

**Comportamentos de defesa**





# O que os animais fazem para não virar comida?



O que os animais fazem para não virar *comida*?



O que os animais fazem  
para não virar *comida*?



O que os *animais* fazem para não virar *comida*?



A pressão de seleção imposta  
pelos **predadores**



tem influenciado a evolução e a manutenção  
de diversos **mecanismos de defesa** nas **presas**

**Detectar - Identificar**

ENCONTRO

**Capturar - Subjugar**



Os mecanismos de defesa nas presas  
**interferem no forrageamento** dos predadores

**Forrageamento ótimo**  
Vale a pena comer isso?



$$\text{Benefício líquido} = \text{Energia adquirida} - \left( \text{Energia gasta} \right)$$

(Procurar+ Identificar+ Capturar + Subjugar)

**Forrageamento ótimo**  
Vale a pena comer isso?



**Benefício líquido**

$$= \text{Energia adquirida} - \text{Energia gasta}$$

(Procurar+ Identificar+ Capturar + Subjugar)

**Benefício líquido**

$$= \text{Energia adquirida} - \text{Energia gasta}$$

(Procurar+ Identificar+ Capturar + Subjugar)

**Defesas primárias** diminuem o benefício líquido obtido com as presas ao aumentar o **tempo/energia de procura**



**Defesas secundárias** diminuem o benefício líquido obtido com as presas ao aumentar o **tempo/energia de manipulação**

# Defesas primárias

São aquelas que **diminuem** a probabilidade de que ocorra uma **interação** entre a presa e o potencial **predador**

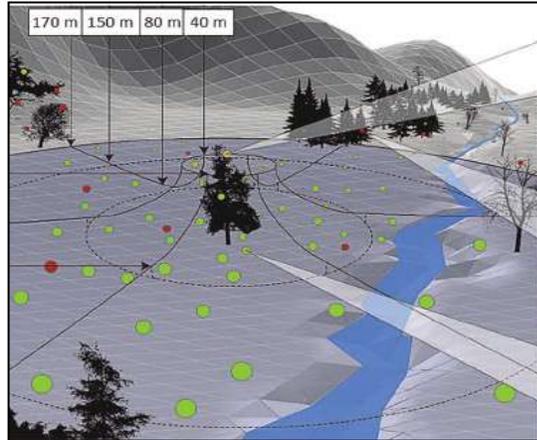


evitar ser detectado

ou



ser reconhecido como presa



Seleção de habitat



Camuflagem



Aposematismo



Mimetismo batesiano



Mimetismo mülleriano



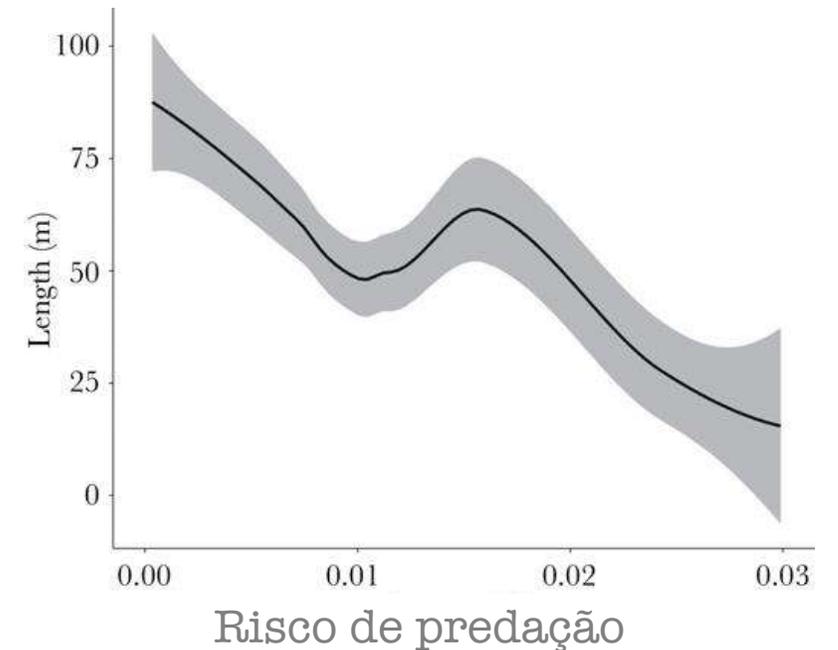
# Seleção de habitat

Consiste em **escolher** ativamente locais onde o **risco** de encontro com predadores é **baixo** ou em **evitar** locais onde o **risco** de encontro com predadores é **alto**



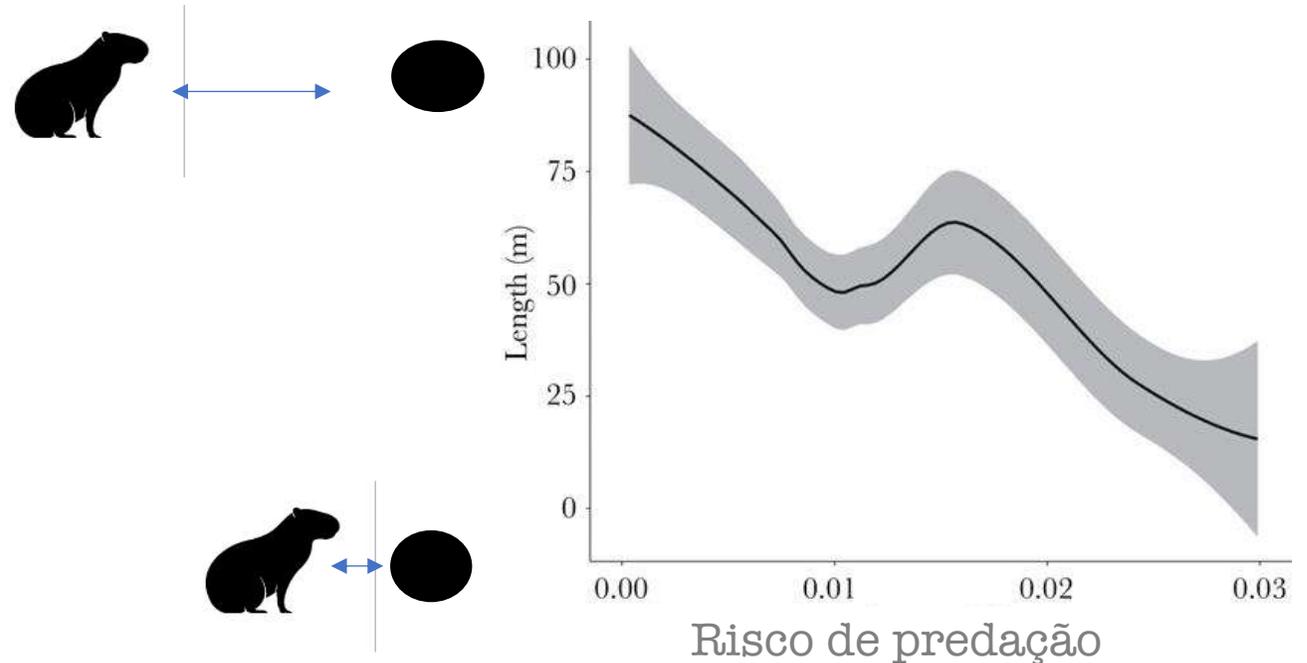
# Seleção de habitat

Consiste em **escolher** ativamente locais onde o **risco** de encontro com predadores é **baixo** ou em **evitar** locais onde o **risco** de encontro com predadores é **alto**



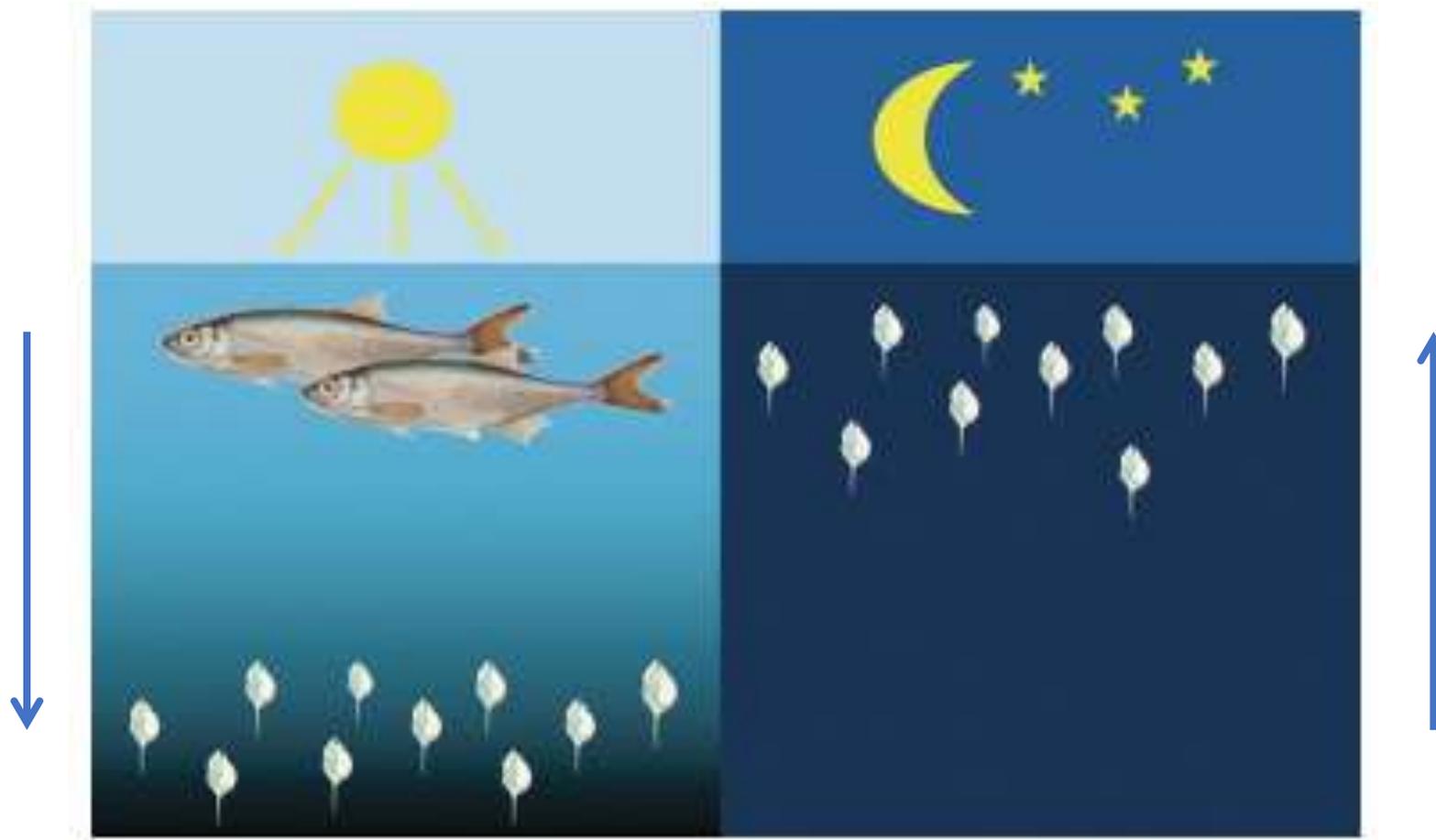
# Seleção de habitat

Consiste em **escolher** ativamente locais onde o **risco** de encontro com predadores é **baixo** ou em **evitar** locais onde o **risco** de encontro com predadores é **alto**



A distância percorrida pelos *Erethizon dorsatum* (porco-espinho da America do Norte) diminui conforme o risco de predação aumenta.

# Seleção de habitat



A migração vertical diária de *Daphnia* e outras espécies plantónicas evita encontros com os predadores.



# Camuflagem

Todas as formas de cancelamento (privar ao predador de informação) que reduzem o risco de ser detectado ou reconhecido como presa



# Camuflagem



Qual é o sistema sensorial relevante do predador?





# Camuflagem visual

## Cripsis

Um conjunto de estratégias que previnem a detecção

## Mascarada

Uma estratégia que previne o reconhecimento da presa ao parecer e ser reconhecido pelo predador como um objeto não interessante



# Camuflagem visual

## Cripsis

- **Correspondência de fundo (*background matching*):** aparência da presa corresponde à cor, luminosidade e ao padrão do fundo



# Camuflagem visual

## Cripsis

- Correspondência de fundo (*background matching*): aparência da presa corresponde à cor, luminosidade e ao padrão do fundo
- **Coloração disruptiva:** conjunto de marcas de alto contraste, que criam a aparência de falsas bordas ou limites, e esconde a verdadeira forma da presa



# Camuflagem visual

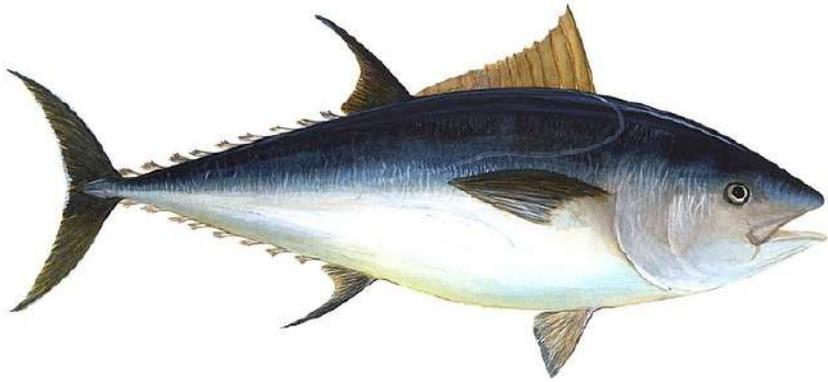
## Cripsis

- **Correspondência de fundo (*background matching*):** aparência da presa corresponde à cor, luminosidade e ao padrão do fundo
- **Coloração disruptiva:** conjunto de marcas de alto contraste, que criam a aparência de falsas bordas ou limites, e esconde a verdadeira forma da presa
- **Contra-sombreado (*obliterative shading*):** o padrão de coloração leva à anulação da forma tridimensional do corpo ou da sombra



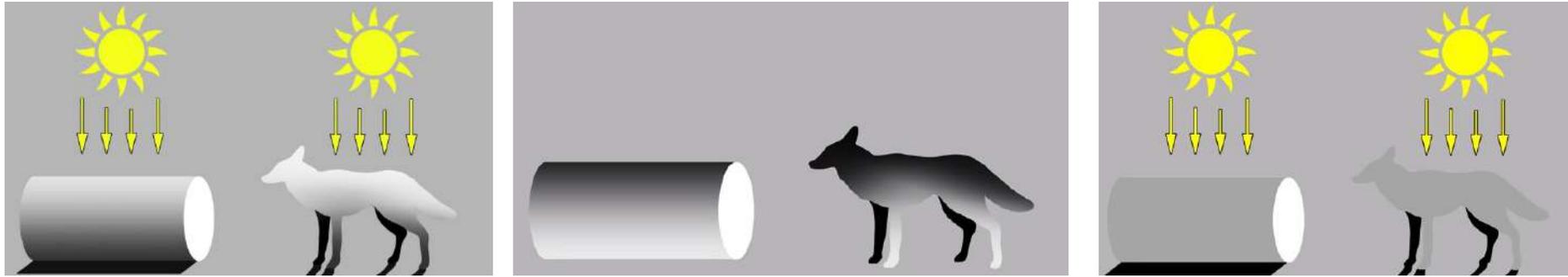
# Camuflagem visual

Contra-sombreado (*obliterative shading*)



