

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

ANA PAULA AMÉRICO FERREIRA

Primates e Evolução Humana:
Grupos Atuais, Registros Fósseis e a Fascinante Trajetória Evolutiva

Uberlândia

2025

ANA PAULA AMÉRICO FERREIRA

Primates e Evolução Humana:
Grupos Atuais, Registros Fósseis e a Fascinante Trajetória Evolutiva

Trabalho de Conclusão de Curso da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
licenciado em Ciências Biológicas

Área de concentração: Paleontologia
Orientador: Victor Alberto Tagliacollo
Coorientador: André Barcelos Silveira

Uberlândia

2025

ANA PAULA AMÉRICO FERREIRA

Primates e Evolução Humana:
Grupos Atuais, Registros Fósseis e a Fascinante Trajetória Evolutiva

Trabalho de Conclusão de Curso da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
licenciada em Ciências Biológicas

Área de concentração: Paleontologia

Uberlândia, 28 de abril de 2025.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Daniela Franco Carvalho- Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Prof. Dr. Jimi Naoki Nakajima - Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Dedico este trabalho a todos os professores que veem na educação a chave para um mundo mais justo, humano e acolhedor, onde o conhecimento constroi pontes e transforma realidades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente aos meus professores, Jimi Naoki Nakajima, Vanessa Stefani Sul Moreira, Olenir Maria Mendes e Jorgetânia da Silva Ferreira que foram verdadeiros pilares durante a minha trajetória acadêmica, especialmente durante os tempos desafiadores da pandemia. Lembro com gratidão dos momentos em que alguns se dedicaram não apenas a me fortalecer a finalizar a trajetória acadêmica, mas também a me apoiar emocionalmente. Aulas e discussões se tornaram mais que conteúdos a serem aprendidos mas espaços de acolhimento, onde eu pude me sentir pertencente e, acima de tudo, motivada a seguir. Agradeço, de coração, aos professores que fizeram toda a diferença nesse processo de adaptação e superação.

Aos meus amigos, Ádila Carvalho, Amanda Jardim, Thales Nunes, Isma Almeida, Mara Gabriela Ruiz que durante todo esse período de incertezas, se tornaram não apenas colegas de sala, mas companheiros que me estenderam a mão em momentos de angústia. As trocas de ideias, os estudos em grupo e até os simples gestos de carinho foram essenciais para me manter focada e cheia de energia para enfrentar as adversidades. Não há palavras suficientes para expressar minha gratidão por cada um de vocês, que, de maneiras tão especiais, me acompanharam em minha jornada acadêmica.

Sou imensamente grata à professora Cintia Camargo Vianna, que me proporcionou a oportunidade de continuar minha trajetória acadêmica com o Afrocientista e me ajudou a conquistar essa etapa com o apoio fundamental que recebi. O Afrocientista não só me proporcionou a ajuda financeira necessária, mas também me fez sentir parte de um movimento que acredita na importância da educação e do conhecimento para transformar vidas negras.

Agradeço também ao meu orientador Victor Alberto Tagliacollo e ao coorientador, André Barcelos Silveira que me deram a oportunidade de desenvolver este trabalho, mesmo diante das dificuldades. Voltar a utilizar o laboratório depois de um período de interrupção foi desafiador, mas com o apoio e a paciência de ambos, consegui realizar este projeto da melhor forma possível. As orientações precisas e as discussões enriquecedoras que tivemos ao longo deste processo foram essenciais para a conclusão deste trabalho. Sou grata por cada orientação, crítica construtiva e pela confiança depositada em mim.

Não posso deixar de agradecer ao MNU, que me fortaleceu a cada dia, me ensinando sobre resistência, luta e a importância de ser quem sou. O Movimento Negro Unificado me inspirou e me proporcionou uma rede de apoio imensa, me tornando uma mulher mais confiante e decidida. Sou grata pela história que construímos juntas e por tudo o que aprendi, não só sobre mim mesma, mas sobre o papel que devo desempenhar no mundo.

Às vezes, o equilíbrio entre estudos, trabalho e vida pessoal parece quase impossível, mas sou grata pelos pequenos momentos de lazer e descanso que consegui encontrar, por mais escassos que fossem. Esses momentos de respiro foram vitais para me manter saudável e focada, permitindo-me recomeçar sempre que as dificuldades pareciam insuperáveis.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo.
Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós
ignoramos alguma coisa.”

Paulo Freire

RESUMO

Os primatas, integrantes de uma ordem diversificada de mamíferos, englobam lêmures, macacos, grandes símios e humanos. Caracterizados por suas notáveis capacidades cognitivas, esses animais apresentam interações sociais complexas e habilidades de adaptação a diferentes ecossistemas. Uma das principais características anatômicas dos primatas é a presença de cérebros desenvolvidos, essenciais para funções cognitivas avançadas, além de visão binocular que aprimora a percepção de profundidade e mãos adaptadas à manipulação, graças à presença de polegares opositores. Grande parte das espécies habita florestas tropicais, onde desenvolvem estratégias alimentares variadas, consumindo frutos, folhas e, em alguns casos, pequenos animais. Socialmente, os primatas costumam formar grupos estruturados, muitas vezes hierárquicos, que exibem comportamentos de cooperação, competição e comunicação, reforçando a complexidade de suas interações. A diversidade dentro dessa ordem é expressiva, abrangendo mais de 300 espécies, cada uma adaptada a ambientes específicos, como áreas tropicais e florestas temperadas. O ciclo reprodutivo prolongado, aliado ao cuidado parental extensivo, revela a importância da socialização e do aprendizado nas primeiras fases da vida dos primatas. Este longo período de dependência materna contribui para o desenvolvimento de habilidades essenciais à sobrevivência. A relevância do estudo dos primatas se destaca pela proximidade evolutiva com os seres humanos, permitindo uma melhor compreensão de comportamentos sociais, estruturas cognitivas e até mesmo da biologia evolutiva que moldou nossa espécie. Essa conexão genética faz dos primatas um grupo central para investigações em antropologia, biologia evolutiva e ecologia.

Palavras chaves: Primatas, macacos, grandes símios, humanos, cognição, visão binocular, polegares opositores, sociobiologia, biologia evolutiva, antropologia, ecologia.

ABSTRACT

Primates, members of a diverse order of mammals, include lemurs, monkeys, great apes, and humans. Characterized by their remarkable cognitive abilities, these animals exhibit complex social interactions and adaptability to different ecosystems. One of the main anatomical features of primates is the presence of well-developed brains, essential for advanced cognitive functions, along with binocular vision that enhances depth perception and hands adapted for manipulation, thanks to the presence of opposable thumbs. Most species inhabit tropical forests, where they develop diverse feeding strategies, consuming fruits, leaves, and, in some cases, small animals. Socially, primates often form structured, often hierarchical groups that display behaviors of cooperation, competition, and communication, reinforcing the complexity of their interactions. The diversity within this order is significant, encompassing over 300 species, each adapted to specific environments, such as tropical regions and temperate forests. The prolonged reproductive cycle, combined with extensive parental care, highlights the importance of socialization and learning in the early stages of primate life. This long period of maternal dependence contributes to the development of essential survival skills. The study of primates is particularly relevant due to their evolutionary proximity to humans, allowing a better understanding of social behaviors, cognitive structures, and even the evolutionary biology that has shaped our species. This genetic connection makes primates a central group for research in anthropology, evolutionary biology, and ecology.

Keywords: Primates, monkeys, great apes, humans, cognition, binocular vision, opposable thumbs, sociobiology, learning, evolutionary biology, anthropology, ecology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Representantes de diferentes primatas.	8
Figura 2.	Filogenia do clado Euarchontoglires ilustrando as relações entre Primatas.	9
Figura 3.	O menor e o maior primata atuais.	10
Figura 4.	Reconstituição de um <i>Gigantopithecus</i> , junto a um ser humano.	11
Figura 5.	Tipos de grupos sociais em primatas. Imagens escuras representam machos, imagens claras representam fêmeas.	13
Figura 6.	Distribuição geográfica dos primatas atuais.	16
Figura 7.	Exemplos de comportamento locomotor em primatas.	18
Figura 8.	Braquiação no siamango (<i>Sympalangus syndactylus</i>), um hilobatídeo da Península Malaia.	19
Figura 9.	Representação de uma floresta neotropical mostrando a ocupação de diferentes estratos por distintas espécies de primatas.	20
Figura 10.	Convergência nas formas de locomoção entre espécies de primatas de diferentes regiões do planeta.	21
Figura 11.	Cladograma ilustrando as relações filogenéticas das 16 famílias de primatas atuais, obtida a partir do genoma de 233 espécies modernas e calibrada com 27 espécies fósseis.	22
Figura 12.	Narizes de Strepsirrhini, evidenciando o rinário.	23

Figura 13.	Características esqueléticas marcantes dos primatas estrepsirrinos.	24
Figura 14.	A configuração óssea da órbita ocular varia entre o guaxinim, o lêmure e o gibão.	25
Figura 15	Contraste entre a divisão gradística dos primatas entre Prosimia a Anthropoidea (= Simiiformes), e a divisão filogenética entre Strepsirrhines e Haplorrhini.	27
Figura 16	Características esqueléticas dos társios.	28
Figura 17	Desenho esquemático que evidencia algumas diferenças entre as parvordens Platyrini e Catarrhini.	30
Figura 18	Filogenia dos Platyrhini modernos.	32
Figura 19	Atributos morfológicos característicos das duas superfamílias modernas de Catarrhini: Cercopithecidae e Hominoidea.	33
Figura 20	Atributos morfológicos característicos das duas subfamílias modernas de macacos do Velho Mundo: Colobinae e Cercopithecinae.	36
Figura 21	Filogenia dos Cercopithecidae atuais.	37
Figura 22	Representação paleogeográfica do planeta durante o Paleoceno Médio (aproximadamente 60 milhões de anos atrás), destacando os locais onde foram registrados fósseis atribuídos a plesiadapiformes (indicações por asteriscos).	40

Figura 23	Crânios de alguns representantes de Plesiadapiformes.	41
Figura 24	Reconstituição de fósseis dentários e mandibulares de <i>Purgatorius</i>	42
Figura 25	Diferenças anatômicas marcantes entre os plesiadapiformes mais arcaicos e os adapiformes (Strepsirrhini) mais derivados.	45
Figura 26	Filogenia dos platirrinos, incluindo a maioria dos representantes fósseis	49
Figura 27	Distribuição geográfica dos Platyrhini atuais e fósseis.	50
Figura 28	Filogenia dos Cercopithecoidea, incluindo alguns táxons fósseis.	52
Figura 29	Reconstituição facial de diferentes hominídeos que ocuparam diversas regiões do Velho Mundo durante o Mioceno	53
Figura 30	Réplica do esqueleto de Lucy, então no Cleveland Natural History Museum, Ohio, Estados Unidos.	58
Figura 31	Atributos morfológicos de <i>Australopithecus afarensis</i> , indicativos de um comportamento semiarborícola.	59
Figura 32	Pista fóssil de Hominina em Laetoli, Tanzânia, atribuídas a <i>Australopithecus afarensis</i> .	60
Figura 33	Crânios de <i>H. erectus</i> , <i>H. heidelbergensis</i> , <i>H. neanderthalensis</i> e <i>H. sapiens</i> em vistas frontal e lateral.	62
Figura 34	Duas interpretações distintas sobre o papel de <i>Homo heidelbergensis</i> no contexto evolutivo humano.	63

Figura 35	Jebel Irhoud-10, o mais antigo crânio de <i>Homo sapiens</i>	64
-----------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

INBIO	Instituto de Ciências Biológicas
LAPALEO	Laboratório de Paleontologia
LBA	Long-Branch Attraction
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MNU	Movimento Negro Unificado
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DESENVOLVIMENTO.....	2
2.1. Quem são os primatas?	2
2.2. Importância do estudo de primatas	4
3. METODOLOGIA	6
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7

4.1. Diversidade e Características dos Primatas	7
4.2. Distribuição e ecologia dos primatas	15
4.3. Taxonomia dos Primatas modernos	21
4.3.1. Subordem Strepsirrhini	22
4.3.2. Subordem Haplorrhini	25
4.3.2.1. Infraordem Tarsiiformes	26
4.3.2.2. Infraordem Simiiformes	28
4.3.2.2.1. Parvordem Platyrrhini	29
4.3.2.2.2. Parvordem Catarrhini	32
4.4. História evolutiva e representantes fósseis	39
4.4.1. Origens e primeiros registros fósseis	39
4.4.2. Origens e radiação dos Strepsirrhini	43
4.4.3. Origens e radiação dos Haplorrhini	46
4.4.4. Origens e radiação dos Tarsiiformes	46

4.4.5. Origens e radiação dos Platyrrhini	47
4.4.6. Origens e radiação dos Catarrhini	50
4.4.7. Origens e radiação dos Cercopithecoidea	51
4.4.8. Origens e radiação dos Hominoidea	52
4.4.9. Origens e radiação dos Hominidae	53
4.4.10. Origens e radiação dos Hominina	54
4.4.10.1. O gênero <i>Australopithecus</i>	56
4.4.10.2. Origem e diversidade do gênero <i>Homo</i>	61
4.4.10.3. Surgimento e Atributos do <i>Homo sapiens</i>	64
4.4.10.4. Rota, Cronograma das Migrações Humanas e Dispersões Humanas	66
5.GLOSSÁRIO	68
6. REFERÊNCIAS	73
7.ANEXO 1- PLANO DE AULA	91
8.ANEXO 2- QUESTÕES	103

**9. ANEXO 3- REFERÊNCIAS PRINCIPAIS E PÁGINAS
ELETRÔNICAS SUGERIDAS**

106

1. INTRODUÇÃO

A evolução biológica e geológica são temas frequentemente distorcidos por desinformação, seja por motivos ideológicos, religiosos ou pela falta de acesso a materiais confiáveis. Esse cenário compromete a formação do pensamento crítico dos estudantes, dificultando a compreensão da ciência com base em evidências. No contexto educacional, garantir um ensino pautado na abordagem científica é essencial para o desenvolvimento do raciocínio crítico e da alfabetização científica.

No Brasil, as diretrizes que norteiam a educação estão estabelecidas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – Lei nº 9.394/1996. Esse documento define princípios fundamentais para a formação educacional, abrangendo desde a educação infantil até o ensino superior. Entre seus objetivos, destaca-se a promoção de uma sociedade democrática e inclusiva, que valoriza o conhecimento e combate práticas discriminatórias e excludentes. No ensino de Ciências, esses princípios são essenciais para garantir que os alunos tenham acesso a uma educação baseada em evidências científicas e livres de desinformação.

Um dos desafios contemporâneos enfrentados pelos professores de Biologia é a disseminação de informações falsas, especialmente diante do crescimento do acesso dos alunos à internet e das dificuldades impostas pela pandemia de COVID-19. Estudos indicam que muitos docentes vivenciam esse problema em sala de aula e reconhecem a necessidade de enfrentá-lo para preservar a qualidade da educação científica. Para isso, é fundamental que educadores adotem estratégias pedagógicas que estimulem a alfabetização científica, como o uso da literatura acadêmica primária, a análise crítica de notícias e a verificação de informações em fontes confiáveis.

Com base nessa necessidade, desenvolvemos uma proposta pedagógica para o ensino de Paleontologia, enfatizando o método científico e o papel da ciência na construção do conhecimento. Essa abordagem visa demonstrar como a ciência se baseia em testes rigorosos, revisão por pares e evidências concretas, contribuindo para um ensino mais sólido e fundamentado.

Esta revisão foi elaborada com o propósito de suprir a carência de materiais que articulem as contribuições da Paleontologia para a compreensão da evolução dos primatas, com foco no ensino de Ciências Biológicas. O conteúdo resulta de um trabalho colaborativo do Laboratório de Paleontologia (LAPALEO), vinculado ao Instituto de Biologia (INBIO) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O objetivo é integrar um capítulo de um livro

didático, servindo como material de apoio para as aulas de Paleontologia no curso de Ciências Biológicas.

Neste capítulo, abordaremos a evolução dos primatas e, consequentemente, a trajetória da evolução humana, destacando as transformações anatômicas, ecológicas e comportamentais que moldaram esses grupos ao longo do tempo. A análise considerará desde a origem e diversificação dos primatas no Paleoceno até as transições adaptativas que levaram ao surgimento dos hominídeos.

A metodologia adotada inclui uma revisão bibliográfica baseada em estudos contemporâneos sobre taxonomia, adaptação e evolução dos primatas, história de vida, socioecologia e evolução cognitiva. Também são considerados trabalhos sobre a evolução locomotora, filogenia molecular e sistemas sensoriais. Além disso, questões relacionadas à conservação dos primatas e às ameaças às espécies são discutidas durante alguns capítulos.

Para complementar o conteúdo principal, esta monografia inclui um anexo com um plano de aula sobre a evolução dos primatas e a evolução humana, além de um glossário com termos essenciais que podem gerar dúvidas durante a leitura e uma lista de referências-chaves e páginas eletrônicas importantes para maior aprofundamento no tema. Esses materiais foram elaborados para auxiliar docentes na preparação das aulas e fornecer aos alunos ferramentas práticas para aprofundar o entendimento dos conceitos e revisar o conteúdo de forma mais eficiente. Ao abordar os conceitos-chave, métodos e descobertas da Paleontologia e da evolução dos primatas, esta monografia busca oferecer aos estudantes uma compreensão detalhada e fundamentada sobre a trajetória evolutiva desses grupos. Espera-se que o trabalho incentive uma reflexão crítica sobre a evolução dos primatas e fortaleça uma base sólida de conhecimento, preparando os futuros profissionais para os desafios da Biologia Evolutiva.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Quem são os primatas?

Os primatas são uma ordem diversificada de mamíferos que inclui espécies muito diferentes, como lêmures, macacos, grandes símios e humanos. Cada grupo moderno de primatas exibe características adaptativas que os tornam bem-sucedidos em seus respectivos ambientes, especialmente nas florestas tropicais, onde habitam grande parte das espécies modernas. Contudo, a evolução dos primatas remonta a um longo processo de adaptação, que começou há cerca de 60 milhões de anos (época Paleoceno do início da Era Cenozoica), com

os primeiros representantes fósseis de primatas, animais pequenos e arbóreos. Esses primeiros primatas possuem características que marcaram o início de uma série de adaptações evolutivas, incluindo a visão binocular, mãos especializadas e um cérebro maior em relação ao corpo.

Hoje, os primatas são classificados em duas subordens principais: Strepsirrhini, que inclui os lêmures e outros primatas primitivos, e Haplorrhini, que abrange os macacos, grandes símios e humanos. Os Strepsirrhini têm características como um olfato mais desenvolvido, olhos adaptados à vida noturna e um comportamento geralmente solitário. Já os Haplorrhini possuem uma maior dependência de interações sociais e visões mais desenvolvidas, além de um cérebro maior e mais complexo, o que favoreceu o desenvolvimento de habilidades cognitivas avançadas. Esse grupo inclui os macacos do Novo Mundo, como os capuchinhos e micos, e os macacos do Velho Mundo, como os babuínos e os grandes símios, como gorilas, orangotangos, chimpanzés e bonobos. Humanos e parentes fósseis mais próximos, como os australopitecos e parantropos, também se inserem neste grupo.

A história evolutiva dos primatas é bem documentada por um abundante registro fóssil. Os fósseis de primatas (ou grupos relacionados) datados do início do Cenozoico (Paleoceno e Eoceno), como os Plesiadapiformes e Adapiformes, mostram os primeiros exemplos de primatas com adaptações para a vida arbórea, incluindo a estrutura do polegar. O desenvolvimento dos primatas está intimamente ligado às mudanças nos ambientes em que viveram. No início do Cenozoico, as florestas tropicais eram mais extensas, e os primeiros primatas evoluíram para se adaptar ao ambiente arbóreo. No entanto, à medida que os climas se tornaram mais secos e as florestas diminuíram, muitos primatas tiveram que se adaptar a novos habitats, o que levou ao surgimento de diferentes grupos e subgrupos. A habilidade de se adaptar a uma variedade de ecossistemas, incluindo savanas e áreas temperadas, foi crucial para a evolução dos primatas modernos.

A evolução humana é um capítulo particularmente importante na história dos primatas, pois nossa linha evolutiva divergiu dos outros grandes símios há cerca de 6 a 7 milhões de anos. O estudo de fósseis de hominídeos, como *Ardipithecus ramidus* e *Sahelanthropus tchadensis*, indica que os primeiros humanos compartilhavam um ancestral comum com os chimpanzés e bonobos, mas as adaptações para o bipedalismo, aumento do cérebro e o desenvolvimento de uma cultura mais complexa fizeram com que os seres

humanos seguissem um caminho evolutivo único. Nesse sentido, a linha que levou aos humanos modernos possivelmente ocorreu com o surgimento dos *Australopithecus*, cerca de 4 milhões de anos atrás. Os fósseis de *Australopithecus afarensis* - a famosa "Lucy" - fornecem evidências de postura bípede, uma das características fundamentais que distinguem os Hominina (subtribo que inclui os *Australopithecus* e o gênero *Homo*) dos outros primatas. Esses fósseis também mostram mudanças no tamanho do cérebro, indicando um processo gradual de expansão cerebral que levou à emergência dos primeiros *Homo*, como o *Homo habilis*, que surgiu há cerca de 2,5 milhões de anos atrás. O *Homo erectus*, que apareceu há cerca de 1,8 milhões de anos, é uma espécie chave na história evolutiva dos hominídeos, pois é uma das primeiras a mostrar comportamentos complexos, como a utilização de ferramentas avançadas e o controle do fogo. Essas adaptações, juntamente com a habilidade de viajar grandes distâncias, ajudaram a expandir a presença humana ao longo do planeta. A evolução do cérebro e a formação de sociedades mais complexas marcaram a transição de seres primitivos para os humanos modernos, *Homo sapiens*.

2.2. Importância do estudo de primatas

O estudo dos primatas é fundamental em diversas áreas da biologia, medicina e conservação. Eles oferecem informações valiosas sobre a ascendência humana, ajudam na preservação de espécies, têm importância na produção de fármacos e no controle de zoonoses e epidemias. Os primatas são os parentes mais próximos dos seres humanos no reino animal, tornando seu estudo fundamental para entender a evolução humana. Os fósseis de primatas e as observações de primatas modernos fornecem "insights" sobre a origem e evolução dos hominídeos. Espécies como os bonobos (*Pan paniscus*) e os chimpanzés (*Pan troglodytes*) compartilham uma alta porcentagem de DNA com os seres humanos, permitindo um estudo comparativo que esclarece a evolução de características cognitivas e comportamentais. O entendimento dessas linhagens ajuda a reconstruir as etapas evolutivas que levaram ao surgimento do *Homo sapiens* e das suas capacidades cognitivas, sociais e culturais (Fleagle, 2013).

Os primatas servem como modelos para o estudo da biologia comparada, permitindo que pesquisadores compreendam as semelhanças e diferenças biológicas entre os humanos e outros mamíferos. O estudo da anatomia, genética e fisiologia de primatas ajuda a elucidar aspectos do desenvolvimento, envelhecimento, metabolismo e doenças que também afetam os humanos, com aplicação prática tanto na medicina veterinária quanto na medicina humana

(Schneider et al., 2012). Modelos de primatas não-humanos, como os macacos-rhesus (*Macaca mulatta*) e os bonobos, são frequentemente usados em pesquisas biomédicas para estudar doenças humanas, como HIV, malária, e doenças neurodegenerativas. Além disso, o estudo da genética e da biologia celular de primatas fornece informações importantes para a produção de fármacos que podem tratar ou até curar doenças que afetam os seres humanos. O uso de primatas na pesquisa biomédica, no entanto, é um tema controverso, sendo essencial garantir que esses estudos sejam conduzidos de forma ética (Levine et al., 2020). Os primatas, como os seres humanos, são suscetíveis a várias doenças infecciosas, muitas das quais podem ser transmitidas de animais para humanos (zoonoses). O estudo das doenças nos primatas ajuda a identificar potenciais riscos para a saúde humana, como as epidemias de Ebola, HIV e COVID-19. A compreensão das doenças que afetam os primatas não apenas permite o controle de surtos em populações animais, mas também oferece insights sobre como evitar a transmissão de patógenos para os seres humanos, além de melhorar a vigilância epidemiológica (Plowright et al., 2017).

Os primatas são conhecidos por suas complexas estruturas sociais, o que permite estudar aspectos como cooperação, competição e hierarquias sociais. A observação dessas dinâmicas oferece percepções sobre o comportamento humano e as origens de estruturas sociais em espécies altamente sociais. As interações entre membros do grupo e os padrões de convivência, como a monogamia, altruísmo e cuidado parental, têm implicações tanto para a biologia evolutiva quanto para a psicologia humana (Dunbar, 2003). O estudo das capacidades cognitivas dos primatas é importante para entender a evolução da inteligência. As habilidades de resolução de problemas, memória de trabalho, uso de ferramentas e até linguagem simbólica observadas em algumas espécies de primatas fornecem informações sobre como a mente humana pode ter evoluído. A pesquisa com primatas não humanos têm ajudado a entender melhor o desenvolvimento cognitivo, as capacidades de aprendizagem e os limites da mente primitiva, com paralelos diretos à evolução cognitiva humana.

Estudar primatas também possui um papel educativo importante. O trabalho de conservação e os esforços de sensibilização ambiental ajudam a aumentar a conscientização pública sobre os desafios que enfrentam as espécies ameaçadas e a necessidade de conservação da biodiversidade. Os primatas, sendo uma das ordens mais carismáticas de mamíferos, têm um grande apelo para programas educacionais, contribuindo para a promoção de atitudes mais sustentáveis em relação à natureza e à preservação ambiental (Mittermeier et

al., 2022-2023). Como muitas espécies de primatas estão ameaçadas de extinção devido à perda de habitat, caça ilegal e outras atividades humanas, o estudo de suas populações é crucial para implementar estratégias de conservação eficazes. Além disso, os primatas desempenham papéis ecológicos importantes nos ecossistemas, como dispersores de sementes, o que também contribui para a preservação da biodiversidade. A pesquisa sobre a ecologia e o comportamento dos primatas ajuda a identificar as melhores abordagens para preservar esses animais e seus habitats, além de apoiar programas de reintrodução em ambientes naturais.

Estudar os primatas não apenas nos ajuda a entender os processos evolutivos que ocorreram ao longo de milhões de anos, mas também lança luz sobre a origem de muitos comportamentos humanos. As habilidades cognitivas, a estrutura social complexa e as interações sociais observadas nos primatas modernos são fundamentais para a compreensão dos próprios fundamentos da biologia evolutiva humana. Além disso, a análise comparativa entre os primatas e os seres humanos permite identificar aspectos comuns da evolução, como a cooperação, o uso de ferramentas e a comunicação. Ao entender os grupos modernos, representantes fósseis e a história evolutiva dos primatas, podemos melhor compreender não apenas a origem dos humanos, mas também as complexas interações sociais e adaptativas que nos tornam parte do grande tapete da vida na Terra.

Portanto, o estudo dos primatas é fundamental para diversas áreas da ciência, incluindo comportamento social, cognição, biologia comparada, educação ambiental, avaliação de impactos ecológicos e evolução. A pesquisa sobre esses animais não apenas contribui para o entendimento de nossa própria espécie, mas também tem implicações diretas para a saúde pública, a conservação e o bem-estar global. No presente texto, iremos aprofundar nessas investigações pois são essenciais para a formação de biólogos, ampliando a percepção sobre a interconexão dos seres vivos e a dinâmica evolutiva que moldou as espécies ao longo de milhões de anos. Como complemento das aulas de paleontologia, a utilização desse conhecimento permite uma interpretação mais precisa dos restos e vestígios do passado e sua relação com os processos evolutivos contemporâneos. Dessa forma, o estudo da evolução dos primatas não apenas contribui para a compreensão da história da vida na Terra, mas também possibilita novas perspectivas sobre a própria trajetória da humanidade e sua inserção no contexto biológico global.

3. METODOLOGIA

A elaboração deste capítulo foi desenvolvida a partir de uma abordagem qualitativa, fundamentada na análise de textos acadêmicos, resumos, livros didáticos e artigos científicos relacionados à evolução dos primatas. A seleção de fontes foi conduzida com o objetivo de priorizar materiais que apresentassem rigor científico e relevância para a compreensão da evolução dos primatas. Foram utilizados estudos paleontológicos publicados como artigos acadêmicos, livros-texto e referências eletrônicas [e.g, Wikipedia, IUCN online database], garantindo uma base sólida para a construção do conteúdo. A análise de conteúdo foi realizada de forma crítica, buscando identificar conceitos-chave, avanços na área e diferentes abordagens teóricas sobre a evolução dos primatas. Esse processo permitiu a extração de informações pertinentes sobre grupos modernos, registros fósseis e mudanças anatômicas e comportamentais ao longo da história evolutiva.

Com base nessa análise, as principais ideias foram organizadas de maneira estruturada, garantindo uma progressão lógica do conteúdo. A divisão em sub temas permitiu explorar aspectos fundamentais, como a classificação dos primatas, os registros fósseis das linhagens viventes e extintas e a trajetória evolutiva que levou ao surgimento dos grupos atuais (coronais) de primatas, incluindo os hominídeos. A redação do capítulo foi realizada de forma criteriosa, com revisões constantes para assegurar clareza e precisão das informações apresentadas. O texto foi estruturado em seções que contemplam a introdução ao tema, o desenvolvimento dos conceitos e a articulação das evidências fósseis com a biologia evolutiva dos primatas. Cada versão passou por um processo minucioso de revisão, incorporando sugestões e aprimoramentos para garantir um material didático adequado. Esse processo metodológico garantiu que o texto elaborado não apenas refletisse o conhecimento atual sobre a evolução dos primatas, mas também se tornasse um recurso valioso para docentes e alunos interessados na compreensão da história evolutiva desse grupo, contribuindo para uma visão mais ampla da biologia e da paleontologia.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Diversidade e Características dos Primatas

Os primatas atuais (Ordem Primates) incluem uma variedade de espécies (Figura 1) divididos em dois grupos principais: Strepsirrhini, que inclui lêmures, galagos e lóris, e Haplorrhini, que abrange társios e macacos do Novo e Velho Mundo, incluindo nós, humanos. No momento, são reconhecidas aproximadamente 491 espécies vivas de primatas (Fernández

et al., 2022), embora essa quantidade possa oscilar dependendo das classificações taxonômicas empregadas e a descoberta, descrição ou redescrição de novas espécies. Essa diversidade moderna é o produto de uma longa história evolutiva, iniciada após a extinção do Cretáceo-Paleogeno, e que viu o surgimento e extinção de muitos primatas hoje conhecidos apenas por seus restos fósseis. Com uma grande diversidade, o registro fóssil dos primatas inclui centenas de espécies extintas, variando desde formas muito primitivas até espécies mais próximas dos primatas modernos. No entanto, essa riqueza também está em contínuo aumento, conforme novas espécies fósseis são descritas.



Figura 1- Representantes de diferentes primatas: a) lêmure-cata (*Lemur catta*); b) lóris-lento (*Nycticebus*); c) babuino-sagrado (*Papio hamadryas*); d) mico-estrela (*Callithrix jacchus*); e) társio-filipino (*Carlito syrichta*); f) macaco-prego (*Sapajus*); g) gorila-da-montanha (*Gorilla beringei beringei*); h) silhueta humana. Obs: as imagens não estão em escala.

A importância dos primatas na pesquisa evolutiva é inegável, pois eles fornecem uma janela para entender a evolução humana. A comparação entre as características físicas, comportamentais e genéticas dos primatas modernos e dos hominídeos extintos revela insights sobre as adaptações que moldaram a linhagem humana ao longo do tempo.

Na árvore filogenética dos mamíferos (Mammalia), os primatas estão incluídos no grupo dos Eutheria, que compreende os mamíferos placentários (Janecka et al. 2007). Dentro de Eutheria, os primatas fazem parte do clado Euarchontoglires, também conhecido como Supraprimates (Murphy et al., 2001) (Figura 2). O clado Euarchontoglires inclui o subgrupo

Glires - que abrange os Lagomorpha (coelhos, lebres e pikas) e Rodentia (roedores, como ratos, esquilos e porquinhos-da-índia) - e o subgrupo Euarchonta, composto pelos primatas, Scadentia (musaranhos-arborícolas) e Dermoptera (colugos ou lêmures-voadores) (Janecka et al. 2007). Esses três grupos compartilham uma ancestralidade comum, refletindo características adaptativas que favorecem a vida arborícola e a exploração de ambientes tridimensionais, como as florestas tropicais (Janecka et al., 2007).

