

# AMPHIBIA



Taran Grant | Departamento de Zoologia | IBUSP  
[www.ib.usp.br/grant/anfibios](http://www.ib.usp.br/grant/anfibios)

# AMPHIBIA

## Objetivos

Apresentar uma visão geral da diversidade dos anfíbios  
Padrões e tendências evolutivas  
Conservação

2

# AMPHIBIA

- Características
- Diversidade/Sistemática
  - Gymnophiona
  - Caudata

---

- Anura
- Comunicação
- Declínio

3

# AMPHIBIA

## Dois Erros Mais Comuns

I. Peixes → Anfíbios → Répteis → Aves, Mamíferos

4

# AMPHIBIA

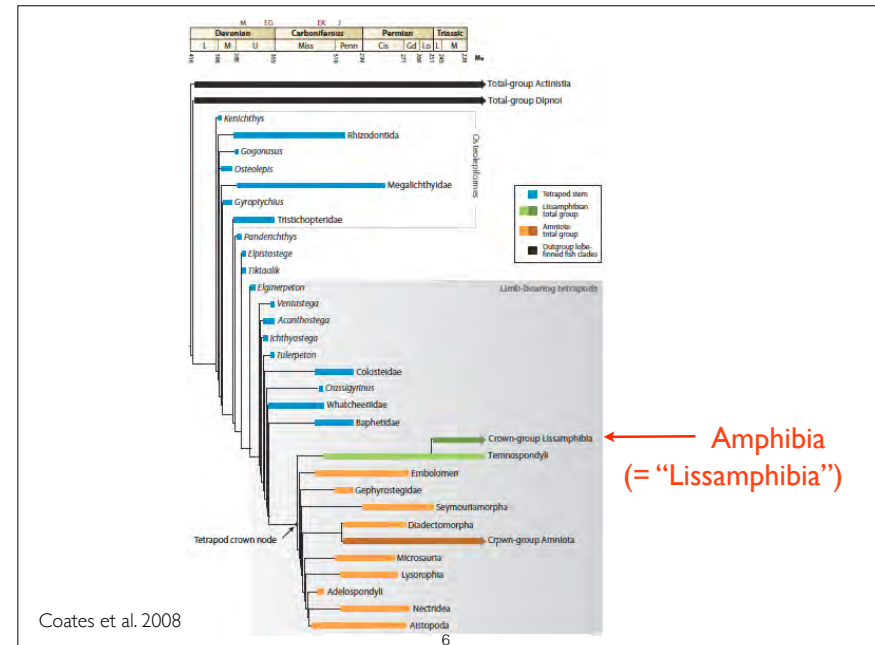
Dois Erros Mais Comuns

I. Peixes → Anfíbios → Répteis → Aves / Mamíferos

Último ancestral comum com Amniota > 360 Ma

Linhagem que deu origem a Amniota bem diferenciada muito antes da origem da linhagem dos anfíbios vivos.

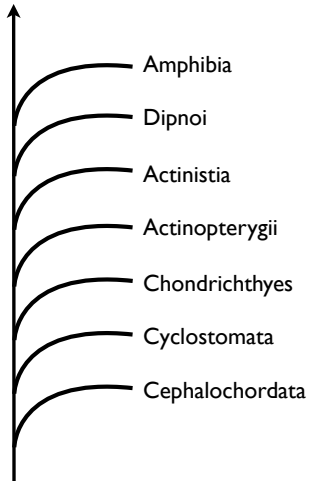
5



Coates et al. 2008

6

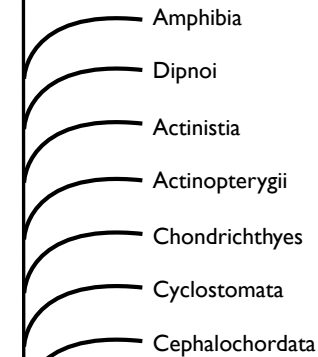
**Homo sapiens**



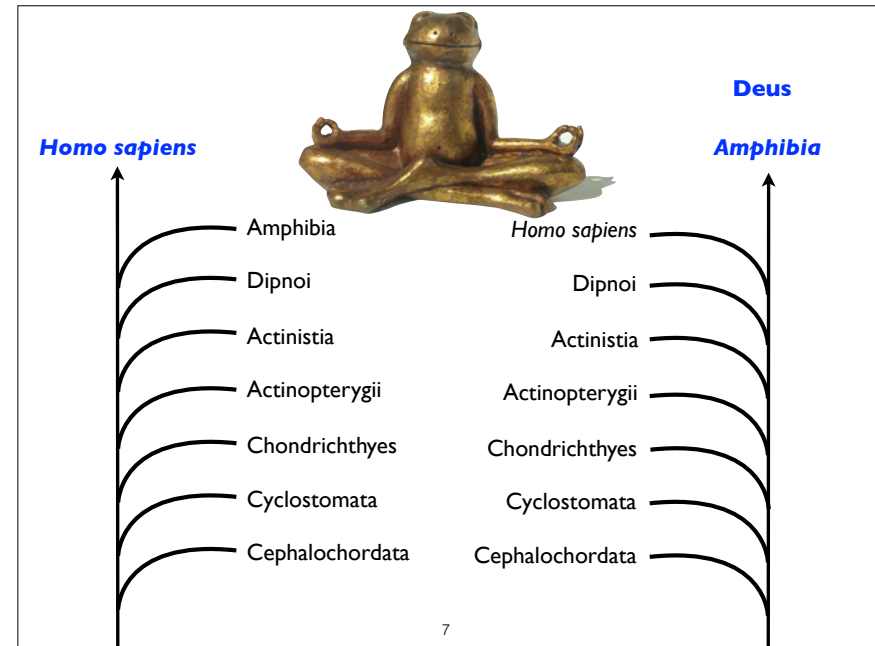
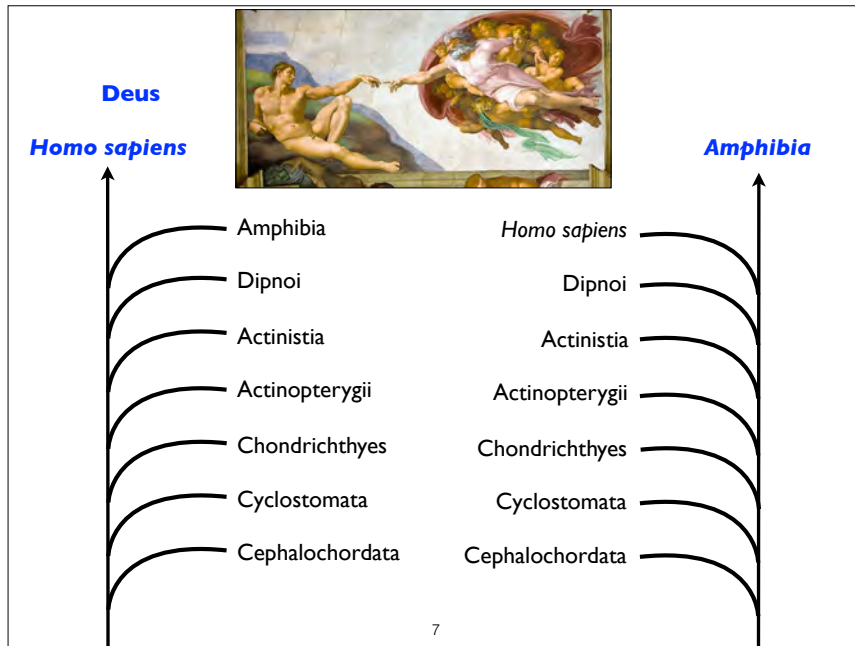
7

**Deus**

**Homo sapiens**



7



# AMPHIBIA

Dois Erros Mais Comuns

1. Peixes → Anfíbios → Répteis → Aves, Mamíferos
2. Anfíbios tem pouca diversidade, estamos na Era dos Mamíferos

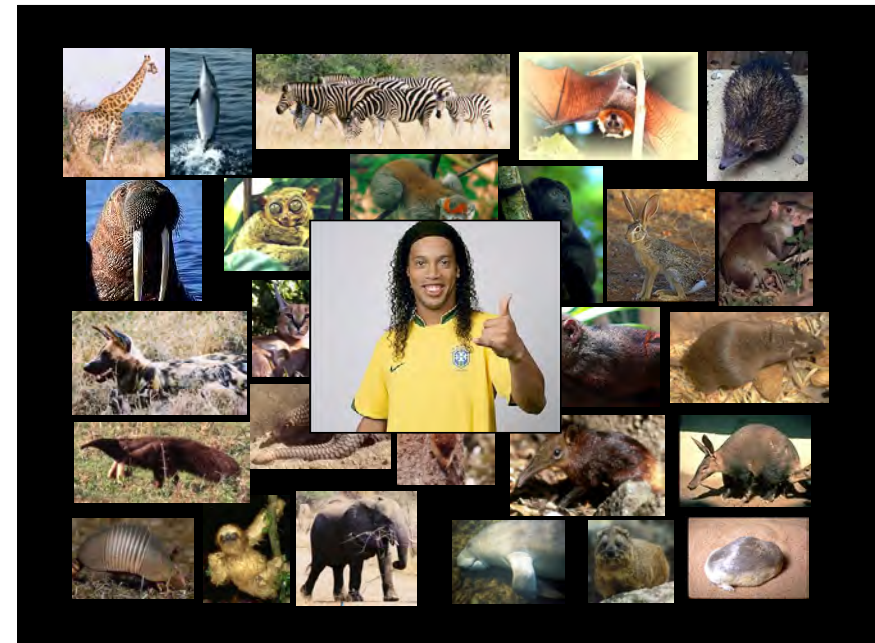
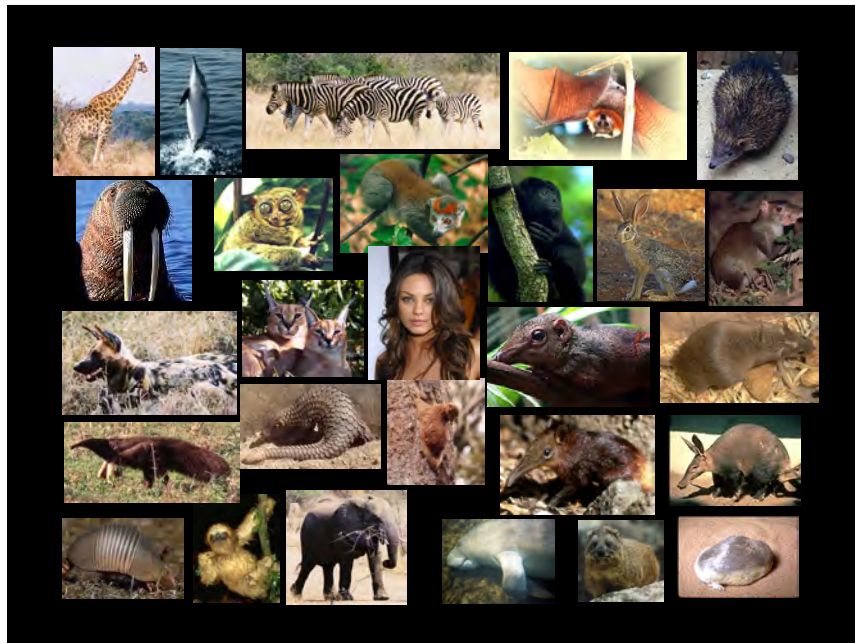
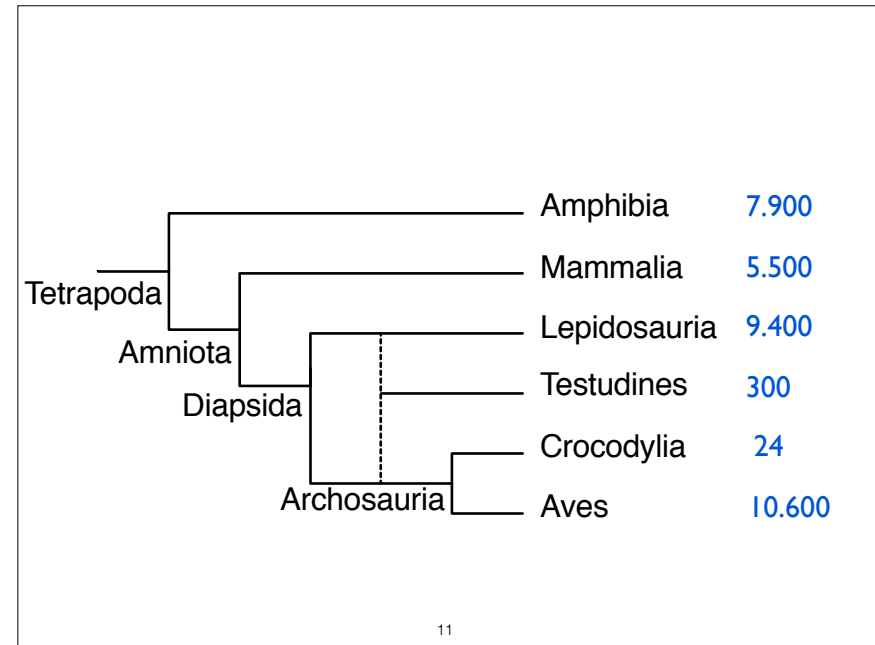
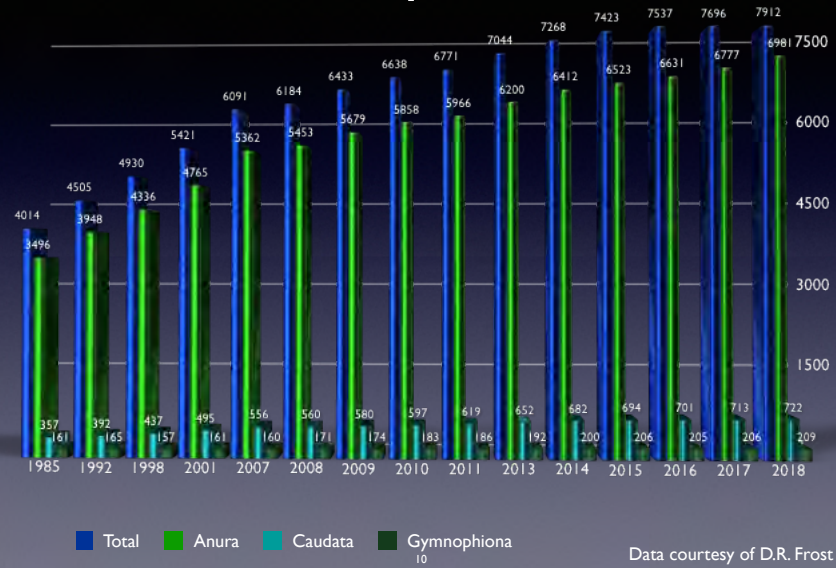
## THE CLASPING ORGANS OF EXTINCT AND RECENT AMPHIBIA.

