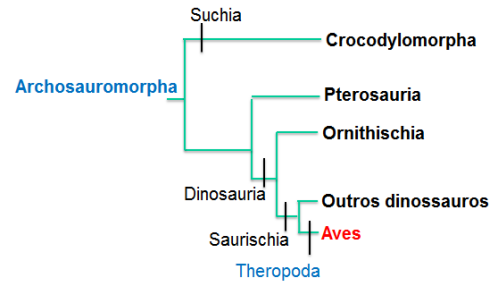


ARCHOSAUMORPHA: AVES

Sistemática: Aves é um clado, um grupo monofilético com um ancestral comum único (veremos mais adiante os grupos ancestrais); porém, devemos lembrar que é um grupo de **Reptilia**, inserido respectivamente nos grupos: **Sauropsida** (separando de Synapsida) > **Archosauromorpha** > **Dinosauria** > **Saurischia** > **Theropoda** > **Aves** (*Archaeopteryx* e *Ichthyornis* – ambas com dentes) > **Neornithes**. O clado **Dinosauria** tem como sinapomorfia a presença de ossos da bacia com abertura central (acetábulo perfurado), onde se fixa o fêmur. Dada a sua configuração temos 2 grupos: **Saurischia** e **Ornithischia** (ordem da fig abaixo): esses nomes vcs devem imaginar que as aves modernas estão no grupo que chama-se ornithischia, por causa desse prefixo ornitho, que significa ave. Na verdade esse nome significa “pelve de ave” e saurischia “pelve de lagarto”. Mas, é o oposto, as **aves** estão neste grupo, com diversos representantes bípedes.



O **clado AVES** pode ser diferenciado em **Archaeornithes**, parafilético com relação à Neornithes, e **Neornithes**. **Archaeornithes**: maxilares com dentes; asas com muitas penas; 3 dedos com garras (mas ver Cigana juvenil); cauda com + de 13 vértebras; sem pigóstilo. **Neornithes**: sem dentes; metacarpais fundidos; 2º dedo + longo; 13 vértebras caudais; com pigóstilo. A presença de penas é uma das sinapomorfias mais facilmente reconhecíveis entre os vertebrados para o **Clado Aves**. Além de penas, todas as aves possuem membros anteriores modificados em asas (embora algumas não voem – pinguim e emas); todas tem bicos córneos e põem ovos (como os demais Reptilia) – toda essa semelhança está relacionada com a adaptação ao voo. Isto reduz muito a diversidade morfológica...

Sistemática das Neornithes: Das quase 10 mil espécies viventes, pouco mais de 1800 vivem no Brasil (fonte: Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO) - janeiro 2011). Podemos dividir as aves em 2 grandes grupos: **Palaeognathae** (Struthioniformes e Tinamiformes – em 2008 incluso em Struthioniformes, para que Sth seja monofilético): asas atrofiadas e esterno sem quilha; e **Neognathae**: asas desenvolvidas e esterno com quilha. No total são **31 ordens** (pode variar com o comitê ou autor), sendo que mais de 50% da diversidade está na ordem **Passeriformes**. Os passeriformes, por sua vez, podem ser divididos em **3 subordens**: **Tyranni** (**Suboscines**, "aves gritadoras": 1000 spp.) e **Passeri** (**Oscines**, "aves canoras, que cantam": 4000 spp.), por conta de diferenças nas **siringes** (aparelho fonador). Os oscines tendo siringes mais complexas. A 3ª subordem é **basal** e restrita à Nova Zelândia (**Acanthisittidae**: 2 spp. viventes / 4 extintas).

Diversidade: Toda essa riqueza de espécies não está distribuída de forma homogênea no globo. De maneira geral existe maior riqueza nas Américas, mas se dividirmos por grupos, veremos que os passeriformes estão bem distribuídos no globo, ao passo que os não passeriformes estão concentrados na região temperada norte (Yetz et al. 2012). Aves são bons exemplos para filogeografia. Alguns estudos clássicos já sempre são usados como exemplos didáticos, como os tentilhões de

ARCHOSAUROMORPHA: AVES

galápagos ou a distribuição gondwanica das Paleognathae. Mas estes estudos estão se atualizando e refinando com evidências moleculares recentes, ou mesmo tomografia computadorizada 3D para fósseis e esqueletos atuais. Recentemente fósseis encontrados na Bacia do Taubaté (pelo professor Herculano Alvarenga) mostram que as ciganas (atualmente amazônicas) teriam partesco com fósseis fora da Amazônia e também com fósseis encontrados na África. Mas isto depois da separação entre os continentes... hipóteses de balsas? A mesma hipótese que explicaria a vinda de primatas para a Am. Do Sul....