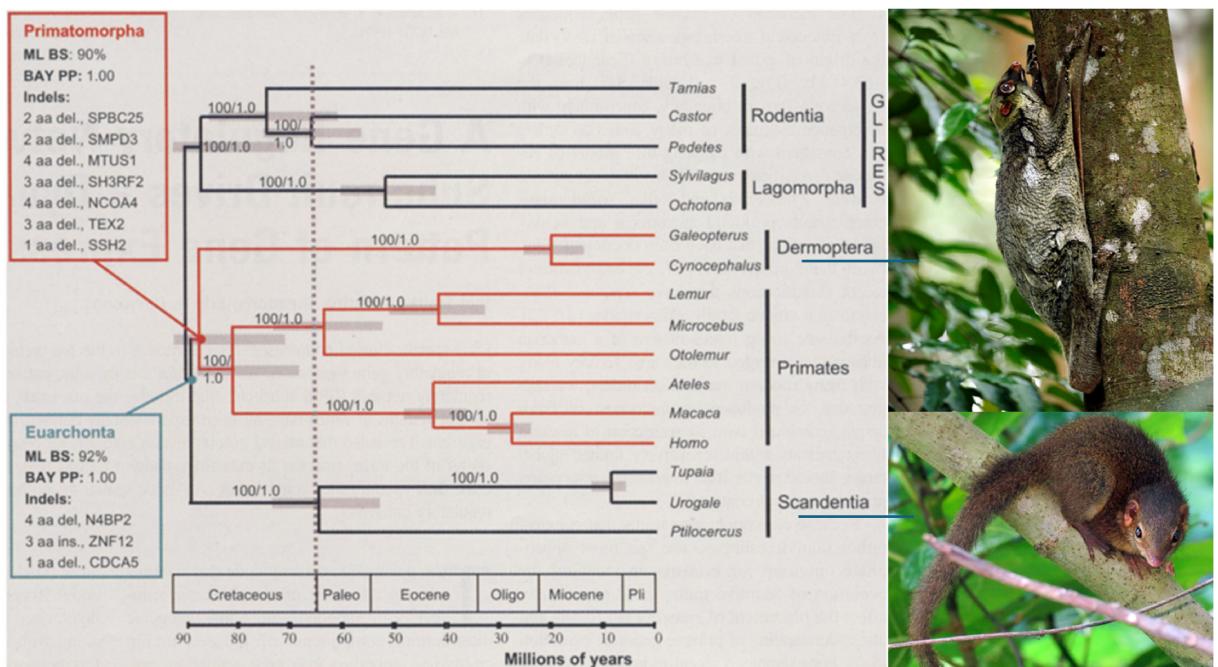


Figura 2. Filogenia do clado Euarchontoglires (extraído de Janecka et al., 2007), ilustrando as relações entre Primatas (Primates), Dermoptera (representados pelo colugo ou lêmure-voador *Galeopterus variegatus*) e Scadentia (representados pelo tupaia-javanês *Tupaia javanica*). Fotografia de colugo e tupaia-javanês extraídas de Wikipedia.

Atualmente, os primatas apresentam uma grande variação de tamanho, sendo que o menor primata atual é o lêmure-rato-de-madame-berthe (*Microcebus berthae*), com um comprimento médio de corpo de 9,2 cm e um peso de cerca de 30 gramas (Dammhahn & Kappeler 2008) (Figura 3). Por outro lado, o maior primata atual é o gorila (*Gorilla spp.*), que pode atingir até 1,8 metro de altura quando ereto e pesar cerca de 180 kg nos machos adultos, embora os maiores machos possam atingir 220 kg. Essa diferença de tamanho entre os primatas modernos é notável, mas no passado existiram espécies ainda maiores, tal como o *Gigantopithecus*, um gênero extinto que viveu durante o Pleistoceno na Ásia Oriental, com registros datados entre 2 milhões e 300.000 anos (Figura 4). Esse primata é notório por seu

tamanho impressionante, com estimativas sugerindo que poderia atingir até 3 metros de altura e pesar cerca de 540 kg.

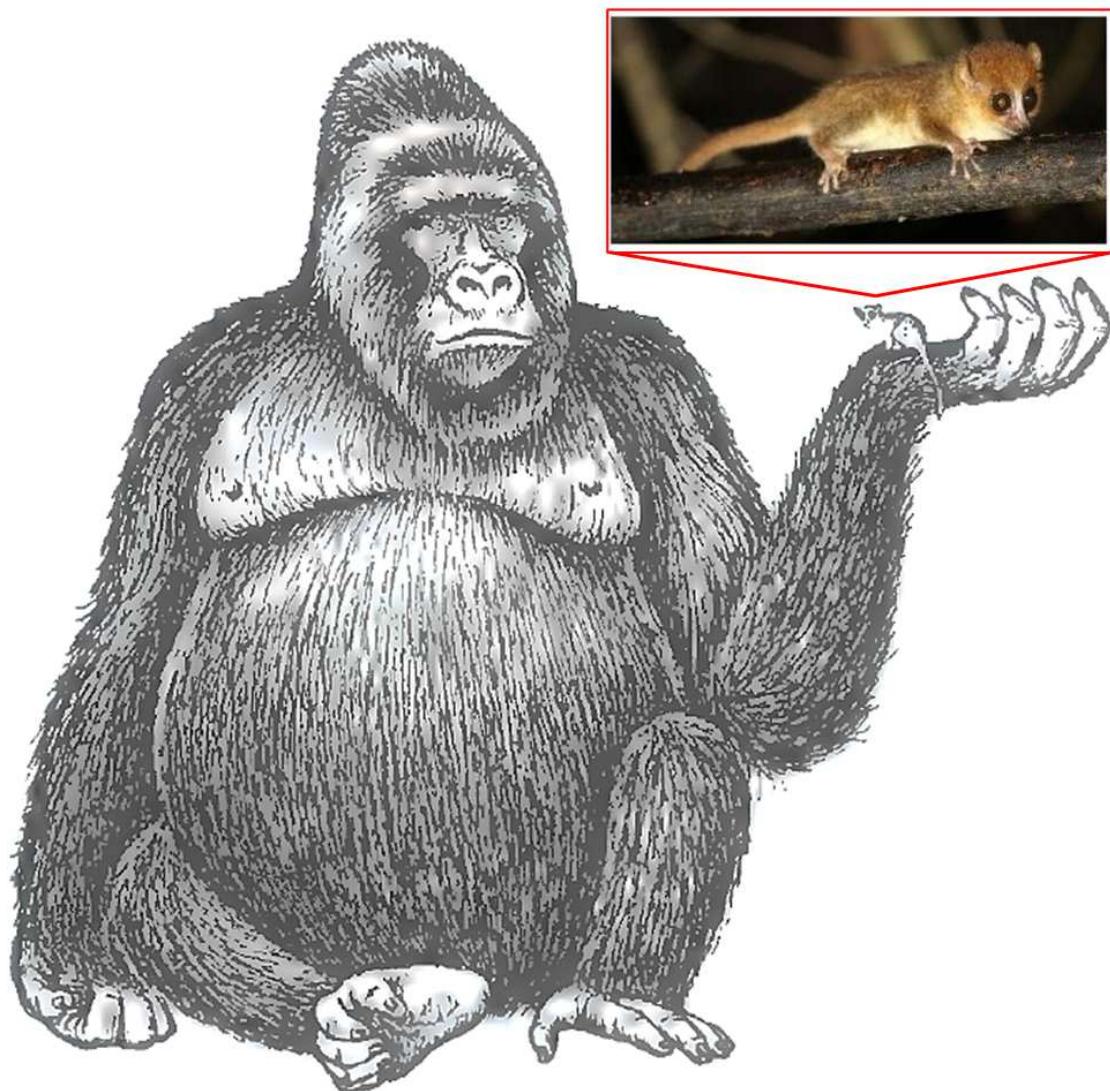


Figura 3. O menor e o maior primata atuais: Extraído de Fleagle (2013). Foto de *Microcebus berthae* por Arovyn Harenantsika, disponível em:<<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=393018506609164&id=100077030529955&set=a.176738611570489>>.



Até 3 metros

(Figura 4) Reconstituição de um *Gigantopithecus*, junto a um ser humano. Foto de clickup_app. Disponível em <https://www.reddit.com/r/bigfoot/comments/xbn316/do_you_think_the_gigantopithecusblacki_is_what/?rdt=47222>

Características compartilhadas entre os primatas incluem as falanges ungueais transformadas em unhas achatadas (ao invés de garras), polegar oponível, cintura escapular altamente móvel, visão binocular e em cores, cérebro comparativamente grandes e vocalizações e comportamentos sociais complexos. Este conjunto de características anatômicas reflete a adaptação do grupo à vida arborícola.

Nos primatas, três características sensoriais e cognitivas se destacam e são fundamentais para o seu sucesso adaptativo: a visão binocular, a visão colorida e o cérebro com habilidade cognitivas avançadas. (Maier et al., 2022) Essas adaptações sensoriais e cognitivas são essenciais para a interação com o ambiente e com outros indivíduos, além de

estarem diretamente relacionadas à vida arbórea e à complexidade social dos primatas. Além disso, essa visão também é fundamental para atividades como a caça, o reconhecimento de predadores e a utilização de ferramentas. A visão colorida, por sua vez, é outro aspecto que diferencia os primatas de muitos outros mamíferos, já que poucos mamíferos possuem a capacidade de perceber cores. Para os primatas, essa habilidade é de grande importância, principalmente na identificação de alimentos, como frutas maduras, que muitas vezes possuem cores vivas como vermelho e verde (Dunbar, 2003). A visão colorida também desempenha um papel significativo na comunicação social, permitindo que os primatas identifiquem expressões faciais e sinais visuais importantes para a interação com seus conspécificos, o que é essencial para a formação de laços sociais e a organização de grupos (Kirk et al., 2004).

Além dessas características sensoriais, os primatas possuem um cérebro notavelmente desenvolvido, em relação ao tamanho do corpo. O aumento do volume cerebral está relacionado à capacidade de resolver problemas complexos, usar ferramentas e interagir socialmente. A maior parte do cérebro é dedicada ao córtex cerebral, uma região associada a funções cognitivas avançadas, como raciocínio, planejamento e memória. A expansão do córtex pré-frontal, em particular, está associada à inteligência e à habilidade de tomar decisões baseadas em contextos sociais e ambientais, o que representa uma adaptação vantajosa para a sobrevivência. Esse desenvolvimento cerebral também está ligado à capacidade de aprender com a experiência e de se adaptar a novas situações, o que proporciona uma maior flexibilidade comportamental e uma vantagem evolutiva no contexto de mudanças ambientais (DUNBAR, 2003; ROTH; DICKE, 2012).

Os primatas destacam-se por seus comportamentos sociais altamente complexos, que variam significativamente entre as espécies e refletem adaptações a diferentes ambientes, dietas e formas de organização social. Essas interações sociais são essenciais para a sobrevivência e o sucesso reprodutivo dos indivíduos e grupos, tornando-se um tema central no estudo da primatologia (Kappeler & van Schaik, 2002). Entre as estruturas sociais observadas, destacam-se diferentes formas de organização (Figura 5). Algumas espécies, como os gorilas, vivem em grupos uni-macho, nos quais um macho dominante convive com várias fêmeas e seus filhotes (Robinson & Redford, 2020). Wrangham (1987) destaca que os chimpanzés vivem em grupos multi-machos e multi-fêmeas, caracterizados por hierarquias de dominância bem estabelecidas e interações sociais complexas. Essas estruturas sociais

influenciam a organização dos indivíduos dentro do grupo e são essenciais para compreender a evolução do comportamento social humano. Em contraste, espécies como os gibões (Hylobatidae) vivem em pares monogâmicos, enquanto os orangotangos, em grande parte, têm interações sociais limitadas e levam uma vida predominantemente solitária (Kappeler & van Schaik, 2001).

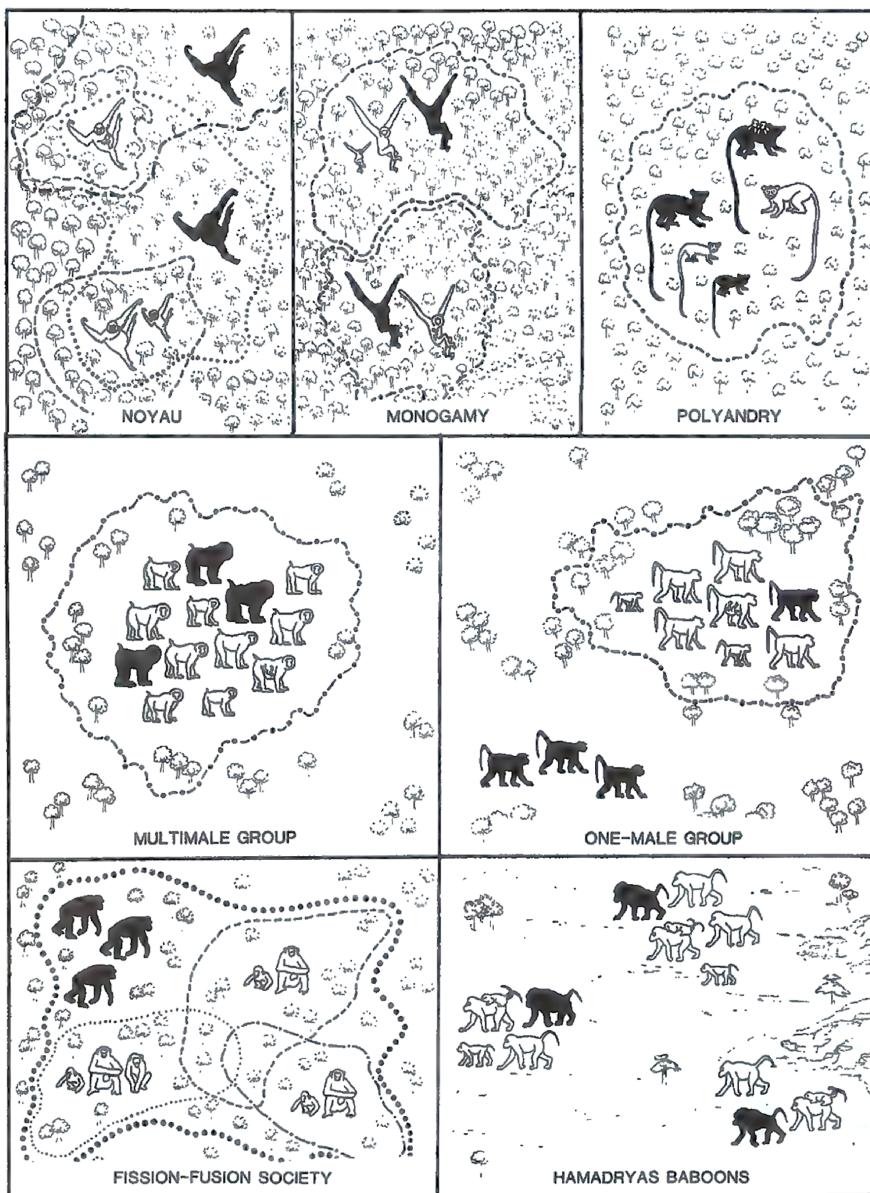


Figura 5. Tipos de grupos sociais em primatas. Imagens escuras representam machos, imagens claras representam fêmeas. Extraído de Fleagle (2013).

A monogamia, embora não universal entre os primatas, é observada em algumas espécies, como os gibões, e está relacionada a um comportamento social complexo e a uma organização familiar bem estruturada. Nos gibões, a monogamia envolve um sistema de cuidado biparental, no qual ambos os pais participam ativamente na proteção e alimentação dos filhotes. Esse modelo de organização familiar oferece vantagens, como uma maior proteção e acesso a recursos para a prole. Além disso, a monogamia em algumas espécies pode ser vista como uma estratégia adaptativa que visa maximizar a sobrevivência dos descendentes e garantir uma convivência mais harmoniosa no grupo. Esse comportamento ilustra como os sistemas sociais nos primatas podem ser flexíveis e adaptados às necessidades ecológicas e reprodutivas de cada espécie (Dunbar, 2003).

A comunicação é outro aspecto fundamental dos comportamentos sociais em primatas. Eles utilizam vocalizações para alertar sobre predadores, localizar membros do grupo e emitir chamadas de acasalamento. A comunicação é um aspecto fundamental dos comportamentos sociais em primatas. Eles utilizam vocalizações para alertar sobre predadores, localizar membros do grupo e emitir chamadas de acasalamento. Além disso, segundo Maier et al. (2022), a integração binocular, responsável pela percepção de profundidade e pela visão estereoscópica, está relacionada ao uso de gestos faciais e movimentos. Essa capacidade visual aprimora a comunicação não verbal, facilitando as interações sociais e a transmissão de intenções e emoções. Vale destacar que alguns primatas, como os lêmures, também utilizam a marcação olfativa para demarcar território.

A hierarquia social desempenha um papel central na organização dos grupos, influenciando o acesso a recursos e parceiros reprodutivos. Práticas como a catação ou limpeza mútua (“grooming”, na definição original em inglês), são frequentemente usadas para fortalecer laços sociais, reduzir tensões e estabelecer alianças (Dunbar, 2003). A cooperação social entre os primatas, especialmente por meio do comportamento de catação, é essencial para a manutenção da coesão do grupo e a resolução de conflitos. A catação não apenas auxilia na higiene, mas também reduz tensões e fortalece as alianças, promovendo a harmonia dentro do grupo. Em espécies como os chimpanzés, o comportamento de catação e outros gestos afetivos, como toques e abraços, são utilizados para resolver disputas e restaurar relações sociais, o que é fundamental para a sobrevivência e a estrutura hierárquica do grupo. Essas estratégias são particularmente evidentes em grupos maiores, onde as interações se

tornam mais complexas e a cooperação é crucial para a estabilidade social (Lehmann et al., 2007).

Outros comportamentos sociais envolvem o compartilhamento de alimentos e a ajuda a filhotes órfãos, demonstrando a capacidade de empatia e cooperação. (Maier, 2022). O comportamento parental também se destaca pela intensidade dos cuidados oferecidos aos filhotes. Muitas espécies apresentam períodos prolongados de dependência, durante os quais as fêmeas geralmente assumem o papel principal na criação. No entanto, em algumas espécies, como os calitriquídeos, os machos também desempenham um papel significativo no cuidado dos jovens (Ferrari et al., 2010).

4.2. Distribuição e ecologia dos primatas

A distribuição atual dos primatas modernos é limitada principalmente às regiões tropicais e subtropicais do planeta, com a maior diversidade de espécies concentrada no Sudeste Asiático, África Subsaariana e no Neotrópico (Figura 6). O continente africano é lar de espécies como mandris, cercopitecos, babuínos, gorilas, chimpanzés e bonobos, enquanto na Ásia habitam os langures, orangotangos, gibões e as muitas espécies do gênero *Macaca*, entre outros. Na região Neotropical, os macacos-aranha, uacaris, cuxiús, guaribas, macacos-da-noite e os saguis são típicos das florestas tropicais, especialmente na região amazônica.

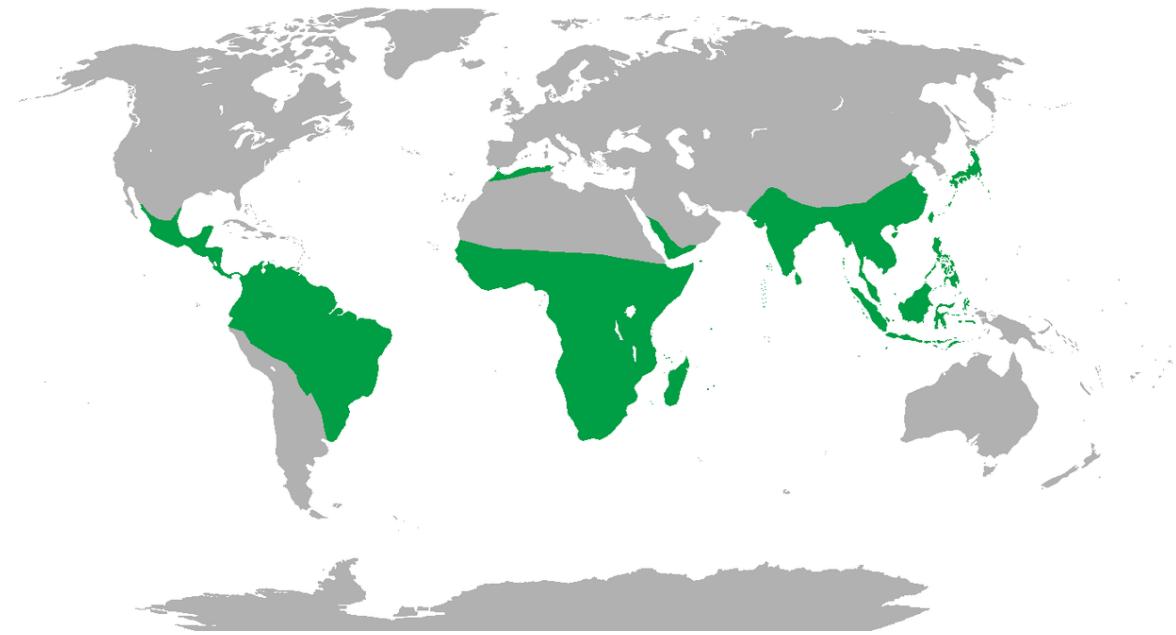


Figura 6. Distribuição geográfica dos primatas atuais. Fonte: Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Primates#/media/Ficheiro:Range_of_Non-human_Primates.png>.

A comparação entre a distribuição geográfica dos primatas modernos e fósseis destaca as mudanças dinâmicas no clima e no ecossistema da Terra, que influenciaram a evolução e adaptação desses animais ao longo dos tempos. O registro fóssil revela uma distribuição muito mais ampla dos primatas no passado, com espécies encontradas em regiões muito além de sua distribuição atual. Durante o Eoceno, por exemplo, primatas fósseis foram encontrados na Europa e na América do Norte, áreas onde os primatas não são mais encontrados atualmente (Fleagle, 2013). Com o passar do tempo, muitos desses grupos se extinguiram ou se restringiram a regiões tropicais, enquanto a mudança climática e a evolução levaram os primatas a se adaptar aos novos ambientes disponíveis. Hoje, devido à perda de habitat e outras pressões ambientais, a distribuição geográfica dos primatas modernos é mais restrita do que no passado. Muitas espécies estão agora confinadas a áreas específicas e enfrentam sérios riscos de extinção, devido à destruição de habitats naturais e à caça (Fernández et al., 2022).

Os primatas habitam uma variedade de ambientes, desde florestas tropicais densas até savanas, regiões montanhosas e desertos quentes. Nessas áreas, os primatas exibem diferentes preferências de habitat, como arborícola, semiarborícola (alternando entre o solo e as árvores) e terrícola. A dieta também varia consideravelmente, incluindo frutas, folhas, insetos e pequenos vertebrados, dependendo da espécie (Mittermeier et al., 2022). Os primatas

apresentam uma ampla variedade de modos locomotores, refletindo adaptações evolutivas ao deslocamento em diferentes ambientes arborícolas e terrestres. (Figura 7). A locomoção quadrúpede é disseminada entre muitos primatas, como macacos do Velho Mundo, que se movem tanto no ambiente arbóreo quanto no solo, utilizando os quatro membros de maneira coordenada, com adaptações biomecânicas específicas para maximizar a estabilidade e a eficiência (Fleagle, 2013). O nodopedalismo (“knuckle-walking” em inglês) é uma adaptação quadrúpede observada em chimpanzés e gorilas, permitindo que eles se desloquem de forma eficiente no solo sem comprometer a função de preensão das mãos. Já a locomoção saltatória é frequente em primatas pequenos que habitam o dossel, permitindo movimentos rápidos e eficientes entre os galhos (Larson, 2018). Espécies com locomoção por saltos tendem a ter membros posteriores alongados e musculatura adaptada para impulsão (Connour et al., 2000).

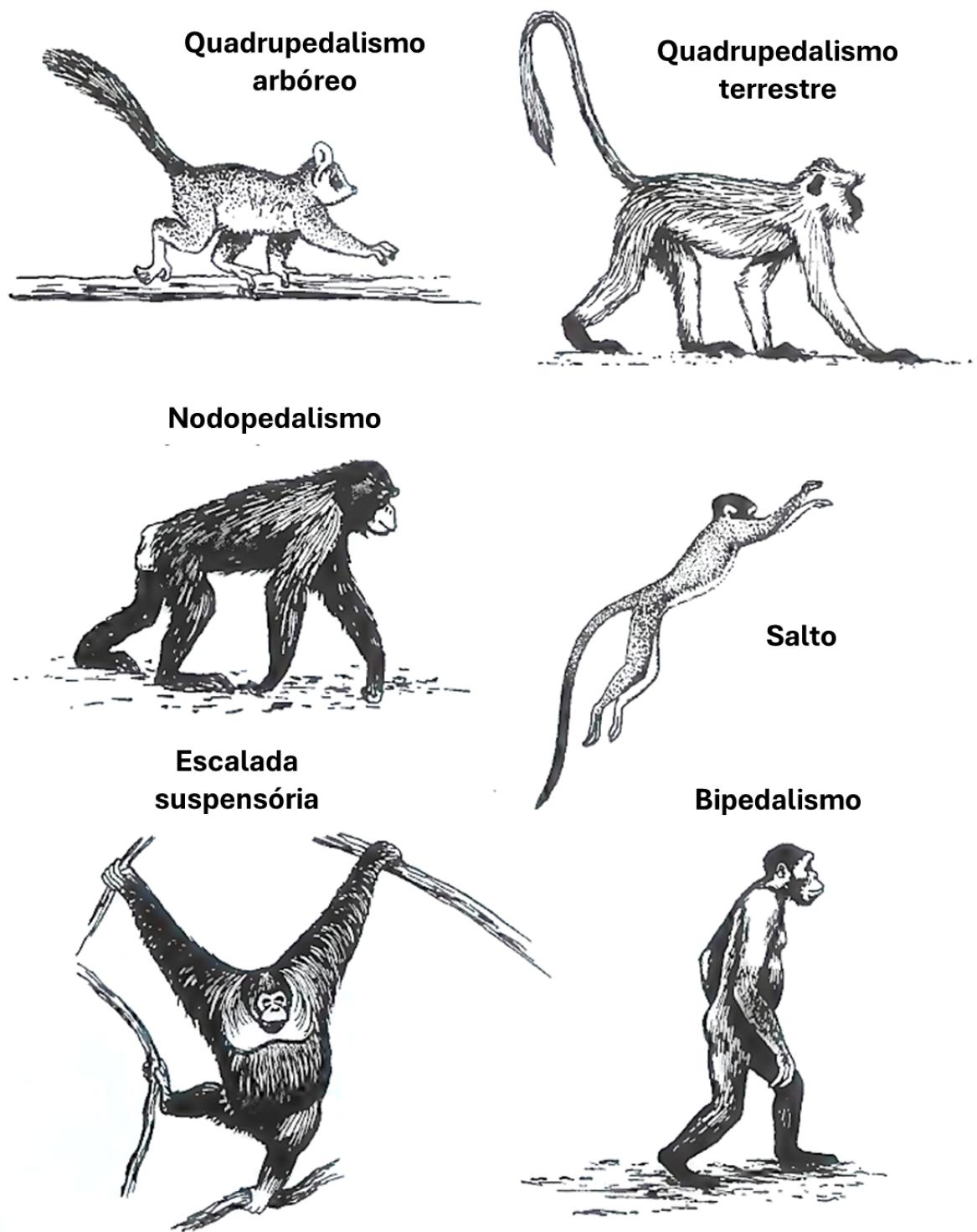


Figura 7. Exemplos de comportamento locomotor em primatas. Extraído de Fleagle (2013).

A escalada suspensória é um tipo de locomoção em que o animal se move pendurado sob os galhos, usando os braços para se suspender e subir, como fazem orangotangos e preguiças; essa locomoção envolve adaptações morfológicas específicas, como braços longos, grande mobilidade articular e mãos preêmeseis (Preuschoft, 2002). A braquiação é um tipo

especial de locomoção suspensória caracterizada pelo deslocamento por meio do balanço pendular dos braços. Observado em gibões (família Hylobatidae) e macacos-aranha (família Atelidae), os primatas adaptados a esse tipo de locomoção possuem como adaptações morfológicas membros anteriores alongados, articulação do ombro altamente móvel e dedos recurvados (Fleagle, 2013; Preuschoft & Demes, 1984) (Figura 8).

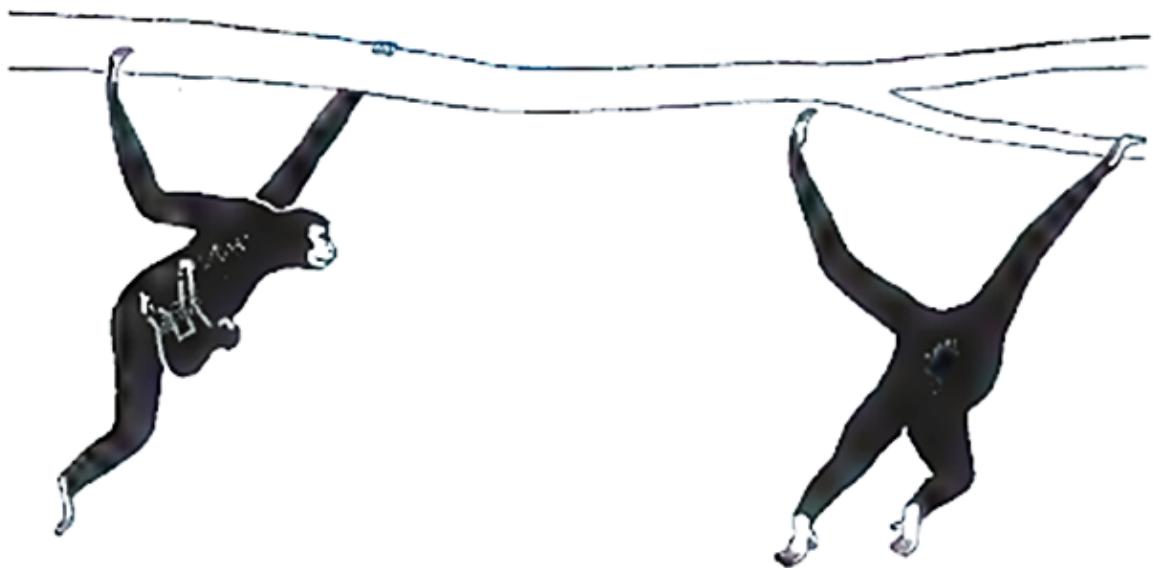


Figura 8. Braquiação no siamango (*Sympthalangus syndactylus*), um hilobatídeo da Península Malaia.

Característico do gênero *Homo* e de taxas extintas parentados, o bipedalismo também ocorre de modo facultativo em chimpanzés, gorilas e mesmo platirrinos como o macaco-prego (*Sapajus libidinosus*) (Ottoni & Izar, 2008; Demes & O'Neill, 2013). A combinação de diferentes estratégias locomotoras, alimentares e ocupação de estratos permite a coexistência de espécies distintas de primatas nos mesmos ambientes (sintopia) (Figura 9). Este padrão de coexistência se repete de forma convergência em diferentes regiões do mundo habitadas por primatas (Figura 10).



Figura 9. Representação de uma floresta neotropical mostrando a ocupação de diferentes estratos por distintas espécies de primatas. Extraído de Fleagle (2013).