ROY L. MOODIE,  
THE UNIVERSITY OF CHICAGO.

1908. *Biological Bulletin* 14:249-259

least, must have been their ancestors. The Amphibia on the whole have played but a small part in the history of animal life on the earth. They have never become the dominant type in any age as did the fishes, reptiles and mammals. They have always, so to speak, filled in the corners, left by their more aggressive contemporaries. Their chief interest lies in that they were the ancestors of the higher forms of life.

# 120 Novas Espécies Por Ano





HUMAN  
5 FT 6 IN / 1.7 M

50 FT / 15 M

100 FT / 30 M

BLUE WHALE  
100 FT / 30 M

Baleia Azul: 30 m, 150 T, coração = 450 kg

*Suncus etruscus* 36 mm, 2 g

15

16

17

1. Amplexo: abraço nupcial
2. Oviparidade: deposição de ovos
3. Viviparidade: ovos retidos no oviducto/útero, nascimento de organismos formados
4. Pueriparidade: nascimento de juvenis
5. Larviparidade: nascimento de larvas
6. Lecitotrofia: provisão de nutrientes do vitelo
7. Matrotrofia: provisão de nutrientes da mãe
8. Oofagia/adelfofagia: obtenção de nutrientes dos irmãos
9. Oviductofagia: obtenção de nutrientes das células do oviducto/útero
10. Desenvolvimento direto: desenvolvimento sem estágio larval
11. Desenvolvimento indireto: desenvolvimento com estágio larval
12. Fitotelmo: Câmara com água na vegetação

18

Modo reprodutivo: Caracterização da reprodução nos termos do organismo em seu ambiente (Salthe, 1969)

Combinação de fatores de deposição e desenvolvimento

1. Lugar de oviposição
2. Características dos ovos e da postura
3. Tipo e duração de desenvolvimento
4. Tipo de cuidado parental

Os anfíbios tem > 40 modos reprodutivos!

19

## Características/Sinapomorfias

20

## Características/Sinapomorfias

### 1. Metamorfose

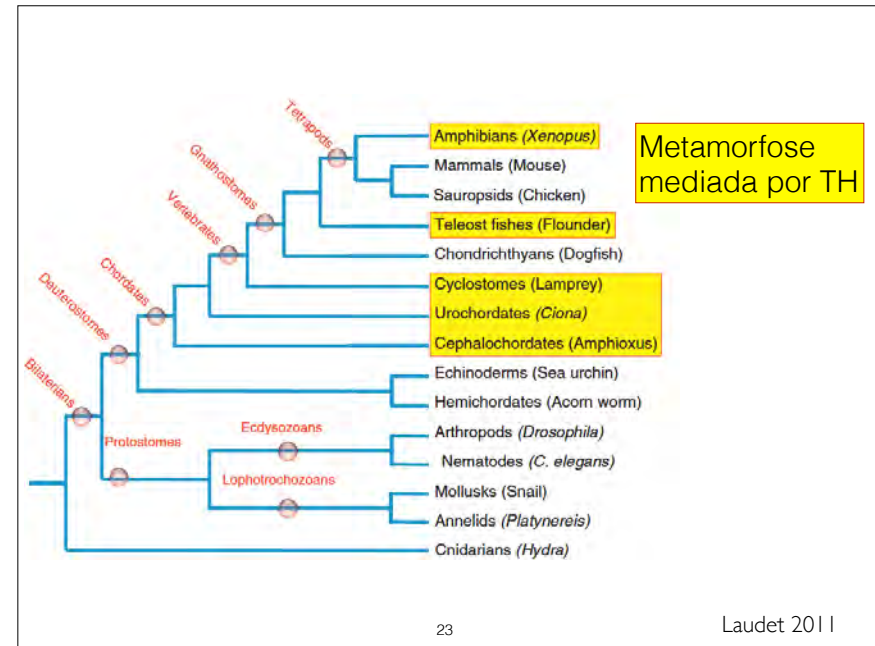
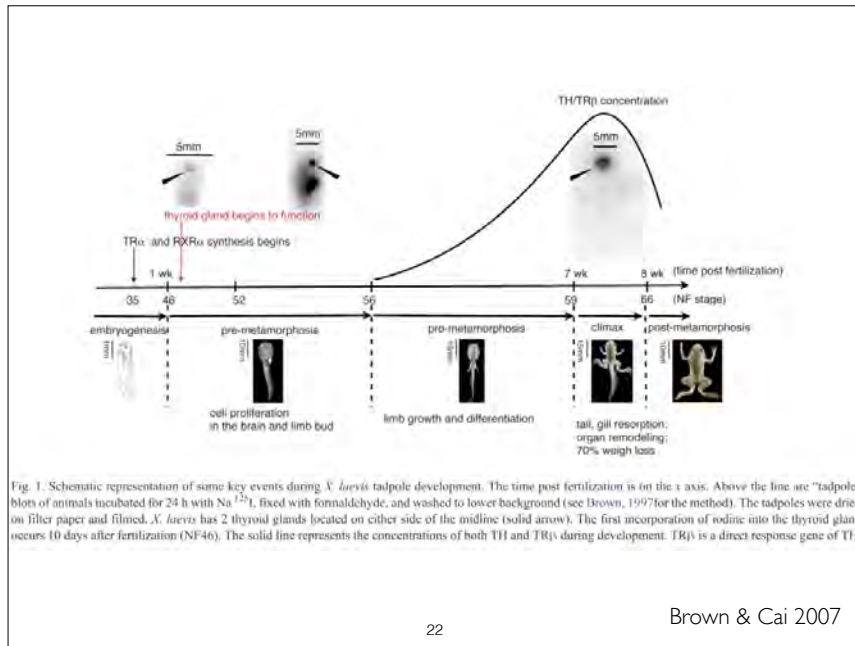
Período concentrado de desenvolvimento pós-embrionário que transforma o juvenil em adulto

Transformação ecológica: juvenil e adulto sempre usam recursos diferentes

- A. morte e reabsorção dos tecidos larvais que eram úteis apenas para o juvenil (brânquias, cauda)
- B. *de novo* crescimento e diferenciação de tecidos que serão cruciais para o adulto (membros)
- C. remodelação de diversos tecidos para adquirir novas funções

21

Laudet 2011



## METAMORFOSE

"Vantagens"  
 Aproveitar recursos de diferentes ambientes  
 Evitar predadores terrestres

"Desvantagens"  
 Dependência de recursos aquáticos  
 Contato com predadores aquáticos

**Ausente em MUITOS ANFÍBIOS!  
 (desenvolvimeto direto, neotenia)**

24





Foto: Randy Rabb



Foto: John White

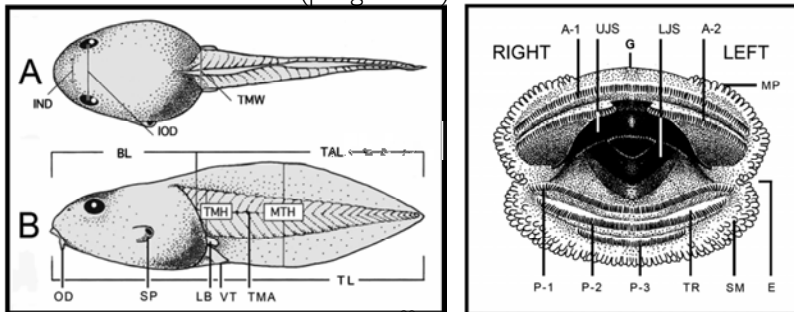
*Ambystoma tigrinum* (Ambystomatidae)

26

- 3 conjuntos de brânquias externas
- Cauda alta, comprimida
- Carnívoros: invertebrados, girinos, peixes...
- Desenvolvimento: primeiro braços, depois pernas
- Pedomorfose (neotenia) comum



- Corpo ovalado
- Cauda musculosa, nadadeiras altas
- Espiráculo
- Disco oral anteroventral
- Fileiras de "dentes" queratinizados
- Desenvolvimento: pernas antes que braços
- Pedomorfose raro (progênese?)



