

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - CAMPUS RIBEIRÃO PRETO	
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA	
5920975 - Fisiologia Comparativa I	
Prof. Responsáveis: Tiana Kohlendorf & Wilfried Klein	
Sala: Sala 206 Centro Didático - Bloco 16 - 08:00-12:10	
Data	Aula
13/03/23	Semana de Recepção dos Calouros - Não haverá aula
22/03/23	(WR+TK) Introdução à disciplina
29/03/23	(AT+TK) Relações Térmicas e Regulação da Temperatura Corporal
05/04/23	(AT+TK) Transições Evolutivas nos sistemas fisiológicos em Metazoa
12/04/23	Semana Santa - Não haverá aula
19/04/23	Prova Parcial 1 (duração: 2h)
26/04/23	(AT+WR) Mecanismos de ventilação em invertebrados e vertebrados
03/05/23	(AT+WR) Mecanismos de ventilação em invertebrados e vertebrados
10/05/23	(AT) Introdução à osmoregulação: Conceitos básicos, mecanismos de transporte, regulação osmótica e iônica, e órgãos de osmoregulação
17/05/23	(AT) Os rins de vertebrados e os órgãos osmoregulatórios entre outros dos vertebrados
24/05/23	Prova Parcial 2 (duração: 4h)
31/05/23	(AT) Sistema digestivo - anatomia geral e captura de alimentos
07/06/23	(AT) Digestão química e absorção de alimentos
14/06/23	(AT) Sistema Circulatório - componentes e funcionamento
21/06/23	(AT) Anatomia do coração e Regulação do batimento cardíaco
28/06/23	Prova Parcial 3 (duração: 3h)
05/07/23	Entrega dos vídeos de divulgação

(O(A) aluno(a) terá 2 notas:
 1. Nota de exercícios teóricos (ET) e nota de elaboração e apresentação de vídeo/panel (PAV) - Prova 3;
 2. Nota referente a três provas parciais (Prova=|PP1+2+PP2+3|/3) sobre toda a matéria. A nota de desempenho em prova parcial terá peso 2.
 Média=(ET+PAV)/3 + (MPP x 2)/3

RELAÇÕES TÉRMICAS



Profa. Dra. Tiana Kohlendorf

O QUE É TEMPERATURA???

O QUE É TEMPERATURA???

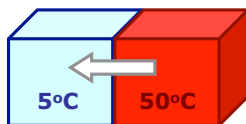


expressão da quantidade de energia cinética das partículas

O QUE É TEMPERATURA???



expressão da quantidade de energia cinética das partículas



Se dois corpos de diferentes temperaturas estão em contato, pode ocorrer transferência de energia de um ao outro, dependendo do gradiente

Calor:

forma de energia (cinética) que flui de um objeto a outro como resultado do movimento aleatório das moléculas

Temperatura

Lipídeos

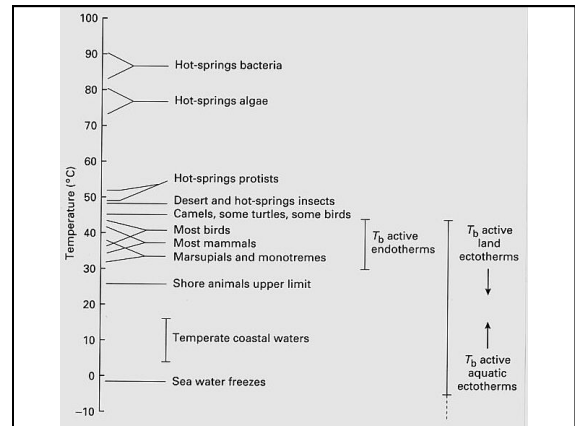
- estrutura de membranas

Ácidos Nucléicos

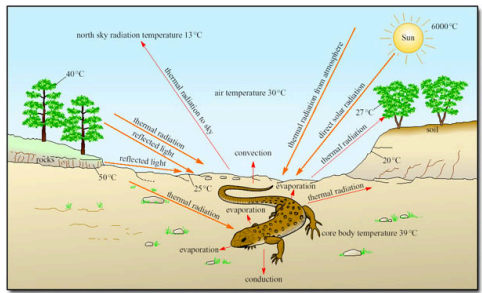
- estrutura da dupla hélice
- estrutura do RNA

Proteínas

- estruturas secundária, terciária e quaternária
- interações com membranas plasmáticas
- complexos enzimas-substratos



Princípios de Troca de Calor com o Ambiente



Vídeo Complementar: **USP** - DISCIPLINAS Apoio às Disciplinas

Os níveis de produção e armazenamento de calor são utilizados na classificação metabólica dos animais

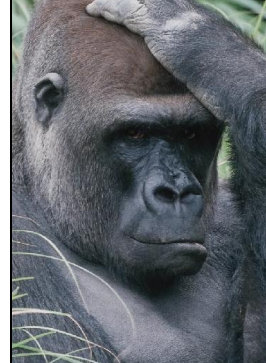


Ectotermos



- os níveis de calor dissipado são pouco significativos;
- suas temperaturas corpóreas frequentemente não são reguladas em valores muito diferentes da temperatura ambiental, e podem ser fortemente influenciadas por fatores ambientais