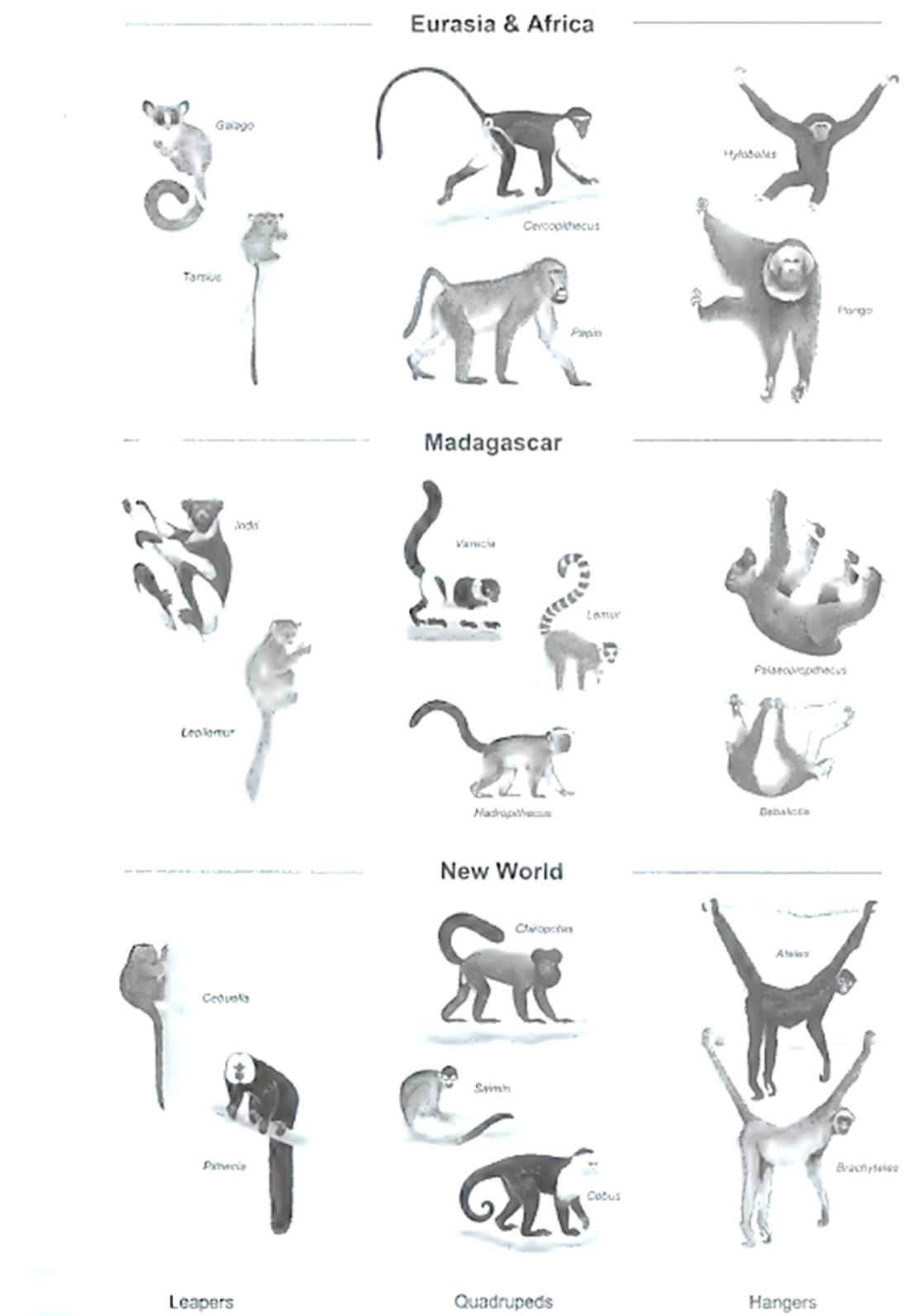


Figura 10. Convergência nas formas de locomoção entre espécies de primatas de diferentes regiões do planeta. Extraído de Fleagle (2013).

4.3. Taxonomia dos Primatas modernos

4.3.1. Subordem Strepsirrhini

A ordem dos primatas é dividida em duas subordens principais: Strepsirrhini e Haplorrhini. O avanço das técnicas genéticas permitiu uma reavaliação dos tempos de divergência evolutiva e revelou padrões de diversidade genética entre diferentes clados, reforçando a importância dessas abordagens para entender a história evolutiva dos primatas. O estudo de Kuderna et al. (2023) contribuiu significativamente para a compreensão da diversidade e evolução dos primatas, utilizando análises genômicas para investigar as relações filogenéticas de 233 espécies e produzir um cladograma calibrado com 27 espécies fósseis (Figura 11).

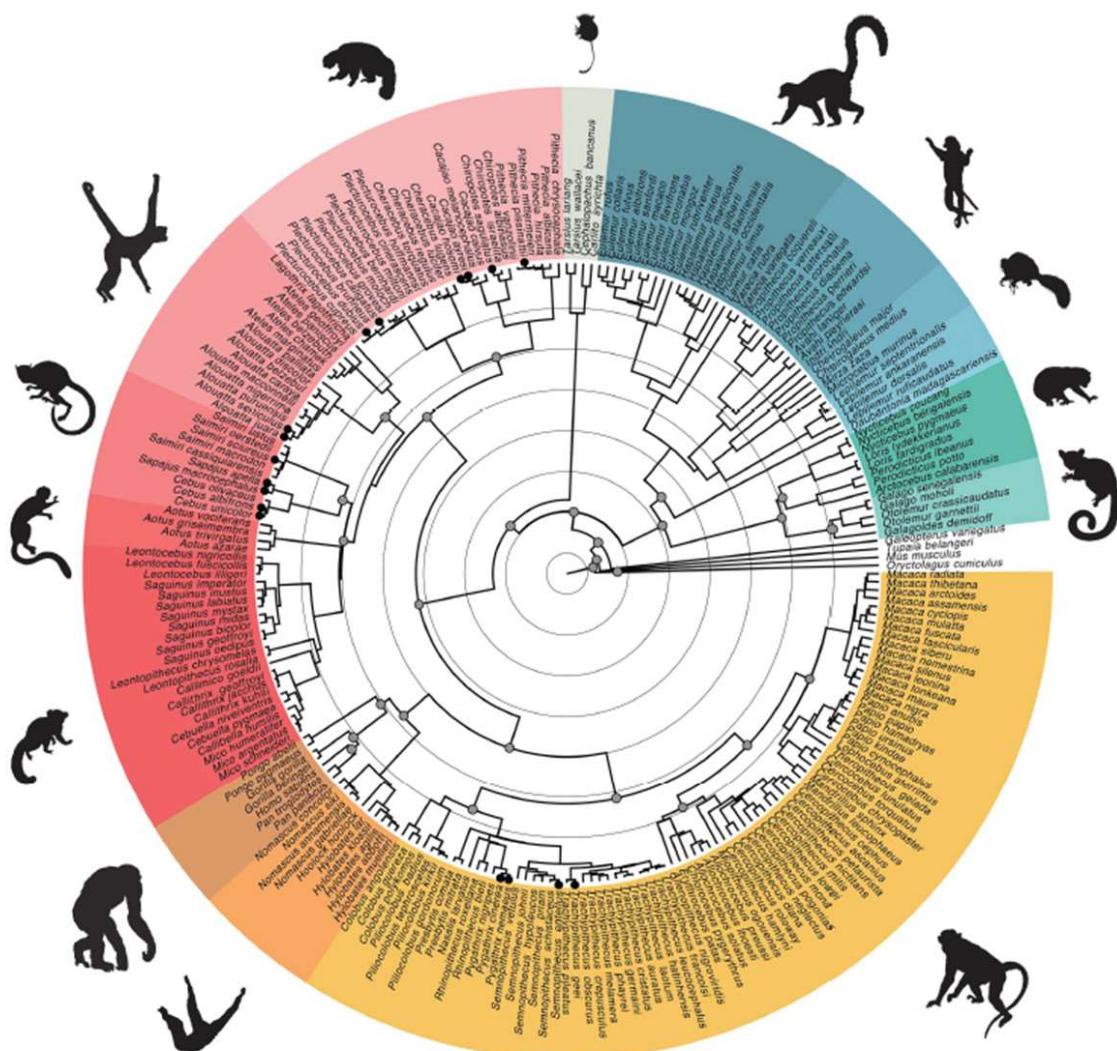


Figura 11. Cladograma ilustrando as relações filogenéticas das 16 famílias de primatas atuais, obtida a partir do genoma de 233 espécies modernas e calibrada com 27 espécies fósseis. Extraído de Kuderna et al. (2023).

Os primatas Strepsirrhini incluem lêmures, lóris e galagos. O nome do grupo provém da presença de um rinário, região de pele nua ao redor das narinas. (Figura 12) O rinário se localiza na extremidade de um focinho alongado, diferente do rostro encurtado dos Haplorrhini, e é circundado por vibrissas (“bigodes”) de função tátil. O rinário nos estrepsirrinos, assim como o de muitos outros mamíferos, possui uma superfície úmida, importante na captação de feromônios e transmissão dos mesmos ao órgão vômero-nasal.

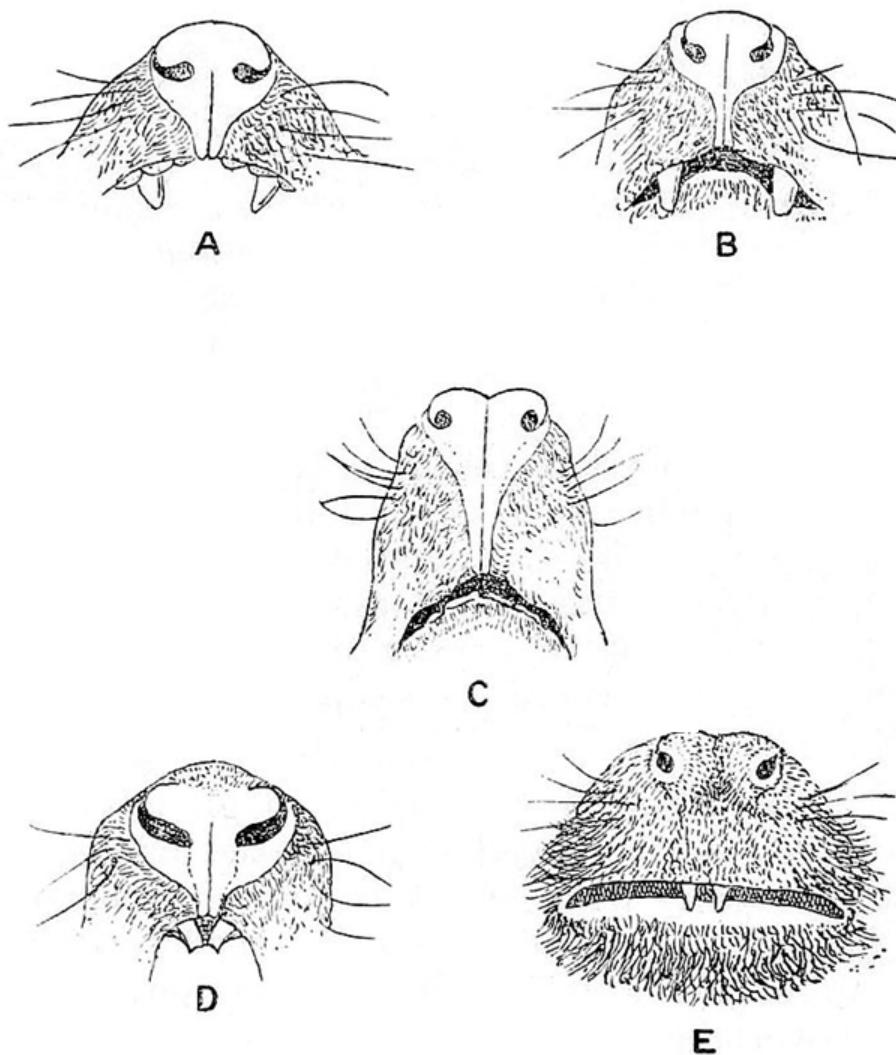


Figura 12. Narizes de Strepsirrhini, evidenciando o rinário: (A) lêmure-anão (*Cheirogaleus* sp.), (B) galago-maior (*Otolemur* sp.), (C) galago-menor (*Galago* sp.), (D) aye-aye (*Daubentonia madagascariensis*). A ilustração (E) representa o nariz de um társsio (Tarsiidae) primata Haplorrhini que não possui rinário. Extraído de Wikipedia.

Os estrepsirrinos apresentam características esqueléticas distintivas, como a presença de uma garra no segundo dedo, incisivos superiores reduzidos, um "pente dental" formado

pelos incisivos inferiores (usado para higiene) e uma barra pós-orbital de abertura posterior, oferecendo menor proteção aos olhos (Figura 13). Em relação aos aspectos fisiológicos, uma característica marcante dos Strepsirrhini é o sistema olfativo altamente desenvolvido, desempenhando uma importante função na comunicação social e no comportamento reprodutivo (DelBarco-Trillo et al., 2011). A visão noturna, com uma maior proporção de bastonetes em relação aos cones na retina, também é uma característica presente, possibilitando que muitas espécies de Strepsirrhini sejam mais ativas à noite. A maioria dos estrepsirrinos atuais possui um *tapetum lucidum*, uma camada refletiva de cristais de riboflavina atrás da retina, que auxilia na visão em ambientes de baixa luminosidade (Ollivier et al., 2004). No entanto, esses primatas não apresentam fóvea, estrutura relacionada à acuidade visual diurna, presente nos târsios (Tarsiiformes-Tarsiidae), que não possuem *tapetum*. Comparativamente, o tamanho relativo da córnea nos estrepsirrinos é similar ao de mamíferos não primatas noturnos ou catemerais, enquanto nos Haplorrhini a córnea é proporcionalmente menor (Kirk, 2004). Os estrepsirrinos têm olhos que apontam para frente, permitindo visão estereoscópica, mas suas órbitas não apresentam uma orientação completamente frontal (Tattersall, 2006).

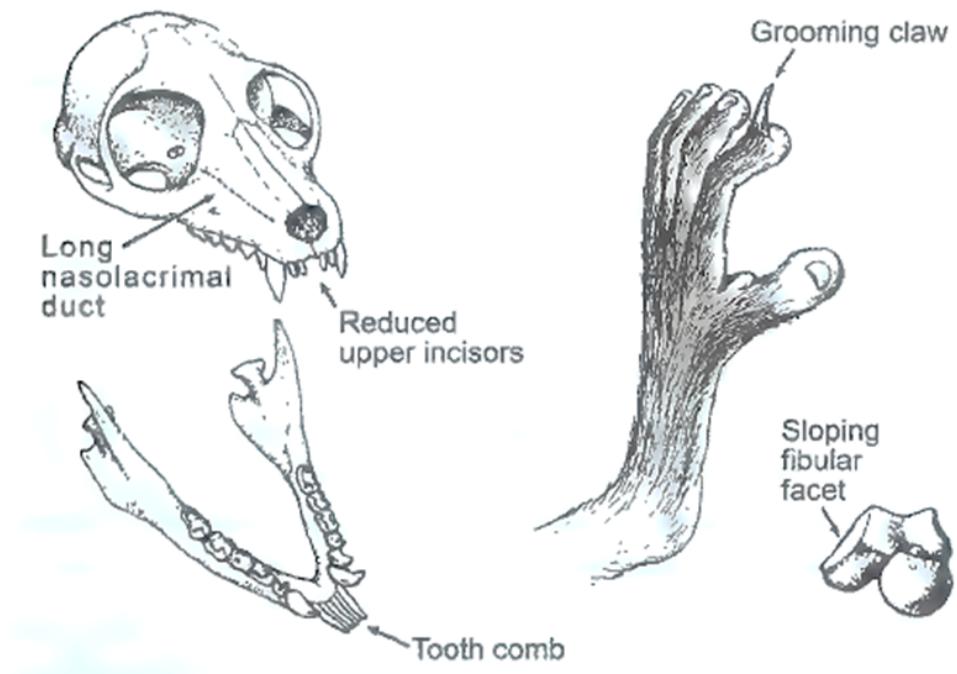


Figura 13 Características esqueléticas marcantes dos primatas estrepsirrinos. Extraído de Fleagle (2013).

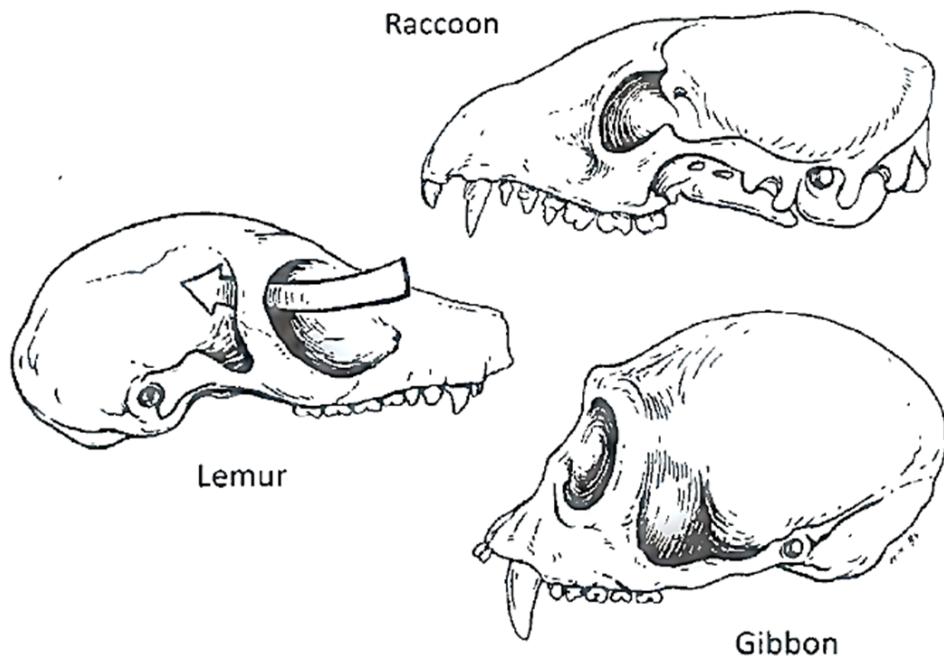


Figura 14. A configuração óssea da órbita ocular varia entre o guaxinim, o lêmure e o gibão. No guaxinim, a órbita permanece aberta na lateral. Já no lêmure, observa-se a presença de uma barra óssea que contorna a órbita, embora esta continue aberta na parte posterior. No caso do gibão, a órbita é completamente encerrada por estruturas ósseas, formando uma espécie de cápsula ao redor do olho. Extraído de Fleagle (2013).

Quanto aos aspectos comportamentais, os Strepsirrhini apresentam comportamentos sociais diferenciados, que variam conforme as espécies. A organização social de muitas espécies de Strepsirrhini é baseada em grupos matriarcais, como observado em várias populações de lêmures, onde a fêmea domina as interações dentro do grupo. Além disso, muitas espécies demonstram comportamentos de autocuidado, como a utilização de ferramentas simples e a construção de ninhos, comportamentos que são considerados primitivos entre os primatas (Dunbar, 2003).

4.3.2. Subordem Haplorrhini

Os primatas Haplorrhini, também conhecidos como “nariz seco”, incluem társios, macacos do Novo e Velho Mundo, e humanos. Entre suas principais características estão a ausência de um rinário e uma maior dependência da visão em detrimento do olfato, refletida em adaptações como a órbita ocular totalmente (ou parcialmente no caso dos társios) fechada

por osso, o que confere maior proteção aos olhos e favorece a visão binocular — essencial para a percepção de profundidade (Figura 14). Outras características esqueléticas que diferenciam os Haplorrhini dos Strepsirrhini são a fusão da sínfise na extremidade cranial da mandíbula, .

São, em sua maioria, diurnos, com cérebros relativamente maiores e regiões corticais mais desenvolvidas, especialmente aquelas relacionadas à cognição e à integração sensorial (Fleagle, 2013). Comportamentalmente, os Haplorrhini se distinguem pelos complexos padrões sociais e interações mais elaboradas. Os grupos sociais matriarcais e hierarquias sociais observadas em muitos macacos e grandes macacos indicam uma forte organização social (Dunbar, 2003). Além disso, os Haplorrhini, particularmente os antropoides, exibem uma comunicação mais refinada, com a utilização de expressões faciais e vocalizações variadas para interagir com outros membros do grupo.

4.3.2.1. Infraordem Tarsiiformes

Dentro da subordem Haplorrhini, há duas infraordens, Tarsiiformes e Simiiformes. Antigamente classificados junto com os Strepsirrhini como “Prossímios” (“Prosimia”), estudos filogenéticos modernos colocam os Tarsiiformes (társios) como grupo-irmão dos ditos macacos haplorrinos (Pollock & Mullin, 1986) (Figura 15). Representados na atualidade por apenas uma família (Tarsiidae) com três gêneros (*Carlito*, *Cephalopachus* e *Tarsius*) e 14 espécies (Groves & Shekelle 2010), os társios são essencialmente noturnos, portando diversas características anatômicas e comportamentais peculiares, sendo um dos grupos mais singulares entre os primatas atuais. Os társios são nativos das florestas tropicais densas das ilhas do sudeste asiático - Filipinas, Bornéu, Sumatra e Sulawesi. Porém, durante o Paleógeno, a linhagem dos társios possuía uma diversidade e uma distribuição geográfica muito mais ampla, com dezenas de espécies descritas para a América do Norte, África, Europa e Ásia (Gunnell & Rose, 2002).

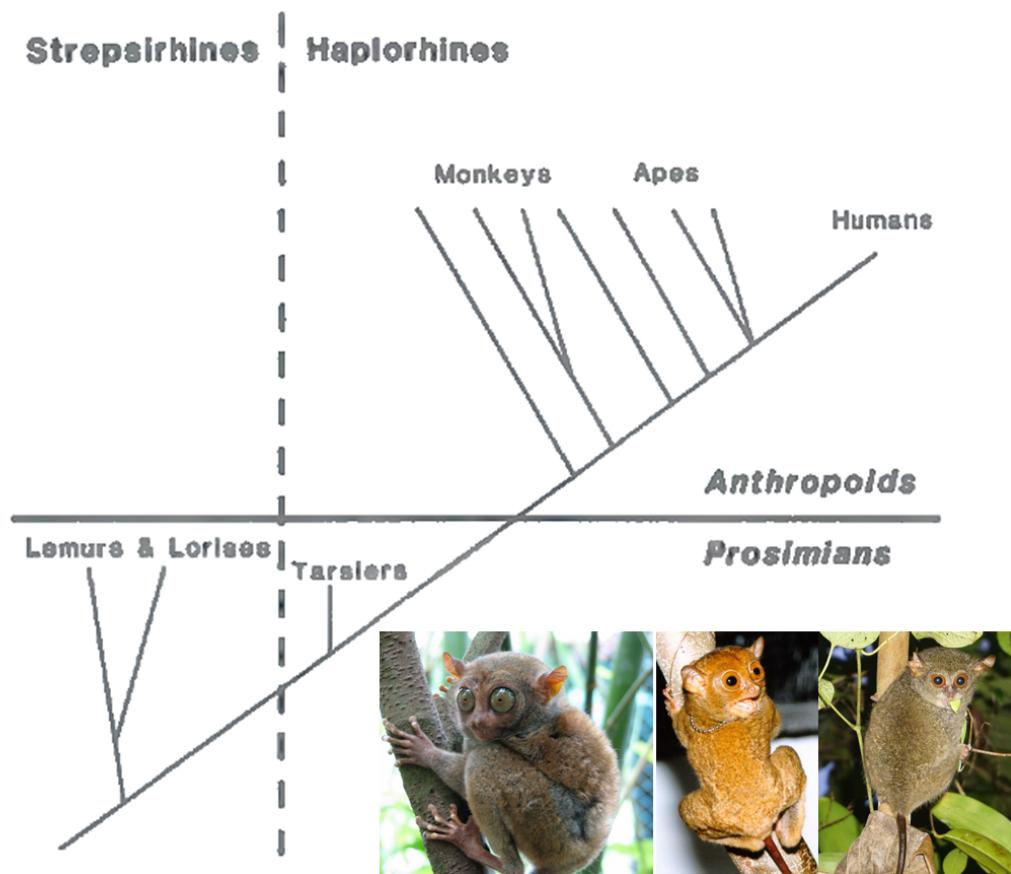


Figura 15. Contraste entre a divisão gradística dos primatas entre Prosimia a Anthropoidea (= Simiiformes), e a divisão filogenética entre Strepsirrhines e Haplorrhini. A divisão gradística é baseada em sequência de aquisição de caracteres, e nela os târsios estão próximos dos lêmures, lóris e galagos; na divisão filogenética, baseada em ancestralidade comum, os târsios são mais aparentados aos demais primatas “avançados”. Extraído de Fleagle (2013). As fotografias representam os três gêneros de târsios atuais, da esquerda para a direita: *Carlito*, *Cephalopachus* e *Tarsius* (Fonte: Wikipedia).

Uma das características mais marcantes dos tarsiídeos é o tamanho de seus olhos, que são desproporcionalmente grandes em comparação com o resto do corpo (Figura 16). Trata-se de uma adaptação à vida noturna, permitindo que esses primatas tenham uma excelente visão em condições de baixa luminosidade (Shekelle & Gursky 2010). O fato de seus olhos serem fixos em suas órbitas (não podendo se mover independentemente) é compensado por uma grande mobilidade no pescoço, permitindo que eles girem a cabeça em até 180°.. Diferentemente de outros primatas noturnos, os târsios não possuem o *tapetum lucidum* — camada refletiva presente na retina de lêmures, lorisídeos e diversos outros mamíferos —, mas apresentam uma fóvea bem desenvolvida, característica compartilhada com os primatas diurnos e associada à acuidade visual. (Ross & MacLarnon, 2000).

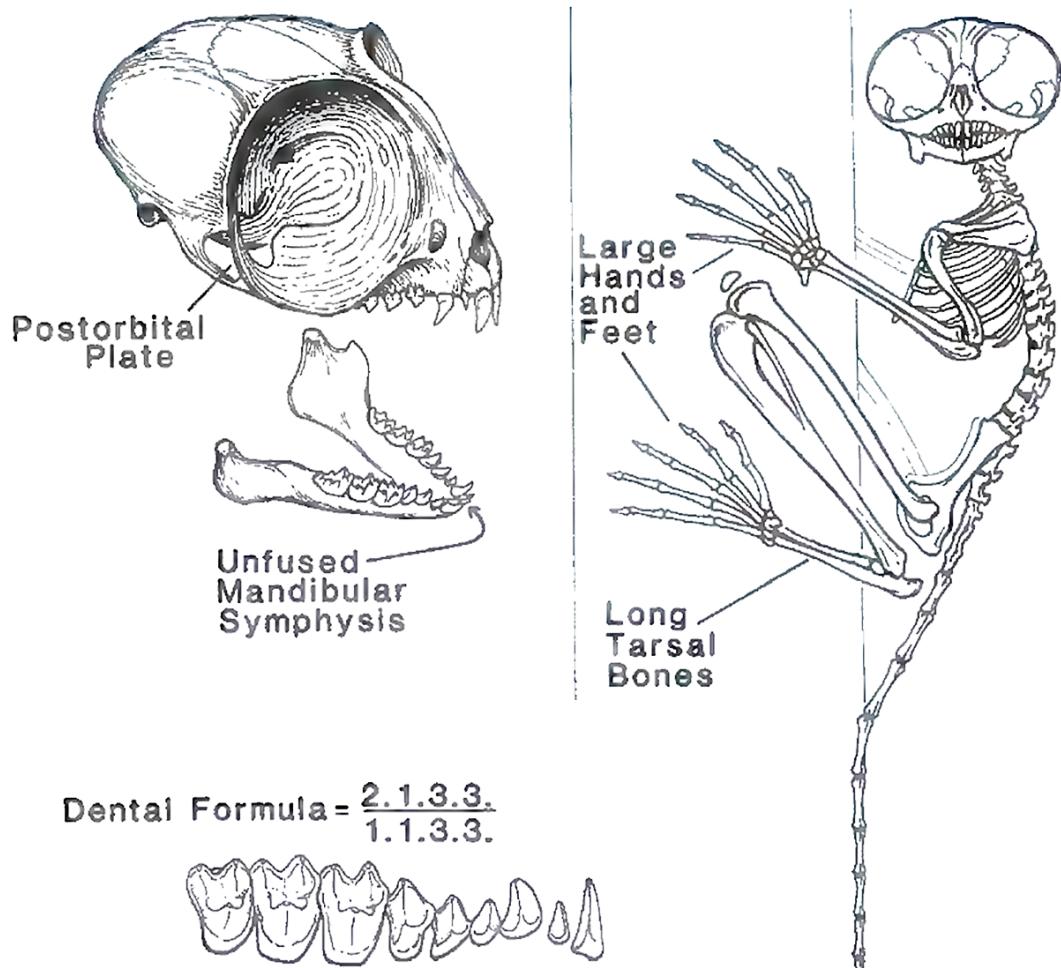


Figura 16. Características esqueléticas dos társios.

Outro aspecto distinto dos társios são seus membros posteriores. Eles possuem dedos excepcionalmente longos, bem como o osso tarsal também muito alongado, característica que nomeia o grupo; adicionalmente, a tíbia e a fibula são fusionadas (Figura 17) (Rasmussen et al. 1998). Em conjunto, essas são adaptações que conferem aos társios excelentes habilidades saltatórias, bem como destreza na captura e manipulação de presas (Fleagle, 2013).

4.3.2.2. Infraordem Simiiformes

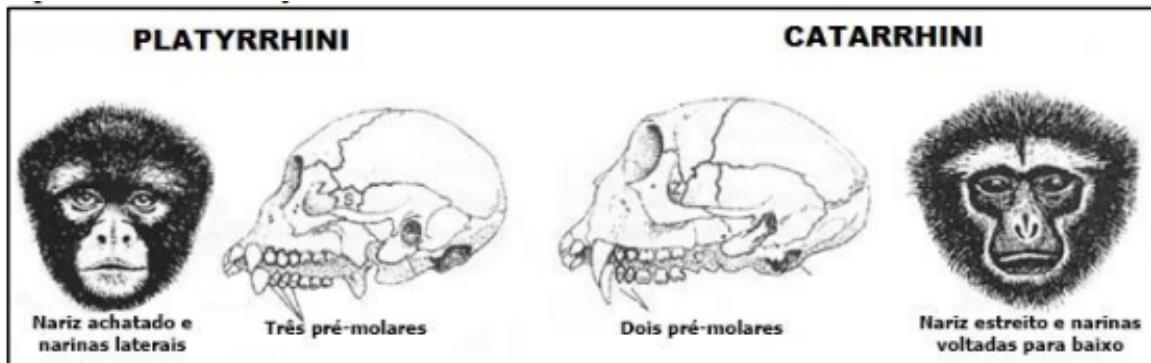
Esse grupo é caracterizado por várias adaptações que diferenciam os Simiiformes dos primatas mais primitivos, como os Strepsirrhini, refletindo maior especialização para uma vida em árvores e um grau de inteligência mais avançado. O grupo dos Simiiformes é notável por suas diversas inovações morfológicas, comportamentais e fisiológicas, entre elas a visão binocular mais aprimorada e o cérebro consideravelmente maior em relação ao tamanho corporal quando comparado a outros primatas (Szalay, 2007). Essa expansão do cérebro está

associada ao aumento das funções cognitivas, como memória, aprendizagem e resolução de problemas. O aumento da inteligência nos Simiiformes está diretamente relacionado à complexidade social e comportamental de muitas das suas espécies, que apresentam comportamentos cooperativos complexos e até mesmo uso de ferramentas (Dunbar, 2003). Além disso, o cérebro dos Simiiformes é especializado para lidar com uma dieta mais variada e complexa, como frutas, folhas e até carne em algumas espécies (Williams et al., 2010).

O grupo é também notável pela habilidade manual. Todos os Simiiformes possuem polegares opostos, o que lhes permite uma preensão eficiente, seja para pegar alimentos, manipular objetos ou até para a construção de ninhos (Fleagle, 2013). Essa habilidade é uma característica essencial para a exploração de seu ambiente. Os mesmos variam consideravelmente em termos de organização social. Enquanto algumas espécies, como os gorilas, formam grupos sociais matrilineares e extremamente hierarquizados onde há um macho adulto dominante várias fêmeas e filhotes, outras, como os bonobos e os chimpanzés, têm sistemas sociais mais fluidos e cooperativos, com alianças complexas entre indivíduos de diferentes grupos (Dunbar, 2003). Esse comportamento social complexo está intimamente relacionado ao desenvolvimento cerebral, pois a vida social de alta complexidade exige habilidades cognitivas avançadas, como empatia, comunicação e resolução de conflitos.

4.3.2.2.1. Parvordem Platyrrhini

Os Simiiformes são divididos em duas parvordens: os Platyrrhini (macacos americanos ou neotropicais) e os Catarrhini (macacos do Velho Mundo). Encontrados na América Central e do Sul, os Platyrrhini são caracterizados por narinas afastadas e voltadas para os lados, e um par adicional de pré-molares nas arcadas dentárias superior e inferior, conferindo-lhes uma dentição de 36 dentes (fórmula dentária 2.1.3.3/2.1.3.3). Uma das características mais marcantes dos Platyrrhini é a presença de uma cauda preênsil, que é capaz de agarrar e segurar objetos, permitindo que esses primatas tenham uma movimentação fácil entre os galhos das árvores. A cauda preênsil é uma adaptação fundamental para a vida arbórea, onde a locomoção entre galhos distantes exige grande destreza e agilidade. Essa cauda funciona como um "braço extra", proporcionando maior estabilidade e suporte ao se deslocar pelas árvores (Fleagle, 2013).



(Figura 17) Desenho esquemático que evidencia algumas diferenças entre as parvordens Platyrrhini e Catarrhini. Adaptado de Fleagle (2013). Disponível em <<https://core.ac.uk/download/pdf/84614394.pdf>> Página 23.

