

**NEI AHRENS HAAG**

**PALEOECOLOGIA DO MIOCENO SUPERIOR DA AMAZÔNIA SUL-OCIDENTAL**

**Rio Branco - AC**

**2009**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS**  
**NATURAIS**

**PALEOECOLOGIA DO MIOCENO SUPERIOR DA AMAZÔNIA SUL-OCIDENTAL**

**NEI AHRENS HAAG**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.**

**Orientador: Prof. Dr. Jonas P. de Souza Filho**

**Rio Branco - AC**

**2009**

“Nunca o homem inventará nada mais simples nem mais belo do que uma manifestação da natureza. Dada à causa, a natureza produz o efeito no modo mais breve em que pode ser produzido” (Leonardo da Vinci).

A Deus, por ter me agraciado com pais tão maravilhosos, dedico.

## AGRADECIMENTOS

À **CAPES**, pela bolsa concedida.

À **UFAC** e principalmente ao **Prof. Dr. Jonas Pereira de Souza Filho**, pela orientação, dedicação e por acreditar que este trabalho era possível de ser concretizado.

Ao grande amigo **Edson Luís Marcon**, por tudo.

Aos **meus irmãos**, que apesar da distância, sempre estiveram presentes nos momentos em que eu mais precisava.

À amiga e colega **Iracema Elizabeth Moll**, que muitas vezes ficou cuidando da minha casa e do meu cachorro, para que eu pudesse viajar tranquilo durante as pesquisas.

Aos **amigos e colegas da UFAC**, em especial aos grandes amigos e companheiros de todas as horas, **Dalva Araújo Martins** e **Izaías Brasil da Silva**.

À **Turma de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais** de 2007, em especial à **Paula de Lacerda S. Ribeiro**, pelo constante apoio.

Às amigas e colegas **Andréa Maciente** e **Elvira Maria F. de Bayá**, pesquisadoras do Laboratório de Pesquisas Paleontológicas da UFAC, pela companhia e apoio durante todo o tempo de mestrado.

Ao amigo e colega **Wagner Lima Wasconcelos**, desenhista do Laboratório de Pesquisas Paleontológicas da UFAC, pela amizade, pelas longas conversas e pelos belos desenhos.

À **Jorcely Gonçalves Barroso**, pela amizade e grande ajuda na finalização deste trabalho.

À amiga **Davina Araújo Martins**, pelo grande apoio às expedições no Alto Purus.

Ao **Sr. Jasanir Mendes**, Secretário Municipal de Educação de Manuel Urbano-AC, por ceder barco, combustível e barqueiro à nossa primeira expedição ao Sítio Aracoã.

Ao **Sr. Albert Paiva**, Secretário Municipal de Saúde de Manuel Urbano-AC, por ter-nos concedido o barco para nossa segunda expedição ao Sítio Aracoã.

Ao **Dr. Alceu Ranzi**, pela força e grande ajuda.

À **Dra. Tânia Lindner Dutra**, professora da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, pela paciência e contribuição com dados de paleoclimatologia.

Aos professores do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, - UFRGS, em especial ao **Dr. Paulo Alves de Souza** e à **Dra. Karin Goldberg**, pela grande contribuição.

Ao **Dr. Edgardo Latrubesse**, pelo apoio e contribuição.

Ao amigo **Prof. Dr. Cleber Salimon**, por ter me socorrido nos momentos de desespero em informática e pela tradução para o inglês do resumo deste trabalho.

À **Dra. Silane Aparecida Ferreira da Silva**, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, pela grande ajuda e contribuição com material bibliográfico de paleobotânica e paleopalinologia;

À grande e sempre amiga, **Profª. Dra. Rusleyd Magalhães Abreu**, por sua capacidade e alegria contagiante.

A todos aqueles que acreditaram na minha capacidade e que um dia eu chegaria lá.

## ÍNDICE

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 Geral.....	18
2.2 Específicos.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Áreas de Estudo.....	19
3.1.1 Formação Solimões.....	19
3.1.2 Características Geológicas.....	19
3.2 Considerações Geológicas.....	21
3.3 Considerações Paleontológicas.....	26
3.3.1 Paleofauna.....	26
3.3.2 Paleobotânica.....	32
3.3.3 Paleoclimatologia.....	35
3.3.4 Amostras de Estudo.....	36
4 PALEOECOLOGIA.....	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
6 CONCLUSÃO.....	61
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Isolamento da América do Sul.....	15
Fig. 2. Colisão das placas de Nazca (A) e Sul-Americana (B).....	16
Fig. 3. Dobramentos de grande expressão.....	17
Fig. 4. Formação Solimões.....	21
Fig. 5. Arco de Iquitos e Localização aproximada das Bacias do Estado do Amazonas.....	23
Fig. 6. Modelo de depósito fluvial, com fácies de planície de inundação, típicos da Formação Solimões.....	24
Fig. 7. Modelo paleoambiental.....	34
Fig. 8. Representação do clima no Mioceno Superior, pela presença de <i>Grimsdalea magnaclavata</i> e aumento em elementos aquáticos dependentes de umidade durante este período..	35
Fig. 9. Mapa dos principais sítios fossilíferos do Estado do Acre.....	37
Fig. 10. Sistema rico em corpos lacustres.....	41
Fig. 11a. Toxodontídeos.....	42
Fig. 11b. Maxilar superior de Todontídeo.....	42
Fig. 12. Ambiente aberto.....	43
Fig. 13. Gomphotheriidae ( <i>Amahuacatherium peruvium</i> ).....	44
Fig. 14a. Iniidae.....	45
Fig. 14b. Mandíbula superior de Iniidae.....	45
Fig. 15. <i>Stupendemys</i> sp. ....	47
Fig. 16. <i>Phractocephalus acreornatus</i> .....	48
Fig. 17a. <i>Phoberomys</i> sp. ....	49
Fig. 17b. Crânio de <i>Phoberomys</i> sp. ....	49
Fig. 18. Crânio de <i>Gryposuchus jessei</i> .....	53

Fig. 19a. Crânio de <i>Mourasuchus nativus</i> .....	54
Fig. 19b. Crânio de <i>Mourasuchus nativus</i> reconstituído.....	54
Fig. 20a. <i>Purussaurus brasiliensis</i> .....	55
Fig. 20b. Representação de habitat e alimentação de <i>Purussaurus brasiliensis</i> .....	56
Fig. 21. Variações globais no nível do mar.....	58

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Fauna do Acre para o Mioceno Superior.....	26
Tabela 2: Afinidades botânicas dos principais tipos de vegetação durante o Mioceno Médio Superior/Superior.....	33
Tabela 3. Espécies de Crocodylia.....	46

## RESUMO

Vista a escassez de estudos paleontológicos sobre a fauna e flora nas Bacias do Acre e Solimões, durante o Mioceno Superior, o presente trabalho teve por objetivo apresentar um modelo paleoecológico para a Amazônia Sul-Occidental, com base em análise de fósseis, principalmente de crocodilianos e fauna associada. O material utilizado para o estudo está depositado na coleção do Laboratório de Pesquisas Paleontológicas da Universidade Federal do Acre, Campus de Rio Branco, representado pelas famílias Crocodylidae, Alligatoridae, Nettosuchidae e Gavialidae, com 14 espécies, todas já extintas.

Grande parte da fauna sobreviveu até o Mioceno Superior/Plioceno, quando ocorreram mudanças drásticas do clima na região, devido a uma grande glaciação, rebaixando o nível dos oceanos e, por consequência, o nível dos lençóis freáticos, levando muitas espécies à extinção. A questão da extinção de vários grupos de mamíferos durante o Cenozóico tem sido bem debatida e documentada, no entanto, os répteis Pós-Mesozóicos não têm sido merecedores de grande atenção. Contudo, é necessário lembrar que a fauna de Crocodilianos na América do Sul foi marcada por uma alta diversidade de espécies que foram, na sua grande maioria, extintas durante o Mioceno Superior/Plioceno. Habitat e hábitos alimentares foram inferidos a partir da descrição morfológica de material craniano e pós-craniano. Para inferir um ambiente para a Amazônia Sul Occidental durante o Mioceno Superior, foram considerados, ainda, dados geológicos, paleoclimáticos e paleobotânicos.

**Palavras-chave:** Mioceno Superior, Bacias do Acre e Solimões, Paleoecologia, Crocodilianos.

## RÉSUMÉ

Vue de la pénurie d'études paléontologiques sur la faune et de la flore dans les Bassins de l'Acre et de Solimões, pendant le Miocène Supérieur, présent travail a eu objectif présenter un modèle paléoécologie pour l'Amazonie Sul-Occidental, sur base d'analyse de fossiles, principalement de crocodiliens et de faune associée. Le matériel utilisé pour l'étude est déposé dans la collection du Laboratoire de Recherches Paléontologiques de l'Université Fédérale de l'Acre, Campus de Rio Branco, représenté par les familles Crocodylidae, Alligatoridae, Nettosuchidae et Gavialidae, avec 14 espèces, toutes déjà éteintes. Une grande partie de la faune a survécu jusqu'à ce que le Miocène Supérieur/Pliocene, quand il ya eu des changements radicaux du climat de la région, en raison de fort glaciations, rétrogradant le niveau des océans et, par conséquent, le niveau des eaux souterraines, entraînant de nombreuses espèces d'extinction. La question de l'extinction de divers groupes de mammifères au cours de Cenozoïc a été discuté et bien documenté, cependant, la post-Mesozoic reptiles ne sont pas dignes d'une grand attention. Toutefois, il est nécessaire de rappeler que la faune de crocodiles en Amérique du Sud a été marquée par une grande diversité d'espèces qui ont été, pour la plupart, disparu au cours de l'Upper Miocene/ Pliocene. Habitat et habitudes alimentaires ont été inférés de la description morphologique de matériel crânien et de post crânienne. Pour inférer un environnement pour l'Amazonie Sud Occidentale. pendant le Miocène Supérieur, ils ont été considérés, encore, données géologiques, paleoclimatologie et paleobotanique.

**Mots clés:** Upper Miocene, D'Acre et de Solimões Basins, Paléoécologie, Crocodiliens.

## **ABSTRACT**

Due to the lack of paleontological data concerning the Upper Miocene in the Acre and Solimões Basins, the present study aimed in constructing a paleoecological model for Southwestern Amazon, based on fossil analyses of crocodylians and associated fauna. All material analyzed are deposited at the Paleontological Research Laboratory at the Federal University of Acre. Individuals from the following families were studied Crocodylidae, Alligatoridae, Nettosuchidae and Gavialidae, with 14 species, all extinct. A great part of the fauna survived up to the Upper Miocene to Pliocene, when drastic climatic changes occurred in the region, due to a great glaciation, lowering sea level, and thereafter, also the water table in the soils, leading many species to extinction. The extinction of many mammal species during the Cenozoic has been debated and documented, but pos-Mesozoic reptiles have not been given too much attention. Nevertheless, it is worth mentioning that crocodylian fauna in South America was marked by a high species diversity that was in its majority extinct during Upper Miocene and Pliocene. Habitat and feeding habits were inferred from the morphological descriptions of cranium and pos-cranium. Also, to infer about the environment in Upper Miocene Southwestern Amazon, other geological, paleoclimatological and paleobotanical were considers.

**Keywords:** Upper Miocene, Acre and Solimões Basins, Paleoecological, Crocodylians.

## INTRODUÇÃO

Editado segundo as normas da revista Geobios.

A Amazônia, maior celeiro da biodiversidade do mundo, abriga uma variada forma de vida animal e vegetal, contudo, devido à sua extensão geográfica, a densa cobertura vegetal e dificuldades de acesso, ainda é pouco estudada, o que dificulta nas pesquisas para o conhecimento da sua história geológica, paleoecológica e o melhor entendimento da sua evolução, principalmente no que diz respeito à região Sul-Occidental.

Em decorrência disso, quando olhamos ao nosso redor, tendemos a imaginar que plantas, animais, relevos e rios, são resultados de uma criação estanque e pontual, porém, tudo o que está à nossa volta é tão somente o estado momentâneo de um processo evolutivo, ocorrido em milhões de anos geológicos e que continua em pleno processo de evolução.

No presente trabalho objetivamos propor uma idéia de como, no Mioceno Superior/Plioceno, esta região se apresentava, com base em estudos geopaleontológicos realizados na porção Sul-Occidental da Amazônia e por evidências apresentadas pelos fósseis, principalmente de crocodilianos, uma vez que as pesquisas paleontológicas e geológicas realizadas na região amazônica ainda são escassas, sendo muitas vezes utilizados apenas alguns parâmetros e com base nesses parâmetros são levantadas hipóteses gerais para explicar um ecossistema complexo, com um imbricado mosaico de habitats.

O enfoque, aqui dispensado aos crocodilianos, deve-se ao fato de que os mesmos sejam formas atuais que pouco variaram morfológica e ecologicamente ao longo de sua evolução, portanto, capazes de favorecer à inferências e formulação de novas teorias a partir do estudo de seu habitat, hábitos e alimentação. Por essa razão, o presente trabalho abrange estudos multidisciplinares que integram dados faunísticos, florísticos e geológicos.

Para um melhor entendimento do tema em questão, além das variações abióticas que existiram na região, tais como influência marinha, mudanças drásticas na temperatura e padrões de pluviosidade, o isolamento da região, seja por deslocamento de terras ou existência de barreiras físicas, duas outras evidências geológicas importantes são abordadas: a ausência de ligação entre as Américas do Sul e do Norte até o fim do Terciário, e a colisão das Placas de Nazca e Sul-Americana.

No primeiro, de acordo com Labouriau (1994), a América do Sul e, conseqüentemente, a região hoje denominada Amazônia, derivou como uma ilha, que permaneceu isolada por aproximadamente 65 milhões de anos, desde o Cretáceo até o Plioceno, como demonstrado na figura 1.

A conseqüência direta deste isolamento faunístico em relação às demais faunas do restante do Planeta resultou numa singular fauna pretérita, registrada através dos achados fósseis por todo esse continente (Negri, 1997).

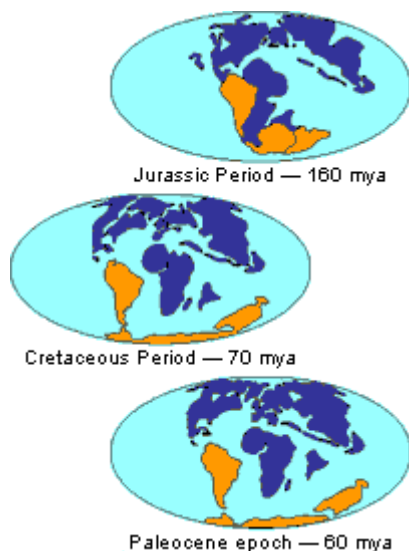


Fig. 1: Isolamento da América do Sul. Fonte: [www.evolution.berkeley.edu/1999](http://www.evolution.berkeley.edu/1999).