# Camuflagem visual

Contra-sombreado (*obliterative shading*)



Abbott Thayer, 1909



Cuthill, et al.  
2016. PNAS

baixas taxas de predação por aves selvagens

# Camuflagem visual

## Cripsis

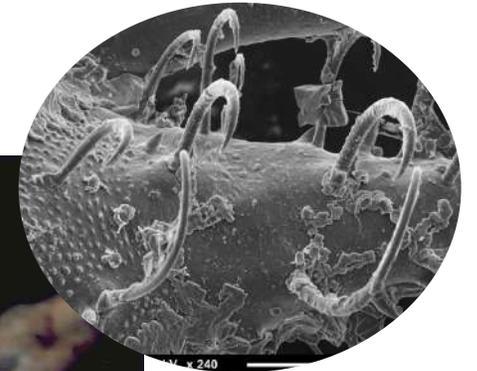
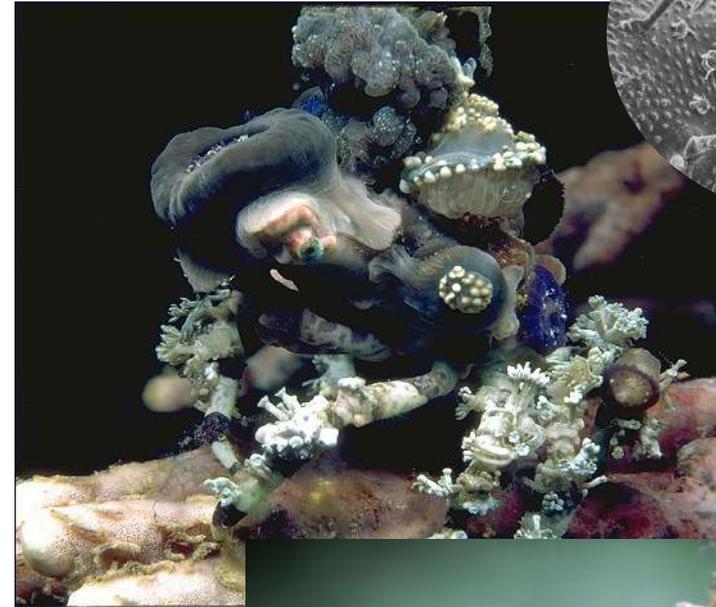
- **Correspondência de fundo (*background matching*):** aparência da presa corresponde à cor, luminosidade e ao padrão do fundo
- **Coloração disruptiva:** conjunto de marcas de alto contraste, que criam a aparência de falsas bordas ou limites, e esconde a verdadeira forma da presa
- **Contra-sombreado (*obliterative shading*):** o padrão de coloração leva à anulação da forma tridimensional do corpo ou da sombra
- **Transparência & prateado:** uma parte do corpo é transparente ou altamente reflexivo



# Camuflagem visual

## Cripsis

- **Correspondência de fundo (*background matching*):** aparência da presa corresponde à cor, luminosidade e ao padrão do fundo
- **Coloração disruptiva:** conjunto de marcas de alto contraste, que criam a aparência de falsas bordas ou limites, e esconde a verdadeira forma da presa
- **Contra-sombreado (*obliterative shading*):** o padrão de coloração leva à anulação da forma tridimensional do corpo ou da sombra
- **Transparência & prateado:** uma parte do corpo é transparente ou altamente reflexivo
- **Decoração:** os animais usam objetos do ambiente de forma que se anulam nele



# Camuflagem visual

## Cripsis

- **Correspondência de fundo (*background matching*):** aparência da presa corresponde à cor, luminosidade e ao padrão do fundo
- **Coloração disruptiva:** conjunto de marcas de alto contraste, que criam a aparência de falsas bordas ou limites, e esconde a verdadeira forma da presa
- **Contra-sombreado (*obliterative shading*):** o padrão de coloração leva à anulação da forma tridimensional do corpo ou da sombra
- **Transparência & prateado:** uma parte do corpo é transparente ou altamente reflexivo
- **Decoração:** os animais usam objetos do ambiente de forma que se anulam nele



Um conjunto de **estratégias que previne a detecção**



# Camuflagem visual

## Cripsis

Um conjunto de estratégias que previnem a detecção

## Mascarada

Uma estratégia que previne o reconhecimento da presa ao parecer e ser reconhecido pelo predador como um objeto não interessante



# Camuflagem visual

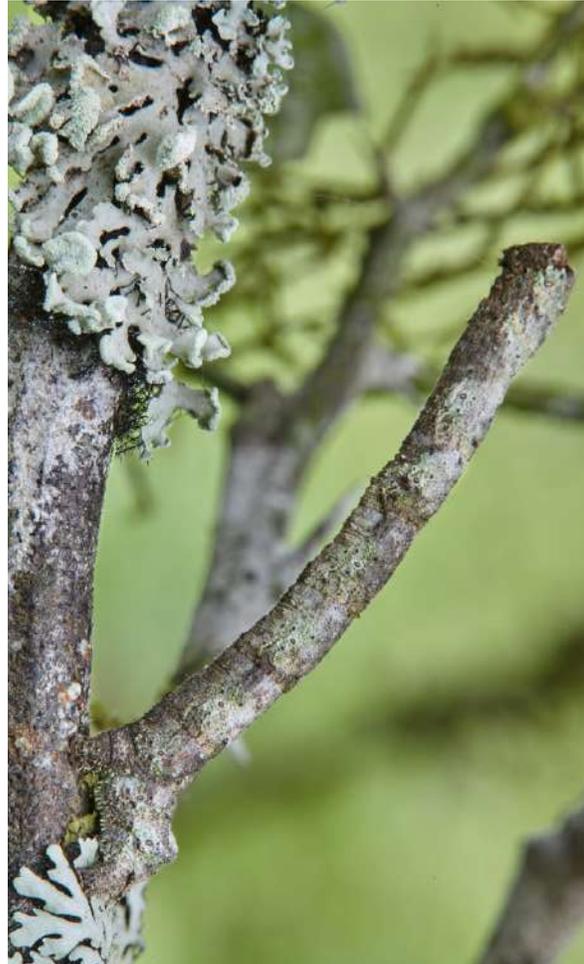
## Mascarada



# Camuflagem visual

## Mascarada

Uma estratégia que previne o reconhecimento, ao parecer e ser reconhecido pela presa como um objeto não atrativo



Skelhorn *et al.* 2010 -Science



Urutau



Kunnet *et al.* 2016

# Camuflagem visual

## Mascarada *Bird dropping masquerading*



**Cores idênticas à vista do predador**

**Corpo + decoração da teia protegem a aranha da predação ao passarem-se por fezes de pássaro**

*Cyclosa ginnaga*  
Liu et al. 2014 *Scientific Reports*

# Camuflagem visual

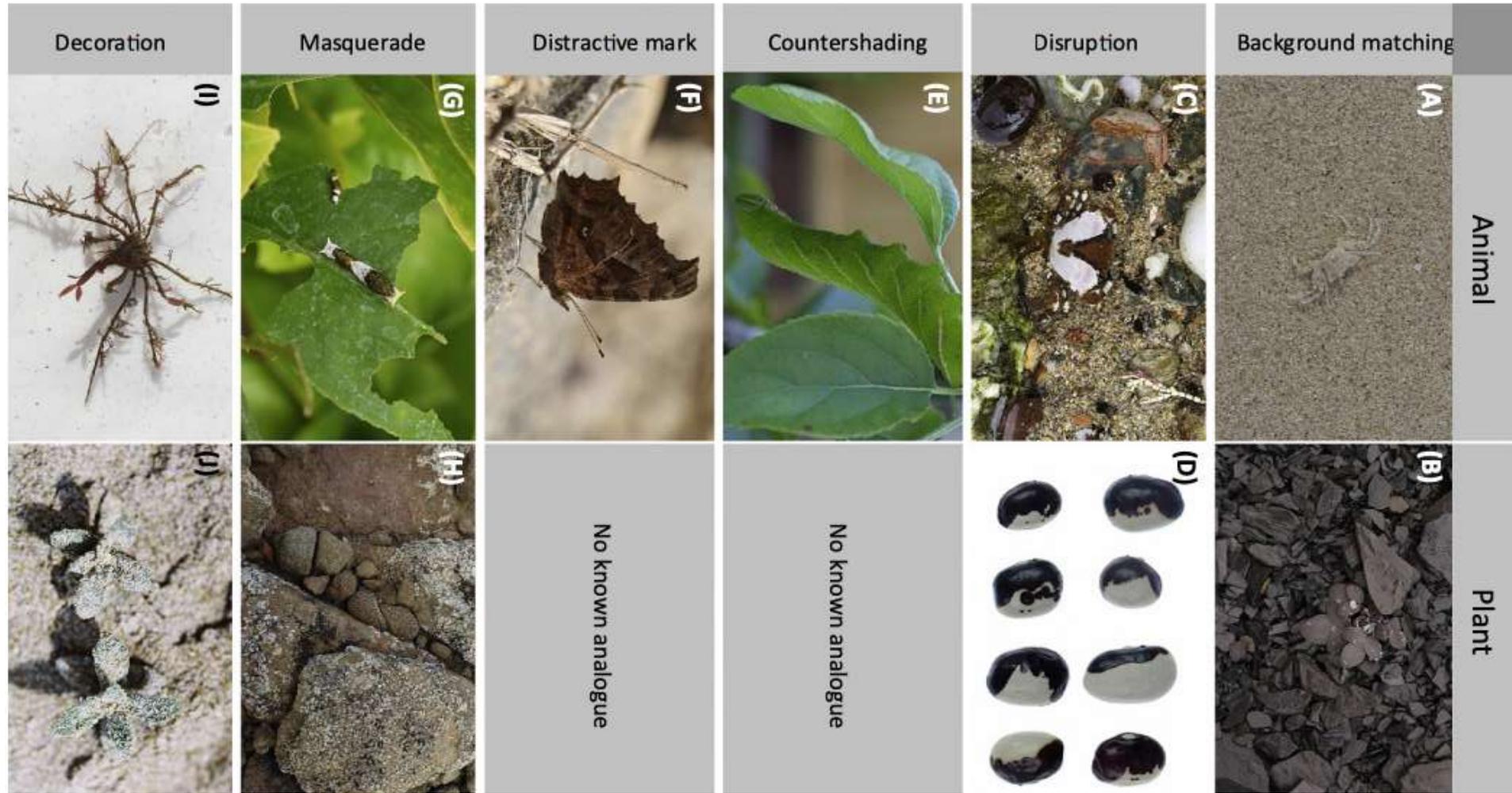


Figure 1. Key Camouflage Strategies in Animals and Plants. (A, B) A juvenile horned ghost crab (*Ocypode ceratophthalma*, A) and an alpine *Corydalis* plant (*Corydalis benecincta*, B) use background matching to blend with the background. (C,D) Juvenile shore crab (*Carcinus maenas*, C) and seeds of cowpea (*Vigna unguiculata*, D) can use disruptive colours to hinder the detection of true outline. (E) Eyed hawk moth caterpillar (*Smerinthus ocellata*, E) has body colours that cancel out the shadows created by directional light (no analogous example has yet been proposed in plants). (F) The white comma mark on the hind wing of comma butterfly (*Polygonia c-album*, F) has been suggested to be a distractive mark that directs the attention of the receiver from the body outline (no analogue has been proposed in plants yet). (G,H) Young caterpillars of swallowtail butterfly (*Papilio* sp., G) resemble bird droppings as an example of masquerade, and the living stone plant (*Lithops terricolor*, H) is widely suggested as a masquerader. (I,J) The long-legged spider crab (*Macropodia rostrata*, I) decorates itself with seaweeds, and a potential analogue in plants are some coastal plants, passively decorated by sand (e.g., seedlings of *Silene* sp., J), decreasing their conspicuousness. Photo credits: (A, C, E, G, I) Martin Stevens, (B) Yang Niu, (D) Lian-Yi Li, (F) Jiong-Ao Yang, (H) Keith Green, (J) Simcha Lev-Yadun. See also Table S1 in the supplemental information online.

# Camuflagem



Qual é o sistema sensorial relevante do predador?



# Camuflagem não visual



A dieta influencia o odor do peixe!

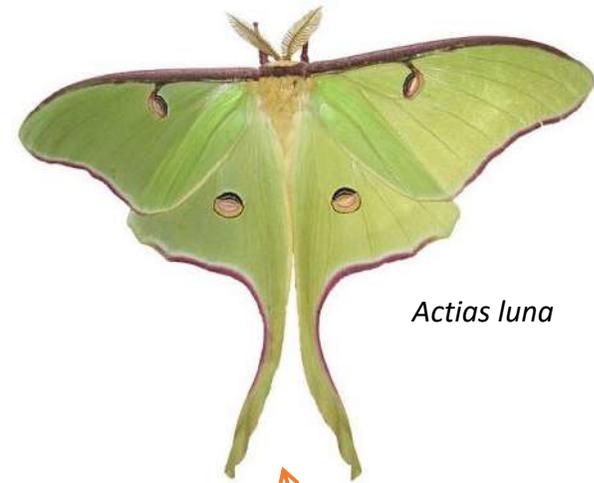
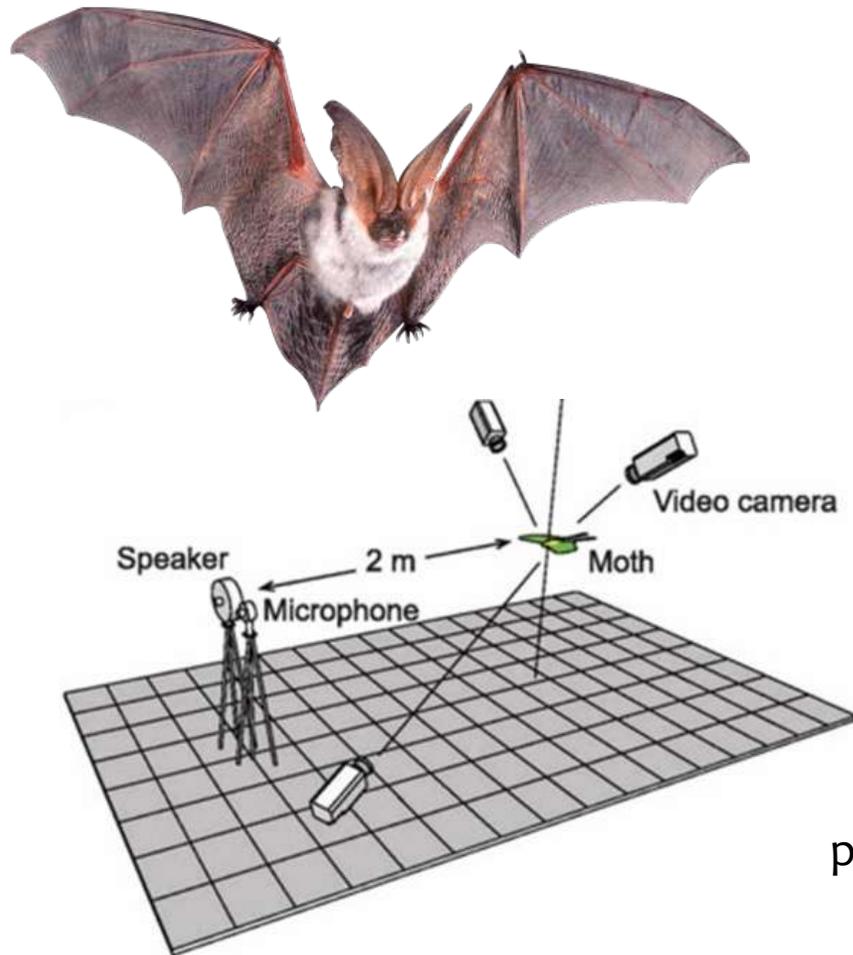
**Odores idênticos ao faro do predador**