A visão binocular nos primatas apresenta variações marcantes entre os Platyrrhini e os Catarrhini. De modo geral, os Catarrhini exibem maior convergência frontal dos olhos, o que resulta em ampla sobreposição dos campos visuais e, consequentemente, em uma percepção de profundidade mais precisa. Já entre os Platyrrhini, observa-se maior diversidade nesse aspecto: espécies como os bugios (*Alouatta* spp.) apresentam órbitas mais laterais e menor estereopsis, enquanto outros grupos, como os cebídeos (por exemplo, o macaco-prego) e os calitriquídeos (micos e saguis), possuem olhos mais frontais e uma visão binocular relativamente bem desenvolvida. Assim, embora os Platyrrhini possam apresentar boa percepção visual, sua capacidade de visão tridimensional tende a ser, em média, menos refinada do que a observada nos Catarrhini.

A morfologia dentária varia amplamente, acompanhando diferentes hábitos alimentares (frugívoros, folívoros e onívoros) e apresenta desde molares com cúspides arredondados até lâminas cortantes adaptadas à mastigação de folhas. A dieta herbívora-frugívora predominante é uma característica dos Platyrrhini, embora algumas espécies possam exibir um comportamento onívoro dependendo das condições ambientais e da disponibilidade de alimentos (Groves, 2001).

Os Platyrrhini constituem um grupo altamente diversificado do ponto de vista ecomorfológico, refletindo uma longa história evolutiva de radiação adaptativa nas florestas tropicais da América do Sul e Central. Essa diversidade é evidente em múltiplos aspectos anatômicos, incluindo tamanho corporal, dentição, locomoção e adaptações cranianas. Enquanto os calitriquídeos exibem corpos pequenos, garras em vez de unhas e hábitos predominantemente onívoros, outras como *Ateles* sp. (macacos-aranha) e *Alouatta* sp.

(bugios) são muito maiores, com caudas preênceis bem desenvolvidas, especializações locomotoras para o braquiação e escalada suspensória e dieta folívora. Cranialmente, há variações no grau de prognatismo, tamanho do cérebro e desenvolvimento das órbitas, estas últimas relacionadas a distintos padrões de atividade (diurnos ou noturnos).

Embora as relações filogenéticas entre os platirrinos ainda não estejam totalmente resolvidas, nas últimas décadas, análises filogenéticas baseadas em dados morfológicos e moleculares têm contribuído significativamente para a compreensão das relações evolutivas entre esses primatas, resultando na identificação de três grandes linhagens principais (Figura 18). Essas linhagens são frequentemente tratadas como famílias distintas: Cebidae (*lato sensu*), que reúne os saguis e tamarins (Callitrichinae), assim como os macacos-prego e macacos-de-cheiro; Atelidae, composta por bugios, macacos-aranha, macacos-barrigudos e muriquis; Pitheciidae, que inclui os uakaris, cuxiús (ou sakis) e guigós (ou zogue-zogues) (Schneider & Rosenberger, 1996). Tanto as análises anatômicas quanto os estudos genéticos têm corroborado essa estrutura taxonômica. No entanto, os macacos-da-noite (*Aotus* spp.) ainda representam um ponto de incerteza filogenética. Há evidências crescentes de que esse gênero possa ter se separado precocemente das demais linhagens neotropicais, sendo potencialmente justificável sua classificação em uma família própria, a Aotidae (Nowak, 1999). Outra interpretação alternativa diz respeito aos calitriquídeos, os quais frequentemente são elevados ao nível de família (Callitrichidae).

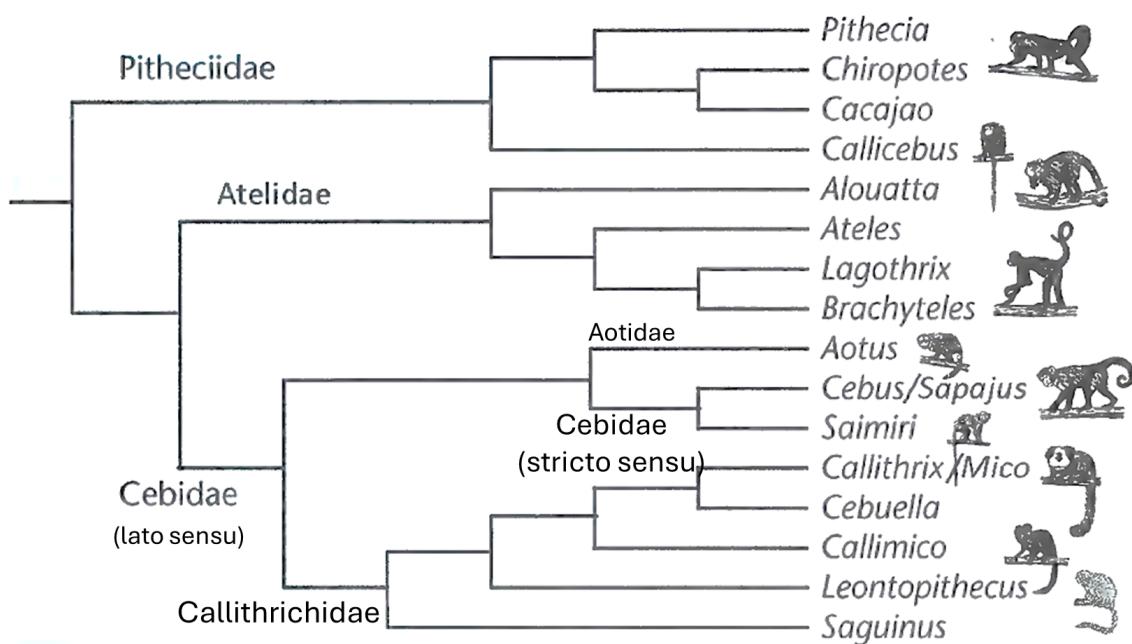


Figura 18. Filogenia dos Platyrrhini modernos. Extraído de Fleagle (2013).

A complexidade social nos Platyrrhini não é tão desenvolvida quanto nos Catarrhini, mas muitos desses primatas exibem comportamentos cooperativos e interações sociais sofisticadas dentro de seus grupos (Dunbar, 2003). Algumas espécies, como os saguis e os tamarins, têm grupos sociais pequenos e monogâmicos, enquanto outros, como os macacos-aranha e os macacos bugios, podem formar grandes grupos sociais.

4.3.2.2.2. Parvordem Catarrhini

Os macacos do Velho Mundo, encontrados na África e na Ásia, pertencem à infraordem Catarrhini, de nariz mais estreito por causa das narinas mais aproximadas do que as dos Platyrrhini, e voltadas para baixo. Este grupo inclui tanto macacos quanto grandes símios, incluindo os humanos. Uma característica marcante dos Catarrhini é a presença de dois pré-molares em cada quadrante de arcada dentária, em contraste com os três pré-molares dos macacos do Novo Mundo, com fórmula dentária 2.1.2.3/2.1.2.3. Além disso, o osso ectotimpânico é tubular em razão de uma expansão lateral, em contraste com os Platyrrhini que não possuem essa mesma expansão (Fleagle, 2013). Todos os dígitos dos Catarrhini possuem unhas achatadas, e nenhuma espécie possui garra de “grooming” (Ankel-Simons, 2007).

Os Catarrhini se dividem, na atualidade, em duas superfamílias: Cercopithecoidea e

Hominoidea. Ambas podem ser distinguidas uma da outra pelo tronco mais alongado e dentição bilofodonte em Cercopithecoidea, enquanto Hominoidea possui braços mais alongados, nariz e palato mais largo, molares simples (não-bilofodontes) e cérebros maiores (Figura 19).

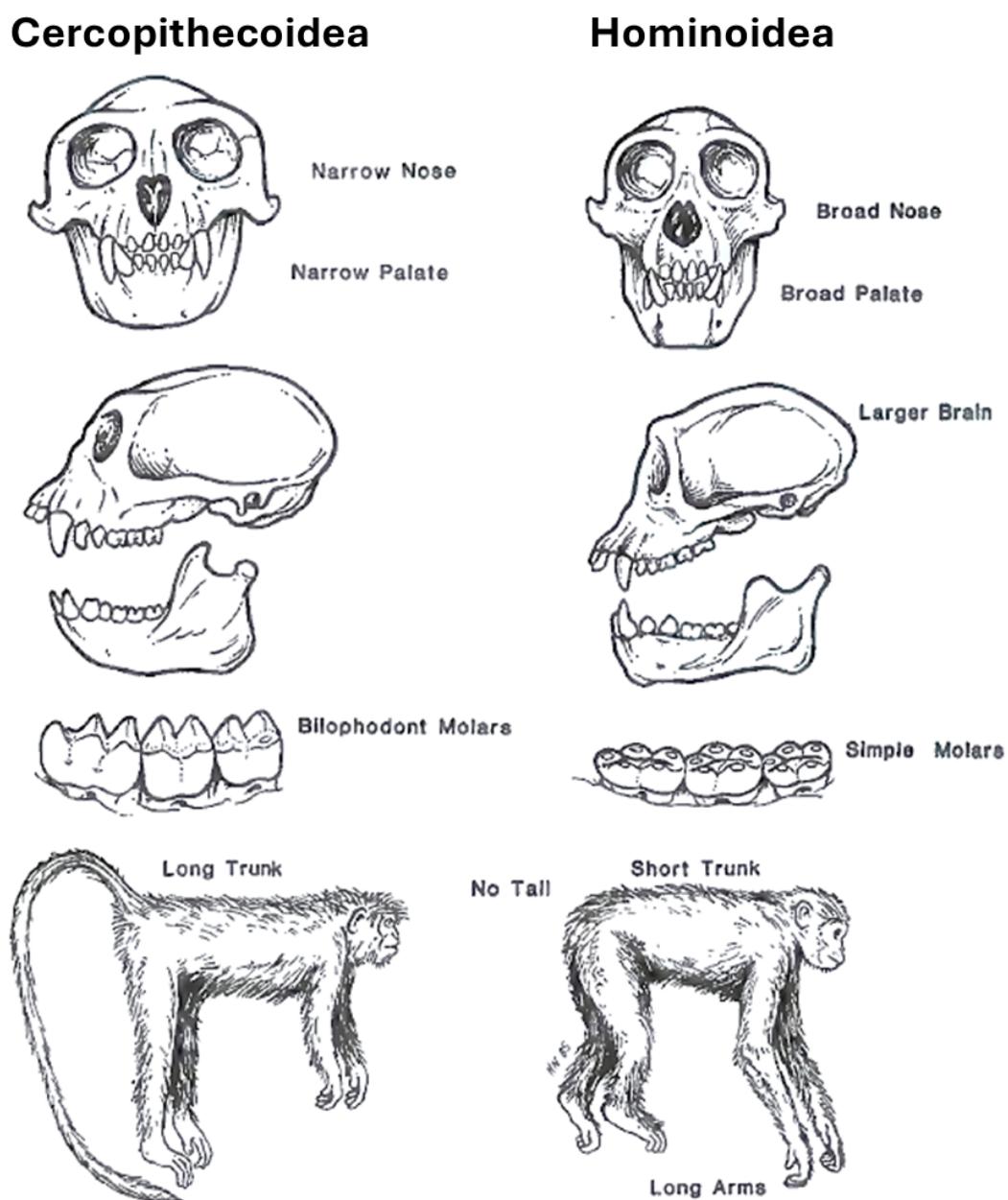


Figura 19. Atributos morfológicos característicos das duas superfamílias modernas de Catarrhini: Cercopithecidae e Hominoidea. Extraído de Fleagle (2013).

A superfamília Cercopithecoidea conta com uma única família atual, Cercopithecidae, que abriga os chamados macacos do Velho Mundo. Cercopithecoidea é a mais diversa linhagem entre os primatas atuais, com 24 gêneros e 138 espécies descritas (Fleagle, 2013). Trata-se de um grupo estritamente diurno, com membros posteriores proporcionalmente mais longos que os anteriores (Nowak, 1999). Nenhuma espécie possui cauda preênsil, atributo exclusivo de alguns platirríneos, embora a maioria dos cercopitecídeos apresente cauda longa — o que, inclusive, originou o epíteto “macacos com cauda”, em contraste com os grandes símios (Fleagle, 2013).

A dentição dos cercopitecoides é particularmente diagnóstica, com molares especializados que exibem duas cristas transversais formadas pelos pares de cúspides anteriores e posteriores — um arranjo conhecido como bilofodonte. Além disso, machos geralmente possuem caninos alongados e afiados, enquanto fêmeas apresentam caninos mais reduzidos. Em ambos os sexos, os caninos são mantidos afiados por meio da ação de um pré-molar inferior estreito e anteriorizado (Fleagle, 2013). Os cercopitecoides distinguem-se por apresentarem aberturas nasais estreitas e fileiras dentárias também mais compactas em comparação aos hominoides. A maioria das espécies não possui seios maxilares (Fleagle, 2013). Outra característica notável do grupo são as calosidades isquiáticas — áreas glabras e espessadas localizadas sobre os tubérculos isquiáticos, associadas ao comportamento de permanecer sentado por longos períodos (Nowak, 1999; Fleagle, 2013). Algumas espécies, como os babuínos e mandris, apresentam focinhos proeminentes; outras possuem face achatada e crânios arredondados, como os guenons. A variação no tamanho corporal entre os cercopitecoides é ampla: o menor representante é o talapão (*Miopithecus ogouensis*), com comprimento corporal entre 34 e 37 cm e peso entre 0,7 e 1,3 kg; enquanto o maior é o mandril (*Mandrillus sphinx*), cujos machos podem atingir 70 cm e pesar até 50 kg (Nowak, 1999).

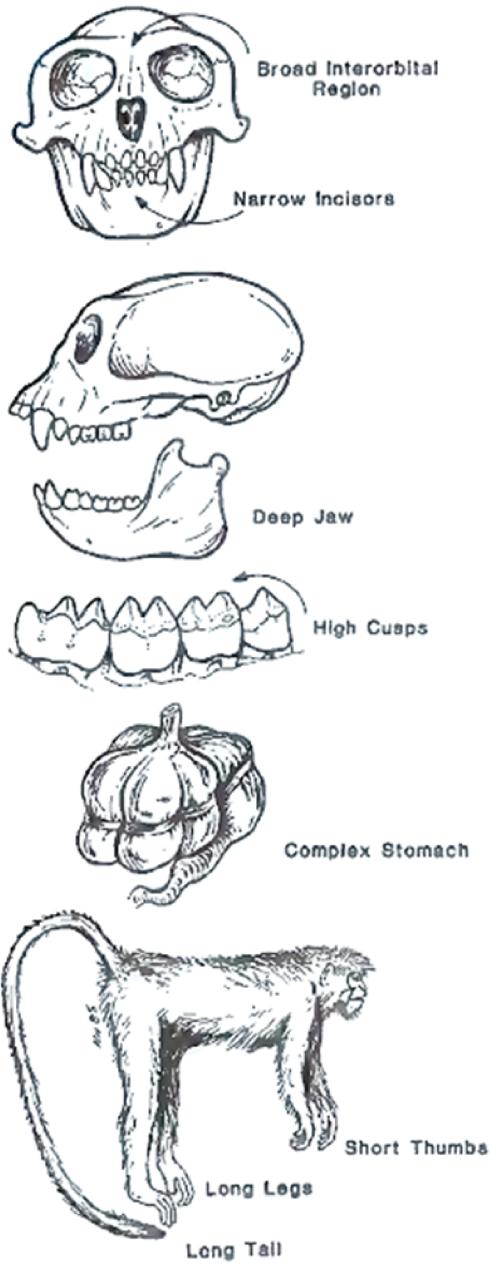
Os macacos cercopitecoides apresentam uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo em diversas regiões da África e da Ásia (Fleagle, 2013). No continente europeu, a presença atual está restrita a uma população isolada de macacos-de-gibraltar (*Macaca sylvanus*) no extremo sul da Península Ibérica, mais precisamente no promontório de Gibraltar. Essa população, embora muitas vezes considerada introduzida, representa um remanescente de uma distribuição outrora mais ampla dos cercopitecídeos na Europa, especialmente durante o

período Neógeno, quando diversas linhagens habitaram vastas áreas do continente (Modolo et al., 2005; Fleagle, 2013).

Os macacos do Velho Mundo (*Cercopithecidae*) ocupam uma ampla diversidade de ambientes, abrangendo desde florestas tropicais úmidas até savanas abertas, formações arbustivas e regiões montanhosas. Constituem o grupo de primatas não humanos com a mais ampla distribuição latitudinal e ecológica, ocorrendo em uma variedade de climas e tipos de vegetação superior à de qualquer outra linhagem primata. O grupo inclui espécies arbóreas, como os colobos, e formas majoritariamente terrestres, como os babuínos. Muitas outras espécies são parcialmente terrestres, entre elas os langures e os guenons, apresentando adaptações locomotoras compatíveis com o deslocamento tanto arbóreo quanto no solo (Nowak, 1999). Embora a maioria das espécies exiba preferência por itens vegetais, sobretudo frutos, folhas, flores e rizomas, muitas são altamente oportunistas, incluindo em sua dieta invertebrados, pequenos vertebrados, além de itens antrópicos como lixo urbano e alimentos fornecidos diretamente por humanos (Nowak, 1999; Fleagle, 2013).

A família é tradicionalmente subdividida em duas subfamílias ecologicamente contrastantes: *Cercopithecinae*, os chamados "macacos de bochechas", são predominantemente frugívoros, frequentemente generalistas e onívoros; e *Colobinae*, os "macacos folívoros", com especializações digestivas adaptadas à folivoria. As duas subfamílias apresentam distinções anatômicas marcantes, sobretudo associadas a adaptações alimentares mencionadas. Enquanto os cercopitecinos são dotados de bolsas bucais, incisivos largos e molares com cúspides baixas e coroas elevadas, os colobinos apresentam incisivos estreitos, molares com cúspides altas e um estômago compartmentalizado, de funcionamento semelhante ao de ruminantes, para fermentação de material vegetal fibroso (Fleagle, 2013; Nowak, 1999). Os cercopitecinos possuem região interorbital estreita, focinhos mais alongados e mandíbulas rasas, ao passo que os colobinos mostram uma região interorbital mais ampla e mandíbulas proporcionalmente mais profundas. Do ponto de vista locomotor, os cercopitecinos, geralmente quadrúpedes terrestres, têm membros anteriores e posteriores de tamanho similar, além de polegares bem desenvolvidos e caudas curtas. Já os colobinos, mais adaptados ao deslocamento arbóreo saltatório, exibem membros posteriores mais longos, polegares reduzidos ou ausentes, e caudas longas (Fleagle, 2013; Nowak, 1999) (Figura 20).

Colobinae



Cercopithecinae

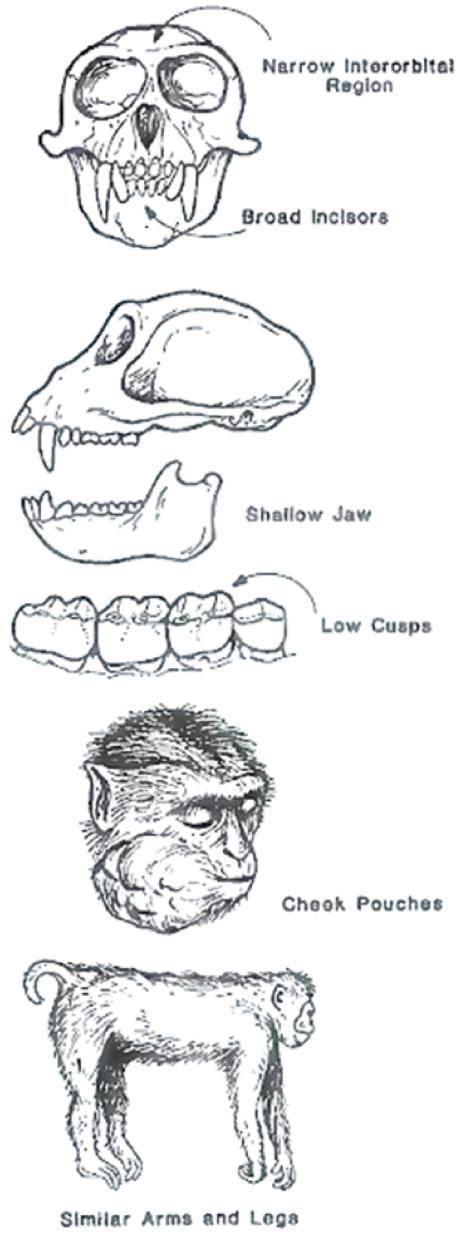


Figura 20. Atributos morfológicos característicos das duas subfamílias modernas de macacos do Velho Mundo: Colobinae e Cercopithecinae. Extraído de Fleagle (2013).

Ambas as linhagens passaram por processos extensivos de radiação adaptativa, resultando em elevada diversidade morfológica e taxonômica. Os cercopitecíneos constituem um grupo majoritariamente africano, com exceção do gênero *Macaca*, amplamente distribuído na Ásia e em parte da Europa, sendo o único representante da subfamília fora do continente africano (Fleagle, 2013). Filogeneticamente, os cercopitecíneos dividem-se em

dois clados distintos: os papioníniós (tribo Papionini), que incluem *Macaca*, mandris, babuínos, mangabeis e geladas; e os cercopitecínios (tribo Cercopithecini), geralmente menores e com distribuição concentrada nas florestas africanas (Figura 21).

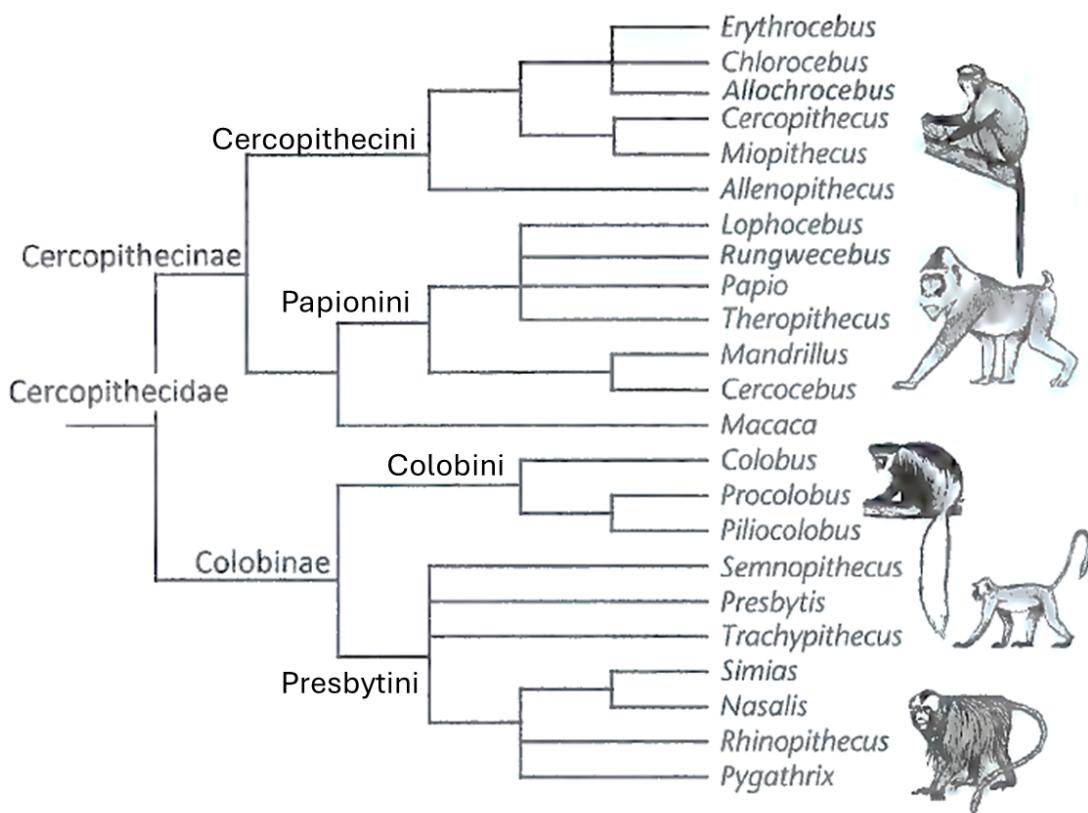


Figura 21. Filogenia dos Cercopithecidae atuais. Extraído de Fleagle (2013).

Os colobíneos apresentam duas radiações evolutivas principais: uma africana, representada pelos colobos (tribo Colobini), e outra asiática, formada pelos langures (tribo Presbytini). Na África, a diversidade taxonômica é composta por três gêneros (*Colobus*, *Procolobus* e *Piliocolobus*); já na Ásia, a diversidade é maior, com até sete gêneros reconhecidos, incluindo *Presbytis*, *Trachypithecus*, *Semnopithecus*, *Nasalis*, *Simias*, *Pygathrix* e *Rhinopithecus*, totalizando cerca de 30 a 35 espécies e quase 90 táxons (XiaoPing, 2013) (Figura 22).

A superfamília Hominoidea abrange os grandes símios, incluindo gibões, orangotangos, gorilas, chimpanzés e humanos. Uma das principais sinapomorfias dessa

superfamília é a ausência de cauda (Fleagle, 2013). A fusão de cinco vértebras sacrais é outra sinapomorfia em Hominoidea, e reflete um padrão de especialização para suporte pélvico robusto e transmissão eficiente das forças locomotoras ao esqueleto axial. A fusão das vértebras sacrais é uma característica comum a todos os primatas, refletindo adaptações funcionais associadas ao suporte pélvico e à locomoção. Embora o número e o grau de fusão variem entre as linhagens — de duas a cinco vértebras — essa modificação é essencial para a estabilização do tronco durante saltos, corrida ou marcha bípede. Nos Hominoidea, essa fusão é particularmente robusta, associada à postura ereta e ao suporte do peso corporal em locomoção terrestre, proporcionando maior estabilidade durante a locomoção, especialmente em espécies bípedes, como os humanos (Groves, 2001). Os seres humanos também apresentam fusão das vértebras coccígeas, resultando no cóccix — um vestígio evolutivo da cauda ancestral. Já nos grandes símios, embora também haja algum grau de fusão das vértebras da região lombar e sacral, a estrutura da coluna vertebral é diferente, sendo mais adaptada a uma locomoção quadrúpede ou a um tipo de bipedalismo ocasional, como é o caso dos gorilas (Dunbar, 2003).

Outra característica importante da superfamília Hominoidea é o cérebro grande e altamente desenvolvido. Os membros dessa superfamília têm cérebros significativamente maiores em comparação com outros primatas, o que está relacionado a uma maior capacidade cognitiva. Isso inclui habilidades para o uso de ferramentas, a comunicação complexa e a capacidade de aprender e resolver problemas. Os cérebros dos hominídeos, especialmente dos humanos, também são associados a uma vida social sofisticada e à capacidade de desenvolver cultura e linguagem (Dunbar, 2003).

Além disso, os membros da superfamília Hominoidea possuem membros superiores longos e adaptados para a braquiação, um tipo de escalada suspensória em que os primatas se movem balançando-se de galho em galho para o seu deslocamento. Essa característica é particularmente evidente em espécies como os gibões e os orangotangos, que dependem da braquiação para se locomover em seu habitat arbóreo (Fleagle, 2013). A braquiação envolve a modificação dos membros superiores, que são mais longos em relação aos membros inferiores, e suas articulações e musculatura são adaptadas para essa forma de locomoção.

Por fim, os Hominoidea apresentam arcos dentários mais largos e dentes especializados. A redução no tamanho dos dentes caninos e molares reflete uma adaptação à dieta onívora dos membros da superfamília. Essa mudança na dentição permite uma dieta

variada, composta tanto por alimentos de origem vegetal quanto animal, e é uma adaptação evolutiva importante para o modo de vida social e adaptativo desses primatas (Fleagle, 2013).

4.4. História evolutiva e representantes fósseis

4.4.1. Origens e primeiros registros fósseis

A origem da linhagem primata tem sido tradicionalmente situada próximo ao limite entre o Cretáceo e o Paleogeno, com estimativas baseadas em dados fósseis e moleculares apontando para um intervalo entre aproximadamente 90 e 63 milhões de anos atrás. A polêmica maior ocorre entre as estimativas maiores derivadas de estudos moleculares, que costumam apontar uma origem cretácica (e.g., Tavaré et al., 2002; Jameson et al., 2011; Pozzi et al., 2014) e aquelas obtidas através do registro fóssil, que sustentam uma origem durante o início do Cenozoico (Bloch et al., 2007; Silcox, 2008; Silcox et al., 2017). Entretanto, alguns estudos moleculares tendem a concordar com o registro fóssil, apontando que a radiação dos mamíferos placentários ocorreu logo após o intervalo K-Pg (O'Leary et al., 2013; Finstermeier et al., 2013; Vanderpool et al., 2020; Kuderna et al., 2023), o que parece ser uma tendência recente para a datação da origem dos primatas.

Esta discrepância pode ser atribuída ao fenômeno conhecido como *long-branch attraction* (LBA), que afeta análises filogenéticas baseadas em sequências moleculares. O LBA ocorre quando ramos longos de uma árvore filogenética, que representam grupos evolutivamente distantes, são erroneamente agrupados devido à acumulação excessiva de mutações ao longo do tempo. Esse viés filogenético resulta em uma aproximação incorreta entre grupos que são na verdade distantes, como evidenciado em estudos de primatas (Kuderna et al., 2023). Em outras palavras, quando ramos de espécies que divergiram há muito tempo são analisados, o LBA pode induzir o modelo a inferir uma divergência mais remota do que a real, levando a uma superestimação da antiguidade de certos grupos.

Embora os dados fósseis ofereçam uma base mais concreta para a compreensão da origem dos primatas, a influência do LBA nos estudos moleculares destaca a complexidade das análises filogenéticas e a necessidade de abordagens mais robustas que integrem múltiplas fontes de dados. A compreensão dessas dinâmicas é essencial para refinar os modelos de evolução e melhorar as estimativas temporais dos eventos que levaram ao surgimento dos primatas.

Os plesiadapiformes constituem um grupo extinto, com mais de 150 espécies distribuídas em 11 famílias do Paleoceno e Eoceno das Américas do Norte, Europa e Ásia (Figura 23). Tradicionalmente reconhecidos por seu papel na origem evolutiva de primatas e outros Euarchonta (como colugos e tupaias), esses taxa têm sido alvo de intensos debates filogenéticos. Algumas hipóteses os aproximam dos dermópteros, enquanto outras os interpretam como primatas estemáticos. Análises cladísticas recentes, sustentadas por fósseis excepcionalmente bem preservados, reforçam a posição dos plesiadapiformes como grupo-irmão dos primatas (e.g., Silcox et al., 2017; Bloch et al., 2007). Nesse contexto, tem sido proposto o uso do termo Pan-Primates para designar o clado total que inclui tanto os primatas coronais quanto às formas estemáticas extintas, como os próprios plesiadapiformes. Os representantes desse grupo possuem características morfológicas arcaicas, como a presença de dentes com cúspides altas e focinho alongado indicando um olfato mais desenvolvido e uma menor dependência da visão.



Figura 22. Representação paleogeográfica do planeta durante o Paleoceno Médio (aproximadamente 60 milhões de anos atrás), destacando os locais onde foram registrados fósseis atribuídos a plesiadapiformes (indicações por asteriscos). Extraído de Fleagle (2013).

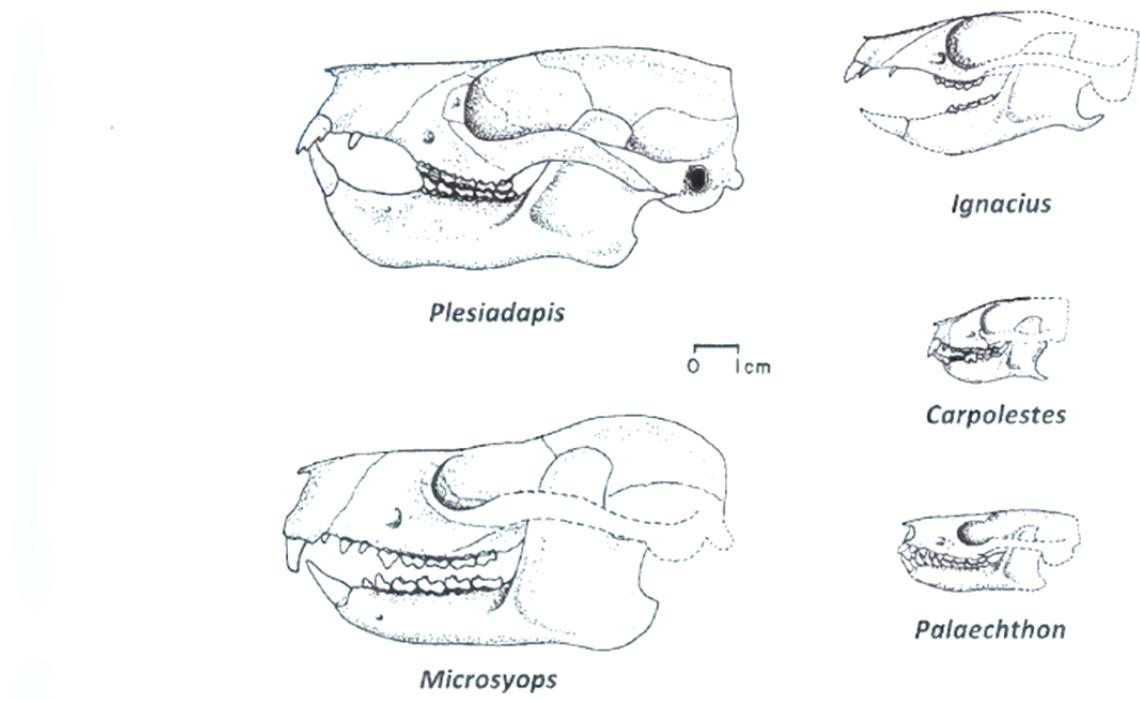


Figura 23. Crânios de alguns representantes de Plesiadapiformes. Extraído de Fleagle (2013).