Posteriormente, a ligação entre os dois continentes, através do Istmo do Panamá, possibilitou o intercâmbio faunístico, contribuindo para profundas modificações do meio ambiente, tanto na fauna, quanto na flora (Haug e Tiedemann, 1998).

No segundo, de acordo com Acre (2006), como resultado da colisão das Placas de Nazca e Sul-Americana, figura 2, a geologia da Amazônia é profundamente afetada, uma vez que, com o choque entre as mesmas, dá-se início ao soerguimento da Cordilheira dos Andes, no Cretáceo Superior, atingindo seu clímax no Mioceno, quando ocorre a máxima orogenia

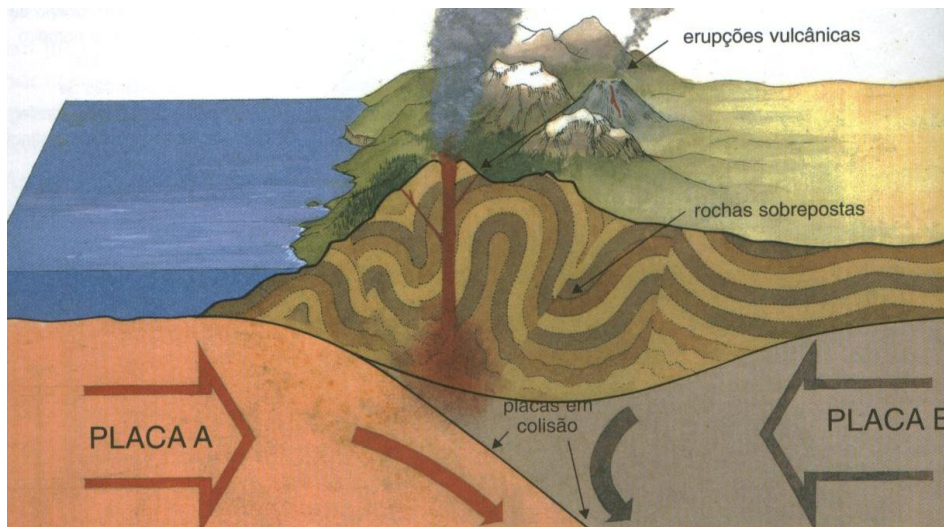


Fig. 2: Colisão das placas de Nazca (A) e Sul-Americana (B). Fonte: [www.geocities.com/2003](http://www.geocities.com/2003).

andina, com tectonismo compressivo, resultando na formação de falhas reversas e dobramentos de grande expressão, figura 3, afetando diretamente as Bacias do Acre e Solimões, sendo que a associação desses dois fatores possibilitou o surgimento de um ambiente típico daquele momento geológico.



Fig. 3: Dobramentos de grande expressão. Fonte: [www.google.com/dobraemcarvoes.JPG/2006](http://www.google.com/dobraemcarvoes.JPG/2006).

Assim, discutindo os estudos e os achados fósseis relacionados ao Mioceno Superior/Plioceno da Amazônia Sul-Occidental, este trabalho nos permite imaginar como era a região Amazônica no final do Terciário, período em que, de acordo com Mörner et al. (2001) e Van der Hammen, (2001), iniciou a biodiversidade amazônica ou até mesmo suportou uma diversidade maior que a atual.

Para complementar, também são abordadas questões relacionadas às mudanças paleoclimáticas, apresentadas para o Período Mioceno Superior/Plioceno da referida região.

## **2 OBJETIVOS**

### 2.1 Geral

Apresentar um modelo paleoecológico para a Amazônia Sul-Occidental, durante o Mioceno Superior (oito e cinco milhões de anos antes do presente), com base em estudos geopaleontológicos e análise de material fóssil, principalmente de crocodilianos e fauna associada.

### 2.2 Específicos

Identificar genérica, específica e morfologicamente as principais formas de crocodilianos registrados para o Mioceno Superior da Amazônia Sul-Occidental;

Inferir habitat e hábitos alimentares dos crocodilianos miocênicos e os fatores motivadores de suas extinções;

Identificar as influências, na paleoecologia dos grupos de crocodilianos estudados, ocasionadas pela ausência de ligação terrestre entre as Américas do Sul e do Norte na referida região.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Áreas de Estudo

##### 3.1.1 Formação Solimões

Situada na Amazônia Sul Ocidental, a Formação Solimões ocupa uma extensa área, de aproximadamente 1.000.000 de Km<sup>2</sup> (Santos, 1976), e distribui-se pelas Bacias do Acre e Solimões, estendendo-se pelas Bacias do Amazonas e Caquetá-Putumayo na Colômbia, e Bacias de Pastaza e Ucayali no Peru (Schobbenhaus et al., 1984; Valderrama e Marmos, 2000).

Em território brasileiro, abrange toda a área a oeste do Arco de Iquitos, a leste os domínios do Rio Solimões, ao norte o Rio Japurá e, finalmente, o Rio Purus ao sul (Santos e Silva, 1976; Maia et al., 1977). O mapa com a localização estimada da Formação Solimões, encontra-se na figura 4.

##### 3.1.2 Características Geológicas

As primeiras pesquisas geológicas na região iniciaram com trabalhos desenvolvidos por Chandless (1866) e Orton (1870), que descreveram seqüências litológicas fossilíferas presentes na região limítrofe entre Brasil e Peru. No entanto, somente no século XX, a denominação Série Solimões foi sugerida por Moraes Rego (1930) para essa unidade, termo ignorado durante algumas décadas por pesquisadores que utilizaram várias outras denominações para a seqüência (Caputo et al., 1972).

Caputo et. al. (1971) observaram as semelhanças litológicas regionais e revalidaram o termo criado por Moraes Rego (1930) como Formação Solimões, para designar o pacote sedimentar que ocorre na porção ocidental da Amazônia brasileira, que cobre, também, territórios do Peru e Colômbia. No Peru, a Formação Solimões é denominada Formação Pebas, enquanto que na Colômbia, Terciário Amazônico (Hoorn, 1993).

Na década de 70, pesquisas abrangentes desenvolvidas pelo Radambrasil (1976) e Projeto Carvão no Alto Solimões (1977) forneceram informações mais detalhadas sobre a geologia e geomorfologia da área em questão.

Caputo et al. (1971) consideraram, por meio de dados geológicos, a Formação Solimões como sendo de idade Paleoceno a Pleistoceno, idéia que foi contestada por Barros (1977), que admitiu idade Plio-Pleistoceno e caracterizou esta Formação pela presença de argilitos vermelhos. Por meio de estudos geológicos e palinoestratigráficos, (Maia et al., 1977; Cruz, 1984; Latrubesse, 1992; Hoorn, 1993; Latrubesse et al., 1997) indicaram idade do Neógeno para a sedimentação da referida Formação.

Os sedimentos pertencentes à Formação Solimões foram depositados em conexão com a orogenia andina durante o Neógeno em um ciclo flúvio-lacustre com episódios de incursões marinhas durante o Mioceno Inferior e Médio, devido ao aumento global do nível dos oceanos (Haq et al., 1987; Hoorn, 1993; Valderrama e Marmos, 2000).

A abundância e preservação dos fósseis encontrados indicam um ambiente redutor de baixa energia, evidenciado por abundantes níveis carbonosos e sedimentos finos. A ocorrência de veios de gipsita e material carbonático nesta unidade indica a presença de clima tropical (Radambrasil, 1976; Hoorn, 1993; Monsh, 1998).

A área de estudo, compreende parte da Bacia do Acre, que têm, em território brasileiro, cerca de 150.000 km<sup>2</sup> e está separada da Bacia do Solimões pelo Arco de Iquitos, com sedimentos de idade Mioceno Superior/Plioceno, atribuídos à Formação Solimões, de

grande extensão, que abrange grande parte das Bacias do Acre e Solimões (Radambrasil, 1976) e onde estão localizados os principais sítios fossilíferos do estado do Acre.

A Formação Solimões é rica em fósseis, principalmente de vertebrados, sendo datada com idade Cenozóica Santos (1976), e sua amplitude, todavia, tem gerado duvidosas interpretações, principalmente nos estudos geológicos (Caputo et al., 1971; Barros, 1977; Campbell e Frailey, 1984; Kronberg et al., 1991).

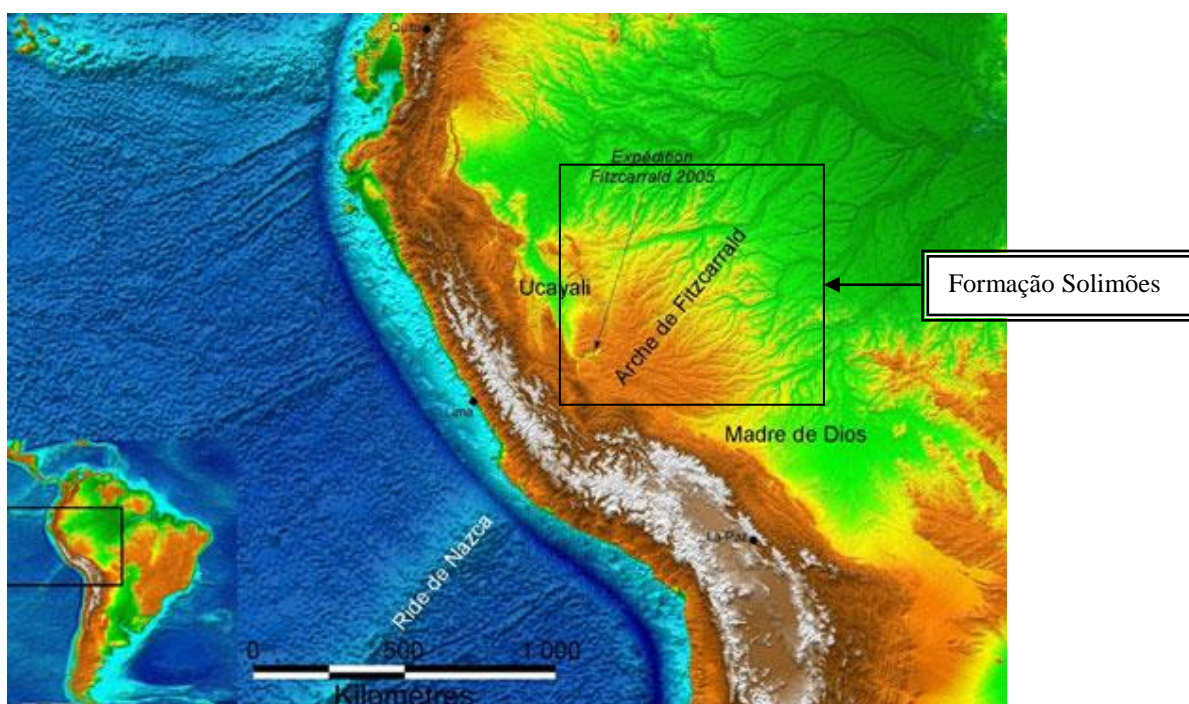


Fig. 4: Formação Solimões. Fonte: <http://tf1.lci.fr/infos/sciences/2005>.

### 3.2 Considerações Geológicas (Acre, 2006)

A unidade geotectônica mais importante é a Bacia do Acre, que compreende unidades essencialmente Cenozóicas, entretanto, em sua porção mais a oeste, ocorrem remanescentes Mesozóicos e até Pré-Cambrianos.

A análise de feições sismoestratigráficas e das principais estruturas da Bacia permite concluir que a sedimentação inicial se deu por rifteamento intracontinental (deposição de

sedimentos), com possíveis incursões marinhas, e que após o soerguimento dos Andes, a deposição se deu em ambiente essencialmente intracontinental, com a presença de lagos e, posteriormente, de megaleques aluviais.

As estruturas mais importantes na configuração do quadro atual são: o Arco de Purus, que desde o Paleozóico até a inversão da cadeia andina no Mesozóico teria funcionado como paleodivisor de dois sistemas de drenagem, os quais corriam, respectivamente, para leste e para oeste; o Lineamento Madeira, que limita a Bacia do Acre a sudeste e também serviu como divisor de drenagem no Cretáceo; o Arco de Iquitos, que separa a Bacia do Acre da Bacia do Solimões, figura 5, e o Lineamento Juruá.

No período Juro-Triássico houve inversão dos depocentros da bacia, culminando com forte evento compressivo - Tectônica Juruá, que inverteu toda a bacia. A partir desse episódio, durante o Cretáceo, houve momentos de incursões marinhas sucessivas, resultando na deposição do Grupo Acre, em ambiente de bacia de ante-país, ou seja, um maciço rígido situado aquém da zona de enrugamento, em relação ao impulso orogênico.

O Arco de Iquitos, que separa a Bacia do Acre da Bacia do Solimões, funciona como área fonte de sedimentos nos momentos de sedimentação clástica regressiva (momentos de saída do mar). Com a orogenia andina e sua fase deformadora Quéchuá (a única fase que afetou a bacia), originando a Serra do Divisor, houve compressão e inversão na área pelo avanço da cadeia andina para leste; o Arco de Iquitos é rebaixado e a Bacia do Acre torna-se intracontinental, com área fonte vinda de oeste. Isso acarreta uma inversão no fluxo das principais drenagens, que se preserva até hoje, como por exemplo, o fluxo dos rios Solimões e Amazonas, de oeste para leste.





Fig. 5: Arco de Iquitos e Localização aproximada das Bacias do Estado do Amazonas. Modificado de Silva (1987).

Maia et al. (1977), analisaram bioestratigraficamente a Formação Solimões e a análise deste material paleontológico indicou o intervalo Mioceno a Plioceno para a sedimentação da unidade, alcançando o Oligoceno nas suas partes de maior espessura.

Latrubesse et al. (1994), confirmaram o intervalo Mioceno Superior/Plioceno para a deposição das porções superiores da Formação Solimões, de onde descrevem uma abundante e variada fauna de vertebrados do Mio-Plioceno (idades Mamífero Huayqueriense e Montehermosense), coletada em toda a seqüência exposta, tanto nos barrancos dos rios como nos interflúvios, no topo da formação.

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 Quéchua),



que também recebia sedimentação de alta energia sob a forma de leques aluviais provenientes do oeste, ou seja, da Cordilheira dos Andes, conforme figura 6.