28

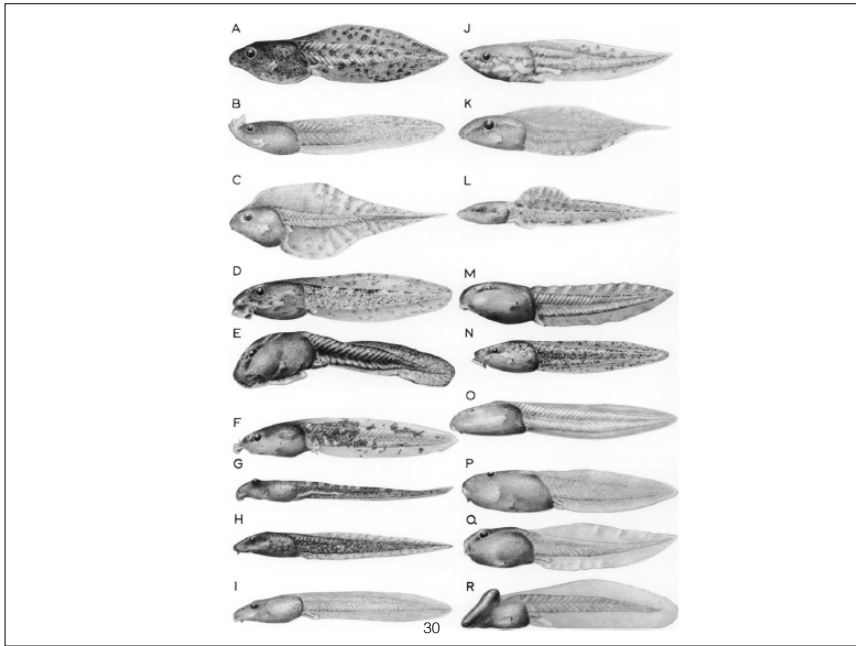


*Hyla versicolor* (Hylidae)

29

Foto: Stanley E. Trauth

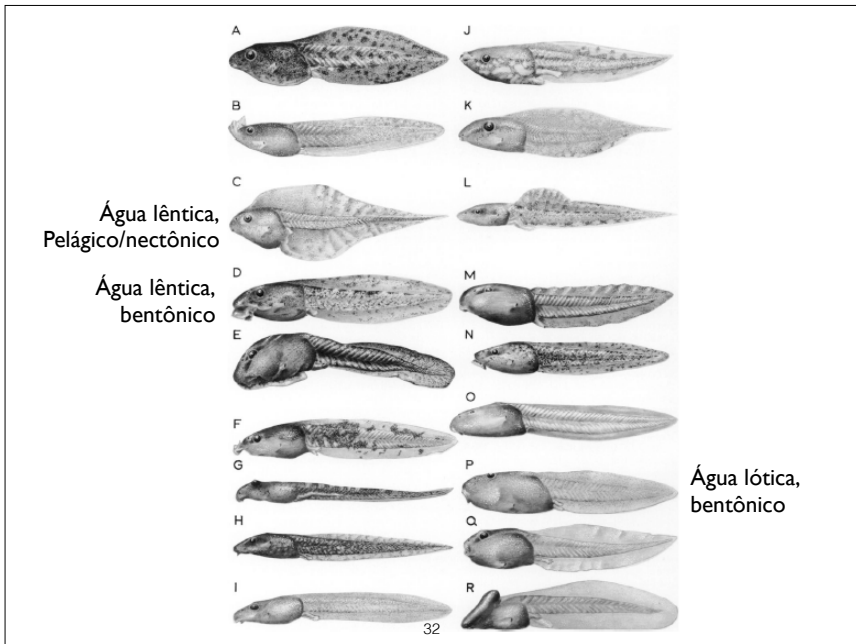




### Guildas Ecomorfológicas (parte): Altig & Johnston, 1989

- Corpo d'água
  - lêntico: nadadeiras altas, pouco músculo caudal
  - lótico: nadadeiras baixas, músculo caudal robusto
  - fitotelmo: corpo deprimido, cauda comprida, músculo caudal robusto
- Posição na coluna d'água
  - bentônico: corpo deprimido, olhos dorsais, DO ventral, cauda sem flagelo
  - nectônico/pelágico: corpo comprimido, olhos laterais, DO anteroventral, flagelo comum
  - neustônico: DO grande e dorsal, olhos laterais, nadadeiras baixas
- Fonte de energia
  - exotrófico: boca completa
  - endotrófico: redução de boca

31



### Características/Sinapomorfias

1. Metamorfose/larvas
- 2.



33

## Características/Sinapomorfias

1. Metamorfose/larvas
2. Pele



34

## Respiração cutânea



Plethodontidae  
(418 spp)



Nussbaum & Wilkinson 1995

*Atretochoana eiselti*  
(Typhlonectidae)



*Onychodactylus*  
(Hynobiidae) (3 spp)

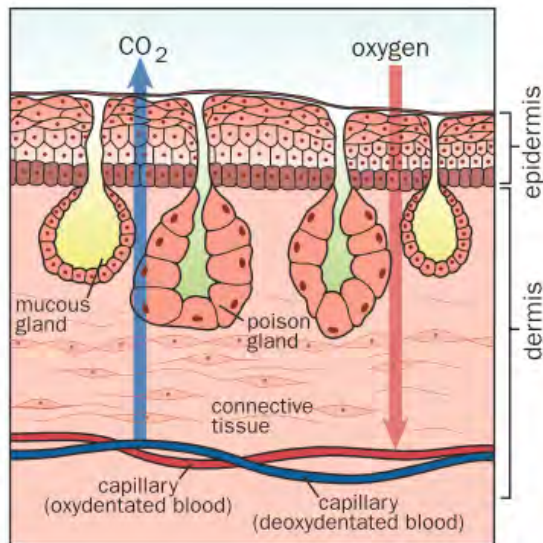


Foto: David Blickford  
*Barbourula kalimantanensis*  
(Bombinatoridae)



Foto: Paolo Mazzer  
*Euproctus montanus*  
(Salamandridae)

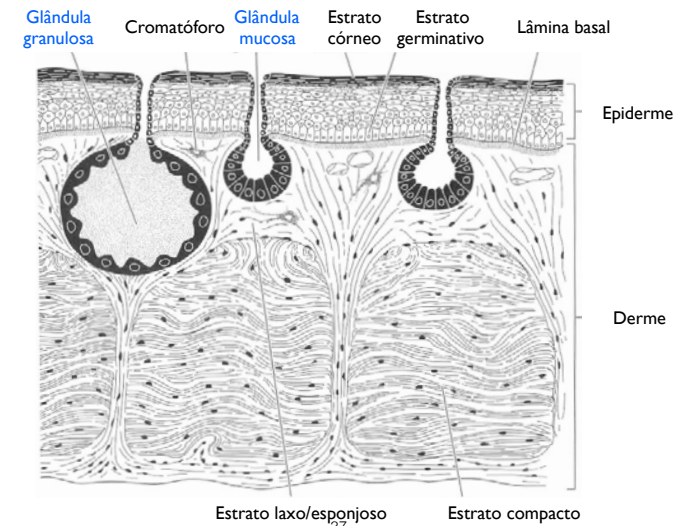
35



Tegumento de Amphibia

36

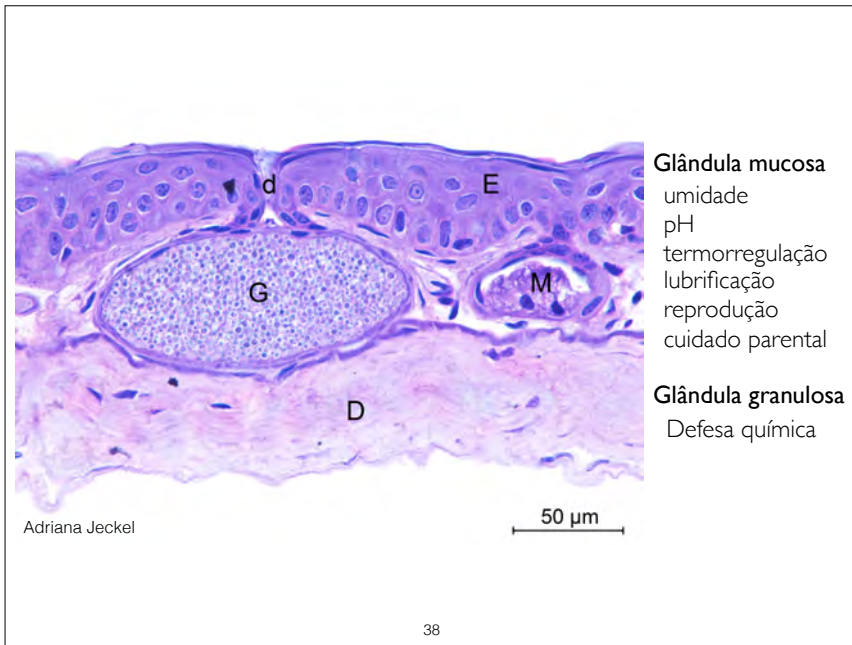
## Glândulas cutâneas



Estrato laxo/esponjoso

Estrato compacto

37



### Defesa Química

Uso de substâncias químicas para proteção contra predadores, parasitas e patógenos

Componente do sistema imune inato  
 Parte de mecanismo anti-predador

Ron et al. 2015

40

### Defesa Química

Uso de substâncias químicas para proteção contra predadores, parasitas e patógenos

**Síntese**  
 aminas biogênicas  
 bufadienolídios  
 peptídios/proteínas  
 pseudophrynamina  
 samandarinas

**Sequestro**  
 alcaloides lipofílicos  
 terpenos

41

**Defesa Química**  
Sistema de aviso visual apossemático



42

**Defesa Química**  
Sistema de aviso visual apossemático



43

**Defesa Química**  
Sistema de aviso visual apossemático



44

**Defesa Química**  
Sistema de aviso visual apossemático

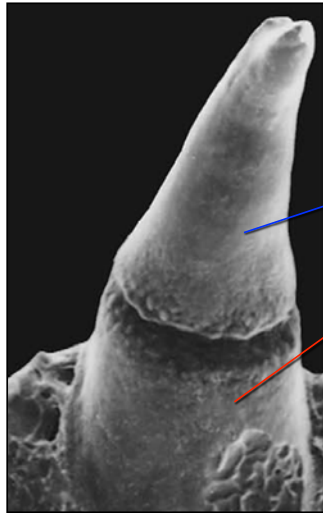


ED Brodie, Jr

45

## Características/Sinapomorfias

1. Metamorfose/larvas
2. Pele
3. Dente pedicelado



*Pleurodeles waltl* (Salamandridae)

Sire et al. 2007

46

## Características/Sinapomorfias

1. Metamorfose/larvas
2. Pele
3. Dente pedicelado
4. *Papilla amphibiorum*

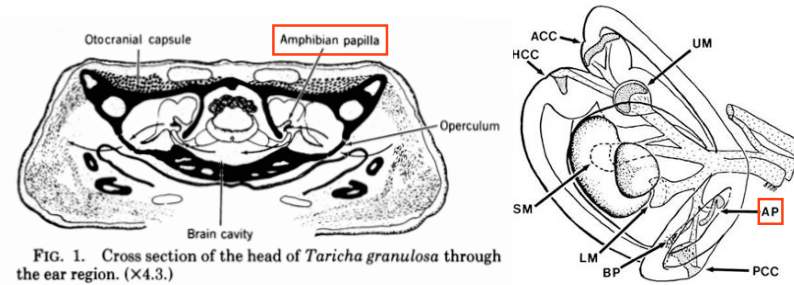
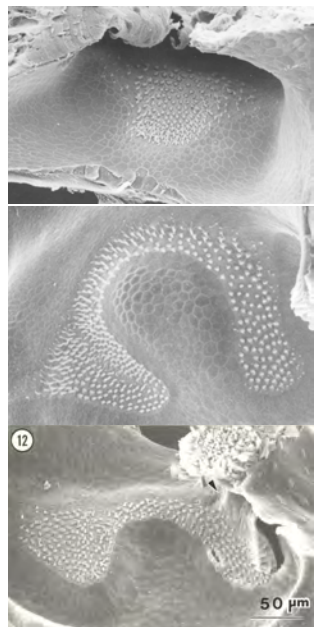


FIG. 1. Cross section of the head of *Taricha granulosa* through the ear region. (X4.3.)

