

# RESPIRAÇÃO DAS AVES



**Ismar Araujo de Moraes**  
**FISIOLOGIA VETERINÁRIA**



# MAMMALS

**EGG-LAYING MAMMALS**

**MARSUPIALS**

**PLACENTAL MAMMALS**

**Monotremata**

**Marsupialia**

**Primates**

**Canivora**

**Rabbits, Pikas, and Hares**

**Odd-toed Ungulates**

**Even-toed Ungulates**

**Elephants**

**Hoofs, Armadillos, & Anteaters**

**Pangolins**

**Whales, Dolphins and Porpoises**

**Sea Cows**

**Flying Lemmings**

**Elphant Shrews**

**Insectivores**

**Tree Shrews**

**Hyraxes**

**Nonkeys & Apes**

**Carnivora**

**Rodents**

**Bats**

**Roats, Beavers and Walrus**

**Swits & Tree Swits**

**Cranes**

**Rallies**

**Hummingbirds**

**Fowl / Gamebirds**

**Doves / Pigeons**

**Waterfowl**

**Parrots & Cockatoos**

**Cuckoos & Hoatzin**

**Turkeys**

**Owls & Nightjars**

**Expanded Crows**

**Flamingos**

**Toucans**

**Phalacrocoracidae**

**Scapulars**

**Wading Birds**

**Loons / Skuas**

**Ardeas**

**Rheavbirds**

**Stations & Allies**

**Seapets**

**Harabills & Kingfishers**

**Woodpeckers, etc.**

**Juncos & Puffbirds**

**Tinamous**

**Trogon**

**Bats**

**Seaching Birds**

**Manabirds**

**Swits & Tree Swits**

**Cranes**

**Rallies**

**Hummingbirds**

**Fowl / Gamebirds**

**Doves / Pigeons**

**Waterfowl**

**Parrots & Cockatoos**

**Cuckoos & Hoatzin**

**Turkeys**

**Owls & Nightjars**

**Expanded Crows**

**Flamingos**

**Toucans**

**Phalacrocoracidae**

**Scapulars**

**Wading Birds**

**Loons / Skuas**

**Ardeas**

**Rheavbirds**

**Stations & Allies**

**Seapets**

**Harabills & Kingfishers**

**Woodpeckers, etc.**

**Juncos & Puffbirds**

**Tinamous**

**Trogon**

**Bats**

**Seaching Birds**

**Manabirds**

# BIRDS

**Swits & Tree Swits**

**Cranes**

**Rallies**

**Hummingbirds**

**Fowl / Gamebirds**

**Doves / Pigeons**

**Waterfowl**

**Parrots & Cockatoos**

**Cuckoos & Hoatzin**

**Turkeys**

**Owls & Nightjars**

**Expanded Crows**

**Flamingos**

**Toucans**

**Phalacrocoracidae**

**Scapulars**

**Wading Birds**

**Loons / Skuas**

**Ardeas**

**Rheavbirds**

**Stations & Allies**

**Seapets**

**Harabills & Kingfishers**

**Woodpeckers, etc.**

**Juncos & Puffbirds**

**Tinamous**

**Trogon**

**Bats**

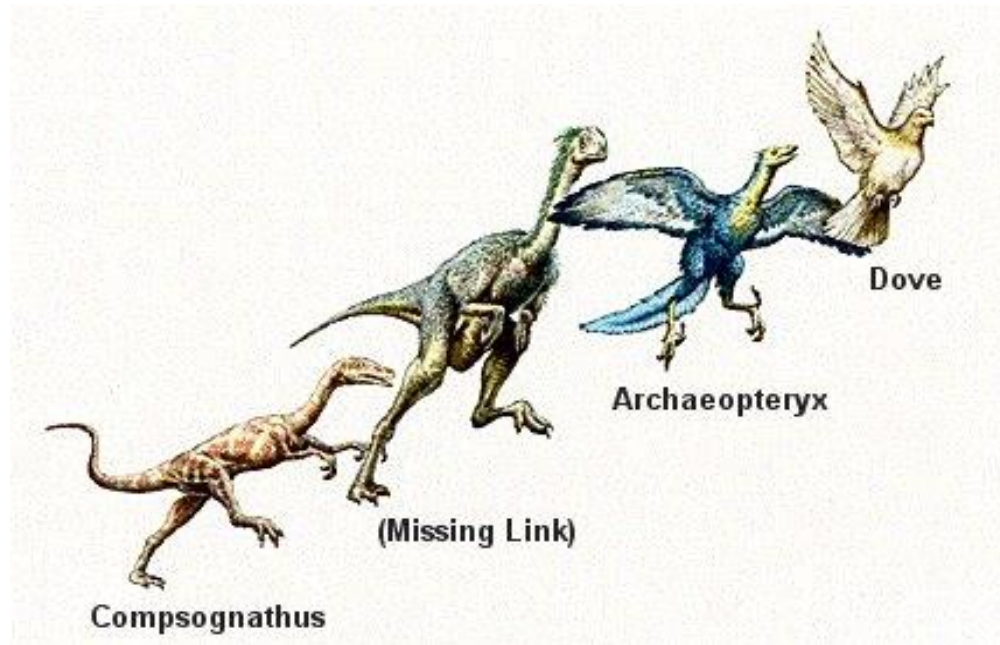
**Seaching Birds**

**Manabirds**



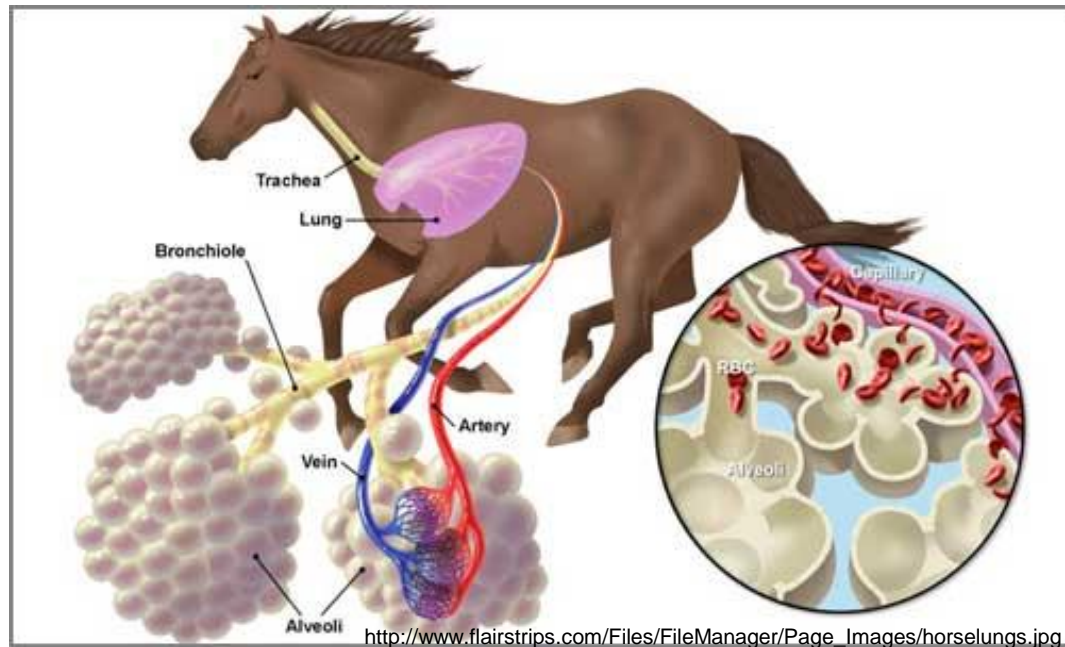
A sobrevivência dos animais nos diferentes habitats implicou a evolução de estruturas especializadas nas trocas com o meio.

Estas estruturas variam sobretudo com o tamanho e estrutura do corpo, história evolutiva do grupo e meio em que vivem.

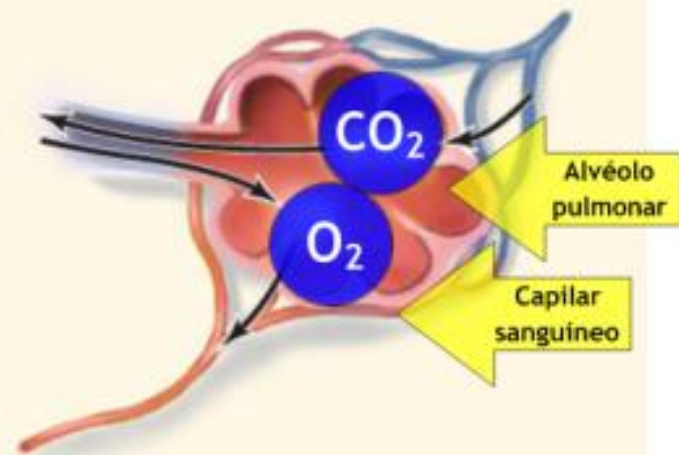
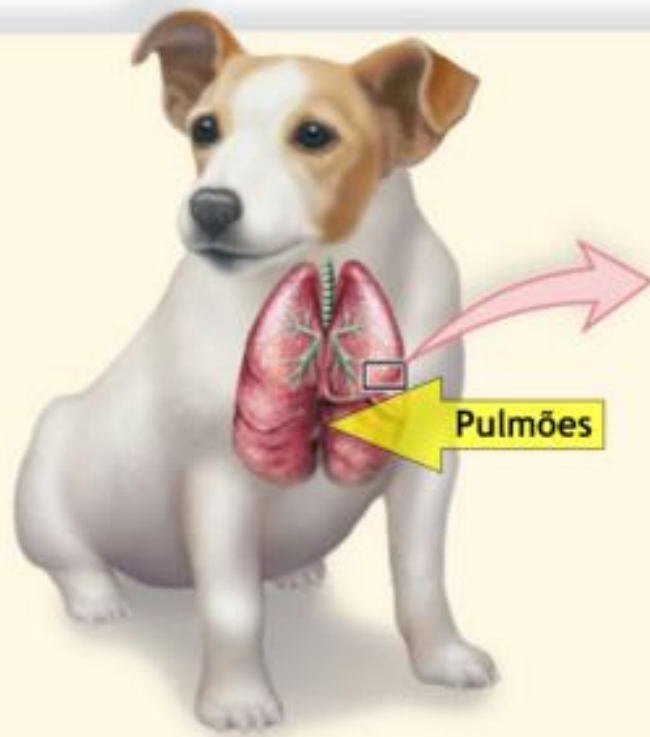


<http://universe-review.ca/l10-72-flyingreptiles.jpg>

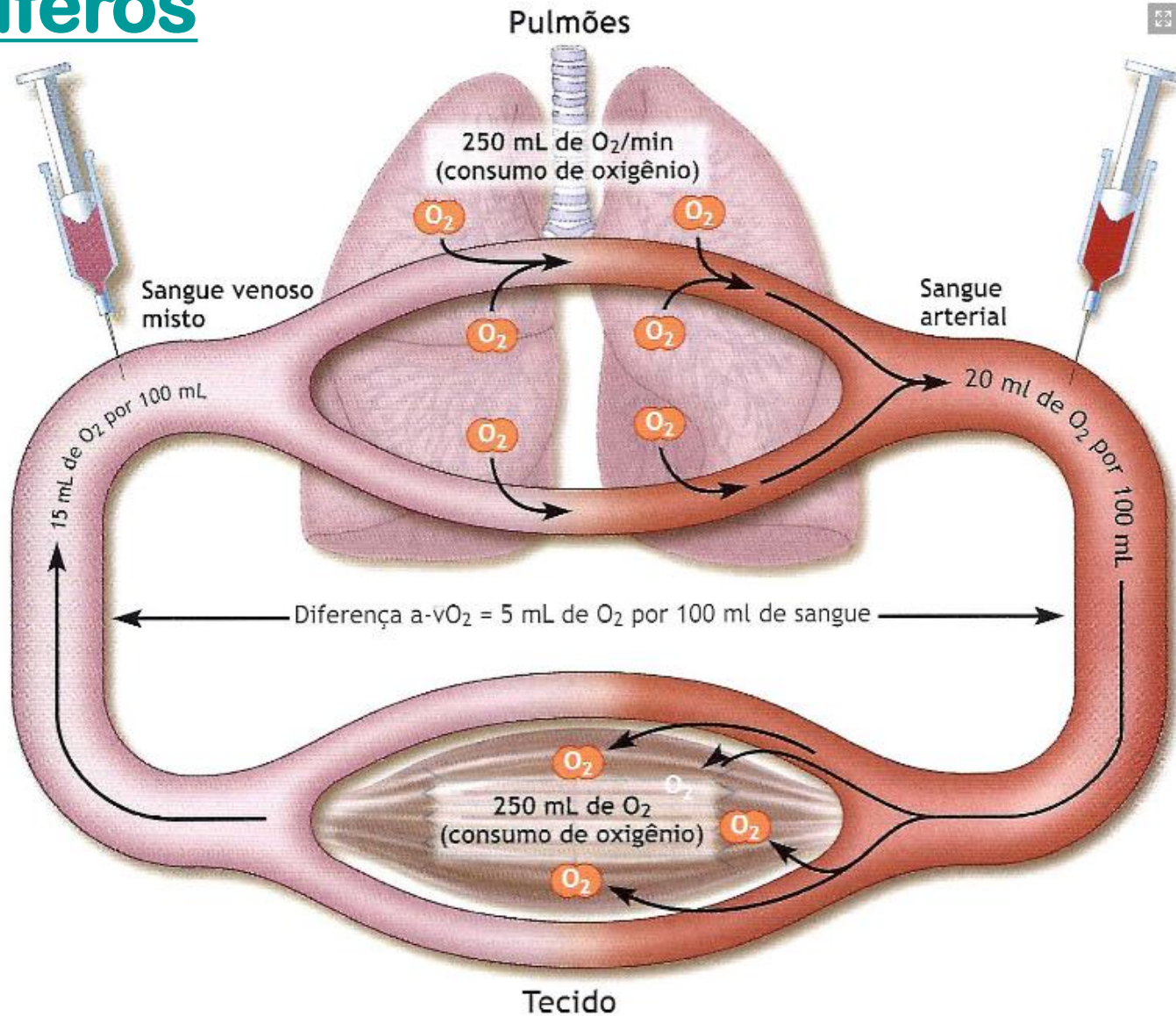
# Mamíferos



Os pulmões muito elásticos estão alojados na caixa torácica e são formados por alvéolos pulmonares (onde ocorre a hematose), dispostos em torno de ductos alveolares e bronquíolos.