O predador (carangueijo) tem dificuldade de identificar esses peixes se estão perto do coral

*Oxymonacanthus longirostris*,  
Nova Zelândia

Booker et al. 2015  
Proc. R. Soc. B

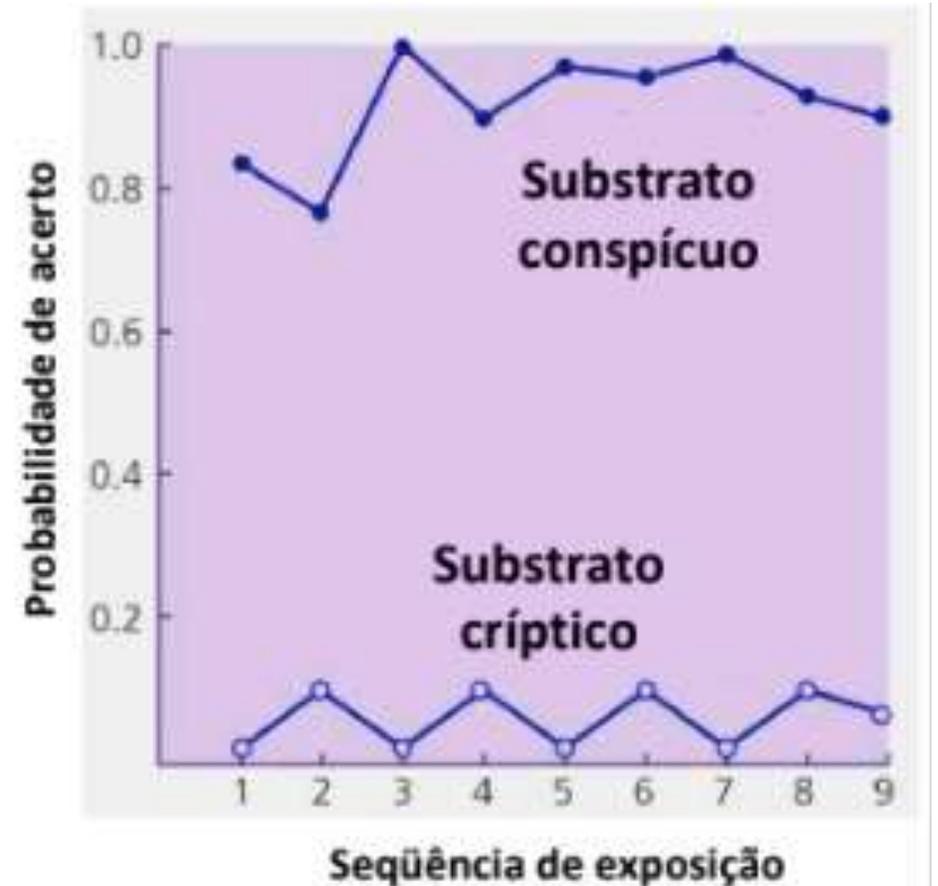
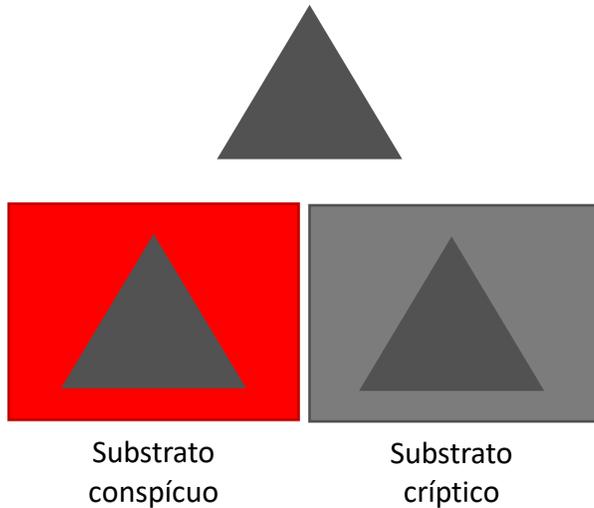
# Camuflagem não visual



Durante o voo as pontas das asas da mariposa criam um eco persistente em todas as direções, que poderia induzir a um erro de detecção pela ecolocalização

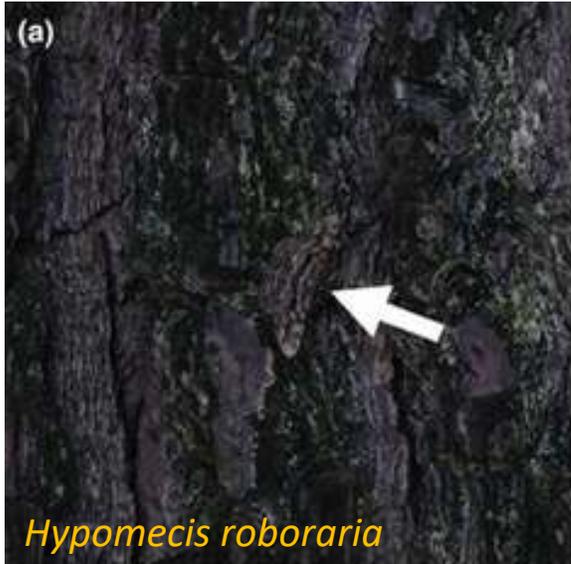
# Camuflagem

## Morfologia + Comportamento



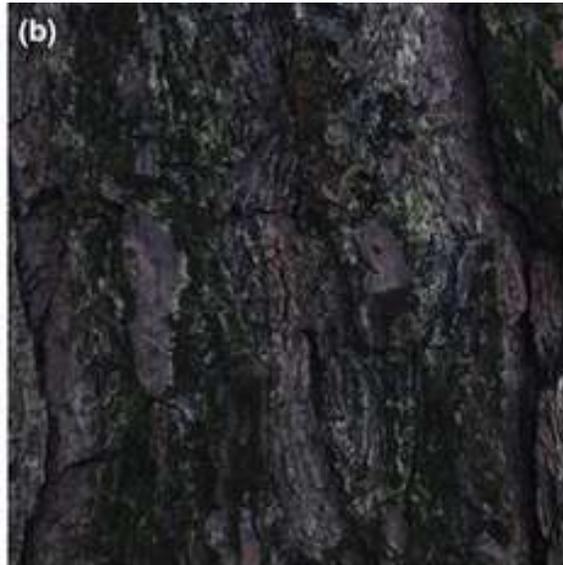
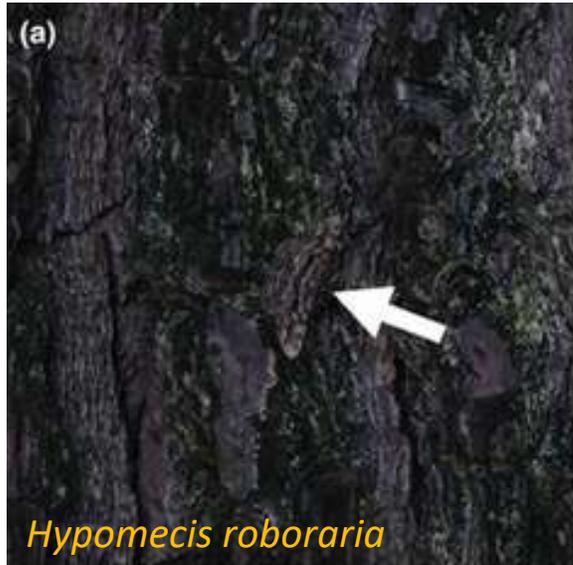
# Camuflagem

## Morfologia + Comportamento



# Camuflagem

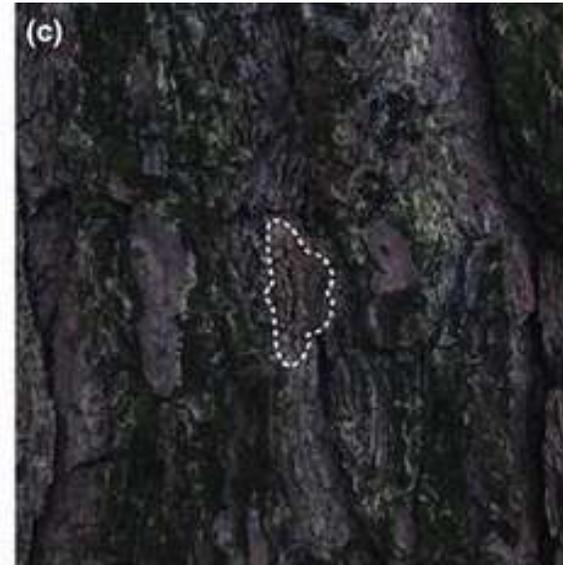
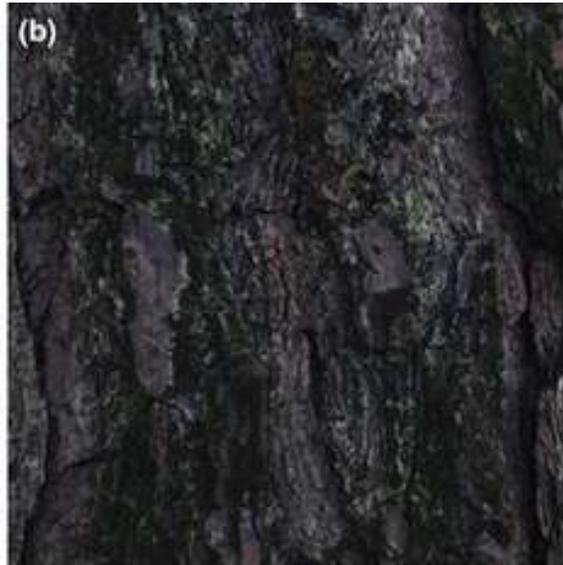
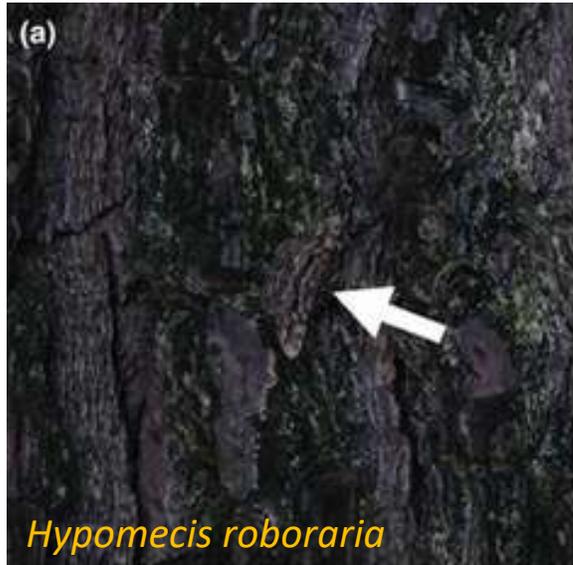
## Morfologia + Comportamento



Kang et al. 2012

# Camuflagem

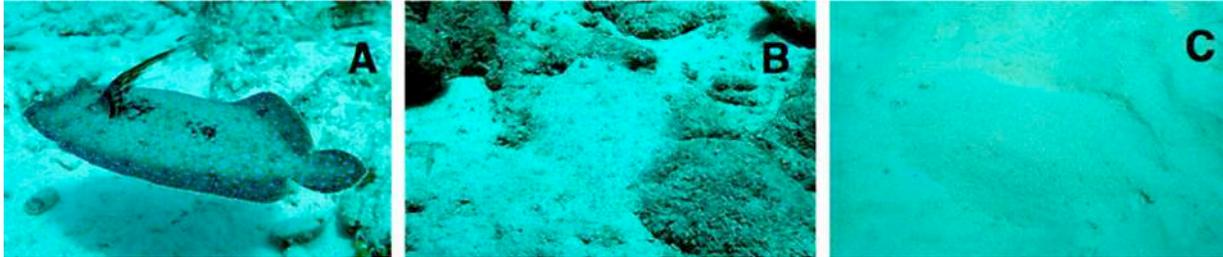
## Morfologia + Comportamento



Kang et al. 2012

# Camuflagem

## Morfologia + Comportamento



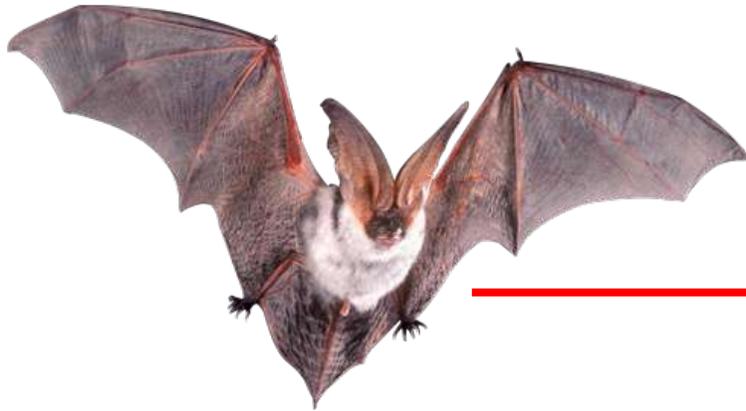
➔ Mudança no padrão de coloração



➔ Escolher ativamente substratos sobre os quais ficam melhor camuflados

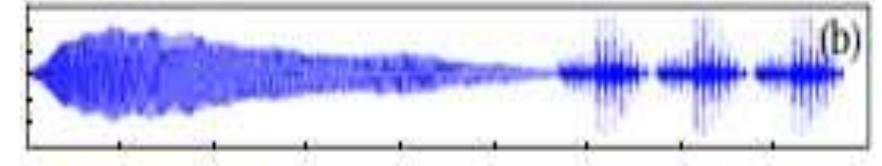
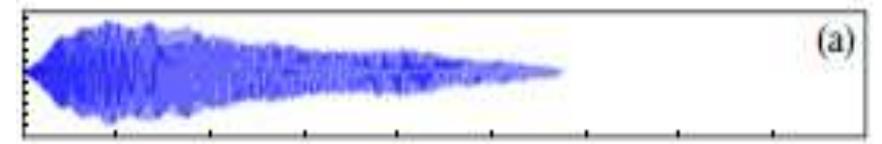
# Camuflagem

## Custos



simples

composto



tungara frog  
(*Physalaemus pustulosus*)  
male and female



# Camuflagem

## Agresiva



# Aposematismo



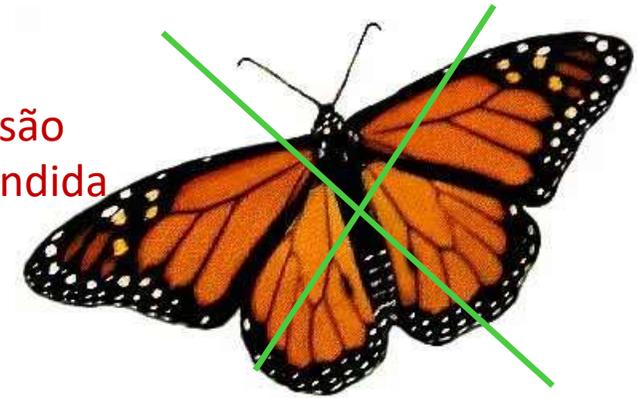
É a correlação entre um sinal  
conspícuo e impalatabilidade e/ou  
periculosidade da presa



# Aposematismo



Aversão  
aprendida



Para que o aposematismo seja vantajoso o predador precisa provar algumas presas e **aprender a evitar** no futuro indivíduos com aparência semelhante

# Aposematismo

Essa coloração conspícua funciona como um sinal aposemático?