Wever 1978

47



*Ascapthus truei* (Ascaphidae)

*Xenopus tropicalis* (Pipidae)

*Melanophryniscus stelzneri* (Bufonidae)

<http://www.eecs.berkeley.edu/~lewis/APmorph.html>

48

## Características/Sinapomorfias

1. Metamorfose/larvas
2. Pele
3. Dente pedicelado
4. *Papilla amphibiorum*
5. Redução de dígitos



*Megaelosia goeldii*



*Salamandra salamandra*



*Caecilia thompsoni*

49

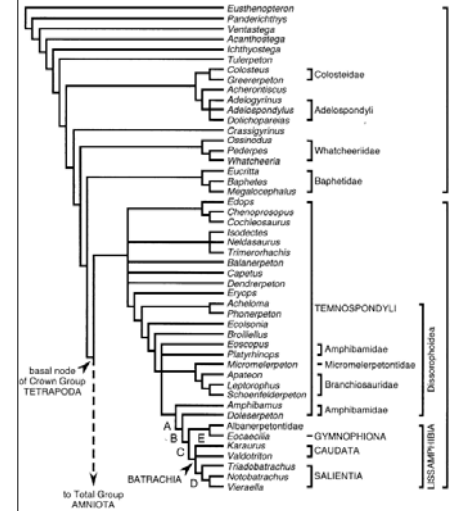
## Características/Sinapomorfias

1. Metamorfose/larvas
2. Pele
3. Dente pedicelado
4. *Papilla amphibiorum*
5. Redução de dígitos
6. Corpos adiposos

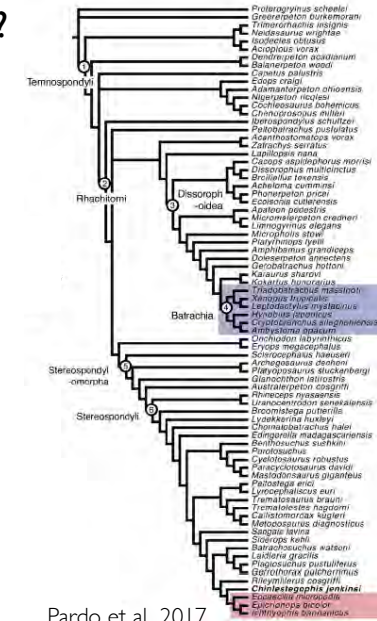


50

## Realmente são monofiléticos?



Ruta & Coates 2007



51

Pardo et al., 2017

## Diversidade/Sistemática

Amphibia (= Lissamphibia)

Triássico (250 Ma): *Triadobatrachus massinoti*

### Anura

Salientia: *Triadobatrachus massonoti*

Triássico, 250 Ma

### Caudata

Urodela: *Marmorierpeton* spp.

Jurássico, 165 Ma

### Gymnophiona

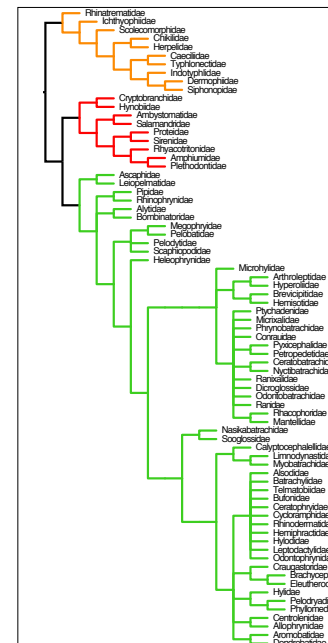
Apoda: *Eocaecilia micropodia*

Jurássico, 165 Ma

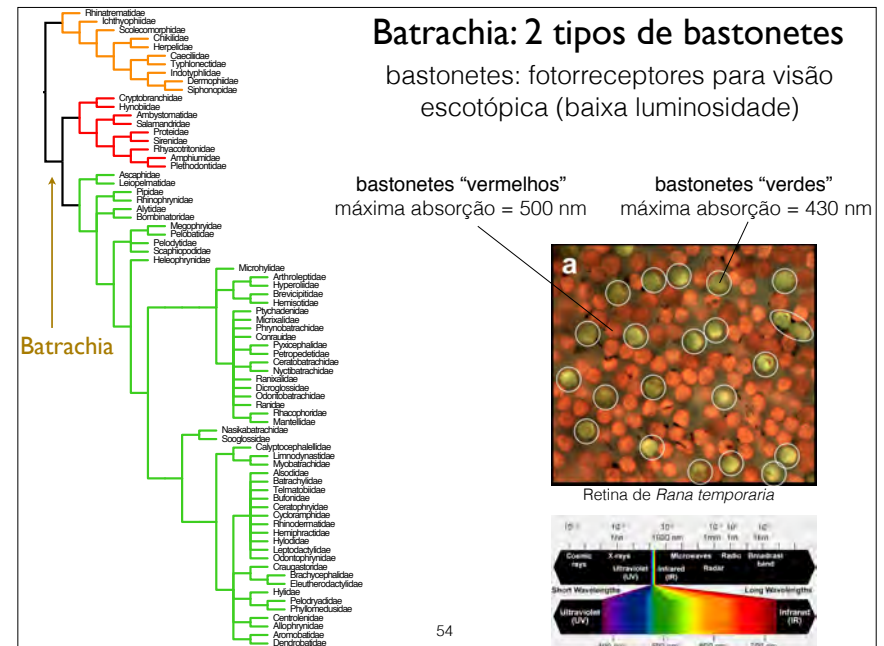
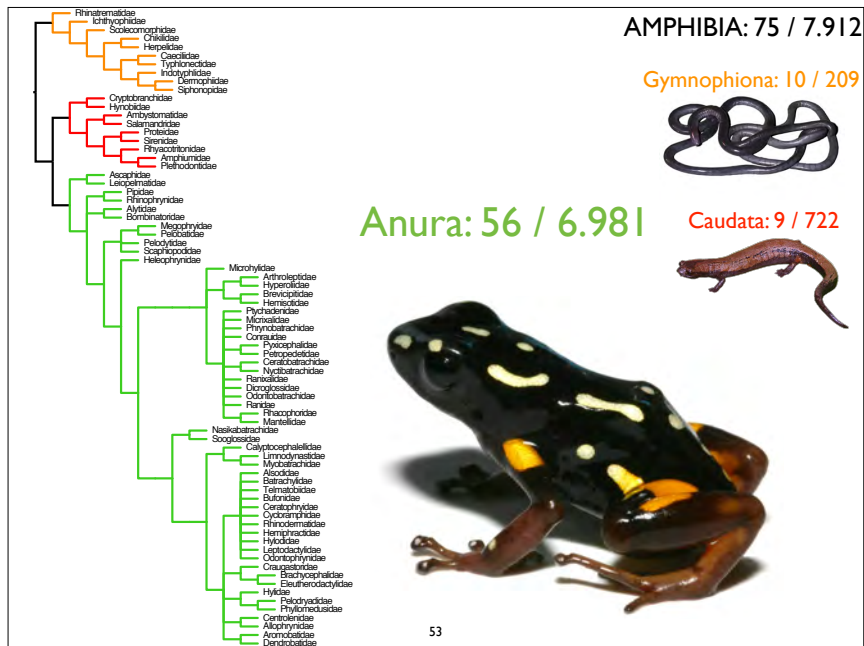
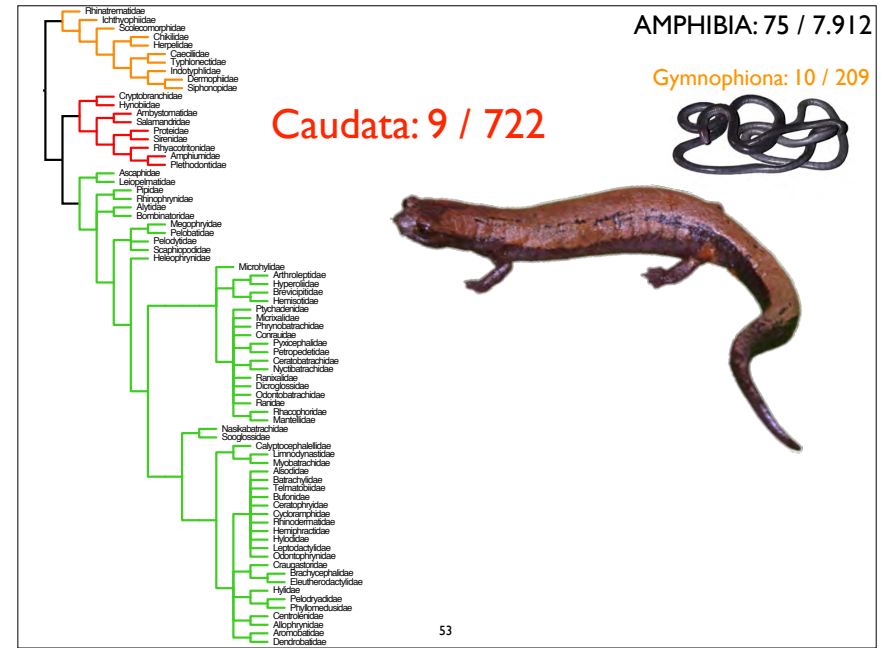
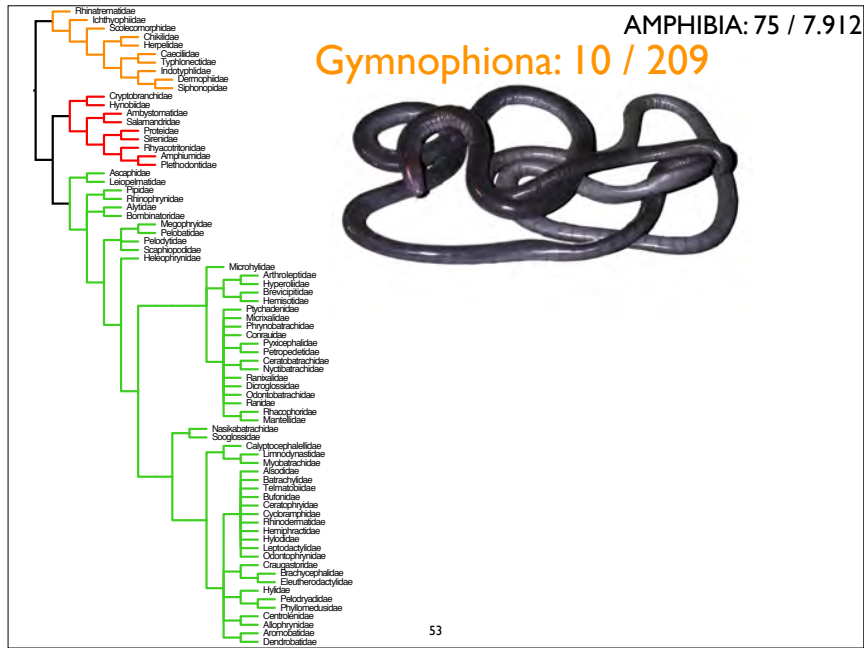