Endotermos



- dissipam calor em quantidade significativa;
- frequentemente regulam suas temperaturas corpóreas em valores muito diferentes das temperaturas ambientais

Os animais apresentam diferentes mecanismos de regulação da temperatura corpórea

Ajustes Comportamentais

- ex: busca ativa por locais com temperaturas mais elevadas (ou mais baixas)

Ajustes Fisiológicos

- ex: regulação do fluxo de sangue na superfície do corpo, aumentando ou diminuindo as trocas com o ambiente

Ajustes Morfo-fisiológicos

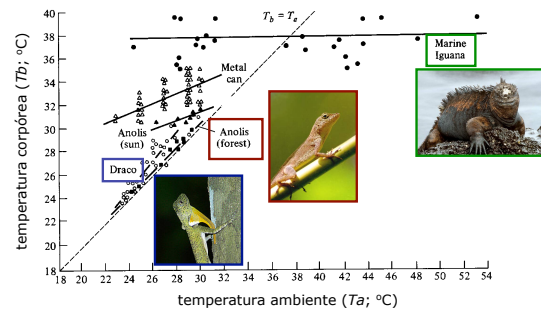
- alterações no isolamento (por pelagem ou por espessamento do tecido adiposo) que ocorrem na exposição crônica a diferentes regimes térmicos (e ao longo de um processo adaptativo – seriam 'ajustes'?)

Heterotermos

- variações consideráveis na temperatura corpórea (ver poiquilotérmicos e poiquilotérmicos)

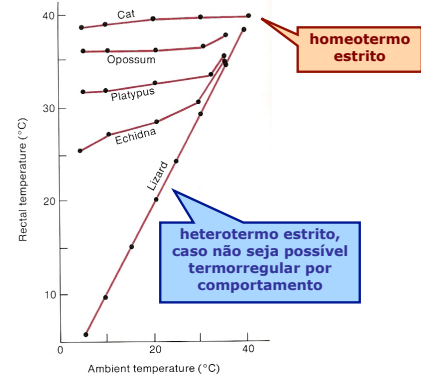
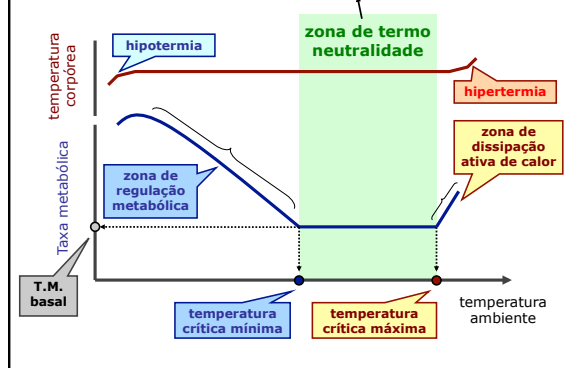
Homeotermos

- temperatura corpórea em valores relativamente constantes



Endotermo

- intervalo no qual **endotermos** não alteram suas taxas metabólicas frente à manutenção da temperatura corpórea



Afinal, o que faz um **endotermo** ser diferente de um **ectotermo** em termos da produção metabólica de calor?



- quando comparado a um **ectotermo** de mesma massa corpórea, um **endotermo** possui...

- ✓ taxa metabólica cerca de **10x maior**
- ✓ órgãos internos relativamente maiores
- ✓ células com maior quantidade de **mitocôndrias**
- ✓ mitocôndrias com maior área de superfície da membrana interna, que se espelha em uma maior atividade da enzima **citocromo oxidase** (presente na membrana interna da mitocôndria)

Além disso, os **endotermos** possuem...

- ✓ maior capacidade pulmonar e altas taxas de ventilação
- ✓ maior capacidade carreadora de oxigênio no sangue
- ✓ menor condutância térmica



Contudo...

- **endotermos** e **ectotermos** não diferem na % do gasto energético celular com diferentes processos!

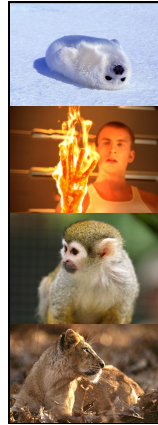
por exemplo:

- em ambos os casos, cerca de 20-25% do **ATP** sintetizado é utilizado no processo de síntese protéica, 20-25% na manutenção dos gradientes de iônicos, e assim por diante...

Endotermos e Ectotermos não diferem nos processos em si, mas funcionam em ritmos diferentes !

Quais são as implicações da Endotermia ?

- ✓ endotermos podem apresentar maior independência das condições ambientais
- ✓ endotermos podem ocupar ambientes termicamente inacessíveis a outros animais
- ✓ endotermos apresentam altas taxas de crescimento e reprodução
- ✓ a endotermia requer fontes de energia concentradas ou abundantes

**Quais são as Implicações da Ectotermia ?**

- ