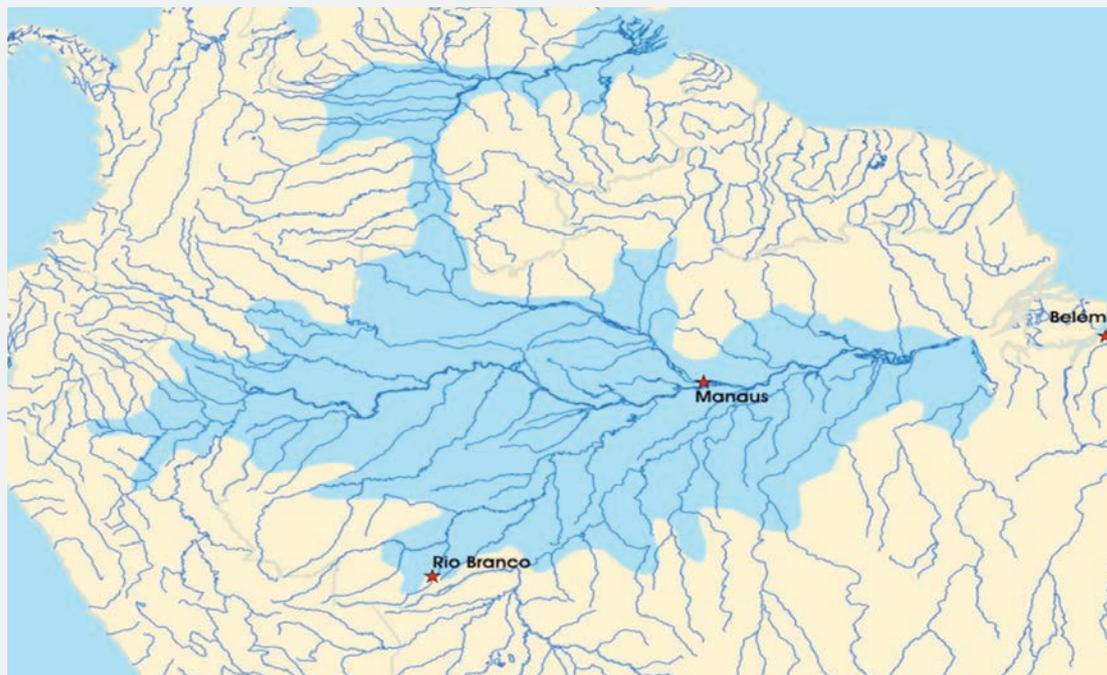


Figura 5. Contexto geotectônico do Acre na Bacia Amazônica. Fonte: Modificado de Cavalcante, 2006.

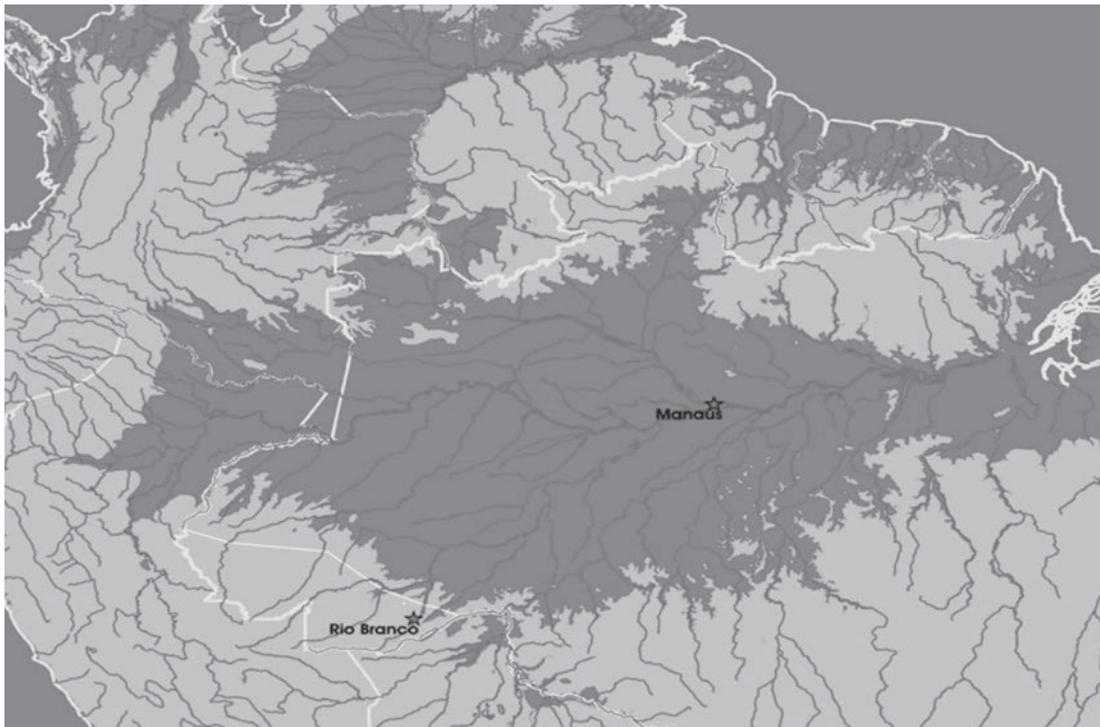


Figura 6. Reconstrução do lago Amazonas. Fonte: Baseado nas informações de Frailey, et al. (1988) e em um Modelo Digital de Elevação Hidrológicamente Corrigido do projeto SIVAM (SIF/SIVAM, 2003).

rebaixamento ativo e substancial da borda ocidental da bacia amazônica, e que a área situada nas proximidades de Rio Branco estava situada às margens deste lago. A Figura 5 ilustra a distribuição hipotética do paleolago Amazonas no período de máximo desenvolvimento.

Figura 5. Distribuição do lago Amazonas. As margens do lago foram delimitadas pela cota 152,4 metros. Fonte: Modificado de Frailey, et al., 1988.

A hipótese do Lago Amazonas (FRAILEY et al., 1988), reforça a teoria de que as condições geológicas, pedológicas e biológicas só podem ser bem entendidas a partir de um modelo de evolução da paisagem.

Para Frailey et al. (1988), nesta região da Amazônia Ocidental, houve influência de um controle tectônico intermitente, que condicionou mudanças significativas no grau de intemperização dos sedimentos na bacia do Acre, quando comparada com os sedimentos da bacia do Amazonas. Assim a atividade tectônica inundou a bacia com sedimentos e cobriu os mesmos antes do

processo de intensa intemperização, o que permitiu formação do ambiente deposicional para os sedimentos atualmente expostos no Rio Acre (Estado do Acre, Oeste da Amazônia).

Utilizando dados de altitude mais precisos é possível detalhar melhor as bordas do lago (Figura 5) e compreender a situação da bacia do Acre que durante este período ficou numa posição geográfica de borda, provavelmente em ambiente de águas rasas, tendo como limite oeste a atual cordilheira dos Andes.

O primeiro aspecto que se deve destacar é que boa parte do paleolago Amazonas é hoje constituída por terras firmes associadas aos Plintossolos e Argissolos plínticos além de Gleissolos, o que indica um forte hidromorfismo em período subatual, reforçando a hipótese lacustre.

As evidências atuais da presença de gipsita (CaSO_4) (Figura 6), concreções carbonáticas (CaCO_3) (KRONBERG et al., 1989), fósseis de grandes répteis (CUNHA, 1963) e pequena profundidade do solum indicam a presença de um ambiente lacustre (BRASIL,



Figura 7. Gipisita (1,2 metros de profundidade) localizada após o rio Caeté no Município de Sena Madureira às margens da BR-364. Fonte: Eufraan Ferreira do Amaral.

1976), com períodos de forte dessecação (áridos) que concentrava sais solúveis trazidos pelos rios.

Portanto, fases de clima árido atuaram sobre um sistema flúvio-lacustre intermitente e descontínuo que ocorreu na Amazônia Ocidental no Quaternário e condicionou a formação de evaporitos. Atualmente este material se encontra distribuído na região na forma de veios e níveis de carbonato de cálcio e sulfato de cálcio (AMARAL, et. al., 2002; LANI & AMARAL, 2002).

As principais mudanças climáticas e fitogeográficas ocorridas durante o Quaternário foram resultados de freqüentes alterações glaciais e interglaciais, as quais produziam bruscas mudanças, tais como, a troca de vegetação predominantemente de floresta para savanas, durante os períodos de clima mais frio e seco (FISH et al., 1998).

Latrubesse (2000), a partir do modelo de circulação dos ventos (IRIONDO & LATRUBESSE, 1994; LATRUBESSE & RAMONELL, 1994; RAMONELL & LATRUBESSE, 1991), ressalta que a extensão da aridez na Amazônia alcança o seu clímax durante o Pleistoceno tardio. Provavelmente, nesta fase sedimentos arenosos eólicos se estenderam sobre a parte central e norte da Amazônia, enquanto a vegetação de savana alcançava a sua extensão máxima.

No início do Quaternário, tem-se a deposição fluvial da Formação Cruzeiro do Sul e os terraços pleistocênicos. Em seguida são alternados momentos de quietude (em que se dá o desenvolvimento dos perfis de intemperismo – Coberturas detrito-lateríticas) com outros de movimentação tectônica. Essa nova tectônica ressurgente (Neotectônica) gera reativações de antigas falhas, soerguendo ou rebaixando blocos. A partir do encaixamento da drenagem, há deposição do material holocênico (terraços holocênicos, areias quartzosas inconsolidadas, aluviões holocênicos e coluviões holocênicos) elaborando o relevo colinoso atual, em clima úmido.

Utilizando o modelo proposto de evolução da paisagem somente nas bacias dos rios Acre e Iaco, é possível destacar eventos mais relevantes, a partir das observações de campo, simulações em ambiente digital e estudos já realizados (Quadro 1).

A análise paleogeográfica tem como objetivo a interpretação histórica das principais propriedades da estrutura contemporânea das paisagens, a determinação dos fatores principais e as direções de evolução, o tempo em que se formaram as características principais da natureza e seus ritmos.

Nos estudos de Dias et al. (1976), foi detectada a Falha do Iquiri, que corresponde

Quadro 1. Coluna dos principais eventos da evolução da paisagem das bacias dos rios Acre e Iaco.

Era	Período	Época	Unidade litoestratigráfica		Eventos Relevantes nas bacias	
			Complexo	Formação	Acre	Iaco
Cenozóico	Quaternário	Holoceno			Há episódios tectônicos, que reorganizam a rede de drenagem, facilitando uma drenagem mais rápida, culminando com a formação da falha do Iquiri (Arco de Iquitos), que controla a dissecação nos dias atuais.	Em clima mais úmido, há revegetação com presença de Floresta Aberta. Pelas condições de baixa permeabilidade dos solos a gipsita foi preservada. Ela foi formada, provavelmente, a partir da dissolução dos carbonatos pré-existentes.
			-----Discordância-----			
		Pleistoceno	Solimões		Na bacia do Acre, há uma drenagem mais rápida pela sua posição de borda. Recebe a última fase de deposição da formação Solimões, composta de sedimentos grosseiros.	Sob influência lacustre e em ambiente de redução, sob clima árido há redução nos processos pedogenéticos, em detrimento da evolução geológica, com formação dos evaporitos
Terciário	Plioceno			Climax da orogenia da Cordilheira dos Andes. Pela sua posição geográfica as duas bacias ficam sobre influência lacustre e iniciam o processo de drenagem e dissecação da paisagem.	Em função da formação de ilhas em arco, como produto do início da orogenia andina, nas bacias ocorreu continuada sedimentação e inundação por mares rasos.	

Continua ►

Era	Período	Época	Unidade Litoestratigráfica		Eventos Relevantes nas bacias
			Complexo	Formação	
			Acre	Iaco	
Pré-Cambriano Superior antigo		Xingu			
-----Discordância-----					
					As bacias fazem parte do conjunto de bacias do Sanozama. É uma bacia marginal e aberta e tem sentido geral de drenagem leste-oeste, em direção ao atual Oceano Pacífico.

Quadro 2. Eras geológicas, períodos, relação com o ano, época, formação, litologias e principais eventos na bacia do Acre.

ERA	PERÍODO (milhões de anos)	Começo (Mês e dia) ¹	Começo (idade por analogia)	ÉPOCA	FORMAÇÃO	
Cenozóico	Quaternário (0-2)	Dez, 31	3h48m00 seg ²	Holoceno	Aluviões Holocénicos	
				Pleistoceno	Cruzeiro do Sul	
	Terciário (2-65)	Dez, 27		5 d	Solimões	
				Plioceno		
				Mioceno Paleoceno	Ramon	
Mesozóico	Cretáceo (65-180)	Dez, 21	11 d	Maestrichtiano	Divisor	Grupo Acre
				Campaniano Turoniano	Rio Azul	
				Cenomaniano	Móca	
Paleozóico	Permiano Carbonífero (270-320)	Dez, 5	27 d		Sienito República	
				Pensilvaniano	Formosa	
Pré-Cambriano	Superior (1.000)		365 d		Complexo Xingu	
	Médio (1.800)					
	Inferior (2.500)					
	4.600					

	LITOLOGIAS	EVENTOS PRINCIPAIS
	[Qa] Sedimentos inconsolidados de planícies fluviais. Depósitos recentes e atuais. [Qai] Aluvião indiferenciado: depósitos em terraços fluviais holocênicos elaborados sobre Formação Solimões; Colúvios e eflúvios: material detrítico arenoso depositado no sopé da serra e depósitos detríticos originados in situ.	Sedimentos relacionados à rede de drenagem atual (rios)
	[QPcs] Arenitos finos a médios, friáveis com intercalações de argilitos e areias (aa)	Efetivo controle da drenagem por falhas e fraturas
	[Tqs] Argilitos silticos e siltitos, maciços ou finamente laminados, cor cinza-chumbo, esverdeado-avermelhados com concreções carboníferas e gipsíticas. [ar] Arenitos finos, micáceos, castanho-amarelado e avermelhado.	A bacia do Acre torna-se intracontinental. Processa-se uma inversão no sentido da rede de drenagem que passa a fluir para leste (sentido a Manaus) em ambiente tipicamente fluvial. Deposição de espessos pacotes argilo-arenosos, que passaram a assorear a bacia do Acre. Esta teoria é fundamentada pela presença de deposição de camadas horizontais sobre camadas dobradas. Nesta formação há ocorrência de veios de gipsita e material carbonático, indicando a presença de clima semi-árido. Estes materiais foram carregados pelos cursos d'água de fontes situadas a oeste da bacia do Acre e depositados em lagos existentes, que em clima árido, sofreram evaporação intensa suficiente para formação destes evaporitos.
		Eventos diastróficos (fase orogênica), com soerguimento da Cordilheira Andina. A bacia do Acre, o grupo Acre foi soerguido, originando o complexo fisiográfico da Serra do Divisor.
	[Tr] Argilitos, siltitos e folhelhos intercalados por camadas calcáreas. Subordinadamente, arenitos e folhelhos calcíferos.	Novo ciclo deposicional, predominantemente continental, com incursões marinhas. Sedimentos de rochas pré-existentes, localizados a leste da área de subsidência.
	[Kd] Arenitos maciços de cores variadas, com intercalações de arenitos silicificados, brechas de falha e siltitos cinzas.	Movimentos da crosta provocados pelas orogenias. Levantamento das áreas situadas à leste, com rápida deposição de arenitos grosseiros.
	[Kra] Superior: Arenitos finos com intercalações de siltitos cinza-esverdeados. Inferior: Arenitos finos intercalados com folhelhos e níveis de calcário.	Ocorre uma suave mudança no ambiente de deposição com uma transgressão marinha, com evidências atuais de fósseis.
	[Km] Água Branca: Arenitos creme, amarelos, finos a médios, com níveis conglomeráticos e finas camadas de argilas e siltes. Capanauá: Arenitos vermelhos, argilosos, granulometria fina a conglomerática, friáveis.	O sentido deposicional era leste-oeste, em um ambiente de deposição rápida de várias fontes não muito distantes.
	[Yr] Diques de Quartzo-sienitos, Quartzotraquitos cortando a F. Formosa.	Eventos ígneos de natureza alcalina formando diques e pequenas intrusões.
	[CPF] Quartzitos, arenitos quartzíticos e metasiltitos	Transgressões marinhas na bacia do Acre com deposição em ambiente marinho. Evidências atuais de fósseis marinhos na cordilheira dos Andes fundamenta, esta teoria.
	[pEx] Gnaisses, granulitos, anfibólitos e veios de pegmatitos, que afloram no tempo presente na Serra da Jaquirana (Moa) Primeiras células eucarióticas Primeiras células fotossintetizantes Formação de compostos orgânicos que originaram a vida e os primeiros seres procarióticos	Origem dos invertebrados, das algas, dos fungos. Intensa atividade tectônica, causando formação de novas rochas

1 - Considerando os eventos dentro de uma escala de 1 ano (365 dias).

2 - Logo este fato ocorreu em um ano às 3 horas, 48 minutos e 0 segundos do 31 de dezembro. Demonstra que é algo muito recente em uma escala geológica.

aos atuais limites leste da bacia do rio Acre e ao Arco de Iquitos e divide esta região em dois blocos sedimentares. O bloco ocidental encontra-se rebaixado em relação ao oriental, que possui uma espessura média de 330 m, enquanto que o Ocidental possui uma espessura menor, de 140m.

Esta falha foi classificada como normal e encoberta (BRASIL, 1976) e provocou uma reorganização da rede de drenagem e uma conseqüente sedimentação posterior, mais evidente na Bacia do Acre, onde os processos pedogenéticos também foram mais intensos.