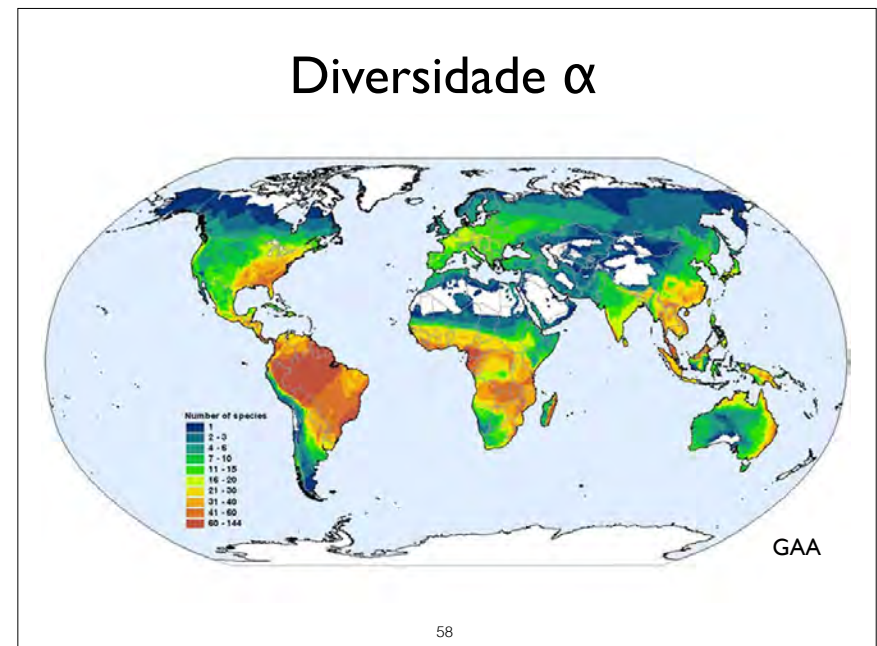
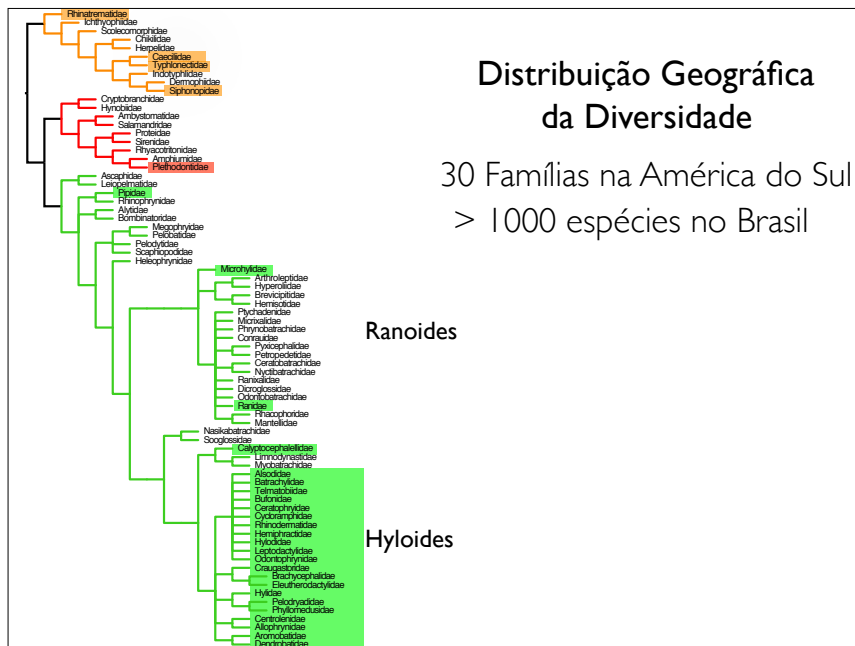
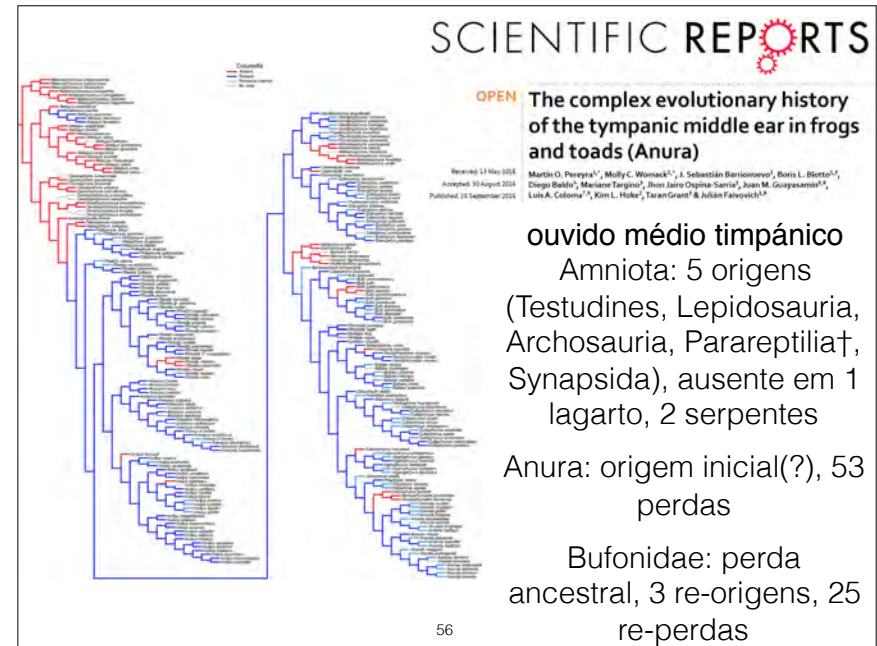
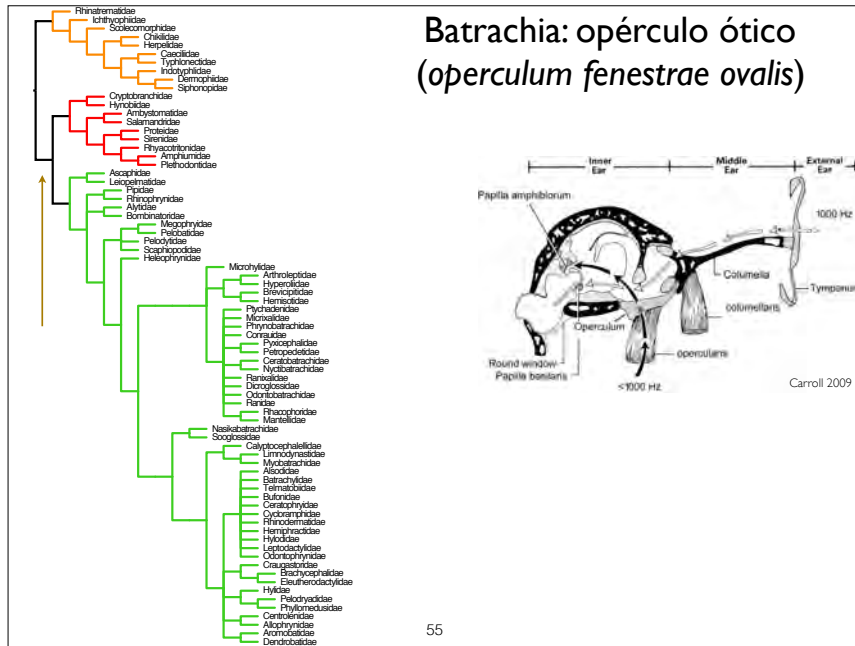
52

## AMPHIBIA: 75 / 7.912



53





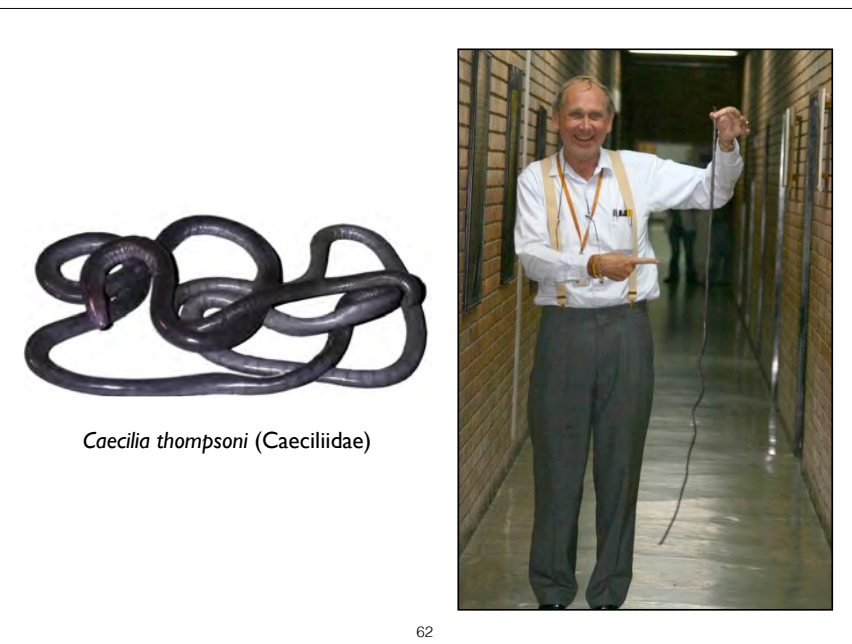
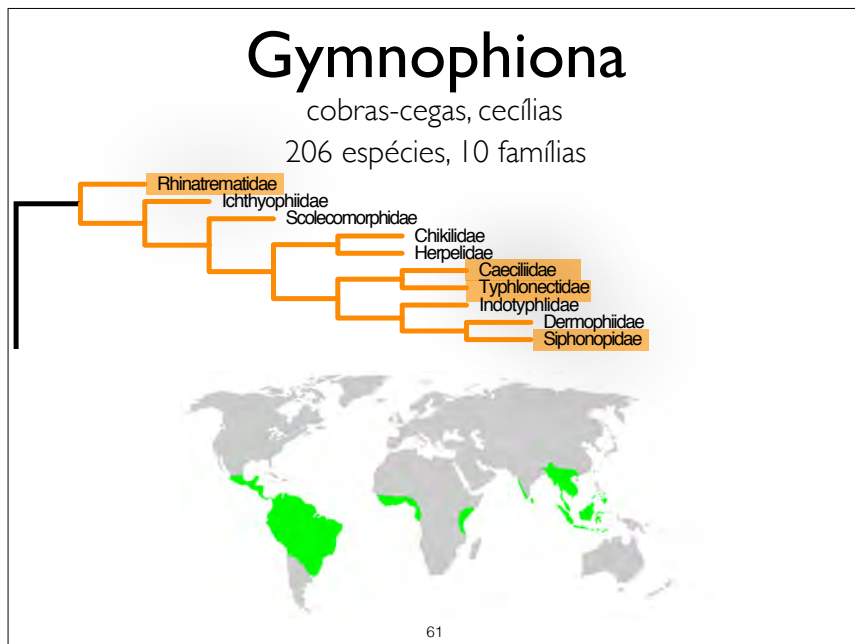




## Três Visões da Diversidade (Whittaker 1972)

- Diversidade  $\alpha$ : Diversidade local dentro de uma região ou ecossistema, usualmente expressado como número de espécies (i.e., riqueza de espécies).
- Diversidade  $\beta$ : A taxa com que a composição de espécies varia entre localidades em uma região ("turnover" de espécies). Uma medida da heterogeneidade de espécies em uma região ou ecossistema.
- Diversidade  $\gamma$ : Diversidade regional. A soma das espécies em toda a região ou ecossistema.