Entre os plesiadapiformes, a família Purgatoridae representa a linhagem mais antiga e basal conhecida (Silcox et al., 2017). O representante mais antigo desse grupo é o gênero *Purgatorius*, conhecido a partir de depósitos do Paleoceno Inferior da América do Norte e cujos restos mais antigos foram datados em 65,921 milhões de anos (Bloch et al., 2007; Fox & Scott, 2011; Chester et al., 2015; Mantilla et al., 2021), ou em torno de 100 mil após o impacto de um asteroide que caracteriza a transição do Mesozóico para o Cenozoico (Renne et al., 2013). Ainda não é claro se *Purgatorius* pode ser considerado um primata por excelência, ou um táxon muito proximamente relacionado aos primatas. Esses animais eram pequenos (~15 cm), de aspecto semelhante aos tupaias (Scandentia) e possuíam hábitos terrestres e escavadores. (Figura 24) Assim, caso *Purgatorius* esteja situado na linha evolutiva que originou os primatas atuais, isso significa que os ancestrais primatas possuem hábitos muito diferentes daqueles que caracterizam os representantes modernos, e que as adaptações à vida arborícola surgiram posteriormente na evolução do grupo.

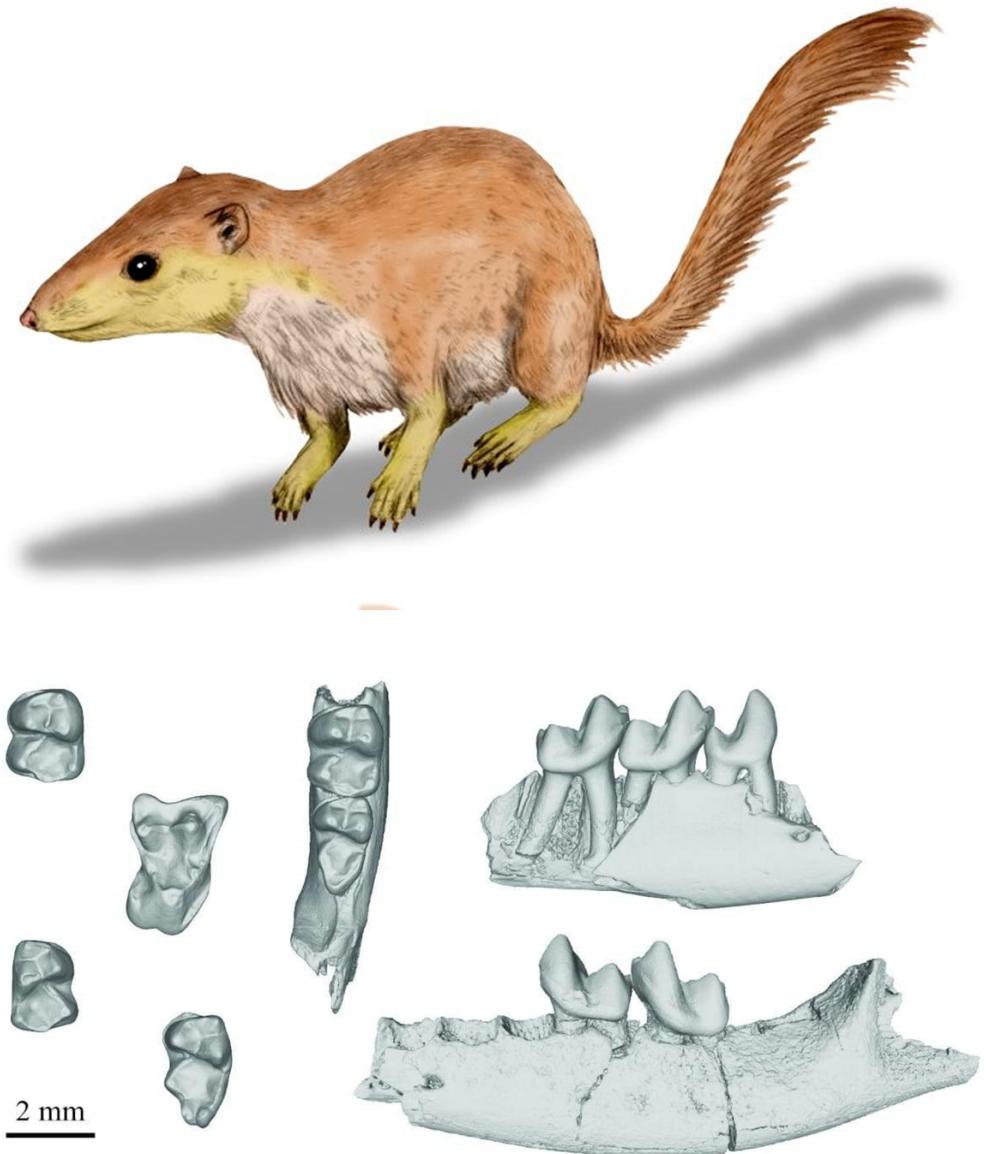


Figura 24. Reconstituição de fósseis dentários e mandibulares de *Purgatorius*.

Os registros fósseis mais antigos atribuíveis com maior confiança à ordem Primates remontam ao Paleoceno Superior da África, com *Altiatlasius koulchii*, datado de aproximadamente 57 milhões de anos (Sigé et al., 1990), ou ao intervalo de transição entre o Paleoceno e o Eoceno nas regiões do hemisfério norte, com formas como *Cantius*, *Donrussellia*, *Altanius*, *Plesiadapis* e *Teilhardina* (Gingerich, 1989; Silcox et al., 2017).

O clima desempenhou um papel crucial na evolução dos primatas, especialmente durante eventos climáticos significativos. Um dos períodos mais relevantes foi o Máximo

Térmico do Paleoceno-Eoceno (PETM), que ocorreu há cerca de 56 milhões de anos. Durante esse evento, as temperaturas globais aumentaram substancialmente, resultando na expansão das florestas tropicais. Esse ambiente propício favoreceu a diversificação dos primatas, permitindo o surgimento de novas espécies adaptadas às condições arbóreas, como dietas variadas e habilidades locomotoras aprimoradas.

Entretanto, essa diversificação enfrentou desafios significativos com o resfriamento global que se seguiu ao Eoceno. As mudanças climáticas resultaram em um declínio das florestas tropicais, afetando diretamente os habitats dos primatas e levando à extinção dos Plesiadapiformes, que não conseguiram se adaptar às novas condições ambientais. Assim, o clima não apenas moldou a evolução inicial dos primatas, mas também influenciou sua sobrevivência e diversidade ao longo do tempo.

4.4.2. Origens e radiação dos Strepsirrhini

Evidências moleculares e morfológicas indicam que os Strepsirrhini divergiram dos haplorrinos ainda no Paleoceno ou possivelmente antes, com estimativas baseadas em relógios moleculares situando essa separação entre 63 e 58 milhões de anos atrás (Yoder et al., 1996; Perelman et al., 2011). Fósseis de Strepsirrhini evidenciam que o grupo habitou extensas regiões do Velho Mundo, mas atualmente sua distribuição é restrita a algumas regiões tropicais, como partes da África subsaariana, Madagascar e o Sudeste Asiático.

Durante o Eoceno, os Strepsirrhini passaram por uma diversificação significativa, especialmente nas regiões da Afro-Ásia, com o aparecimento dos adapiformes e possíveis representantes iniciais dos lorisiformes (Seiffert et al., 2009; Boyer et al., 2010). Os Adapiformes constituem um grupo de primatas fósseis, com ampla distribuição geográfica entre o Eoceno e o Mioceno, abrangendo as regiões que atualmente correspondem à Europa, Ásia, América do Norte, além de porções do norte da África e da Ásia tropical (Boyer et al., 2018). Os fósseis mais antigos atribuídos ao grupo, como *Donrussellia*, do Eoceno Inicial da Europa, são geralmente interpretados como Strepsirrhini basais (Gebo, 2002). Embora alguns adapiformes apresentem morfologia semelhante à dos lêmures atuais, não está claro se os Adapiformes constituem um grupo monofilético ou polifilético (Ross & Kay, 2004). Em geral, são interpretados como estrepsirrinos basais, o que os aproximaria mais dos lêmures do que dos haplorrinos (Franzen et al., 2009; Seiffert et al., 2009). Os Adapiformes possuem um conjunto de características mais avançadas em relação aos Plesiadapiformes, tais como unhas

planas ao invés de garras, polegares e hálux opositores, incisivos menores e ausência de diastema (espaço entre os incisivos e os pré-molares) (Figura 25). Essas condições são observadas em representantes como *Darwinius masillae*, do Eoceno Médio (~47 Ma) de Messel, Alemanha (Franzen et al. 2009). *Darwinius* foi inicialmente interpretado como uma fóssil transicional entre Strepsirrhini e Haplorrhini, interpretação que posteriormente foi criticada (Seiffert et al. 2009). De modo geral, a anatomia de *Darwinius* lembra Strepsirrhini, embora lhe faltem especializações como a garra de “grooming” e os incisivos em pente na arcada dentária inferior. Estudos mais recentes indicam que os Strepsirrhini coronais podem ter surgido dentro da linhagem adapiforme, particularmente próximos de clados como *Aframomius* e *Notharctidae*, o que implica que os adapiformes, no sentido amplo, não estão inteiramente extintos, sendo potencialmente sinônimos juniores de Strepsirrhini (Boyer et al., 2018).

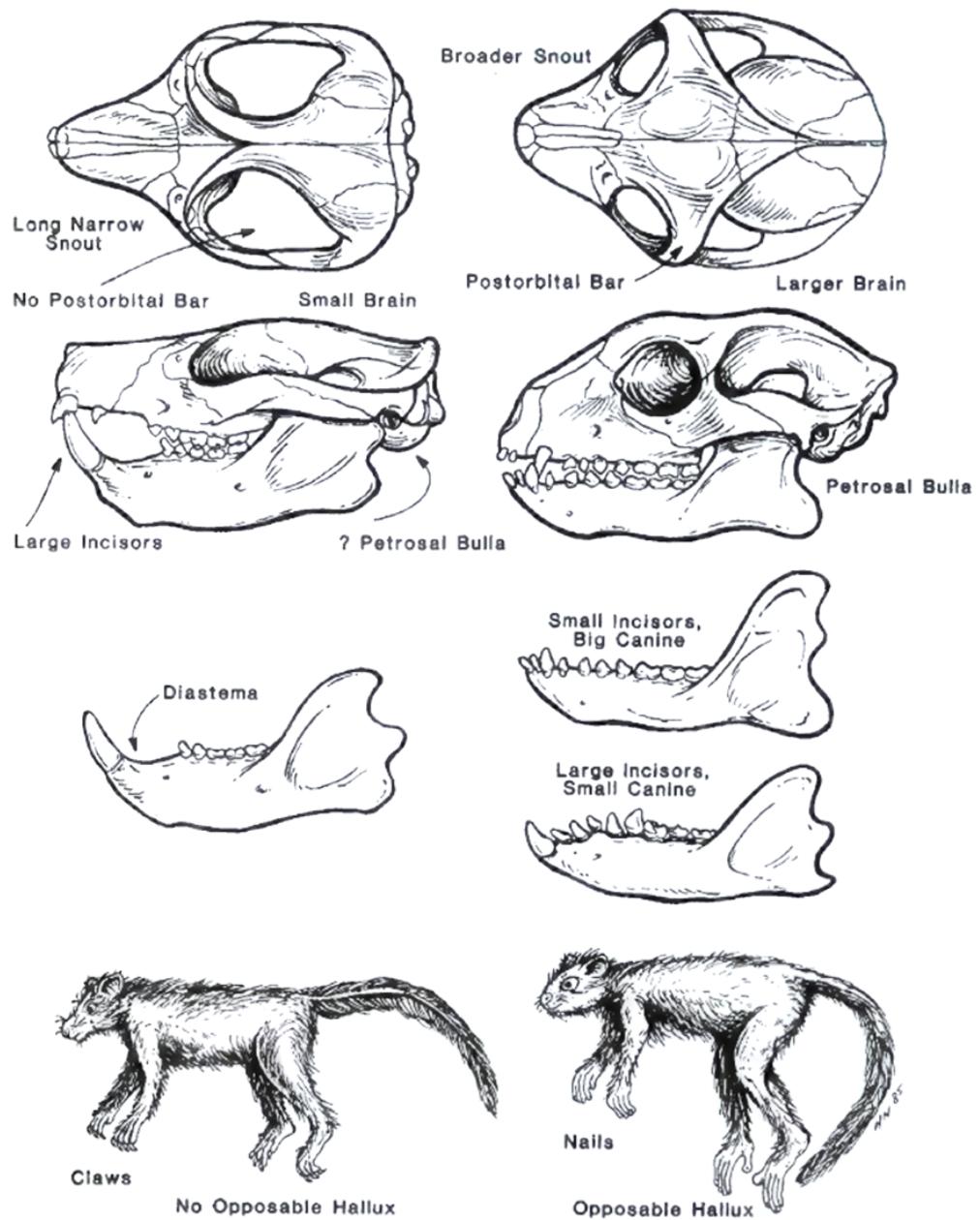


Figura 25. Diferenças anatômicas marcantes entre os plesiadapiformes mais arcaicos e os adapiformes (Strepsirrhini) mais derivados.

A colonização de Madagascar por ancestrais dos lêmures — provavelmente por dispersão transoceânica a partir da África — desencadeou uma radiação adaptativa notável, resultando na diversidade morfológica e ecológica observada nos lêmures atuais (Yoder & Nowak, 2006; Herrera & Dávalos, 2016). Evidências moleculares e fósseis sugerem que os ancestrais dos lêmures chegaram a Madagascar vindos da África continental por meio de dispersão sobre balsas de vegetação durante o Eoceno, há aproximadamente 50 a 60 milhões de anos (Krause et al., 1997; Yoder et al., 1996; Samonds et al., 2012). Uma vez na ilha, esses

primatas encontraram um ambiente relativamente livre de competidores e predadores, o que favoreceu uma radiação adaptativa notável. Atualmente, os lêmures representam mais de 100 espécies viventes, distribuídas em múltiplas famílias com uma diversidade ecológica que inclui formas arborícolas, terrestres, noturnas, diurnas, folívoras, frugívoras e insetívoras (Herrera & Dávalos, 2016). Até pouco tempo atrás (ainda no Holoceno), Madagascar contava com uma diversidade de lêmures ainda maior do que a atual.

4.4.3. Origens e radiação dos Haplorrhini

O Oligoceno, que ocorreu entre aproximadamente 33,9 milhões e 23 milhões de anos atrás, marcou o surgimento de uma das primeiras linhagens de primatas que se aproximaram das características dos Haplorrhini modernos. A descoberta de fósseis de *Eosimias* na China fornece evidências da evolução de primatas pequenos com adaptações para a vida arbórea e a habilidade de realizar movimentos precisos com as mãos (Jablonski, 2000). Esses fósseis também indicam a presença de uma visão binocular mais refinada e um maior desenvolvimento do cérebro em comparação aos primatas anteriores. Durante o Mioceno, um período que se estendeu de 23 milhões a 5,3 milhões de anos atrás, os Haplorrhini começaram a se diversificar em várias linhagens, incluindo os macacos do Novo e Velho Mundo e os ancestrais dos humanos modernos.

4.4.4. Origens e radiação dos Tarsiiformes

Os Tarsiiformes constituem um grupo de primatas que, no passado, possuíam ampla distribuição geográfica, abrangendo regiões da Europa, norte da África, Ásia e América do Norte. Atualmente, no entanto, suas espécies viventes restringem-se às ilhas do Sudeste Asiático. Além dos társios modernos, são incluídas na infraordem Tarsiiformes duas espécies fósseis dentro do gênero *Tarsius*, dois gêneros extintos (*Xanthorhysis* e *Afrotarsius*) da família Tarsiidae e a família Omomyidae, composta inteiramente por espécies fósseis (Gunnell & Rose 2002; Simons 2003).

Os Omomyidae são um grupo extinto amplamente interpretado como composto por formas parentadas — ou até ancestrais — dos társios modernos, sendo frequentemente incluído na mesma infraordem (Simons, 2007). O registro fóssil dos omomyídeos se restringe ao Eoceno.

Os gêneros fósseis *Xanthorhysis* e *Afrotarsius* são considerados filogeneticamente próximos dos társios atuais. O primeiro é usualmente alocado dentro da família Tarsiidae, enquanto o segundo permanece com posição sistemática incerta (*incertae sedis*) dentro de Tarsiiformes. No registro fóssil, o gênero *Tarsius* inclui taxa extintos como *Tarsius eocaenus*, do Eoceno, e *Tarsius thailandicus*, do Mioceno.

Os taxa extintos *Ekgmowechashala*, *Kohatius*, *Altanius* e *Altiatlasius* podem pertencer aos Tarsiiformes, mas seu posicionamento taxonômico ainda não é bem definido (Gunnell & Rose 2002). Além desses, diversos outros primatas fósseis foram, em diferentes contextos, atribuídos aos Tarsiiformes, como os membros das famílias Microchoeridae, Carpolestidae e Eosimiidae (Simons, 2003). Contudo, tais classificações são alvo de debate, especialmente no caso dos eosimiídeos, que vêm sendo cada vez mais interpretados como representantes basais dos Simiiformes (Beard, 2002; Willians et al., 2010). Paralelamente, os carpolestídeos são comumente relacionados à ordem extinta Plesiadapiformes, frequentemente considerada um grupo-irmão próximo, mas não pertencente aos primatas verdadeiros (Fleagle, 2013). Essas divergências classificatórias refletem incertezas fundamentais sobre a história evolutiva inicial dos primatas. Inclusive, o próprio posicionamento dos Tarsiiformes dentro da subordem Haplorhini — como grupo-irmão dos simiiformes — permanece objeto de discussão filogenética.

4.4.5. Origens e radiação dos Platyrrhini

Os Platyrrhini, ou macacos do Novo Mundo, representam um grupo diversificado de primatas antropoides, cuja divergência do clado Catarrhini (Cercopithecoidea + Hominoidea) ocorreu entre 55 e 45 milhões de anos, provavelmente ainda no Eoceno (Perez et al., 2013). A hipótese mais aceita é que eles descendem de ancestrais africanos que teriam alcançado a América do Sul entre 35 a 25 milhões de anos atrás (Eoceno Superior ou Oligoceno Inferior), por meio de dispersão transatlântica sobre balsas vegetais, quando o oceano Atlântico era aproximadamente um terço mais estreito do que sua largura atual, com estimativas sugerindo uma distância entre os continentes cerca de 1.000 km menor, devido à taxa de expansão do assoalho oceânico (Houle, 1999; Bond et al., 2015; Silvestro et al., 2019). Essa hipótese é corroborada por evidências paleogeográficas e pelas rotas de corrente oceânica da época, que favoreciam o deslocamento oeste-leste (Bond et al., 2015; Houle, 1999).

A descoberta recente de *Ucayalipithecus perdita*, um primata do Eoceno da Amazônia peruana com claras afinidades com os parapitecídeos da Afro-Ásia, sugere a ocorrência de ao menos dois eventos distintos de dispersão de primatas para a América do Sul, por volta de 35 a 32 milhões de anos atrás (Seiffert et al., 2020). Além disso, um possível terceiro evento de dispersão transatlântica foi proposto com base em um molar fóssil atribuído a *Ashaninkacebus simpsoni*. Este táxon apresenta fortes afinidades com os Eosimiidae, um grupo de antropoides basais oriundo do sul da Ásia, sugerindo uma rota ainda mais complexa de colonização (Marivaux et al., 2023). Outros fósseis sul-americanos, como *Parvimico* e *Perupithecus*, posicionam-se filogeneticamente na base da radiação dos platyrhini, junto a formas como *Szalatavus*, *Lagonimico* e *Canaanimico* (Silvestro et al., 2017) (Figura 26).

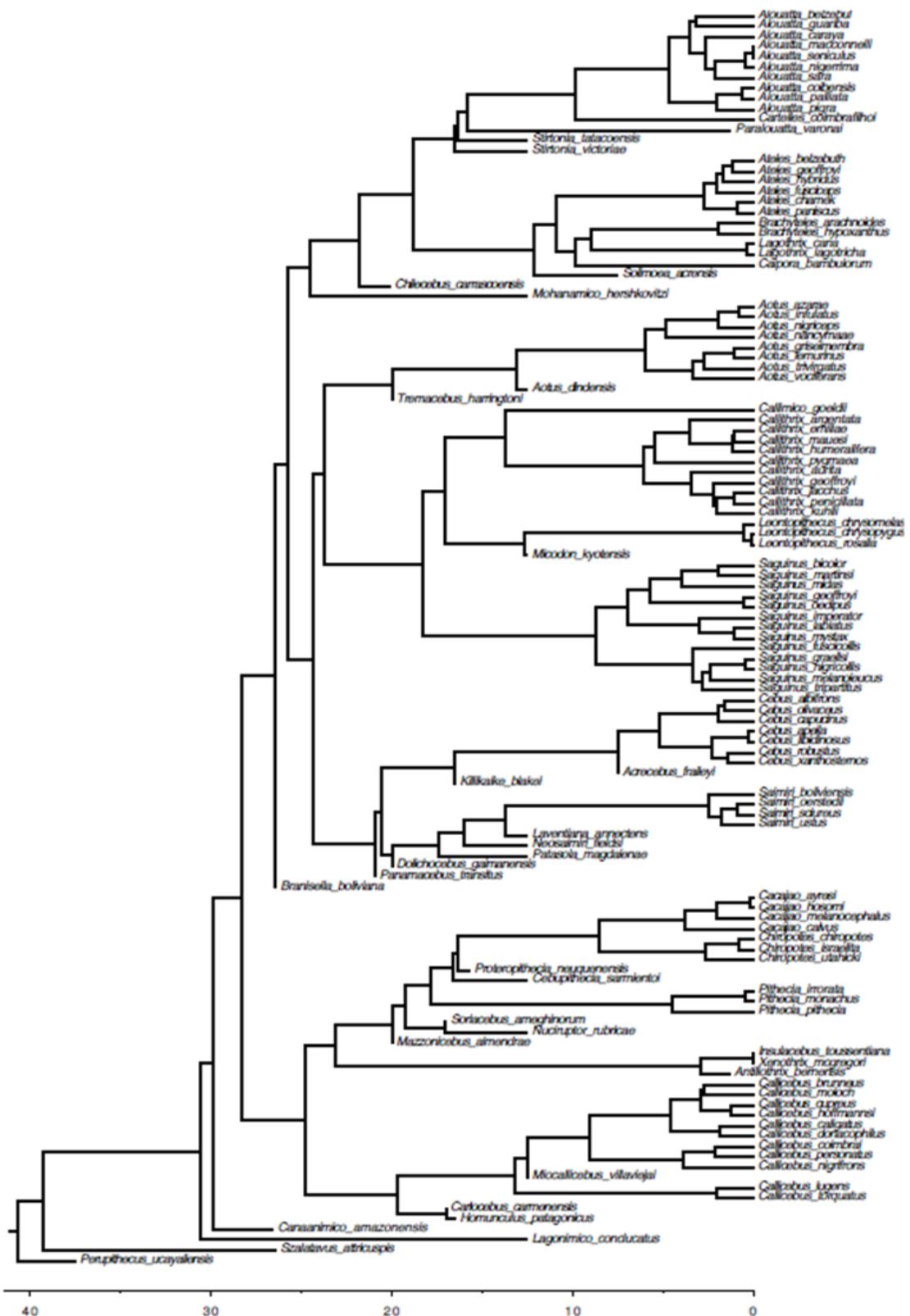


Figura 26. Filogenia dos platirrinos, incluindo a maioria dos representantes fósseis. Extraído de Silvestro et al. (2019).

Após sua chegada à América do Sul, os Platyrhini passaram por uma intensa radiação adaptativa, ocupando diferentes nichos ecológicos em florestas tropicais e subtropicais. Durante o Mioceno, especialmente entre 20 e 10 milhões de anos, há uma diversificação expressiva das linhagens, com o surgimento dos principais clados atuais: Pitheciidae, Atelidae e Cebidae (Kay, 2015). A partir do registro fóssil do Mioceno colombiano (como os achados de La Venta), é possível observar uma variedade morfológica considerável entre os Platyrhini, refletindo especializações alimentares e locomotoras distintas (Fleagle, 2013). Além disso, estudos moleculares e filogenéticos sustentam uma divergência antiga entre os Platyrhini e os Catarrhini (macacos do Velho Mundo e humanos), e dentro dos próprios Platyrhini, indicando que a radiação inicial ocorreu logo após sua chegada ao continente sul-americano (Schrago & Russo, 2003). Também a distribuição dos Platyrhini foi muito mais extensa pela América do Sul no passado, quando o clima era mais quente e havia diferentes espécies habitando áreas bem mais ao sul do continente, como a Patagônia (Fleagle, 2013) (Figura 27).

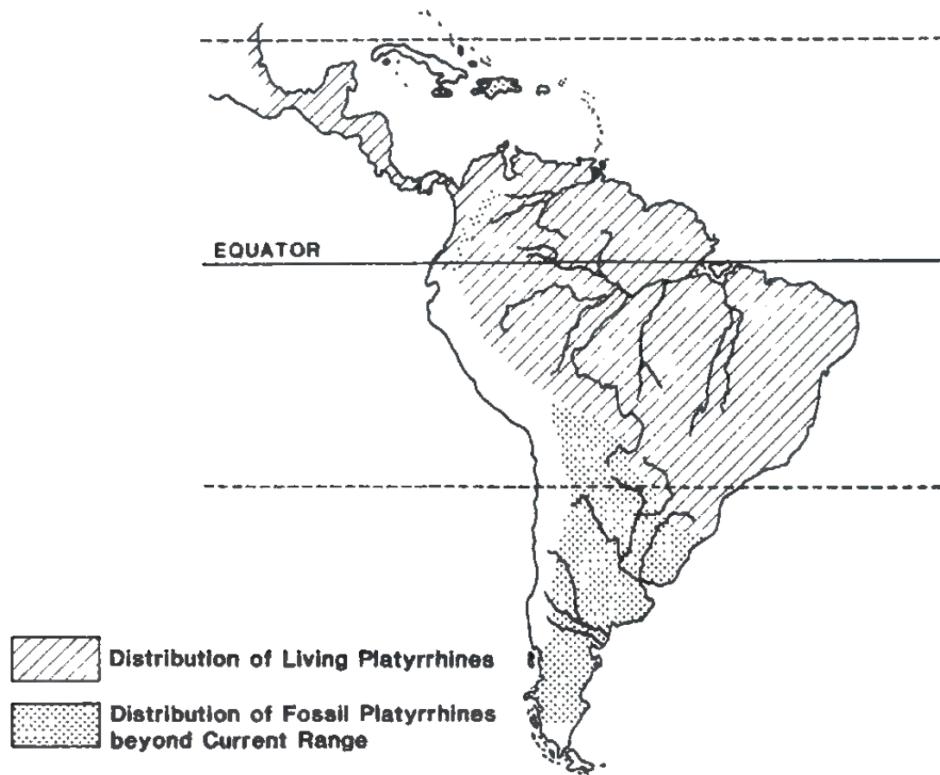


Figura 27. Distribuição geográfica dos Platyrhini atuais e fósseis. Extraído de Fleagle (2013).

4.4.6. Origens e radiação dos Catarrhini

A origem dos primatas do Velho Mundo (Catarrhini) remonta ao período Oligoceno, entre 34 e 23 milhões de anos atrás. Durante esse tempo, os ancestrais dos catarrinos começaram a se diversificar, adaptando-se a novos ambientes e condições ecológicas. Um dos fósseis mais significativos nesse contexto é o *Saadanius*, considerado um intermediário importante entre os catarrinos e seus parentes extintos. Datado do final do Oligoceno (33,9-23 milhões de anos), o *Saadanius* apresenta características que sugerem uma ligação direta com as linhagens que levariam aos macacos do Velho Mundo e aos hominídeos. Seus traços dentários e cranianos ajudam a entender a transição entre os primatas mais primitivos e os catarrinos modernos.

4.4.7. Origens e radiação dos Cercopithecoidea

Apesar de, historicamente, terem sido interpretados como formas “primitivas” dentro do clado, evidências morfológicas e filogenéticas indicam que os cercopitecoides representam uma ramificação altamente especializada, evolutivamente distinta tanto dos hominídeos quanto dos catarrinos basais (Fleagle, 2013). A diversificação funcional e adaptativa observada nesse grupo ilustra trajetórias evolutivas próprias, paralelas às dos grandes símios, com especializações independentes a partir de um ancestral catarrino comum, do qual divergiram entre 25 e 30 milhões de anos atrás, durante o Oligoceno (Stevens et al., 2013).

Conforme dados moleculares, a diversificação interna entre as duas subfamílias de cercopitecídeos modernos remonta a cerca de 18 milhões de anos, durante o Mioceno (Figura 28) (Perelman et al., 2011). As duas tribos de Cercopithecinae (Papionini e Cercopithecini) divergiram há ~11,5 Ma; por sua vez, a divergência entre as duas tribos de colobinos — Colobini (africanos) e Presbytini (asiáticos) — ocorreu entre aproximadamente 10 e 13 milhões de anos atrás, ainda durante o Mioceno (Perelman et al., 2011). Os registros fósseis mais antigos atribuídos à subfamília Colobinae foram encontrados nas Tugen Hills, no Quênia, com datação aproximada de 12,5 milhões de anos, representando os primeiros indícios da linhagem na África (Gommery et al., 2022). Já os fósseis mais antigos conhecidos dessa subfamília na Eurásia pertencem ao gênero *Mesopithecus*, identificados na Grécia e datados de cerca de 8,2 milhões de anos, indicando uma posterior dispersão do grupo para o continente euroasiático (Koufos, 2009).

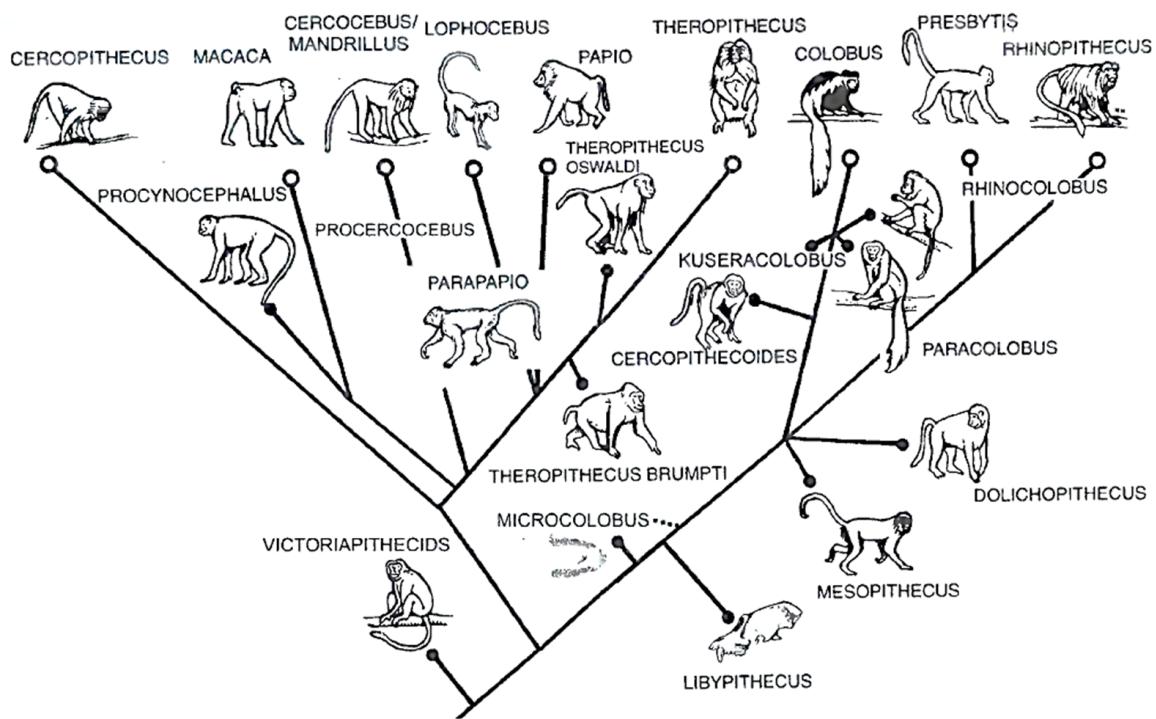


Figura 28. Filogenia dos Cercopithecoidea, incluindo alguns taxa fósseis. Círculos abertos na ponta dos ramos representam gêneros existentes; círculos fechados representam gêneros fósseis. Extraído de Fleagle (2013).