A área da bacia do Acre (que engloba as sub-bacias do rio Acre e Iaco) é de, aproximadamente, 230.000 km², em Território Brasileiro (POPP, 1999), corresponde a toda a superfície do Estado do Acre, parte do Estado do Amazonas e pequena porção do Estado de Rondônia, além de ocupar extensões significativas em território peruano, boliviano e equatoriano.

No Quadro 2 há uma síntese dos principais eventos que ocorreram nesta região durante sua evolução geológica.

3. O PAPEL DA GEOTECTÔNICA DO ACRE NA FORMAÇÃO DOS SOLOS

A bacia do Acre ocorre em uma área sob domínio morfoestrutural, onde a gênese e evolução do relevo estão diretamente relacionadas à estruturação crustal antiga, que marca zonas de fraqueza potencialmente favoráveis à reativação no desenvolvimento de processos geológicos posteriores, como o próprio processo de desenvolvimento da bacia (COSTA et al., 1996; BEZERRA, 2003).

Um certo controle morfotectônico também pode ser inferido. A presença da zona sismogênica (Figura 7) de Cruzeiro do Sul (relacionada com a subducção da placa Nazca sob a placa Sulamericana) gera sismos profundos, e também sismos rasos, ainda pouco estudados. Esta zona é coincidente com a faixa de sutura do Acre/Serra do Divisor, revelando uma área tectonicamente ativa e, portanto, com forte influência morfotectônica (ASSUMPÇÃO, 1983 e 1998; ASSUNÇÃO & SUAREZ, 1988; ASSUMPÇÃO et al., 1983; MIOTO, 1993).

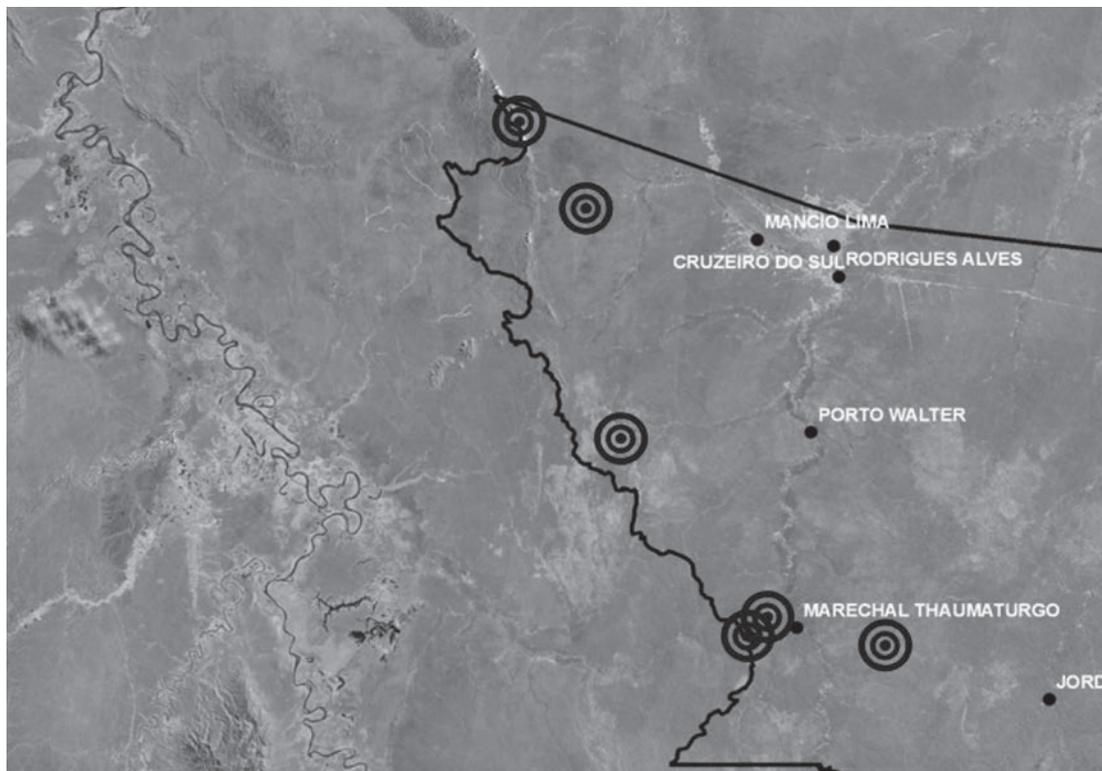


Figura 8. Distribuição da zona sismogênica de Cruzeiro do Sul, com os limites do Estado do Acre (linha preta) e identificação dos epicentros (círculos vermelhos). Fonte: Adaptado de IBGE, 2006.