*Pachyrhynchus* spp.



*Japalura swinhonis*

# Aposematismo

Essa coloração conspícua funciona como um sinal aposemático?



*Pachyrhynchus* spp.



*Japalura swinhonis*



Alopátrica

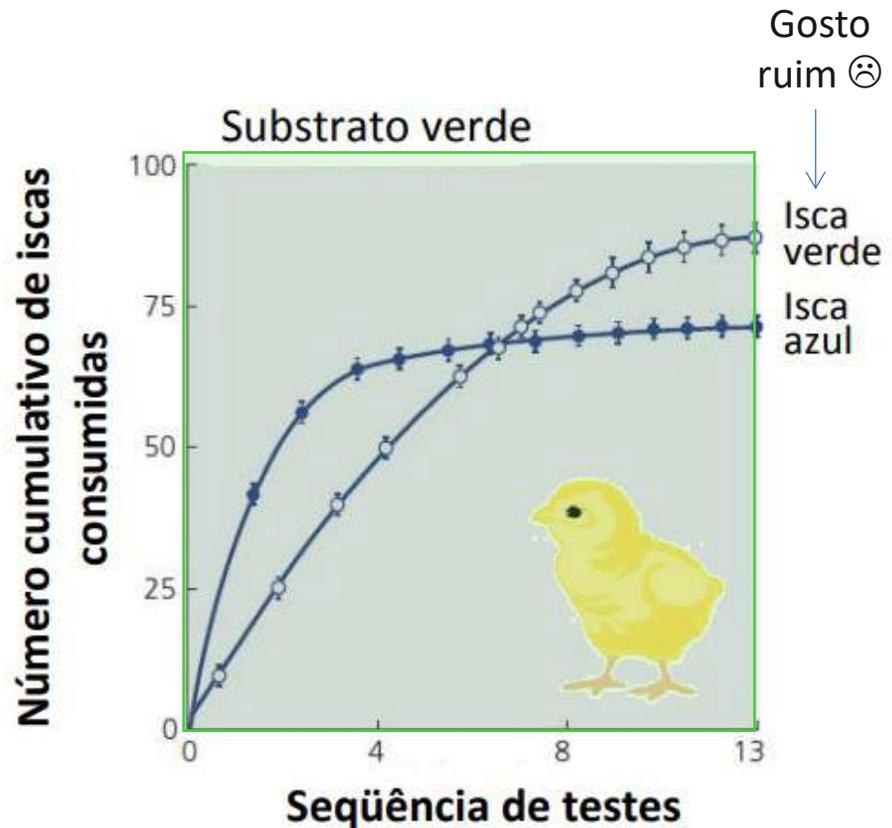
# Aposematismo

Mas, precisa ser colorido?



# Aposematismo

Mas, precisa ser colorido? **Cor funciona melhor!**



Aprende-se mais rápido a evitar uma presa não palatável conspícua do que uma presa não palatável críptica

# Aposematismo

*Common color variants of hooded skunk (Mephitis macroura)*



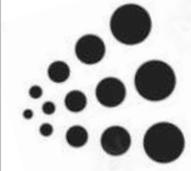
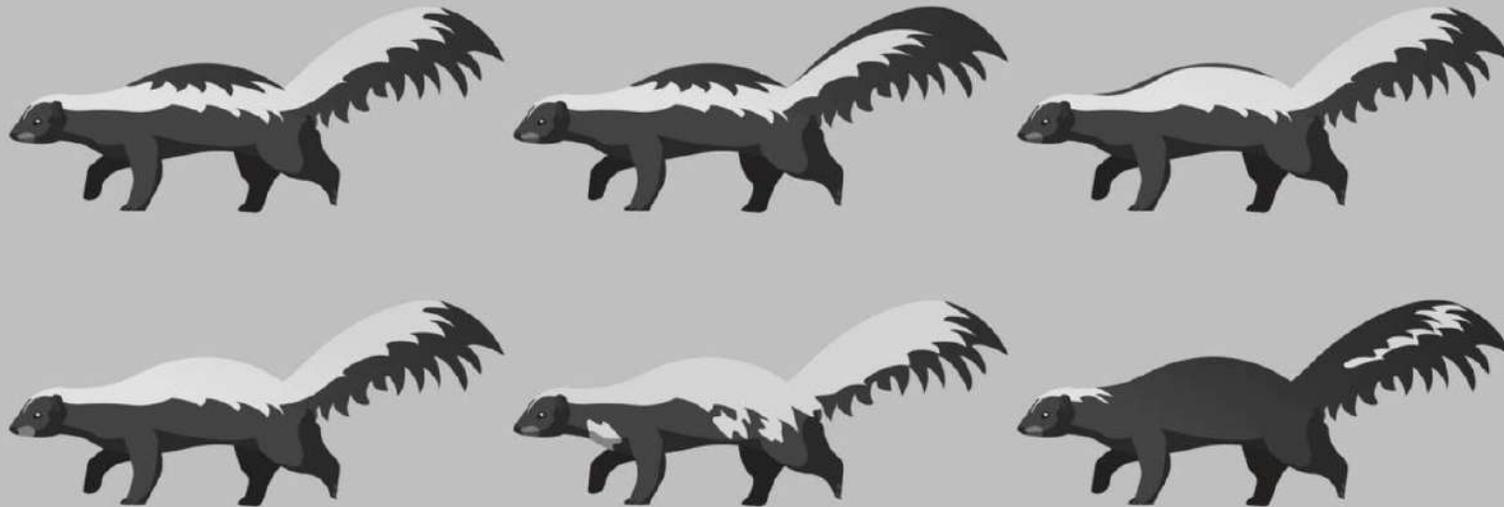
sulfuros

# Aposematismo

O padrão de coloração varia com o risco de predação



*Common color variants of hooded skunk (Mephitis macroura)*



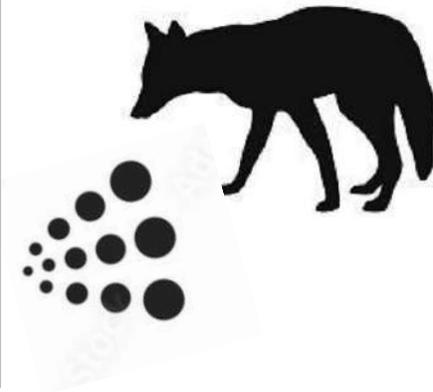
sulfuros

# Aposematismo

O padrão de coloração varia com o risco de predação



*Common color variants of hooded skunk (Mephitis macroura)*



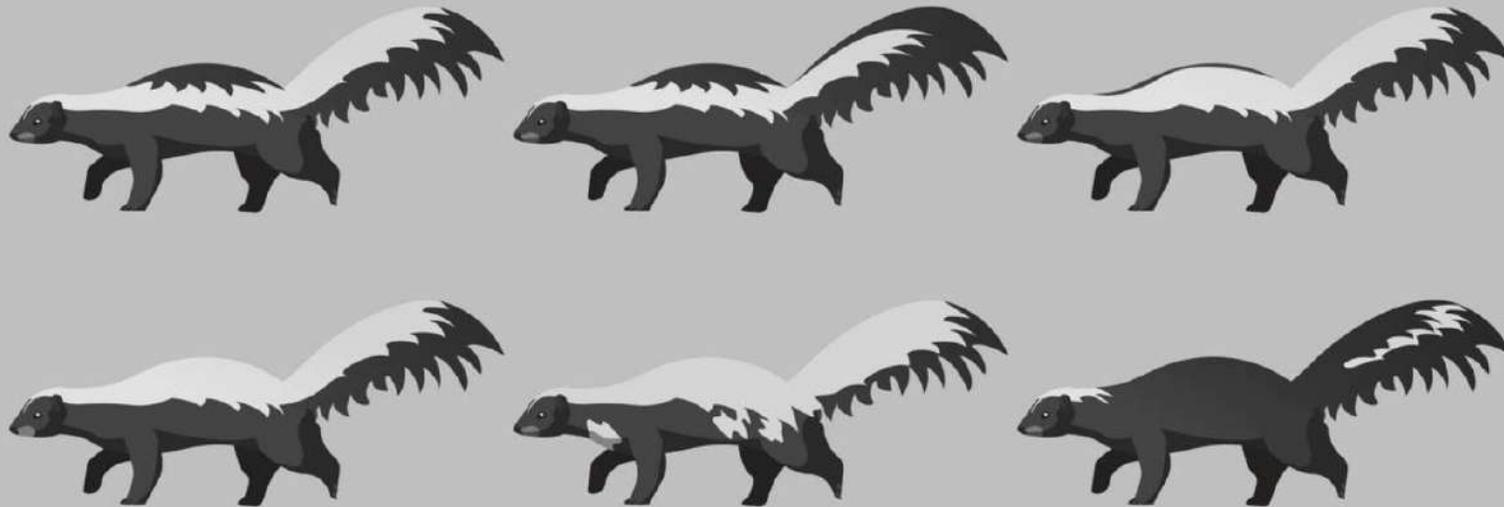
sulfuros

# Aposematismo

O padrão de coloração varia com o risco de predação

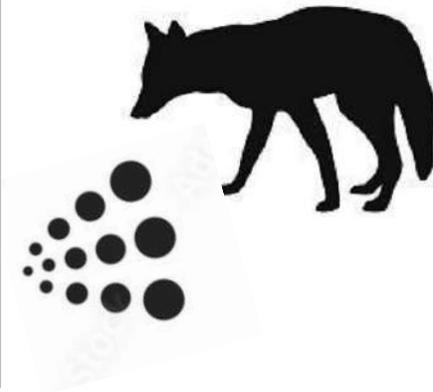


*Common color variants of hooded skunk (Mephitis macroura)*



O padrão de coloração está correlacionado com o poder da defesa?

sulfuros



# Aposematismo



*Capsaicina*

# Aposematismo



*Capsaicina*



# Aposematismo

Mas, precisa ser colorido? **Não necessariamente!**



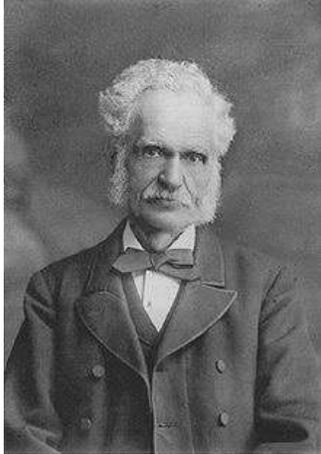


Mimetismo:  
Batesiano & Mülleriano



# Mimetismo: Batesiano

Henry W. Bates, 1862

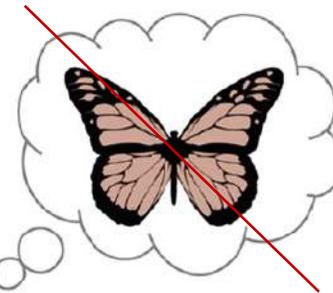


A semelhança entre uma espécie **impalatável e/ou ofensiva** (modelo) com uma espécie **palatável e/ou inofensiva** (mímico) de modo que uma terceira espécie (predador) é enganada pela similaridade e evita atacar o mímico.

Modelo  
**Impalatável /  
ofensiva**



Mímico  
**Palatável /  
inofensiva**



**Predador**  
*Aversão ao mímico*

# Mimetismo: Batesiano



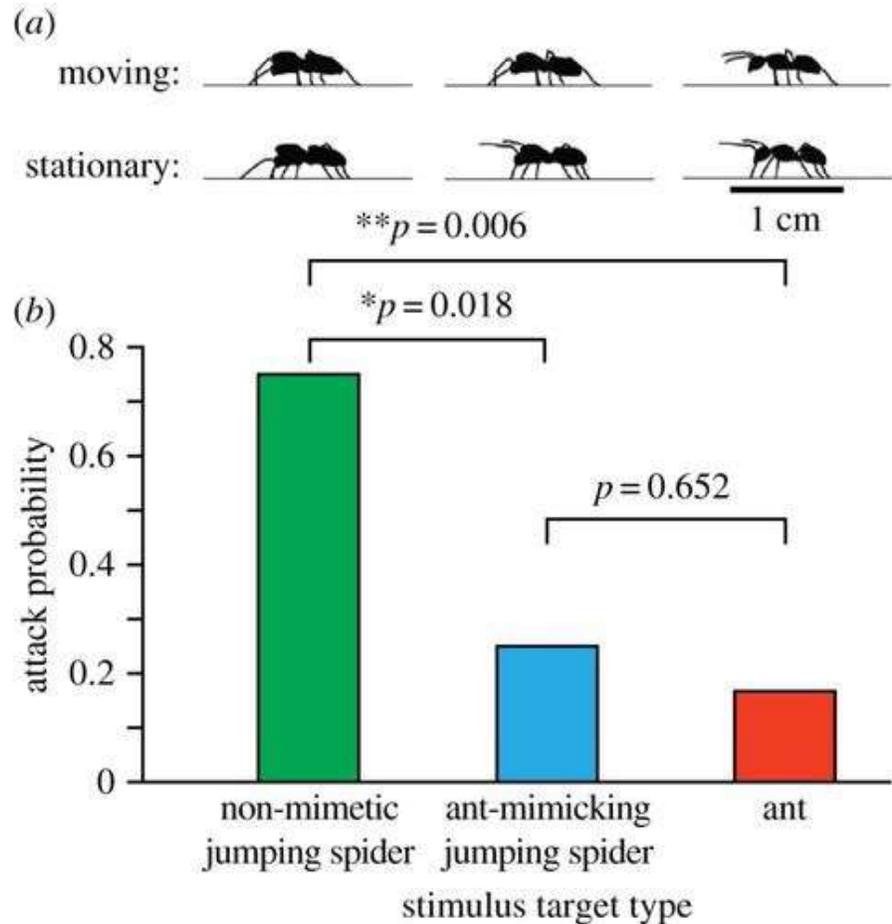
©ALEX HYDE

[www.alexhydephotography.com](http://www.alexhydephotography.com)

# Mimetismo: Batesiano



# Mimetismo: Batesiano



*Myrmarachne formicaria*



A forma do corpo e o movimento das extremidades influenciam o comportamento de ataque do predador

# Mimetismo: Batesiano



# Mimetismo: Batesiano



É a correlação entre um sinal  
conspícuo e impalatabilidade **e/ou**  
periculosidade da presa



Agora há evidências de que a  
habilidade de escapar também é uma  
ótima característica para ser imitada!  
*Evasive Batesian\* Mimicry*