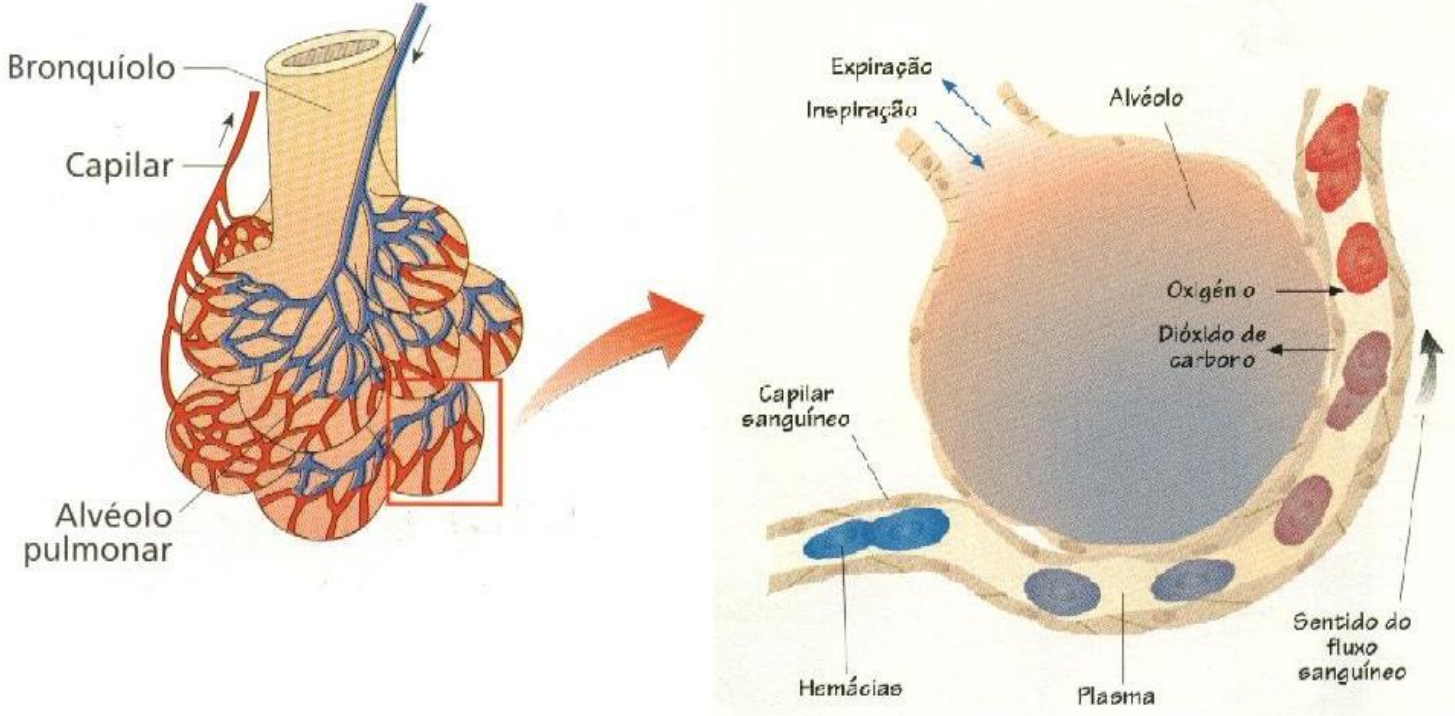


# Mamíferos





# Mamíferos







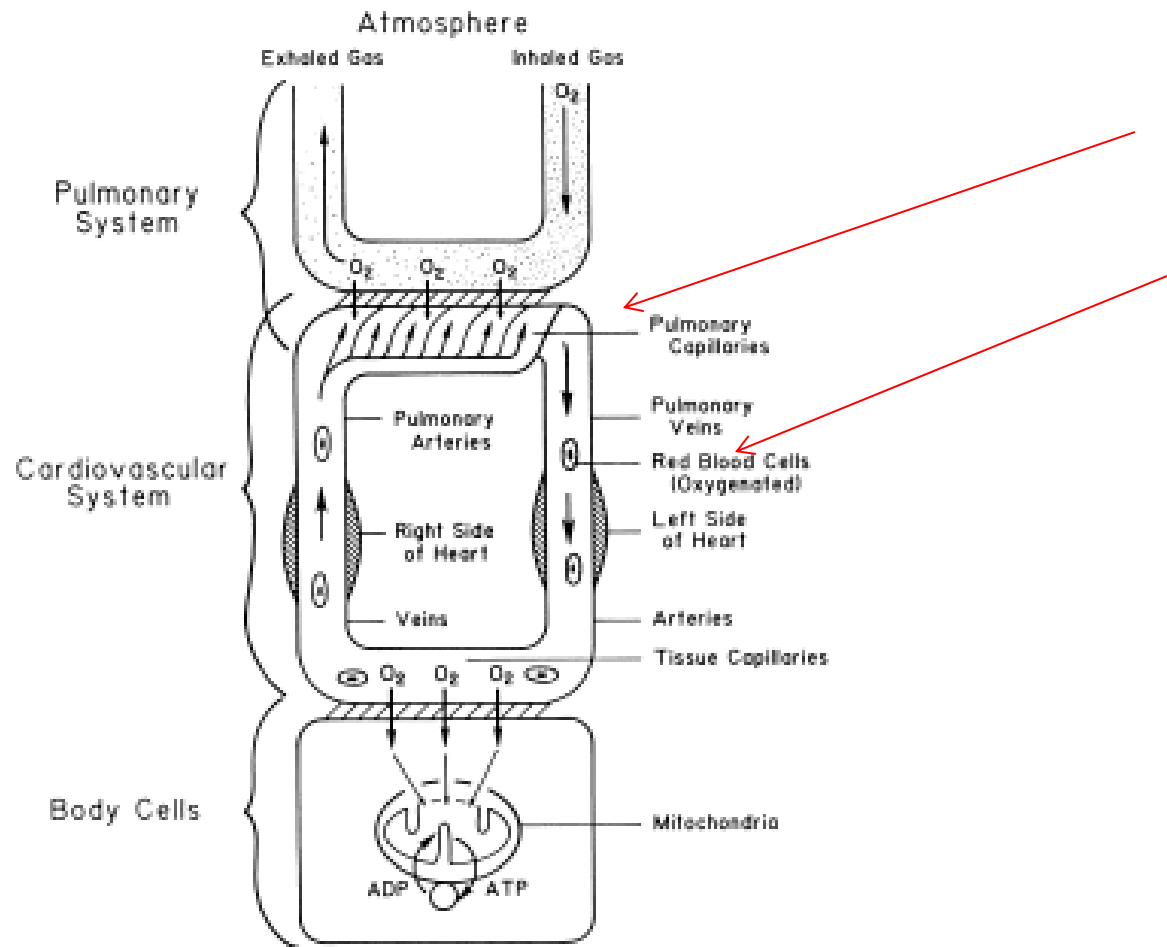
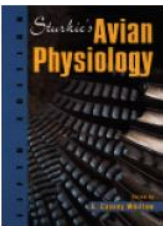


FIGURE 1 General model of the oxygen transport in birds. (Reprinted from *Respir. Physiol.* 44, C. R. Taylor and E. R. Weibel, Design of the mammalian respiratory system. I. Problem and strategy, pp. 1–10, Copyright (1981), with permission from Elsevier Science.)



# Considerações Anatomofisiológicas



Também o esqueleto das aves está adaptado ao voo, sendo forte mas leve e fornecendo apoio para os fortes músculos do voo, como se vê na quilha e no pescoço flexível (fundamental para uma boa limpeza das penas!).

<http://curlygirl.naturlink.pt/aves.htm#>



Sistema nervoso central (encéfalo e medula espinhal) de uma ave.

<http://curlygirl.naturlink.pt/aves.htm#>

# Considerações Anatomofisiológicas



<http://www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/classe-aves/imagens/classe-aves-25.jpg>

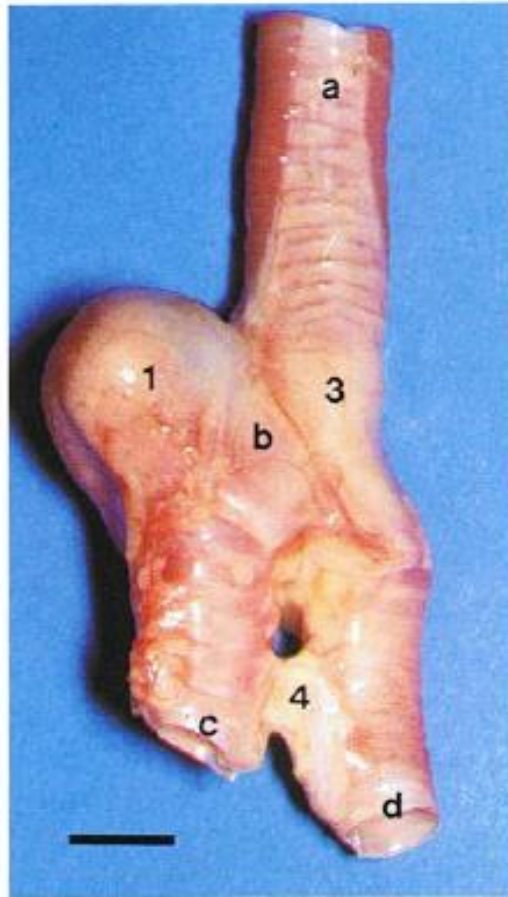




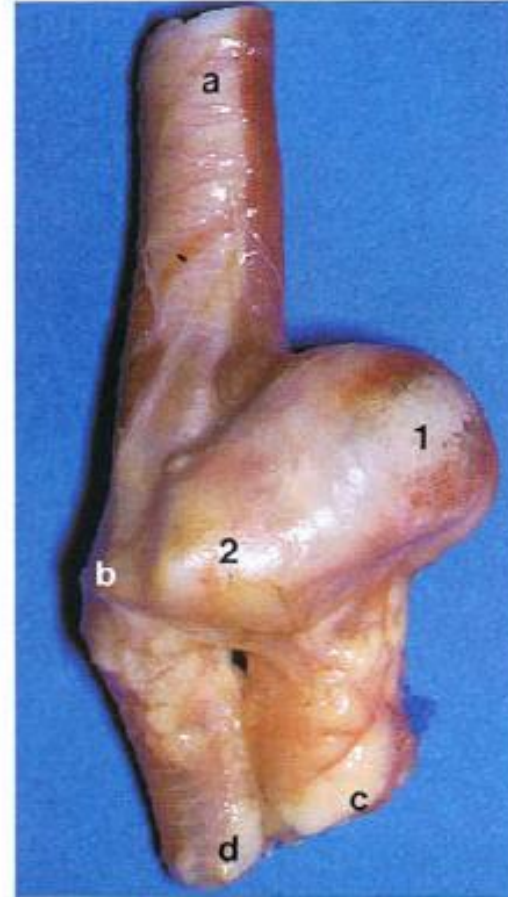
**257-259 Syrinx of an adult male duck:** (a) trachea; (b) syrinx; (c) left primary bronchus; (d) right primary bronchus. (1) Major compartment of the syringeal bulla; (2) minor compartment of the syringeal bulla;

(3) tympanum; (4) interbronchial ligament. The syringeal bulla appears to be formed from the bronchial syringeal cartilages.