60



olhos reduzidos, cobertos por pele/osso, cones ausentes, só bastonete “vermelho”



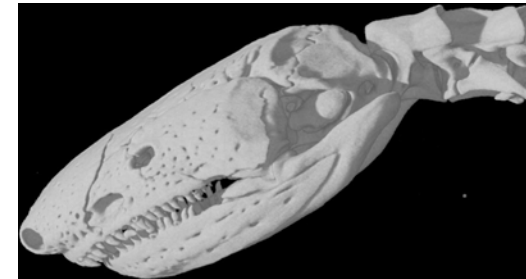
*Cecilia thompsoni* (Caeciliidae)  
63



*Ichthyophis tricolor* (Ichthyophiidae)



*Caecilia thompsoni* (Caeciliidae)



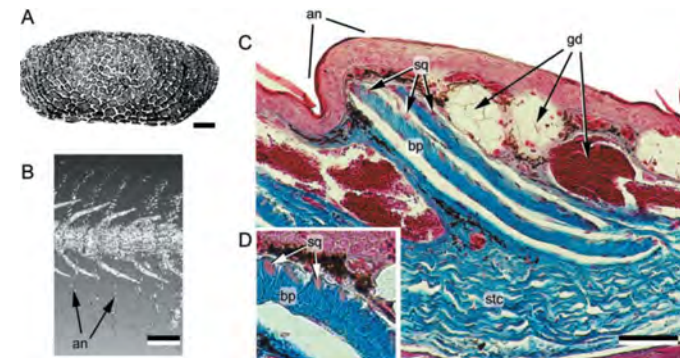
*Dermophis mexicanus* (Dermophiidae)

64

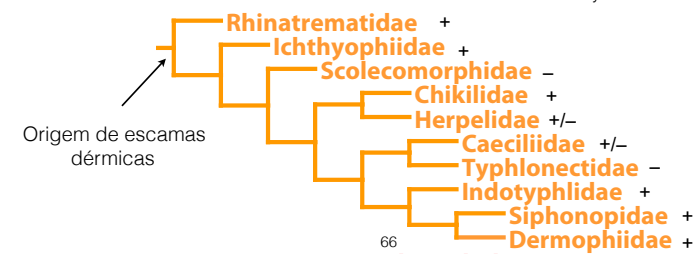


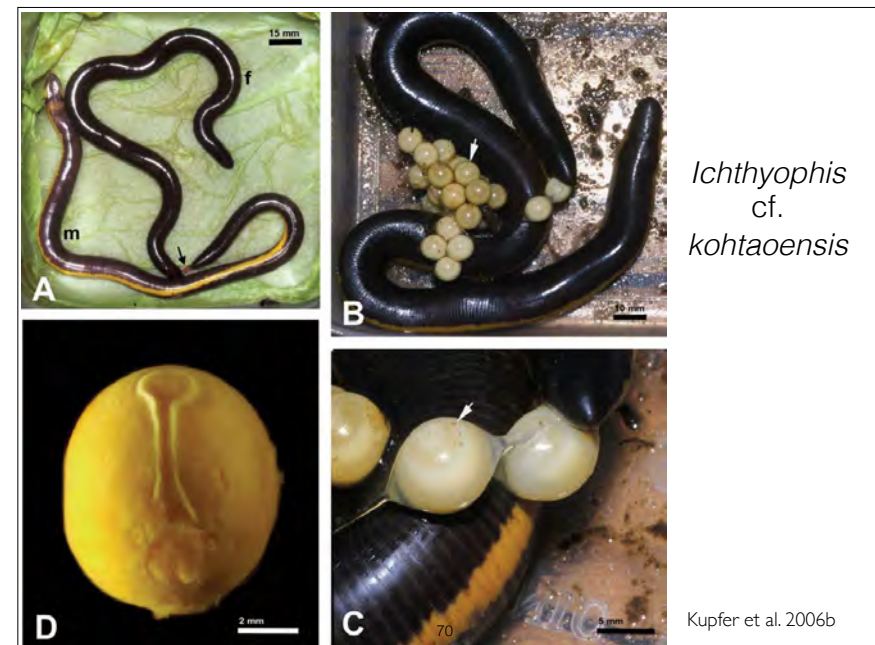
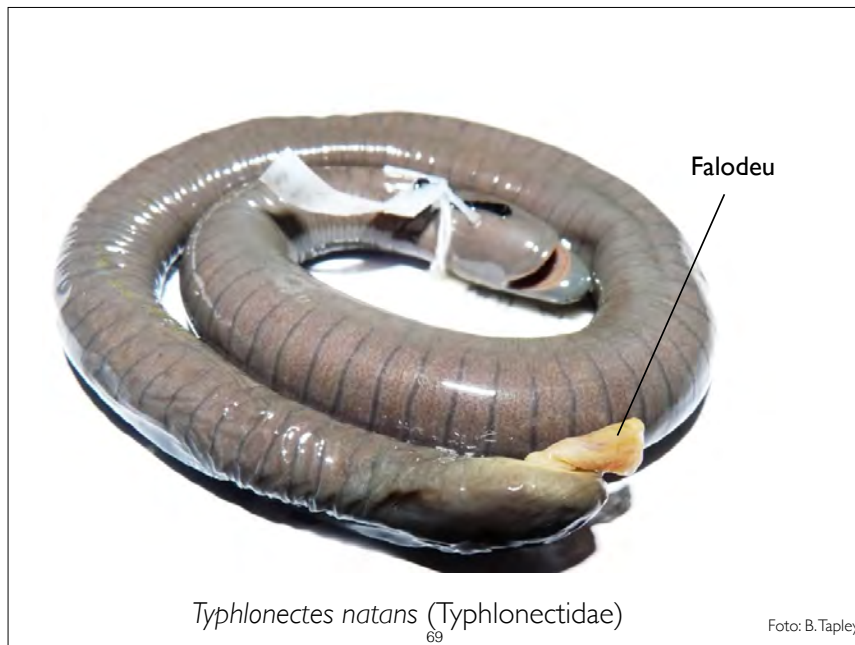
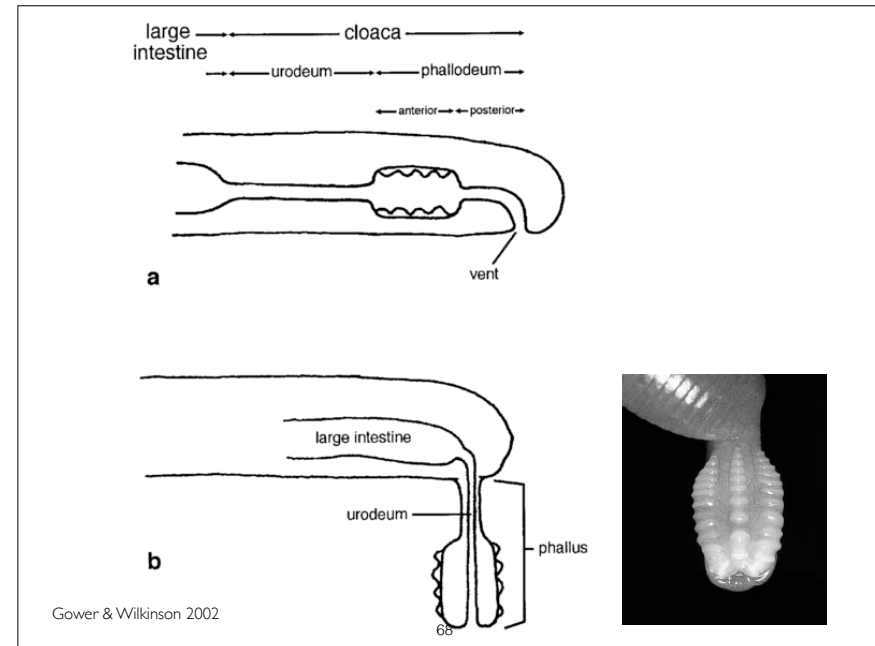
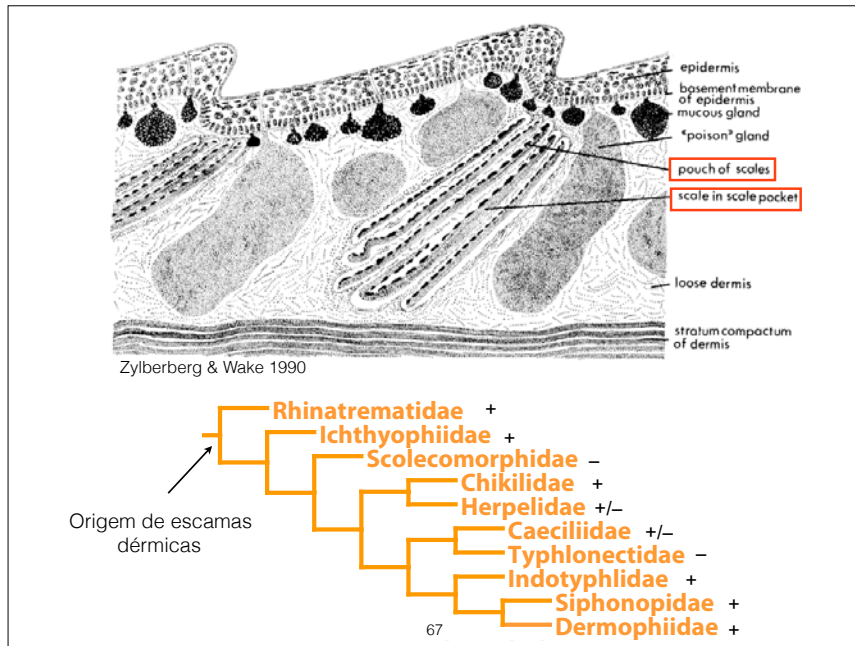
Foto: J. Caldwell

*Siphonops paulensis* (Siphonopidae)  
65



Vickaryous & Sire 2009





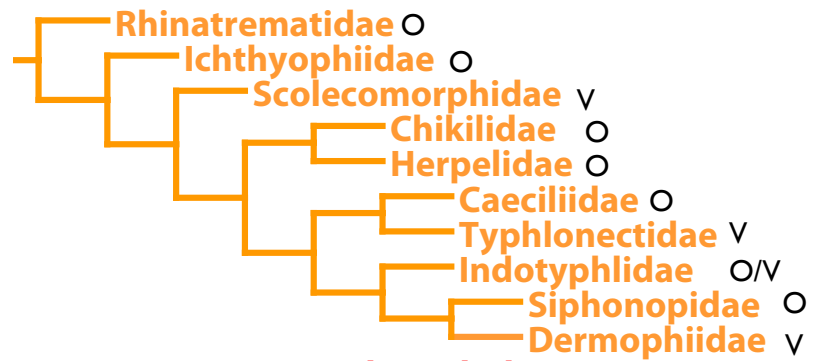


*Typhlonectes natans* (Typhlonectidae)

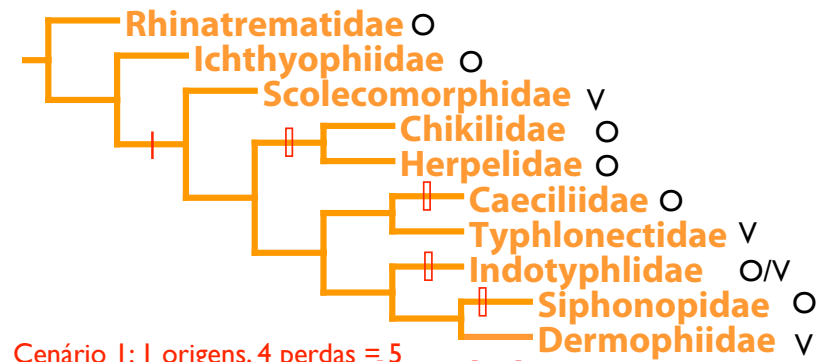


*Typhlonectes natans* (Typhlonectidae)