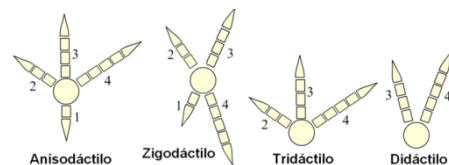
Dos répteis às aves: certamente a extinção dos dinossauros (entre o KT) possibilitou maior irradiação das aves, dado que librou-se muitos nichos, e reduziu-se a pressão dos predadores (se bem que pode ser promotora da diversificação).

Caracterização: A morfo-anatomia das aves atuais (Neoaves) é essencialmente caracterizada por uma série de adaptações ao voo, conferindo maior eficiência (até mesmo em sentido fisiológico) e menor peso.

Morfologia externa: Formato aerodinâmico, Revestimento de penas especializadas (**sinapomorfia do grupo**); **Anatomia Interna:** reduções e fusões ósseas (crânio compacto; carpometacarpo; pigóstilo – vertebras caudais; sinsacro – vértebras fusionadas com cintura pélvica; tarsometatarso; tibiotarso; processo uncinado das costelas; esterno em forma de quilha para apoio de grandes grupos musculares: p[er] [supr]acoracoide] e g[ra]d peitoral); ossos leves pneumáticos (trabéculas e pneumatização =

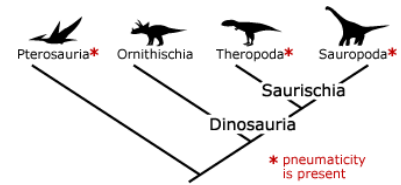
dinossauros; geralmente crânio, cintura escapular, úmero e esterno; pernas geralmente não são – ajuda a equilibrar o centro de gravidade das aves – que são lagartos sem rabo e muito peso nas asas! Em uma fragata (*Fregata* = > 2 m de envergadura) o conjunto dos ossos pesa - de 100g, + leve que o conjunto de suas penas); sistema respiratório eficiente, para alta demanda metabólica; sistema de resfriamento do corpo, dado alto exercício muscular; sistema digestório eficiente para processar dietas ricas em energia; dieta com pouca matéria fibrosa = redução de peso e alta taxa metabólica / custo do voo (exceto Ciganas); sistema circulatório de alta pressão; sistema sensorial aguçado (alta velocidade, orientação e caça 3D); sistema excretor (sem bexiga / ácido úrico = Sauropsida) e reprodutivo (1 ovário) especializados.

Particularmente sobre o **crânio** devo mencionar que é um **diápsido modificado** visto que perderam a barra óssea entre as aberturas temporais. Os maxilares se projetam para frente recobertos de camada córnea formando o bico sem dentes (dentes presentes nas aves extintas). Crânio articula-se com a coluna por meio de 1 côndilo occipital, assim como os demais Sauropsida. Tanto o **formato dos bicos** e configurações dos **pés** podem fornecer informação sobre os hábitos das aves. Os pés, podem ou não ter lobos e membranas interdigitais também para auxiliar na natação. Os dedos podem ser recobertos por penas (plumas) para reduzir o ruído em aves de rapina. Bicos diferem entre especialistas (estenófagas – com bicos especializados – como do flamingo e pelicano - vermelho) e generalistas



ARCHOSAUIROMORPHA: AVES

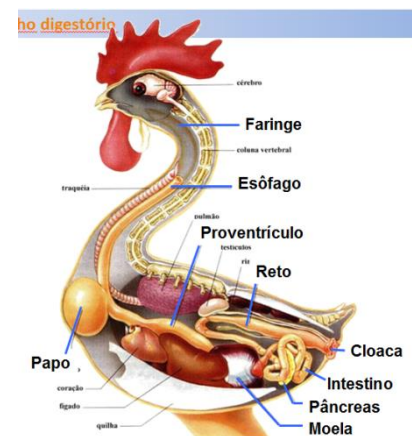
(eurípagas – com bico forte e pontiagudo como do corvo - verde), insetívoras (acredita-se que as primeiras aves eram insetívoras), frugívoras, predadoras, carniceiras, nectarívoras (quase 1/5 das aves são nectarívoras). Além dos bicos, muitas aves utilizam **línguas** compridas com espinhos córneos para perfurar cascas de árvores e capturar os insetos. Este sistema é também acompanhado de um aparelho hioide especializado (pica-pau). O beija-flor é outro que usa seu longo bico e sua longa língua para capturar