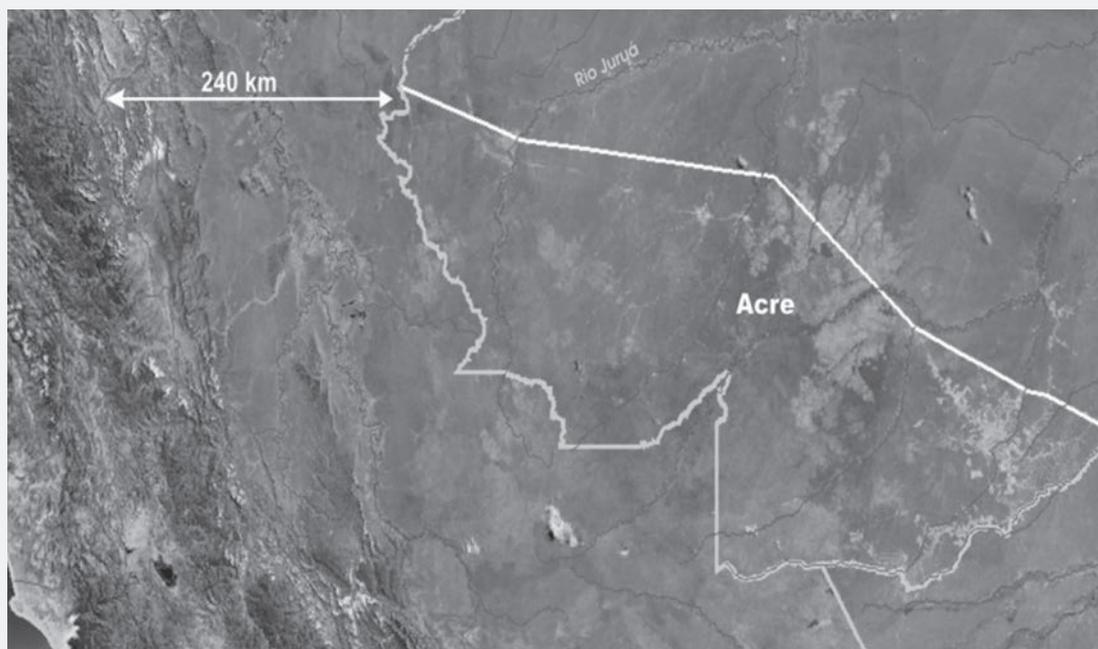


Figura 9. Paisagem atual da bacia do Acre com a cordilheira dos Andes a oeste. Fonte: Imagem de satélite Landsat, 2002.

Segundo Cavalcante (2006) utilizando imagens de satélite e de radar é possível evidenciar algumas características morfotectônicas bem evidentes da atual bacia do Acre:

- Assimetria de bacias, o que seria indicativo de basculamentos que deslocaram os rios (ex: bacia dos rios Acre, Xapuri, Purus, Juruá, do igarapé São Francisco e outras);
- Bruscas mudanças nas direções de escoamento de rios, indicando seus condicionamentos às estruturas tectônicas da área (mais expressivas nos rios Acre, Purus e Juruá);
- Desnívelamento de terraços, indicando basculamentos recentes;
- Trechos retinizados em alguns rios alternados com trechos meandrantés;
- Compartimentação da bacia em áreas ou blocos elevados ou blocos subsidentes.

De maneira geral, o primeiro pulso cinemático neotectônico com influência direta na bacia do Acre, ocorre no Mioceno Superior - Plioceno com o rebaixamento do eixo do Arco de Purus. Nessa etapa os litotipos da Formação Solimões foram soerguidos em função de movimentação do Arco de Jutai. Paralelamente diversas estruturas geradas ou reativadas durante este evento cinemático foram movimentadas segundo as direções

principais E-W e NE-SW, estabelecendo-se ao longo delas as principais drenagens.

Após esse primeiro pulso cinemático, toda a região Amazônica experimentou um período de estabilidade tectônica com incidência por volta do Pleistoceno Médio, quando da ocorrência de glaciação houve implantação, na região equatorial, de climas áridos a semi-áridos e rebaixamento do nível dos mares. Na região intraplaca este fenômeno foi responsável pela elaboração da extensa superfície de aplainamento neopleistocênica, denominada por Costa et al. (1978) de Pediplano Neopleistocênico, atualmente preservada sob a forma de interflúvios tabulares. Ocorre a formação generalizada de canga laterítica e solos concrecionários nas partes mais elevadas da paisagem sob cerrados.

No final do Pleistoceno, após o desenvolvimento desta superfície de aplainamento, toda a região Amazônica experimentou um segundo pulso cinemático do regime neotectônico transcorrente, o qual responde pela configuração do relevo e pelo desenho da rede de drenagem tal como se mostra atualmente. A região ao longo do Lineamento Madeira sofreu transtensão e decorrente dessa movimentação, parte da drenagem que se dirigia para norte-nordeste foi capturada

por falhas de direção NE-SW, em seguida deslocadas por outras de direção E-W, desenvolvendo o curso atual do rio Purus e do Juruá que deságuam no Solimões. Os antigos cursos das paleodrenagens, com direcionamento geral N-S, encontram-se registrados sob a forma de terraços, caracterizados como Terraços pleistocênicos.

O trecho do rio Juruá, no Acre (Figura 22), manteve seu curso geral SW-NE, controlado pelas estruturas transpressivas do primeiro pulso cinemático. Ao adentrar o Estado do Amazonas, o rio Juruá é infletido para E-W segundo o lineamento homônimo. A rede de drenagem atual mostra os efeitos de todas essas etapas evolutivas, encontrando-se em estágio avançado de desenvolvimento entre os rios Juruá e Purus, cuja configuração do relevo e da rede de drenagem praticamente não sofreu modificações durante o segundo pulso cinemático. Já entre os rios Purus e Madeira, as modificações foram mais acentuadas, com a rede de drenagem em processo de organização.

As transformações impostas ao relevo e ao sistema de drenagem, durante o regime neotectônico, desempenharam um importante papel no desenvolvimento dos solos

e da cobertura vegetal. Os processos de soerguimento e rebaixamento da superfície, e o bloqueio e desvios de rios, são marcados, inicialmente, pela formação de grandes áreas inundáveis e pântanos. O alagamento ou inundação, nessas áreas, promoveu a degradação, ou mesmo degeneração da cobertura vegetal original, passando a ocorrer um ciclo de regeneração (sucessão primária) que se inicia com a ocupação por Campinarana com predominância de gramíneas e arbustos. A colmatagem e dessecação final dessas áreas alagadas foram acompanhadas de uma intensa destruição das argilas e preservação de areias, onde os processos pedogenéticos desenvolvem Neossolos quartzarênicos, como na área norte de Cruzeiro do Sul. Estes aspectos são muito importantes, pois mostram que a evolução da paisagem nessas áreas arenosas está ligada à colonização vegetal, e que depende subordinadamente do lençol freático e do encaixamento da drenagem.

