

A DIVERSIFICAÇÃO DA VIDA NA TERRA

Maria Helena Zucon
Mário André Trindades Dantas
Cleodon Teodósio
Anderson da Conceição Santos Sobral

META

Nesta unidade vamos apresentar de uma forma cronológica o aparecimento dos seres vivos na Terra, iniciando das idades mais antigas. Desta forma vamos perceber que a terra surgiu há 4,5 bilhões de anos e durante os quatro primeiros bilhões de anos a terra estava, praticamente, criando condições para o desenvolvimento da vida. Nos quinhentos milhões de anos a seguir surgem todas as formas de vida que conhecemos até hoje.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
poderá apontar os principais acontecimentos na história da vida na Terra;
saber utilizar a linha do tempo em sala de aula com os alunos do Ensino Fundamental.

PRÉ-REQUISITOS

Todas as unidades anteriores com mais ênfase na segunda unidade.

INTRODUÇÃO

Procaríotos

São organismos microscópicos e morfologicamente muito simples, desprovidos de organelas internas e de núcleo diferenciado. Reproduzem-se assexuadamente, o que explica seu conservadorismo morfológico evidenciado por seu registro fóssil (Schopf, 1995 in FAIRCHILD & BOGGIANI, 2010). Predominam, hoje, em ambientes sem oxigênio, hipersalinos, hiperácidos e de altas temperaturas. Capacidades herdadas, provavelmente, na época de sua origem e diversificação sob severas condições paleoambientais do início do Arqueano.

Estromatólitos

São estruturas biossedimentares calcárias produzidas pelas atividades metabólicas de comunidades bentônicas de microorganismos, principalmente cianobactérias.

Caros alunos estamos iniciando a última unidade desta disciplina e na maioria dos capítulos tivemos que construir os textos de forma bastante resumida. Mas quero, também, levá-los a imaginar que se formos considerar a idade da terra e os principais acontecimentos ocorridos ao longo de todo este tempo, provavelmente, muito mais coisas aconteceram. Acredita-se que 85% da história da terra ainda estão por ser desvendados. Por outro lado vocês vão observar, após a leitura desta unidade, que o estudo dos fósseis têm contribuído para um melhor entendimento da história da vida na Terra.

Hoje vamos estudar todos os períodos geológicos partindo do mais antigo para o novo. Tenham paciência é uma história longa, mas fascinante.

Vamos conhecer quais foram as formas de vida mais primitivas que se desenvolveram lá no Pré-Cambriano passando pela Era Paleozóica com o aparecimento de todos os grupos de organismos. Depois a Era Mesozóica, onde surgiram, desenvolveram e se extinguiram todos os dinossauros, onde também surgiram as aves. E finalmente, a Era Cenozóica onde surgiram os grandes mamíferos, como a preguiça gigante, tigre dente de sabre e o gliptodonte. No final desta er surgem também os homínídeos, grupo dos quais fazemos parte.

Nesta unidade, é importante ressaltar, que vamos conhecer um pouco dos fósseis de Sergipe. Podemos dizer que Sergipe é um estado muito rico em fósseis. Aqui ocorrem fósseis marinhos de idade cretácea que são principalmente moluscos (gastrópodes, bivalves e cefalópodes), equinodermas, peixes, restos de madeira e ainda tubos de poliquetas. Ocorrem, também, uma belíssima fauna de animais gigantes do Pleistoceno, como a preguiça gigante, elefante pré-histórico, tatu gigante (Gliptodonte), cavalo pré-histórico entre outros.

VIDA NO PRÉ-CAMBRIANO

O Pré-Cambriano representa os primeiros quatro bilhões de anos da história da terra. Pré-Cambriano significa o que vem antes do Cambriano, primeiro período da Era Paleozóica. Pode também ser chamado de Criptozóico onde cryptos=escondido e zôos= vida. Como já estudado lá na segunda unidade o Pré-Cambriano está dividido em três eons: Hadeano, Arqueano e Proterozóico. Vamos observar que a vida só é documentada nos dois últimos eons.

A vida surgiu há mais de 3,5 Ba de anos, representada inicialmente por **procaríotos** (bactérias, cianobactérias e arqueobactérias), evidenciados por **estromatólitos**, microfósseis e quimiofósseis na África do Sul e no Oeste da Austrália (FAIRCHILD & BOGGIANI, 2010).

Segundo os autores acima citados, o problema com os fósseis mais antigos do mundo merece algumas explicações. Primeiro, temos que compreender que o registro dos fósseis do Arqueano é muito raro, ocorrendo no final deste Eon. Existem poucas ocorrências mais antigas que 3,0 Ba. E mesmo assim é possível observar que já era bastante evidente a vida neste Eon e que os procariotos estavam bem estabelecidos no ecossistema bentônico, na forma dos registros dos estromatólitos.

E o oxigênio, apareceu quando na Terra? Da própria vida, através dos processos de fotossíntese oxigênica, inicialmente desenvolvidos pelas cianobactérias. Desta forma a evidência mais antiga de fotossíntese oxigênica são os quimiofósseis australianos que viveram há 2,7 Ba, quase da mesma idade dos quimiofósseis eucarióticos. Desta forma podemos inferir que entre 2,6 a 2,0 Ba atrás evoluiu uma complexa condição eucariótica com um ancestral amebóide dentre as arqueobactérias, capaz de englobar outros seres, resultando na aquisição de diversas organelas como os cloroplastos e flagelos. E assim, na medida que o oxigênio aumentava na atmosfera surgia condições para o desenvolvimento dos protoeucariotos mais adaptados a utilizar oxigênio na respiração. Desta forma é possível que há 2,0 Ba de anos os eucariotos unicelulares estavam plenamente aeróbicos. A reprodução sexuada surgiu bem mais tarde, entre 1,2 a 1,0 Ba atrás (FAIRCHILD & BOGGIANI, 2010).

A FAUNA DE EDIACARA

Ainda no Pré-Cambriano temos a ocorrência de animais macroscópicos. Apareceram bem no final deste Éon, em torno de 590 Ma, sub a forma de impressões medusiformes milimétricas, e tornaram-se abundantes somente 20 Ma de anos mais tarde com a famosa Fauna de Ediacara (Figura 01).

Eram seres desprovidos de carapaça ou elementos mineralizados. Foram descritos originalmente em 1947 por R.C. Sprigg, nas Colinas de Ediacara no Sul da Austrália. Esta fauna tem atualmente milhares de espécimes descritas e mais de 25 gêneros conhecidos. Elementos desta fauna são encontrados em mais de 30 localidades, espalhados por todos os continentes (FAIRCHILD & BOGGIANI, 2010).

Recomendo, para um melhor entendimento das discussões sobre a vida no Pré-Cambriano, a leitura do capítulo 17 do livro Paleontologia – conceitos e princípios escrito, por FAIRCHILD & BOGGIANI, 2010,

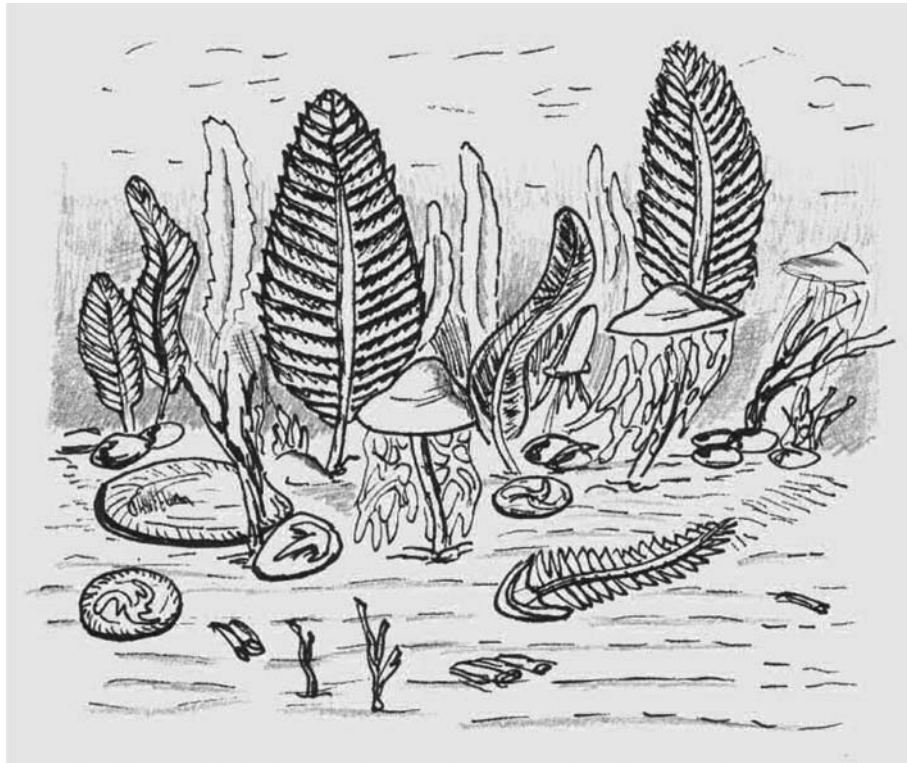


Figura 01. Reconstituição da fauna de Ediacara com seus principais elementos.
(Fonte: http://tagedesglucks.blogspot.com/2009_11_01_archive.html).

VIDA NO PALEOZÓICO

O Paleozóico é o período compreendido entre 570 e 245 Ma, com duração aproximada de 325 Ma. Divide-se em seis períodos: Cambriano, Ordoviciano, Siluriano, Devoniano, Carbonífero e o Permiano (Quadro 1). A partir desta Era houve uma ampliação nos registros fóssil devido aos diversos grupos de organismos apresentarem estruturas preserváveis como conchas, carapaças, ossos, troncos. Isto permitiu avanços importantes na compreensão da evolução da vida em nosso planeta, na transição entre os grupos e suas relações ecológicas. A vida originou-se no mar e o Paleozóico é marcado pela explosão da vida marinha com a diversificação dos organismos e surgimento dos filos atuais e pela transição da vida para a terra com a colonização das primeiras plantas e depois dos animais, durante o Período Siluriano.

Durante o Cambriano os continentes são preenchidos por mares rasos, o supercontinente de Gondwana já tinha se formado e era a maior massa de terra, localizada próximo ao pólo sul (Figura 02). No Ordoviciano, os continentes estéreis de Laurentia (parte da atual América do Norte), Báltica (parte da atual Europa), Sibéria e Gondwana (parte da América do

Sul, África, Austrália, Índia e Antártida) estavam separados por oceanos. O fim deste período foi uma das épocas mais frias da história da Terra, o gelo cobriu grande parte da região sul do Gondwana, que ocupava latitudes polares. No Siluriano, o continente Laurentia colide com Báltica fechando a passagem norte do Oceano Iapetus.