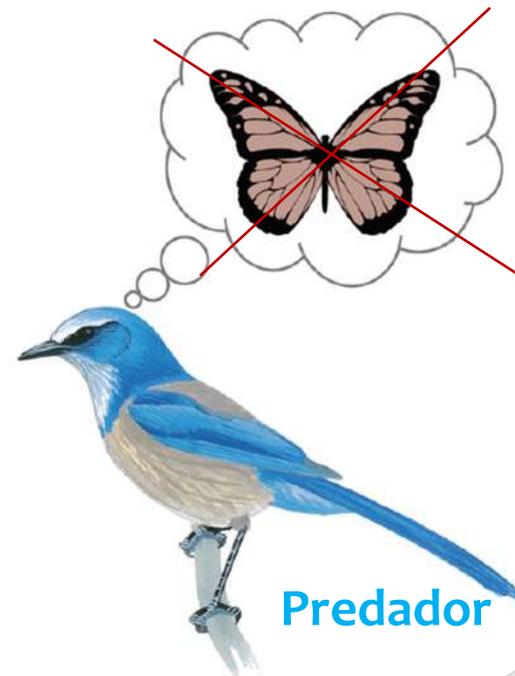
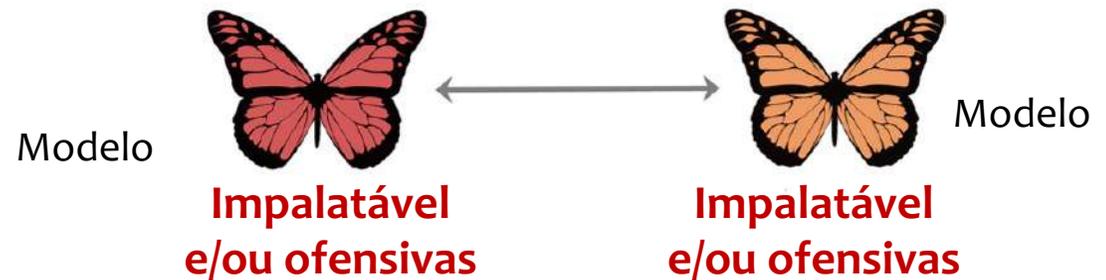
E se essa habilidade é associada à cor,  
mais facilmente os predadores  
aprender a evadir as presas ;)

# Mimetismo: Mülleriano

Fritz Müller, 1878



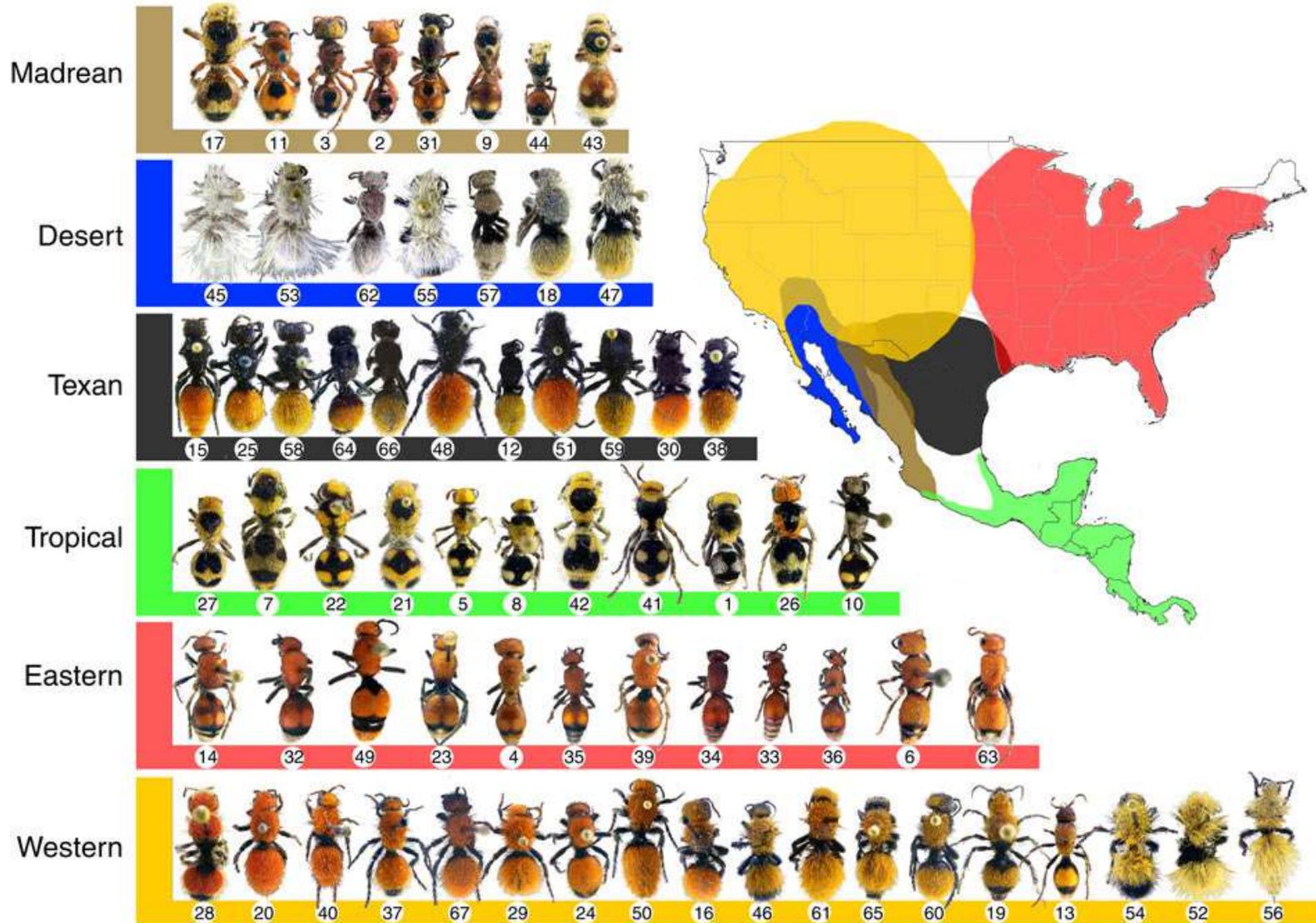
O semelhança mútua entre duas ou mais espécies **impalatáveis e/ou ofensivas** (ambas modelos), tendo como resultado a intensificação da resposta de rejeição pelos predadores



# Mimetismo: Mülleriano



# Mimetismo: Mülleriano



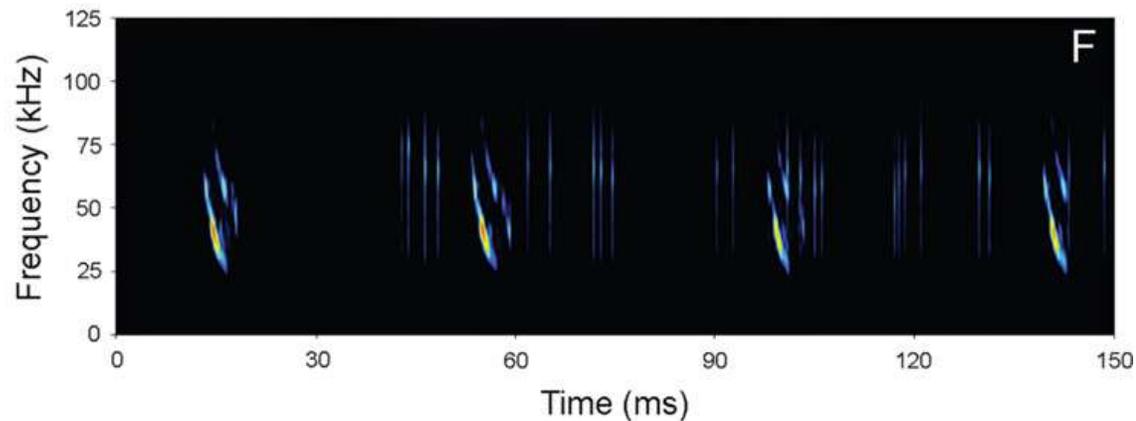
# Mimetismo: Mülleriano (acústico)

Essas mariposas produzem sons em resposta à ecolocalização do morcegos

Impalatáveis

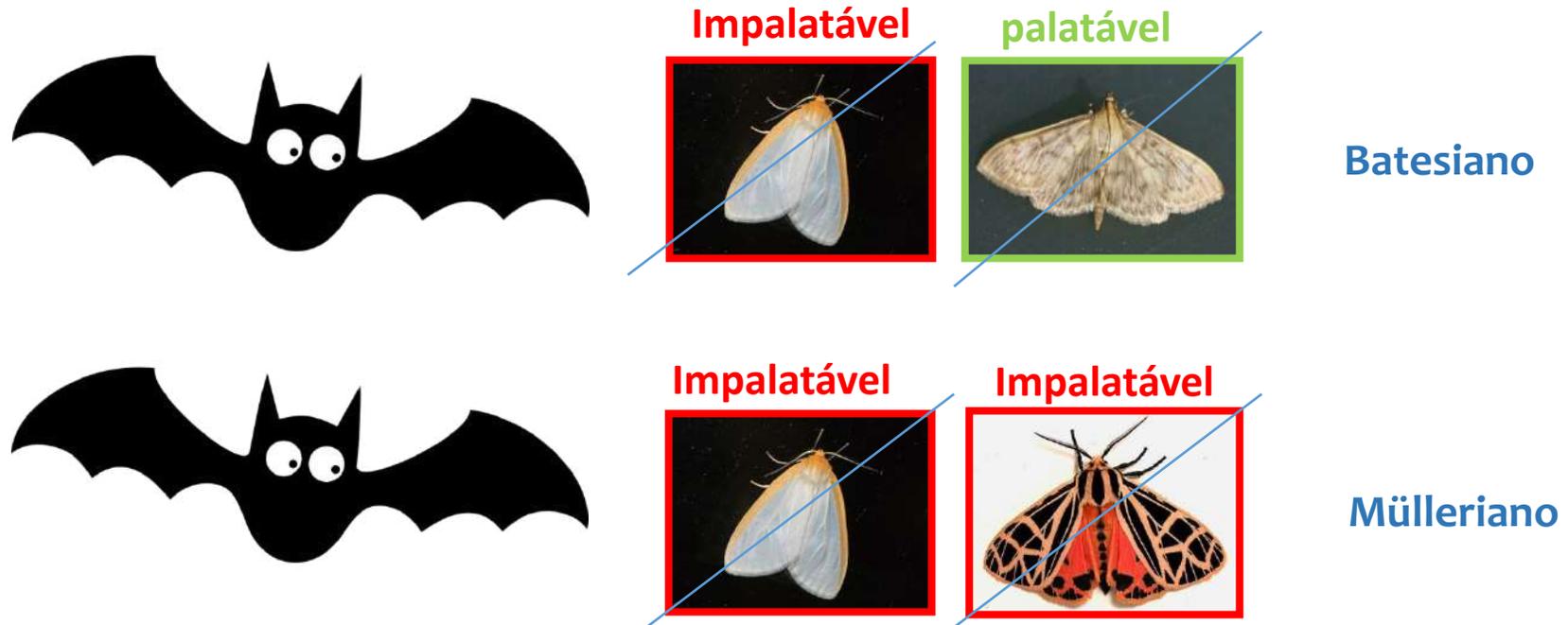


palatável



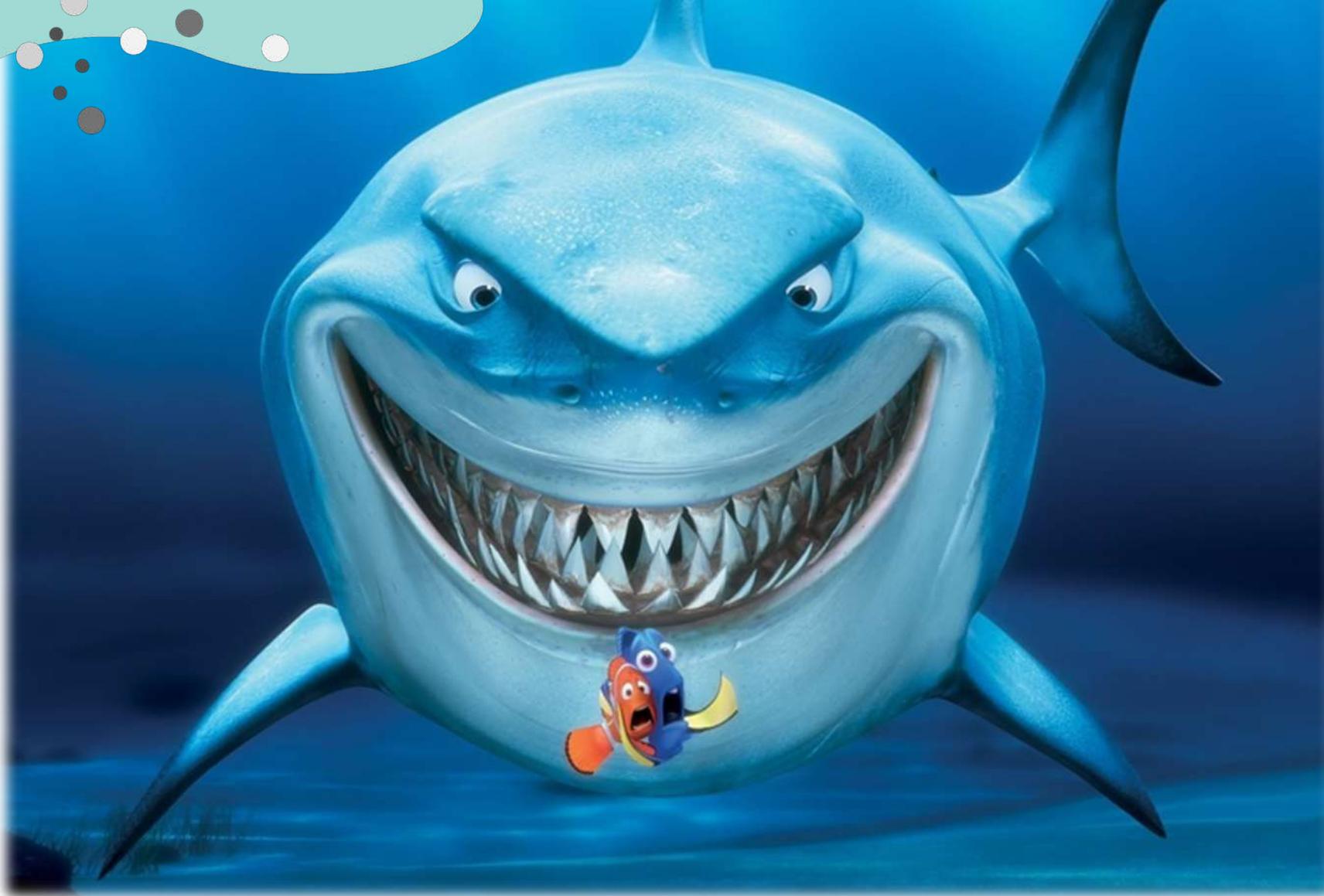
Barber & Conner, 2007  
PNAS

# Mimetismo: Mülleriano (acústico)



Todos os morcegos aprenderam rapidamente a evitar as primeiras mariposas impalatáveis oferecidas, associando o som de alarme ao mal gosto.

Depois eles evitaram a segunda mariposa oferecida, independente de se era palatável ou não.



**E agora??!**

Dificultar a vida do predador!