néctar das flores. Até 2011 acreditava-se que a língua retirava o néctar por capilaridade, mas foi demonstrado um elaborado sistema de captura de néctar, no qual a língua se divide em duas (quando imersa no néctar) e cada metade possui lamelas curvadas que envolvem o néctar e o trazem para dentro do bico. Este é só um exemplo de como o avanço da tecnologia (no caso, câmeras de alta velocidade e análise microscópica) podem aumentar nosso conhecimento sobre a morfologia dos vertebrados. **Anatomia: Mandíbula** composta por 5 ou 6 ossos (como répteis; mamíferos possuem apenas 1 osso dentário o dentário); **Língua:** pontuda e com revestimento córneo; **Cavidade bucal:** tem grandes dobras palatinas (**coanas**), que se comunicam com as fossas nazais.; **Faringe:** curta; **Esôfago:** tubular e muscular, estendendo-se até a base do pescoço, onde se dilata formando o papo; **Papo:** com paredes moles, armazenamento de alimento (uni ou bilobado) - produz o leite-de-papo (como em pombas e papagaios – alimenta filhotes altriciais regurgitando o leite); **Estômago** = proventrículo + ventrículo (moela): **Proventrículo** (estômago glandular; mole; paredes grossas secreta sucos gástricos para digestão enzimática – ácidos +

enzimas); **Moela** (estômago muscular; paredes grossas corneificadas, musculatura densa; onde o alimento é triturado – com auxílio de areia e pedras - gastrólitos) “função dos dentes” e também o alimento é estocado). As ciganas são folívoras (dieta única entre as aves) e por isso vivem em simbiose com bactérias que digerem a celulose por fermentação – e também possuem um papo muito maior e cecos intestinais pares para fermentação adicional. Quanto a **musculatura**, destacam-se o supracoracoide (contração = batida para cima) e o grande peitoral (contração = batida para baixo). Ambos ligam-se na quilha e no úmero, mas o supra passa por cima da clavícula. A

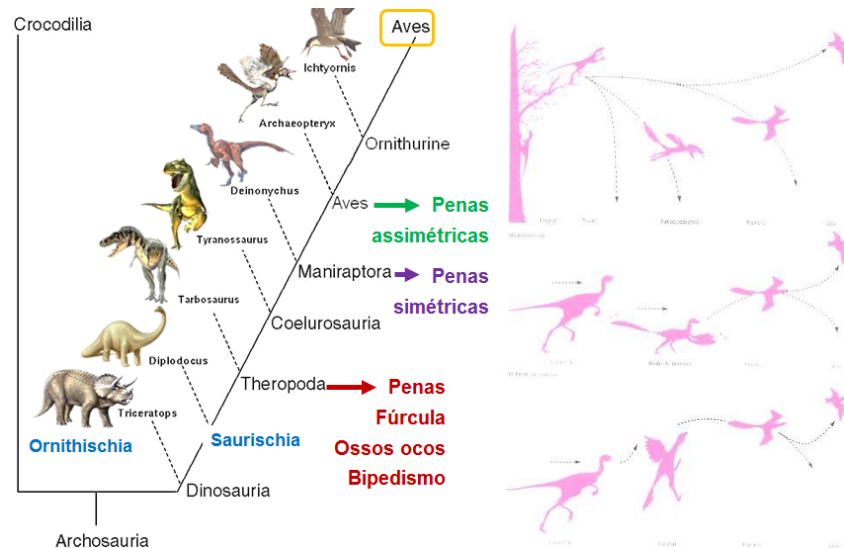
musculatura das patas posteriores, na maioria dos casos, também é adaptada para a vida aborícola, onde os tendões ligados ao fêmur e aos artelhos faz com que quando pousem (ou repousem) num galho, seus pés fiquem firmemente presos. O mesmo princípio é usado por aves de rapina para segurar suas presas. **Sistema respiratório** único entre os vertebrados (apenas camaleões possuem um sistema com sacos aéreos, mas com diferente configuração e não homólogo). **Sacos aéreos** (expansão das paredes bronquiais), ocupam porção apreciável da cavidade da ave, estendem-se até os espaços pneumáticos de muitos ossos; permitem fluxo de ar em sentido único através dos pulmões, ao invés de fluxo e refluxo como em outros Amniota. Sacos aéreos pouco vascularizados. Ar inalado por movimento dos músculos abdominais e costais; movendo-se o esterno para baixo e as costelas arqueando-se para os lados. É expelido pela contração do tórax. Frequência respiratória correlacionada com frequência das batidas das asas: 1 respiração / batida. Presente em Saurischia



ARCHOSAUMORPHA: AVES

(extintos – sinapomorfia) e em pterosauria (homólogo? E foi perdido em Ornithischia?). Parabrânquio com troca gasosa por corrente-cruzada (ou contracorrente / PO₂ arterial e venoso). Serve como sistema de regulação térmica (comentar sobre bico de tucano). **Vocalização das aves** = Siringes são Traqueais, Bronqueais, Ambas. **Circulação** dupla, coração com 4 câmaras (assim como Archosauromorpha) glóbulos nucleados (só anucleados em mamíferos) e veias jugulares conectadas - adaptação para condução sanguínea quando a ave gira a cabeça. Aves marinhas possuem **glândulas de sal** supraorbitais.