Quadro 1. Escala do Tempo Geológico restrita aos períodos da Era Paleozóica. (* Milhões de Anos)

Era	Período	M.a.*	Características	
Paleozóico	Permiano	286*	Extinção em massa	Idade dos anfíbios
	Carbonífero	360*	Primeiros répteis	
			Grandes árvores primitivas	
	Devoniano	408*	Primeiros anfíbios	Idade dos peixes
	Siluriano	438*	Primeiras plantas terrestres	
	Ordoviciano	505*	Primeiros peixes	Idade dos invertebrados
Cambriano	570*	Primeiros organismos com conchas		

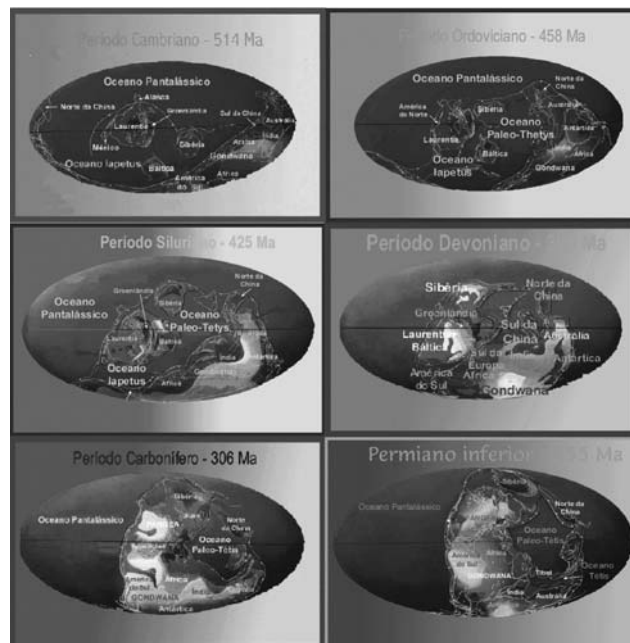


Figura 02. Reconstituição com a posição dos continentes durante os períodos da Era Paleozóica. (Fonte: <http://www.fgel.uerj.br/Dgrg/webdgrg/Timescale/>, modificado de www.scotese.com).

Os períodos Devoniano, Carbonífero e Permiano caracterizaram-se por importantes movimentos das massas continentais e por muitas mudanças climáticas. Gondwana, que desde os períodos anteriores era a maior massa continental, segue em sua forma compacta (Figura 02). Durante o Carbonífero final, as terras do norte começam a se consolidar em um supercontinente, a Laurásia que formará a metade ocidental da Pangea. Vastos pântanos se formaram ao longo do equador, o que contribuiu com as extensas reservas de carvão típicas deste período. Portanto, o que atualmente é o Estados Unidos, Grã-Bretanha, Alemanha, etc. ocupavam latitudes mais baixas que no presente. A flora carbonífera que se desenvolveu no norte da Laurásia é uma flora de típica de zona tropical. Para o sul, no Gondwana, se desenvolvia a flora temperada conhecida como a Flora de *Glossopteris*. A glaciação permocarbonífera ocupou grande parte do continente Gondwana, o que mostra que o sul da Pangea estava no pólo antártico. Na segunda parte do Paleozóico, Laurásia e Gondwana convergiram lentamente, um para outro, e finalmente colidem no Permo-carbonífero para recriar o supercontinente Pangea, que constitui a maior massa de terra conhecida na história geológica do nosso planeta e um imenso oceano, Panthalassa (Figura Anterior).

A Flora de *Glossopteris* foi umas das primeiras evidências da deriva continental, dada sua ocorrência na Austrália, Índia, sul da África e da América do Sul, não seria possível a passagem destas plantas através do oceano Atlântico. Estes continentes deveriam estar unidos em um só para permitir a migração entre regiões tão distantes (SALGADO-LABOURIAU, 1994).

O REGISTRO FÓSSIL NO PALEOZÓICO

O Paleozóico inferior é muito rico em fósseis marinhos, sendo identificados algas e invertebrados neste período. A expansão global de seres capazes de preservar partes biomineralizadas duras tornou o registro fósilífero mais rico. A primeira fauna diversificada de organismos de partes duras inclui minúsculos cones, tubos, conchas, espículas e escleritos, o que representa existência de moluscos, esponjas, anelídeos, artropódos, equinodermas e diversos filos de invertebrados que se extinguíram (FAIRCHILD; BOGGIANI, 2004).

No Cambriano predominam trilobitas e braquiópodos, mas sabemos da relativa abundância de invertebrados de corpo mole graças a duas ocorrências de grande relevância científica. Uma delas é Fauna de Ediacara, do Pré-Cambriano da Austrália, rica em celenterados e anelídeos. A segunda ocorrência de fósseis de animais de corpo mole é da fauna dos Folhelhos de Burgess (Colúmbia Britânica, Canadá) que foi descoberta em 1910 por C. D. Walcott, uma fauna fóssil de pequenos invertebrados com mais de 35.000 espécimes coletados. Nesta foi verificada a presença de 125 gêneros

entre animais e algas, com mais de 100 espécies de invertebrados de corpo mole com abundantes trilobitas e esponjas. Foram estudadas quatro classes de artrópodes, celenterados, anelídeos, equinodermos, além de oito formas diferentes de qualquer invertebrado já descrito.

Todos os filos de invertebrados dotados de partes duras e fossilizáveis, surgiram entre o fim do Pré-Cambriano e início do Cambriano, exceto o filo Bryozoa, que surgiu no Ordoviciano médio. Dentre os principais filos acham-se largamente representados por *Sarcodina*, *Porifera*, *Coelenterata*, *Bryozoa*, *Brachiopoda*, *Mollusca*, *Arthropoda*, *Annelida* e *Echinodermata*. Observa-se que desde a Era Paleozóica até o presente os mares vêm sendo ocupados sempre pelos mesmos grupos que hoje.

Os trilobitas (Figura 03) são abundantes no registro fóssil, dominaram os mares cambrianos, sendo esta idade reconhecida como “Idade dos Trilobitas”, chegando a atingir 60% da fauna deste período. Eles pertenciam a filo Artropoda e tinham hábitos principalmente bentônicos, rastejando no fundo arenoso ou lamoso dos mares paleozóicos, entretanto, existiam formas nectônicas e planctônicas. Possuíam exoesqueletos quitinosos, corpo achatado e os olhos dorsais. Os trilobitas continuaram abundantes no Paleozóico e só se extinguíram no final do Permiano.

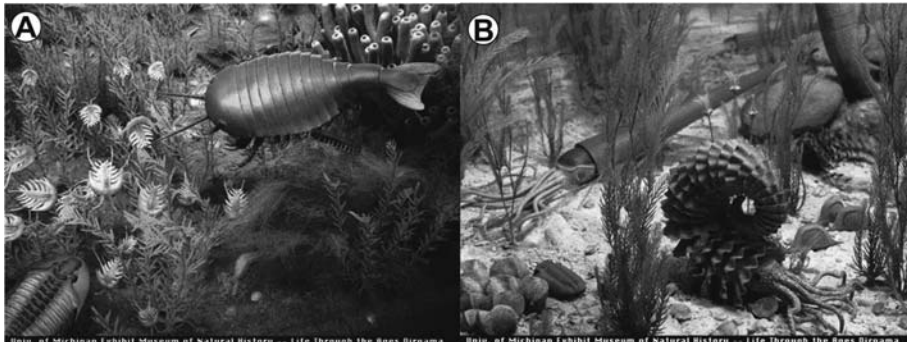


Figura 03 (A) Reconstituição dos mares do Cambriano com euripterídeos, trilobitas, algas, e esponjas (Fonte: <http://www.fgel.uerj.br/Dgrg/webdgrg/Timescale/>); (B) e cefalópodos, trilobitas, braquiópodos e algas. (Fonte: [http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/BioBookPaleo4.html#The Devonian](http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/BioBookPaleo4.html#The%20Devonian)).

Outro grupo importante são os braquiópodos (Figura anterior), são animais bentônicos exclusivamente marinhos, surgiram no Ordoviciano e foram abundantes e diversificados durante era Paleozóica. Continuam a existir até hoje em mares rasos próximos a plataforma continental, entretanto foram quase extintos na transição entre o Permiano e o Triássico.

As principais Classes dos moluscos, *Gastropoda*, *Bivalvia* e *Cephalopoda*, já são identificadas desde o Cambriano. A classe Cephalopoda é dividida em três ordens, a ordem *Nautiloidea* a que pertence o nautilus; a ordem *Coleoidea* abrange as lulas, polvos e sépias e, por fim, a ordem *Ammonoidea*, que envolve animais com tentáculos e conchas que podem ser retas ou espiraladas com septos e suturas complexas (Figura anterior). Os amonóides

merecem destaque dado sua abundância nas eras Paleozóica e Mesozóica e por sua importância bioestratigráfica.

Muitos filos de invertebrados adaptaram-se a vida nos rios e lagos, entretanto, só moluscos e artrópodos apresentaram tipos totalmente adaptados à vida terrestre (MCALESTER, 1971). Os animais terrestres mais antigos são aracnídeos semelhantes aos escorpiões, sendo registrados a partir do Siluriano. Estes evoluíram de ancestrais aquáticos, provavelmente a partir dos euripterídeos (Figura 03). Estes escorpiões do mar são identificados desde o Ordoviciano ao Permiano. Foram os maiores artrópodes, atingindo até 3m de comprimento, eram aquáticos e tinham hábitos bentônicos e nectônicos. As aranhas e escorpiões tornaram-se abundantes em ambiente terrestre a partir do Carbonífero juntamente com os insetos. Os insetos são conhecidos desde o Devoniano, sendo registrados espécimes com asas já no Carbonífero. Os moluscos também apresentaram formas de gastrópodes terrestres. Entretanto, para todos os casos não existem evidências fósseis das formas de transição do meio aquoso para o terrestre.

Os vertebrados surgiram de ancestrais invertebrados, sem registro fóssil. Os fósseis mais antigos já são totalmente diferenciados dos ancestrais de transição. Por evidências indiretas, os ancestrais viventes mais prováveis possuem uma estrutura semelhante a uma coluna vertebral, porém não segmentada, denominada notocórdio. O mais evidente é o Anfioxo, pertencente ao subfilo *Cephalocordata*, que possuem fendas branquiais posteriores a boca, notocórdio, não possuem mandíbulas e dentes, e forma alongada semelhante aos peixes. São bons nadadores e vivem enterrados na areia em praias de mares tropicais e alimentam-se por filtração. Outros dois subfilos os *Urochordata* e *Hemichordata* também possuem notocórdio. Muitas discussões têm sido feitas pelos cientistas a respeito dos ancestrais invertebrados dos cordados. Os que apresentam maior evidências são os equinodermos com suas larvas muito semelhantes aos Hemicordados. É provável que os cordados tenham evoluído de algum ancestral invertebrado comum aos equinodermos durante o Paleozóico Inferior.