# Defesas secundárias

São aquelas que podem **evitar a predação** ao fazer que a **interação** seja **desvantajosa** para o predador



evitar a captura

ou



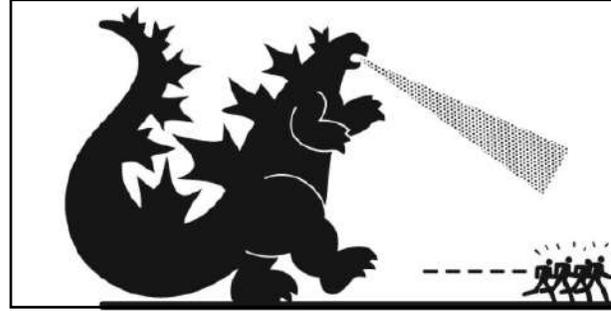
evitar o consumo



Tanatose



Conglobulação



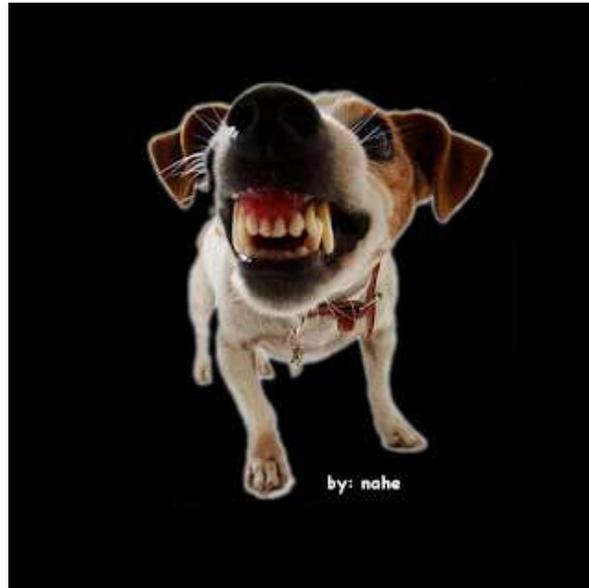
Fuga



Autotomia



Comportamento deimático



Retaliação



Defesa química

# Tanatosis

*Tonic immobility*: Postura imóvel (não aprendida) da presa, desencadeada por contato físico ou proximidade de um predador, como resultado inibe o potencial ataque do predador e reduz a necessidade percebida do predador de subjugar mais a presa.



# Tanatosis



Durante a tanatosis as presas parecem avaliar o risco de predação

## Vertebrados:

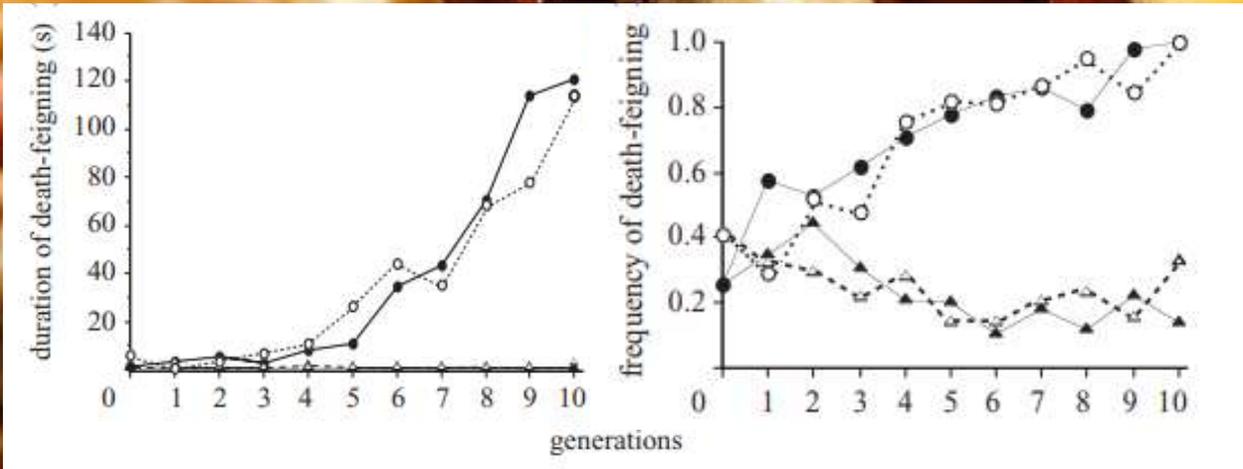
- taxa respiratória reduzida
- bradicardia
- salivar, defecar e urinar são comuns

## Invertebrados:

- movimentos ventilatórios decrescem

Fatores genéticos influencia se os animais fogem ou fazem tanatosis

# Tanatosis

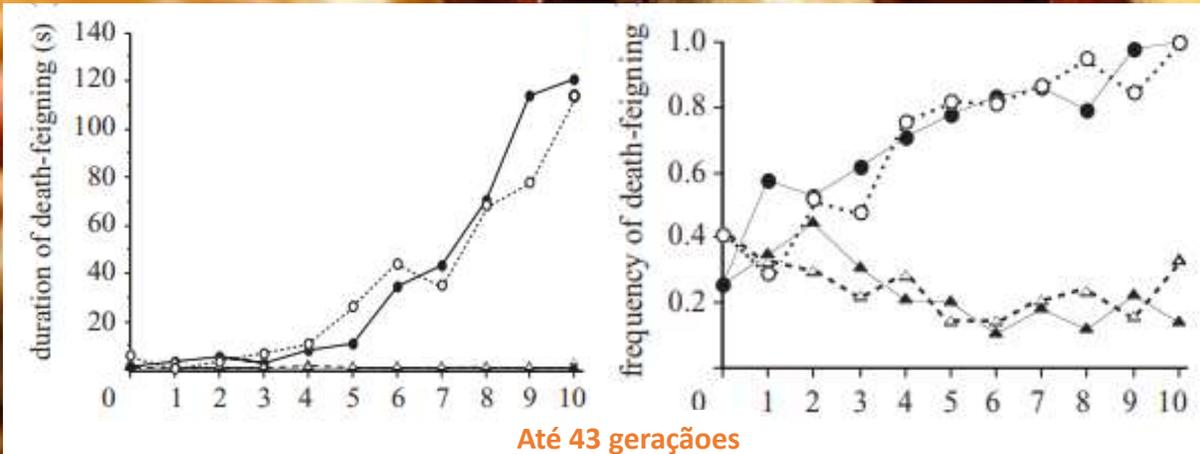


Aranhas predaram o  
64% dos indivíduos que ficam pouco tempo  
7% dos indivíduos que ficam por mais tempo

**Tanatosis evolui por seleção natural**

Elisa von Groll

# Tanatosis



A motivação por caminhar é maior nos indivíduos que passam pouco tempo em tanatose que nos que passam muito tempo em tanatose

Os que passam muito tempo em tanatose tiveram um baixo sucesso de acasalamento

**Custos da tanatosis:** maior motivação para se movimentar e menor sucesso reprodutivo

# Conglobation

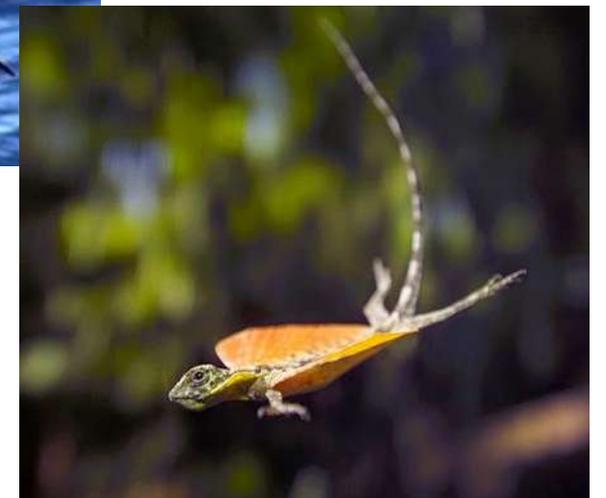


# Conglobation



# Fuga

A saída da presa do local de encontro  
com um potencial predador



# Fuga



*Capreolus capreolus*

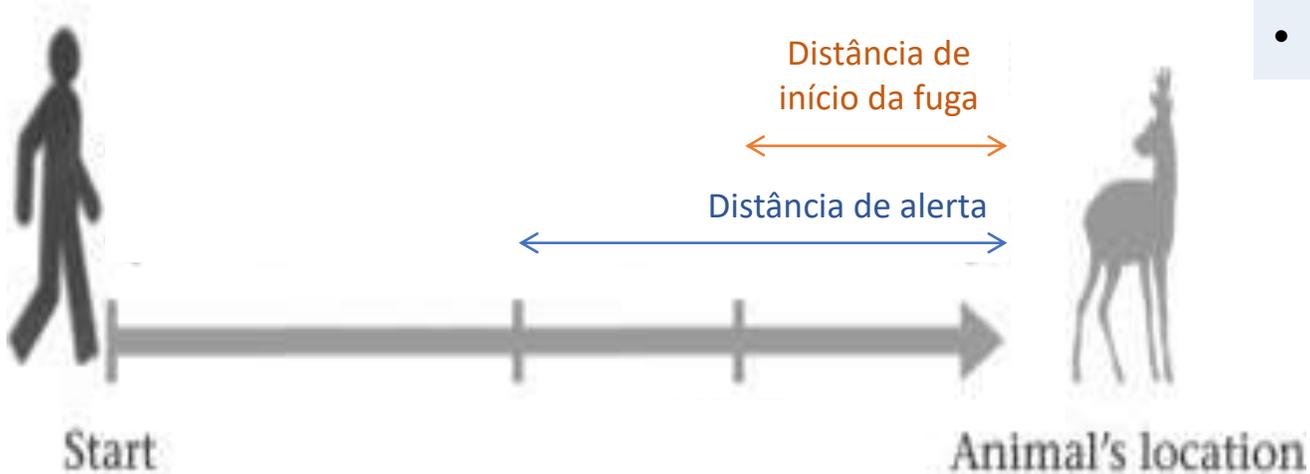
## Distância de fuga:

É a mínima distância que o animal permite aproximação de um predador antes de iniciar a fuga

## Quando fugir?

Depende da:

- Distância até o refugio
- Condição do indivíduo
- Tipo de predador

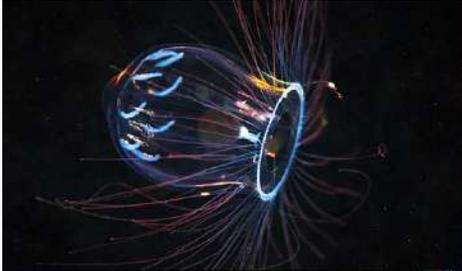


# Autotomia



Processo pelo qual animais separam voluntariamente uma parte do corpo (por um plano de ruptura), para evitar que todo o corpo seja comprometido

# Autotomia



# Autotomia



Conseguir escapar da predação



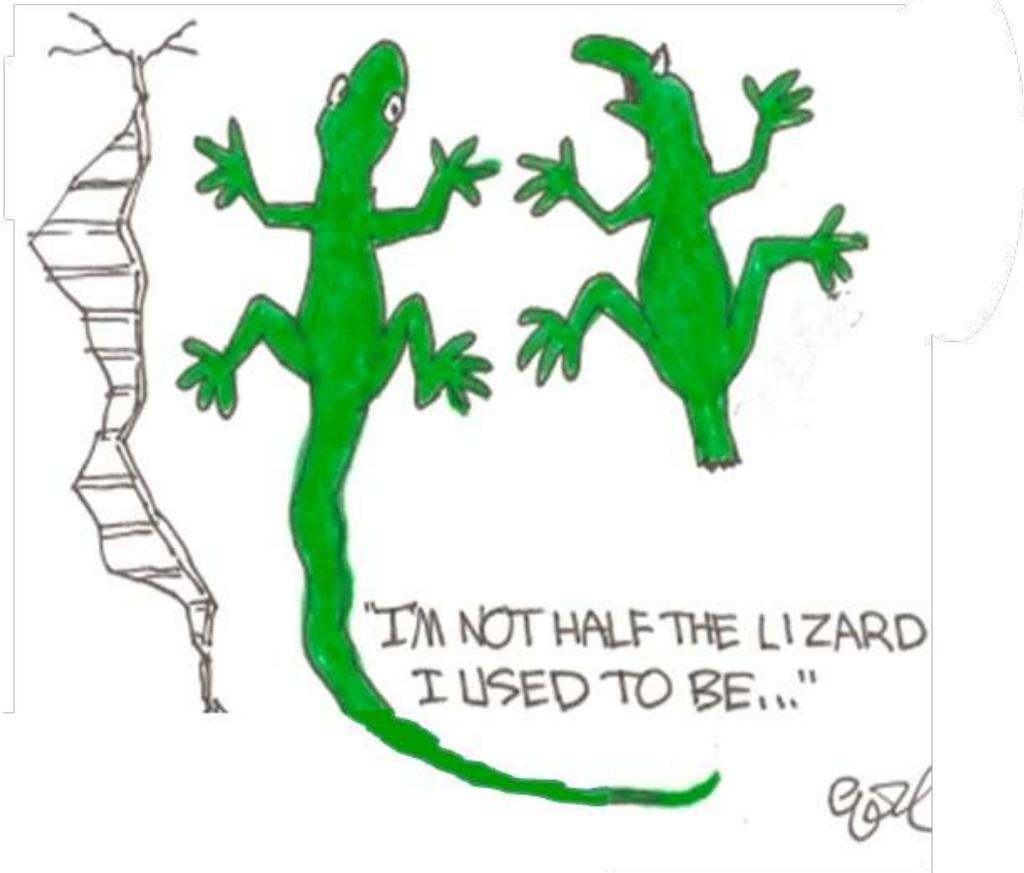
Distrair o predador

# Autotomia



# Autotomia

Não sou nem a metade do lagarto que costumava ser...



- Maior risco de ser predado após autotomia
- Altera a locomoção/estabilidade
- Altera o forrageamento
- Diminui capacidade competitiva intraespecífica
- Diminui a atratividade dos machos
- Custos metabólicos da regeneração (se houver)



# Comportamento deimático

É a tentativa de assustar ou intimidar um potencial predador durante um ataque

*Phyllomedusa tomopterna*



*Chlamydosaurus kingii*, Australia

ustralian Geographic



*Phoneutria* sp.



*Edalorhina perezii*



Figure 1. Deimatic displays.

(A) Mountain katydid (*Acripeza reticulata*, Australia), image: Kate D.L. Umbers. (B) European swallowtail (*Papilio machaon*, Europe), image: Christer Wiklund. (C) Dead leaf mantis (*Deroplatys* sp., Asia), image: James C. O'Hanlon. (D) Four-eyed frog (*Pleurodema branchyops*, South America), image: Daniel Hoops. (E) Rough-skinned newt (*Taricha granulosa*, North America), image: Edmund D. Brodie III. (F) Common cuttlefish (*Sepia officinalis*, Europe), image reproduced with permission from Langridge *et al.*, 2007.