4.4.8. Origens e radiação dos Hominoidea

Uma notável diversidade de símios ocupou diversas regiões do Velho Mundo durante o Mioceno, entre aproximadamente 22 e 5,5 milhões de anos atrás (Figura 29). *Proconsul* habitava o leste da África, *Oreopithecus* era encontrado na Itália, *Sivapithecus* no sul da Ásia, enquanto *Ouranopithecus* e *Dryopithecus* — considerados representantes da linhagem que teria originado os grandes símios africanos e os humanos — ocorriam, respectivamente, na Grécia e na Europa ocidental e central (Begun, 2003). A migração e as mudanças climáticas no Mioceno contribuíram para a diversificação das espécies de primatas, com a expansão de várias linhagens, incluindo os ancestrais dos Hominoidea modernos, pela Eurásia (Harrison, 2016).

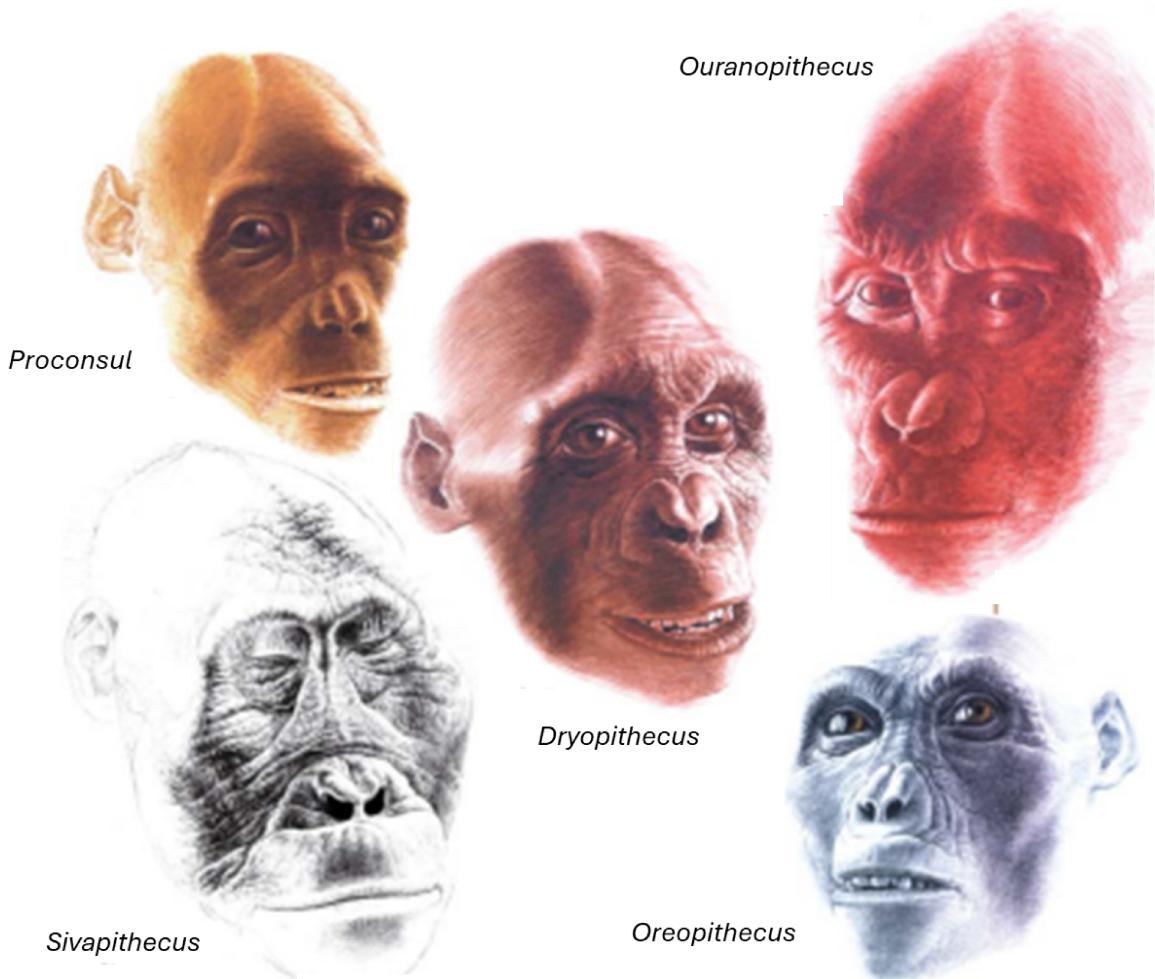


Figura 29. Reconstituição facial de diferentes hominoides que ocuparam diversas regiões do Velho Mundo durante o Mioceno. Extraído de Begun (2003).

4.4.9. Origens e radiação dos Hominidae

Estudos moleculares sugerem que a separação entre Hylobatidae e Hominidae ocorreu em algum momento entre o final do Oligoceno e o início do Mioceno, entre 24,8 e 21 milhões de anos atrás (Kuderna et al., 2023). Essas datas são congruentes com o registro fóssil do mais antigo táxon atribuído a um hominóide, *Rukwapithecus fleaglei*, que habitou a Tanzânia há 25,2 milhões de anos (de Vries & Becker, 2023). Já o primeiro táxon consistentemente reconhecido como membro da família Hominidae é *Kenyapithecus wickeri*, do Mioceno (13,4 Ma) do Quênia (Leakey, 1961, Harrison, 2010; Alba, 2012).

A primeira divergência dentro da família Hominidae, que separa os Ponginae (orangotangos) dos Homininae (gorilas, chimpanzés e humanos), é estimada para o início do Mioceno, entre 22,2 e 18,6 milhões de anos. Dada a riqueza do registro fóssil de hominídeos e hominoides basais na África, infere-se que essa separação filogenética tenha ocorrido no continente africano (Kuderna et al., 2023).

Sivapithecus indicus é amplamente reconhecido como o Ponginae mais antigo (Nengo et al., 2017; Gilbert et al., 2020; Pugh, 2022; de Vries & Beck, 2023), cujos fósseis datam de 12,3 milhões de anos e provêm da Formação Chinji, no Paquistão (Pilgrim, 1910; Morgan et al., 2015). Isso sugere que os estágios iniciais da evolução dos pongíneos podem ter ocorrido na África, hipótese sustentada por análises que posicionam *Kenyapithecus wickeri* ($13,7 \pm 0,3$ Ma; Pickford et al., 2006) como Pongine basal (Nengo et al., 2017; Gilbert et al., 2020), embora outros estudos o classifiquem como hominídeo basal (de Vries & Beck, 2023). A divergência entre Ponginae e Homininae estabelece um limite máximo para a dispersão dos pongíneos na Ásia, estimado em 22,2 Ma (Kuderna et al., 2023).

O ramo dos pongíneos foi mais diverso e mais distribuído no passado, com gêneros Mioceno Tardio como *Lufengpithecus* (China) e *Ankarapithecus* (Turquia). incluiu taxas espetaculares como *Gigantopithecus blacki*, o maior primata já registrado. *Gigantopithecus* é conhecido por seus impressionantes tamanhos dentários e mandibulares, com distribuição registrada no Pleistoceno do sul da China e do sudeste asiático (von Koenigswald, 1935; Ciochon et al., 1990). A espécie parece ter ocupado habitats florestais densos e especializado-se em uma dieta baseada em vegetação dura e fibrosa, como bambu, conforme sugerem estudos de desgaste dentário e análise isotópica (Bocherens et al., 2017). A maioria das informações sobre o comportamento e a ecologia dessa espécie é baseada em inferências a partir de fósseis parciais e comparações com primatas modernos, como os gorilas e orangotangos. A extinção do *Gigantopithecus* está provavelmente associada a mudanças climáticas, à diminuição de seu habitat e, talvez, à competição com hominídeos arcaicos como o *Homo erectus* (Ciochon, 2009).

4.4.10. Origens e radiação dos Hominina

Estudos genéticos revelam que os humanos (subtribo Hominina, ou homininos) compartilham aproximadamente 98-99% de seu DNA com os chimpanzés (subtribo Panina, ou paninos), indicando que ambos os grupos descendem de um ancestral comum que viveu

entre 6 a 5 milhões de anos atrás (Perelman et al., 2011), com estimativas mais antigas entre 9 e 7 milhões de anos (Kuderna et al., 2023). A evidência fóssil e anatômica sugere que o ancestral comum entre humanos e chimpanzés possuía adaptações para locomoção arbórea, com mobilidade nos membros superiores e bipedalismo facultativo. O bipedalismo habitual evoluiu posteriormente na linhagem humana, enquanto o nodopedalismo emergiu como uma especialização derivada nos chimpanzés, não representando o estado ancestral compartilhado (Lovejoy, 2009; White et al., 2015). Para os homininos, a evolução do bipedalismo abriu novas possibilidades de locomoção e adaptação a diferentes ambientes, permitindo o uso das mãos para ferramentas e interação social. Essa mudança foi crucial para o desenvolvimento da cultura e da inteligência nos humanos. Assim, a divergência dos hominídeos exemplifica como diferentes pressões seletivas podem levar a trajetórias evolutivas distintas, mesmo entre espécies que compartilham um ancestral comum recente.

Os primeiros hominídeos com possível relação direta com a linhagem que culminou no gênero *Homo* (Hominina) incluem gêneros como *Sahelanthropus* e *Orrorin*. *Sahelanthropus tchadensis*, datado de cerca de 7 milhões de anos atrás, foi encontrado no Chade (Brunett et al., 2002). Sua relevância decorre da combinação de traços morfológicos típicos de primatas bípedes e de símios não humanos. No entanto, tanto seu status como bípede quanto sua afinidade filogenética com os humanos têm gerado debates. Embora o *Sahelanthropus* apresenta um forame magno posicionado mais para a frente do que em primatas não humanos, sugerindo alguma capacidade de bipedalismo, as evidências ainda não são conclusivas. Ainda, alguns estudos sugerem que sua anatomia craniana seja mais próxima à dos gorilas, o que o tornaria o membro mais antigo de Gorillini (Wolpoff et al., 2006).

O gênero *Orrorin* do Quênia inclui a espécie-tipo *O. tugenensis*, descrita por Senut et al (2001), e uma segunda espécie, *O. praegens*, atribuída ao mesmo gênero posteriormente por Pickford et al. (2022), com base em material previamente referido a *Homo* por Ferguson (1989). Datado de cerca de 6 milhões de anos, os fósseis de *Orrorin* incluem fragmentos de fêmur que apresentam características adaptadas para a locomoção bípede, como a forma do colo do fêmur, sugerindo que esse hominídeo andava ereto. Caso *Orrorin* venha a ser confirmado como um ancestral direto dos humanos, alguns paleoantropólogos propõem que formas como *Australopithecus afarensis* (por exemplo, o espécime conhecido como “Lucy”) possam representar uma linhagem colateral dos hominíneos. Isso se deve ao fato de que *Orrorin* é cerca de 3 milhões de anos mais antigo que *A. afarensis* e apresenta maior

semelhança morfológica com o fêmur de *Homo sapiens*, embora esse ponto ainda seja objeto de controvérsia (Balter, 2001). Análises recentes sugerem que *O. tugenensis* ocupava uma posição basal na linhagem hominínea, combinando sinais de bipedalismo primitivo com adaptações arbóreas, possivelmente relacionadas à forrageamento ou à construção de abrigos (Richmond & Jungers, 2008).

Considerando as incertezas filogenéticas de *Sahelanthropus* e *Orrorin*, o gênero *Ardipithecus* é por muitos considerado o primeiro hominídeo participante da linhagem que levou aos humanos, com fósseis que datam de cerca de 4,6 milhões de anos (Kuderna et al., 2023). As características do *Ardipithecus ramidus* incluem um crânio pequeno, dentes que indicam uma dieta variada e uma pelve que sugere capacidade de bipedalismo, embora ainda apresente adaptações para a locomoção arbórea. O famoso fóssil de *Ardipithecus*, conhecido como "Ardi", oferece insights sobre a transição entre os primatas arborícolas e os hominídeos bípedes, destacando uma forma de locomoção que combinava o bipedalismo com a habilidade de se mover nas árvores.

4.4.10.1. O gênero *Australopithecus*

A postura ereta humana está relacionada a uma série de adaptações morfológicas, como a curvatura da coluna vertebral e a modificação da pelve, que são fundamentais para o bipedalismo contínuo. Essas modificações podem ser observadas já de forma plena nos primeiros representantes do gênero *Australopithecus*, que surge no registro fóssil após o *Ardipithecus*. Esses hominídeos representam um clado que floresceu na África durante o Plioceno e início do Pleistoceno, aproximadamente entre 4,2 e 1,9 milhões de anos atrás. Caracterizado por um mosaico de traços morfológicos derivados e arcaicos, *Australopithecus* ocupa uma posição-chave na compreensão da evolução do bipedalismo e da transição para o gênero *Homo* (Kimbrel & Delezene, 2009). As adaptações dos australopitecos, incluindo a morfologia do crânio, dos dentes e da pelve, indicam uma vida tanto terrestre quanto arbórea, com um bipedalismo mais desenvolvido do que em espécies anteriores de hominídeos.

A diversidade morfológica e geográfica observada dentro do gênero sugere uma radiação adaptativa, com ampla gama de adaptações a diferentes ambientes e dietas. Atualmente, são reconhecidas pelo menos seis espécies válidas dentro do gênero, as quais diferem quanto à cronologia, morfologia craniana e pós-craniana, distribuição geográfica e contexto paleoambiental (Wood & Lonergan, 2008; Haile-Selassie et al., 2015). Essa

diversidade significativa ainda não é totalmente compreendida, e novas espécies ainda podem ser descritas nos próximos anos, mostrando que a árvore evolutiva humana foi outrora mais frondosa do que atualmente. A compreensão das relações filogenéticas entre essas espécies continua a ser refinada com a incorporação de novas evidências fósseis e metodologias analíticas, incluindo análise cladística, tomografia computadorizada e estimativas de morfometria geométrica (Dembo et al., 2016).

Australopithecus anamensis é a espécie mais antiga reconhecida até o momento, datando de aproximadamente 4,2 a 3,9 milhões de anos atrás. Seus fósseis foram recuperados principalmente nas regiões de Kanapoi e Allia Bay, no norte do Quênia, e no Médio Awash, Etiópia (Leakey et al., 1995; White et al., 2006). *A. anamensis* exibe uma combinação de traços dentários derivados — como molares espessos e prognatismo reduzido — com uma morfologia pós-craniana que indica bipedalismo habitual, ainda que com capacidades arbóreas residuais (Haile-Selassie, 2021).

Australopithecus afarensis, com idade entre 3,9 e 2,9 milhões de anos, é conhecido a partir de localidades como Hadar, Dikika (ambas na Etiópia) e Laetoli (Tanzânia). Representado por exemplares icônicos como a fêmea “Lucy” (A.L. 288-1, Figura 30), *A. afarensis* apresenta um conjunto anatômico que reflete tanto habilidades locomotoras bípedes quanto adaptações arbóreas (Johanson et al., 1978;) (Figura 31). Pegadas fossilizadas de 3,7 milhões de anos de Laetoli, Tanzânia (Figura 32), representa um hominídeo de caminhada bípede, tentativamente atribuído à *A. afarensis* (Leakey & Hay, 1979). Seu dimorfismo sexual pronunciado e suas arcadas dentárias em forma de U reforçam indicam seu posicionamento como um dos primeiros ramos na árvore filogenética dos *Australopithecus* (Kimbrel et al., 2004). Descoberta em 1974 na Etiópia. Lucy é significativa por sua preservação de 40% dos elementos ósseos e pela idade de aproximadamente 3,2 milhões de anos. Sua descoberta proporcionou evidências diretas de bipedalismo, com uma pelve e membros inferiores que indicam locomoção ereta. O estudo de Lucy e outros australopitecos ajudou a elucidar a evolução do bipedalismo, mostrando que essa característica já estava bem estabelecida antes do surgimento do gênero *Homo*. Assim, Lucy se tornou um ícone na paleontologia, representando um passo importante na compreensão da evolução humana e da adaptação ao ambiente terrestre.



Figura 30. Réplica do esqueleto de Lucy, então no Cleveland Natural History Museum, Ohio, Estados Unidos. Extraído de Wikipedia.

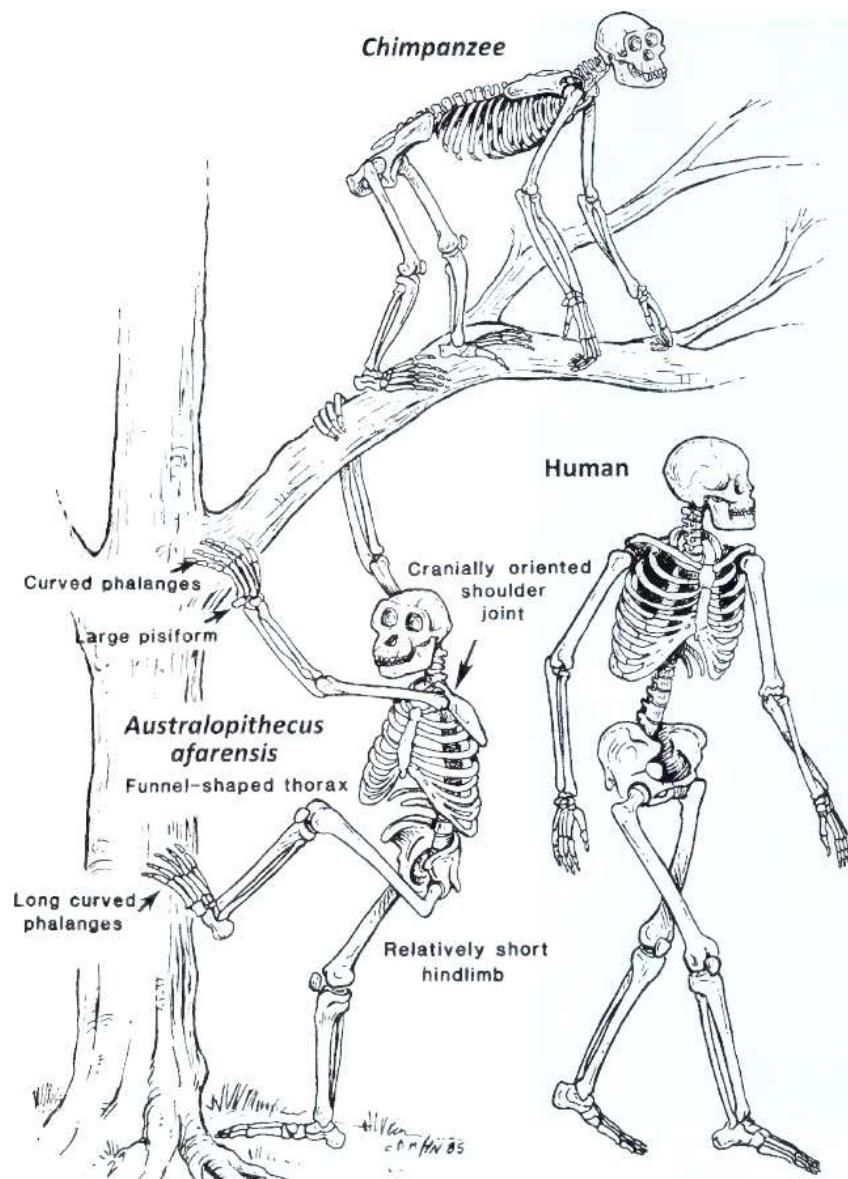


Figura 31. Atributos morfológicos de *Australopithecus afarensis*, indicativos de um comportamento semiarbórico. Extraído de Fleagle (2013).

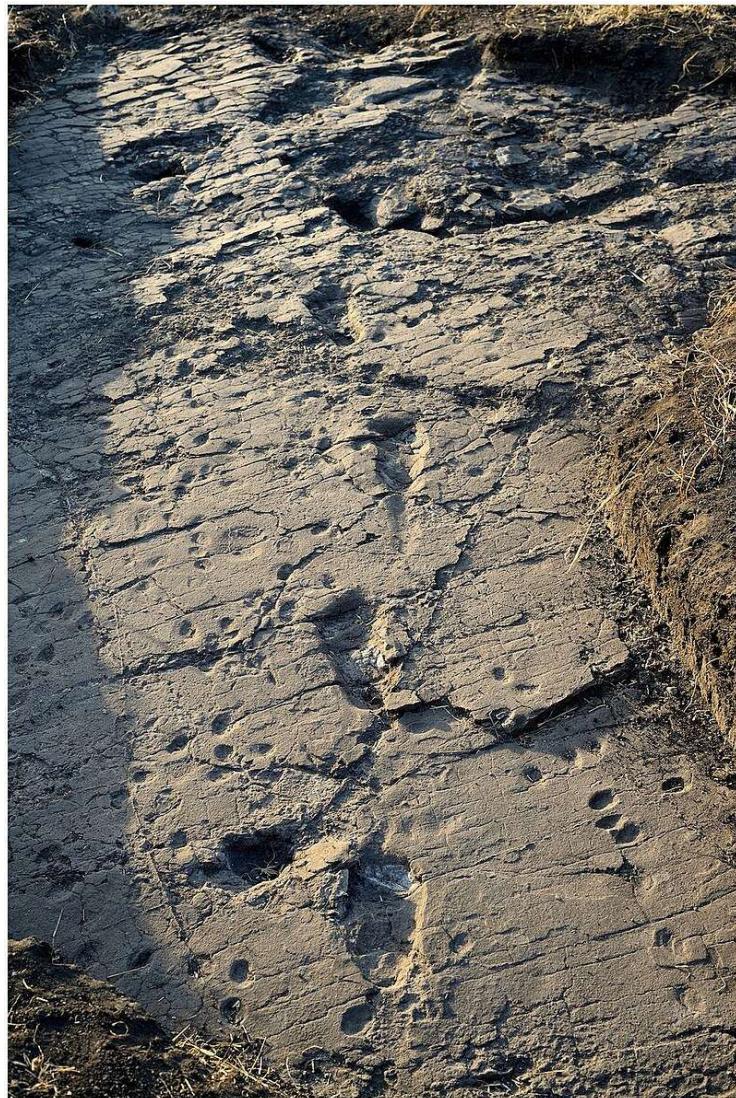


Figura 32. Pista fóssil de Hominina em Laetoli, Tanzânia, atribuídas a *Australopithecus afarensis*. Extraído de Wikipedia.

Australopithecus africanus, endêmico do sul da África e datado entre 3,0 e 2,1 milhões de anos, foi a primeira espécie do gênero descrita, com base no crânio infantil conhecido como “Taung Child” (Dart, 1925). Evidências dos sítios de Sterkfontein, Makapansgat e Gladysvale revelam uma anatomia craniana com neurocrânio levemente mais arredondado, menor prognatismo e maior especialização no aparato mastigatório, além de traços pós-cranianos consistentes com o bipedalismo (Clarke, 1998).

Australopithecus garhi, descrito a partir de materiais do sítio de Bouri, na Etiópia, e datado de aproximadamente 2,5 milhões de anos, destaca-se por sua associação com as primeiras evidências de uso de ferramentas líticas e por apresentar uma morfologia dental robusta e braços proporcionalmente longos (Asfaw et al., 1999). Sua relação filogenética com

os primeiros representantes do gênero *Homo* permanece debatida, sendo por vezes considerado um possível ancestral direto (Semaw et al., 2003).

Australopithecus sediba, descoberto em Malapa, África do Sul, e datado de cerca de 1,98 milhões de anos, possui uma combinação única de características derivadas, como pelve curta e ampla, associada a traços ainda presentes em espécies mais basais, como crânio pequeno e braços longos (Berger et al., 2010; Kivell et al., 2011). Essa morfologia intermediária tem sido interpretada por alguns autores como evidência de uma linhagem transicional entre *Australopithecus* e *Homo* (Churchill et al., 2013).

4.4.10.2. Origem e diversidade do gênero *Homo*

O gênero *Homo* é composto por um conjunto diverso de espécies homininas que compartilham características derivadas relacionadas ao aumento do volume encefálico, complexidade tecnológica e plasticidade ecológica. A origem do gênero remonta ao final do Plioceno ou início do Pleistoceno, com os primeiros representantes surgindo há aproximadamente 2,8–2,5 milhões de anos, provavelmente no leste da África (Villmoare et al., 2015). A evolução de *Homo* é marcada por uma radiação geográfica e morfológica que reflete tanto adaptações locais quanto processos de dispersão e hibridização.

É importante ressaltar que a evolução dos hominídeos e do gênero *Homo* em particular não foi linear, mas sim um processo repleto de ramificações, hibridizações e extinções, com diversas espécies coexistindo em diferentes períodos. Há aproximadamente 150.000 anos, por exemplo, existia uma notável diversidade de espécies de hominídeos, incluindo ancestrais diretos e parentes próximos que habitavam várias regiões do mundo. Essas interações complexas entre as espécies e suas adaptações ao ambiente são fundamentais para entender como os hominídeos evoluíram, levando ao surgimento do *Homo sapiens* e à sua eventual dominância. A análise dos fósseis e das relações filogenéticas revela um panorama dinâmico da evolução, desafiando a ideia de um caminho único e direto.

Homo habilis é tradicionalmente considerado o primeiro representante do gênero, datado entre ~2,4 e 1,5 Ma, com fósseis recuperados principalmente nas regiões de Olduvai e Koobi Fora. Caracteriza-se por um crânio com volume encefálico entre 500 e 700 cm³ e por ferramentas do Modo 1 (Olduvaiense), embora sua taxonomia permaneça controversa, dada a sobreposição morfológica com *Australopithecus* (Leakey et al., 1964; Wood & Collard,

1999). Uma espécie similar, *Homo rudolfensis*, contemporânea de *H. habilis*, é reconhecida por um neurocrânio maior e face mais ortognata. Sua validade como espécie distinta ainda é debatida, com base em fósseis como o crânio KNM-ER 1470 (Leakey, 1973; Antón, 2003).

Com o *Homo erectus*, os homininos iniciam sua saída da África e inauguram uma distribuição afro-euroasiática. *H. erectus* é o primeiro hominino a apresentar proporções corporais modernas, encefalização mais pronunciada (600–1200 cm³, Figura 33) e evidências de controle do fogo e habitação de ambientes diversos (Antón, 2003; Joordens et al., 2015). Seus registros vão de ~1,9 Ma a cerca de 110 mil anos, com variantes regionais como *H. ergaster* (África), *H. erectus sensu stricto* (Ásia), e possíveis descendentes em ilhas do sudeste asiático.



Figura 33. Crânios de *H. erectus*, *H. heidelbergensis*, *H. neanderthalensis* e *H. sapiens* em vistas frontal e lateral. Extraído de Fleagle (2013).

Homo heidelbergensis, surgido há cerca de 700–300 mil anos, é considerado por muitos como o ancestral comum de *H. sapiens*, *H. neanderthalensis* e denisovanos (Figura 34). Essa espécie exibe traços derivados como robustez crâniana, arco superciliar pronunciado e aumento encefálico (Rightmire, 1998). Fósseis atribuídos a essa espécie são encontrados na África e na Europa, incluindo os de Bodo e Atapuerca, na Espanha (Arsuaga et al., 1997). O

famoso homem-de-neandertal (*Homo neanderthalensis*) foi uma espécie avançada de *Homo* restrita ao oeste da Eurásia entre ~400 e 40 mil anos, que desenvolveu adaptações específicas ao clima frio e complexidade cultural notável, incluindo sepultamentos, pigmentos e ferramentas do Modo 3 (musteriense) (Stringer & Gamble, 1993; Pääbo, 2014). A hibridização com *H. sapiens* deixou marcas genómicas nos humanos atuais fora da África (Green et al., 2010).

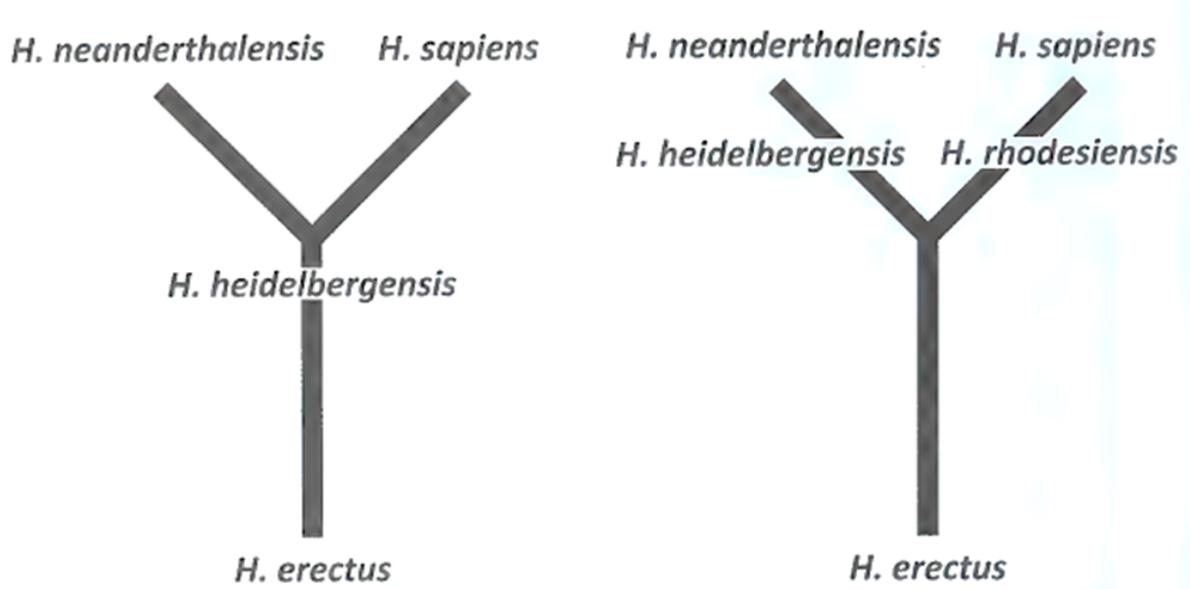


Figura 34. Duas interpretações distintas sobre o papel de *Homo heidelbergensis* no contexto evolutivo humano. Extraído de Fleagle (2013).

Os denisovanos (ainda sem um nome latino formal) são uma linhagem extinta de hominíneos arcaicos, geneticamente distinta de neandertais e *Homo sapiens*, conhecida inicialmente por DNA mitocondrial extraído de uma falange encontrada na caverna de Denisova, Sibéria (Krause et al., 2010). Avanços em paleoproteômica revelaram novos fósseis atribuíveis ao grupo, como as mandíbulas de Xiahe, no Tibete (Chen et al., 2019), e de Penghu, Taiwan (Tsutaya et al., 2025), ampliando sua distribuição geográfica para ambientes tropicais e litorâneos. A mandíbula de Penghu, datada em mais de 50 mil anos (Grün & Stringer, 2023), foi identificada como pertencente a um indivíduo do sexo masculino com base em variações específicas de aminoácidos, compatíveis com sequências da caverna de Denisova. Essas descobertas indicam que os denisovanos habitaram ampla faixa da Ásia durante o Pleistoceno, adaptando-se a diversos ambientes. Estudos paleogenômicos revelam que os denisovanos coexistiram com neandertais e humanos anatomicamente modernos, com os quais se cruzaram em múltiplos eventos (Slon et al., 2018). Traços genéticos de

denisovanos persistem nas populações modernas da Oceania, Ásia Oriental e Sudeste Asiático, sugerindo uma ampla distribuição geográfica, estendendo-se da Sibéria até a Indonésia (Reich et al., 2011; Jacobs et al., 2019).

Outras espécies enigmáticas, como *Homo floresiensis* (Indonésia, ~100–50 mil anos) e *Homo luzonensis* (Filipinas, ~67 mil anos), demonstram que o gênero *Homo* abrigou morfologias diversas e histórias evolutivas regionais complexas, possivelmente derivadas de populações arcaicas insulares de *H. erectus* ou formas ainda mais ancestrais (Brown et al., 2004; Detroit et al., 2019). *Homo naledi*, do sistema de cavernas Rising Star, África do Sul (~335–236 mil anos), representa uma combinação de traços primitivos e derivados em contexto geologicamente recente, levantando hipóteses sobre linhagens relictuais coexistindo com *H. sapiens* (Berger et al., 2015; Hawks et al., 2017).