257



258

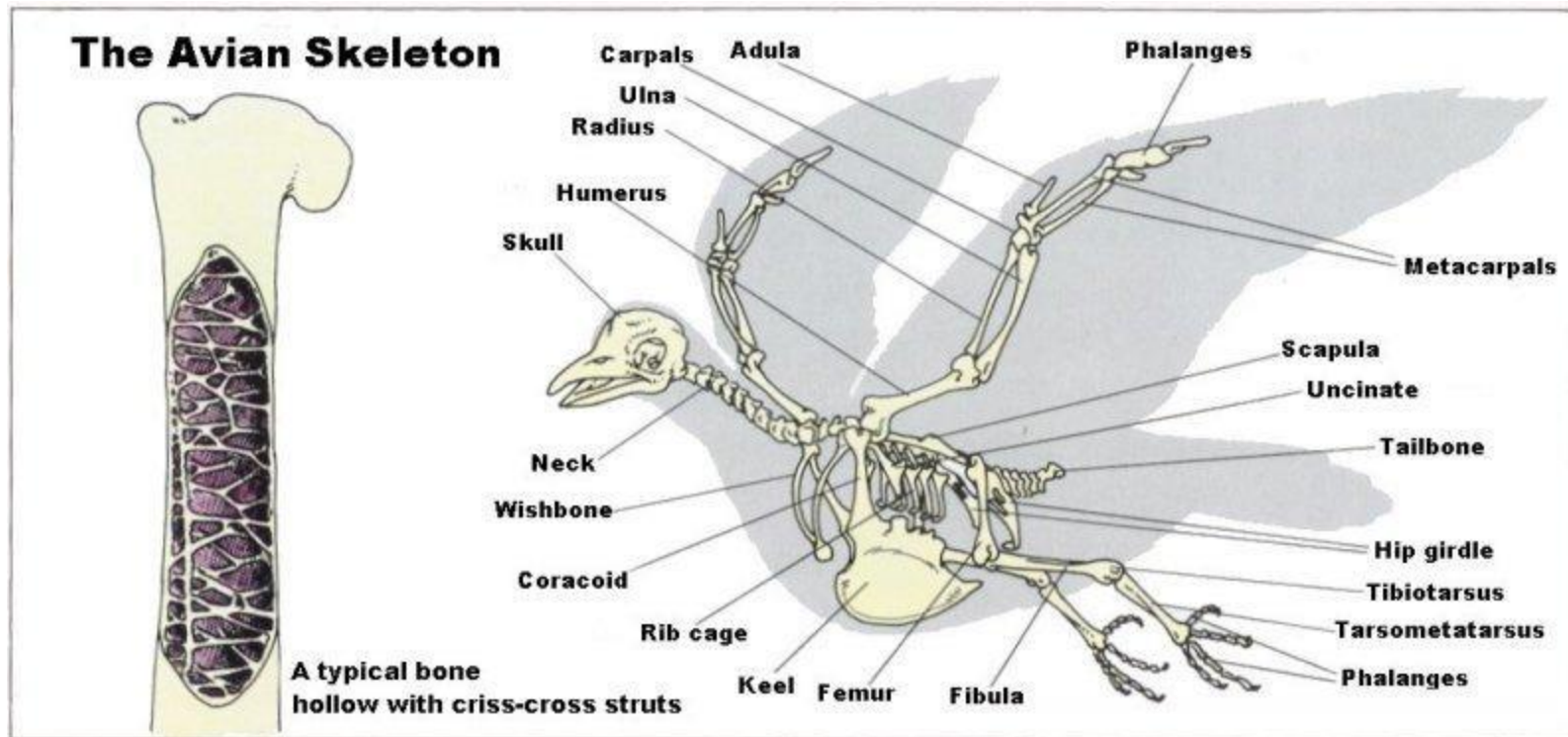


**257 Syrinx of an adult male duck. Dorsal view.** (Scale, 10 mm)

**258 Syrinx of an adult male duck. Ventral view.**

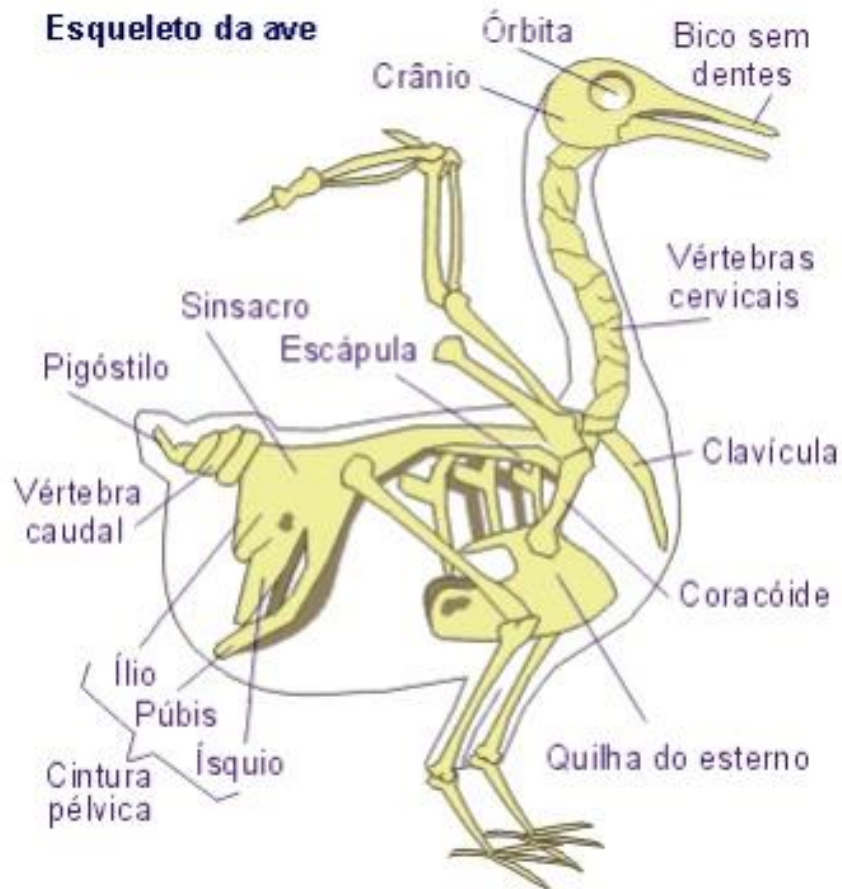
# Considerações Anatomofisiológicas

As aves tem o esqueleto adaptado ao voo.



<http://www.paulnoll.com/Oregon/Birds/Avian-Skeleton.jpg>

# Considerações Anatomofisiológicas



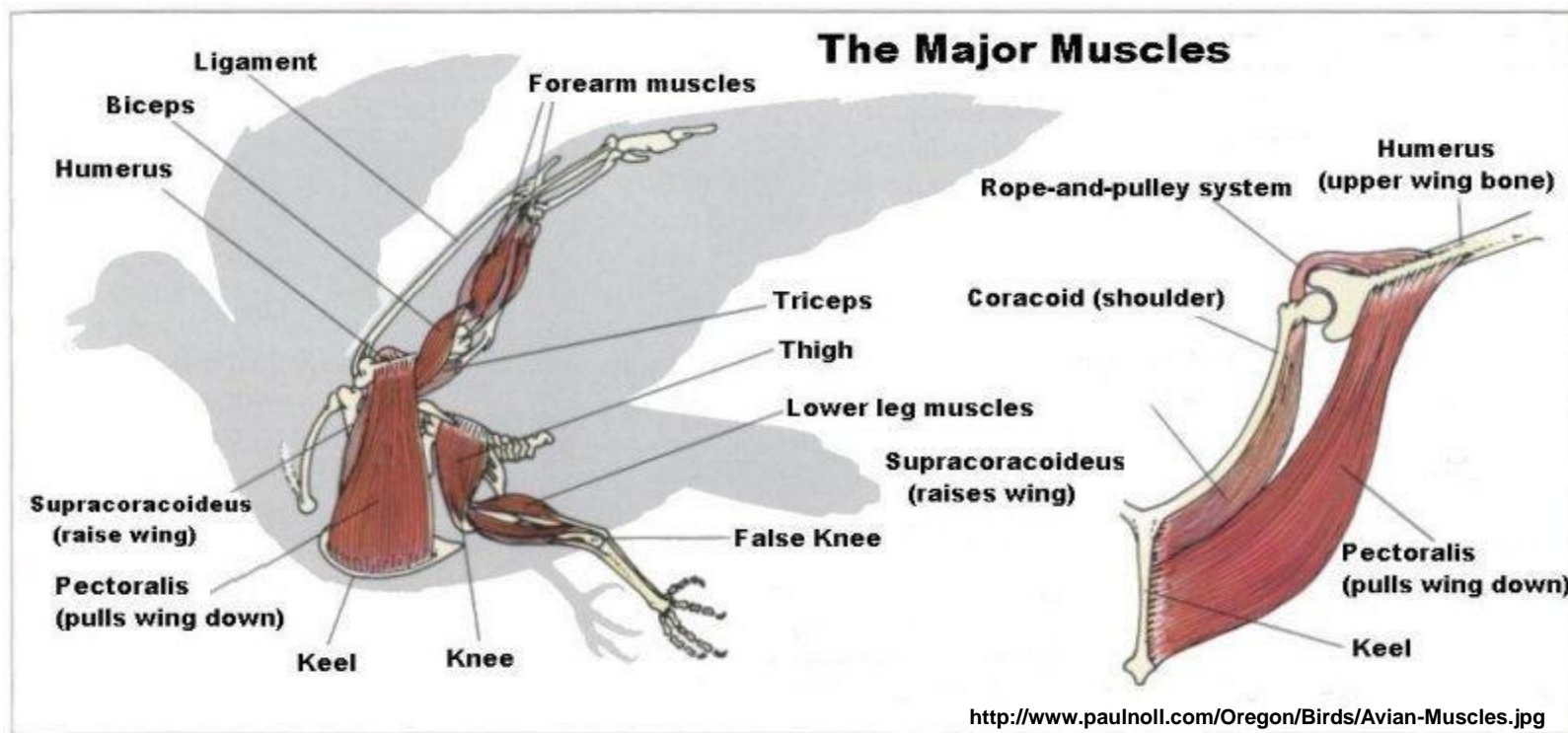
<http://www.infoescola.com/imagens/aves2.jpg>

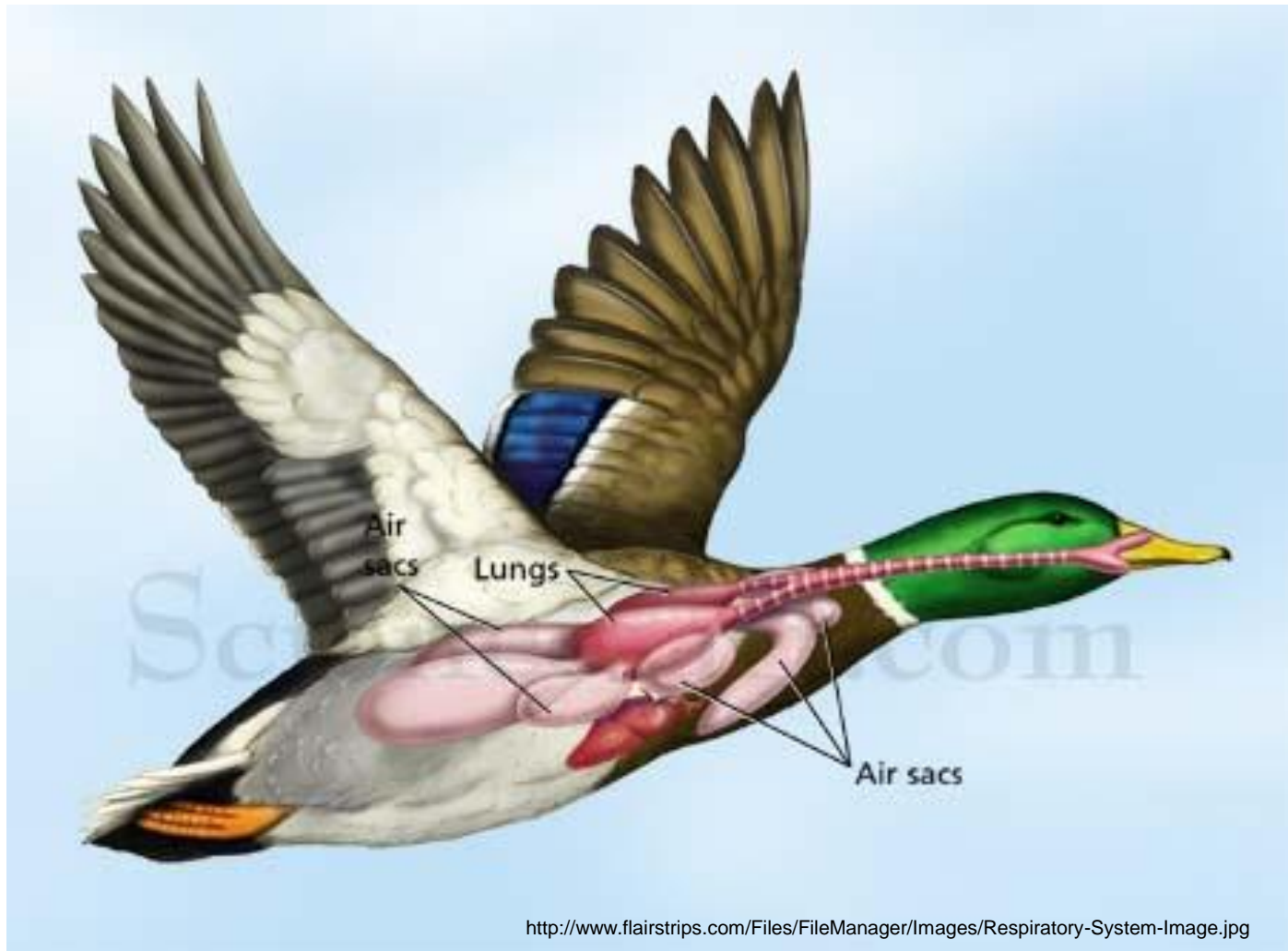




# Considerações Anatomofisiológicas

As aves têm o esqueleto adaptado ao vôo.