# Comportamento deimático

*Taricha granulosa*, California



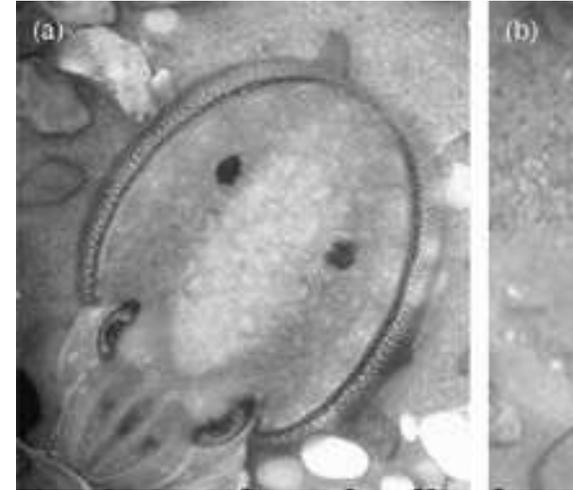
*Bombina pachypus*, Italy



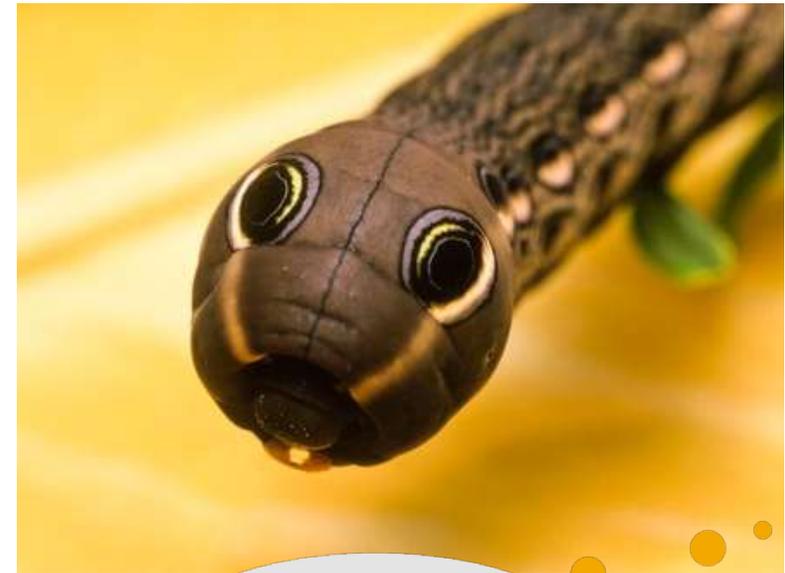
*Melanophryniscus dorsalis*, Brazil



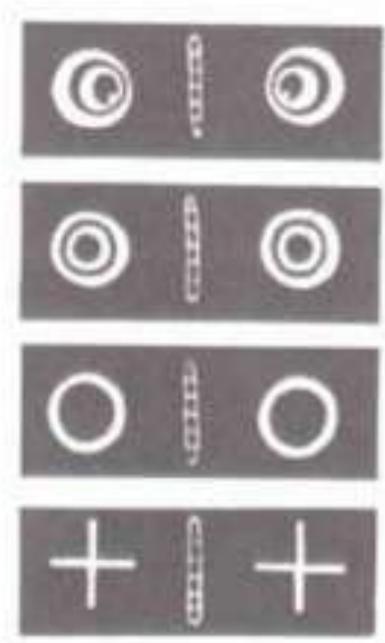
# Comportamento deimático



Aproveitar as manchas  
como olhos (*eye spots*)



# Comportamento deimático



Aproveitar as manchas  
como olhos (*eye spots*)



Tempo até a bicada



# Retaliação

Diante do ataque de um predador, alguns organismos exibem comportamentos agressivos que visam injuriar o predador e deter o ataque



Pode envolver estruturas morfológicas, tais como espinhos, chifres, pinças e dentes, ou substâncias químicas

# Retaliação



Armas derivadas de mecanismos de captura de presas

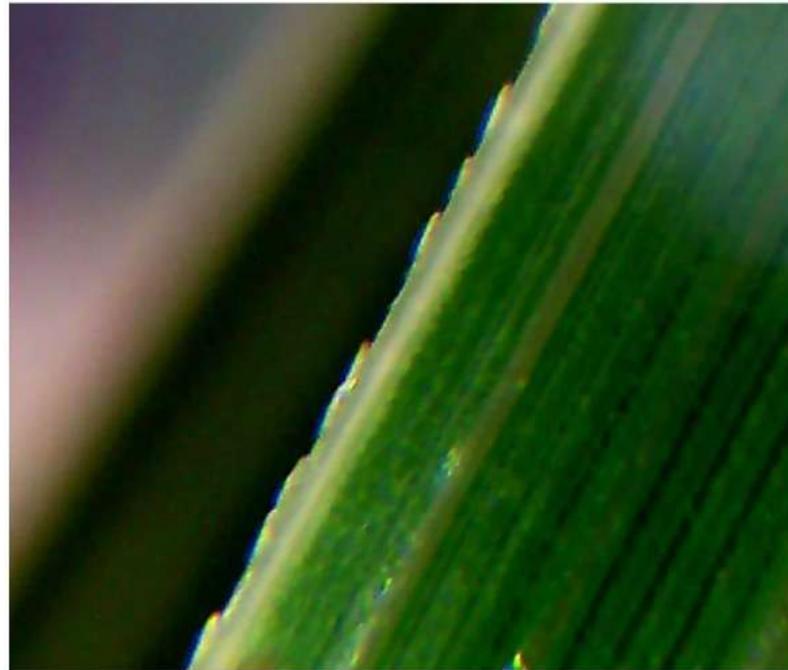


Armas que evoluíram no contexto de interações intraespecíficas



Armas com única função de defesa

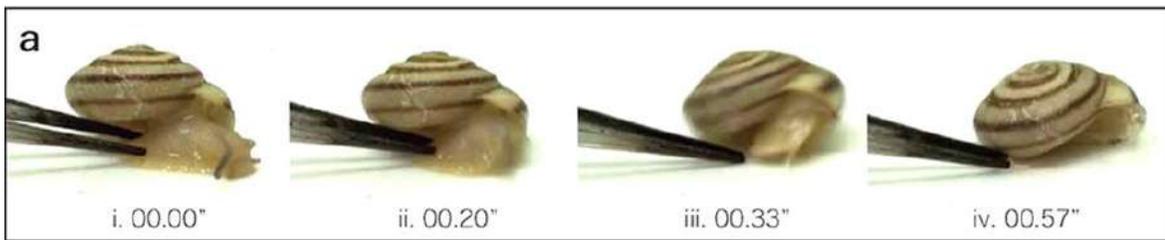
# Retaliação



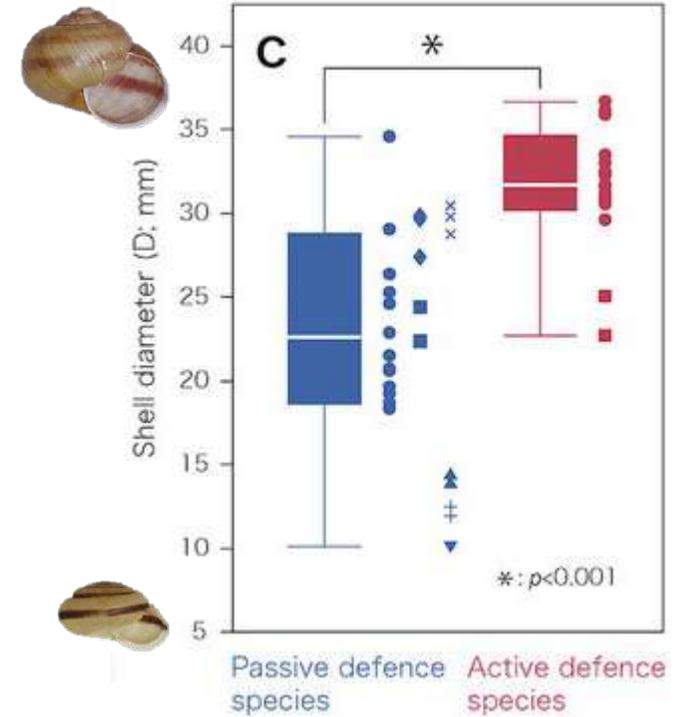
Armas com única função de defesa

# Retaliação

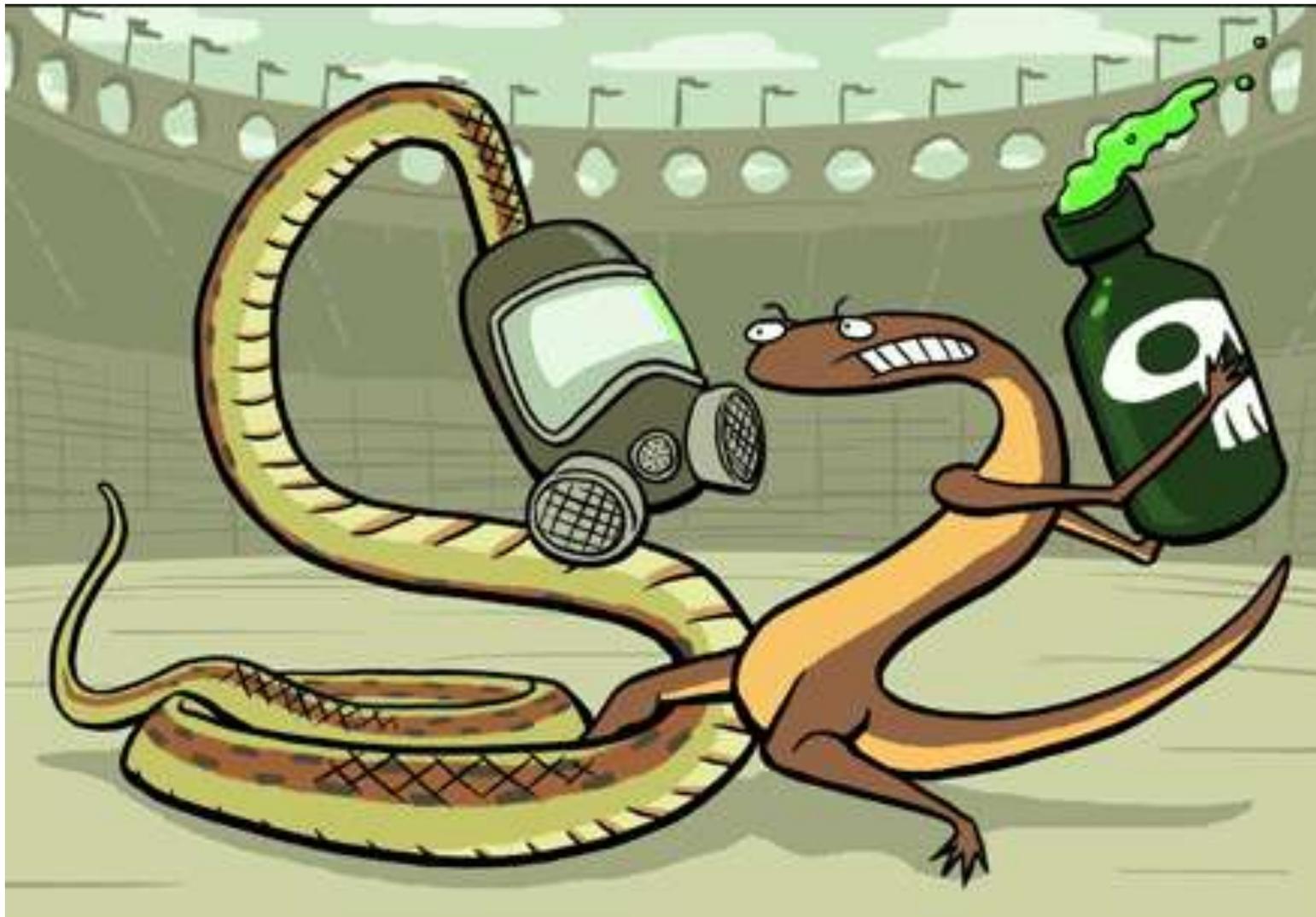
Aproveitar a armadura



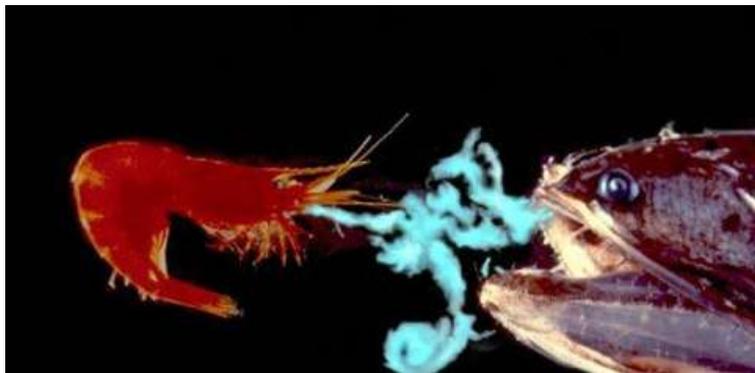
*K. gainesi*  
*K. selskii*



# Retaliação: Defesa química



# Retaliação: Defesa química



# Retaliação: Defesa química

Quando o predador ataca a um pez agnato (Myxinidae), este secreta uma proteína que ao entrar em contato com a água vira uma substância mucosa



Zintzen *et al.*, 2011  
Scientific Reports

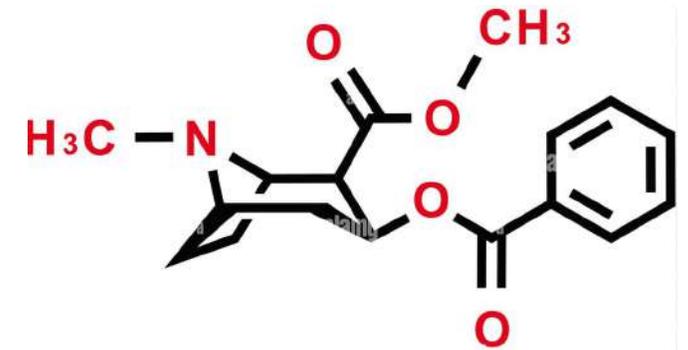
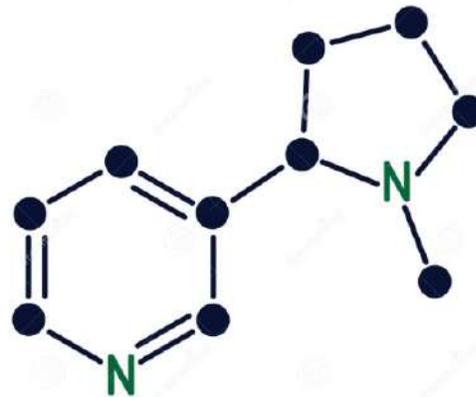
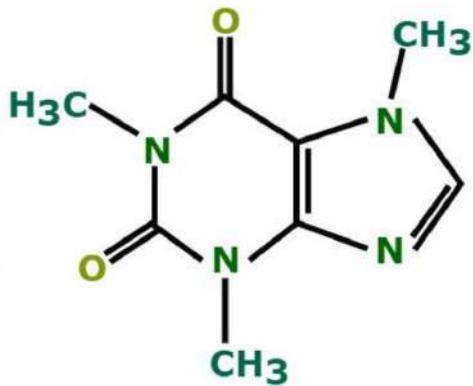
Tem entre 90 e 200 glândulas ao longo de todo o corpo



*Eptatretus* spp.  
Video 0:30 min

# *Retaliação:* Defesa química

No reino vegetal, tem sido reportados mais do que 2.000.000 de metabolitos secundários. Os metabolitos secundários são os componentes que as ajudam a sobreviver, especialmente evitando a herbivoria (adoecendo e/ou matando herbívoros e microrganismos; repelindo ou tornando a planta implantável). Entre as substâncias mais comuns estão os Alcaloídes:



*Retaliação:* Defesa química





# Vantagens da vida em grupo



# Linhas de defesa



Aumentam os custos



# O que estudar sobre os mecanismos de defesa?

- ✓ Demonstrar que uma defesa aumenta a aptidão das presas
  - ✓ Examinar os custos dos mecanismos de defesa
  - ✓ Entender a interação entre diferentes pressões de seleção
  - ✓ Estudar os mecanismos de defesa em organismos no-neurais como plantas e fungos
- 



**Benefício líquido**

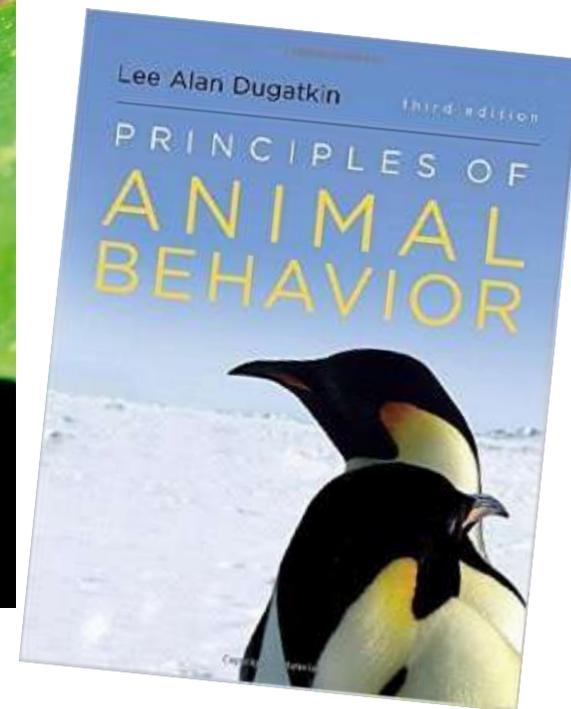
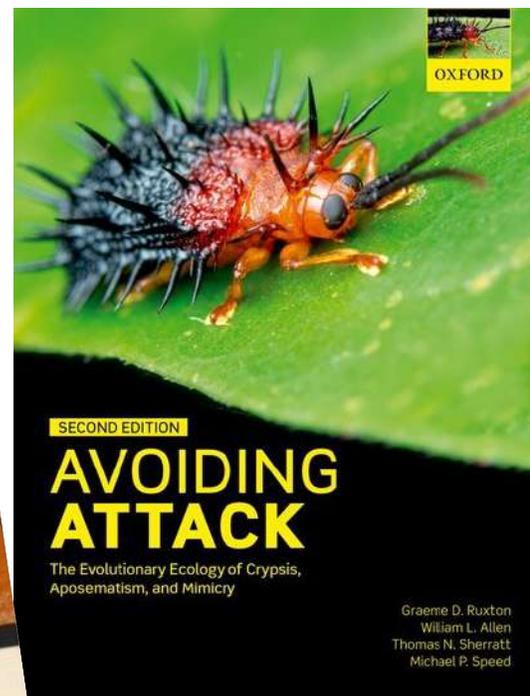
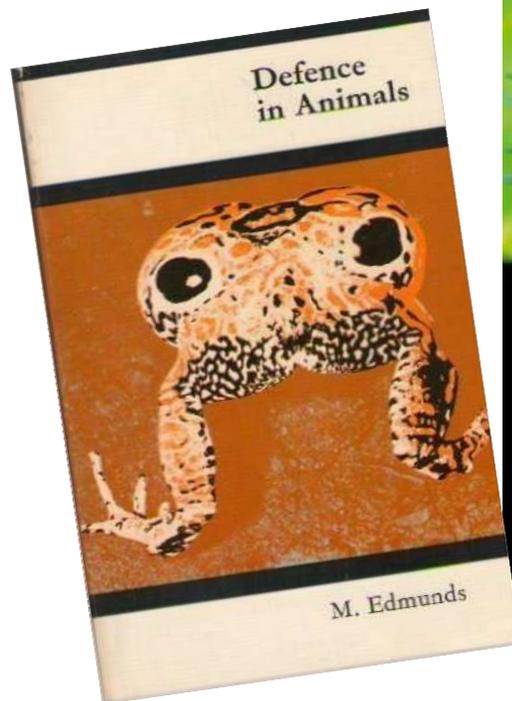
$$= \text{Energia adquirida} - \text{Energia gasta}$$

(Procurar+ Identificar+ Capturar + Subjugar)

**Defesas primárias** diminuem o benefício líquido obtido com as presas ao aumentar o **tempo/energia de procura**



**Defesas secundárias** diminuem o benefício líquido obtido com as presas ao aumentar o **tempo/energia de manipulação**

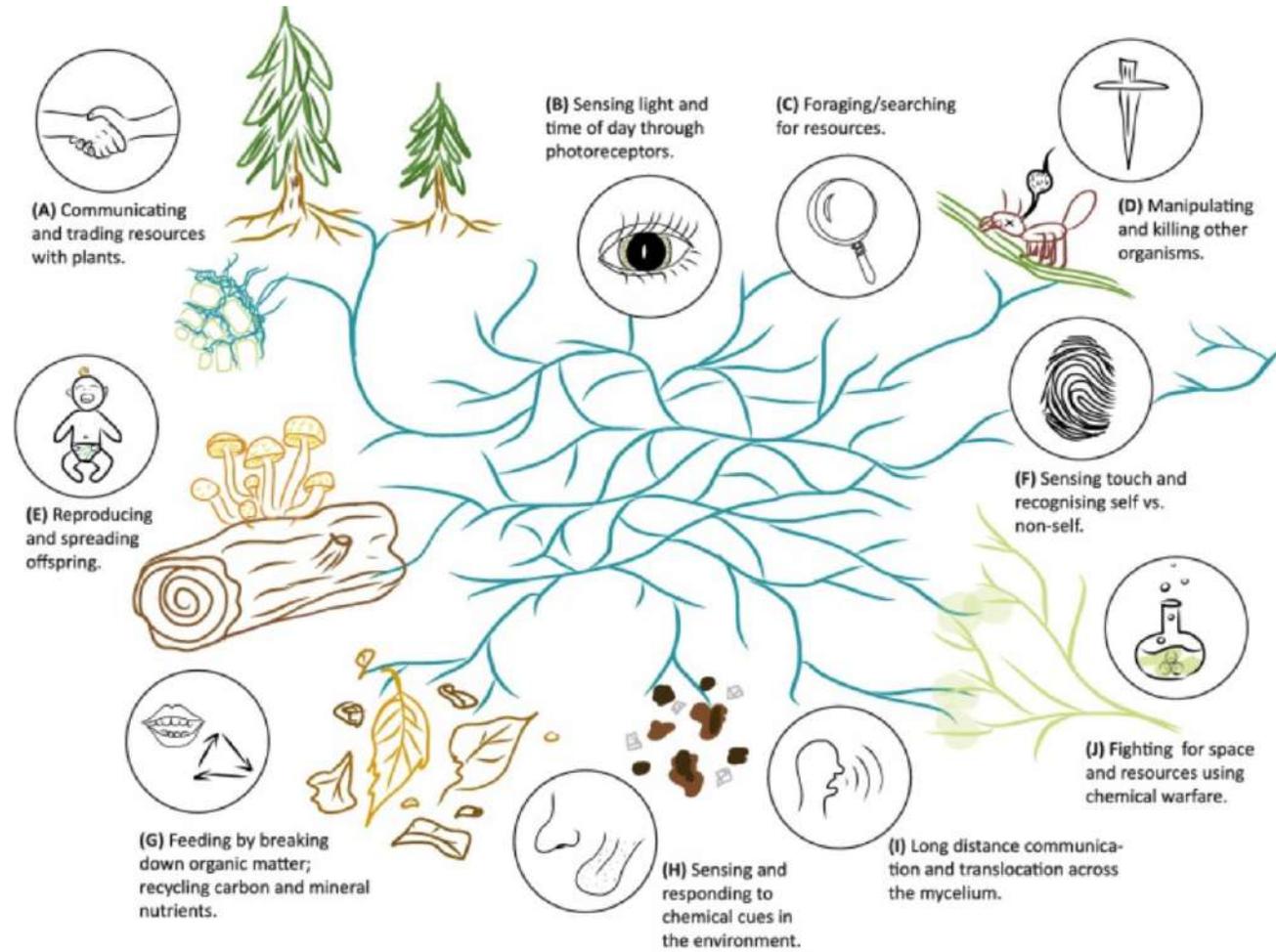


**Perguntas?**

 @GhSolimary

 solimarygh@alumni.usp.br

**Gracias!**

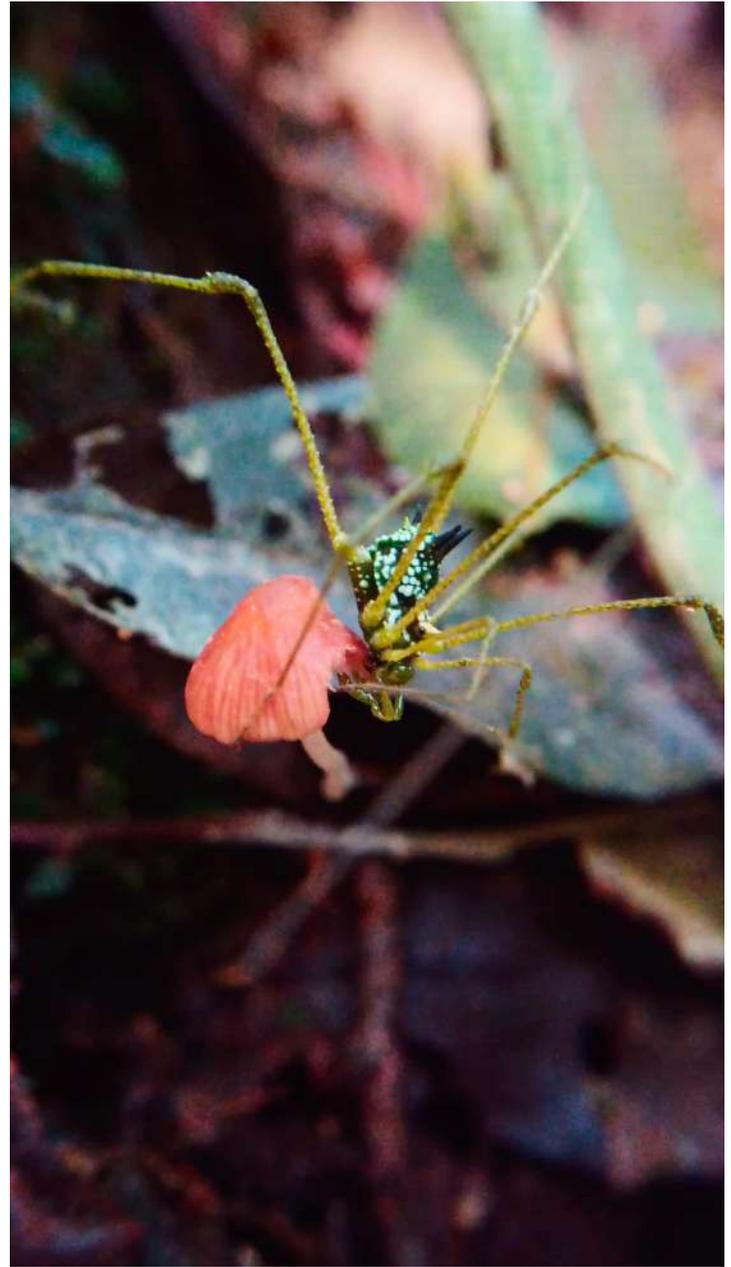


Trends in Ecology & Evolution

[Download : Download high-res image \(1MB\)](#)

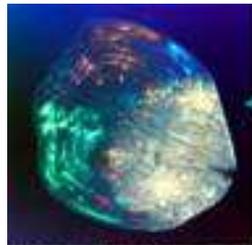
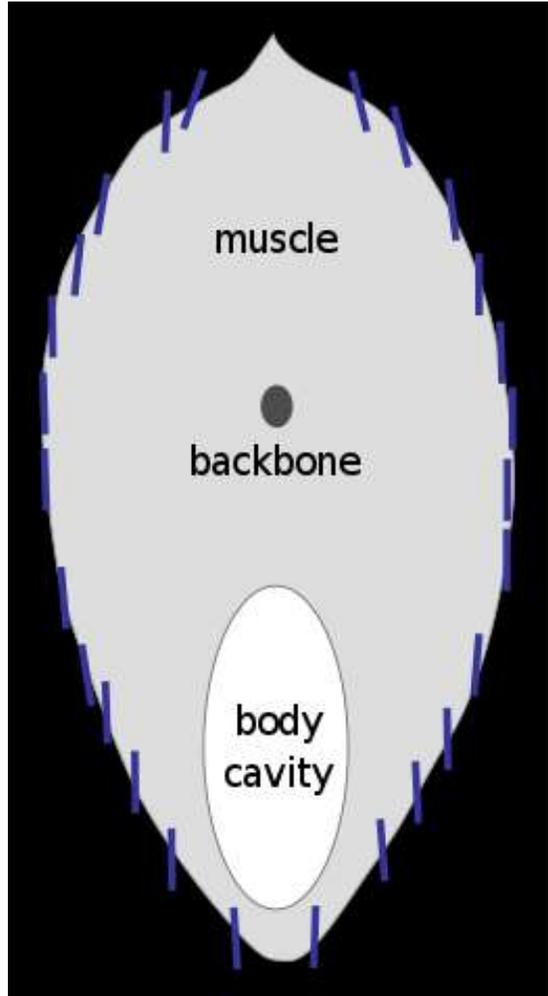
[Download : Download full-size image](#)

Figure 1. Fungal senses and behaviours.



# Camuflagem visual

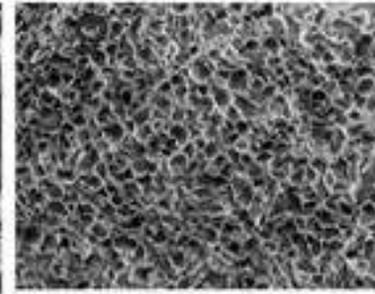
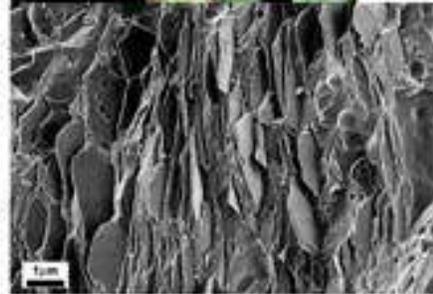
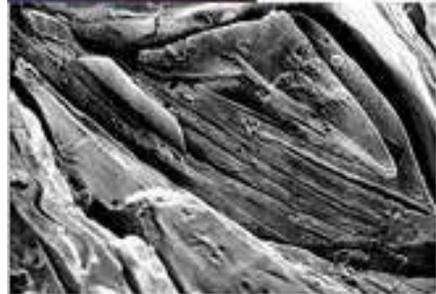
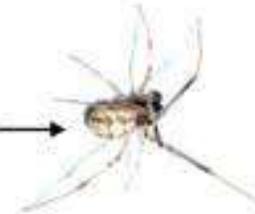
## Prateado



**Fish scale**



**Spider**  
silver  
matt white



Prateado faz o animal altamente refletivo – Cristais de guanina