Os primeiros fósseis de peixes são do Ordoviciano, pela primeira vez no registro fóssil surge um grupo com avanço evolutivo sobre os invertebrados. A grande expansão e irradiação verificou-se no Devoniano, conhecido como “Idade dos Peixes”, os peixes já dominavam tanto ambientes marinhos como de água doce (Figura 04). Durante esta fase predominaram os *Agnatha* e *Placodermi*.



Figura 04. Reconstituição dos mares do Devoniano com recifes de corais e presença de peixes (Fonte: <http://www.fgel.uerj.br/Dgrg/webdgrg/Timescale/>).

A primeira e mais primitiva classe dos peixes foi a dos *agnathas*, são vertebrados sem mandíbulas. Os ostracodermas pertencem a este grupo e apresentavam uma carapaça cefalotorácica constituída de placas ósseas. Esta Classe de vertebrados foi suplantados no final do Devoniano por grupos mandibulados, existindo espécies viventes até hoje. Os Placodermas surgiram no Siluriano, sofreram uma rápida irradiação no Devoniano inferior. Eram dotados de armadura óssea e são os primeiros peixes com mandíbulas, declinaram rapidamente ao final do Devoniano e extinguiram-se neste período. A partir destes grupos primitivos surgiram duas classes dominantes de peixes modernos. Os *Chondrichthyes*, tem seus primeiros registros desde o Siluriano, é a Classe onde estão presentes a raias e os tubarões, ou seja, os peixes cartilaginosos o que torna sua preservação fóssil difícil normalmente restrita a dentes, escamas e espinhos (Figura 05). Os *Osteichthyes*, os peixes ósseos, também surgiram no Siluriano e representam a classe mais abundante e bem sucedida atualmente.

O Devoniano foi um período crítico para evolução dos anfíbios, já que neste período se iniciou a transição para terra firme (Figura 06). Ao se adaptarem à vida terrestre estes primeiros vertebrados terrestres encontraram os mesmos tipos de problemas enfrentados pelas plantas e invertebrados, relacionados à reprodução, retenção de água e balanço hídrico e respiração. Para locomoção deveriam possuir pernas e músculos apropriados a movimentação no solo, condição que não



Figura 05. Reconstituição dos mares do Devoniano com recifes de corais e presença de tubarões (Fonte: <http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/BioBookPaleo4.html#TheDevonian>).

foi enfrentado pelos artrópodes, por exemplo, pois possuíam membros articulados adaptados à vida bentônica. A nadadeira lobada encontradas nos peixes sarcopterígeos, sugere que estes foram os ancestrais dos anfíbios. Outra adaptação fundamental foi à modificação da bexiga natatória adaptada a respiração aérea. Alguns peixes atuais, os dipnóicos são capazes de aproveitar o oxigênio do ar em condições ambientais estressantes, com a falta deste elemento na água. Embora os anfíbios tenham solucionado alguns problemas continuaram a depender do meio aquoso para sua reprodução, tanto para postura de ovos sujeitos a dessecação e como em fases larvais. Entre os anfíbios primitivos destacam-se os labirintodontes que se extinguíram no final do Triássico e provavelmente são ancestrais dos primeiros répteis.



Figura 06. Reconstituição de cena terrestre durante o Permiano com a presença de anfíbios e pteridófitas arborescentes. (Fonte: <http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/BioBookPaleo4.html#TheDevonian>).

Répteis primitivos são registrados pela primeira vez no Carbonífero superior. O ovo amniótico permitiu que todo ciclo de vida dos tetrápodes ocorresse inteiramente em ambiente terrestre, permitindo assim a ocupação terra adentro, a procura de alimento e novos habitats. A pele e as escamas desenvolvidas pelos répteis também foi um fator importante, pois evitava a desidratação destes organismos. Durante o Carbonífero Superior e Permiano, os répteis sofreram uma rápida irradiação evolutiva, provocando extinções de vários grupos anamniotas e posterior período de dominação. Os novos grupos de animais e plantas terrestre que se conhece do final do Paleozóico mostram um aumento maior de adaptação a condições mais secas, que nos grupos anteriores provavelmente em virtude de alterações climáticas. Vastos desertos cobriram a *Pangea* ocidental durante o Permiano com répteis espalhados por toda a face do supercontinente.

O aparecimento dos diferentes filões vegetais vem se manifestando desde o Pré-Cambriano ao Jurássico, o que representa um grande espaço de tempo. Nos ambientes continentais apareceu uma nova forma de vida, as plantas vasculares, provavelmente a partir de algas clorofíceas. Surgiram durante o Siluriano e a partir do Devoniano superior dominaram a paisagem dos continentes. Seus fósseis se distinguem de todos os de períodos anteriores por possuírem características novas de evolução que lhes permitiram viver fora do ambiente aquático e começar assim a colonização dos continentes.

Os novos caracteres morfológicos que compreendem cutícula, estômato, tecido vascular e de sustentação, tornaram possível a conquista dos continentes pelas plantas vasculares. Quanto à reprodução, os gametas de uma planta necessitaram de outro meio para se espalharem, ao ocuparem o meio terrestre, as primeiras pteridófitas começaram espalhar esporos sobre a superfície através do vento que podia levá-los a grandes distâncias da planta-mãe, isto tornou possível a colonização de novos ambientes continentais adentro.

As algas verdes representam os ancestrais mais prováveis do filo *Tracheophyta*, que inclui todas as plantas que hoje dominam a terra firme, como as pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. As algas verdes podem absorver a água e nutrientes minerais diretamente do meio através de toda a superfície e tiveram êxito na colonização da água doce e apresentavam pigmentos verdes utilizados no processo fotossintético, semelhantes às plantas terrestres. Não se conhece nenhum fóssil desta transição entre uma alga ancestral e as primeiras plantas terrestres. Entretanto, as briófitas, por suas características morfofisiológicas, podem representar este elo de transição, já que são pequenas, possuem sistema vascular ineficiente e reprodução dependente do meio aquoso, o que as obriga a viver em ambientes úmidos e sombreados. Os primeiros registros de briófitas surgiram no Carbonífero Inferior, entretanto supõe-se que sua origem seja anterior a este período.

Os mais antigos fósseis de plantas terrestres são documentados no Siluriano inferior e pertence a divisão *Rhyniophyta*, O gênero *Cooksonia* corresponde a mais antiga e primitiva planta vascular. Estas apresentavam órgãos especializados, um sistema vascular e de sustentação simples (floema, xilema e traqueídes). *Rhynia*, que crescia no Devoniano inferior, tinha alguns centímetros de altura e eram desprovidas de folhas e raízes e seus esporos se dispersavam pelo vento. Estas plantas tornaram-se mais complexas e abundantes durante o Devoniano.

As divisões *Lycophyta*, *Sphenophyta* e *Pterophyta* surgiram no Devoniano, não possuíam flores nem sementes, faltando nelas um mecanismo eficaz para evitar ressecção dos gametas. Estas plantas formaram as florestas mais antigas que se conhecem durante o período Carbonífero (Figura 07) e dominaram os continentes durante grande parte da era Paleozóica, apesar da existência das primeiras plantas com sementes já no Carbonífero e Perm-

iano. Após a era Paleozóica, foram superadas por plantas mais eficientes portadoras de semente, embora sobrevivam hoje como plantas herbáceas.



Figura 07. Reconstituição de floresta do Carbonífero. (Fonte:<http://www.fgel.uerj.br/Dgrg/webdgrg/Timescale/>).

Com o declínio dos grupos das plantas sem sementes, as plantas espermatófitas, passaram dominar a Terra. Durante a Era Paleozóica surgiram às divisões: *Pteridospermophyta*, *Cycadophyta*, *Ginkgophyta* e *Coniferophyta*, todas pertencentes ao grupo das Gimnospermas. Estas começaram a se desenvolver no Carbonífero e diferem de seus antecessores pela presença de sementes e pólen, que são adaptações para proteger os gametas e garantir o êxito de reprodução no meio seco. A origem das gimnospermas no Carbonífero marca o início da polinização por anemofilia.

As pteridospermas são plantas arbóreas que tiveram grande desenvolvimento a partir do Carbonífero Inferior, pertencem a um dos principais grupos de plantas que formaram o carvão mineral. Representam o único grupo de plantas vasculares extintas o que ocorreu durante o Jurássico. O gênero *Glossopteris* era muito abundante nesse período, constituído por plantas com aspecto de samambaia, com sementes simples e abundantes e com morfologia da folha glossóide (grego: *glossa*= língua). A flora de *Glossopteris* caracterizou o Permiano de Gondwana e é encontrada na Índia, África, América do Sul, Austrália e Antártida.

As coníferas apareceram no Período Carbonífero, ao lado das pteridospermas e criptógamas vasculares primitivas. Durante o Carbonífero a vegetação terrestre se desenvolve com árvores que chegavam até 30-40m de altura e as florestas eram semelhantes às de florestas úmidas atuais. Esta vegetação abundante acumulou uma grande quantidade de matéria orgânica que deu origem às principais jazidas de carvão mineral que existem, o que atribui o nome ao período. Nestas florestas pelo menos cinco grupos de plantas cresciam: *Calamites* (*Sphenopsida*), *Lepidodendron* e *Sigillaria* (*Lycopside*), *Psaronius* (*Pteropsida*) e a gimnosperma *Cordaites*, debaixo destas

árvores cresciam licopódios, selaginelas e outras pteridófitas herbáceas (SALGADO-LABOURIAU, 1994). As gimnospermas tiveram seu apogeu durante a era Mesozóica.

O final do Paleozóico se caracteriza por grandes extinções, principalmente de animais marinhos. Estima-se que 90% da vida marinha e 65% da vida terrestre pereceram durante o evento de extinção que marcou o fim desta era.

VIDA NO MESOZÓICO

Ao terminar o Paleozóico principia a separação entre Laurásia e Gondwana e o supercontinente Pangea começa a se fragmentar. A Era Mesozóica (Quadro 2) inicia-se há cerca de 225 Ma. e teve uma duração estimada em cerca de 185 Ma. Esta dividida em três períodos: Triássico, que durou cerca de 45 Ma; Jurássico, com duração de 70 Ma e Cretáceo, com duração de aproximadamente 70 Ma. Durante esse tempo houve alterações drásticas nos continentes por fragmentação e deriva, e também formação de novos oceanos. Estas mudanças resultaram em modificações profundas no ambiente físico.

Quadro 2. Tabela do Tempo Geológico, dando ênfase as subdivisões da Era Mesozóica.

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	IDADE	CARACTERÍSTICAS
M E S O Z O I C O	Cretáceo		135 m.a.	Extinção dos dinossauros e dos amonóides. Expansão das angiospermas
		Jurássico	190 m.a.	Aparecimento das aves e apogeu das coníferas
	Triássico	225 m.a.	Origem dos dinossauros e dos mamíferos	

Agora vamos conhecer o que aconteceu em cada um desses períodos.