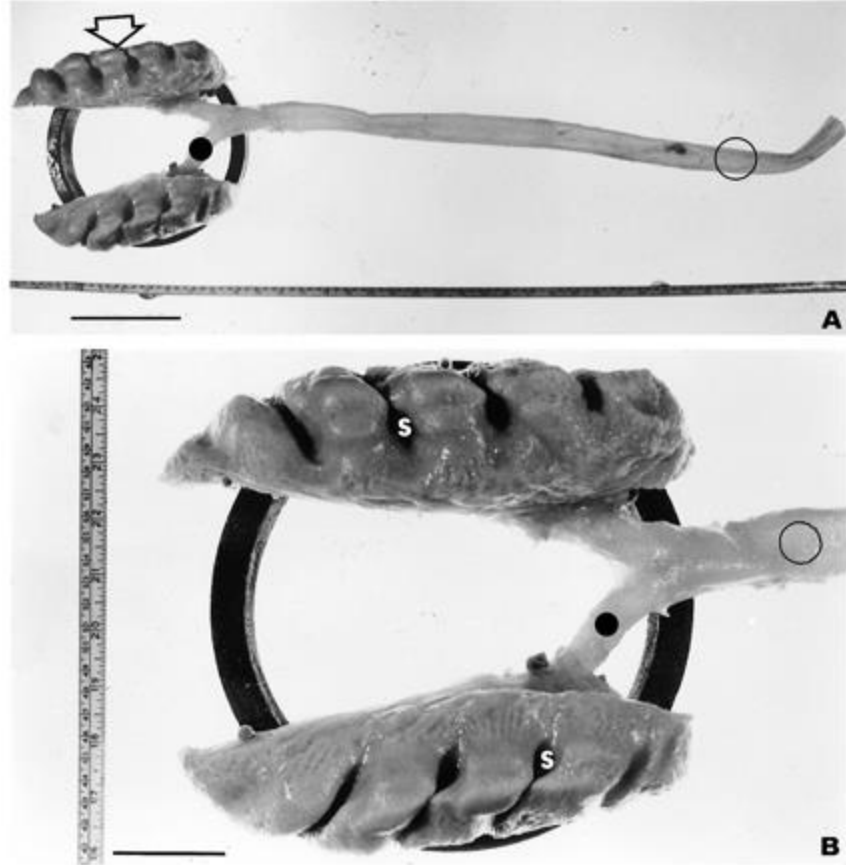




# Considerações Anatomofisiológicas

## **PULMÕES**

São rígidos e de volume fixo, localizados dorsalmente na região torácica.



[http://people.eku.edu/ritchisong/Ostrich\\_lung.gif](http://people.eku.edu/ritchisong/Ostrich_lung.gif)

A impossibilidade de expansão da caixa torácica deve-se à rigidez necessária para melhor sustentar os músculos do voo.



# Considerações Anatomofisiológicas

## BRÔNQUIOS

**Cada pulmão apresenta três subdivisões brônquicas.**

BRÔNQUIO PRIMÁRIO INTRAPULMONAR (n = 1)

BRÔNQUIOS SECUNDÁRIOS MÉDIO-VENTRAIS (n = 4)

BRÔNQUIOS SECUNDÁRIOS MÉDIO-DORSAIS (n = 8-12)

BRÔNQUIOS SECUNDÁRIOS LÁTERO-VENTRAIS e DORSAIS (vários)

BRÔNQUIOS TERCIÁRIOS OU PARABRÔNQUIOS

**278 Bronchi of the left lung of an adult chicken.** Vinylite cast. Medial view. The primary bronchus (a), the four medioventral secondary bronchi (b), and numerous parabronchi (c) can be seen. There are many anastomoses, either end to end (upper arrows) or transversely (lower arrow), between the parabronchi.

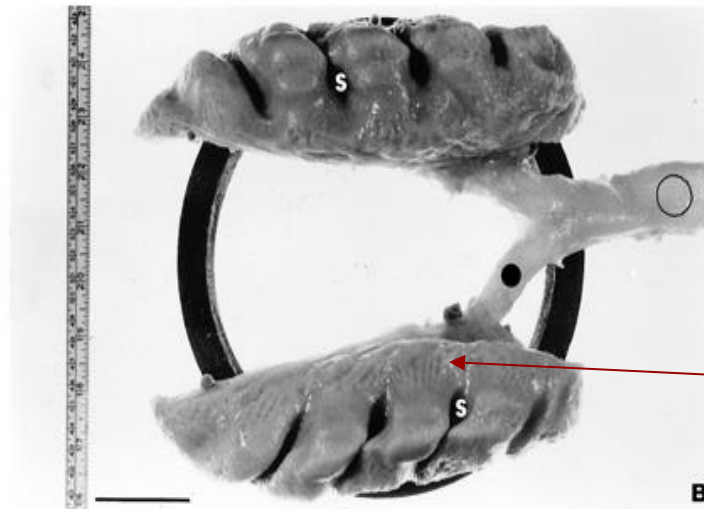
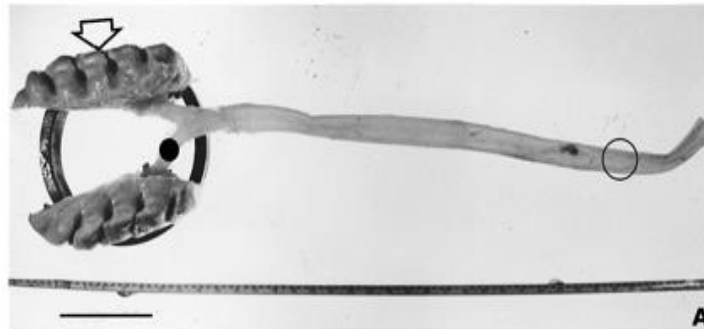
*A Colour Atlas of*  
**AVIAN ANATOMY**  
J. McLelland



# Considerações Anatomofisiológicas

## BRÔNQUIO PRIMÁRIO INTRAPULMONAR

(n = 1)



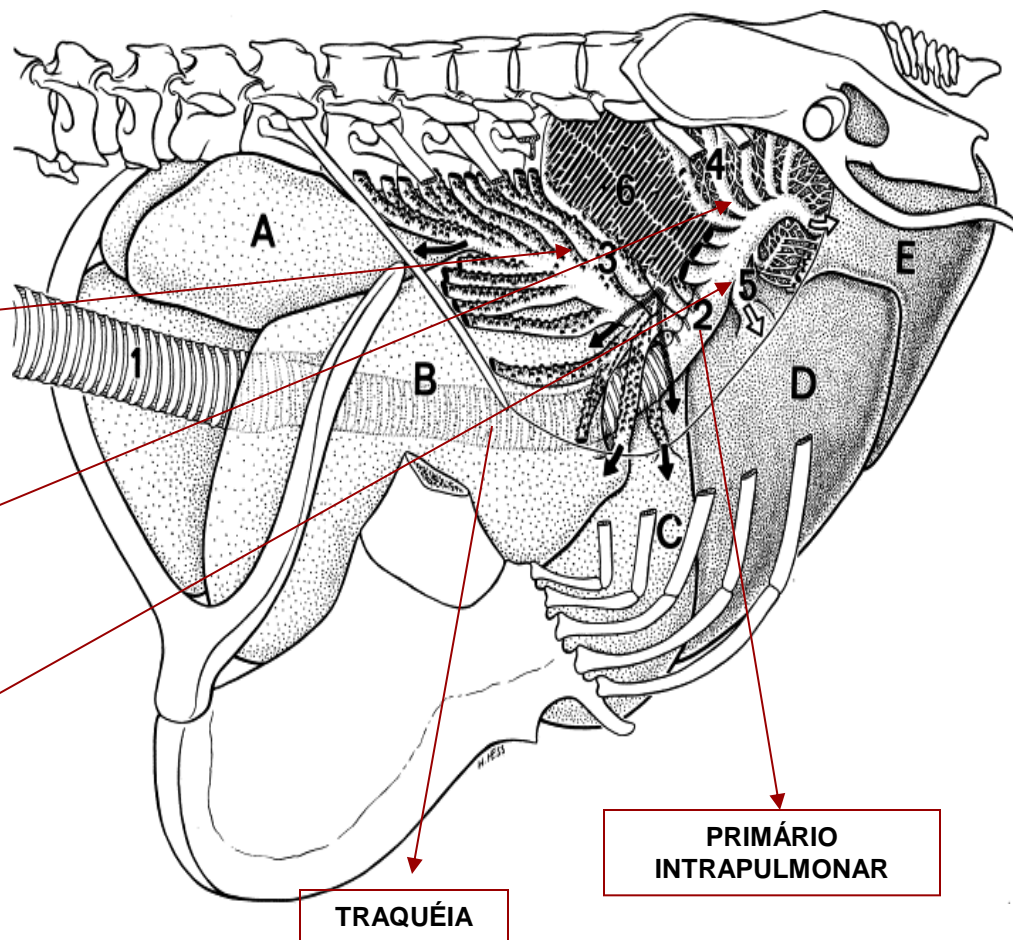
# Considerações Anatomofisiológicas

## BRÔNQUIOS SECUNDÁRIOS

MÉDIO-VENTRAIS  
(n = 4)

MÉDIO-DORSAIS  
(n = 8-12)

LÁTERO-VENTRAIS e  
LÁTERO-DORSAIS  
(vários)



# Considerações Anatomofisiológicas

## BRÔNQUIOS TERCIÁRIOS ou PARABRÔNQUIOS

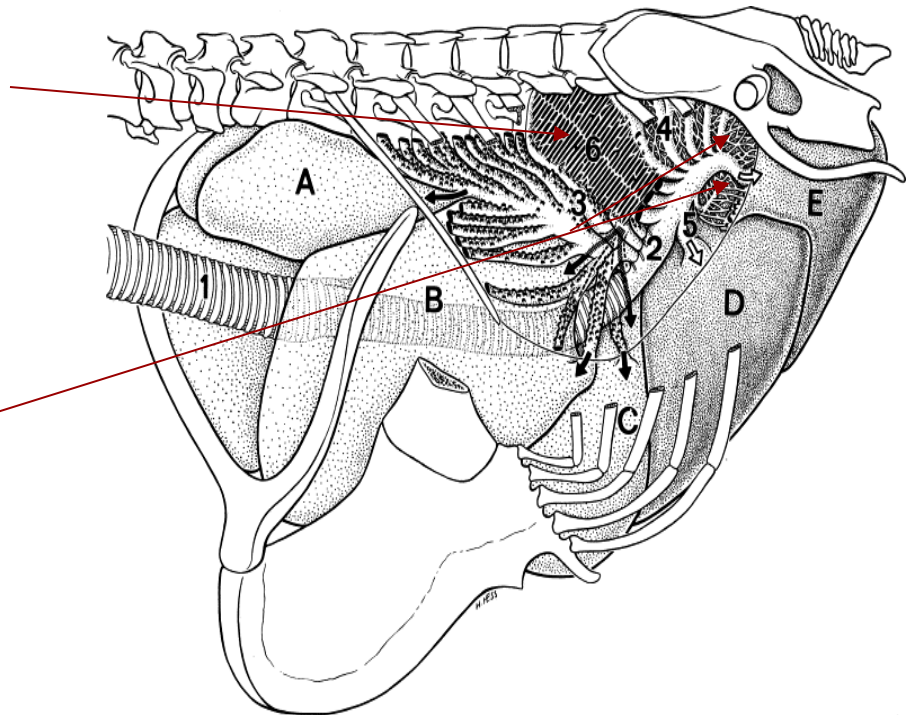
É nesta região que ocorrem as trocas gasosas.

### PALEOPULMONARES

Cursam entre os Brônquios secundários médio-dorsais e médio-ventrais

### NEOPULMONARES

Cursam dos brônquios secundários medio-dorsais, latero-ventrais, láter-dorsais e intrapulmonar para os sacos aéreos caudais



**OBS\*** Neopulmonares não são encontrados em pinguins e emas

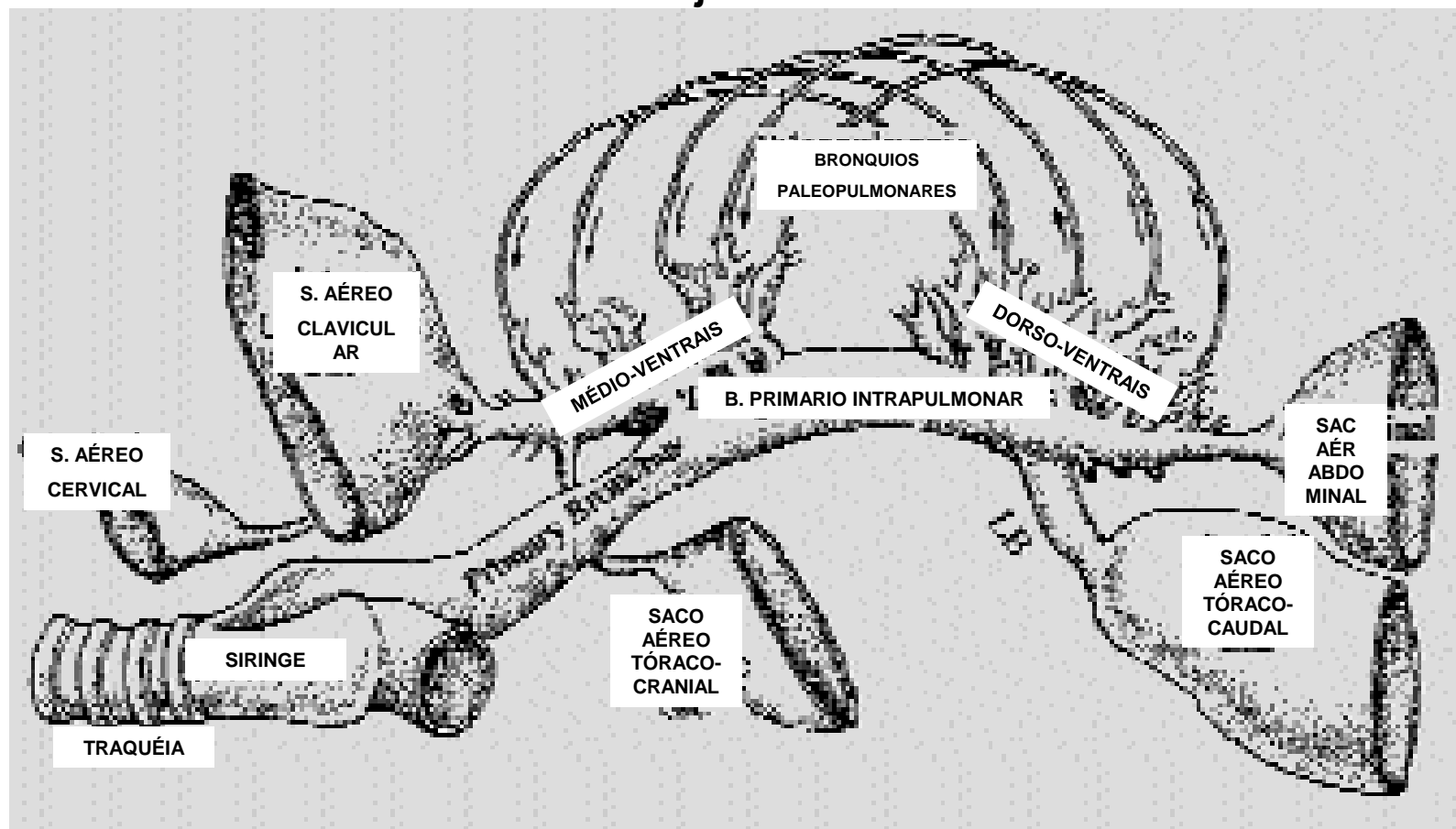


# Considerações Anatomofisiológicas

## SACOS AÉREOS

São grandes, complacentes e de paredes finas e originam-se de alguns brônquios secundários.