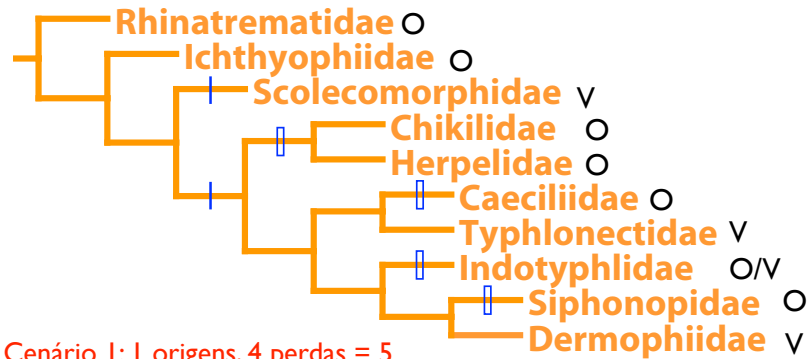
### Viviparidade em Gymnophiona



### Viviparidade em Gymnophiona



### Viviparidade em Gymnophiona

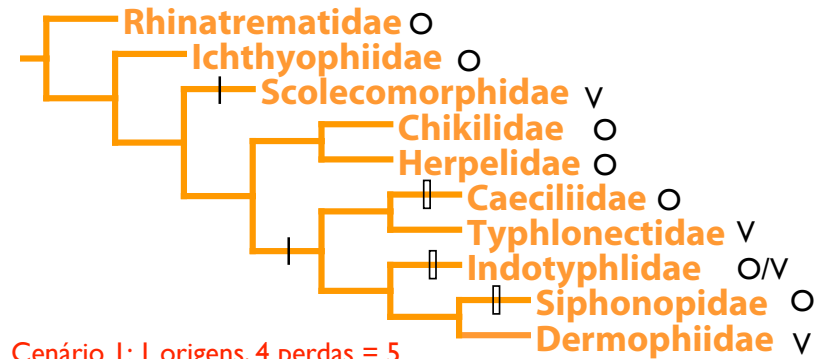


Cenário 1: 1 origens, 4 perdas = 5

Cenário 2: 2 origens, 4 perdas = 6

74

### Viviparidade em Gymnophiona



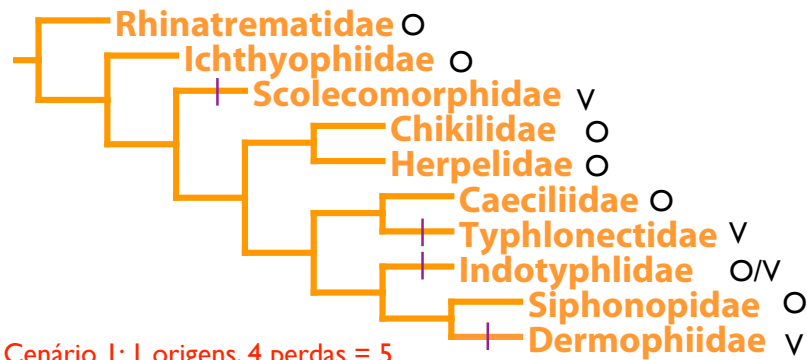
Cenário 1: 1 origens, 4 perdas = 5

Cenário 2: 2 origens, 4 perdas = 6

Cenário 3: 3 origens, 2 perdas = 5

75

### Viviparidade em Gymnophiona



Cenário 1: 1 origens, 4 perdas = 5

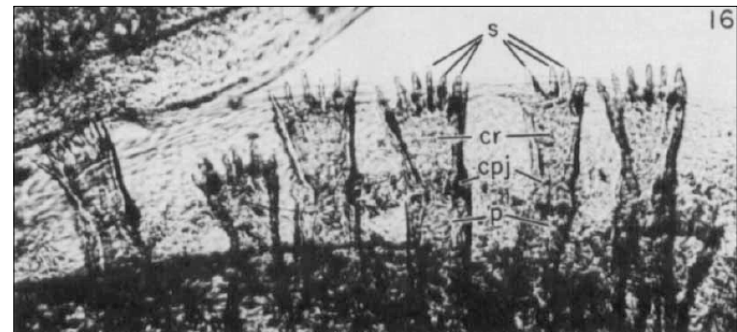
Cenário 2: 2 origens, 4 perdas = 6

Cenário 3: 3 origens, 2 perdas = 5

Cenário 4: 4 origens, 0 perdas = 4

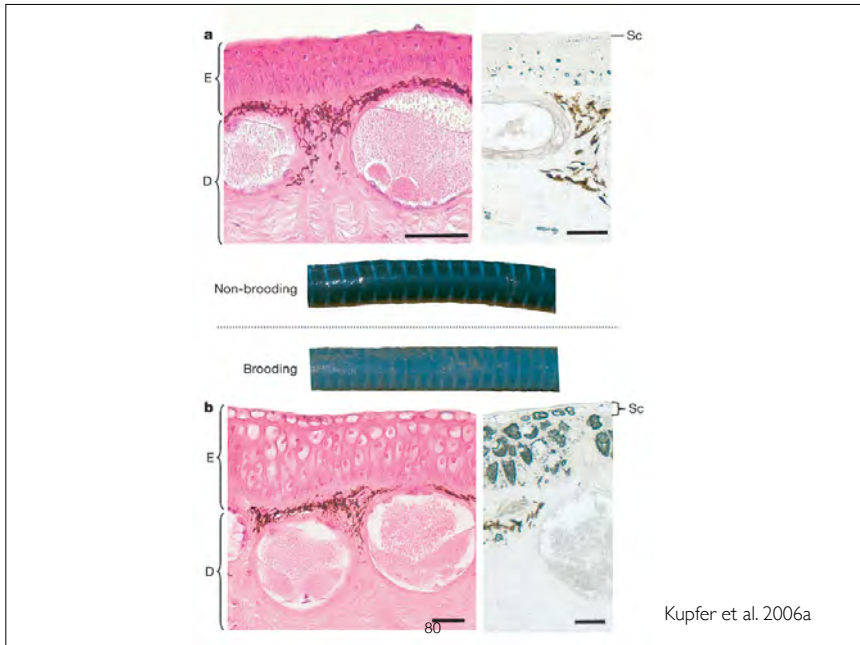
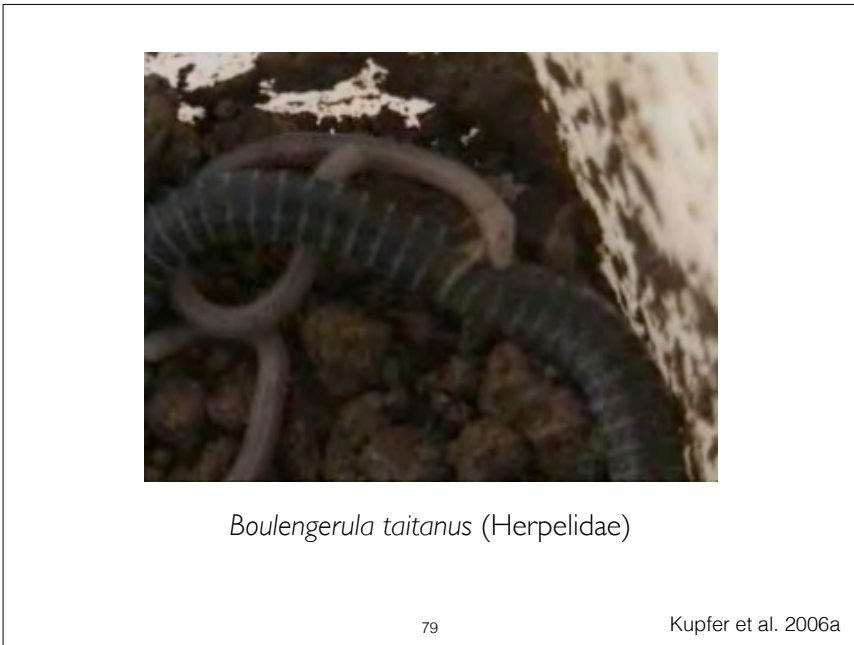
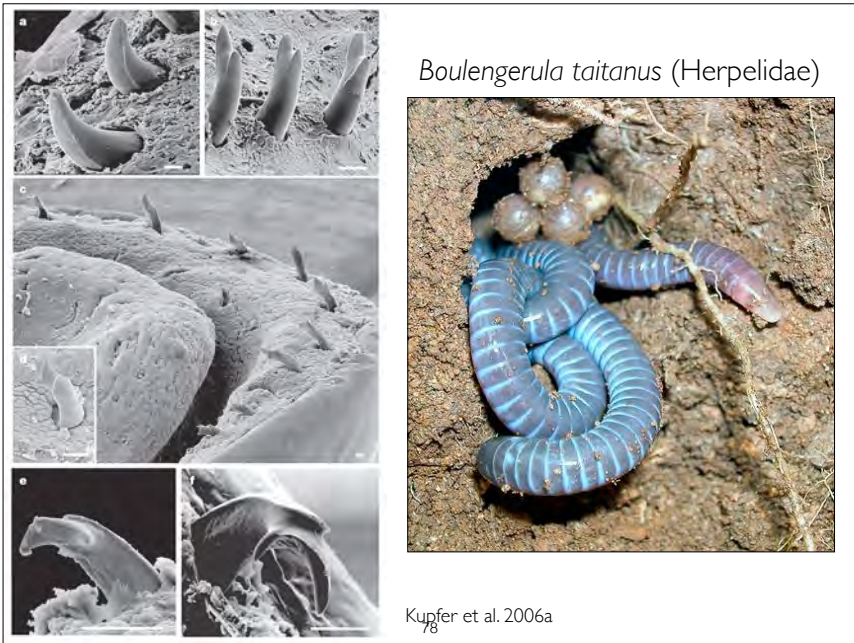
76