TRIÁSSICO

Logo no início da Era Mesozóica, ao longo do Triássico surge a expansão de um novo oceano, o Mar de Tétis (proto- Mar Mediterrâneo).

A partir do Triássico, pteridospermas são gradualmente substituídas por formas mais evoluídas de gimnospermas – as coníferas. Houve a expansão da vegetação de gimnospermas que são aquelas espécies arborescentes com flores e frutos menos elaborados, portanto dispersas pelo vento (as mais conhecidas são os pinheiros, ciprestes e cicas). Em terra, os resquícios de vegetação que encontramos no Triássico são de Licófitas que viveram do

Devoniano ao Triássico, atingem cerca de 30 a 40 metros de altura e as cicas surgem nesta época, possuem muita lignina. Nas florestas prosperavam samambaias, ginkgos e coníferas, estas últimas vão dominar boa parte do Mesozóico, pois eram melhor adaptadas à intensa variação de temperatura.

No Triássico surgem os primeiros mamíferos, mas eram animais muito pequenos. Durante o Triássico, a fauna teve que se recuperar lentamente da extinção permiana, os répteis começam a dominar o mundo (a maioria os fósseis terrestres do Triássico são de répteis) e alguns voltam para o mar, porém com novas formas: surgem os primeiros dinossauros no Triássico, eram bastante diferentes dos que iam surgir no Jurássico e no Cretáceo, pois eram mais baixos (do tamanho de um cachorro), e a maioria eram quadrúpedes.

Surge uma nova radiação em ambientes marinhos. Novos tipos de corais, os hexacorais (Hexacorallia) surgem no Triássico inferior, formando, de maneira modesta pequenas manchas de recifes.

A fauna dos peixes que povoam mares e rios atualmente estão na mesma linha evolutiva dos peixes do Triássico, não foram extintos por exemplo os Dipnóicos. Neste período surge a família Pteriidae, moluscos bivalves que possuem a capacidade de produzir pérola

No Triássico o clima era muito mais quente e seco do que atualmente, a temperatura média do planeta era quase o dobro da atual. Isso favorecia o aparecimento de formações de arenito e evaporito. Perto de cada um dos polos não há nenhuma evidência de glaciação, o clima nesta região era ameno favorecendo a proliferação de florestas aparentemente as regiões polares tinham um clima úmido e temperado, ideal para os répteis.

JURÁSSICO

Está compreendido entre 199,6 a 145,5 Ma atrás, aproximadamente. Divide-se nas épocas Jurássico Inferior (ou Lias), Jurássico Médio e Jurássico Superior, da mais antiga para a mais recente. O nome Jurássico é devido as montanhas Jura, dos alpes franceses, contém grande quantidade de rochas deste período.

Como era o clima durante essa época?

Durante o Jurássico, o clima quente e úmido fez com que as florestas se proliferassem, o que fez a diversidade de plantas se tornar muito maior que a do Triássico. As plantas predominantes são cicadáceas, ginkgos e coníferas gigantes (sequóias). Também é neste período que surgem as primeiras plantas com flores.

Fauna do Jurássico é marcada pela hegemonia dos répteis em todos os ambientes: dinossauros na terra, pterossauros no ar e plesiosauros no mar. O período também é marcado pelo surgimento das primeiras aves e dos primeiros mamíferos verdadeiros. Nos oceanos, além dos plesios-

sauros, também existem crocodilos marinhos, tubarões já muito parecidos com os atuais (ex.: *Hybodus*) e outros répteis marinhos (ex.: ictiossauros). Começaram a surgir dinossauros mais evoluídos e inteligentes, que eram superiores aos primitivos répteis do Triássico.

CRETÁCEO

Está compreendido entre 145,5 a 65 Ma atrás, aproximadamente. Divide-se em Cretáceo Inferior e Cretáceo Superior, da mais antiga para a mais recente.

O Cretáceo Inferior está compreendido entre 145,5 a 99,6 Ma atrás, aproximadamente. Divide-se nas idades Berriasiana, Valanginiana, Hauterivi-ana, Barremiana, Aptiana e Albiana, da mais antiga para a mais recente.

O Cretáceo Superior está compreendido entre 99,6 a 65,5 Ma atrás, aproximadamente. Divide-se nas idades Cenomaniana, Turoniana, Coniaciana, Santoniana, Campaniana e Maastrichtiano.

Durante o Cretáceo, os dinossauros alcançam seu ápice na escala evolutiva (mais da metade das espécies conhecidas viveram neste período), mas ao fim do período ocorreu a extinção em massa desses grandes répteis e de diversas espécies de animais da Terra (cerca de 60% deles foi extinto). A teoria mais aceita é a de que a queda de um meteoro de grandes proporções (maior e com maior massa que o Monte Everest- dimensões e massa atuais) na Península de Yucatán, no México, gerou destruição em massa, em função do impacto.

Durante o Cretáceo há a proliferação das plantas com flores e após a extinção dos dinossauros houve a proliferação dos mamíferos placentários e surgimento da grama e das plantas rasteiras. A deriva continental seguiu determinante na especiação. Após a extinção dos dinossauros, houve e a diversificação dos mamíferos e das aves (alguns se tornaram enormes).

FÓSSEIS MARINHOS DO CRETÁCEO DE SERGIPE

Os fósseis marinhos de Sergipe (Figura a seguir) estão representados pela fauna de moluscos das Classes Cefalópoda, Gastropoda e Bivalvia, equinodermos, dentes de tubarão, restos de peixes, dentes e vértebras de répteis que ocorrem em grande quantidade em várias localidades ao longo da costa de Sergipe.

Os fósseis marinhos de Sergipe estão intimamente relacionados com a história geológica da separação dos continentes Sul Americano e Africano, em outras palavras, com a ruptura do continente Gondwana. Com a separação destes continentes ocorreu o surgimento do Oceano Atlântico. E isto ocorreu durante o Cretáceo, estão lembrados, não é?

Bom, com a ruptura dos continentes forma-se na costa brasileira uma série de bacias sedimentares costeiras e entre elas a Bacia Sedimentar Sergipe-Alagoas.

A Bacia Sergipe-Alagoas, em sua fase marinha, está constituída por três formações: Formação Riachuelo (mais antiga), Formação Cotinguiba e Formação Calumbi (mais nova)

Estas formações marinhas estão representadas por camadas de rochas carbonáticas de idade cretácicas. A Formação Riachuelo aflora ao longo de toda a costa sergipana, desde Pacatuba até Estância.

O conteúdo fóssil de invertebrados e microfósseis das Formações

Riachuelo, Cotinguiba e Calumbi é extremamente rico, tanto em número de espécimes preservados como em espécies. Predominam naturalmente, formas marinhas, ocorrendo, ainda, plantas terrestres (madeiras e folhas) associadas aos invertebrados. Os fósseis encontram-se preservados como restos inalterados ou recristalizados ou como contramoldes. Com certa frequência os amonóides são preservados nas rochas como moldes compostos. Na Formação Riachuelo ocorrem, além de microfósseis como foraminíferos, radiolários, ostracodes, pólen e esporos, formas milimétricas de gastrópodos e conchas de cefalópodos com até de 50 cm de diâmetro, sendo que a maioria apresenta tamanho médio a pequeno (ZUCON, 2005).

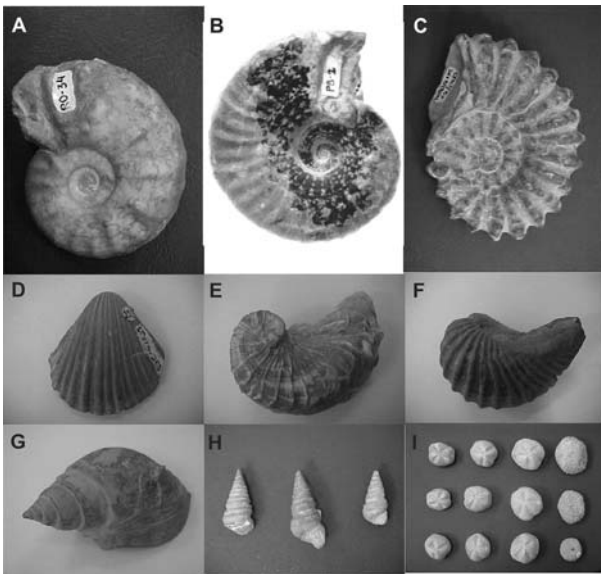


Figura 08. Fósseis marinhos do Cretáceo de Sergipe. (A-C) Amonóides; (D-F) Bivalves; (G-H) Gastrópodes; (I) Equinóides.

VIDA NO CENOZÓICO

Como visto por vocês anteriormente a história do desenvolvimento da vida na Terra é contada em diversos capítulos, anteriormente vocês viram a vida no Paleozóico e no Mesozóico, agora vocês verão como a vida se desenvolveu no Cenozóico (Quadro a seguir).

O nome Cenozóico significa “animais recentes” (do grego kainos, recente e zoon, animal), esta era é dividida em três períodos e sete épocas: Paleógeno (Paleoceno, Eoceno e Oligoceno); Neógeno (Mioceno e Plioceno); e Quaternário (Pleistoceno e Holoceno). Iremos ver o que aconteceu em cada uma dessas épocas a seguir.

Quadro 3. Tabela do Tempo Geológico, dando ênfase as subdivisões da Era Cenozóica.

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	IDADE	CARACTERÍSTICAS
C E N O Z Ó I C O	Quaternário	Holoceno (Recente)	10.000 anos	Aparecimento do homem Glaciação no hemisfério norte.
		Pleistoceno	2 m.a.	
	Neógeno	Plioceno	6 m.a.	Surgimento da fauna de mamíferos gigantes
		Mioceno	26 m.a.	
	Paleógeno	Oligoceno	38 m.a.	Proliferação dos primatas
		Eoceno	55 m.a.	Primeiros Cavalos
		Paleoceno	65 m.a.	Expansão dos mamíferos

No Paleoceno (65-55 milhões de anos) os continentes continuaram os processos de deriva continental iniciados durante os períodos anteriores. O continente da Laurásia ainda estava se dividindo no que mais tarde daria origem aos continentes da América do Norte, Europa e Ásia. Os fragmentos do antigo continente Gondwana, já separados, continuam a se afastar cada vez mais, a fragmentação deu origem a África, América do Sul, Antártida e Austrália, sendo que estes três últimos ainda estavam unidos por pontes de terra. A África inicia a sua migração para o norte, se aproximando da porção de terra que será a Europa, e assim inicia o estreitamento do oceano de Tétis. A Índia continua o seu processo de migração para o Norte indo em direção ao sul da Ásia. O oceano Atlântico como o conhecemos ainda não existia, existiam duas massas de água, a do Atlântico Sul, entre a África e América do Sul, e a do Atlântico Norte, que separava a América do Norte e do Sul (Figura 09).