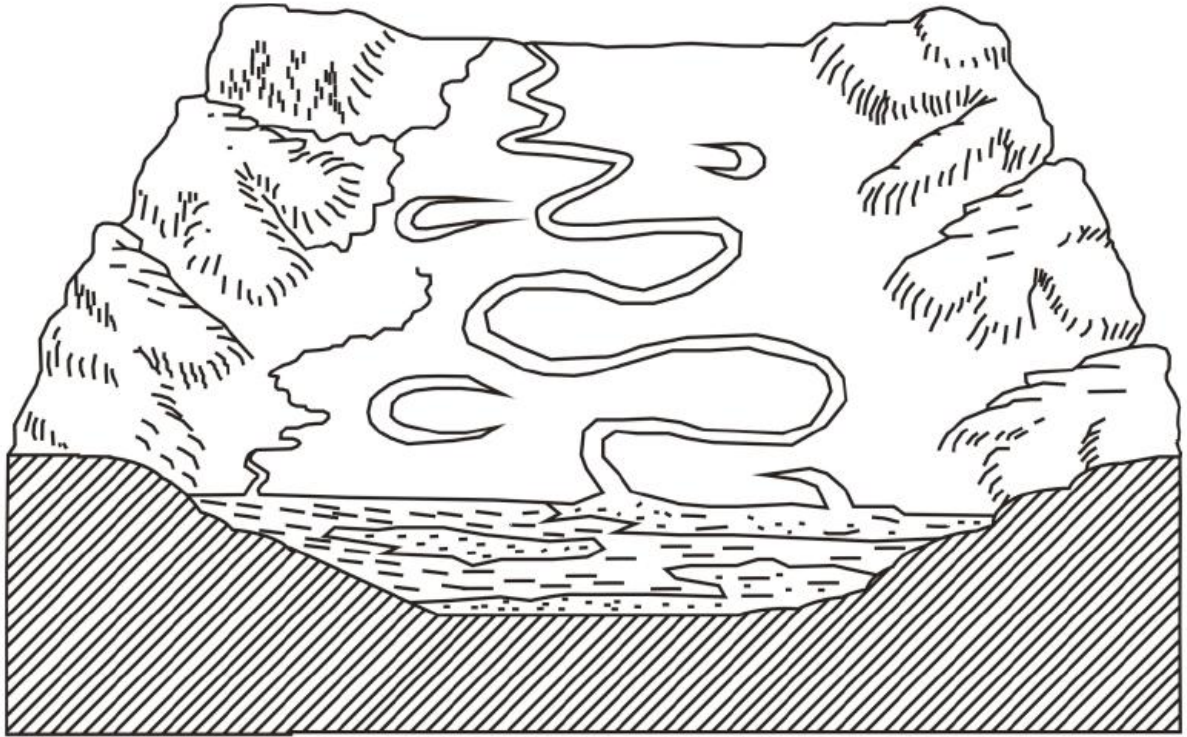


Fig. 6: Modelo de depósito fluvial, com fácies de planície de inundação, típicos da Formação Solimões (RADAMBRASIL, 1977, In: Acre, 2006).

Neste período ocorre a continentalização destas bacias, com deposição flúvio-lacustre de sedimentação argilo-arenosa, que corresponde aos sedimentos Cenozóicos aflorantes nas Bacias do Acre e Solimões, estendendo-se em territórios peruano e colombiano (Barros, 1977).

Santos (1976) considerou que a Formação Solimões originou-se provavelmente a partir do Terciário Inferior e que os depósitos desta formação sejam de origem continental, vinculados a um ambiente flúvio-lacustre, semelhante ao atualmente encontrado na região.

Por volta de 12 milhões de anos antes do presente, dois processos teriam atuado de forma simultânea: as incursões marinhas, que ingressaram à bacia lacustrina pelo norte

(região da Venezuela) e um marcante incremento da deposição fluvial dos rios de origem andina. Estes depósitos fluviais, com influência estuarina e de maré, teriam alcançado a região do Acre (Räsänen et al., 1995).

O ambiente de sedimentação da Formação Solimões no Brasil foi definido como um sistema lacustre que cobria inteiramente a Amazônia Ocidental e que tinha uma estreita conexão com o mar e os rios que drenavam os Andes em processo de levantamento, ingressavam neste lago pelo oeste, passando através de uma zona costeira aluvial de ante-arco relativamente estreita (Räsänen et al., 1998).

Para Latrubesse et al. (2007), as camadas mais superiores da Formação Solimões têm sido correlacionadas estratigraficamente com as camadas mesopotamienses da Argentina, (as camadas mais inferiores da Formação Ituzaingó) e Uruguai (Formação Kiyu), assim como da Formação fossilífera Urumaco, na Venezuela. Tais autores refutam a tese anterior de que estes sedimentos foram depositados em ambientes marinhos, por causa das inconsistências e das interpretações de uma influência de maré, baseados principalmente pelos achados fósseis que estão sempre relacionados com ambientes continentais, ou no máximo, mixoalinos.

Ainda para os autores, tais sedimentos foram acumulados em ambiente de águas rasas pouco movimentadas, provavelmente lagos rasos a pouco profundos ou em 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 precipitações químicas.

### 3.3 Considerações Paleontológicas

#### 3.3.1 Paleofauna

A associação fossilífera encontrada na Formação Solimões é composta por uma grande variedade de espécies de peixes, répteis, aves, mamíferos e invertebrados, como observado na literatura (Paula-Couto, 1956; Maia et al., 1977; Vonhof et al., 1998; Ranzi, 2000; Carvalho et al., 2002). As primeiras coletas paleontológicas nessa área foram iniciadas no século XIX por Chandless (1866) no Rio Acre, e os achados foram identificados por Agassiz (1868) apud Ranzi (2000), como pertencentes ao Cretáceo Superior.

As assembléias de répteis e peixes indicam um sistema de lagos interconectados, maiores que os atuais e com ampla disponibilidade de oferta trófica devido à presença de formas em média maiores em tamanho do que as atualmente encontradas. A ocorrência de certos grupos, como Crocodylidae, Nettosuchidae, Alligatoridae e Gavialidae, indica temperaturas ligeiramente mais altas que as atuais nas mesmas áreas (Pereira e Boquentin, 1989).

A fauna do Acre para o Mioceno Superior está representada na Tabela 1, com algumas atualizações e correções feitas no decorrer deste trabalho.

Tabela 1: Fauna do Acre para o Mioceno Superior. Fonte: Cozzuol (2006).

<b>Reptilia</b>	
Testudines	
Podocnemidae	
	<i>Stupendemys</i> sp.
	<i>Podocnemys bassieri</i>
Chelidae	
	<i>Chelus colombianus</i>

	<i>Chelus lewisi</i>
Testudinidae	
	<i>Chelonoidis</i> sp.
Crocodylia	
Crocodylidae	
	<i>Charactosuchus fieldsi</i>
	<i>Charactosuchus sansaoi</i>
	<i>Charactosuchus mendesi</i>
Alligatoridae	
	<i>Caiman niteroensis</i>
	<i>Caiman pachytemporalis</i>
	<i>Caiman brevirostris</i>
	<i>Purussaurus brasiliensis</i>
	<i>Melanosuchus</i> sp.
Netosuchidae	
	<i>Mourasuchus amazonensis</i>
	<i>Mourasuchus nativus</i>
Gavialidae	
	<i>Gryposuchus jessei</i>
	<i>Gryposuchus</i> sp.
	<i>Hesperogavialis</i> sp1.
	<i>Hesperogavialis</i> sp2.
<b>Aves</b>	
Pelecaniformes	
Anhingidae	
	<i>Anhinga fraileyi</i>
	<i>Anhinga minuta</i>
	<i>Anhinga</i> cf <i>grandis</i>
	<i>Macranhinga ranzii</i>
<b>Mammalia</b>	
Marsupialia	
Didelphidae	
	<i>Didesphis</i> sp.

---

Chiroptera	
	Noctilionidae
	<i>Noctilio lacrimaelunaris</i>
Rodentia	
	Neopiblemidae
	<i>Neopiblema horridula</i>
	<i>Neopiblema ambrosetianus</i>
	<i>Phoberomys minima</i>
	<i>Phoberomys burmeisteri</i>
	<i>Phoberomys bordasi</i>
	Hydrochoeridae
	<i>Kiyutherium orientalis</i>
	Dinomydae
	<i>Potamarchus sigmodon</i>
	<i>Potamarchus murinus</i>
	<i>Tetrastylus</i> sp.
	<i>Gyriabrus</i> sp.
	<i>Eumegamys paranensis</i>
	<i>Telicomys amazonensis</i>
	<i>Simplimus</i> sp.
	Dasyproctydae
	<i>Scleromys colombianus</i>
Cetacea	
	Odontoceti
	Iniidae
	<i>Saurocetes</i> sp.
	<i>Ischyrorhycus vanbenedeni</i>
	<i>Plicodontinia mourai</i>
Primates	
	Cebidae
	<i>Acrecebus frailey</i>
	<i>Stirtonia</i> sp.
	Atelidae

---

	<i>Solimoea acrensis</i>
Proboscidea	
	Gomphoteriidae
	<i>Amaucatherium peruvium</i>
Sirenia	
	Trichechidae
	<i>Rimbodon limbatus</i>
Xenarthra	
Cingulata	
	Dasypodidae
	<i>Anadasypus</i> sp.
	Pamphateridae
	<i>Kraglievichia</i> sp.
	Glyptodontidae
	<i>Plohophorus</i> sp.
	<i>Asterostema</i> sp.
	<i>Paraglyptodon</i> sp.
	<i>Neoglyptatelus</i> sp.
Tardigrada	
	Orophodontidae
	<i>Octodontobradys puruensis</i>
	Megalonychidae
	cf. <i>Hapalops</i>
	<i>Pliomorphus</i> sp.
	cf. <i>Protomegalonyx</i>
	Myodontidae
	<i>Urumacotherium campbelli</i>
	<i>Pseudopreotherium venezuelanum</i>
	<i>Ranculus</i> sp.
	Megatheriidae
	cf. <i>Planops</i>
Notoungulata	
	Toxodontidae

---

	<i>Abrothrodon pricei</i>
	<i>Gyrinodon quasus</i>
	<i>Trigonodops lopesi</i>
	<i>Trigonodon</i> sp.
	<i>Plesiotoxodon amazonensis</i>
	<i>Toxodontherium listai</i>
	<i>Neotrigodon utoquineae</i>
	<i>Neotoxodon pascuali</i>
	<i>Mesenodon juruaensis</i>
	<i>Mesothoxodon pricei</i>
	<i>Minitoxodon acrensis</i>
Liptoterna	
Macrauchenidae	
	<i>Culinia</i> sp.
Proterotheridae	
	cf. <i>Proterotherium</i>
<b>Mollusca</b>	
<b>Gastropoda</b>	
Prosobranchia	
Ampulariidae	
	<i>Ampullariu</i> sp.
	<i>Ampullarius (Effusa)</i> sp.
Cochliopidae	
	<i>Pyrgophorus</i> sp.
	<i>Littoridina</i> sp.
Pachychilidae	
	<i>Hemisinus septencinctus</i>
	<i>Hemisinus</i> sp.
	<i>Sheppardiconcha</i> sp.
	<i>Sheppardiconcha septencincta</i>
<b>Bivalvia</b>	
Unionoidea	
Hiriidae	

---

		<i>Castalia ambigua</i>
		<i>Castalia</i> sp1.
		<i>Castalia</i> sp2.
		<i>Callonaia</i> sp.
		<i>Diplodon longus</i>
	Mycetopodidae	
		<i>Mycetopoda pittieri</i>
		<i>Anodontites</i> sp.
	Sphaerioidea	
	Sphaeriidae	
		<i>Eupera</i> sp.
<b>Pisces</b>		
	Dipnoi	
	Doradidae	-
	Lepidosirenidae	<i>Lepidosiren megalos</i>
	Chondrichthyes	-
	Myliobatidae	-
	Potamotrygonidae	-
	Osteichthyes	
	Acregoliathidae	<i>Acregoliath rancii</i>
	Characidae	<i>Colossoma macropomum</i>
		<i>H. assisbrasilensis</i>
		<i>Colossoma</i> sp.
	Potamotrygonidae	<i>Hoplosternum</i> sp.
	Callychthyidae	<i>Phractocephalus</i> sp.
	Pimelodidae	-
	Erythrinidae	<i>Hoplías</i> sp
		<i>H. assisbrasilensis</i>
	Anastomidae	-



### 3.3.2 Paleobotânica

Os registros vegetais na região foram demonstrados por estudos palinológicos realizados no Alto Rio Solimões, em amostras de sedimentos de vários poços, coletados pelo Projeto Carvão no Alto Solimões (1977), que estabeleceu três zonas palinológicas, correspondendo ao Mioceno, Mioceno/Plioceno e Plioceno (Cruz, 1984).

Durante o Mioceno Superior, a vegetação predominante era constituída por elementos aluviais, composta por palmeiras, pteridófitas e gramíneas, representadas principalmente pelos seguintes grupos, (Germeraad et al., 1968; Hoorn, 1993; Collinson, 2002), como demonstrado na Tabela 2.

Estudos de cunho bioestratigráficos e paleoambientais, desenvolvidos por Hoorn (1993, 1994), em sedimentos do referido projeto, permitiram o estabelecimento de cinco zonas palinológicas que dataram o Mioceno: (zona *Verrutricolporites* e zona *Retitricolporites*), Mioceo Inferior/Médio; (zona *Psiladiporites* – *Crototricolpites*), Mioceno Médio; (zona *Crassoretitriletes*) e (zona *Grimsdalea*), Mioceno Médio/Superior.

Tabela 2: Afinidades botânicas dos principais tipos de vegetação durante o Mioceno Médio Superior/Superior.

Grupo	Taxa	Afinidade	Vegetação	Referência
<b>Outros</b>	<i>Azolla</i>	Salviniaceae	Aquática	-
<b>P T E R I D Ó F I T A S</b>	<i>Cyathidites</i>	Cyatheaceae	Arbórea	Antonioli, 2001
	<i>Cicatricosisporites</i>	Schizaeaceae	Herbácea	Antonioli, 2001
	<i>Chomotriletes minor</i>	Schizaeaceae	Herbácea	Antonioli, 2001
	<i>Crassoretitriletes</i>	Schizaeaceae	Pantanososa/Costeira	Hoorn, 1993
	<i>Deltoidospora adriennis</i>	Cyatheaceae/Gleicheniaceae	Ambiente aquático	Antonioli, 2001 Collinson, 2002
	<i>Magnastriatites</i>	Parkeriaceae	Costeira/Aluvial	Hoorn, 1993
<b>A N G I O S P E R M A S</b>	<i>Bombacacidites baculatus</i>	Bombacaceae	Ambiente alagado em florestas	Hoorn, 1993
	<i>Grimsdalea magnaclavata</i>	Arecaceae (?)	-	Germeraad et al., 1968
	<i>Mauritiidites franciscoi</i>	Arecaceae	Ambiente alagado	Hoorn, 1993
	<i>Multimarginites vanderhammeni</i>	Acanthaceae	Arbórea/Herbácea	Germeraad et al., 1968
	<i>Proxapertites tertiaria</i>	Anonaceae	Arbórea/Herbácea	-
	<i>Retitricolpites lorentae</i>	Bombacaceae	Arbórea	Hoorn, 1993

A autora propõe duas fazes ambientais características, definidas por fases de planícies costeiras, representadas por vegetação típica de mangue e pteridófitas dos gêneros *Deltoidospora* e *Crassoretitriletes*, e uma fase de planície aluvial, contendo palmeiras e vegetação arbórea.