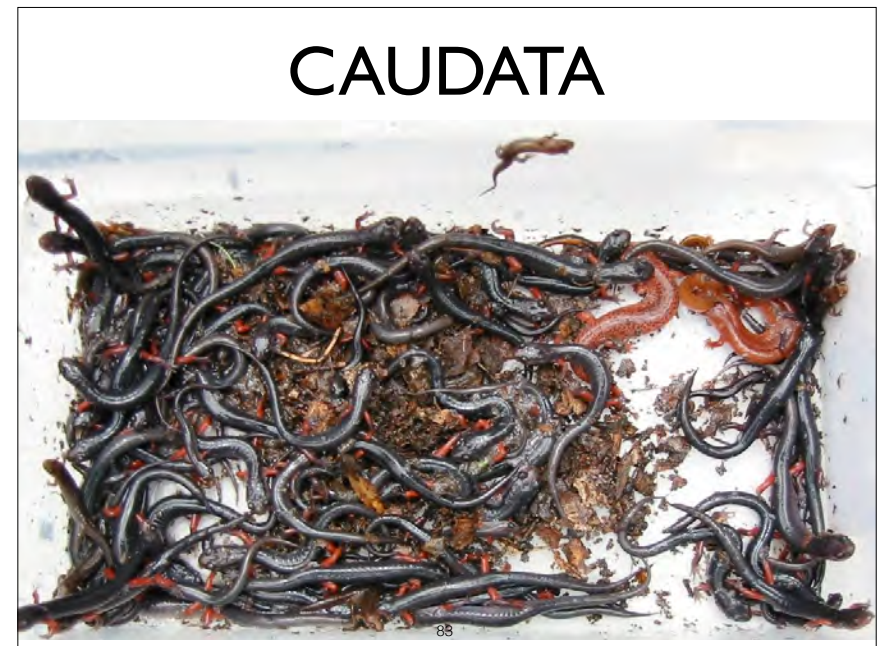
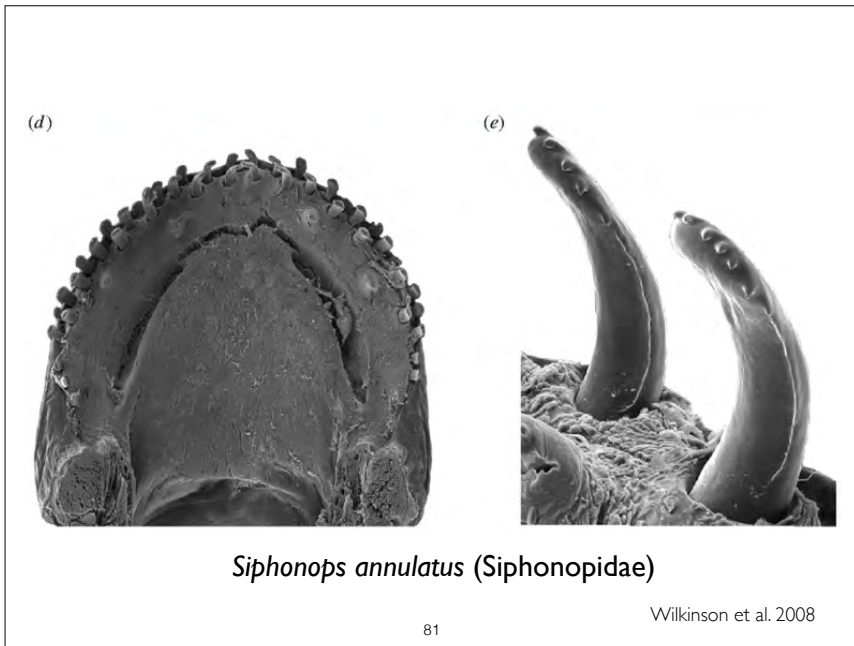
Fetos de espécies vivíparas tem dentes especiais para  
**OVIDUCTOFAGIA**



77

Wake 1976





## Características/Sinapomorfias

3 pares de brânquias externas  
4 membros sub-iguais  
cauda alongada  
ausência de tímpano, cavidade timpânica, trompa de Eustáquio  
dentes mandibulares  
evidência molecular abundante

84

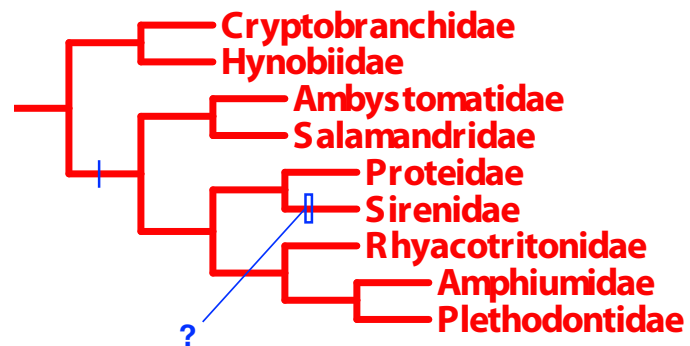
## Caudata

salamandras, tritões  
713 espécies, 9 famílias



85

## Fertilização interna (espermatóforo) em Caudata



Reprodução nunca vista  
Glândulas para produzir espermatóforos ausentes  
Espermatotecas ausentes

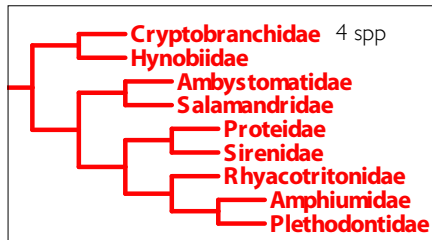
86



*Ambystoma mexicanum* (Ambystomatidae)

87





Fertilização externa  
 Cordão de ovos  
 (como colar de pérolas)



88 *Andrias japonicus* (Cryptobranchidae)



Hábitat de *Cryptobranchus alleganiensis*

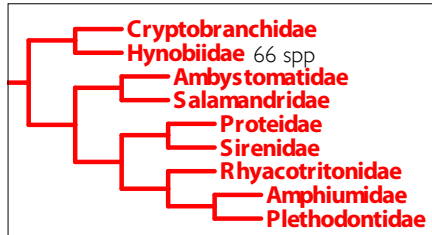


*Cryptobranchus alleganiensis* (Cryptobranchidae)



*Cryptobranchus alleganiensis*  
(Cryptobranchidae)





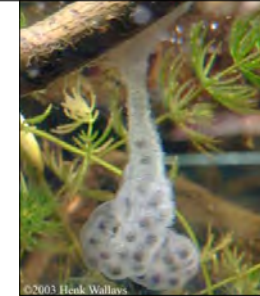
Fertilização externa  
Sacos de ovos



92



*Hynobius dunni* (Hynobiidae)



*Hynobius dunni* (Hynobiidae)

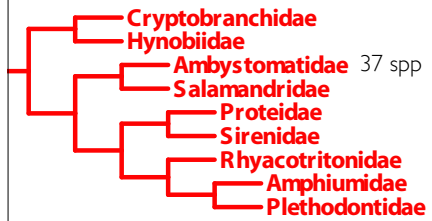


*Hynobius tokyoensis* (Hynobiidae)

93

*Hynobius kimurae* (Hynobiidae)

Axolotl: neotenia facultativa



Fertilização interna



©07 Will Jones

94



*Ambystoma mexicanum*



*Ambystoma maculatum*



BBC 2005

*Ambystoma maculatum*



Cryptobranchidae  
Hynobiidae  
Ambystomatidae  
Salamandridae 119 spp  
Proteidae  
Sirenidae  
Rhyacotritonidae  
Amphiumidae  
Plethodontidae

Fertilização interna

*Salamandra salamandra*

©2007 Will Jones  
Salamandridae

96

*Taricha granulosa*

Foto: Patrick Coir

*Notophthalmus viridescens*

*Tylototriton shanjing*

*Paramesotriton laoensis*

97

*Echinotriton andersoni*

Brodie et al. 1984

FIG. 5.—Tips of the ribs and epipleural processes piercing the lateral warts of *Echinotriton andersoni*.

*Pleurodeles waltl*

© Egon Heiss 2009

1 cm

98



*Triturus cristatus*

99



*Triturus cristatus*

99



Foto: Jessica J. Miller

*Taricha torosa*

100



Mike  
Benard

*Taricha torosa*

101



*Salamandra salamandra*  
102

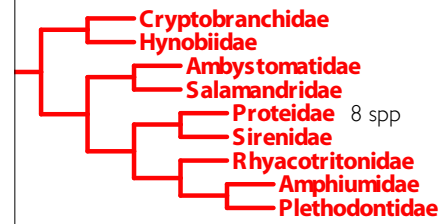


*Salamandra salamandra*  
102

Adelfofagia



*Salamandra atra*  
103



Fertilização interna  
Membros posteriores presentes



*Necturus maculosus*


Perenibranquiados  
(= neotenia obrigatória)



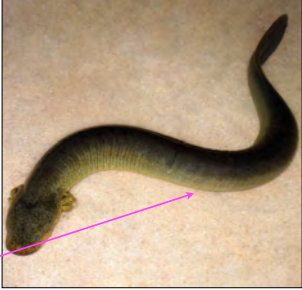
*Proteus anguinus*

Cryptobranchidae  
 Hynobiidae  
 Ambystomatidae  
 Salamandridae  
 Proteidae  
 Sirenidae 4 spp  
 Rhyacotritonidae  
 Amphiumidae  
 Plethodontidae


Fertilização externa???  
 Glândulas para produzir espermatozoides ausentes  
 Espermatoteca ausente  
 Membros posteriores ausentes  
 Perenibrânquios



Sirenidae



*Siren intermedia*




*Pseudobranchius striatus*

105


Cryptobranchidae  
 Hynobiidae  
 Ambystomatidae  
 Salamandridae  
 Proteidae  
 Sirenidae  
 Rhyacotritonidae 4 spp  
 Amphiumidae  
 Plethodontidae

Fertilização interna  
 Oviparidade

Riachos de água fria, pulmões  
 reduzidos, não respiratórios



Rhyacotritonidae




*Rhyacotriton variegatus*

106


Cryptobranchidae  
 Hynobiidae  
 Ambystomatidae  
 Salamandridae  
 Proteidae  
 Sirenidae  
 Rhyacotritonidae  
 Amphiumidae 3 spp  
 Plethodontidae

Fertilização interna  
 Oviparidade


Perenibrânquios



Amphiumidae



*Amphiuma meansi*




*Amphiuma tridactylum*

107


Cryptobranchidae  
 Hynobiidae  
 Ambystomatidae  
 Salamandridae  
 Proteidae  
 Sirenidae  
 Rhyacotritonidae  
 Amphiumidae 456 spp  
 Plethodontidae

Fertilização interna  
 América do Norte, América do Sul  
 Europa, Korea

Pulmões ausentes!



Amphiumidae



*Bolitoglossa walkeri*

108



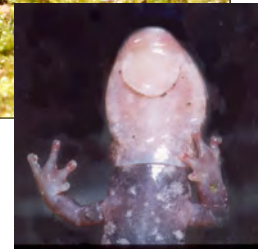
*Pseudotriton diastictus*

109



*Plethodon shermani*

110



*Plethodon shermani*



*Plethodon shermani*



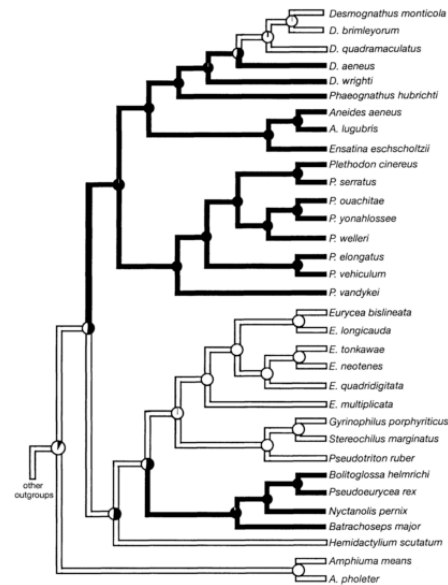
*Plethodon shermani*





*Plethodon shermani*



*Plethodon glutinosus*



Ovos/larvas aquáticas  
metamorfose 

Ovos terrestres  
desenvolvimento direto 



## RESUMO

### **Amphibia (Lissamphibia)**

Monofilético, filogeneticamente distante de tetrápodes basais, diverso

### **Características/sinapomorfias**

Amphibia: Metamorfose/larvas, pele, denticção, *papilla amphibiorum*, redução de dígitos, corpos adiposos. Batrachia: modificações visão, audição

### **Diversidade/sistemática**

Anura > Caudata > Gymnophiona

Distribuição da diversidade

### **Gymnophiona**

10 famílias, 4 na América do Sul

Fossoriais/aquáticos, membros ausentes, tentáculo, escamas, falodeu, olhos reduzidos, oviparidade/viviparidade, oviductofagia/dermatofagia

### **Caudata**

9 famílias, 1 na América do Sul

Fertilização interna/externa, formato das posturas, espermatóforo,

oviparidade/viviparidade, larvas/desenvolvimento direto/neotenia

Salamandridae: Mecanismos anti-predadores

Plethodontidae: Pulmões ausentes, metamorfose/desenvolvimento direto