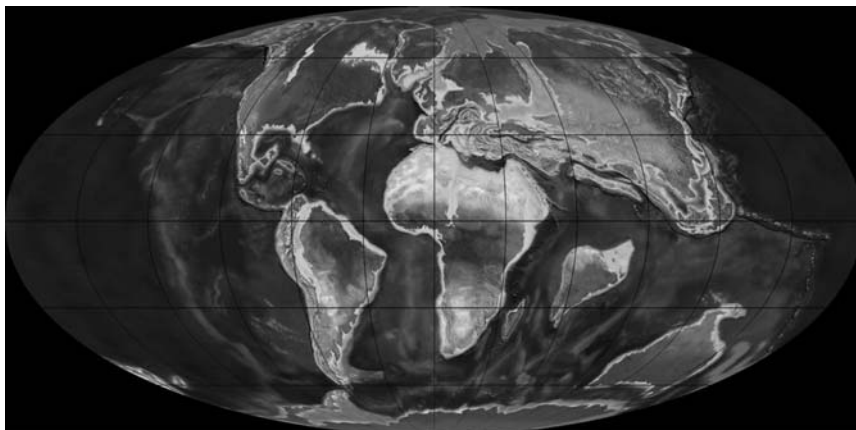


Figura 09. Conformação dos continentes durante o início do Paleoceno há 65 milhões de anos (Fonte : <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/mollglobe.html>).

Essa conformação dos continentes, e a sua localização permitiram a presença de climas diferentes para cada região, e conseqüentemente diferentes floras e faunas. Nas zonas polares o clima era fresco e temperado, com a regressão das calotas polares, surgem nessa região florestas de coníferas; na América do Norte, Europa e Austrália existia um clima quente e temperado, o que permitiu o surgimento de bosques com vegetação subtropical; e na América do Sul e África, onde havia um clima tropical, a presença de florestas tropicais, com diversas angiospermas (plantas com flores).

Com a extinção dos dinossauros vários nichos ecológicos ficaram vazios, e foram paulatinamente sendo preenchidos, da fauna conhecida do Cretáceo sobreviveram crocodilos, aves e mamíferos de pequeno e médio porte. Os nichos vazios começaram a ser preenchidos com maior sucesso, em relação aos demais grupos de vertebrados, pelos mamíferos e aves. Dos mamíferos (Figura 10) destacam-se animais das ordens *Condylarthra* (ancestrais dos ungulados atuais, ex. *Arctocyon*), *Creodonta* (primeiros mamíferos carnívoros), e os *Plesiadapiformes* (ancestrais dos primatas, ex. *Plesiadapis*). Das aves destacam-se as primeiras aves do terror (ex. gênero *Gastornis* da Europa).

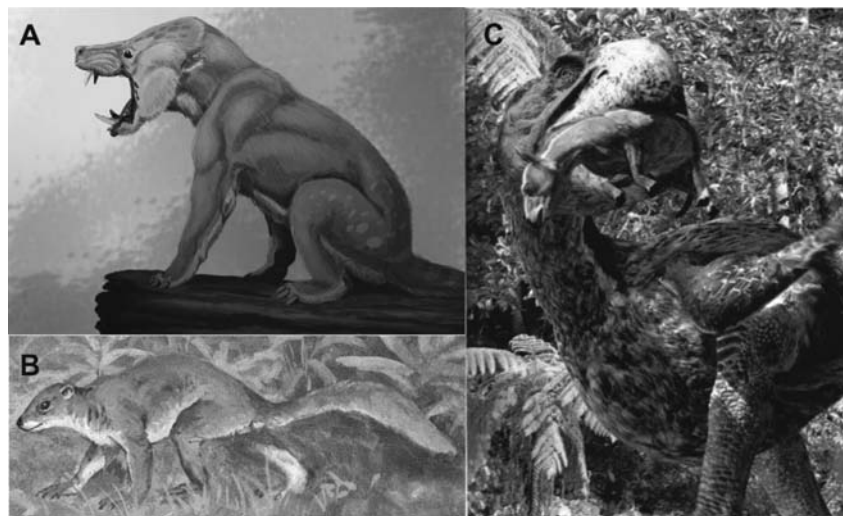


Figura 10. Fauna do Paleoceno: (A) *Arctocyon*; (B) *Plesiadapis*; (C) *Gastornis* (Fonte: *Arctocyon* – <http://dibgd.deviantart.com/>; *Plesiadapis* – http://1.bp.blogspot.com/_g4vmA9mI9IA/THkNOqmnJUI/AAAAAAAAABHU/pVp8L8yvnNI/s1600/plesiadapis.jpg; *Gastornis* – Haines, T. 2001. *Walking with the beasts*. BBC edt. [©]).

No final do Paleoceno, início do Eoceno (55-36 Ma) ocorre o máximo térmico que eleva a temperatura do planeta.

Nesta época a dança dos continentes continua, a separação da América do Norte e Groelândia com a Europa e Ásia estava quase completa, o que começou a dar origem ao oceano Atlântico (Atlântico Norte + Atlântico Sul). A África continuou a aproximação com a Eurásia. A Índia já estava

bem próximo da Ásia começando o soerguimento das massas de terra (orogénia) que darão origem a cordilheira do Himalaya (Figura 11).

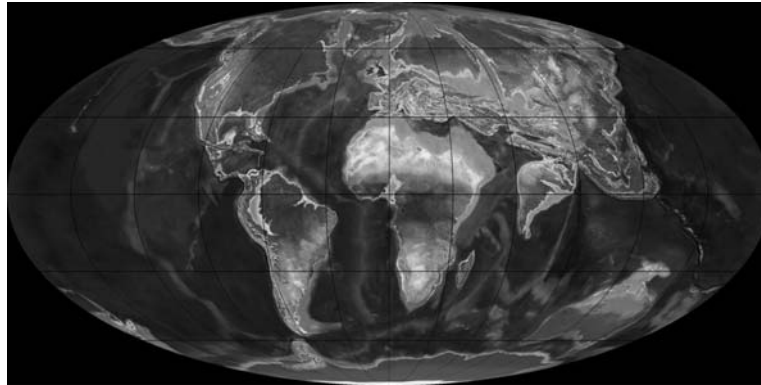


Figura 11. Conformação dos continentes durante o início do Eoceno há 50 milhões de anos (Fonte: <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/mollglobe.html>).

O clima era mais quente do que o atual, o que permitiu a expansão das florestas tropicais até os pólos. Porém, há 36 Ma, houve uma mudança brusca de clima devido ao rápido distanciamento do continente Australiano com o Antártico. Isso permitiu o início do processo de glaciação da Antártica, o que reduziu a quantidade de água disponível, tornando o clima mais seco. Como conseqüências os bosques tropicais reduziram sua distribuição, abrindo espaço para as áreas abertas. Essas modificações provocaram a extinção de cerca de 20% da fauna conhecida no período.

As aves do terror eram os predadores mais eficientes, mas nesta época encontraram concorrentes a altura: os mamíferos! Os mamíferos (Figura 12) se especializaram na carnivorina (Ordens *Creodonta* e *Mesonychia*, ex. *Andrewsarchus*), surgem as primeiras baleias (ordem *Cetacea*, ex. *Ambulocetus*), e diversos herbívoros: cavalos primitivos (ex. *Eohippus*, ordem *Perissodactyla*); artiodactilos primitivos, que deram origem a camelos (ordem *Tylopoda*), porcos (ordem *Suinae*), e ovelhas, cabras e vacas (ordem *Ruminantia*); elefantes primitivos (ordem *Proboscidea*, ex. *Moeritherium*)

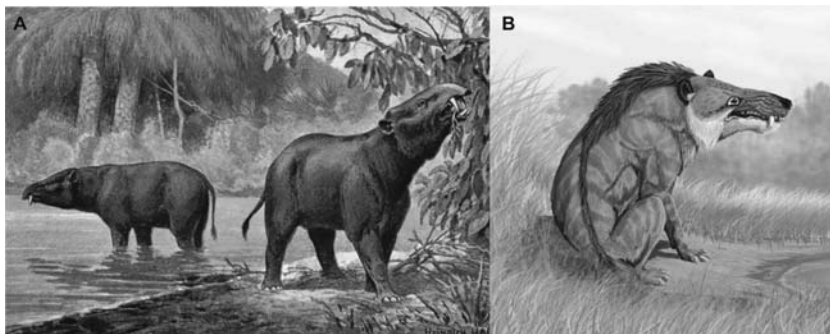


Figura 12. Fauna do Eoceno: (A) *Moeritherium*; (B) *Andrewsarchus* (Fonte: : *Andrewsarchus* - <http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/520352>; *Moeritherium* http://www.copyrightexpired.com/Heinrich_Harder/moeritherium.html).

No Oligoceno (34 a 23 Ma) as principais novidades relacionadas a deriva continental, dizem respeito a anexação da Índia a Ásia, elevando um pouco mais a cordilheira do Himalaia. O Mar de Tétis, que até então separava a África da Europa deixa de existir, e a aproximação destas duas massas de terra (África e Europa), promove a orogenia Alpina, dando origem aos Alpes. A América do Norte e do Sul se aproximam, enquanto a América do Sul perde seu contato com a Antártida, deixando este continente completamente isolado (Figura 13).

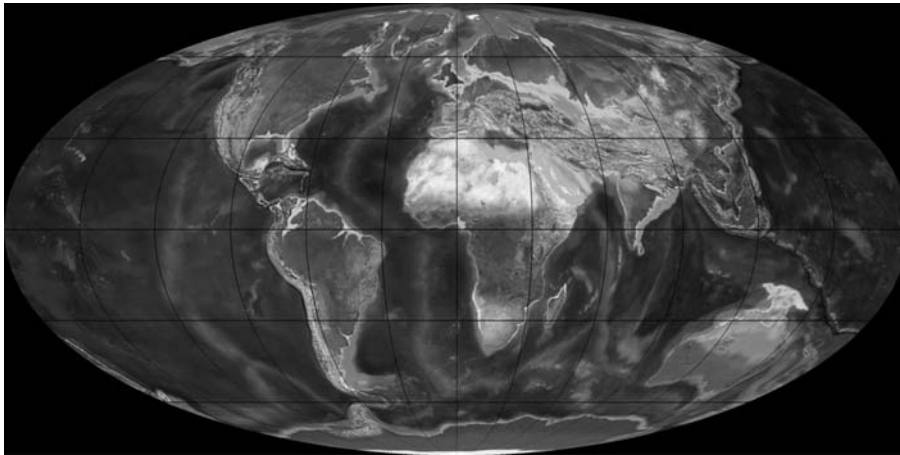


Figura 13. Conformação dos continentes durante o início do Oligoceno há 30 milhões de anos (Fonte: <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/mollglobe.html>).