Histologicamente apresentam epitélio escamosos simples recobrimdo uma fina camada de tecido conjuntivo mal vascularizado



# Considerações Anatomofisiológicas

## SACOS AÉREOS

Os sacos aéreos são divididos em dois grupos : Caudal e Cranial

**GRUPO CRANIAL** - Sacos aéreos Cervicais  
Clavicular  
Torácicos craniais

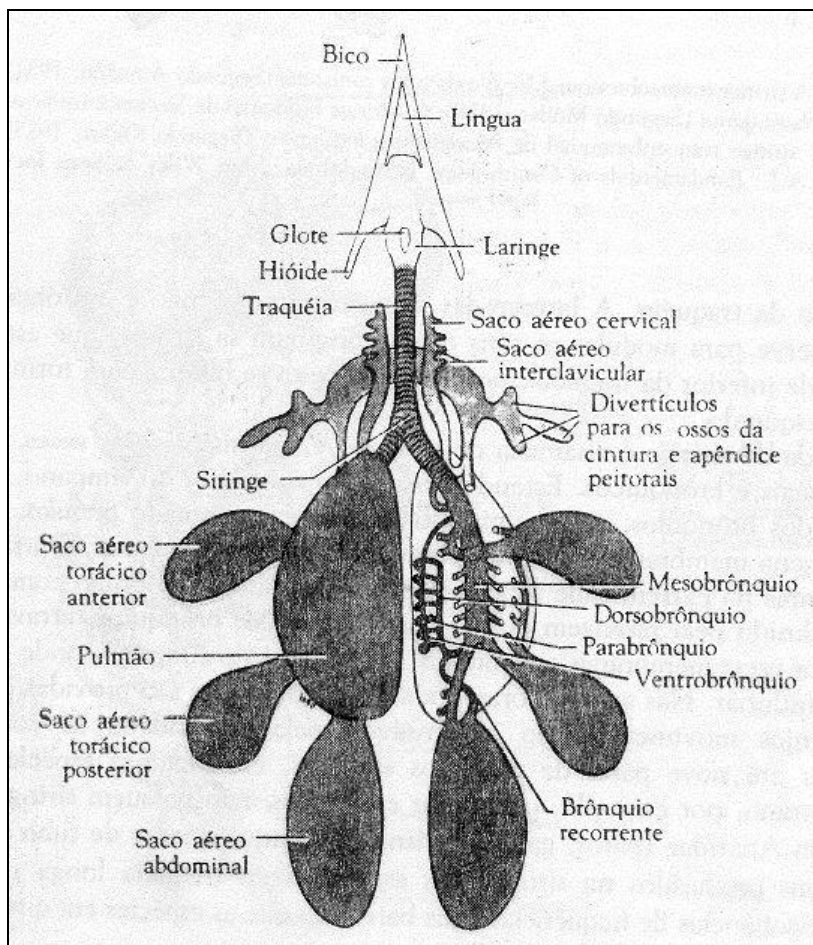
=> grupo cranial conecta-se aos brônquios secundários médio-ventrais

**GRUPO CAUDAL** - Sacos aéreos torácicos caudais  
Sacos aéreos abdominais

=>O grupo Caudal conecta-se ao Brônquio primário intrapulmonar, aos brônquios secundários látero-ventrais, látero-dorsais e médio dorsais.

# Considerações Anatomofisiológicas

## SACOS AÉREOS

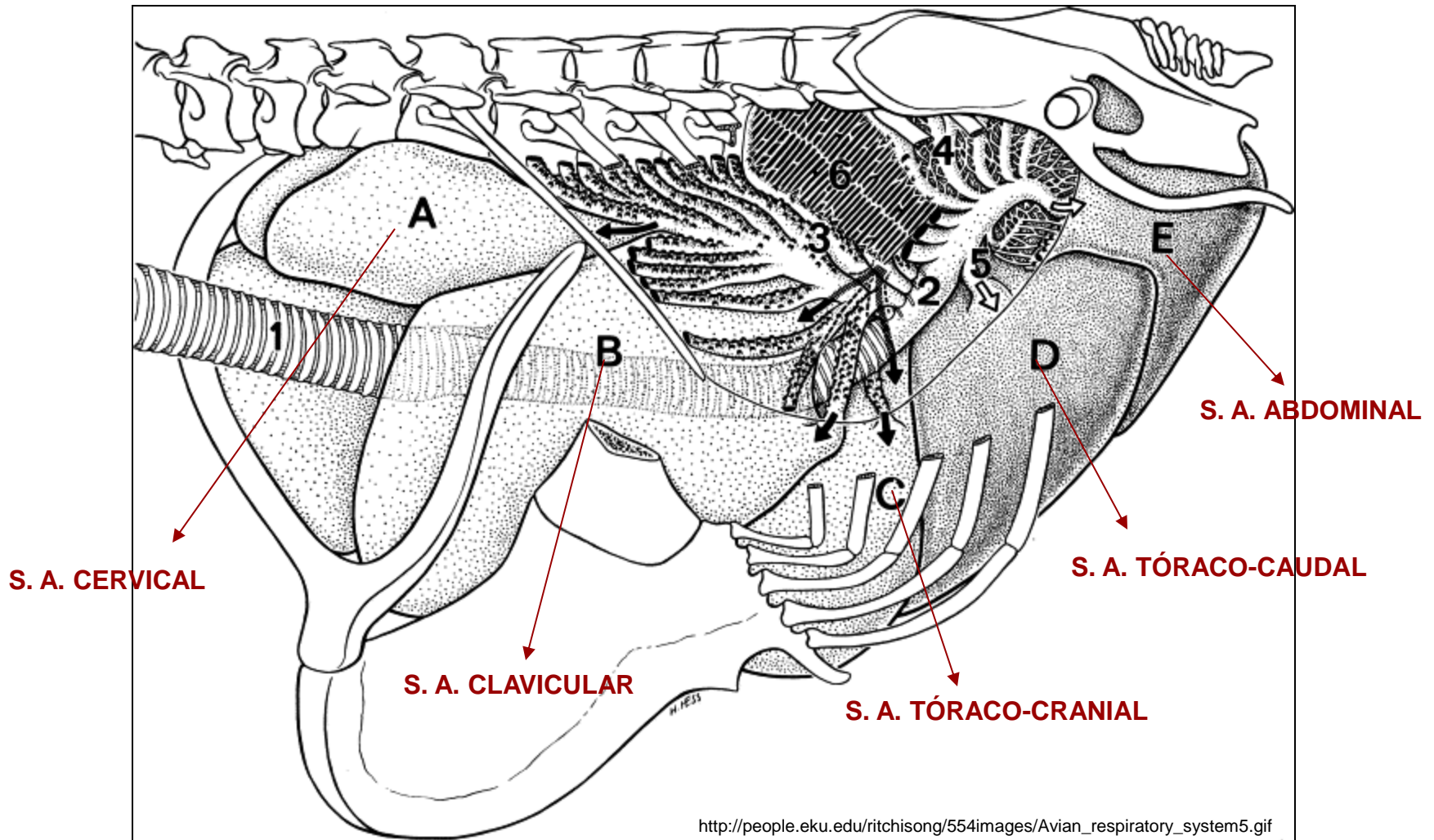


=> Todos os sacos aéreos são pares com exceção do saco aéreo clavicular e somam-se NOVE no total em galinhas, pombos, patos e perus.

=> O volume de gás no saco aéreo é 10 vezes maior que nos pulmões

=> No galo adulto o volume respiratório é de cerca de 500 mL.

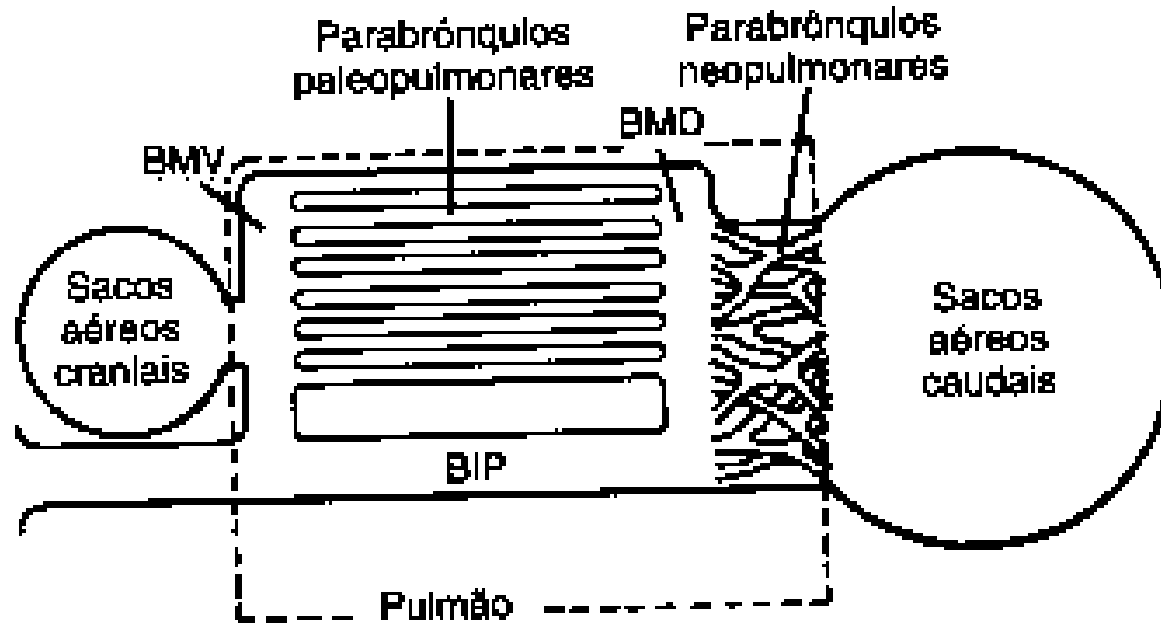
# Considerações Anatomofisiológicas



**Semi-schematic drawing of the lung-air sac system in situ. The cranial half of the dorsobronchi (4) and the parabronchi (6) has been removed. 1 trachea, 2 primary bronchus, 3 ventrobronchi with the connections into (A) cervical, (B) interclavicular and (C) cranial thoracic air sacs, 5 laterobronchus and caudal primary bronchus open into (D) posterior thoracic and (E) abdominal air sacs (From: [Duncker 2004](#)).**



# Considerações Anatomofisiológicas



**Fig. 14.3** Modelo simplificado do sistema respiratório das aves que ajuda na visualização da organização e das conexões com sacos aéreos (não desenhado em escala). BMV, brônquio secundário medioventral; BMD, brônquio secundário mediodorsal; BIP, brônquio primário intrapulmonar. (Modificado de Scheld *et al.* 1974, *Respir. Physiol.* 22:123-96.)