Um modelo paleoambiental, figura 7, estabelecido por Hoorn (1993), consiste em três tipos vegetacionais: 1) planície costeira composta por *Rhizophora* e *Acrostichum*; 2) vegetação típica de planície aluvial, representada por palmeiras e gramíneas e 3) vegetação de floresta.

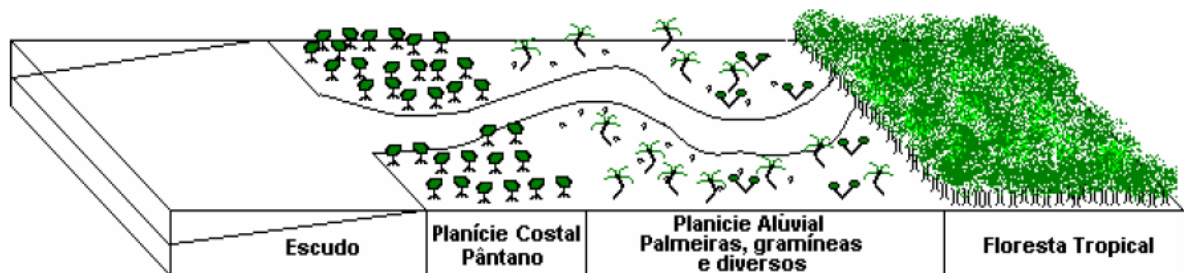


Fig. 7: Modelo paleoambiental, proposto por Hoorn (1993).

Segundo Silva (2004), não foram encontrados indicadores de ambiente marinho, como microforaminíferos e dinoflagelados, contrariando estudos realizados por Räsänen et al. (1995), que por meio de interpretação de estruturas sedimentares, afirmam a presença de um mar (*seaway*), que cobriu parte da Amazônia durante o Terciário. No Acre, a associação permite inferir ambiente úmido a alagadiço, devido à abundância de esporos de pteridófitas.

### 3.3.3 Paleoclimatologia

Durante o Mioceno Superior houve esfriamento global, como definido por Kennett (1982), por meio de registros paleoceanográficos; no entanto, o clima predominante na Amazônia durante o Mioceno Superior permanece tropical úmido, representado principalmente por registros de elementos florestais e de ambientes pantanosos, uma vez que a presença de *Grimsdalea magnaclavata* e aumento em elementos aquáticos dependentes de umidade durante este período, figura 8, evidenciam um aumento da umidade para a região (Hoorn, 1993).

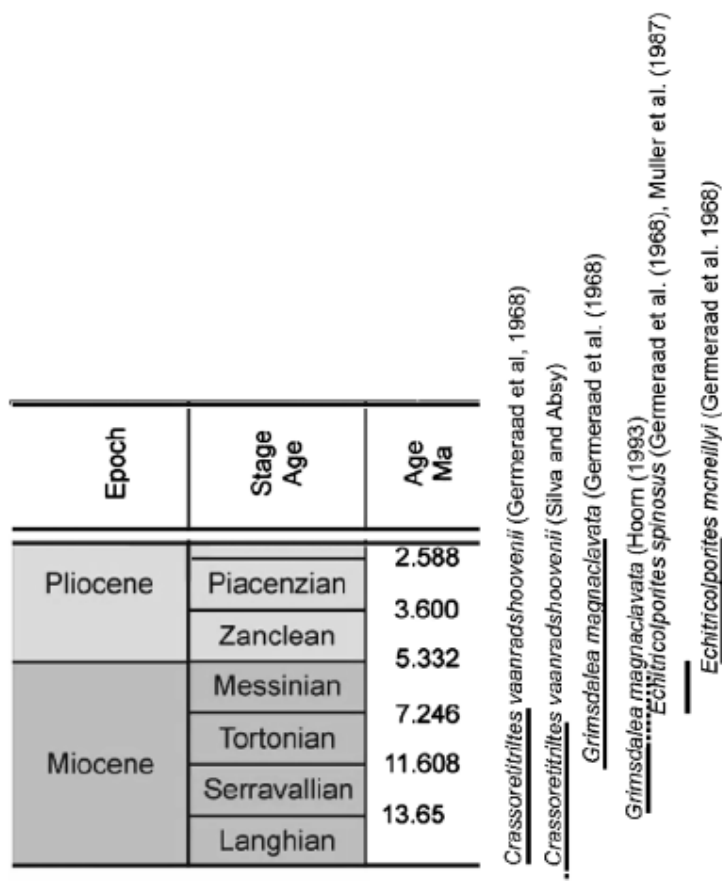


Fig. 8: Representação do clima no Mioceno Superior, pela presença de *Grimsdalea magnaclavata* e aumento em elementos aquáticos dependentes de umidade durante este período, Hoorn (1993).

Hoorn (1994) e Monsh (1998) sugerem que o clima na Amazônia durante o Mioceno Médio/Superior foi quente e úmido, fato justificado pela presença de gramíneas aquáticas e palmeiras, indicadores de ambientes alagadiços, assim como a presença de várias espécies de crocodilianos.

Devido à falta de pesquisas na área, principalmente para o Mioceno Superior/Plioceno, os dados para inferências sobre o clima na região foram baseados em pesquisas de paleobotânica e paleopalinologia.

#### 3.3.4 Amostras de Estudo

Os fósseis de crocodilianos e demais vertebrados coletados para estudo estão depositados no Laboratório de Pesquisas Paleontológicas - LPP, da Universidade Federal do Acre - UFAC, Campus de Rio Branco. A atual coleção é rica em material fóssil, reunindo achados de vários sítios fossilíferos, todos bem distribuídos pelo Estado do Acre, como demonstrado na figura 9.

O material tem sido datado em três idades distintas: os coletados na borda oeste da Bacia do Acre, na região do Alto Rio Moe, Serra do Divisor, são de idade Cretáceo Superior e estão expostos em sedimentos atribuídos à Formação Divisor<sup>1</sup>; os fósseis coletados na região Sul-Occidental da Formação Solimões, variam entre duas idades, Mioceno/Plioceno e Pleistoceno/Holoceno, sendo esta última representada por uma grande variedade de mamíferos (Ranzi, 2000).

A carência de estudos geológicos integrados às pesquisas paleontológicas tem estimulado discussões quanto ao estabelecimento da idade de fósseis encontrados, fato que retardou os estudos paleoambientais na Amazônia por algumas décadas. Atualmente, a idade

---

<sup>1</sup> Esta Formação, segundo Petri e Fúlfaro (1988), é constituída de arenitos claros, com intercalações de argilitos róseos e escuros, (alguns calcígenos), calcários e conglomerados. Aflora na Serra do Divisor, limite fronteiro entre o Brasil e o Peru, atingindo 200 metros de espessura.

dos vertebrados fósseis do Neógeno, coletados na Formação Solimões, é estimada por datação relativa por meio de correlações com idade de mamíferos da Argentina. Tendo em vista o curto intervalo desses animais no pacote sedimentar (Biocron), este método constitui a ferramenta mais importante para datação (Pascual et al., 1965, apud Latrubesse, 1992), devido à ausência de rochas Terciárias na região.

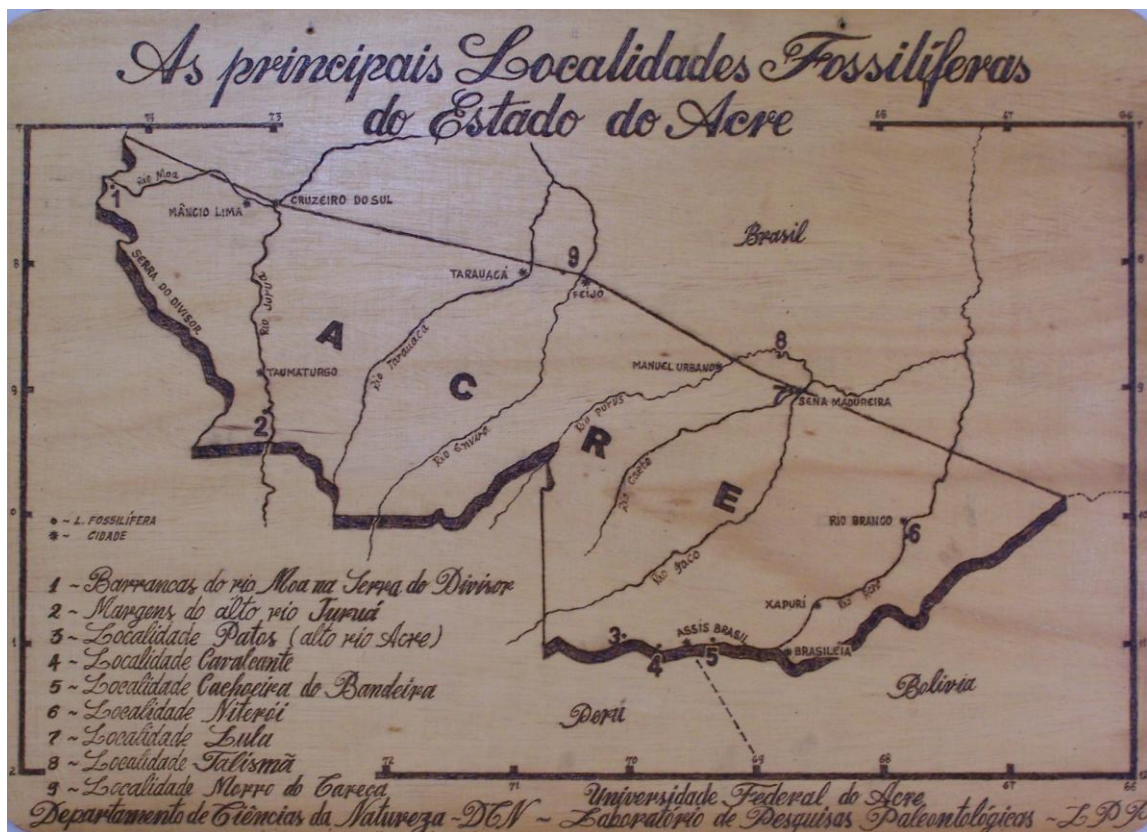


Fig. 9: Mapa dos principais sítios fossilíferos do Estado do Acre. Fonte: LPP – UFAC.

Devidamente registradas, dentre mais de 5.000 peças catalogadas pelo LPP da UFAC, uma grande parte está representada por exemplares de crocodilianos, como crânios, dentes, maxilares e materiais pós-cranianos, sendo agrupadas por família e, quando possível, por gênero e espécie. Alguns dos achados, como é o caso de *Purussaurus*, representa o que de mais completo se conhece do gênero, outros são inéditos.

Depois de separadas, identificadas e medidas, com auxílio de fita métrica, foram feitas descrições morfológicas, principalmente do crânio e dentição, para suporte das inferências acerca do tipo de alimentação e habitat dos animais. Alguns dentes isolados também foram utilizados como subsídios.

Os exemplares recém depositados na coleção foram coletados em um novo sítio fossilífero, denominado Sítio Aracoã<sup>2</sup>, com o auxílio de picaretas, pás, enxadas, formões, espátulas, pincéis e gaze gessada para a proteção durante a retirada do local e transporte. Foram identificados e devidamente preparados, utilizando-se as técnicas usuais em paleontologia, como lavagem em água corrente para retirada de sedimentos aderidos, colagem e reforço das peças fragmentadas com a aplicação de laca, cola tipo Epox, bem como a utilização de pincéis, pinças e lupas de mão. Para o transporte fluvial foram utilizados barco de alumínio e motor Honda de 40 HP.

As imagens dos fósseis foram feitas com câmera digital Sony Cyber-Shot, modelo DSC S600, 6.0 MP, zoom óptico de 3x e zoom digital de 6x, e lentes Carl Zeiss Vario-Tessar.

Através de material bibliográfico, que trata de anatomia animal Romer e Parsons (1985), das modificações geológicas verificadas na região Radambrasil (1976); Maia et al. (1977); Cunha e Appi (1990); Latrubesse (1992); Latrubesse et al. (1997); Wesselingh et al. (2006) e pesquisas junto ao Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande

---

<sup>2</sup> Está localizado à margem direita do alto Purus, sendo considerado o maior dentre os já registrados no Estado do Acre, com uma extensão de aproximadamente 100 metros, onde afloram uma grande quantidade de fósseis de répteis (crocodilianos e testudines), mamíferos, moluscos e vegetais.

do Sul (UFRGS) e Instituto de Geociências da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), foram reunidas informações paleoambientais, paleobotânicas e paleoclimáticas.



#### 4 PALEOECOLOGIA

A paleoecologia constitui-se em um ramo da ciência que estuda o desenvolvimento e as modificações dos ecossistemas naturais no tempo, as sucessões, a natureza e as causas das mudanças ambientais Labouriau (1994); contribui para a compreensão da biodiversidade atual em uma ampla escala de tempo em uma área geográfica, utilizando informações incompletas (Odgaard, 1990). Sendo assim, à medida que se acumulam evidências com novas descobertas, são criados novos métodos de estudos, de modo que o quadro vai se tornando cada vez mais completo.

Ao iniciarmos este capítulo, queremos reafirmar que a proposta aqui apresentada não objetiva apresentar uma fotografia fiel da região estudada durante o Mioceno Superior/Plioceno, mas propor, a partir de novas e mais completas informações, um possível ambiente daquele momento geológico na porção Sul-Occidental da Amazônia, contribuindo, assim, para futuros estudos paleoecológicos.

O inquestionável registro de animais e plantas fósseis, revelado pelos estudos e registros paleontológicos, bem como a evolução geológica das Bacias do Acre e Solimões e seus efeitos, permitem afirmar que o Mioceno Superior/Plioceno, foi um período com vida bastante ativa e representada por várias espécies, todas, até então, consideradas continentais, e às vezes, mixoalinas.

As contribuições geopaleontológicas apontam para um sistema rico em corpos lacustres, figura 10, com a presença de vários lagos e rios meandrantés, que se distinguiam em tamanho, correnteza, profundidade e coloração, com registros de megaleques aluviais; por outro lado, a existência de terrenos secos e pantanosos, com a presença de vegetação rasteira, representada por gramíneas e florestas com palmeiras (Hoorn, 1994; Monsh, 1998).



Fig. 10: Sistema rico em corpos lacustres. Fonte: Imagem cedida por Rodolfo Sallas, 2007.

Neste ambiente, propício ao desenvolvimento da vida, coexistia uma grande variedade de peixes, répteis (testudines e crocodilianos principalmente), moluscos e, mais às margens, aves e mamíferos, assim como espécies arborícolas e rastejantes.

Às margens dos rios e lagos, mamíferos, como os toxodontídeos, representados nas figuras 11a e 11b *Trigodon* sp., pelo espécime UFAC – 1648, e roedores de hábitos semi-aquáticos, se alimentavam de gramíneas, sujeitos a serem devorados por enormes jacarés. Primatas se alimentavam de folhas e frutos nas copas das árvores, bem como por artrópodes, tubérculos e raízes, no solo, enquanto aves gigantescas corriam velozmente pelas terras firmes, compartilhando com outros vertebrados as imensas savanas.