O isolamento da Antártida promoveu mudanças no clima do planeta. A circulação oceânica neste continente começou a ocorrer de forma completa, isso causou um rápido resfriamento do continente, pois as correntes de água quente não conseguiam mais alcançá-lo. Com isso, ocorre uma mudança radical na sua vegetação, onde antes se observava florestas agora existia uma vegetação de tundra e taiga, associada a camadas de gelo. Esta modificação no pólo sul do planeta teve como conseqüências a diminuição dos níveis dos oceanos, instalando-se assim um clima mais seco, e nas latitudes mais altas dos continentes norte-americano, europeu e asiático houve a substituição das florestas tropicais por bosques de coníferas.

Esse clima mais seco propiciou o surgimento de novas áreas abertas, nesta época surgiram na América do sul as preguiças gigantes e os gliptodontes, assim como cavalos, rinocerontes (ex. *Indricotherium*, Figura 14), roedores, cães, porcos e primatas. As aves do terror continuavam o seu domínio em conjunto com os mamíferos. Neste período os répteis apresentam uma grande diversificação de lagartos e cobras.



Figura 14. Fauna do Oligoceno: Indricotherium (Fonte: <http://www.50birds.com/extan/gextanimals1.htm>).

No Mioceno (23 a 5,4 Ma) os continentes chegam a uma conformação semelhante a atual, o istmo do Panamá deixa de existir, deixando a América do Sul isolada. Os Andes começam a se elevar. Até o final do Mioceno o mar de Tétis deixa de existir, já que a África esta anexada a Eurásia (Figura 15).

Nos pólos a glaciação avançava, com a retenção de água nos pólos, houve uma diminuição da temperatura no planeta, e da umidade do ar, o que promoveu o surgimento de áreas abertas do tipo savanas em todos os continentes. Nesta época surge uma novidade: as primeiras gramíneas! A diversificação desse tipo de vegetação fez com que essa época ficasse conhecida como a idade das ervas. Com a expansão das áreas abertas as florestas regrediram, e ficaram restritas a região equatorial do planeta.

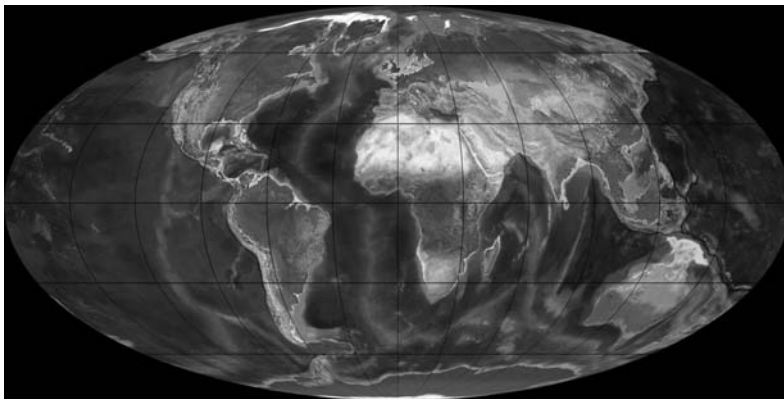


Figura 15. Conformação dos continentes durante o início do Mioceno há 20 milhões de anos (Fonte: <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/mollglobe.html>).

A mudança climática e vegetacional tiveram repercussão direta na fauna, diversos animais de pequeno porte encontraram nesse novo tipo de ambiente as condições ideais para se diversificarem (serpentes, ratos, rãs, pássaros). Alguns animais de grande porte, adaptados a vegetação de floresta, começaram a desaparecer (famílias de rinocerontes e cavalos), enquanto cervos, bovinos, elefantes e macacos começaram a se diversificar. Nesta época surgem os primeiros ursos e hienas; e na África os primeiros hominídeos! pertencentes a espécie *Sabelanthropus tchadensis* (Figura 16).



Figura 16. Fauna do Mioceno: *Sabelanthropus tchadensis* (Fonte: <http://a-evolucao-de-darwin.weblog.com.pt/arquivo/2009/01/index0>)

No Plioceno (5,4 a 2,6 milhões de anos) a América do Sul se conecta com a América do Norte através do istmo do Panamá, o que provocou a interrupção do fluxo de águas quentes para o oceano Atlântico, que, devido a isso, começou um ciclo de esfriamento de suas águas, que influenciou na temperatura do planeta. O clima continuava frio e seco, o que manteve as grandes áreas de savana pelo mundo, e as florestas tropicais restritas ao Equador. As calotas polares aumentaram nessa época, e surge entre a África e a Europa o oceano mediterrâneo.

A ponte de terra que surgiu entre as Américas promoveu um grande intercâmbio faunístico. Migram para a América do Sul proboscídeos, canídeos, felídeos, ursídeos, roedores e para a América do Norte preguiças gigantes, gliptodontes e tatus.

Na América do Sul o longo isolamento da fauna existente fez com que esses animais ficassem mais vulneráveis a nova concorrência vinda do norte, mas alguns animais conseguiram se sair bem, como as macrauchenias (ordem Liptoterna) e os toxodontes (ordem Notoungulata), mas diversos marsupiais desapareceram devido a concorrência por recursos. Na Austrália

o isolamento permitiu que os marsupiais continuassem no seu desenvolvimento sem concorrências, surgindo cangurus (inclusive alguns carnívoros), coalas, tigres da tasmânia, dentre outros marsupiais. Na África surge o *Australopithecus* (Figura 17) um homínídeo, que possuía hábitos onívoros e fabricava instrumentos de pedras.



Figura 17. Fauna do Plioceno: *Australopithecus* (Fonte: <http://www.freewebs.com/australopithecus/dailylife.htm>)

Durante o Pleistoceno (2,6 Ma há 10 mil anos) os continentes já estavam como se conhece atualmente (Figura 18), existiram quatro grandes glaciações nesta época: *Würm*, *Riss*, *Mindel* e *Günz*. No período das glaciações o nível do mar reduziu, e o clima ficou mais seco. Entre essas glaciações existiram as interglaciações, em que as geleiras diminuíram de tamanho, o nível do mar aumentou, e o clima ficou mais úmido.

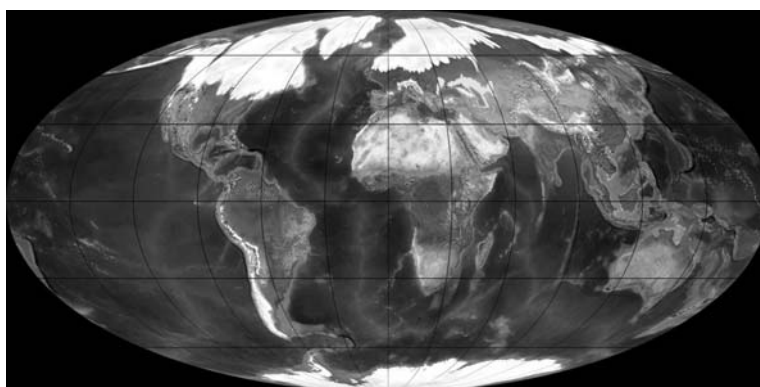


Figura 18. Conformação dos continentes durante o início do Pleistoceno há 2 milhões de anos (Fonte: <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/mollglobe.html>).

Esta época é definida por apresentar conteúdos faunísticos e florísticos de formas predominantemente viventes, além de ser também a idade de surgimento do gênero *Homo*. Na África o primeiro homínídeo pertencente a este gênero foi o *Homo erectus* (Figura 19), que assim como os Australopithecus eram onívoros, e utilizavam ferramentas de pedra lascada. A partir desta espécie, a colonização da Europa, Ásia e América, deu origem a outras espécies culminando no *Homo sapiens*.

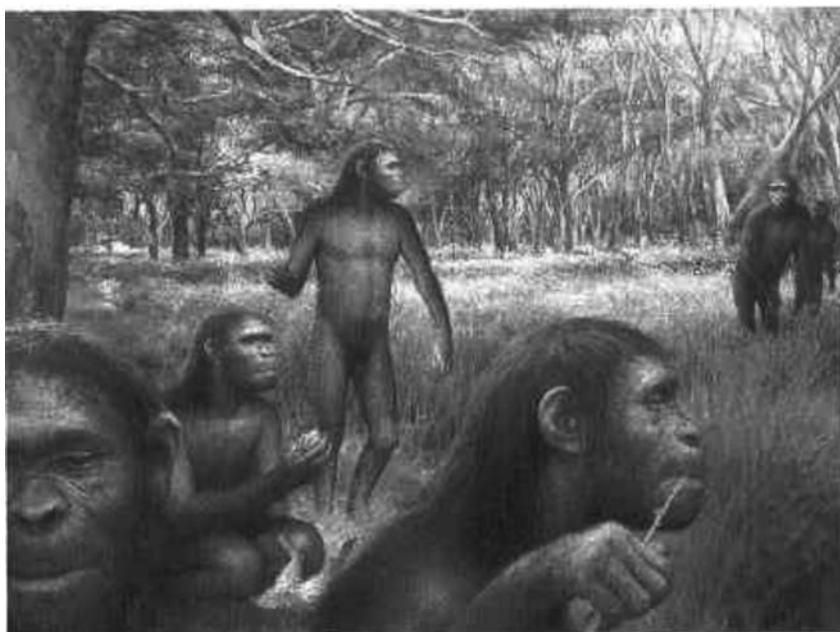


Figura 19. Fauna do Pleistoceno: *Homo erectus* (Fonte: <http://web.educastur.princast.es/proyectos/grupotecne/asp1/investigacion/vermensajebbb.asp?idmensaje=1527>).

Uma magnífica fauna de mamíferos gigantes existiu em toda a América, no entanto no final do Pleistoceno ela se extinguiu. Em Sergipe já foram encontradas fósseis de várias espécies, como veremos a seguir.

A MEGAFAUNA PLEISTOCÊNICA DE SERGIPE

Em Sergipe encontramos fósseis de mamíferos gigantes que viveram no final do Pleistoceno, essa fauna tem uma idade estimada, até o momento, entre 350 a 10 mil anos. Os fósseis destes animais foram encontrados em municípios do semi-árido sergipano (Figura 20).