# **FUNÇÕES DOS SACOS AÉREOS**

## **Servir de câmara de recepção do ar inalado pela aves que dispõem de pulmões rígidos**

**Tem havido uma especulação considerável sobre as possíveis funções dos sacos aéreos na respiração.**

**Algumas das funções sugeridas são:**

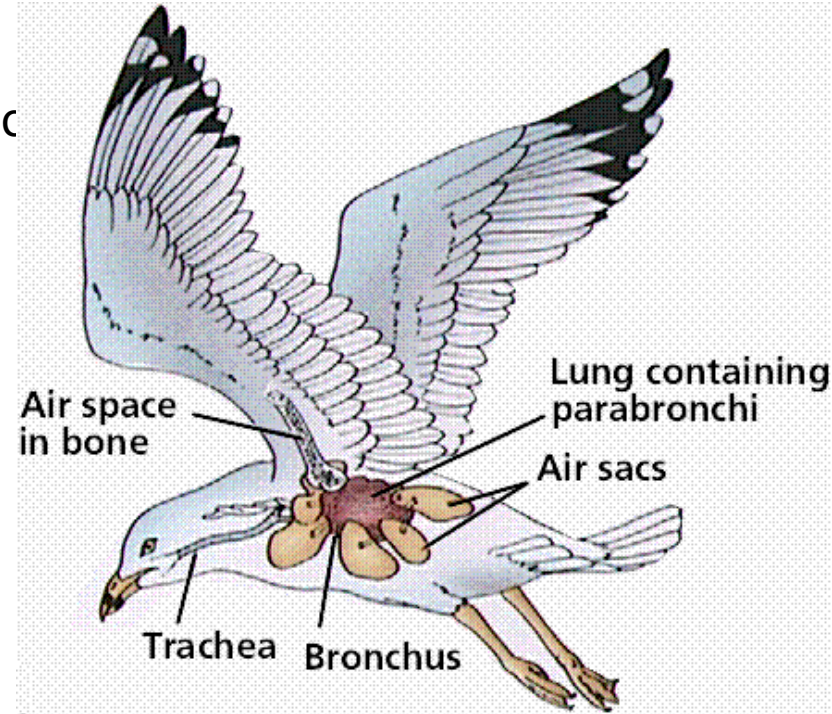
- diminuir o peso específico do corpo;
- reduzir a fricção das partes em movimento durante o voo;
- auxiliar a redução da temperatura do corpo, particularmente, durante os períodos ativos;
- facilitar a espermatogênese, por meio da redução da temperatura dos testículos;
- aumentar a flutuação das aves aquáticas; e
- servir como almofadas pneumáticas para a absorção do impacto nas aves, que mergulham a partir do ar.

**Nenhuma dessas sugestões tem sido comprovada satisfatoriamente.**

# Considerações Anatomofisiológicas

## DIVERTÍCULOS

- A maior parte dos ossos das aves são do tipo pneumáticos.
- Os divertículos surgem dos sacos aéreos (muitos deles) e penetram em alguns ossos.
- E o úmero apresenta o mais importante dos divertículos chamado de Supra-umeral.



***“É possível que esta extensão dos sacos aéreos dentro dos ossos não desempenhe qualquer função respiratória”***

# Considerações Anatomofisiológicas

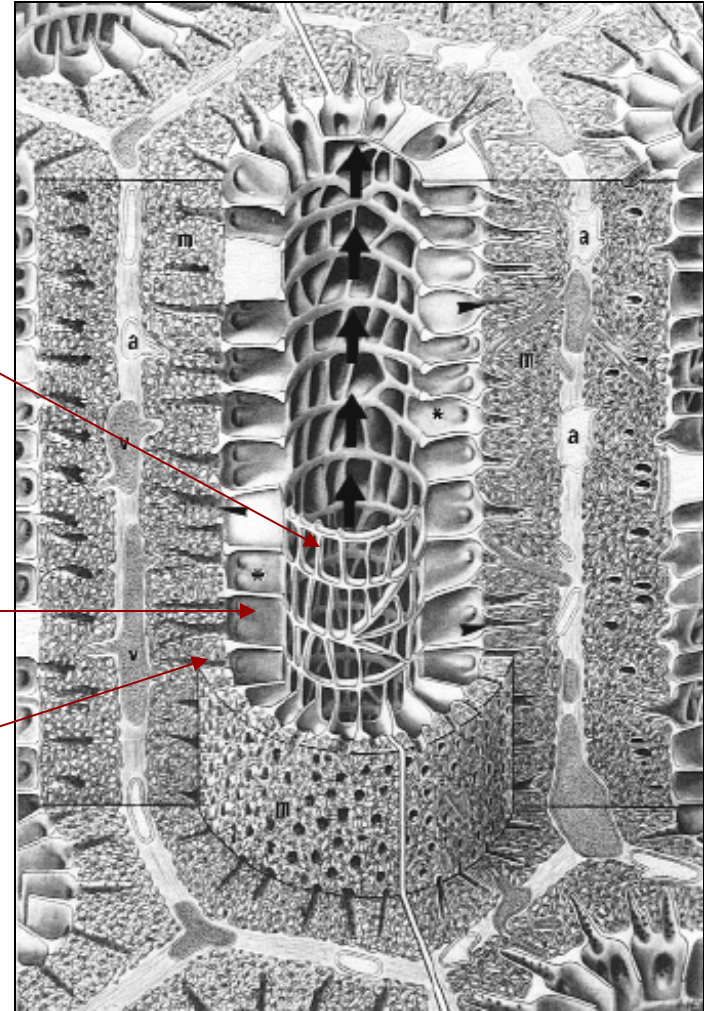
## PARABRÔNQUIOS

### CAPILARES AÉREOS

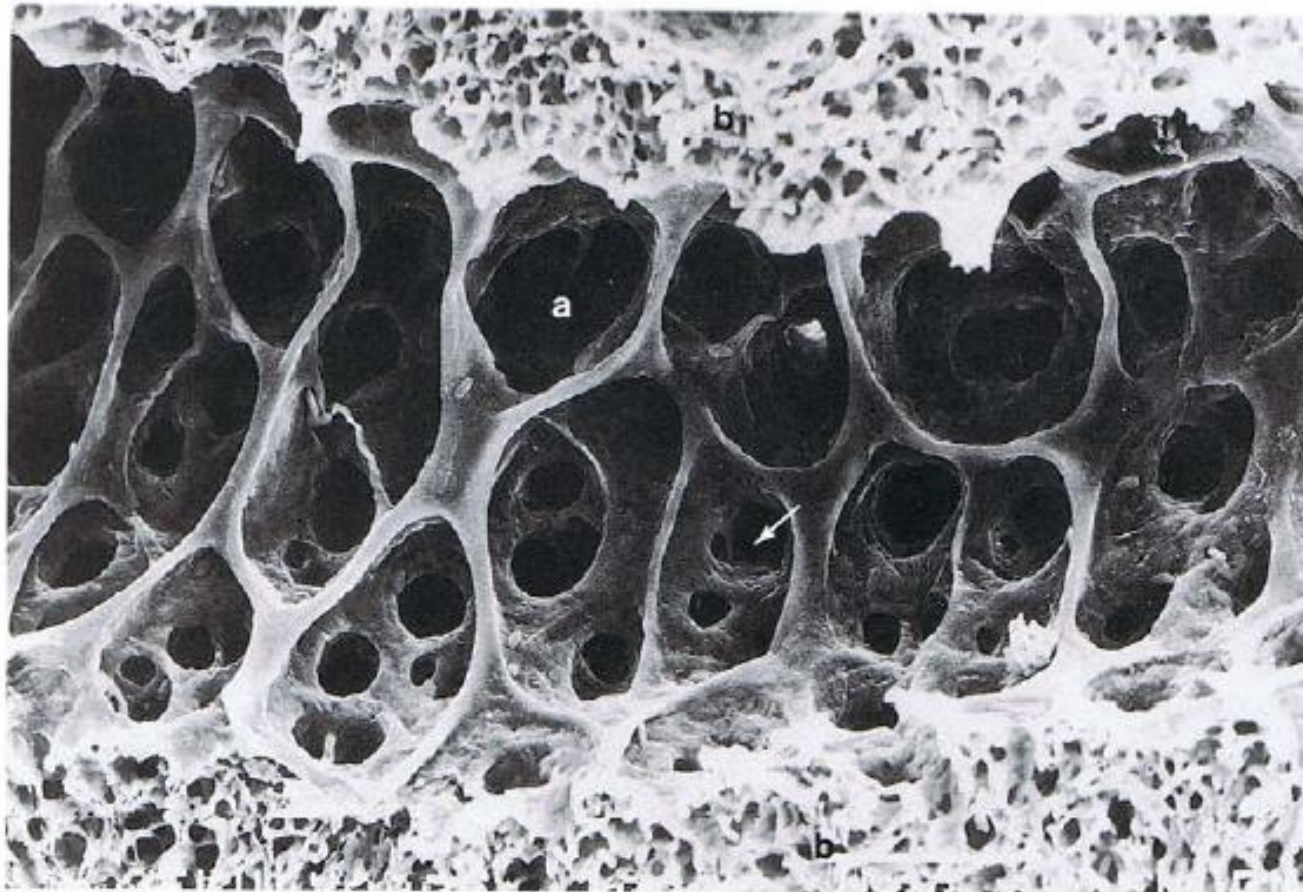
Não existem alvéolos como observado nos mamíferos, mas tubos contendo ar que são chamados de capilares aéreos.

### ÁTRIOS

### INFUNDÍBULOS







**282** Scanning electron micrograph of a parabronchus, cut in longitudinal section, in the lung of an adult Red Jungle Fowl. The inner surface has numerous openings which lead into spherical chambers, the atria (a). In the floor of each atrium are the openings

of the infundibula (arrow) which lead to the air capillaries of the exchange tissue (b). Despite their name, the wall structure of large lengths of the secondary bronchi is identical to that of a parabronchus.  $\times 200$ .

# Considerações Anatomofisiológicas

## Diagrama anatômico de um Parabrônquio

Os parabrônquios dão origem a átrios e infundíbulos

**m** = manto peribronquial (rico em capilares sanguíneos e aéreos)

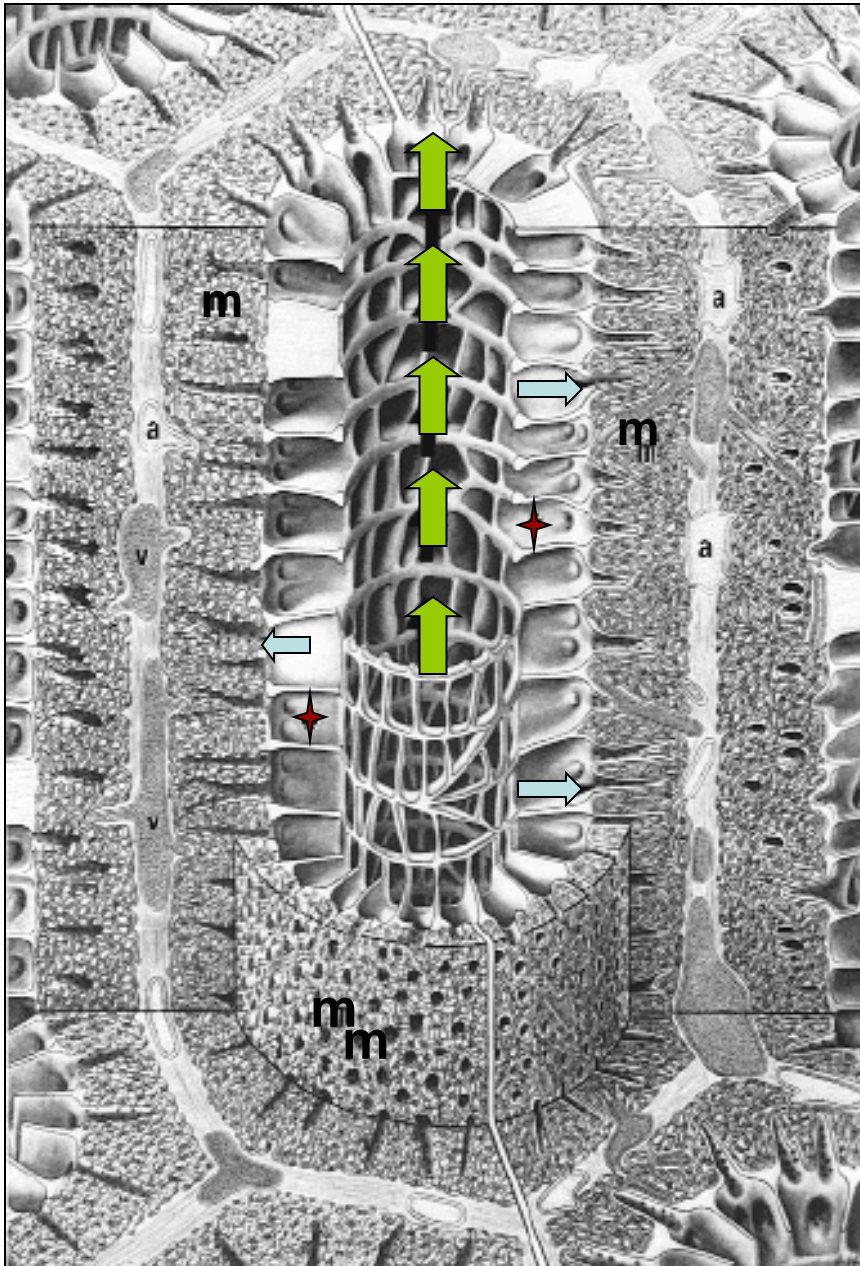
↑ Fluxo aéreo na luz do parabrônquio

✦ Átrios

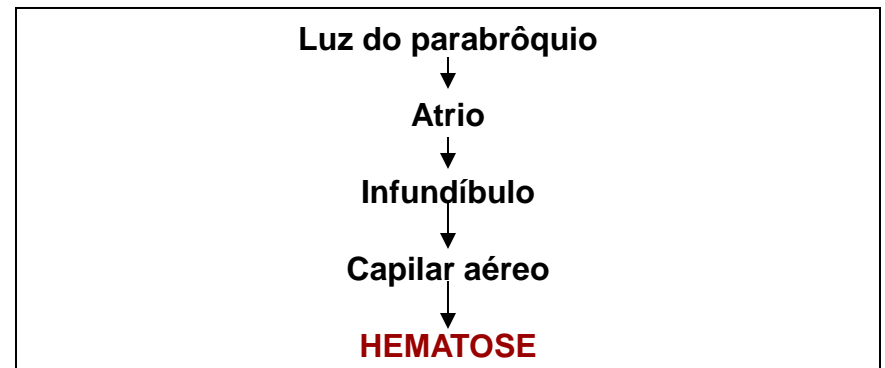
← Infundíbulos

**a** = sangue arterial

**v** = sangue venoso

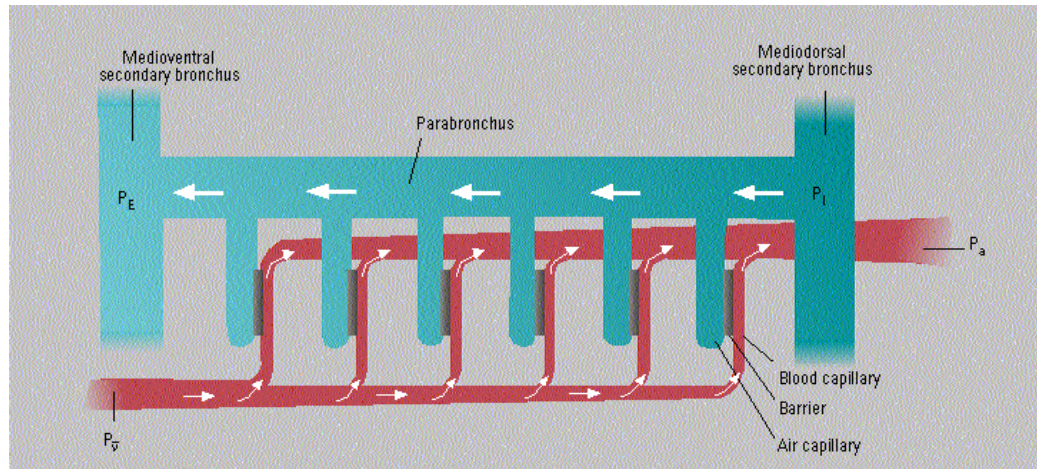


[http://people.eku.edu/ritchisong/aircapillaries\\_2.gif](http://people.eku.edu/ritchisong/aircapillaries_2.gif)