4.4.10.3. Surgimento e Atributos do *Homo sapiens*

Os fósseis mais antigos atribuídos com segurança a *Homo sapiens* foram encontrados no sítio de Jebel Irhoud, no Marrocos (Figura 35), com uma idade estimada de aproximadamente 315 mil anos, com base em datações por termoluminescência e U-Th (Hublin et al., 2017). O material fóssil inclui crânios, mandíbulas, dentes e ossos pós-cranianos, e sua descoberta é significativa por sugerir que *Homo sapiens* surgiu antes e fora da tradicional região da África Oriental, apontando para uma origem mais ampla e pan-africana da nossa espécie (Hublin et al., 2017).

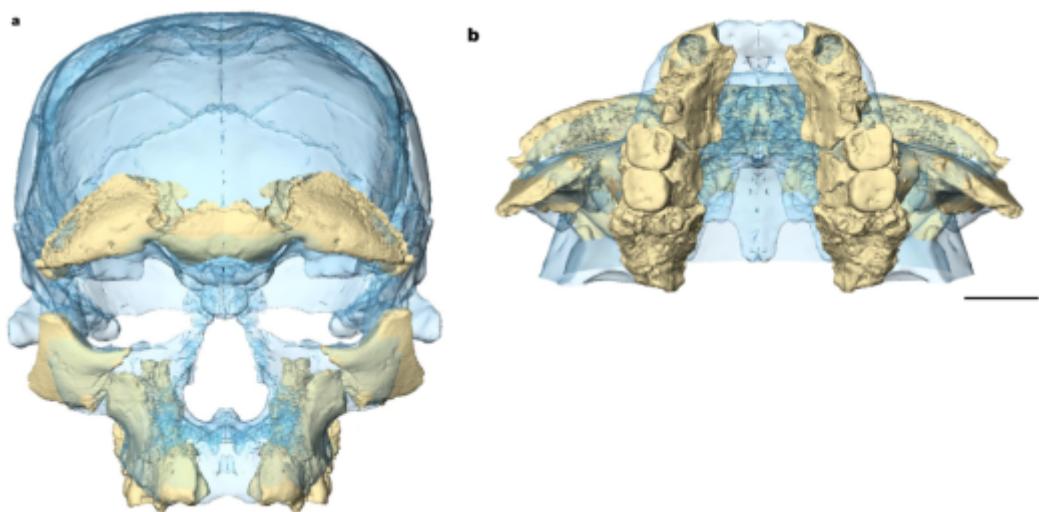


Figura 35. Jebel Irhoud-10, o mais antigo crânio de *Homo sapiens*.

Fósseis de *Homo sapiens* podem ser reconhecidos por apresentarem um crânio maior e mais arredondado, com um rosto menos proeminente e um queixo definido. Essas adaptações cranianas são associadas a um aumento na capacidade cerebral, permitindo funções cognitivas mais complexas. Além disso, os *Homo sapiens* possuem um corpo mais esbelto e membros proporcionais, favorecendo a locomoção e a agilidade.

No que diz respeito às características cognitivas, os *Homo sapiens* desenvolveram comportamentos sofisticados, como o enterro dos mortos, uma prática que sugere crenças religiosas ou rituais. A confecção de ferramentas de pedra cada vez mais complexas, como lâminas e pontas de flecha, demonstra habilidades manuais e de planejamento avançadas. A arte rupestre, encontrada em cavernas ao redor do mundo, é uma expressão criativa que reflete a capacidade de simbolização e comunicação abstrata. Essas habilidades principais, como a capacidade de planejamento, raciocínio abstrato e a criação de sistemas de linguagem complexos, diferenciam os *Homo sapiens* de outros hominídeos, permitindo-lhes não apenas sobreviver, mas prosperar em uma variedade de ambientes e culturas.

As teorias sobre a evolução e migração dos humanos anatomicamente modernos, ou *Homo sapiens*, são amplamente discutidas, com as principais hipóteses sendo a "Fora da África" e a "Multirregional". A hipótese "Fora da África" sugere que os humanos modernos surgiram na África e, posteriormente, migraram para outras partes do mundo, substituindo as populações locais de hominídeos, como os Neandertais, ao longo do caminho. Essa teoria é apoiada por evidências genéticas, que mostram que a maior parte da diversidade genética da espécie humana é encontrada na África, sugerindo uma origem africana para os primeiros humanos modernos. Estudos de DNA antigo também sugerem que as populações fora da África possuem uma menor diversidade genética, o que apoia a ideia de uma migração relativamente recente de um grupo restrito de humanos modernos. Por outro lado, a hipótese "Multirregional" propõe que os humanos modernos surgiram de forma simultânea em várias regiões do mundo, a partir de populações locais de hominídeos. Segundo essa hipótese, o fluxo gênico entre essas populações teria contribuído para a evolução do *Homo sapiens* como um grupo interconectado.

As evidências que suportam a hipótese "Fora da África" incluem não apenas estudos genéticos, mas também descobertas fósseis que datam o surgimento do *Homo sapiens* na África e evidências de ferramentas de pedra e arte que mostram um desenvolvimento cultural mais avançado nesse continente. A dispersão global dos humanos anatomicamente modernos

é pensada para ter ocorrido em várias ondas migratórias, a partir de cerca de 60.000 a 70.000 anos atrás, quando grupos de *Homo sapiens* começaram a se espalhar pela Ásia, Europa e além, adaptando-se aos novos ambientes e, eventualmente, se estabelecendo em todas as partes do mundo. Assim, a hipótese "Fora da África" se tornou a mais aceita entre os especialistas, especialmente à luz das evidências genéticas e fósseis que corroboram uma origem africana e uma dispersão global dos humanos modernos.

4.4.10.4. Rota, Cronograma das Migrações Humanas e Dispersões Humanas

As migrações humanas, particularmente dos *Homo sapiens*, foram moldadas por conexões geográficas e rotas migratórias que facilitaram a dispersão global. Duas das principais passagens que permitiram a migração dos humanos modernos da África para outras partes do mundo foram o Estreito de Suez e o Bab-el-Mandeb. As migrações bem-sucedidas dos *Homo sapiens* ocorreram em direção à Europa e à Ásia, onde se adaptaram e coexistiram com as populações locais, como os Neandertais. Além disso, a colonização das ilhas do Pacífico e da Austrália representa conquistas significativas. Contudo, também houve tentativas malsucedidas, especialmente em regiões afetadas por condições climáticas adversas ou pela competição com outras espécies de hominídeos, que resultaram em extinções ou deslocamentos.

As evidências arqueológicas e genéticas são fundamentais para mapear essa dispersão humana. Fósseis, ferramentas de pedra e arte rupestre encontrados em diversas localidades ajudam a traçar as rotas migratórias. Estudos genéticos, que analisam a diversidade do DNA mitocondrial, indicam os caminhos percorridos pelos humanos ao longo do tempo. A análise de restos humanos antigos oferece informações sobre adaptações a diferentes ambientes e interações entre populações distintas.

O impacto da genética na compreensão da migração humana tem sido significativo, oferecendo novas perspectivas sobre as origens e dispersões dos *Homo sapiens*. As análises filogenéticas e o uso do relógio molecular permitem aos pesquisadores rastrear relações evolutivas entre diferentes populações humanas, calculando o tempo de divergência a partir de dados genéticos. Essas abordagens ajudam a estabelecer uma linha do tempo das migrações, revelando quando e como as populações se separaram ao longo da história. Uma das descobertas mais notáveis é a identificação de divergências genéticas entre populações africanas e não africanas. Como vimos, a maior diversidade genética se encontra em

populações africanas, sugerindo que os humanos modernos se originaram na África e que as populações fora do continente descendem de um grupo relativamente pequeno que migrou para fora há cerca de 60.000 a 70.000 anos. Essa redução da diversidade genética fora da África indica um efeito fundador, onde um pequeno número de indivíduos coloniza novas áreas, resultando em menos variação genética. As análises genéticas também mostram que os humanos se dispersaram pela Europa entre 40.000 e 30.000 anos atrás, interagindo com populações locais de Neandertais e contribuindo para a diversidade genética moderna.

Além disso, o sequenciamento genético revela conexões entre populações, indicando que a migração não foi um processo linear, mas uma série de movimentos complexos e interações entre grupos. Essas evidências reforçam a ideia de que a história das migrações humanas é caracterizada por um entrelaçamento de culturas e uma rica tapeçaria de experiências humanas ao longo do tempo. Evidências sugerem que, durante as migrações, os *Homo sapiens* cruzaram-se com Neandertais e Denisovanos, resultando em uma troca de material genético que impactou as populações humanas modernas. Estudos genéticos indicam que a maioria das populações não africanas modernas carrega entre 1% e 2% de DNA neandertal. Essa herança genética está associada a várias características, incluindo aspectos do sistema imunológico e adaptações a diferentes ambientes. O DNA denisovano, embora menos estudado, também foi identificado em populações do Sudeste Asiático e da Oceania, contribuindo para a diversidade genética dessas populações. Essas descobertas levaram a uma reavaliação das hipóteses multirregionais de evolução humana. A teoria multirregional propõe que os humanos modernos evoluíram de várias populações de hominídeos em diferentes regiões, com um fluxo contínuo de genes entre elas. No entanto, a evidência de cruzamentos entre *Homo sapiens* e outros hominídeos sugere que a história da evolução humana é mais complexa do que uma simples separação em linhas evolutivas. As interações entre essas populações, incluindo cruzamentos, podem ter sido fatores significativos na formação do genoma moderno (Richter et al., 2017).

Arqueologicamente, a presença humana em diferentes partes do mundo é documentada por meio de fósseis, ferramentas de pedra e artefatos culturais. No Sudeste Asiático, por exemplo, foram encontrados vestígios de atividades humanas que datam de cerca de 45.000 anos atrás, incluindo ferramentas de pedra sofisticadas que indicam um comportamento complexo e adaptável. Na Austrália, a evidência de ocupação humana é ainda

mais antiga, com sítios que sugerem a presença de *Homo sapiens* há aproximadamente 65.000 anos.

GLOSSÁRIO

Adapiformes: É um grupo extinto de primatas que viveu durante o Eoceno, aproximadamente entre 56 e 33 milhões de anos atrás. Eles são considerados parentes próximos dos primatas modernos e frequentemente classificados como parte do grupo conhecido como eu primatas. Os adapiformes eram predominantemente arborícolas e se assemelhavam a lêmures, com características como membros adaptados para a locomoção em árvores e um olfato relativamente desenvolvido. Sua diversidade inclui várias espécies, algumas das quais tinham adaptações para dietas específicas, como folívoros (comedores de folhas). O estudo dos adapiformes fornece importantes insights sobre a evolução e a adaptação dos primatas ao longo do tempo.

Análises filogenéticas: São métodos utilizados para inferir as relações evolutivas entre diferentes espécies, organismos ou genes, com base em suas características genéticas, morfológicas e/ou moleculares. O objetivo dessas análises é reconstruir a "árvore filogenética", que representa a história evolutiva e os pontos de divergência entre os grupos estudados.

Arborícola: Refere-se a organismos, especialmente animais e plantas, que vivem predominantemente nas árvores. No contexto zoológico, descreve espécies que passaram por adaptações para habitar, se mover e se alimentar em ambientes arbóreos, como primatas, aves, insetos e alguns mamíferos. Essas adaptações podem incluir garras, caudas preênsis, membros longos ou fortes, e habilidades de escalada. O termo também pode ser aplicado em botânica para plantas que crescem nas árvores, como epífitas.

Bipedalismo: Refere-se a um organismo ou espécie que se locomove predominantemente de forma bípede, ou seja, utilizando duas pernas para caminhar ou correr. Esse tipo de locomoção é uma característica chave de várias espécies, incluindo os seres humanos e algumas aves,

além de surgir de forma ocasional em outros animais. Nos seres humanos, o bipedalismo está associado a várias adaptações anatômicas, como uma pelve modificada, a coluna vertebral em forma de "S", e membros inferiores alongados. O bipedalismo é um marco importante na evolução dos hominídeos, diferenciando-os de outros primatas quadrúpedes e permitindo o uso eficiente das mãos para ferramentas e outros comportamentos complexos.

Caudas preênseis: São caudas especializadas que permitem a manipulação e a aderência a objetos, geralmente encontradas em algumas espécies de primatas e outros animais arbóreos. Essas caudas são altamente musculosas e adaptadas para agarrar, funcionando como um quinto membro. A habilidade de utilizar a cauda para se segurar em galhos ou suportar o peso do corpo enquanto se movimentam em ambientes arbóreos é uma adaptação crucial para a vida nas árvores. Exemplos de animais que possuem caudas preênseis incluem algumas espécies de macacos do Novo Mundo, como os macacos-aranha e os bugios.

Cintura escapular: Também conhecida como cintura peitoral, é o conjunto de ossos que conecta os membros superiores (braços) ao esqueleto axial em vertebrados. Nos humanos e outros primatas, ela é composta por dois ossos principais: a escápula (ou omoplata) e a clavícula. A cintura escapular proporciona uma base estável para a articulação dos membros superiores, permitindo uma ampla gama de movimentos, como elevação, rotação e abdução do braço. Em animais quadrúpedes e primatas arborícolas, ela é crucial para suportar a locomoção e manipulação de objetos, fornecendo suporte muscular e flexibilidade nos movimentos dos braços e ombros.

Denisovanos: São um grupo extinto de hominídeos conhecidos a partir de fósseis encontrados na Caverna de Denisova, na Sibéria, datando de aproximadamente 300.000 a 50.000 anos atrás. Eles são considerados parentes próximos dos neandertais e dos humanos modernos (*Homo sapiens*), tendo compartilhado um ancestral comum, sendo provavelmente a espécie *Homo heidelbergensis*. Essa espécie, que viveu entre cerca de 700.000 e 300.000 anos atrás, é considerada um antepassado comum de várias linhagens de hominídeos, incluindo os Neandertais, os Denisovanos e os humanos modernos.

DNA mitocondrial (mtDNA): É o material genético localizado nas mitocôndrias, organelas celulares responsáveis pela produção de energia nas células. Diferente do DNA nuclear, que é herdado de ambos os pais, o DNA mitocondrial é transmitido exclusivamente pela linhagem materna, já que o óvulo contribui com as mitocôndrias para o embrião, enquanto o espermatozoide não.

Fluxo gênico: É o processo pelo qual ocorre a transferência de material genético entre populações ou grupos de uma mesma espécie, promovendo a troca de genes através da reprodução. Esse processo mantém ou aumenta a variabilidade genética dentro das populações, contribuindo para a adaptação e a evolução. O fluxo gênico ocorre quando indivíduos de diferentes populações se cruzam e transmitem suas características genéticas para as gerações futuras.

Genoma: Refere-se ao conjunto completo de material genético de um organismo, incluindo todos os seus genes e sequências de DNA ou RNA (no caso de alguns vírus). O genoma contém todas as informações hereditárias necessárias para o desenvolvimento, funcionamento, crescimento e reprodução de um organismo. Em organismos eucariotos, como plantas e animais, o genoma é composto por DNA e está organizado em cromossomos, localizados principalmente no núcleo celular, com exceção do DNA mitocondrial (ou cloroplastos, em plantas).

Haplorrhini: É uma subordem de primatas que inclui os macacos, grandes símios (como gorilas e chimpanzés) e os humanos, além dos társios. Em contraste com os Strepsirrhini, os Haplorrhini não possuem o focinho úmido (rinário) e, portanto, têm um olfato menos apurado. Eles apresentam cérebros mais desenvolvidos e complexos, com maior ênfase na visão, o que inclui a ausência da membrana refletora (tapetum lucidum) e uma visão binocular e em cores. Essa subordem é dividida em dois grandes grupos: os Platyrhini (macacos do Novo Mundo) e os Catarrhini (macacos do Velho Mundo e hominoides).

Mar Vermelho: É um corpo de água localizado entre o nordeste da África e a Península Arábica, conectando-se ao Mar Mediterrâneo pelo Canal de Suez e ao Oceano Índico pelo Estreito de Bab-el-Mandeb e o Golfo de Áden. Ele se estende por cerca de 2.250 km e é conhecido por sua grande profundidade e alta salinidade, além de ser um dos mares mais quentes do mundo. O Mar Vermelho também é famoso por sua rica biodiversidade, com uma grande variedade de corais, peixes e outros organismos marinhos, tornando-se um destino popular para mergulho.

Máximo Térmico do Paleoceno-Eoceno (MTP-E): Foi um evento climático significativo que ocorreu durante o início da era Cenozoica, aproximadamente entre 56 e 48 milhões de anos atrás. Este período é caracterizado por um aquecimento global acentuado, que resultou em temperaturas médias significativamente mais altas em comparação com os níveis anteriores, afetando tanto os oceanos quanto as terras emergidas.

Neandertais: Foram uma espécie extinta de hominídeos que viveram na Europa e em partes da Ásia ocidental entre aproximadamente 400.000 e 40.000 anos atrás. Eles são os parentes mais próximos dos humanos modernos (*Homo sapiens*), com quem compartilhavam um ancestral comum. Os neandertais tinham uma estrutura corporal robusta, com ossos fortes e musculosos, crânios alongados, arcadas supraorbitais pronunciadas e um cérebro comparável em tamanho ao dos humanos modernos.

Polegar oponível: É uma característica anatômica em que o polegar pode ser movimentado de forma a tocar ou se aproximar da ponta dos outros dedos da mesma mão. Essa adaptação permite maior destreza e habilidade na manipulação de objetos, sendo crucial para tarefas como agarrar, segurar e usar ferramentas. É encontrada em primatas, incluindo os humanos, e em algumas outras espécies.

Primates: São uma ordem de mamíferos que inclui lêmures, târsios, macacos e grandes símios (como gorilas, chimpanzés e humanos). Eles compartilham características como visão binocular, mãos e pés preênsis, polegares oponíveis, cérebros relativamente grandes e longos

períodos de desenvolvimento. Os primatas se dividem em dois subgrupos principais: Strepsirrhini (lêmures e lorises) e Haplorrhini (macacos e símios, incluindo os humanos).

Proconsul: É um gênero extinto de primatas que viveu no Mioceno (aproximadamente entre 23 e 5 milhões de anos atrás) e é considerado um dos primeiros hominoides. Seus fósseis foram encontrados principalmente na África Oriental. O *Proconsul* apresenta características que o colocam em um ponto intermediário entre os macacos e os grandes símios, como um crânio e dentes semelhantes aos de símios modernos, mas com um corpo que ainda conserva adaptações para a locomoção quadrúpede em árvores.

Rinário: É uma estrutura anatômica úmida localizada na ponta do nariz de alguns mamíferos, como cães, gatos e certos primatas (como os lêmures). O rinário está associado ao olfato e ajuda a melhorar a sensibilidade ao cheiro. Nos primatas Strepsirrhini, essa característica está presente, enquanto nos Haplorrhini (incluindo humanos), ela está ausente, refletindo uma menor dependência do olfato e maior ênfase na visão.

Strepsirrhini: É uma subordem de primatas que inclui lêmures, lorises e gálagos. Eles possuem características primitivas em comparação com os Haplorrhini, como o focinho úmido (rinário), um maior sentido de olfato e visão noturna, muitas vezes auxiliada pela presença de uma membrana refletora nos olhos (tapetum lucidum). Os Strepsirrhini são amplamente arborícolas e têm adaptações para a vida em árvores, como dedos longos e unhas especializadas.

Tapetum lucidum: É uma camada refletora presente na retina de alguns animais, incluindo muitos mamíferos noturnos, como lêmures e gatos. Essa estrutura melhora a visão em ambientes de baixa luminosidade, refletindo a luz que passa pela retina de volta para as células fotossensíveis, aumentando a sensibilidade visual. No entanto, ela está ausente em muitos primatas diurnos, como os Haplorrhini, incluindo humanos.

Visão binocular: É a capacidade de perceber um único campo visual tridimensional ao combinar as imagens captadas por ambos os olhos. Esse tipo de visão permite melhor percepção de profundidade e distância, sendo crucial para a coordenação motora e habilidades como caça, locomoção e manipulação de objetos. A visão binocular é uma característica bem desenvolvida nos primatas, refletindo sua adaptação a um ambiente arborícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba, D. M. (2012). Fossil apes from the vallès-penedès basin. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 21(6), 254-269.
- Ankel-Simons, F. (2000). *Primate anatomy: an introduction*. Academic Press.
- Antón, S. C. (2003). Natural history of *Homo erectus*. *American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists*, 122(S37), 126-170.
- Arsuaga, J. L., Martínez, I., Gracia, A., Carretero, J. M., Lorenzo, C., García, N., & Ortega, A. I. (1997). Sima de los huesos (Sierra de Atapuerca, Spain). The site. *Journal of Human Evolution*, 33(2-3), 109-127.
- Asfaw, B., White, T., Lovejoy, O., Latimer, B., Simpson, S., & Suwa, G. (1999). *Australopithecus garhi*: a new species of early hominid from Ethiopia. *Science*, 284(5414), 629-635.
- Balter, M. (2001). Scientists spar over claims of earliest human ancestor.
- Hartwig, W. C. (Ed.). (2002). *The primate fossil record* (Vol. 33). Cambridge University Press.
- Beard, K. C. (1998). A NEW GENUS OF Tarsiidae (MAMMALIA: PRIMATES) FROM. *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History*, 34, 260-277.
- Begun, D. R. (2003). Planet of the apes. *Scientific American*, 289(2), 74-83.

Berger, L. R., De Ruiter, D. J., Churchill, S. E., Schmid, P., Carlson, K. J., Dirks, P. H., & Kibii, J. M. (2010). *Australopithecus sediba*: a new species of Homo-like australopith from South Africa. *science*, 328(5975), 195-204.

Berger, L. R., Hawks, J., de Ruiter, D. J., Churchill, S. E., Schmid, P., Delezene, L. K., ... & Zipfel, B. (2015). *Homo naledi*, a new species of the genus *Homo* from the Dinaledi Chamber, South Africa. *elife*, 4, e09560.

Bloch, J. I., Silcox, M. T., Boyer, D. M., & Sargis, E. J. (2007). New Paleocene skeletons and the relationship of plesiadapiforms to crown-clade primates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(4), 1159-1164.

Bocherens, H., Schrenk, F., Chaimanee, Y., Kullmer, O., Mörike, D., Pushkina, D., & Jaeger, J. J. (2017). Flexibility of diet and habitat in Pleistocene South Asian mammals: implications for the fate of the giant fossil ape *Gigantopithecus*. *Quaternary International*, 434, 148-155.

Bond, M., Tejedor, M. F., Campbell Jr, K. E., Chornogubsky, L., Novo, N., & Goin, F. (2015). Eocene primates of South America and the African origins of New World monkeys. *Nature*, 520(7548), 538-541.

Gibson, K. R. (2010). THE RISE OF HOMO SAPIENS: THE EVOLUTION OF MODERN THINKING. Edited by Frederick L. Coolidge and Thomas Wynn. Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell. 2009. 308 pp. ISBN 978-1-405-15254-9 \$89.95 (hardcover). Modern working-memory capacities and executive func.

Boyer, D. M., Maiolino, S. A., Holroyd, P. A., Morse, P. E., & Bloch, J. I. (2018). Oldest evidence for grooming claws in euprimates.

Brown, P., Sutikna, T., Morwood, M. J., Soejono, R. P., Jatmiko, Wayhu Sapomo, E., & Awe Due, R. (2004). A new small-bodied hominin from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia. *Nature*, 431(7012), 1055-1061.

Brunet, M., Guy, F., Pilbeam, D., Mackaye, H. T., Likius, A., Ahounta, D., ... & Zollikofer, C. (2002). A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa. *Nature*, 418(6894), 145-151.

Chaimanee, Y., Lebrun, R., Yamee, C., & Jaeger, J. J. (2011). A new Middle Miocene tarsier from Thailand and the reconstruction of its orbital morphology using a geometric-morphometric method. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1714), 1956-1963.

Chen, F., Welker, F., Shen, C. C., Bailey, S. E., Bergmann, I., Davis, S., ... & Hublin, J. J. (2019). A late middle Pleistocene Denisovan mandible from the Tibetan Plateau. *nature*, 569(7756), 409-412.

Chester, S. G., Bloch, J. I., Boyer, D. M., & Clemens, W. A. (2015). Oldest known euarchontan tarsals and affinities of Paleocene Purgatorius to Primates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(5), 1487-1492.

Churchill, S. E., Holliday, T. W., Carlson, K. J., Jashashvili, T., Macias, M. E., Mathews, S., ... & Berger, L. R. (2013). The upper limb of Australopithecus sediba. *Science*, 340(6129), 1233477.

Ciochon, R. L. (2009). The mystery ape of Pleistocene Asia. *Nature*, 459(7249), 910-911.

Ciochon, R. L., Piperno, D. R., & Thompson, R. G. (1990). Opal phytoliths found on the teeth of the extinct ape Gigantopithecus blacki: implications for paleodietary studies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87(20), 8120-8124.

Clarke, R. J. (1998). First ever discovery of a well-preserved skull and associated skeleton of Australopithecus. *South African Journal of Science*, 94(10), 460-463.

Connour, J. R., Glander, K., & Vincent, F. (2000). Postcranial adaptations for leaping in primates. *Journal of Zoology*, 251(1), 79-103.

Dammhahn, M., & Kappeler, P. M. (2008). Small-scale coexistence of two mouse lemur species (*Microcebus berthae* and *M. murinus*) within a homogeneous competitive environment. *Oecologia*, 157, 473-483.

Dart, R. A. (1968). Australopithecus Africanus: the man ape of South Africa. *South African Journal of Science*, 64(2), 51.

de Vries, D., & Beck, R. (2023). Twenty-five well-justified fossil calibrations for primate divergences. *Palaeontologia Electronica*, 26(1).

Delbarco-trillo, J., Burkert, B. A., Goodwin, T. E., & Drea, C. M. (2011). Night and day: the comparative study of strepsirrhine primates reveals socioecological and phylogenetic patterns in olfactory signals. *Journal of evolutionary biology*, 24(1), 82-98.

Delbarco-trillo, J., Burkert, B. A., Goodwin, T. E., & Drea, C. M. (2011). Night and day: the comparative study of strepsirrhine primates reveals socioecological and phylogenetic patterns in olfactory signals. *Journal of evolutionary biology*, 24(1), 82-98.

Dembo, M., Radovčić, D., Garvin, H. M., Laird, M. F., Schroeder, L., Scott, J. E., ... & Collard, M. (2016). The evolutionary relationships and age of *Homo naledi*: An assessment using dated Bayesian phylogenetic methods. *Journal of Human Evolution*, 97, 17-26.

Demes, B., & O'Neill, M. C. (2013). Ground reaction forces and center of mass mechanics of bipedal capuchin monkeys: implications for the evolution of human bipedalism. *American Journal of Physical Anthropology*, 150(1), 76-86.

Demes, B., Jungers, W. L., Gross, T. S., & Fleagle, J. G. (1995). Kinetics of leaping primates: influence of substrate orientation and compliance. *American Journal of Physical Anthropology*, 96(4), 419-429.

Dunbar, R. I. (2003). The social brain: mind, language, and society in evolutionary perspective. *Annual review of Anthropology*, 32(1), 163-181.

Epstein, R. A., & Baker, C. I. (2019). Scene perception in the human brain. *Annual review of vision science*, 5(1), 373-397.

Fernández, D., Kerhoas, D., Dempsey, A., Billany, J., McCabe, G., & Argirova, E. (2022). The current status of the world's primates: Mapping threats to understand priorities for primate conservation. *International Journal of Primatology*, 43(1), 15-39.

Ferguson, W. W. (1989). Taxonomic status of the hominid mandible KNM-ER TI 13150 from the middle pliocene of tabarin, in Kenya. *Primates*, 30, 383-387.

Finstermeier, K., Zinner, D., Brameier, M., Meyer, M., Kreuz, E., Hofreiter, M., & Roos, C. (2013). A mitogenomic phylogeny of living primates. *PloS one*, 8(7), e69504.

Fleagle, J. G., Baden, A. L., & Gilbert, C. C. (2024). *Primate adaptation and evolution*. Academic press.

Fox, R. C., & Scott, C. S. (2011). A new, early Puercan (earliest Paleocene) species of *Purgatorius* (Plesiadapiformes, primates) from Saskatchewan, Canada. *Journal of Paleontology*, 85(3), 537-548.

Franzen, J. L., Gingerich, P. D., Habersetzer, J., Hurum, J. H., Von Koenigswald, W., & Smith, B. H. (2009). Complete primate skeleton from the middle Eocene of Messel in Germany: morphology and paleobiology. *PLoS one*, 4(5), e5723.

Hartwig, W. C. (Ed.). (2002). *The primate fossil record* (Vol. 33). Cambridge University Press.

Gilbert, C. C., Ortiz, A., Pugh, K. D., Campisano, C. J., Patel, B. A., Singh, N. P., ... & Patnaik, R. (2020). New Middle Miocene ape (Primates: Hylobatidae) from Ramnagar, India fills major gaps in the hominoid fossil record. *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1934), 20201655.

Gingerich, P. D. (1989). New earliest Wasatchian mammalian fauna from the Eocene of northwestern Wyoming: composition and diversity in a rarely sampled high-floodplain assemblage.

Gommery, D., Senut, B., Pickford, M., Nishimura, T. D., & Kipkech, J. (2022). The Late Miocene colobine monkeys from Aragai (Lukeino Formation, Tugen Hills, Kenya). *Geodiversitas*, 44(16), 471-504.

Green, R. E., Krause, J., Briggs, A. W., Maricic, T., Stenzel, U., Kircher, M., ... & Pääbo, S. (2010). A draft sequence of the Neandertal genome. *science*, 328(5979), 710-722.

Groves, C. (2018). Primate taxonomy. *The International Encyclopedia of Biological Anthropology*, 1-6.

Groves, C., & Shekelle, M. (2010). The genera and species of Tarsiidae. *International Journal of Primatology*, 31, 1071-1082.

Grün, R., & Stringer, C. (2023). Direct dating of human fossils and the ever-changing story of human evolution. *Quaternary Science Reviews*, 322, 108379.

- GF, G. (2002). Tarsiiformes: evolutionary history and adaptation. *The primate fossil record*.
- Gunnell, G. F., Boyer, D. M., Friscia, A. R., Heritage, S., Manthi, F. K., Miller, E. R., ... & Seiffert, E. R. (2018). Fossil lemurs from Egypt and Kenya suggest an African origin for Madagascar's aye-aye. *Nature communications*, 9(1), 3193.
- Haile-Selassie, Y. (2021). From trees to the ground: The significance of *Australopithecus anamensis* in human evolution. *Journal of Anthropological Research*, 77(4), 457-482.
- Haile-Selassie, Y., Gibert, L., Melillo, S. M., Ryan, T. M., Alene, M., Deino, A., ... & Saylor, B. Z. (2015). New species from Ethiopia further expands Middle Pliocene hominin diversity. *Nature*, 521(7553), 483-488.
- Harrison, T. (2010). Dendropithecoidea, proconsuloidea, and hominoidea. *Cenozoic mammals of Africa*, 429-469.
- Harrison, T. (2016). Miocene primates. *The International Encyclopedia of Primatology*, 1-5.
- Hawks, J., Elliott, M., Schmid, P., Churchill, S. E., Ruiter, D. J. D., Roberts, E. M., ... & Berger, L. R. (2017). New fossil remains of *Homo naledi* from the Lesedi Chamber, South Africa. *Elife*, 6, e24232.
- Herrera, J. P., & Dávalos, L. M. (2016). Phylogeny and divergence times of lemurs inferred with recent and ancient fossils in the tree. *Systematic Biology*, 65(5), 772-791.
- Houle, A. (1999). The origin of platyrhines: an evaluation of the Antarctic scenario and the floating island model. *American Journal of Physical Anthropology*, 109(4), 541–559. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(199908\)109:4<541::AID-AJPA9>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(199908)109:4<541::AID-AJPA9>3.0.CO;2-L).
- Hublin, J. J., Ben-Ncer, A., Bailey, S. E., Freidline, S. E., Neubauer, S., Skinner, M. M., ... & Gunz, P. (2017). New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of *Homo sapiens*. *Nature*, 546(7657), 289-292.
- Hublin, J. J., Ben-Ncer, A., Bailey, S. E., Freidline, S. E., Neubauer, S., Skinner, M. M., ... & Gunz, P. (2017). New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of *Homo sapiens*. *Nature*, 546(7657), 289-292.

Jacobs, G. S., Hudjashov, G., Saag, L., Kusuma, P., Darusallam, C. C., Lawson, D. J., ... & Cox, M. P. (2019). Multiple deeply divergent Denisovan ancestries in Papuans. *Cell*, 177(4), 1010-1021.