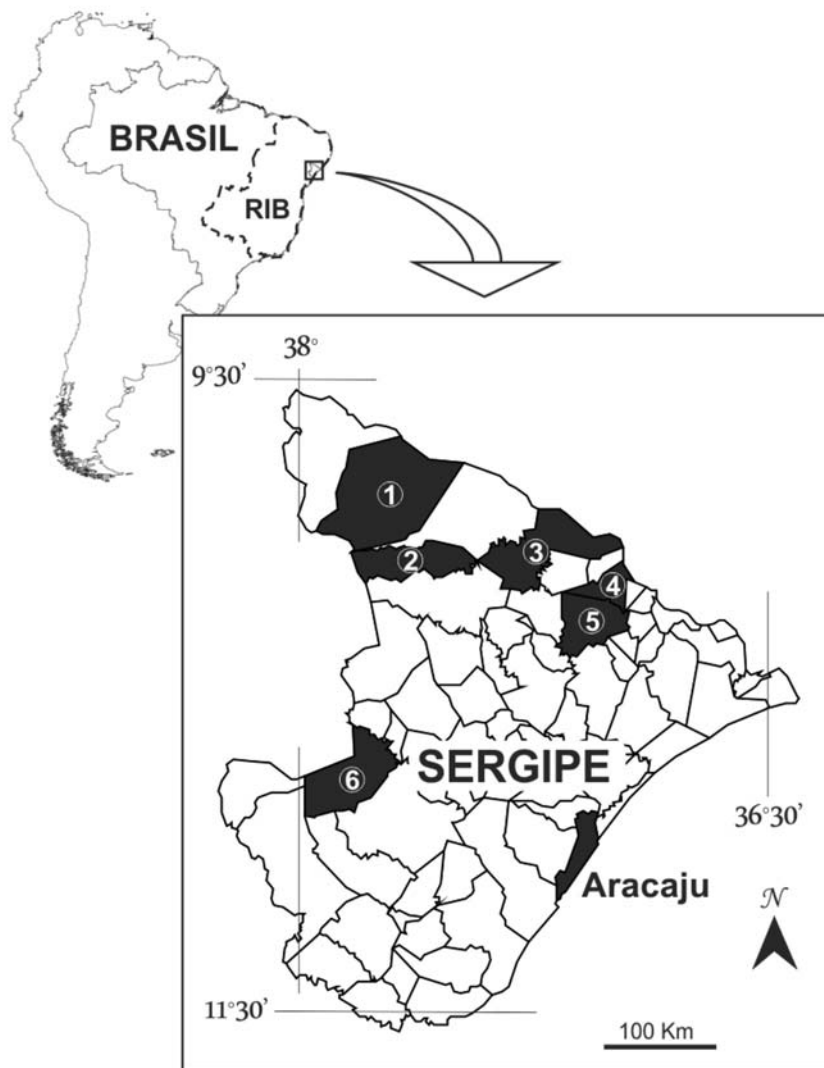


Figura 20. Mapa do América do Sul. Em destaque a Região Intertropical Brasileira (RIB) e os municípios de Sergipe onde já foram encontrados fósseis de mamíferos: (1) Poço redondo, (2) Monte Alegre, (3) Gararu, (4) Aquidabã, (5) Canhoba, e (6) Simão Dias.

Esta fauna compartilha semelhanças com as encontradas em outros Estados do Nordeste brasileiro, com exceção do Maranhão, e com os Estados de Góias e Minas Gerais, no que foi denominado como “Região Intertropical Brasileira” (CARTELLE, 1999; Figura anterior). Atualmente conhecem-se quinze espécies de mamíferos que viveram em Sergipe no final do Pleistoceno, como veremos a seguir.

Preguiças gigantes - Até o momento conhecem-se quatro espécies de preguiças gigantes: *Eremotherium laurillardi*, *Catonyx cuvieri*, *Valgipes bucklandi*, e uma espécie não determinada pertencente a subfamília *Milodontinae*

(DANTAS et al., 2005; DANTAS & ZUCON, 2007; DANTAS, comunicação pessoal; Figura 21). Estas preguiças diferenciam-se das espécies atuais por serem de grande tamanho, entre 2,5m a 6m de comprimento; pesarem entre 1 a 4 toneladas; não viverem em árvores; e alimentarem-se de arbustos, raízes e folhas de árvores.

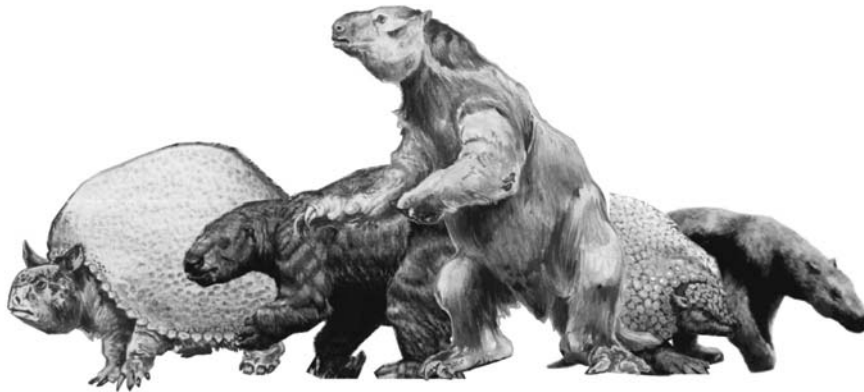


Figura 21. Ilustrações das preguiças e tatus gigantes: *Glyptodon clavipes*, Milodontinae, *Erethotherium laurillardii*, *Pachyarmatherium tenebris* e *Catonyx cuvieri* (Fonte: <http://www.taringa.net/posts/info/6328440/Megafauna-de-Argentina.html>; USEB, 2004).

Tatus gigantes - Fósseis de gliptodontes e tatus gigantes (Figura 21) também foram encontrados no nosso Estado, estes animais possuíam uma carapaça nas costas. Os gliptodontes diferenciam-se dos tatus principalmente pelo maior tamanho (alguns tinham o tamanho de um fusca); por possuírem um rosto mais curto, e por não apresentarem em suas carapaças uma “banda móvel”, que seria um conjunto de osteodermos (pequenos ossos que unidos em conjunto formam a carapaça) que permitia a dobradura desta carapaça, como acontece, por exemplo, no tatu bola (*Tolypeutes tricinctus*).

Mastodontes - Os mastodontes (Figura 22) são “primos” dos atuais elefantes africanos e asiáticos, a espécie *Stegomastodon waringi* é a única espécie de mastodonte que existiu no Nordeste brasileiro, alimentavam-se de gramíneas, folhas, frutos e ramos de pequenos arbustos (PRADO et al., 2001).

Cavalos - Ao contrário do que se possa imaginar, os cavalos (Figura 22) foram extintos junto com os demais mamíferos gigantes, no final do Pleistoceno. Os cavalos que vemos atualmente, pertencentes ao gênero *Equus*, foram trazidos pelos europeus durante a colonização da América.

Durante o Pleistoceno na América do Sul existiram dois tipos de cavalos, dos gêneros *Hippidion* e *Equus*. No Brasil ocorreram as espécies *Hippidion principale* e *Equus (Amerhippus) neogaeus*, em Sergipe no município de Gararu o material encontrado não foi suficiente para identificar a espécie, por isso foi classificado apenas a nível taxonômico de subfamília: *Equinae* (DAN-

TAS et al., 2005), mas um fóssil encontrado em Poço Redondo permitiu o registro da espécie *Equus (Amerhippus) neogaeus* para o Estado (DANTAS, comunicação pessoal). Estes animais são típicos de ambientes abertos, savana, e são pastadores, alimentando-se predominantemente de gramíneas.

Lhamas - Outras das espécies fósseis encontradas em Sergipe, a lhama *Palaeolama major* (GOES et al., 2002; Figura 22) era maior do que as espécies atuais, que vivem em ambientes frios, de acordo com alguns registros fósseis, possuía pelos longos e de coloração amarronzada, se alimentavam de arbustos.

Toxodontes - Os toxodontes *Toxodon platensis* (DANTAS, 2010; Figura 22) eram animais herbívoros, chegavam a ter 2,60m de comprimento, e se estivesse ainda vivos seriam semelhantes aos rinocerontes, mas sem os chifres. Possuía uma alimentação variada, que dependeria da vegetação disponível onde eles estavam vivendo, no Nordeste brasileiro se alimentavam de gramíneas. No Nordeste do Brasil são encontradas fósseis de duas espécies de toxodontes: *Toxodon platensis* e *Trigonodops lopesi*, em Sergipe são encontrados fósseis de *Toxodon platensis*.

Tigre de dentes de sabre - O tigre de dentes-de-sabre *Smilodon populator* (DANTAS, 2010; Figura 22), era um animal carnívoro, e foi o maior felino que já existiu, apresentando ampla dispersão pelo continente americano, tendo vivido desde a Argentina até os Estados Unidos.

Preá - O preá *Galea spixii* (DANTAS, 2009; Figura 22) é uma espécie que existe ainda nos dias atuais, herbívora, possui a pelagem de cor cinza, com um anel pelos brancos em volta dos olhos, é encontrado em regiões de Caatinga e Cerrado.



Figura 22. Ilustrações dos mamíferos pleistocênicos encontrados em Sergipe, lhama (*Palaeolama major*), cavalo (*Equus (Amerhippus) neogaeus*), mastodonte (*Stegomastodon waringi*), toxodonte (*Toxodon platensis*), tigre de dentes de sabre (*Smilodon populator*), preá (*Galea spixii*). (ilustrações - USEB, 2004).

Mudanças climáticas e extinção - A extinção da megafauna sempre foi alvo de diversos debates, como razões para a sua extinção foram levantadas como hipóteses a influência das mudanças climáticas, infecções trazidos por animais de outras localidades, e a ação do homem (e.g. CARTELLE, 1999; FERIGOLO, 1999; DINIZ FILHO, 2002).

Sabe-se que na natureza existem diversas variáveis que influenciam o surgimento e a extinção de espécies, no entanto, uma das hipóteses mais completas é a do “Zig zag interrompido” (*broken zig zag*), que combina as mudanças ambientais ocorridas no Pleistoceno e a dinâmica destas populações durante este período, com a chegada, e ação, do fator humano como motivo para a extinção desta fauna de mamíferos (CIONE et al., 2007).

No que diz respeito a Região Intertropical Brasileira – RIB, verifica-se que nos últimos anos tem surgido evidências paleoclimáticas e cronológicas, que apesar de ainda serem pontuais, dão suporte a hipótese do zig zag interrompido.

Dados cronológicos, encontradas a partir da datação de fósseis coletados em cavernas e tanques da RIB através de diversas técnicas de datação (^{14}C , ESR, $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$), apontam que esta fauna viveu nesta região há, pelo menos, 350 mil anos até, provavelmente, o início do Holoceno.

As cavernas são consideradas um dos ambientes mais propícios a preservação de restos esqueléticos de animais de pequeno, médio e grande porte, além disso, os dados encontrados nestes ambientes mostram que nestes depósitos as idades são mais amplas (350-10 mil anos), enquanto em tanques há a preservação apenas de fósseis de animais de médio a grande porte, e os dados cronológicos são de um período entre 60-10 mil anos.

Essa hipótese recebeu o nome de “zig zag” devido ao movimento de expansão e retração da vegetação durante as mudanças climáticas que ocorreram durante o final do Pleistoceno e início do Holoceno. Os dados existentes sobre a RIB indicam que durante o Pleistoceno houve, pelo menos, três mudanças climáticas em que ocorreu intercalação de condições climáticas distintas.