Penas: De contorno: incluindo as penas típicas do corpo e as penas do voo [Rectrizes (cauda), Rêmiges (asas), Tectrizes (corpo)]; **Filoplumas; Semiplumas; Plúmulas; Cerdas;** Como a **raque, vexilo e bárbulas**, relacionadas à coesão morfológica da pena e também os vexilos podem ser distintos em diferentes partes do corpo. Nas penas das asas, as rêmiges, possuem vexilos assimétricos, e nas penas da cauda, simétricos.



Origem do voo: **Arborícola:** Escalar; Pular; Paraquedismo; Planar; Voar; **Cursorial:** Correr; Rede insetos; Planar; Voar; **Escalar:** Correr; Escalar; Planar; Voar. Evolução do voo em Aves seguindo modelo de série de passos evolutivos; cada um uma preadaptação ao próximo passo. Cada passo é adaptativo por si mesmo, mas depois de conquistado, cada passo prepara o terreno para o próximo passo. Até botar ovo alivia o peso!

SENTIDOS: Visão: 2 fóveas em aves de rapina; Percebem luz polarizada e luz ultravioleta; **Audição** com parábola em corujas e localização dos tímpanos deslocada. Podem ouvir infrassons (abaixo de 20 Hz) produzidos por tempestades, ventos e fenômenos geofísicos. Percebem pequenas diferenças na **pressão atmosférica** (os pombos podem detectar diferenças de pressão no ar entre o chão e o teto de um quarto). **Vocalização:** Podem produzir ultrassons (para ecolocalização: **Guacháro** *Steatornis caripensis*: Equador); Percebem o **campo magnético** do planeta: migração.

Reprodução: é um caso excepcional em aves. Recrutamento coincide com maior disponibilidade de insetos. A **corte** é muito elaborada. Os machos podem atrair as fêmeas pelo canto... Ave Lira (*Menura novaehollandiae*), e o sabiá-laranjeira (*Turdus*

ARCHOSAUIROMORPHA: AVES

rufiventris)?. displays visuais como nas aves do paraíso... (coisas azuis: *Ptilonorhynchus violaceus*, frutas coloridas: Ptilonorhynchidae), na america central o *Pipra mentalis* (Moonwalker), ou por exemplo no Brasil (na Mata Atlântica) o tangará-dançarino (*Chiroxiphia caudata*) que forma lek (arena de exibição) e se exibem voando e pulando de forma ordenada na frente de 1 fêmea. Nos machos os **testículos e vaso deferente** ficam quiescentes fora da temporada reprodutiva. Nas femeas, apenas o **ovário** esquerdo é funcional (redução de peso). Fecundação interna por justaposição de cloacas. Muitas espécies possuem uma pequena **papila genital** (maioria dos grupos). Os Paleognathae (inhambu e “aves-ratita”) possuem **falos** tubulares (retrocidos ou não). E alguns patos possuem falos longos (por vezes do mesmo comprimento da ave) e espiralados. Neste caso algumas femeas possuem canais vaginais sem saída e a espiralação é no sentido oposto a dos machos (= anti-estupro). Como estratégia alternativa para garantir o sucesso reprodutivo, Machos de ferreirinha-comum (*Prunella modularis*; Portugal) bicam a cloaca da fêmea, para remover **esperma** de outro macho. Diversos tipos de **ninhos**. **Cuidado parental**: alimentação, chupim, r x K (kiwi), fidelidade x promiscuidade. Poligamia (menos de 10% das aves: pq tem que cuidar dos filhotes). Nos mamíferos este ganho não é tao grande (já que a fêmea possui leite e pode cuidar do filhote) e o macho pode sair para reproduzir com outra fêmea....; leite de papo (ambos sexos – epitélio do papo descola – mais proteína e gordura que leite de vaca ou humano) – nos flamingos pode ser mais que epitélio do papo, conta com glandulas no trato digestório; **Filhotes** precoce-altriciais (*Heliornis fulica*); **Reproducao cooperativa**: ver W. D. Hamilton e a aptidão inclusiva.