# TROCAS GASOSAS



<http://people.eku.edu/ritchison/crosscurrentflowlungs.gif>

**As trocas ocorrem nos capilares aéreos dos parabrônquios.**

**O gás desloca-se no lume do parabrônquio por convecção através dos capilares aéreos, átrios e infundíbulo.**

**O sangue flui nos capilares sanguíneos em direção ao lume dos parabrônquios e as trocas ocorrem.**

**O sangue oxigenado é coletado pelas vênulas pulmonares.**

# MECÂNICA DA RESPIRAÇÃO

As aves não possuem diafragma e as modificações corporais são causadas por músculos inspiratórios e expiratórios que promovem a contração e movimentação do esterno no sentido ventro cranial e lateral nas costelas ( Movimento de dobradiça do esterno)

*Hoffman & Volker (1969) => a diferença marcante entre a respiração de mamíferos e aves é a inexistência de um diafragma contrátil entre as duas cavidades (torácica e abdominal), assim o transporte do ar realiza-se essencialmente nas aves domésticas pelos movimentos do esterno*

## ***Na inspiração***

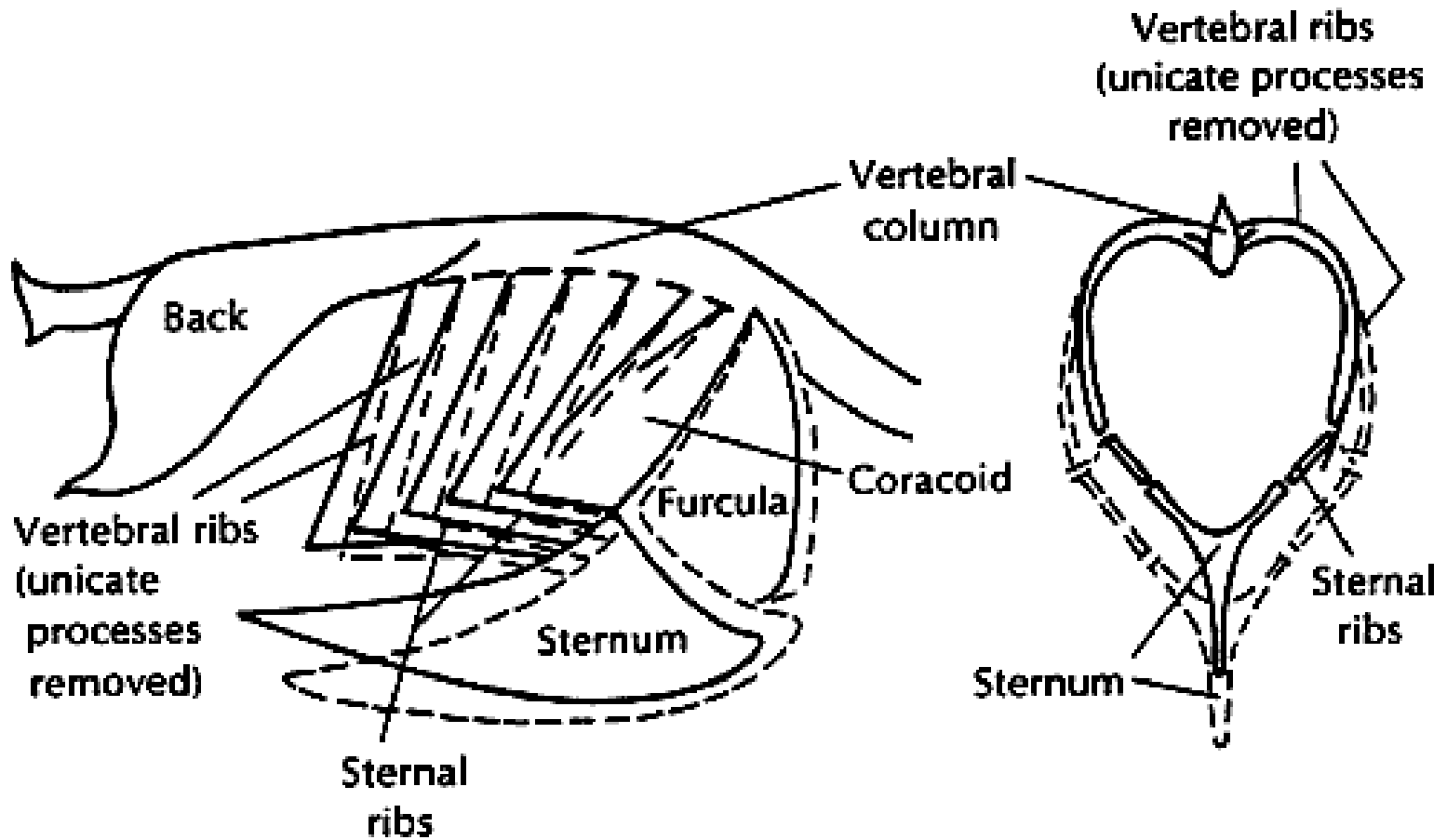
Há aumento do volume corporal, tanto torácico quanto abdominal o que diminui a pressão nos sacos aéreos em relação à da atmosfera e o gás desloca-se através dos pulmões para dentro dos sacos aéreos.

## ***Na expiração***

Há diminuição do volume corporal e aumento da pressão nos sacos e o gás é forçado a sair dos sacos passando novamente pelos pulmões.



# MECÂNICA DA RESPIRAÇÃO



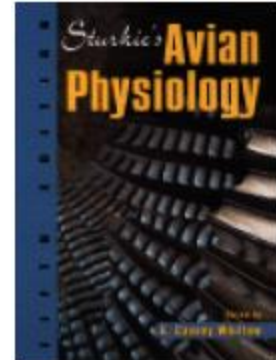


TABLE 2 Respiratory Muscles of the Chicken

Inspiratory	Expiratory
M. scalenus	Mm. intercostales externi of fifth and sixth spaces
Mm. intercostales externi (except in fifth and sixth spaces)	Mm. intercostales interni of third to sixth spaces
intercostalis interni in second space	M. costosternalis pars minor
M. costosternalis pars major	M. obliquus externus abdominis
Mm. levatores costarum	M. obliquus internus abdominis
M. serratus profundus	M. transversus abdominis
	M. rectus abdominis
	serratus superficialis, pars cranialis and caudalis
	M. costoseptalis

# MECÂNICA DA RESPIRAÇÃO

## TRAJETO DO AR

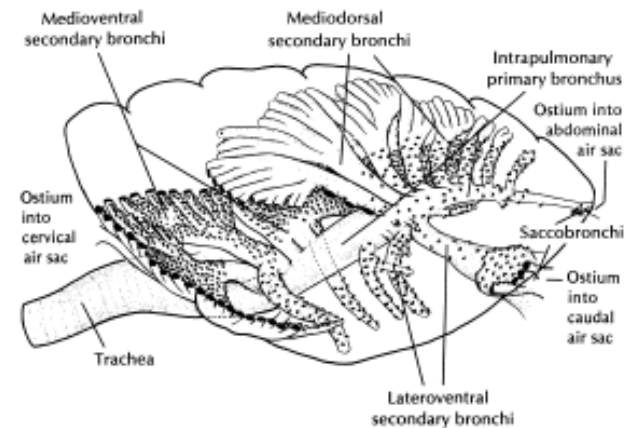
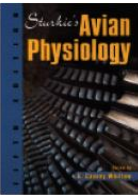
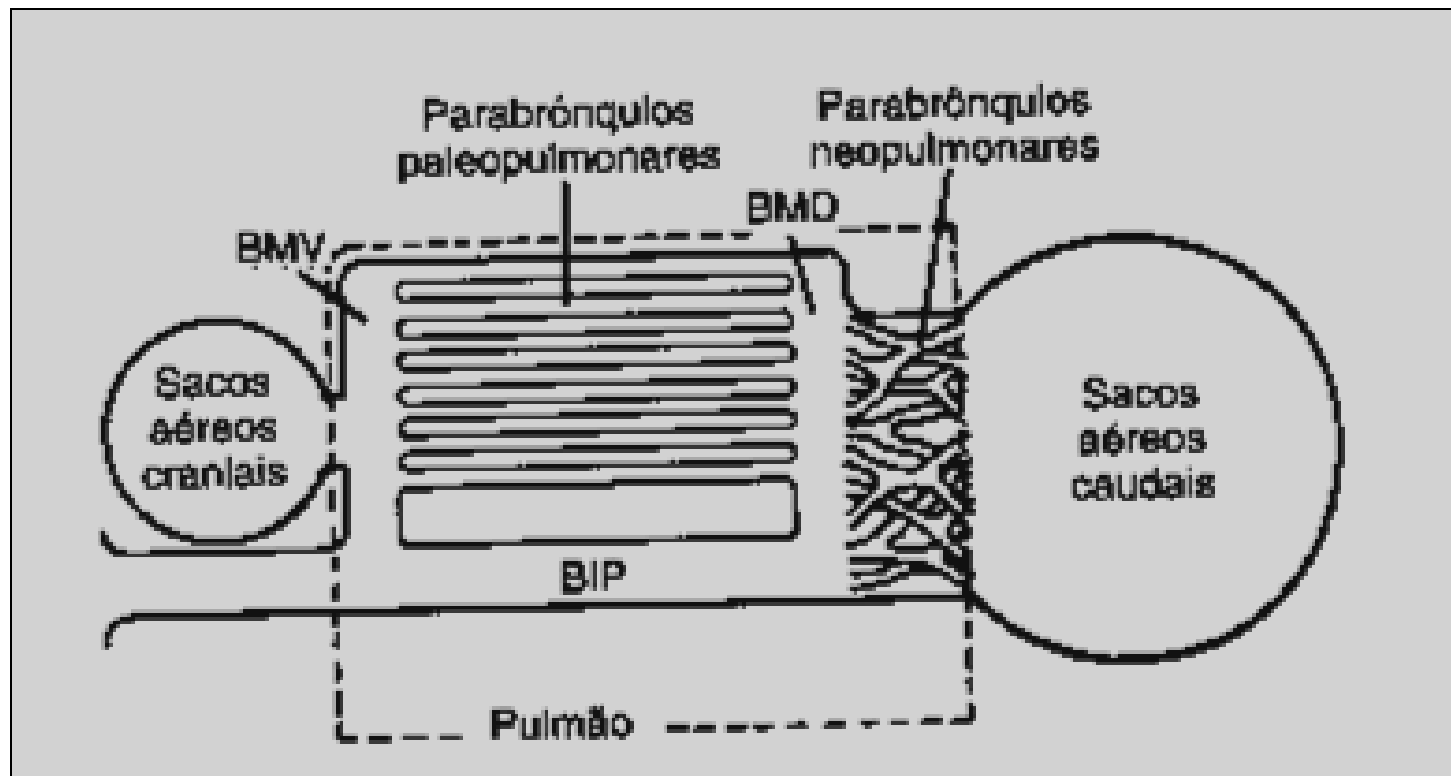
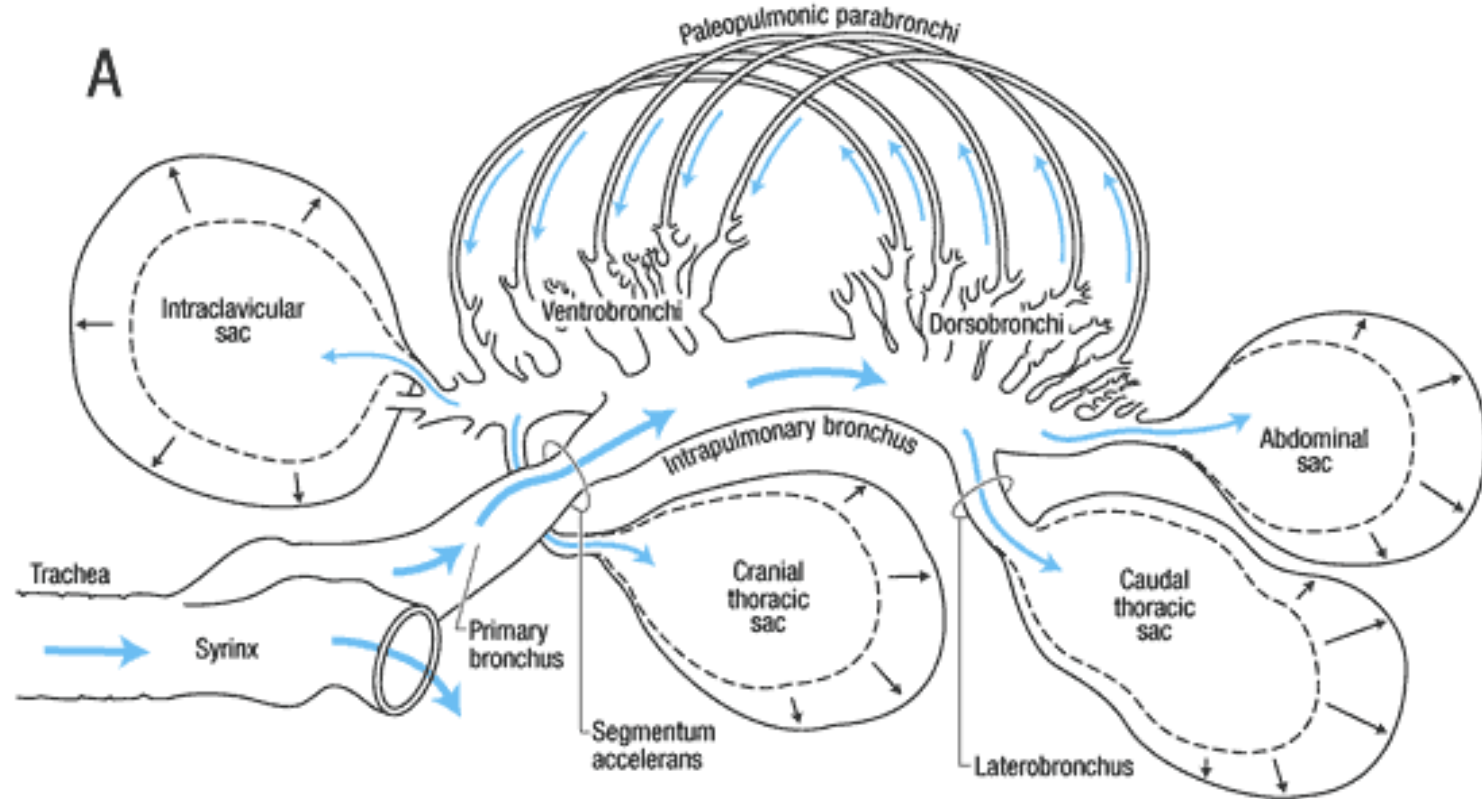