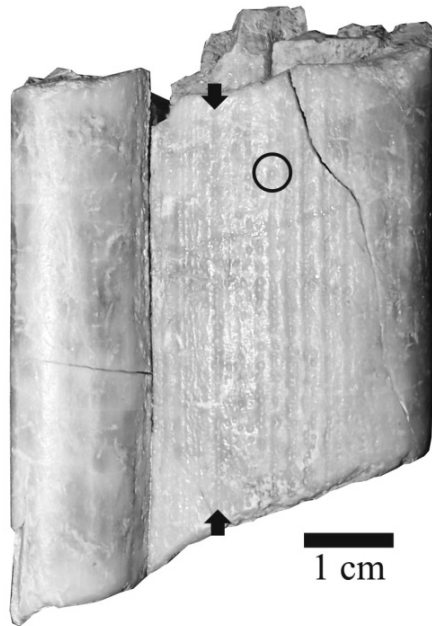
Em um período compreendido entre 90 mil anos a 40 mil anos houve o predomínio de clima úmido (BARRETO, 2010), onde as áreas abertas sofreram retração com a expansão das florestas pluviais. Neste período, infere-se que a comunidade de mamíferos, que deveria estar melhor adaptada a vegetação de áreas abertas, perderam biomassa, e, provavelmente, reduziram o número de indivíduos em suas populações.

Estas populações só devem ter se recuperado há 40 mil anos, com o início de uma nova mudança climática, com predomínio de clima quente e seco, onde houve uma nova expansão de áreas abertas, e na qual a vegetação predominante deveria ser a de Caatinga.

A expansão e retração da vegetação durante estes intervalos climáticos, com conseqüente alteração dos recursos disponíveis para estas populações,

causaram stress alimentar, o que já foi registrado em fósseis de *Toxodon platensis* (Figura 23).

Nesta espécie já foi verificada a hipoplasia de esmalte, uma doença atribuída a stress alimentar. Em um dente desta espécie coletado em Poço Redondo, Sergipe foi encontrado esta doença.



Stress alimentar, hipoplasia de esmalte, em um dente de *Toxodon platensis* pertencente ao acervo do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Sergipe, encontrado em Poço Redondo. Em destaque a deficiência de esmalte, formada por buracos (pits), e conjunto de pits formando uma linha (Foto: DANTAS, 2010).

O período de estabilidade das áreas abertas sofreu um novo retrocesso entre 15.500 a 11.800 mil anos, com o estabelecimento de um período mais úmido e frio que o atual, o que promoveu a expansão das florestas, e o surgimento do corredor que ligava a Floresta Amazônica a Floresta Atlântica (DE OLIVEIRA et al., 1999; BEHLING et al., 2000). Neste período esta fauna de mamíferos pode ter sofrido uma nova retração em sua biomassa, e no número de indivíduos em suas populações, além da vulnerabilidade pelos aspectos climáticos.

Não há evidências contundentes sobre a atuação do homem como motivador da extinção desta fauna de mamíferos na RIB. No entanto, eles podem ter contribuído através da retirada de alguns indivíduos destas populações através da caça, ou através da alteração da dinâmica dos ecossistemas em que estes animais viviam contribuindo para a sua extinção, provavelmente no Holoceno, já que há indícios de que esta fauna viveu até esse período, uma vez que neste período as populações estavam mais vulneráveis com a redução de indivíduos em suas populações e a escassez de recursos alimentares.

CONCLUSÃO

Para concluir poderíamos fazer a seguinte pergunta: então, como é que tudo começou?

Após o surgimento da Terra, ela passa por um processo de resfriamento, transformando toda massa quase gasosa em uma massa sólida, formando os continentes e os oceanos. Neste processo também é construída as condições para o aparecimento da vida. Desta forma vamos perceber que durante todo tempo a Terra passa por fortes transformações. Surgem as primeiras formas de vida no Pré-Cambriano, ao mesmo tempo em estão se formando os continentes. Durante o Paleozóico os continentes começam a se unir formando o super continente Pangea. Durante o Mesozóico ocorre a grande fratura do Pangea e novamente se separam alguns continentes. Este processo de separação dos continentes hoje está bem embasado na teoria da Tectônica de Placas que afirma que a Terra é constituída por placas rígidas que se movimentam sobre um magma mais fluido.

Esta teoria esta bem substantiada com os achados fósseis que complementam esta hipótese.



RESUMO

Neste texto sobre a diversificação da vida na terra é importante perceber que o desenvolvimento dos grupos ocorre de uma forma crescente em complexidade. Isto é, organismos surgem no registro fóssil partindo das formas mais simples para as mais complexas. A idade da Terra está entorno de 4,5 Ba, mas as primeiras formas de vida surgem somente a 3,8 Ba. No Pré-Cambriano a vida é muito rara, são seres procariotos, organismos microscópicos muito simples. Ao final deste Eon a vida começa ficar mais abundante há mais ou menos 600 Ma com os fósseis da Fauna de Ediacara. No início do Paleozóico, no Período Cambriano ocorre a famosa explosão cambriana. A vida surge de forma esplendorosa, quase todos os invertebrados já estão presentes neste período. Há o aparecimento dos trilobitas, um artrópode que ocorre durante todo Paleozóico, sendo o fóssil índice desta idade. Ainda no Paleozóico surgem os primeiro vertebrados, sendo os Agnatas o mais primitivo, aparecem as primeiras plantas e animais terrestre no Siluriano. Aparecem ainda os anfíbios e reptéis e as primeiras angiospermas. Ao final do Paleozóico ocorre a extinção de 50% da vida marinha, todos os trilobitas desaparecem. A seguir na Era Mesozóica durante os períodos Triássico Jurássico e Cretáceo é onde surgem os primeiros dinossauros, mamíferos e aves e surgem também as primeiras Angiospermas. Ao final deste período desaparecem todos os dinossauros e grande parte dos invertebrados, esta é a segunda grande extinção. Com o desaparecimento dos dinossauros no final do Cretáceo surge a possibilidade

para o desenvolvimento dos mamíferos no início da Era Cenozóica. Nesta idade há uma grande diversificação dos mamíferos e estes passam a ocupar todos os ambientes, marinho, terrestre e aéreo. Em Sergipe ocorre uma grande diversidade de fósseis marinhos do Período Cretáceo. Ocorrem, também fósseis de mamíferos gigantes do Pleistoceno.

ATIVIDADES

1. Construa a linha do tempo com base nos dados desse capítulo. Junte algumas cartolinas para obter uma folha de papel de 4,5 m de comprimento e 0,5 m de largura e trace uma linha onde o ponto inicial é a origem da Terra, e ao final dos 4,5 m ocorre o aparecimento do homem. Com base nos dados da ESCALA GEOLÓGICA DO TEMPO faça a subdivisão das Eras, Períodos e Épocas, e coloque os principais eventos geológicos e biológicos (aparecimento e extinção de espécies).



AUTO-AVALIAÇÃO

Para complementação dos estudos é importante ampliar o conhecimento com mais leituras. Este tema envolve várias áreas do conhecimento, portanto algumas leituras poderão ser complementares.

Para seu aprendizado procure fazer uma síntese deste capítulo.



REFERÊNCIAS

- BARRETO, E.A. de S. 2010. **Reconstituição da pluviosidade da Chapada Diamantina (BA) durante o Quaternário tardio através de registros isotópicos (O e C) em estalagmites**. Programa de Pós-graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 133pp.
- BEHLING, H.; ARZ, H.W.; TZOLD, J.R.P.; WEFER, G. 2000. Late Quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104-1. **Quaternary Science Reviews**, 19:981-994.
- CARTELLE, C. 1999. Pleistocene mammals of the Cerrado and Caatinga of Brazil. In: EISENBERG, J.F. & REDFORD, K.H. (eds.). **Mammals of the Neotropics**. The University of Chicago Press, p. 27-46.
- CARVALHO, I. de S. (ed.). **Paleontologia**. Rio de Janeiro. 2.ed.: Inter-ciência, 2004.

- CIONE, A.L.; TONNI, E.P.; SOIBELZON, L. 2007. Did humans cause the late Pleistocene-early Holocene mammalian extinctions in South America in a context of shrinking open areas?. In: HAYNES, G. (ed.). **American megafaunal extinctions at the end of the Pleistocene**. Springer Science + Business Media, p. 125-144.
- DANTAS, M.A.T. & ZUCON, M.H. 2007. Occurrence of **Catonyx cuvieri** (Lund, 1839) (Tardigrada, Scelidotheriinae) in Late Pleistocene – Holocene of Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 10(2):129-132.
- DANTAS, M.A.T. 2009. Primeiro registro de fósseis de mamíferos pleistocênicos em cavernas de Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, 12(2):161-164.
- DANTAS, M.A.T. 2010. **Megafauna pleistocência da Fazenda Charco, Poço Redondo, Sergipe – interpretações paleoambientais**. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, Dissertação de Mestrado, 58pp.
- DANTAS, M.A.T.; ZUCON, M.H.; RIBEIRO, A.M. 2005. Megafauna pleistocênica de Gararu, Sergipe, Brasil. **Revista de Geociências – UNESP**, 24(3):277-287.
- DE OLIVEIRA, P.E.; BARRETO, A.M.F.; SUGUIO, K. 1999. Late Pleistocene / Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian Caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco river. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 152:319-337.
- DINIZ FILHO, J.A.F. 2002. Modelos ecológicos e extinção da megafauna no Pleistoceno. **Canindé**, 2:52-80.
- FAIRCHILD, T.R.; BOGGIANI, P.C. A vida primitiva: do Criozóico (Pré-Cambriano ao início do Fanerozóico. In: CARVALHO, I. de S. (ed.). **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004, p. 221-233.
- FERIGOLO, J. 1999. Late Pleistocene South American land-mammal extinctions: The infection hypothesis. In: TONNI E.P., CIONE A.L. (eds). Quaternary vertebrate palaeontology in South America. **Quat South Am Antart Peninsula** 12:279–310.
- GOES, F.A.S.; VIEIRA, F.S.; ZUCON, M.H.; CARTELLE, C.; TEODÓSIO, C. 2002. Ocorrência de mamíferos Pleistocênicos em Sergipe, Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, 60(3):199-206.
- McALESTER, A.L. **História geológica da vida**. Traduzido por AMARAL, S.E. do São Paulo. Edgar Blucher Ltda, 1971. (Série de textos básicos de geociência).
- MENDES, J.C. **Paleontologia geral**. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 1977.
- PRADO, J. L.; ALBERDI, M. T.; AZANZA, B.; SÁNCHEZ, B. & FRASSINETTI, D. 2001. The Pleistocene Gomphotheres (Proboscidea) from South America: diversity, habitats and feeding ecology. In: INTERNATIONAL CONGRESS, 1., 2001. **Annals**, Rome, p. 337-340.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. **História ecológica da Terra**. São Paulo.

2. ed.: Edgard Blücher Ltda, 1994.

ZUCON, M.H. 2005. **Amonóides da transição Aptiano – Albiano da Bacia de Sergipe, Brasil**. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal da Bahia Tese de Doutorado: Instituto de Geociências/ UFBA. p. 165.