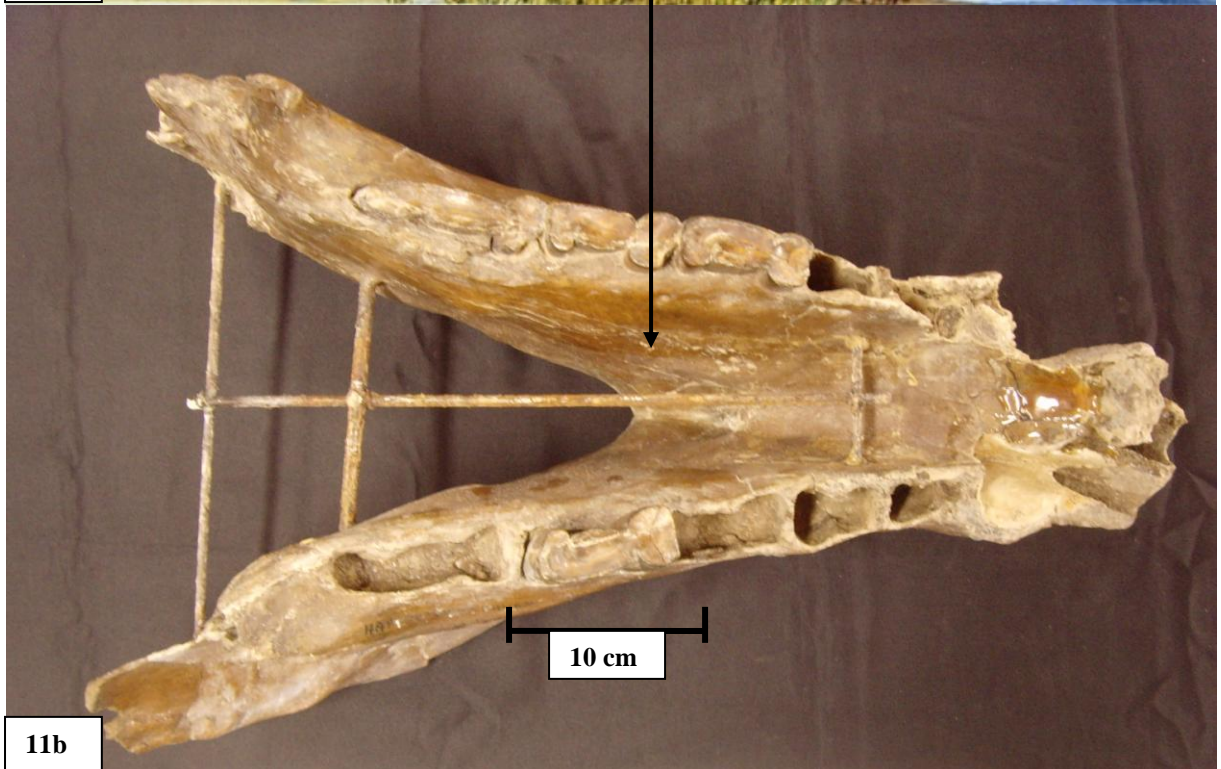
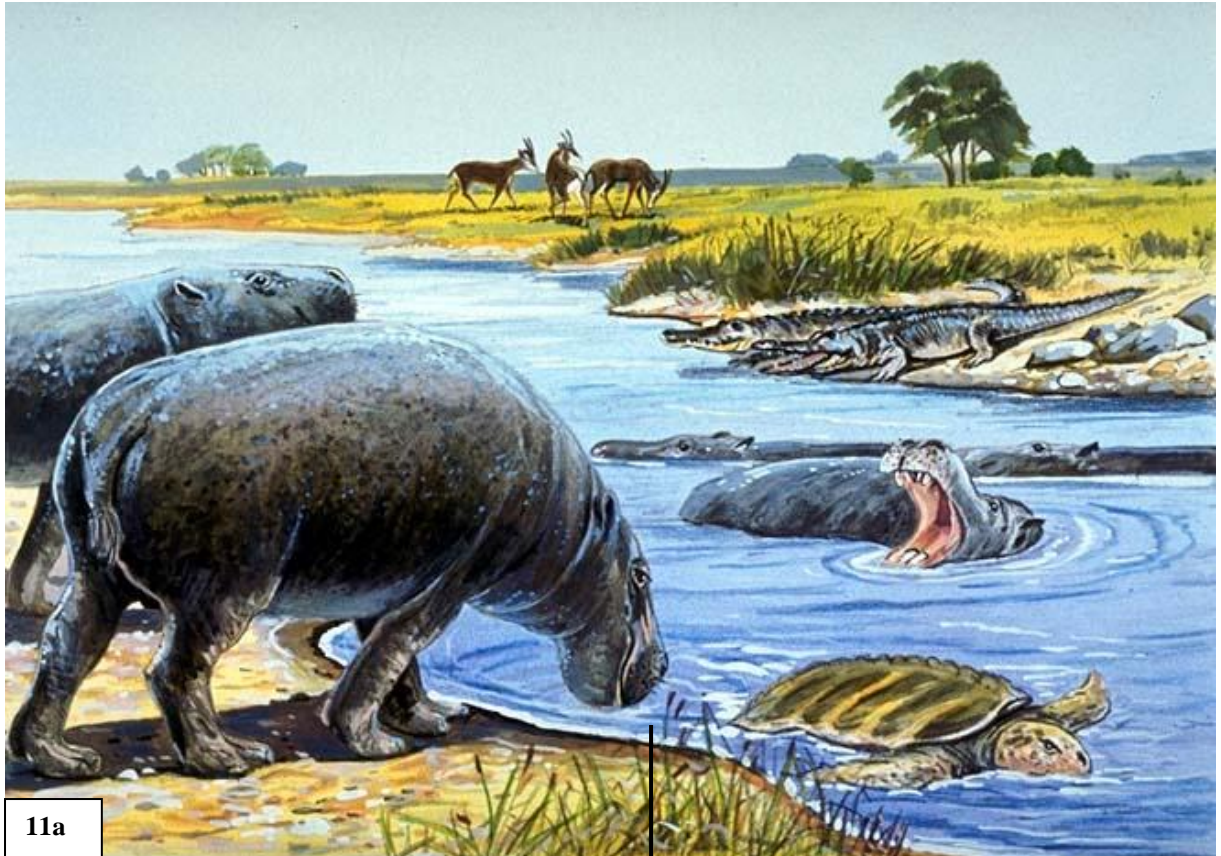


Fig. 11a: Toxodontídeos. Fonte: Imagem cedida por Rodolfo Sallas, 2007; 11b: Maxilar superior de *Trigodon* sp., espécime UFAC-1648.



De acordo com Ranzi (2000), as formas indicadoras de ambientes de floresta e bordas de floresta estão representadas por grupos de mamíferos como roedores, especialmente das famílias Erethizontidae e Echimyidae, primatas da família Cebidae e preguiças, como Xenarthra e Pilosa.

A existência de ambientes abertos, figura 12, é evidenciada pela presença de mamíferos terrestres como gliptodontes e tatus pampaterinos, pertencentes às famílias Glyptodontidae e Pampatheriidae, respectivamente; notoungulados da família Toxodontidae; roedores Dinomyidae, Neoepiblemidae e Caviidae, e Liptoternos da família Macraucheniidae (Ranzi, 2000).



Fig. 12: Ambiente aberto. Fonte: Imagem cedida por Rodolfo Sallas, 2007.

A presença de Proboscidea Gomphotheriidae (*Amahuacatherium peruvium*) figura 13, e aves, representadas pela família Anhingidae, sugere ambientes abertos com dependência de vegetação arbórea (Campbell et al., 2000).



Fig. 13: Gomphotheriidae (*Amahuacatherium peruvium*). Fonte: Imagem cedida por Rodolfo Sallas, 2007.

Grupos de hábitos aquáticos e semi-aquáticos, como capivaras, família Hydrochoeridae, cetáceos odontocetos, da família Iniidae, figuras 14a e 14b, e peixes-bois, da família Trichechidae, indicam ambientes flúvio-lacustres. A assembléia de moluscos, encontrada por Nuttal (1990), Vonhof et. al. (1998) e Wesselingh et al. (2001), sugere deposição em ambiente lacustre.

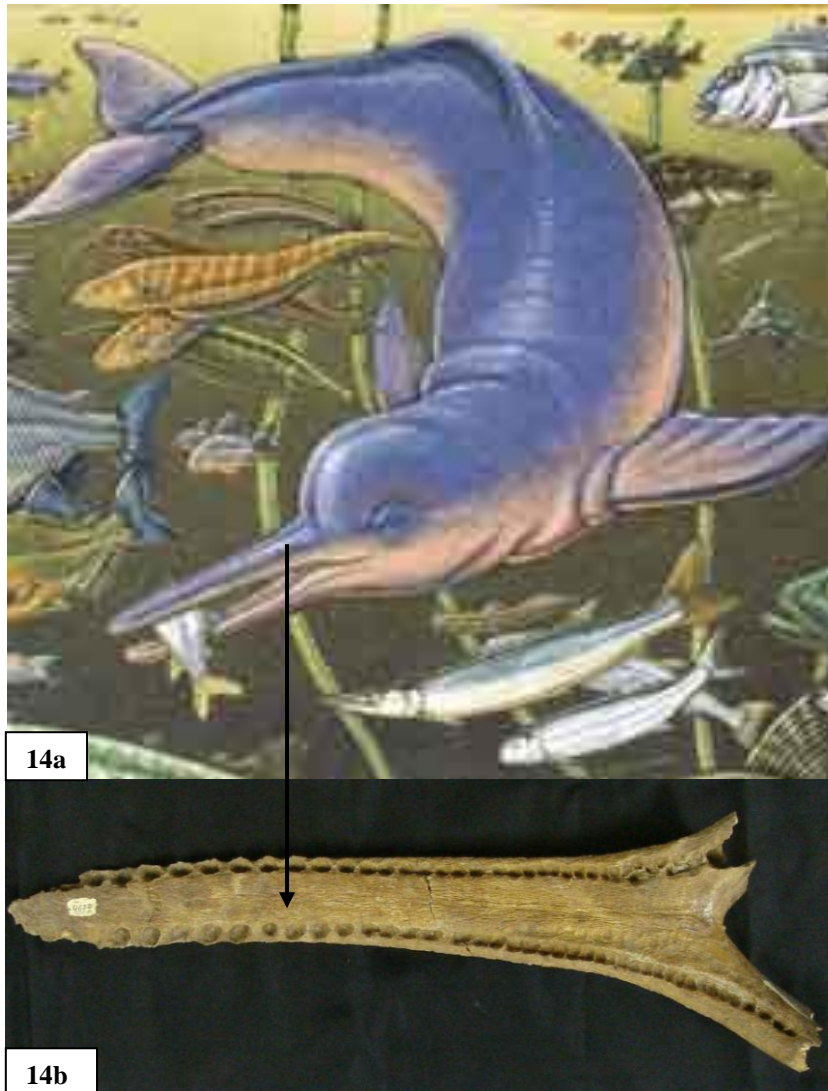


Fig. 14a: Iniidae. Fonte: Imagem cedida por Rodolfo Sallas, 2007; 14b: Mandíbula superior de Iniidae, espécime UFAC-4677.

Não obstante aportar à maior rede hidrográfica do mundo, a Amazônia tem hoje uma restrita presença de jacarés, quando comparada à fauna de crocodilianos do Mioceno, e que estão reduzidos à família Alligatoridae, com apenas quatro espécies, que diferem daquelas existentes naquele ambiente pretérito.

Entretanto, os crocodilianos foram tão abundantes, que estudos têm gerado inúmeras publicações desde o final do século XIX: Gervais (1876); Barbosa Rodrigues (1892); Goeldi (1906); Gürich (1912); Mook (1921); Paula-Couto (1956); Price (1964 e 1967); Gasparini

(1980); Souza Filho (1987); Bocquentin-Villanueva et al. (1989); Souza Filho e Boquentin-Villanueva (1991), dentre muitos outros.

Segundo Souza Filho (1998), diferentemente do registro atual, durante o Período Mioceno Superior/Plioceno, os crocodilianos estiveram agrupados nas famílias Crocodylidae, Alligatoridae, Nettosuchidae e Gavialidae, representadas por várias espécies, como demonstrados na Tabela 3, com diferentes tamanhos, fundamentalmente na morfologia cranial.

Dentre estas, estão registradas as espécies de grande porte, como *Purussaurus brasiliensis*, *Gryposuchus jessei* e *Mourasuchus amazonensis*, que pela grande dependência que teriam com a água, podem corroborar com as propostas sobre um grande sistema hidrográfico naquele paleoambiente (Souza Filho, 1998).

Tabela 3: Espécies de Crocodylia

---

Reptilia
Crocodylia
Crocodylidae
<i>Charactosuchus fieldsi</i>
<i>Charactosuchus sansoai</i>
<i>Charactosuchus mendesi</i>
Alligatoridae
<i>Caiman pachytemporalis</i>
<i>Caiman brevirostris</i>
cf. <i>Melanosuchus</i>
<i>Purussaurus brasiliensis</i>
<i>Brasilosuchus mendesi</i>
Nettosuchidae
<i>Mourasuchus amazonensis</i>
<i>Mourasuchus nativus</i>

---



---

Gavialidae

*Gryposuchus jessei*

*Gryposuchus* sp.

*Hesperogavialis* sp1.

*Hesperogavialis* sp2.

---

Ainda para o autor, o rico sistema hidrográfico, o clima, mais a abundância de vida aquática e terrestre seriam, provavelmente, as condições naturais que possibilitavam aportar à grande variedade de famílias e espécies de crocodilianos no Neógeno da Bacia do Acre.

Vale ressaltar que, independentemente da espécie ou tamanho, os crocodilianos são considerados topo de cadeia, desempenhando papel funcional de grande relevância em seus nichos ecológicos (Simpson, 1950). Formas de grande porte, como os purussaurídeos, deveriam estar adaptadas a uma variada alimentação, incluindo grandes répteis aquáticos, como *Podocnemys* sp. e *Stupendemys* sp., figura 15, além de peixes, como *Phractocephalus acreornatus*, figura 16, representado pelo holótipo UFAC – 4561, bem como grandes mamíferos aquáticos e de hábitos semi-aquáticos, representados por Odontoceti, pelo roedor *Phoberomys* sp., figuras 17a e 17b, espécime UFAC – 4515 e até mesmo outros, de hábito terrícola, como *Xenarthras*, com os quais foram contemporâneos.