Jameson, N. M., Hou, Z. C., Sterner, K. N., Weckle, A., Goodman, M., Steiper, M. E., & Wildman, D. E. (2011). Genomic data reject the hypothesis of a prosimian primate clade. *Journal of Human Evolution*, 61(3), 295-305.

Janecka, J. E., Miller, W., Pringle, T. H., Wiens, F., Zitzmann, A., Helgen, K. M., ... & Murphy, W. J. (2007). Molecular and genomic data identify the closest living relative of primates. *Science*, 318(5851), 792-794.

Johanson, D. C. (1978). A new species of the genus *Australopithecus* (Primates: Hominidae) from the Pliocene of eastern Africa. *Kirtlandia*, 28, 1-14.

Joordens, J. C., d'Errico, F., Wesselingh, F. P., Munro, S., De Vos, J., Wallinga, J., ... & Roebroeks, W. (2015). *Homo erectus* at Trinil on Java used shells for tool production and engraving. *Nature*, 518(7538), 228-231.

Kappeler, P. M., & Pereira, M. E. (Eds.). (2003). *Primate life histories and socioecology*. University of Chicago Press.

Kappeler, P. M., & van Schaik, C. P. (2002). Evolution of primate social systems. *International journal of primatology*, 23, 707-740.

Cavalier-Smith, T., Chao, E. E., Snell, E. A., Berney, C., Fiore-Donno, A. M., & Lewis, R. (2014). Multigene eukaryote phylogeny reveals the likely protozoan ancestors of opisthokonts (animals, fungi, choanozoans) and Amoebozoa. *Molecular phylogenetics and evolution*, 81, 71-85.

Kimbrel, W. H., & Delezene, L. K. (2009). "Lucy" redux: A review of research on *Australopithecus afarensis*. *American journal of physical anthropology*, 140(S49), 2-48.

Kimbrel, W. H., Rak, Y., & Johanson, D. C. (2004). *The skull of Australopithecus afarensis*. Oxford University Press.

Kirk, E. C. (2004). Comparative morphology of the eye in primates. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 281(1), 1095-1103.

Kirk, E. C., & Kay, R. F. (2004). The evolution of high visual acuity in the Anthropoidea. *Anthropoid origins: new visions*, 539-602.

Kivell, T. L., Churchill, S. E., Kibii, J. M., Schmid, P., & Berger, L. R. (2018). The hand of *Australopithecus sediba*. *PaleoAnthropology*, 282-333.

Koufos, G. D. (2009). The genus *Mesopithecus* (Primates, Cercopithecidae) in the late Miocene of Greece. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 48(2), 157-166.

Krause, D. W., Hartman, J. H., & Wells, N. A. (1997). Late Cretaceous vertebrates from Madagascar: implications for biotic change in deep time. *Natural change and human impact in Madagascar*, 3-43.

Krause, J., Fu, Q., Good, J. M., Viola, B., Shunkov, M. V., Derevianko, A. P., & Pääbo, S. (2010). The complete mitochondrial DNA genome of an unknown hominin from southern Siberia. *Nature*, 464(7290), 894-897.

Kreiner, J. M., Latorre, S. M., Burbano, H. A., Stinchcombe, J. R., Otto, S. P., Weigel, D., & Wright, S. I. (2022). Rapid weed adaptation and range expansion in response to agriculture over the past two centuries. *Science*, 378(6624), 1079-1085.

Kuderna, L. F., Gao, H., Janiak, M. C., Kuhlwilm, M., Orkin, J. D., Bataillon, T., ... & Marques Bonet, T. (2023). A global catalog of whole-genome diversity from 233 primate species. *Science*, 380(6648), 906-913.

Larson, S. G. (2018). Nonhuman primate locomotion. *American Journal of Physical Anthropology*, 165(4), 705-725

Leakey, L. S., Tobias, P. V., & Napier, J. R. (1965). A new species of genus *Homo* from Olduvai Gorge. *Current Anthropology*, 6(4), 424-427

Leakey, L. S. (1961). A new lower Pliocene fossil primate from Kenya. *Annals and Magazine of Natural History*, 4(47), 689-696.

Leakey, M. G., Spoor, F., Brown, F. H., Gathogo, P. N., Kiarie, C., Leakey, L. N., & McDougall, I. (2016). New hominin genus from eastern Africa shows diverse middle Pliocene lineages. In *Human Evolution Source Book* (pp. 118-127). Routledge.

Leakey, R. E. (1973). Evidence for an advanced plio-pleistocene hominid from East Rudolf, Kenya. *Nature*, 242(5398), 447-450

Lehmann, J., Korstjens, A. H., & Dunbar, R. I. (2007). Group size, grooming and social cohesion in primates. *Animal Behaviour*, 74(6), 1617-1629.

Maier, A., Cox, M. A., Westerberg, J. A., & Dougherty, K. (2022). Binocular integration in the primate primary visual cortex. *Annual Review of Vision Science*, 8(1), 345-360.

Wilson Mantilla, G. P., Chester, S. G., Clemens, W. A., Moore, J. R., Sprain, C. J., Hovatter, B. T., ... & Renne, P. R. (2021). Earliest Palaeocene purgatoriids and the initial radiation of stem primates. *Royal Society Open Science*, 8(2), 210050.

Marivaux, L., Negri, F. R., Antoine, P. O., Stutz, N. S., Condamine, F. L., Kerber, L., ... & Ribeiro, A. M. (2023). An eosimiid primate of South Asian affinities in the Paleogene of Western Amazonia and the origin of New World monkeys. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(28), e2301338120.

Meredith, R. W., Janečka, J. E., Gatesy, J., Ryder, O. A., Fisher, C. A., Teeling, E. C., ... & Murphy, W. J. (2011). Impacts of the Cretaceous Terrestrial Revolution and KPg extinction on mammal diversification. *science*, 334(6055), 521-524.

Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., & Schwitzer, C. (2022). IUCN SSC Primate Specialist Group: Report 2018–2021. *Report to the International Primatological Society (IPS)*, Quito, Ecuador, 9.

Modolo, L., Salzburger, W., & Martin, R. D. (2005). Phylogeography of Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) and the origin of the Gibraltar colony. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(20), 7392-7397.

Morgan, M. E., Lewton, K. L., Kelley, J., Otárola-Castillo, E., Barry, J. C., Flynn, L. J., & Pilbeam, D. (2015). A partial hominoid innominate from the Miocene of Pakistan:

Description and preliminary analyses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(1), 82-87.

Murphy, W. J., Eizirik, E., O'Brien, S. J., Madsen, O., Scally, M., Douady, C. J., ... & Springer, M. S. (2001). Resolution of the early placental mammal radiation using Bayesian phylogenetics. *Science*, 294(5550), 2348-2351.

Nengo, I., Tafforeau, P., Gilbert, C. C., Fleagle, J. G., Miller, E. R., Feibel, C., ... & Spoor, F. (2017). New infant cranium from the African Miocene sheds light on ape evolution. *Nature*, 548(7666), 169-174.

Nowak, R. M. (1999). *Walker's Primates of the World*. JHU Press.

O'Leary, M. A., Bloch, J. I., Flynn, J. J., Gaudin, T. J., Giallombardo, A., Giannini, N. P., ... & Cirranello, A. L. (2013). The placental mammal ancestor and the post-K-Pg radiation of placentals. *science*, 339(6120), 662-667.

Ollivier, F. J., Samuelson, D. A., Brooks, D. E., Lewis, P. A., Kallberg, M. E., & Komáromy, A. M. (2004). Comparative morphology of the tapetum lucidum (among selected species). *Veterinary ophthalmology*, 7(1), 11-22.

Pääbo, S. (2014). *Neanderthal man: In search of lost genomes*. Basic Books.

Perelman, P., Johnson, W. E., Roos, C., Seuánez, H. N., Horvath, J. E., Moreira, M. A., ... & Pecon-Slattery, J. (2011). A molecular phylogeny of living primates. *PLoS genetics*, 7(3), e1001342.

Perez, S. I., Tejedor, M. F., Novo, N. M., & Aristide, L. (2013). Divergence times and the evolutionary radiation of New World monkeys (Platyrrhini, Primates): an analysis of fossil and molecular data. *PLoS One*, 8(6), e68029.

Pickford, M., Sawada, Y., Tayama, R., Matsuda, Y. K., Itaya, T., Hyodo, H., & Senut, B. (2006). Refinement of the age of the Middle Miocene Fort Ternan Beds, Western Kenya, and its implications for Old World biochronology. *Comptes Rendus. Géoscience*, 338(8), 545-555.

Pickford, M., Senut, B., Gommery, D., & Kipkech, J. (2022). New Pliocene hominid fossils from Baringo County, Kenya. *Fossil Imprint*, 78(2), 451-488.

Pollock, J. I., & Mullin, R. J. (1987). Vitamin C biosynthesis in prosimians: evidence for the anthropoid affinity of *Tarsius*. *American Journal of Physical Anthropology*, 73(1), 65-70.

Pozzi, L., Hodgson, J. A., Burrell, A. S., Sterner, K. N., Raaum, R. L., & Disotell, T. R. (2014). Primate phylogenetic relationships and divergence dates inferred from complete mitochondrial genomes. *Molecular phylogenetics and evolution*, 75, 165-183.

Prescott, M. J. (2020). Ethical and welfare implications of genetically altered non-human primates for biomedical research. *Journal of applied animal ethics research*, 2(2), 151-176.

Chivers, D. J. (1984). Feeding and ranging in gibbons: A summary. In (H. Preuschoft, DJ Chivers, WY Brockelman & N. Creel, Eds) *The Lesser Apes*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 156, 205-227.

Preuschoft, H. (2002). What does" arboreal locomotion" mean exactly and what are the relationships between" climbing", environment and morphology?. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, 171-188.

Rasmussen, D. T., Conroy, G. C., & Simons, E. L. (1998). Tarsier-like locomotor specializations in the Oligocene primate *Afrotarsius*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(25), 14848-14850.

Renne, Paul R.; Deino, Alan L.; Hilgen, Frederik J.; Kuiper, Klaudia F.; Mark, Darren F.; Mitchell, William S.; Morgan, Leah E.; Mundil, Roland; Smit, Jan (2013). "Time Scales of Critical Events Around the Cretaceous-Paleogene Boundary". *Science*. 339 (6120): 684–687. Bibcode:2013Sci...339..684R. doi:10.1126/science.1230492.

Renne, P. R., Deino, A. L., Hilgen, F. J., Kuiper, K. F., Mark, D. F., Mitchell III, W. S., ... & Smit, J. (2013). Time scales of critical events around the Cretaceous-Paleogene boundary. *Science*, 339(6120), 684-687

Richter, D., Grün, R., Joannes-Boyau, R., Steele, T. E., Amani, F., Rué, M., ... & McPherron, S. P. (2017). The age of the hominin fossils from Jebel Irhoud, Morocco, and the origins of the Middle Stone Age. *Nature*, 546(7657), 293-296.

Rightmire, G. P. (2016). Human evolution in the Middle Pleistocene: the role of *Homo heidelbergensis*. In *Human Evolution Source Book* (pp. 416-424). Routledge.

Ross, C. F., & Kay, R. F. (Eds.). (2012). *Anthropoid origins: new visions*. Springer Science & Business Media.

Rossie, J. B., Ni, X., & Beard, K. C. (2006). Cranial remains of an Eocene tarsier. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(12), 4381-4385.

Roth, G., & Dicke, U. (2012). Evolution of the brain and intelligence in primates. *Progress in brain research*, 195, 413-430.

Samonds, K. E., Godfrey, L. R., Ali, J. R., Goodman, S. M., Vences, M., Sutherland, M. R., ... & Krause, D. W. (2012). Spatial and temporal arrival patterns of Madagascar's vertebrate fauna explained by distance, ocean currents, and ancestor type. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(14), 5352-5357.

Samonds, K. E., Godfrey, L. R., Ali, J. R., Goodman, S. M., Vences, M., Sutherland, M. R., ... & Krause, D. W. (2013). Imperfect isolation: factors and filters shaping Madagascar's extant vertebrate fauna. *PLoS One*, 8(4), e62086.

Samonds, K. E., Godfrey, L. R., Ali, J. R., Goodman, S. M., Vences, M., Sutherland, M. R., ... & Krause, D. W. (2012). Spatial and temporal arrival patterns of Madagascar's vertebrate fauna explained by distance, ocean currents, and ancestor type. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(14), 5352-5357.

Schrago, C. G., & Russo, C. A. (2003). Timing the origin of New World monkeys. *Molecular biology and evolution*, 20(10), 1620-1625.

Seiffert, E. R., Perry, J. M., Simons, E. L., & Boyer, D. M. (2009). Convergent evolution of anthropoid-like adaptations in Eocene adapiform primates. *Nature*, 461(7267), 1118-1121.

Seiffert, E. R., Simons, E. L., & Attia, Y. (2003). Fossil evidence for an ancient divergence of lorises and galagos. *Nature*, 422(6930), 421-424.

Seiffert, E. R., Simons, E. L., Ryan, T. M., & Attia, Y. (2005). Additional remains of Wadilemur elegans, a primitive stem galagid from the late Eocene of Egypt. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(32), 11396-11401.

Seiffert, E. R., Perry, J. M., Simons, E. L., & Boyer, D. M. (2009). Convergent evolution of anthropoid-like adaptations in Eocene adapiform primates. *Nature*, 461(7267), 1118-1121.

- Seiffert, E. R., Tejedor, M. F., Fleagle, J. G., Novo, N. M., Cornejo, F. M., Bond, M., ... & Campbell Jr, K. E. (2020). A parapithecid stem anthropoid of African origin in the Paleogene of South America. *Science*, 368(6487), 194-197.
- Semaw, S., Rogers, M. J., Quade, J., Renne, P. R., Butler, R. F., Dominguez-Rodrigo, M., ... & Simpson, S. W. (2003). 2.6-Million-year-old stone tools and associated bones from OGS-6 and OGS-7, Gona, Afar, Ethiopia. *Journal of Human Evolution*, 45(2), 169-177.
- Senut, B., Pickford, M., Gommery, D., Mein, P., Cheboi, K., & Coppens, Y. (2001). First hominid from the Miocene (Lukeino formation, Kenya). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science*, 332(2), 137-144.
- Shekelle, M., & Gursky, S. (2010). Why Tarsiers? Why Now? An Introduction to the Special Edition on Tarsiers: Introduction to the Special Edition on Tarsiers. *International Journal of Primatology*, 31, 937-940.
- Sigé, B., JAEGER, J. J., Sudre, J., & Vianey-Liaud, M. (1990). Altiatlasius koulchii n. gen., et sp., primate omomyidé du Paléocène supérieur du Maroc, et les origines des Euprimates. *Palaeontographica. Abteilung A, Paläozoologie, Stratigraphie*, 214, 31-56.
- Silcox, M. T. (2008). The biogeographic origins of Primates and Euprimates: east, west, north, or south of Eden?. In *Mammalian evolutionary morphology: a tribute to Frederick S. Szalay* (pp. 199-231). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Silcox, M. T., Sargis, E. J., Bloch, J. I., & Boyer, D. M. (2007). Primate origins and supraordinal relationships: morphological evidence. *Handbook of paleoanthropology*, 2, 831-859.
- Silvestro, D., Tejedor, M. F., Serrano-Serrano, M. L., Loiseau, O., Rossier, V., Rolland, J., ... & Salamin, N. (2019). Early arrival and climatically-linked geographic expansion of New World monkeys from tiny African ancestors. *Systematic Biology*, 68(1), 78-92.
- Silvestro, D., Tejedor, M. F., Serrano-Serrano, M. L., Loiseau, O., Rossier, V., Rolland, J., ... & Salamin, N. (2017). Evolutionary history of New World monkeys revealed by molecular and fossil data. *bioRxiv*, 178111.

- Simons, E. L. (2003). The fossil record of tarsier evolution. *Tarsiers: Past, present, and future*, 9-34.
- Slon, V., Mafessoni, F., Vernot, B., De Filippo, C., Grote, S., Viola, B., ... & Pääbo, S. (2018). The genome of the offspring of a Neanderthal mother and a Denisovan father. *Nature*, 561(7721), 113-116
- Springer, M. S., Meredith, R. W., Gatesy, J., Emerling, C. A., Park, J., Rabosky, D. L., ... & Murphy, W. J. (2012). Macroevolutionary dynamics and historical biogeography of primate diversification inferred from a species supermatrix. *PLoS one*, 7(11), e49521.
- Stevens, N. J., Seiffert, E. R., O'Connor, P. M., Roberts, E. M., Schmitz, M. D., Krause, C., ... & Temu, J. (2013). Palaeontological evidence for an Oligocene divergence between Old World monkeys and apes. *Nature*, 497(7451), 611-614.
- Stringer, C., & Gamble, C. (1993). *In search of the Neanderthals: solving the puzzle of human origins*. Thames & Hudson.
- Szalay, F. S. (2007). Ancestral locomotor modes, placental mammals, and the origin of Euprimates: Lessons from history. In *Primate origins: adaptations and evolution* (pp. 457-487). Boston, MA: Springer US.
- Tattersall, I. (2006). Origin of the Malagasy strepsirrhine primates. In *Lemurs: Ecology and adaptation* (pp. 3-17). Boston, MA: Springer US.
- Tavaré, S., Marshall, C. R., Will, O., Soligo, C., & Martin, R. D. (2002). Using the fossil record to estimate the age of the last common ancestor of extant primates. *Nature*, 416(6882), 726-729.
- Tsutaya, T., Sawafuji, R., Taurozzi, A. J., Fagernäs, Z., Patramanis, I., Troché, G., ... & Welker, F. (2025). A male Denisovan mandible from Pleistocene Taiwan. *Science*, 388(6743), 176-180.
- van Schaik, C. P., & Dunbar, R. I. (1990). The evolution of monogamy in large primates: a new hypothesis and some crucial tests. *Behaviour*, 115(1-2), 30-61.

- Vanderpool, D., Minh, B. Q., Lanfear, R., Hughes, D., Murali, S., Harris, R. A., ... & Hahn, M. W. (2020). Primate phylogenomics uncovers multiple rapid radiations and ancient interspecific introgression. *PLoS biology*, 18(12), e3000954.
- Villmoare, B., Kimbel, W. H., Seyoum, C., Campisano, C. J., DiMaggio, E. N., Rowan, J., ... & Reed, K. E. (2015). Early Homo at 2.8 Ma from Ledi-Geraru, Afar, Ethiopia. *Science*, 347(6228), 1352-1355.
- Von Koenigswald, G. H. R. (1935). Eine fossile Saugetierfauna mit Simia aus Sudchina. In *Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch.* (Vol. 38, pp. 872-879).
- White, T. D., WoldeGabriel, G., Asfaw, B., Ambrose, S., Beyene, Y., Bernor, R. L., ... & Suwa, G. (2006). Asa Issie, Aramis and the origin of Australopithecus. *Nature*, 440(7086), 883-889.
- Williams, B. A., Kay, R. F., & Kirk, E. C. (2010). New perspectives on anthropoid origins. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(11), 4797-4804.
- Wolpoff, M. H., Hawks, J., Senut, B., Pickford, M., & Ahern, J. (2006). An ape or the ape: Is the Toumaï cranium TM 266 a hominid?. *PaleoAnthropology*, 2006, 36-50.
- Wood, B., & Collard, M. (1999). The human genus. *science*, 284(5411), 65-71.
- Wood, B., & Lonergan, N. (2008). The hominin fossil record: taxa, grades and clades. *Journal of Anatomy*, 212(4), 354-376.
- Wrangham, R. W. (1987). The significance of African apes for reconstructing human social evolution. *The evolution of human behavior: Primate models*, 51-71.
- Wang, X., Zhang, Y., & Yu, L. (2013). Summary of phylogeny in subfamily Colobinae (Primate: Cercopithecidae). *Chinese Science Bulletin*, 58, 2097-2103.
- Yoder, A. D., & Nowak, M. D. (2006). Has vicariance or dispersal been the predominant biogeographic force in Madagascar? Only time will tell. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 37(1), 405-431.
- Hill, W. G., & Weir, B. S. (2004). Moment estimation of population diversity and genetic distance from data on recessive markers. *Molecular Ecology*, 13(4), 895-908.

Yoder, A. D., Cartmill, M., Ruvolo, M., Smith, K., & Vilgalys, R. (1996). Ancient single origin for Malagasy primates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(10), 5122-5126.

Dammhahn, M., & Kappeler, P. M. (2008). Small-scale coexistence of two mouse lemur species (*Microcebus berthae* and *M. murinus*) within a homogeneous competitive environment. *Oecologia*, 157, 473-483.

Delbarco-trillo, J., Burkert, B. A., Goodwin, T. E., & Drea, C. M. (2011). Night and day: the comparative study of strepsirrhine primates reveals socioecological and phylogenetic patterns in olfactory signals. *Journal of evolutionary biology*, 24(1), 82-98.

Dunbar, R. I. (2003). The social brain: mind, language, and society in evolutionary perspective. *Annual review of Anthropology*, 32(1), 163-181.

Epstein, R. A., & Baker, C. I. (2019). Scene perception in the human brain. *Annual review of vision science*, 5(1), 373-397.

Fleagle, J. G., Baden, A. L., & Gilbert, C. C. (2024). *Primate adaptation and evolution*. Academic press.

Harrison, T. (2016). Miocene primates. *The International Encyclopedia of Primatology*, 1-5.

Janecka, J. E., Miller, W., Pringle, T. H., Wiens, F., Zitzmann, A., Helgen, K. M., ... & Murphy, W. J. (2007). Molecular and genomic data identify the closest living relative of primates. *Science*, 318(5851), 792-794.

Kappeler, P. M., & Pereira, M. E. (Eds.). (2003). *Primate life histories and socioecology*. University of Chicago Press.

Kappeler, P. M., & van Schaik, C. P. (2002). Evolution of primate social systems. *International journal of primatology*, 23, 707-740.

Kreiner, J. M., Latorre, S. M., Burbano, H. A., Stinchcombe, J. R., Otto, S. P., Weigel, D., & Wright, S. I. (2022). Rapid weed adaptation and range expansion in response to agriculture over the past two centuries. *Science*, 378(6624), 1079-1085.

- Kuderna, L. F., Gao, H., Janiak, M. C., Kuhlwilm, M., Orkin, J. D., Bataillon, T., ... & Marques Bonet, T. (2023). A global catalog of whole-genome diversity from 233 primate species. *Science*, 380(6648), 906-913.
- Lehmann, J., Korstjens, A. H., & Dunbar, R. I. (2007). Group size, grooming and social cohesion in primates. *Animal Behaviour*, 74(6), 1617-1629.
- Maier, A., Cox, M. A., Westerberg, J. A., & Dougherty, K. (2022). Binocular integration in the primate primary visual cortex. *Annual Review of Vision Science*, 8(1), 345-360.
- Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., & Schwitzer, C. (2022). IUCN SSC Primate Specialist Group: Report 2018–2021. *Report to the International Primatological Society (IPS)*, Quito, Ecuador, 9.
- Nei, M., Stephens, J. C., & Saitou, N. (1985). Methods for computing the standard errors of branching points in an evolutionary tree and their application to molecular data from humans and apes. *Molecular Biology and Evolution*, 2(1), 66-85.
- Perelman, P., Johnson, W. E., Roos, C., Seuánez, H. N., Horvath, J. E., Moreira, M. A., ... & Pecon-Slattery, J. (2011). A molecular phylogeny of living primates. *PLoS genetics*, 7(3), e1001342.
- Prescott, M. J. (2020). Ethical and welfare implications of genetically altered non-human primates for biomedical research. *Journal of applied animal ethics research*, 2(2), 151-176.
- Raaum, R. L. (2015). Molecular evidence on primate origins and evolution. *Handbook of paleoanthropology*, 1083-1135.
- Roth, G., & Dicke, U. (2012). Evolution of the brain and intelligence in primates. *Progress in brain research*, 195, 413-430.
- Szalay, F. S. (2007). Ancestral locomotor modes, placental mammals, and the origin of Euprimates: Lessons from history. In *Primate origins: adaptations and evolution* (pp. 457-487). Boston, MA: Springer US.
- van Schaik, C. P., & Dunbar, R. I. (1990). The evolution of monogamy in large primates: a new hypothesis and some crucial tests. *Behaviour*, 115(1-2), 30-61.

Wrangham, R. W. (1987). The significance of African apes for reconstructing human social evolution. *The evolution of human behavior: Primate models*, 51-71.

Zuberbühler, K. (2017). The primate roots of human language. In *Primate hearing and communication* (pp. 175-200). Cham: Springer International Publishing.

ANEXO 1

PLANO DE AULA

Professor	Ana Paula Américo Ferreira		
Informação Geral	Nível: Graduação	Nº de alunos: 60	Data: 02/09/2024
Objetivo Principal	<p>Ao final da aula, os alunos serão capazes de:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Proporcionar aos alunos uma compreensão aprofundada sobre a diversidade2. Características e evolução dos primatas3. Enfoque especial na trajetória evolutiva que culminou no aparecimento dos hominídeos e do Homo sapiens.		

<p>Problemas antecipados:</p>	<p>Possíveis dúvidas que são necessários serem sanadas durante a aula:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dificuldade em entender a divisão taxonômica entre Strepsirrhini e Haplorrhini 2. Compreensão limitada sobre a evolução não linear dos hominídeos 3. Desafios na interpretação de evidências fósseis e genéticas.
<p>Possíveis soluções:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilização de gráficos e esquemas visuais <ul style="list-style-type: none"> A) Apresentar diagramas que mostram claramente as diferenças entre Strepsirrhini e Haplorrhini, e as subdivisões dentro desses grupos. B) Estudo de caso sobre a evolução dos hominídeos: Utilizar casos como o de "Lucy" (<i>Australopithecus afarensis</i>) e "Sahelanthropus" para ilustrar a evolução complexa e não linear dos hominídeos. 2. Atividades práticas de análise de fósseis e dados genéticos <ul style="list-style-type: none"> A) Apresentar fósseis (ou imagens) de diferentes grupos taxonômicos apontando as características. B) Propor exercícios onde os alunos analisem fósseis e sequências de DNA para entender as conexões evolutivas e as teorias migratórias.

Tempo	Atividades / Técnicas / Procedimentos	Recursos e Materiais	Interações
5 min	<p>Aquecimento</p> <p>Discussão e definição dos primatas, introdução às características gerais e divisão entre Strepsirrhini e Haplorrhini.</p>		Individual (questões)

N/A	Temas abordados	Projetor/Slides	Coletivo
	<ul style="list-style-type: none"> ● Definição e Características dos Primatas; ● Classificação e Superfamília Hominoidea; ● Origem e Evolução dos Primatas; ● Evidências Fósseis e Evolução dos Hominídeos; ● Evolução dos Hominídeos e Origem do <i>Homo sapiens</i> ● Teorias de Migração e Misturas Genéticas 		

N/A	<p>Material de suporte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Computadores ou tablet ● Guias de taxonomia e anatomia comparada ● Quiz ● Réplicas de fósseis (Aula prática) ● Roteiro (Aula Prática) ● Textos científicos e artigos sobre evolução dos primatas e hominídeos. 	<p>Projetor</p> <p>Lupas</p>	N/A
-----	---	------------------------------	-----

10 minutos	<p>Tema: Definição e Características dos Primatas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espécies de primatas: lêmures, lóris, galagos, macacos do Novo e Velho Mundo, grandes macacos e humanos. • Características compartilhadas: unhas, polegar oponível, cintura escapular móvel, cobertura óssea atrás das órbitas oculares. 	Projetor/Slides	Discussão coletiva
-------------------	--	-----------------	--------------------

20 min	<p>Tema: Classificação dos Primatas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strepsirrhini (nariz úmido): lêmures, lóris, galagos, características como garras, rinário e pente de dente. • Haplorrhini (nariz seco): macacos do Novo e Velho Mundo, tarsiers, humanos; características como unhas e parede óssea atrás dos olhos. • Divisão adicional: Macacos do Novo Mundo (América Central e do Sul) vs. Macacos do Velho Mundo (África e Ásia). <p>Tema: Superfamília Hominoidea</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grandes macacos: gibões, orangotangos, gorilas, chimpanzés e humanos. • Características 	Projetor/Slides	Discussão coletiva
--------	---	-----------------	--------------------

	<p>comuns: ausência de cauda, cinco vértebras fundidas na região pélvica.</p>		
20 min	<p>Tema: Origem e Evolução dos Primatas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Evento de extinção em massa há 65 milhões de anos. ● Plesiadapiformes e debates sobre a origem dos primatas. ● Influência do clima e o Máximo Térmico do Paleoceno-Eoceno (PETM). 		

20 min	<ul style="list-style-type: none">• Tema: Evidências Fósseis e Evolução dos Catarrinos• Origem dos primatas do Velho Mundo (Catarrhini) durante o Oligoceno.• Fóssil <i>Saadanius</i> como intermediário entre catarrinos e seus parentes extinto		
---------------	--	--	--

5 min	<p>Origem dos Hominídeos e Fósseis Ancestrais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primeiros fósseis de hominídeos (Mioceno, 12 milhões de anos). • Espécies de hominídeos vivos: orangotangos, gorilas, chimpanzés, humanos. • Evolução dos hominídeos e diversidade há 150.000 anos. 		
-------	--	--	--

10 min	Avaliação - Aula Didática Responder 5 questões de múltipla escolha sobre os tópicos abordados em aula.	Quiz	Individual
---------------	---	------	------------

50 min	Aula prática: LAEZO Identificar estruturas fósseis e grupos taxonômicos.	Imagens fósseis e lupas	Individual
---------------	---	-------------------------	------------

ANEXO 2

QUESTÕES - 5 PONTOS

MÚLTIPLA ESCOLHA

1- O que são primatas?

- A) Um tipo de ave
- B) Uma ordem de mamíferos que inclui macacos, grandes símios e humanos
- C) Insetos que vivem em florestas tropicais
- D) Animais marinhos

Resposta correta: B

2- Qual das seguintes características é típica dos primatas?

- A) Visão periférica aprimorada
- B) Garras afiadas e focinho longo
- C) Visão binocular e polegares opositores
- D) Orelhas grandes e caudas compridas

Resposta correta: C

3- Quais são os dois grandes grupos de primatas?

- A) Haplorrinos e Estrepsirrinos
- B) Hominídeos e Prossímios
- C) Macacos e Símios
- D) Australopithecus e Homo

Resposta correta: A

4- Qual é o principal motivo pelo qual os primatas têm um cérebro maior em relação ao corpo?

- A) Para caçar melhor
- B) Para processar informações sensoriais complexas, como a visão
- C) Para nadar longas distâncias

D) Para se defenderem de predadores

Resposta correta: B

5- Que tipo de dieta é comum entre os primatas?

A) Carnívora

B) Herbívora

C) Frugívora e folívora

D) Onívora

Resposta correta: C

6- Qual das seguintes opções é uma ameaça comum aos primatas na natureza?

A) Aumento da população de predadores naturais

B) Destrução do habitat e caça ilegal

C) Mudança climática natural

D) Competição com outras espécies de primatas

Resposta correta: B

7- Como o estudo dos primatas pode ajudar a entender a evolução humana?

A) Porque os primatas têm cérebros maiores que os humanos

B) Porque os primatas possuem comportamentos sociais semelhantes aos humanos

C) Porque compartilham um ancestral comum com os humanos

D) Porque os primatas têm capacidades tecnológicas avançadas

Resposta correta: C

8- Qual comportamento social é frequentemente observado entre primatas?

A) Competição constante entre machos e fêmeas

B) Afastamento total entre indivíduos de um grupo

C) Formação de alianças e catação(limpeza mútua)

D) Evitar qualquer tipo de comunicação

Resposta correta: C

9- Qual das alternativas explica o uso de ferramentas entre os primatas?

A) Apenas humanos usam ferramentas

- B) Alguns primatas usam ferramentas para obter alimento e proteção
- C) Primatas não têm capacidade cognitiva para usar ferramentas
- D) O uso de ferramentas não foi observado em primatas

Resposta correta: B

10- O que é neotenia nos primatas?

- A) Capacidade de aprender rapidamente
- B) Retenção de características juvenis na vida adulta
- C) Tendência a viver em árvores por toda a vida
- D) Adaptação para ambientes aquáticos

Resposta correta: B

ANEXO 3

REFERÊNCIAS PRINCIPAIS

Fuentes, A. (Ed.). (2017). The International Encyclopedia of Primatology. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. DOI: 10.1002/9781119179313.

PÁGINAS ELETRÔNICAS SUGERIDAS

What does it mean to be human? Smithsonian National Museum of Natural History.
Disponível em: <https://humanorigins.si.edu/evidence/human-fossils/species>.