Em síntese, por situar-se na área da bacia sedimentar do Amazonas mais próxima a Cordilheira dos Andes, o território do Acre ilustra, em sua paisagem, os efeitos mais sensíveis da mobilidade neotectônica andina, na forma de blocos falhados, escalonados, que

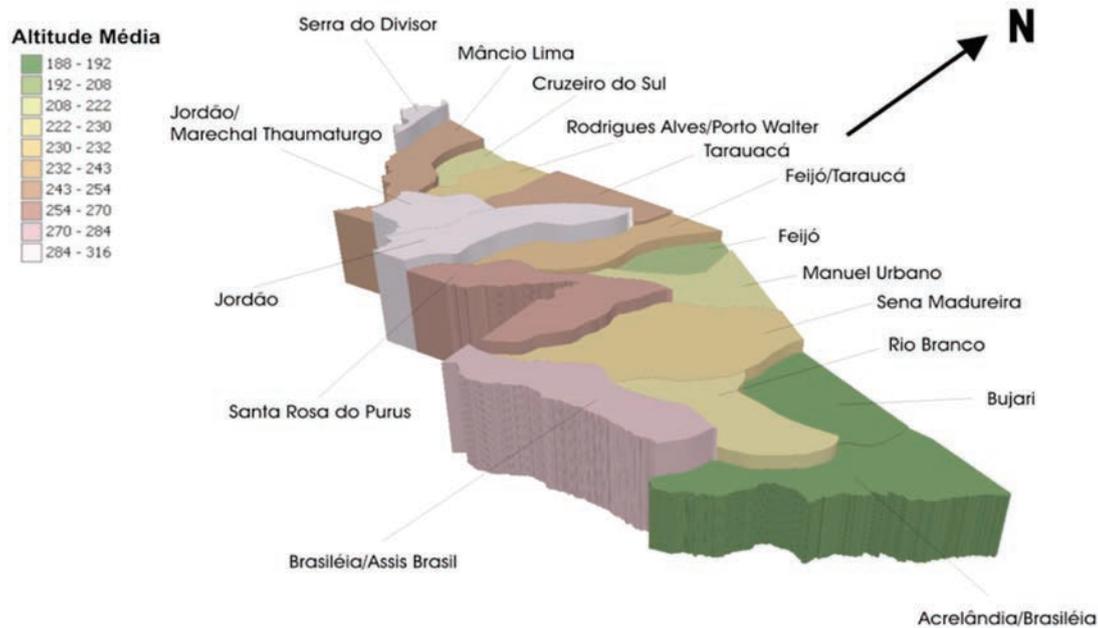


Figura 10. Compartimentação geotectônica do Estado do Acre baseada nas evidências atuais e sua distribuição em relação à cobertura pedológica.

dirigem o entalhamento da drenagem atual, de oeste para leste, de forma muito evidente. Analisando do ponto de vista pedológico o controle neotectônico, podemos traçar os limites de alguns ambientes significativos para a gestão do território:

- O Arco de Iquitos e Falha de Iquiri/Abunã controlam a distribuição de Latossolos - caso do Rio Purus, abaixo de Boca do Acre - zonas transpressivas;
- Depocentro da Formação Solimões não coincide com drenagem atual, o que sugere uma reativação Pleistocênica da Bacia do Acre;
- Ocorrem falhas de empurrão na borda oeste e falhas transcorrentes na borda leste da bacia do Acre;
- Há uma sucessão escalonada de blocos e ocorre assimetria dos mesmos em blocos em forma de romboedros, que controlam a hidrografia e solos: Latossolos na margem esquerda, Vertissolos/Neossolos Flúvicos Vérticos/Cambissolos vérticos com carbonato na margem direita;
- A presença de Latossolos rasos, argissólicos, com abundantes nódulos e concreções sugere reativação recente de uma antiga baixada quaternária, com plintita disseminada. É o clássico processo de des-

truição da canga laterítica em clima úmido e após soerguimento.

- O Processo neotectônico deve ser bem recente a julgar pela presença de solos com carbonato e sulfato no topo de colinas, e ocorrência de Podzóis nas partes rebaixadas dos blocos, com fraca dissecação e sob intenso hidromorfismo, associados com buritizais e campinas, a oeste.

Assim, a sub-bacia do Acre possui uma compartimentação geotectônica fortemente associada à cobertura pedológica (Figura 9). É possível definir 21 grandes compartimentos de acordo com a cobertura pedológica, falhas, dissecação e embasamento geológico.

No extremo oeste do Estado do Acre (Figura 10) tem-se o bloco Serra do Divisor que possui uma área de 174.637 hectares e uma altitude média de 316 metros. A amplitude altimétrica é de 503 metros, com altitude máxima de 734 metros. Este se constitui no bloco mais elevado do Estado possuindo também uma alta diversidade pedológica que inclui Argissolos, Cambissolos, Vertissolos e Luvisolos. O rio Moa é o principal componente da drenagem deste bloco. Tal diversidade é também associada à expressiva variação litológica e geomorfológica do bloco.