FIGURE 3 Bronchial arrangement in the left lung of the mute swan (*Cygnus olor*). (After Duncker, 1971).



# MECÂNICA DA RESPIRAÇÃO

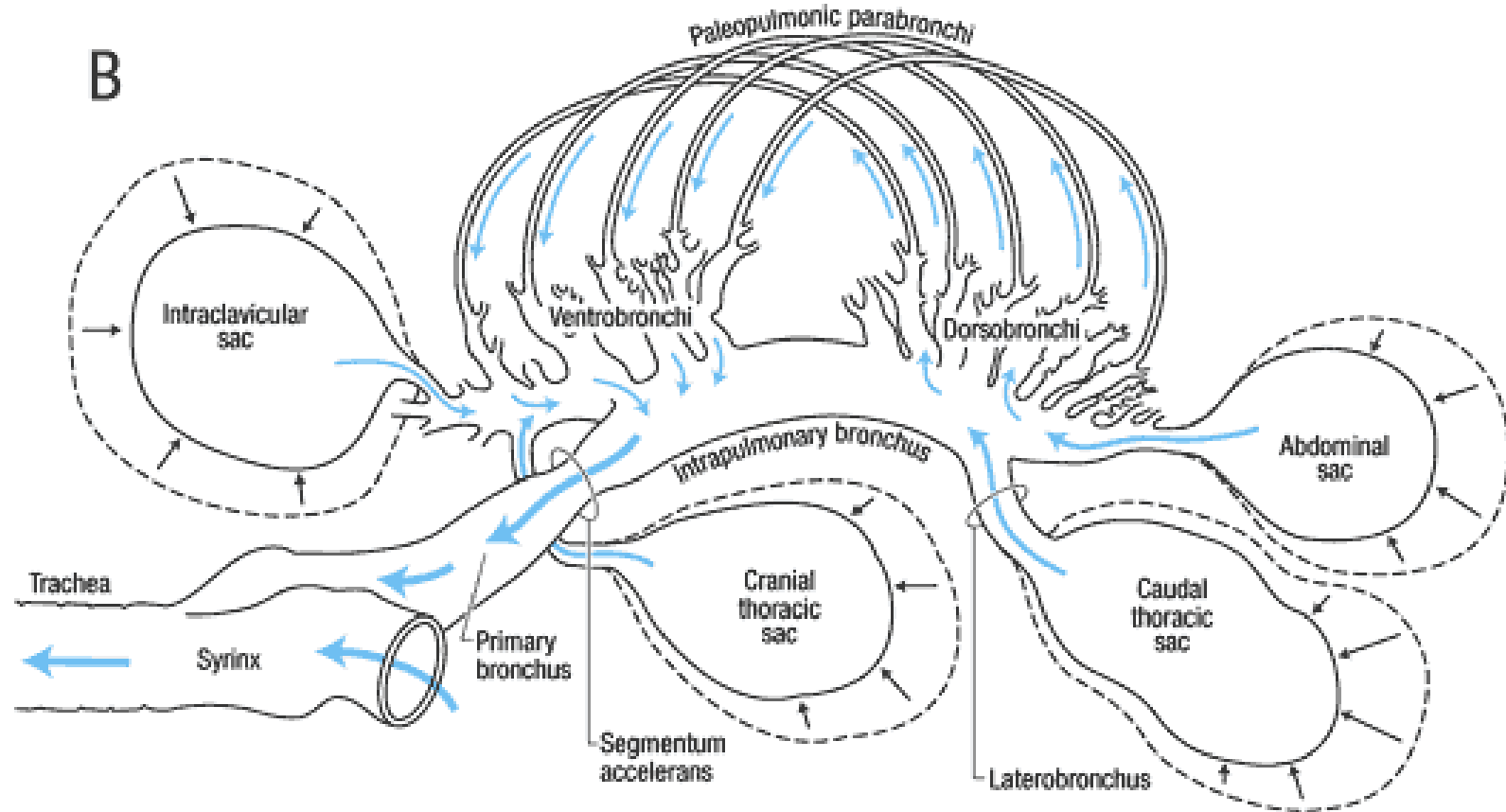
## TRAJETO DO AR NA INSPIRAÇÃO



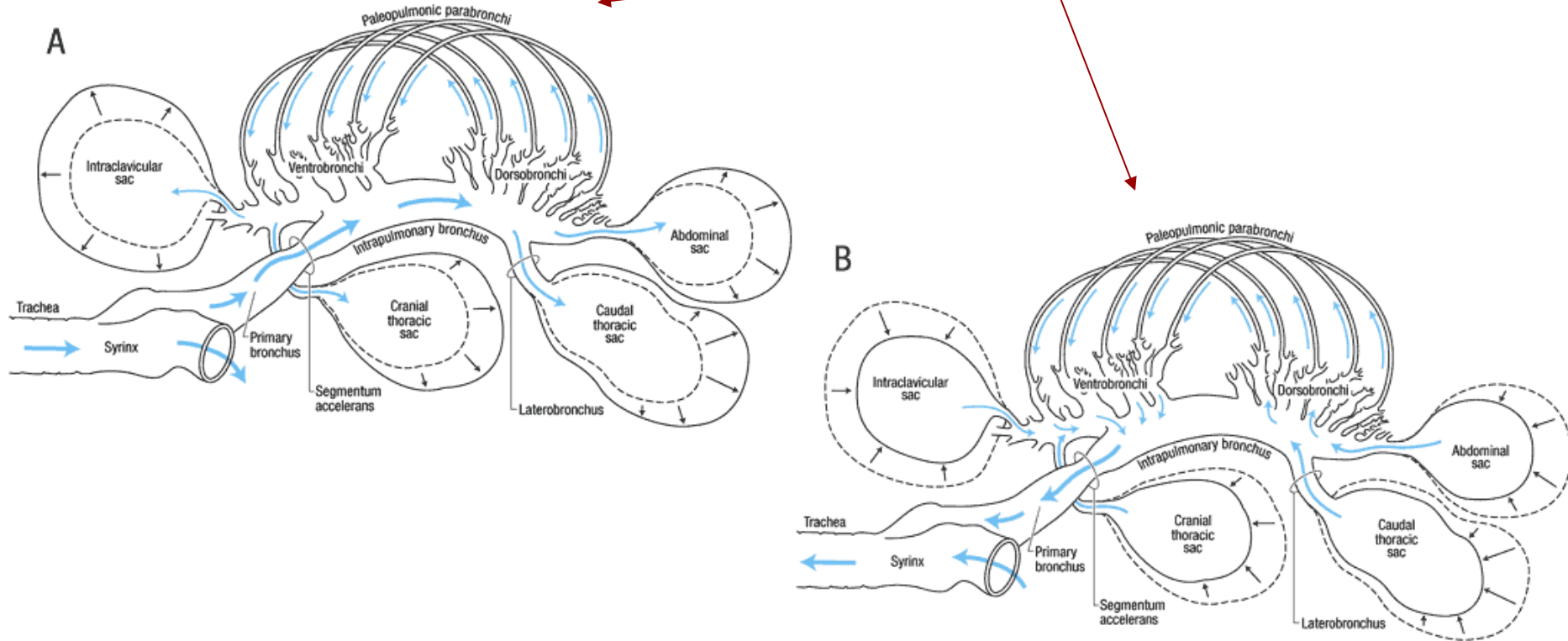


# MECÂNICA DA RESPIRAÇÃO

## TRAJETO DO AR NA EXPIRAÇÃO



# MECÂNICA DA RESPIRAÇÃO



<http://people.eku.edu/ritchisong/Airflowrespiration2.gif>

obs\* O movimento unidirecional do gás através dos parabônquios paleopulmonares reduz os desvios do ar e aumenta a eficiência da ventilação

# FREQUENCIA RESPIRATÓRIA DAS AVES

(Hoffman & Volker (1969) )

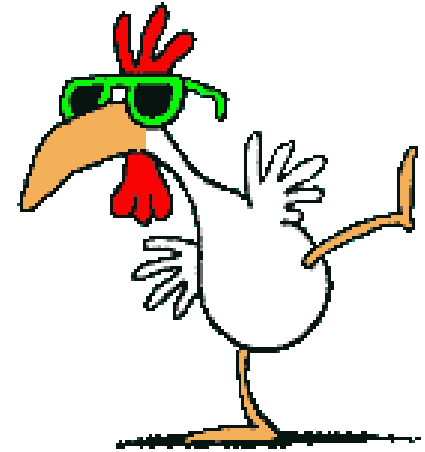
GALINHA => 20-40 (30)

PATO => 60-70 (65)

GANSO => 12-22 (17)

PAVÃO => 12-14 (13)

POMBO => 24-32 (28)



## CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS

Cuidado na contenção da ave para não impedir o movimento de dobradiça do esterno pois isto impossibilita a ventilação adequada do pulmão



[http://paginas.terra.com.br/educacao/sariego/limpeza\\_de\\_ave.jpg](http://paginas.terra.com.br/educacao/sariego/limpeza_de_ave.jpg)





## CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS

É necessário ter um cuidado especial quando da aplicação de fármacos pela via intraperitoneal



<http://dossiers.publico.pt/viewimages.aspx?tp=UH&db=IMAGENS&id=148904>

# CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS

Castração de frangos podem romper os sacos aéreos e reduzir a capacidade de ventilar os pulmões



**Feira do Capão decorre em simultâneo com as Festas de Santa Luzia, no dia 13 de Dezembro, em Freamunde numa parceria entre a Junta de Freguesia que a organiza e promove por delegação de competências da Câmara Municipal de Paços de Ferreira.**

**É um evento único no país onde se encontra de tudo mas que granjeou fama e popularidade pelo seu imenso mercado de aves. Se a institucionalização da castração dos frangos data do século XVIII, estudiosos indicam-na como costume medieval. Desde sempre a carne de capão, ou galo castrado, foi apontada como iguaria sublime, usual nos repastos e banquetes dos reis.**

# CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS

Aves são muito sensíveis a maioria dos anestésicos e podem induzir a parada respiratória.



[http://www.gilroydispatch.com/photo/img/f3936/eagle\\_wing\\_ls.jpg](http://www.gilroydispatch.com/photo/img/f3936/eagle_wing_ls.jpg)

**O decúbito dorsal prejudica a ventilação**

Nesta situação pode ser feita ventilação artificial dos pulmões por delicado bombeamento sobre os esterno, comprimindo e expandindo a cavidade tóraco-abdominal até que a ação do anestésico diminua e a respiração espontânea recomece.

## CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS

Aves em ambientes quentes e com dificuldades de dissipar o calor podem diminuir o grau de calcificação da casca do ovo e aumentar o percentual de quebra da granja.







## CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS

regulação da  $PCO_2$  e  $[HCO_3^-]$  arterial tem relação direta com o grau de calcificação da casca do ovo.