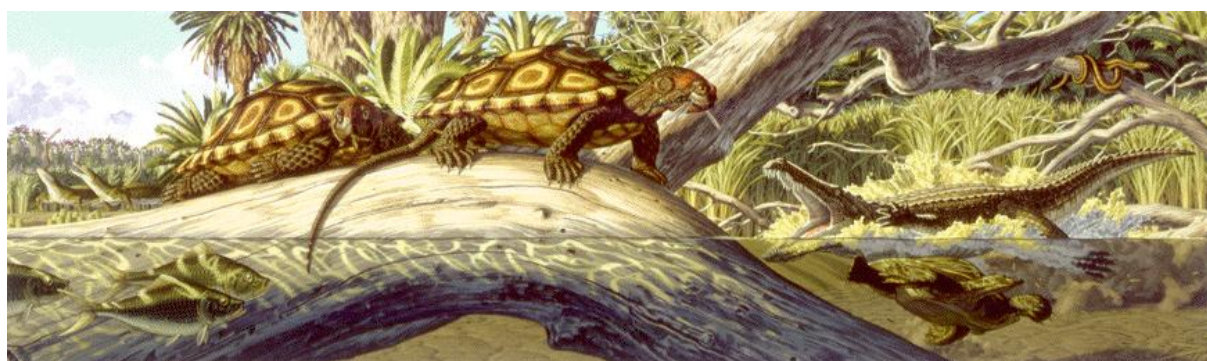


Fig. 15: *Stupendemys* sp. Fonte: Imagem cedida por Rodolfo Sallas, 2007.





Fig. 16: *Phractocephalus acreornatus*, holótipo UFAC - 4561.

Na relação entre os organismos e o ambiente, três aspectos são mais importantes: 1) a área, representada pelo espaço geográfico ocupado por uma espécie; 2) o habitat, como sendo o espaço físico onde vive, que pode ser definido pela localização geográfica ou pelo tipo de vegetação; e 3) o nicho, que inclui, além do espaço físico (habitat), o papel funcional do organismo na comunidade, ou seja, o espaço multidimensional que ele ocupa e do qual usa os recursos de cada dimensão, incluindo a totalidade de suas necessidades ambientais e sua relação com os outros organismos do ecossistema (Hutchinson, 1981; Odum, 1983; Ricklefs, 1990; apud Labouriau, 1994).

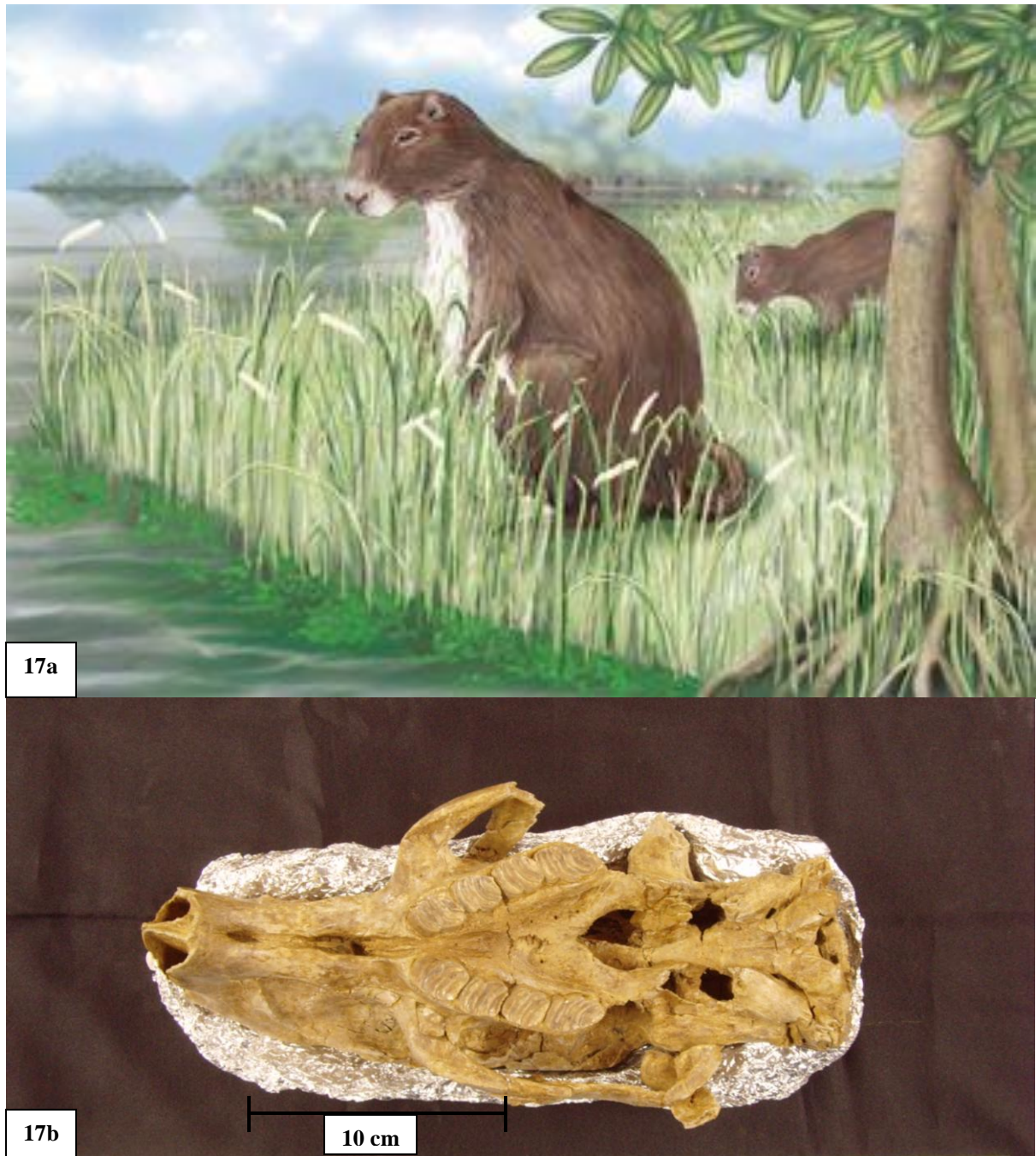


Fig. 17a: *Phoberomys* sp. Fonte: [www.new.nationalgeographic.com/news/2003/photogalleries](http://www.new.nationalgeographic.com/news/2003/photogalleries). Fig. 17b: Crânio de *Phoberomys* sp., espécime UFAC - 4515.

Para explicar esta variedade de formas, é necessário avaliar a probabilidade de que, durante certo momento do Mioceno Superior, quando o clima e o ambiente se tornaram estáveis e sem grandes perturbações, houve condições e tempo suficientes para que esses animais passassem por processos de especiação, evoluindo para espécies de grande porte,

devido ao habitat e à disponibilidade de alimento, uma vez que o clima, a geografia e a vegetação da região estudada eram favoráveis e totalmente distintos da atual.

Para Fischer (1960), um ambiente tropical livre de toda perturbação promove uma alta riqueza de espécies devido a uma reduzida taxa de extinção. Sendo assim, as estáveis condições climáticas e geológicas da época, colaboradas pelo isolamento dos Continentes Americanos, cuja ligação está registrada somente a partir do Plioceno, proporcionam um período suficiente para os processos de diferenciação.

O grau de estabilidade realmente alcançado por um determinado ecossistema depende não somente de sua história evolutiva e da eficiência dos seus controles internos, mas também da natureza do ambiente de entrada e também, talvez, da complexidade. Em termos gerais, os ecossistemas tendem a se tornar mais complexos em ambientes físicos benignos do que quando sujeitos as perturbações estocásticas (aleatórias, imprevisíveis) de entrada (...). (Odum, 1983).

Ao estudarmos ou simplesmente observarmos documentários ou registros que abordam sobre o tema “Crocodilos”, vemos a grande dependência que os mesmos têm com a água, independentemente da espécie ou tamanho. Seus hábitos alimentares, de acordo com a espécie, incluem desde moluscos, mas preferencialmente peixes, répteis, mamíferos aquáticos, semi-aquáticos, terrestres e aves, que se aproximam das margens dos lagos e rios para se alimentar, saciar a sede ou migrarem, quando são capturados.

Adaptados à vida anfíbia, pouco se afastam das margens, exceto nos períodos de estiagem, quando migram até centenas de quilômetros em busca de água e alimento, o que não deveria ser diferente no passado.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não obstante os crocodilianos estejam, na fauna atual da América do Sul, reduzidos a uma única família, a Alligatoridae, com seis espécies viventes, foram mais abundantes durante o Período Mioceno Superior/Plioceno, agrupados nas Famílias Crocodylidae, Alligatoridae, Nettosuchidae e Gavialidae, representadas por várias espécies (Souza Filho, 1998), como demonstradas na Tabela 3.

O isolamento e posterior coalescência dos continentes tiveram como conseqüências, mudanças nas correntes marinhas, que alteraram o clima e a distribuição da fauna e flora, (Labouriau, 1994).

Simultaneamente, iniciou uma fase de formação de altas montanhas, constituindo novas barreiras e resultando em fragmentação de áreas dentro dos continentes. Nestas áreas, parcial ou totalmente isoladas, as populações de organismos se especiaram pelos mecanismos evolutivos e foram divergindo progressivamente da população original Labouriau (1994), o que provavelmente deve ter acontecido com os grupos de crocodilianos, bem como de outras espécies.

Durante esse período, a região Amazônica sofria mudanças ambientais ocasionadas principalmente pelo soerguimento da Cordilheira Oriental Andina, o que propiciou a mudança da direção de drenagem dos rios amazônicos no sentido Atlântico Hoorn et al. (1995), além de funcionar como barreira e manter o clima estável pelos últimos milhões de anos (Kaandorp et al., 2005).

Estabilizado, o ecossistema possibilitou condições para o surgimento de uma alta riqueza de espécies de crocodilianos, representados pela maior diversidade de grupos, jamais vistos na América do Sul.

Com base na morfologia craniana, dentes isolados e materiais pós-cranianos das espécies de crocodilianos listadas na Tabela 2, são apresentadas as características para inferência quanto ao tamanho, habitat e hábito alimentar.

### **Familia Gavialidae**

*Gryposuchus jessei*, espécime UFAC – 5298, e *Hesperogavialis* sp. foram animais de grande porte, podendo atingir até sete metros de comprimento e que habitavam águas profundas. O rostro alongado, estreito e em forma de “pinça”, acomodava uma dentição numerosa, pontiaguda e frágil, adaptada à captura de moluscos, peixes, aves e pequenos mamíferos, que buscavam por alimentos e refúgios às margens de rios e lagos, assim como de animais mortos. A exemplo dos gaviais viventes da atual Ásia tropical, deveriam também se alimentar de animais mortos.

O crânio do espécime UFAC – 5298, figura 18, possui 66,5 centímetros de comprimento, e 38 centímetros de largura entre os quadrados-jugais, levando em consideração que a parte anterior do rostro, onde se encontram os ossos nasais, pré-maxilas e forame-palatino-anterior, não foi encontrada.



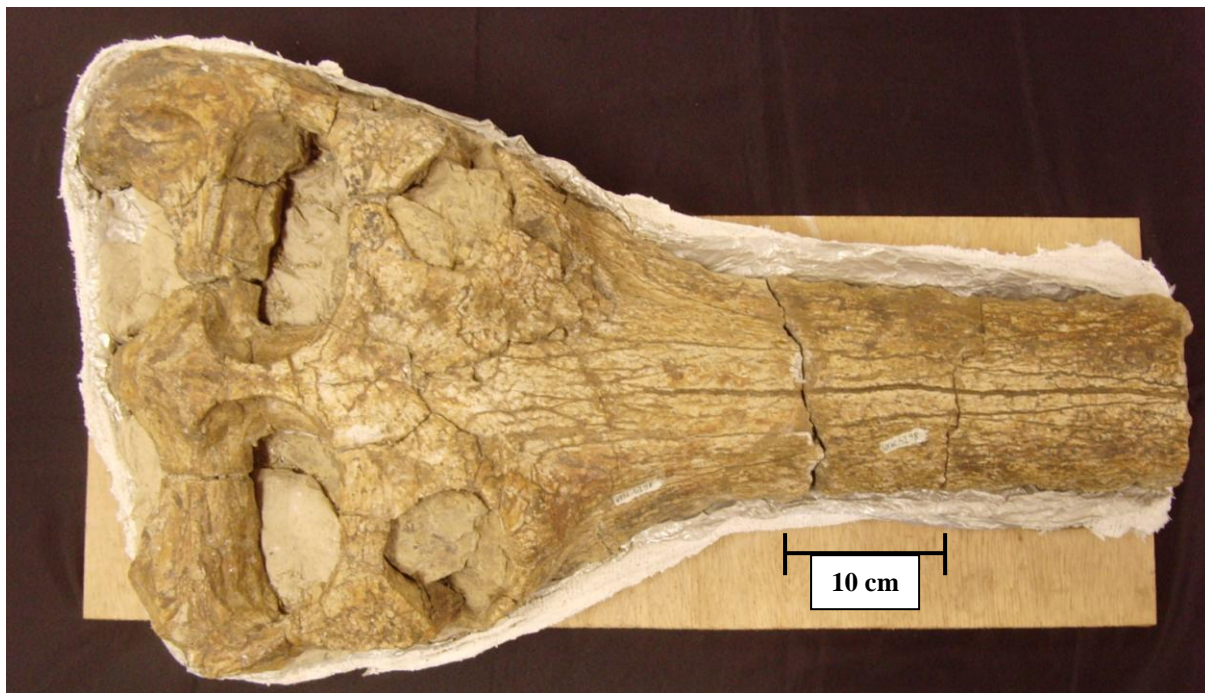


Fig. 18: Crânio de *Gryposuchus jessei*, espécime UFAC - 5298.

*Brasilosuchus mendesi*, também da família Gavialidae, eram animais de pequeno a médio porte, com dentes finos e numerosos, podendo alcançar de dois a três metros de comprimento e que habitavam rios e lagos pouco profundos e ambientes pantanosos. Como todos os crocodilianos, eram carnívoros e alimentavam-se basicamente de peixes, crustáceos, anfíbios, aves e pequenos mamíferos.

#### **Família Nettosuchidae**

*Mourasuchus amazonensis*, e *Mourasuchus nativus*, espécime UFAC - 1799: Animais de grande porte, podendo atingir de sete a dez metros de comprimento. Possuíam rostro longo, largo e achatado, lembrando um “bico de pato”, com mandíbulas finas, frágeis e anteriormente semicirculares, com numerosos dentes sem grandes variações morfológicas, provavelmente adaptadas à filtração, figuras 19a e 19b. O crânio do espécime UFAC - 1799 possui 118,4 centímetros de comprimento e 48 centímetros entres os quadrados-jugais.

Habitavam rios e lagos, de rasos a profundos e alimentavam-se de moluscos, crustáceos, anfíbios e pequenos peixes, encontrados na vegetação alagada.



Fig. 19a: Crânio de *Mourasuchus nativus*, espécime UFAC- 1799.



Fig. 19b: Crânio de *Mourasuchus nativus*, espécime UFAC - 1799. Reconstituído por Wagner Lima Wasconcelos, LPP – UFAC.