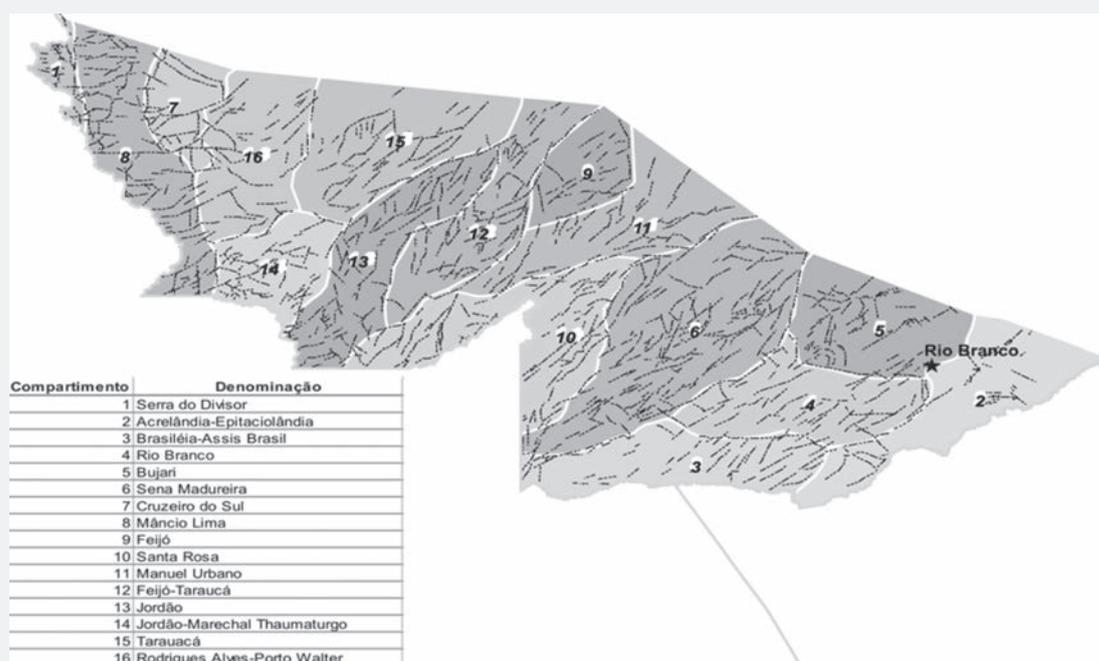


Figura 11. Modelo proposto de compartimentos neotectônicos e pedológicos da bacia do Acre nos limites do Estado do Acre.

Ao leste e paralelo ao compartimento da Serra do Divisor, ocorre o compartimento denominado de Mâncio Lima. É uma extensa área (1.151.630 ha) de domínio de Argissolos Amarelos e Plintossolos Argilúvicos. É uma área mais rebaixada que o bloco ao oeste e mais elevada que o bloco ao leste (Cruzeiro do Sul). Possui uma altitude média de 254 metros e uma amplitude de 365 metros, onde a menor altitude é de 185 e a maior é de 550 metros.

Na margem esquerda do Juruá, outro compartimento denominado Cruzeiro do Sul, é mais rebaixado que os compartimentos ao Leste (Rodrigues Alves-Porto Walter) e oeste (Mâncio Lima), possuindo uma altitude média de 220 metros, sendo mais elevado apenas que os blocos Acrelândia-Epitaciolândia (118 m), Bujari (192 m) e Feijó (208 m). Neste bloco predominam Argissolos Amarelos, Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, sendo formados de extensos depósitos arenosos e intemperizados, oriundos de deposições fluviais vindas da Serra do Divisor, com natureza quartzosa.

O bloco Rodrigues Alves/Porto Walter é delimitado pelo Rio Juruá a oeste e pelo rio Liberdade ao leste. Argissolos Amarelos e Vermelhos predominam neste compartimento. Há ocorrência também de Plintossolos e Neossolos Flúvicos; Ocupa uma extensão territorial de 1.048.222 hectares dispostos numa extensa faixa norte-sul. A altitude média é de 232 metros com uma altitude máxima de 341 metros e a mínima de 146 metros. Constituído-se num bloco soerguido em relação ao bloco Cruzeiro do Sul.

A seguir coexistem dois grandes blocos no território acreano: Jordão/Marechal Thaumaturgo (642.910 ha) e Jordão (1.110.926 ha). Embora a altitude média dos dois blocos seja praticamente igual com 301 metros para o Jordão e 302 metros para Jordão/Thaumaturgo, o primeiro bloco apresenta uma maior amplitude (298 m) o que indica uma maior dissecação. Predominam aqui os Luvisolos Hipocrômicos com ocorrência de Chernossolos Háplicos indicando um ambiente de menor intemperismo. Em contrapartida, no

compartimento Jordão, predomina Cambissolos com uma amplitude altimétrica de 239 metros. Correspondem aos litotipos mais ricos da Formação Solimões.

Em relação ao bloco Rodrigues Alves/Porto Walter o compartimento denominado Tarauacá (1.364.641 ha), apresenta-se mais soerguido. Tem um formato de cunha trapezoidal, apresentando relevo mais dissecado e entalhe mais profundo de drenagem. Formando morros e colinas mais acentuados e bem mais dissecados. Com uma amplitude de 266 metros e altitude média de 253 este bloco termina abruptamente ao confrontar a drenagem do rio Liberdade. Nele predominam Luvisolos e Cambissolos.

O bloco Feijó-Tarauacá delimitado pelos rios Tarauacá e Envira, possui uma área de 1.014.739 hectares, com amplitude altimétrica de 242 metros e altitude média de 243 metros. Este bloco encontra-se soerguido em relação ao bloco Feijó (média altimétrica de 221 metros). Predominam Cambissolos eutróficos neste compartimento. Com perfis pouco desenvolvidos e ocorrência comum de carbonato de cálcio nos horizontes sub-superficiais.

No bloco Feijó, com uma amplitude altimétrica de 208 metros, predomina Luvisolos Hipocrômicos, constituindo a área mais rebaixada dos compartimentos a oeste.

Os blocos Manuel Urbano (média altimétrica de 223 metros) e Santa Rosa (média altimétrica de 270 metros) estão situados na região central do Estado. Ambos os compartimentos estão associados a Cambissolos Eutróficos Ta, indicando que houve um soerguimento recente de uma ampla baixada imperfeitamente drenada, com um sistema complexo de lagos, que constitui hoje o megabloco central do Acre, separado por feições neotectônicas e marcado pela presença de gipsita e solos carbonáticos, todos com argila de alta atividade e solos mais jovens. Este megabloco foi segmentado por falhas inversas, de direções variadas, predominando formas trapezoidais com limites NE/SW e NNE/SSW. A parte central desse compartimento, os sub-blocos Feijó, Feijó/Tarauacá e Tarauacá, cor-

respondem aos solos mais desenvolvidos do conjunto (Luvisolos e Argissolos).

No megabloco Sena Madureira, com uma extensão de 2.202.197 hectares, encontra-se o ponto de convergência de falhas de direção NNE-SSE que separam os blocos 5 e 11 do mapa (Figura 11). Este bloco apresenta um compartimento ligeiramente soerguido e de origem lacustre, em drenagem imperfeita, representando uma antiga depressão holocênica semi-árida, onde predominam atualmente Vertissolos com carbonato, Cambissolos e Argissolos.