### Família Alligatoridae

É representada pela maioria das espécies coletadas, abrigando o maior jacaré jamais encontrado, *Purussaurus brasiliensis*, espécime UFAC – 1403, como demonstrado na figura 20a. Os indivíduos deste gênero chegaram a atingir 18 metros de comprimento; apresentavam um crânio compacto, mandíbulas muito fortes e dentes robustos, chegando a medir 15cm de comprimento.

O crânio do espécime UFAC – 1403 possui 149 centímetros de comprimento e 82 centímetros de largura entre os quadrados-jugais



20a

Fig. 20a: *Purussaurus brasiliensis*, espécime UFAC – 1403.



Predadores de topo de cadeia habitavam rios e lagos de águas profundas, alimentando-se de grandes quelônios, figura 20b, peixes, mamíferos aquáticos e semi-aquáticos, assim como aves e animais terrícolas, bem como de outros crocodilianos de menor porte.

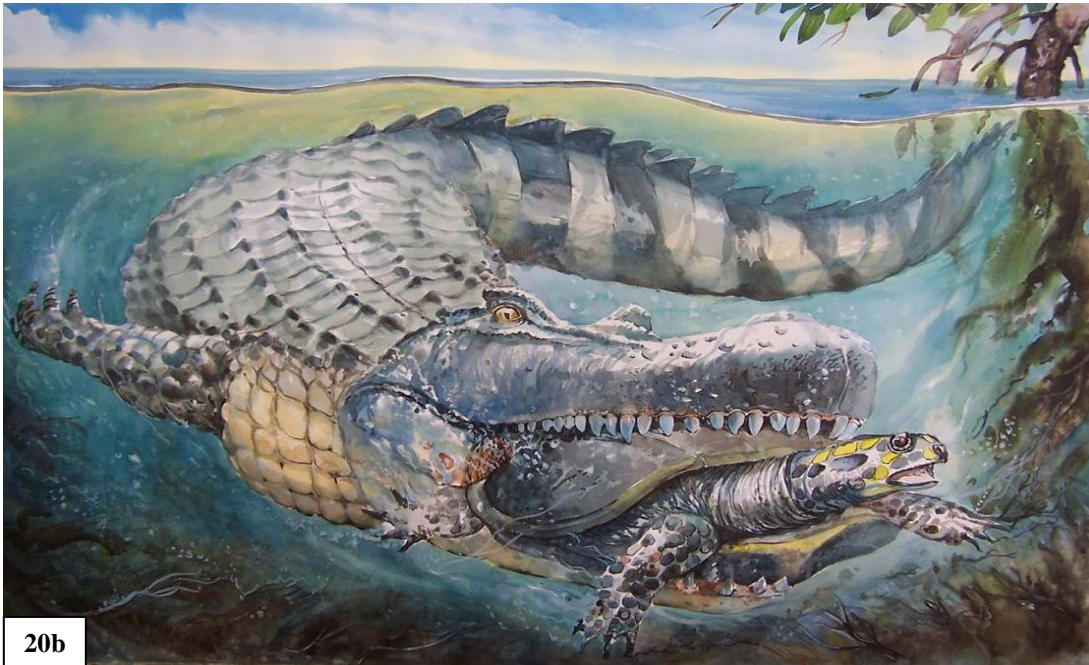


Fig. 20b: Representação de habitat e alimentação de *Purussaurus brasiliensis*. Fonte: Maurício Galvão, 2007.

*Caiman brevisrostris* e *Caiman pachytemporalis*: os indivíduos desse gênero, de pequeno a médio porte, chegavam a medir de dois a cinco metros de comprimento e habitavam lagos e rios, de rasos a pouco profundos. Possuíam rostro compacto, com mandíbulas e dentes fortes, tendo como dieta, peixes, répteis, animais semi-aquáticos, terrestres e aves.

### **Família Crocodylidae**

*Charactosuchus*: O registro de indivíduos deste gênero é ainda pouco representado, muito embora não existam dúvidas sobre sua existência na Amazônia Sul-Occidental. Contudo, os achados existentes não nos oferecem dados complementares ao presente estudo, por se encontrarem muito fragmentados.

Fundamentado em dados geopaleontológicos, paleobotânicos e paleoclimáticos, percebe-se que o ambiente, hoje ocupado pela floresta Amazônica, teve um sistema hidrográfico e uma cobertura vegetal totalmente distintos do atual, que sustentava uma enorme riqueza de espécies de animais, principalmente de crocodilianos. É provável que efeitos climáticos tenham modificado todo aquele paleoambiente, levando várias espécies, incluindo todas as de crocodilianos à extinção.

Todas as mudanças ocorridas na geologia e que continuam a ocorrer, bem como todas as extinções, tanto na fauna quanto na flora, são processos evolutivos que nunca deixarão de cessar.

Para a Bacia do Acre, assim como para toda a Amazônia, não se explica a grande diversidade ambiental, de feições anômalas em sistemas de relevo e na rede de drenagem, sem considerar os processos endógenos, tanto os relacionados à sua evolução litoestratigráfica quanto à sua evolução tectônica interagindo com fatores climáticos ou paleoclimáticos (Cavalcante, 2006). Tais considerações são imprescindíveis para a definição e distinção dos graus de vulnerabilidade ecológica e ambiental, face aos fenômenos naturais.

Grande parte da fauna sobreviveu até o Mioceno Superior/Plioceno, quando ocorreram mudanças drásticas do clima na região, devido a uma grande glaciação, rebaixando o nível dos oceanos e, por conseqüência, o nível dos lençóis freáticos, como demonstrado na figura 21, por Haq et al. (1987), levando muitas espécies à extinção, principalmente as de crocodilianos.

Outras sobreviveram durante o Pleistoceno, como a mega fauna de mamíferos Ranzi, (2000), que sofreu influência de novas espécies com o intercâmbio faunístico, ocorrido durante o Plioceno, após a ligação terrestre entre as Américas do Sul e do Norte, através do Istmo do Panamá. Antes desse acontecimento geológico, a fauna e a flora locais mantinham-se estáveis.

Muito se tem tentado explicar a evolução da paisagem em seus aspectos físicos e bióticos a partir das alterações climáticas ocorridas, sobretudo no Cenozóico. Vários autores (Räsänen et al., 1987; Räsänen et al., 1995), destacam a evolução geológica como um fator tão condicionante quanto o clima.

Durante os períodos glaciais, quando o nível marinho atingia muitos metros abaixo do atual, o lençol freático, evidentemente, era rebaixado, causando grandes distúrbios, principalmente na variação da coluna d'água, desestabilizando todo o ecossistema local.

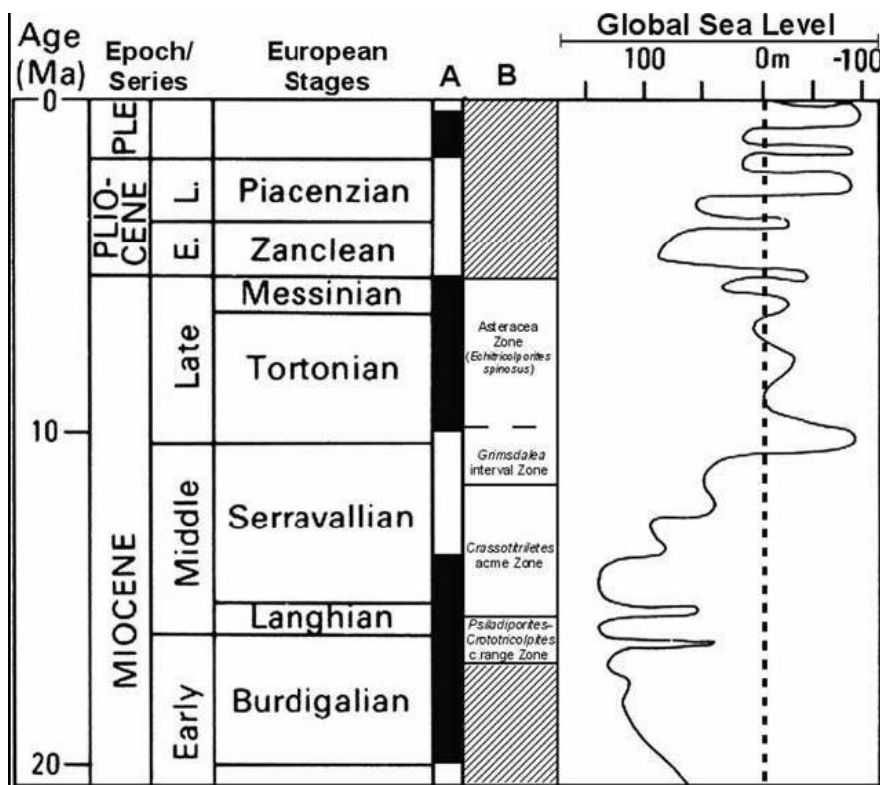


Fig. 21: Variações globais no nível do mar (Haq et al., 1987).

O final do Mioceno Superior foi marcado por profundas modificações ambientais, quando ocorreu uma expansão da capa de gelo da Antártida, que provocou uma diminuição global do nível dos oceanos (Mörner, 1987).

Aliada a essa situação contava-se ainda com um clima regionalmente mais quente e mais árido do que o atual, sendo que a consequência direta sobre os solos e a vegetação foi provavelmente muito marcante (Salati, 1985).

Segundo Haffer e Prance (2002), essa fragmentação criou áreas de refúgio, onde porções de floresta úmida eram circundadas por vários tipos de vegetação, como savanas, floresta seca, floresta de lianas e outros tipos intermediários, de clima sazonalmente seco.

Para Souza Filho (1998), espécies adaptadas a menores volumes de água e alimentação, provavelmente teriam sido menos expostas aos efeitos adversos dessas modificações, sobrevivendo até os dias atuais.

Desta forma, podemos aventar a hipótese de que a extinção de várias espécies durante o Cenozóico, na Formação Solimões, pode estar ligada a dois fatores relacionados entre si: mudanças regionais e mudanças globais.

No primeiro caso, de acordo com o modelo de Latrubesse et al. (1997), que definiram a inatividade do sistema de megaleque a partir do Plioceno; nesta condição e a partir de então, o sistema hidrográfico tem seu abastecimento pelo grande volume de água dos Andes peruanos, paulatinamente diminuído.

Somado a isto e pela posição geográfica intratropical de elevadas temperaturas, a perda d'água tornou-se significativamente mais acelerada do que sua reposição no ambiente e que provavelmente todo o ecossistema, incluindo o clima, tenha sofrido mudanças significativas. Tais modificações teriam determinado a diminuição do aporte de água no sistema, restringindo nichos ecológicos e aumentando a competição por habitat e alimento.

No segundo caso, o desenvolvimento da capa de gelo da Antártida, que gerou regressão marinha registrada durante o Mioceno Superior Mörner (1987), produziu mudanças ambientais globais, como aridez em várias regiões do planeta, expansão das savanas e dos animais pastadores.

O efeito conjugado destes dois fatores, mudanças regionais e globais, teria provocado profundas perturbações no ambiente, produzindo um desequilíbrio capaz de resultar no desaparecimento de várias espécies (Fischer, 1960). Estudos com palinomorfos, realizados por Silva (2004), para o Mioceno Médio Superior e Superior, não indicaram ambientes costeiros e nem marinhos.

Se por um lado, a história do Pleistoceno pode ser bem retratada na Amazônia, fundamentalmente pelo conhecimento satisfatório dos mamíferos fósseis, o período anterior, correspondente ao Mioceno Superior/Plioceno, ainda precisa ser mais bem revelado.

A fauna fóssil de mamíferos do Pleistoceno nos permite ter um retrato da Amazônia num passado mais recente, com a presença de animais pastadores, que necessitavam de uma cobertura vegetal completamente distinta da atual (Ranzi, 2000).

Sendo assim, e não obstante ser a Amazônia o maior celeiro da biodiversidade do planeta, é pouco proveitoso o estudo de sua ecologia sem a compreensão mínima de sua história geológica, ou seja, sua paleoecologia.

## 6 CONCLUSÃO

A paleofauna de crocodilianos das Bacias do Acre e Solimões parece ter sofrido com grandes mudanças, que culminou com a extinção da maioria das espécies. É provável que a extinção das famílias de *Crocodylidae*, *Nettosuchidae* e *Gavialidae*, bem como a de outras espécies, esteja relacionada provavelmente com profundas modificações climáticas que determinaram a diminuição do volume das águas, alterando todo aquele paleoambiente.

Áreas pantanosas e alagadiças foram aos poucos desaparecendo, dando lugar a grandes extensões de savanas, levando à extinção todas as espécies de crocodilianos registradas para o Mioceno na porção Sul-Occidental da Amazônia.

A extinção de uma espécie abre espaço para outras, ou novas espécies, oferecendo condições para o surgimento de novos nichos ecológicos, podendo modificar e muito grandes ecossistemas, como por exemplo, os encontrados no bioma Amazônia.

Uma melhor compreensão deve ser encontrada no estudo e conhecimento dos grupos de crocodilianos da época, pois como excelentes indicadores de ambiente, estes poderão ser a chave para o entendimento da paisagem do final do Terciário.

A questão da extinção de vários grupos de mamíferos durante o Cenozóico tem sido bem debatida e documentada, no entanto, os répteis Pós-Mesozóicos não têm sido merecedores de grande atenção. Contudo, é necessário lembrar que a fauna de Crocodilianos na América do Sul foi marcada por uma alta diversidade de espécies que foram, na sua grande maioria, extintas durante o Mioceno Superior/Plioceno. Quais fatores provocaram esta extinção, é o que precisamos começar a entender.

Faz-se necessário estudos mais aprofundados sobre a evolução e ecologia das espécies atuais, para que haja uma correlação mais detalhada entre a extinção dos grupos estudados e

os atualmente encontrados, uma vez que não existem registros fósseis desses animais, o que deixa uma lacuna sem conexão entre o passado e o presente.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACRE, Governo do Estado do. **Programa Estadual de Zoneamento do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico do Acre. Fase II: documento Síntese – escala 1:250.000.** Rio Branco: SEMA. 2006.
- ANTONIOLI, L. Estudo palinocronoestratigráfico da Formação Codó – Cretáceo Inferior do nordeste brasileiro. **Universidade Estadual do Rio de Janeiro.** 264p. 2001.
- BARBOSA RODRIGUES, J. Les reptiles fossiles de la Vallée de L'Amazone, **Vellosia.** Vol. 2: 41-73. 1892.
- BARROS, A. M. Geologia, Geomorfologia, Pedologia, vegetação e uso potencial da terra. In: Projeto Radambrasil, Fls. SB/SC 18, Javari/Contamana; **DNPM.** Rio de Janeiro. Vol. 13: 17-103. 1977.
- BOCQUENTIN-VILLANUEVA, J.; SOUZA-FILHO, J. P. de, BEFFETAUT, E.; NEGRI, F. R. Novas interpretações do gênero *Purussaurus* (Crocodylia, Alligatoridae). **Anais do XI Congresso Brasileiro de Paleontologia.** Curitiba. SBP. Vol. I. 1989.
- CAMPBELL, K. E.; FRAILEY, C. D. Holocene flooding and species diversity in southwestern Amazonia. **Quaternary research.** Vol. 21: 369-375. 1984.



CAMPBELL, K. E.; FRAILEY, C. D.; PITTMAN, L. R. The late Miocene *Gomphotherium*, *Amahuacatherium peruvianum* (Proboscidea: Gomphotheriidae) from amazonian Peru: implications for the great American faunal interchange. **Instituto Geológico Minero y Metalúrgico**. Lima, Peru. 152p. 2000.

CAPUTO, M. V.; RODRIGUES, R.; VASCONCELOS, D. N. N. Litoestratigrafia da Bacia do Amazonas. **Relatório Técnico da Petrobrás**. 641-A. 1971.

CAPUTO, M. V.; RODRIGUES, R.; VASCONCELOS, D. N. N. Nomenclatura estratigráfica da Bacia do Amazonas: Histórico e atualização. **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Geologia**. Vol. 3: 35-46. 1972.

CARVALHO, P.; BOCQUENTIN, J.; BROIN, F. de. Um nouvelle espèce de *Podocnemis* (Pleurodira, Podocnemididae) provenant Du Néogène de la formation Solimões, Acre, Brésil. **Geobios**. Vol. 35: 677-686. 2002.

CAVALCANTE, L. M. Geologia e geomorfologia do Estado do Acre. In: ACRE. Secretaria de Estado de Estado, Ciência e Tecnologia. Programa Estadual de **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre**: 2ª fase. Rio Branco: 2006.

CHANDLESS, W. Notes on the River Aquiry, the principal affluent of the River Purus. **Journal of the royal geographical society of London**. Vol. 36: 119-128. 1866.

COLLINSON, M. E. The ecology of Cenozoic ferns. **Review Palaeobotany and Palynology**. Vol. 119: 51-68. 2002.

- COZZUOL, M. A. The Acre Vertebrate Fauna: Diversity and Geography. **Journal of South American Earth Sciences**. Vol. 21: 185-203. 2006.
- CRUZ, N. M. C. Palinologia do Linhito do Solimões no Estado do Amazonas. **Anais do II Simpósio Amazônico**. Manaus. p. 473-480. 1984.
- CUNHA, F. M. B.; APPI, V. T. Controle geológico na definição de grandes domínios ambientais na planície amazônica. In: Simpósio Internacional de Estudos Ambientais em Florestas Tropicais Úmidas. **FOREST 90**. Anais Biosfera. Manaus. p. 30-45. 1990.
- FISCHER, A. G. Latitudinal variations in organic diversity. **Evolution**. Vol. 14(1): 44-81. 1960.
- GASPARINI, Z. B. de, South America Mesozoic crocodiles. **Mesozoic Vertebrate Live**. Vol. 1: 66-72. 1980.
- GERMERAAD, J. H.; HOPPING, C. A.; MULLER, J. Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. **Review of Palaeobotany and Palynology**. 1968.
- GERVAIS, P. Crocodile gigantesque fossile du Brésil (*Dinosuchus terror*). **Journal de Zoologie**. Vol. 3: 232-236. 1876.

GOELDI, E. A. Quelônios do Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Vol. 4(4): 699-756. 1906.

GÜRICH, G. *Gryposuchus jessei*, ein neues schmalschnauainges Krokodil aus den Jungeren Ablagerungen des oberen Amazonas-gebiets. Witt mineral-Geol. Institut Hamburg, 4 Bettherfit, z. Jahrh Hamburg. **Wiss. Anat.** Vol. 29: 59-74. 1912.

HAFFER, J.; PRANCE, G. T. Climatic forcing of evolution in Amazonia during the Cenozoic: on the refuge theory of biotic differentiation. **Amazoniana**. Vol. 16(3-4): 579-607. 2002.

HAQ, B. V.; HARDEBOL, J.; VAIL, P. R. Chronology of fluctuating sea level since Triassic (250 million years ago present). **Science**. Vol. 235: 1156-1167. 1987.

HAUG, G. H. e TIEDEMANN, R. Effect of the formation of the Isthmus of Panama on Atlantic Ocean thermohaline circulation. **Nature**. Vol. 393: 673-676. 1998.

HOORN, C. Marine incursions and the influence of Andean tectonics on the Miocene depositional history of northwestern Amazonia: results of a palynostratigraphic study. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. Vol. 105: 267-309. 1993.

HOORN, C. No environmental reconstruction of the palaeo-Amazon River system (Middle-Late Miocene, NW Amazônia). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. Vol. 105: 187-238. 1994.

HOORN, C; GUERRERO, J.; SARMIENTO, G.; LORENTE, M. Andean tectonics as a cause for changing drainage patterns in Miocene northern South America. **Geology**. Vol. 23(3): 237-240. 1995.

KAANDORP, R. G. J.; VONHOF, H. B.; WESSELING, F. P.; PITTMAN, L. R.; KROONA, D.; HINTE, J. E. Seasonal Amazonian rainfall variation in the Miocene climate optimum. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. Vol. 221: 1-6. 2005.

KENNET, J. P. Marine geology. **Prentice Hall**. USA. 812 pp. 1982.

KROMBERG, B. I.; BENCHIMOL, R. E.; BIRD, M. I. Geochemistry of Acre subbasin sediments: window on ice-age Amazonia. **Interciência**. Vol. 16 (3) 138-141. 1991.

LABOURIAU, M. L. S. História Ecológica da Terra. **Edgard Blucher**. São Paulo. 1994.

LATRUBESSE, E. M. El Neogeno de Amazonia Sudoccidental. Thesis doctoral. **Universidad Nacional de San Luis**. Argentina. 214 pp. 1992.

LATRUBESSE, E. M.; RANZI, A.; RAMONELL, C. G.; SOUZA FILHO, J. P. de. A Formação Solimões: Uma Formação do Mio-Plioceno da Amazônia Sul-Occidental. Boletim de Resumos Expandidos. Belém, **Sociedade Brasileira de Geologia**, 1994. p. 20. Edição dos Resumos Expandidos do **IV Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos**. Belém, 1994.

- LATRUBESSE, E. M., BOCQUENTIN, J., SANTOS, J. C. R., RAMONEL, C. G.  
Paleoenvironmental Model for the Late Cenozoic of Southwestern Amazonia:  
Paleontology and Geology. **Acta Amazônica**. Vol. 27(2): 103-118. 1997.
- LATRUBESSE, M. E.; SILVA, S. A. F. da.; COZZUOL, M.; ABSY, M. L. Late Miocene  
continental sedimentation in southwestern Amazonia and its regional significance:  
Biotic and geological evidence. **Journal of South American Earth Sciences**. Vol.  
23: 61-80. 2007.
- MAIA, R. G. N.; GODOY, H. de O.; YAMAGUTI, J. S.; MOURA, P. A.; COSTA, F. S. F.  
da; HOLANDA, M. A.; COSTA, J. A. Projeto Carvão no Alto Solimões; relatório  
final. Manaus, **CPRM/DNPM**. Vol. 1: 142. 1977.
- MONSH, K. A. Miocene fish faunas from the northwestern Amazonia basin (Colombia, Peru,  
Brazil) with evidence of marine incursions. **Palaeogeography, Palaeoclimatology,  
Palaeoecology**. Vol. 143 :31-50. 1998.
- MOOK, C. C. *Brachygnathosuchus brasiliensis*, a new fossil Crocodylian from Brazil.  
**Bulletin American Museum of Natural History**. Vol. 44(6): 43-49. 1921.
- MORAES REGO, L. F. Notas sobre geologia do território do Acre e Bacia do Javari, Manaus.  
**Cezar, Cavalcante e Cia**. 45pp. 1930.

MÖRNER, N. A. Low sea level, Droughts and Mammalia extinctions. In: **Catastrophes and Earth History the New Uniformitarianism**. Berggren, W. A. & Van Couvering, J. A. (ed.). Cap. 14, p. 387-393. 1987.

MÖRNER, N. A.; ROSSETTI, D.; TOLEDO, P. M. de. The Amazonian rainforest only some 6-5 million years old. In: **Diversidade Biológica e Cultural da Amazônia**. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. p. 3-18. 2001.

NEGRI, F. R. Anatomia Craniana de *Neopiblema ambrosettianus* (RODENTIA, CAVIOMORPHA, NEOPIBLEMIDAE) do Mioceno Superior-Plioceno, Estado do Acre, Brasil, e Revisão das Espécies do Gênero. Dissertação de Mestrado. **PUCRS**. Porto Alegre, 1997.

NUTALL, C. P. A. Review of the tertiary non-marine molluscan faunas of the pebasian and other inland basin of northwestern South America. **Bull. Br. Mus. Nat. Hist.** Vol. 45(2): 165-371. 1990.

ODGAARD, B. V. Fossil pollen as a Record of past biodiversity. **Journal of Biogeography**. Vol. 26: 7-17. 1990.

ODUM, P. E. Ecologia. **Guanabara Koogan**. Rio de Janeiro. p. 31, 1983.

ORTON, J. The Andes and the Amazon or across the continent of South America. **Harper Brothers**. New York, 645pp. 1870.

PAULA-COUTO, C. Resumo de memórias de lund sobre as cavernas da Lagoa Santa e seu conteúdo animal. **Museu Nacional**. Publ. Avulsas. Vol. 16: 3-14. 1956.

PEREIRA, J.; BOCQUENTIN, J. *Brasilosuchus mendesi*, n.g., n.sp., um novo representante da família Gavialidade do Neógeno do Acre, Brasil. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Paleontologia**. p. 457-463. 1989.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. Geologia Brasileira. Queiroz, T. A. **Ed. USP**. 397 p. 1988.

PRICE, L. I. Sobre o crânio de um grande crocodiliano do Alto Rio Juruá, Estado do Acre. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro. p. 59-66. 1964.

PRICE, L. I. Sobre a mandíbula de um gigantesco Crocodilídeo extinto do Alto Rio Juruá, Estado do Acre. Simpósio Sobre a Biota amazônica. **Geociências**. Rio de Janeiro, Atlas: Vol. 1: 359-371. 1967.

PROJETO CARVÃO NO ALTO SOLIMÕES. Relatório Final. **CPRM/DNPM**. Manaus, Vol.1: 142p. 1977.

RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra). Fl. SC 19 Rio Branco. **DNPM**. Rio de Janeiro. Vol. 12. 458p. 1976.

RANZI, A. Paleocologia da Amazônia: Megafauna do Pleistoceno. **UFSC**. Florianópolis. 2000.

RÄSÄNEN, M.; SALO, J. S.; KALLIOLA, R. J. Fluvial perturbation in the western Amazon basin: regulation by long-term sub-Andean tectonics. **Science**. Vol. 238(4832): 1398. 1987.

RÄSÄNEN, M.; LINNA, A.; SANTOS, J. C. R.; NEGRI, F. R. Late Miocene tidal deposits in the amazonian foreland basin. **Science**. Vol. 269(5222): 385. 1995.

RÄSÄNEN, M.; LINNA, A.; IRION, G.; HERNANI, L. R.; HUANAN, R. V.; WESSELING, F. Geologia e geoformas da área de Iquitos. In: KALLIOLA, S. F.; PAITÁN, S. F. (Ed.). Geocologia y desarrollo en la zona de Iquitos, Peru. Turku, Turun Yliopisto. Turun Yliopiston Julkaisuja. **Sarja A**. Vol. 114(544): 21-95. 1998.

ROMER, A. S. e PARSONS, T. S. Anatomia Comparada dos Vertebrados. **Atheneu**. São Paulo. 1985.

SALATI, E. The climatology and hydrology of Amazônia. In: PRANCE, G. T. e LOVEJOY T. E. (eds.) Amazonia. **Oxford: Pergamon Press**. 442 p. 1985.

SANTOS, D. B. e SILVA, L. L. O exogeossinclíneo Andino e a Formação Solimões. **Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Geologia**. Belo Horizonte. Vol. 3: 3-11. 1976.

SANTOS, J. O. S. Considerações sobre a Bacia Cenozóica Solimões. **Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Geologia**. Belo Horizonte. Vol. 3: 3-11. 1976.



- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, A. D. de.; DERZE, D. R.; ASMUZ, H. E. Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente, incluindo depósitos minerais. Brasília. **DNPM**. 1984.
- SILVA, O. B. Análise da Bacia do Solimões (Revisão litoestratigráfica, magmatismo e geoquímica). **Universidade Federal de Ouro Preto**. 1987.
- SILVA, S. A. F. da. Palinologia do Neógeno da Amazônia Sul Ocidental, Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – **INPA**. Manaus. 2004.
- SIMPSON, G. G. History of the fauna of Latin América. **Scientific America**. Vol. 38: 361-389. 1950.
- SOUZA FILHO, J. P. de. *Caiman brevirostris* sp. nov. Um novo Alligatoridae da Formação Solimões (Pleistoceno) do Estado do Acre, Brasil. Anais do **X Congresso Brasileiro de Paleontologia**. Rio de Janeiro. 1987.
- SOUZA FILHO, J. P. de. Novas formas fósseis de Crocodylia (Alligatoridae e Gavialidae) da Formação Solimões, Cenozóico do Estado do Acre-Brasil, representadas por materiais cranianos e mandibulares. Tese de Doutorado. **UFRGS**. Porto Alegre. 1998.
- SOUZA FILHO, J. P. de, e BOCQUENTIN-VILLANUEVA, J. *Brasilosuchus mendesi*, n.g. n.sp. Um novo representante da Família Gavialidae do Neógeno do Estado do Acre, Brasil. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Paleontologia**. Curitiba. 1991.

VAN DER HAMMEN, T. Paleocolgy of the Amazonia. In: Guimarães Vieira, I. C.; Cardoso da Silva, J. M.; Oren, D. C. e D’Incao, M. A. (eds). **Diversidade Biológica e Cultural da Amazônia**. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, p. 19-44. 2001.

VONHOF, H. B.; WESSELINGH, F. P. e GANSSEN, G. M. Reconstruction of the Miocene western Amazonian aquatic system using molluscan isotope signatures. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. Vol. 141: 85-93. 1998.

WESSELINGH, F. P.; RÄSÄNEN, M. E.; IRION, G.; VONHOF, H. B.; KAANDORP, R.; RENEMA, W.; PITTMAN, L. R. e GINGRAS, M. Lake Pebas: a palaeoecological reconstruction of a Miocene, long-lived lake complex in western Amazonia. **Cainozoic Research**. Vol. 1(1-2): 35-81. 2001.

WESSELINGH, F. P.; HOORN, M. C.; GUERRERO, J., RÄSÄNEN, M. E., PITTMANN, L. R. e SALO, J. The stratigraphy and regional structure of Miocene deposits in western Amazonia (Peru, Colombia and Brazil), with implications for late Neogene landscape evolution. **Scripta Geologica**. Vol. 133: 291-322. 2006.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)