O compartimento denominado Bujari possui uma extensão de 1.055.073 hectares com uma altitude média de 192 metros, constituindo atualmente um setor deprimido com predominância de Argissolos, Luvisolos e Plintossolos.

Ao leste, o prolongamento das falhas de direção NE/SW, seguindo o curso do Rio Acre e do Rio Madeira, separa dois blocos geotectônicos distintos: o primeiro bloco é aqui denominado Acrelândia/Epitaciolândia (média altimétrica 188 metros), onde se encontram as principais áreas de solos latossilizados do Estado, nos topos mais soerguidos e drenados da região. Neste bloco se encontra a principal evidência da atividade neotectônica na com-

partimentalização dos solos. Aqui, solos mais desenvolvidos e intemperizados do Estado estão na situação de menor cota altimétrica relativa indicando que todo o outro conjunto de blocos a oeste deste foi soerguido em diferentes graus, em período geológico recente.

No oeste deste bloco, e separado por falhas, pode-se individualizar os blocos Rio Branco e Brasília-Assis Brasil/Rio Branco, de terras ligeiramente rebaixadas e embutidas, com dissecação mais pronunciada, com tributários de direção E-W, aos quais se associam solos eutróficos mais jovens, como Luvisolos (Rio Branco/Bujari), os Argissolos Vermelhos ou Vermelhos Amarelos (Brasília-Assis Brasil). Esses blocos elevam-se suave e gradativamente até os divisores mais elevados, com Argissolos ou Latossolos mais rasos, próximo à drenagem do rio Iaco, que banha Sena Madureira.

Fazendo-se um corte altimétrico da Serra do Divisor até o município de Acrelândia (Figura 12) verifica-se a concordância do modelo proposto, onde há um gradativo soerguimento de leste para oeste até atingir a Serra do Divisor que se caracteriza no primeiro dobramento da Cordilheira dos Andes neste sentido. Essa subida gradativa reforça a inversão neotectônica recente da região.

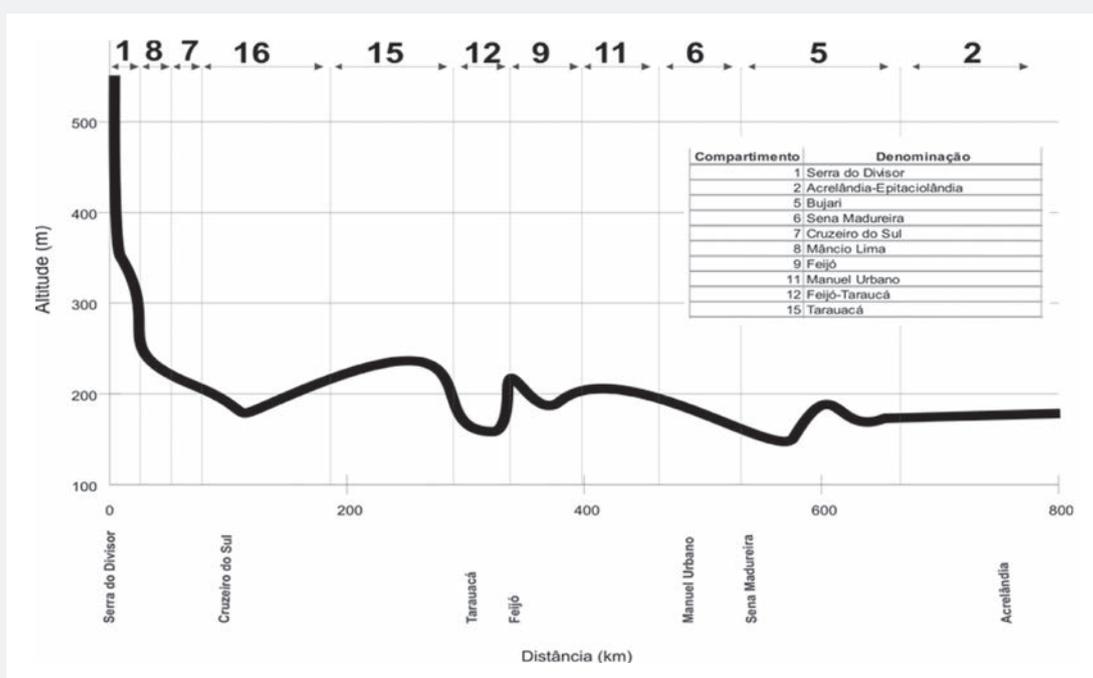


Figura 12. Corte altimétrico da Serra do Divisor ao município de Acrelândia no Estado do Acre, indicando os blocos pedológicos e neotectônicos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados expostos levam a conclusão que a grande diversidade, o relevo e a rede de drenagem da bacia do Acre só se explica se for levado em consideração os processos geotectônicos de ocorrência recente (endógenos), tanto os relacionados à sua evolução litoestratigráfica quanto à sua evolução tectônica, interagindo com fatores climáticos ou paleoclimáticos.

Tais considerações são imprescindíveis para a definição e distinção dos graus de vulnerabilidade ecológica e ambiental face aos fenômenos naturais e à intervenção antrópica.

A neotectônica tem um papel importante na configuração da atual bacia do Acre e na distribuição dos solos e dos ambientes neles desenvolvidos: a presença de campinarana associada aos Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos, os Latossolos em menor cota

altimétrica relativa e a presença de floresta de bambu com Vertissolos e solos de argila de atividade alta são alguns dos indicadores destes processos diferenciais no Acre, em relação ao restante da Amazônia.

As unidades morfoestratigráficas representam, em si mesmas, efeitos de soerguimentos e rebaixamentos de blocos, desvios e bloqueios de drenagem pelas estruturas neotectônicas (p.ex. inflexões no rio Juruá na direção E-W e N-S). A presença de uma zona sismogênica, a oeste da bacia, implica na provável atuação dessas estruturas atualmente, o que torna a caracterização das mesmas, ainda mais necessária.

Ao entender a história da evolução da paisagem é possível tomar decisões mais acertadas sobre as alternativas de uso atual destes ambientes, tão frágeis e vulneráveis.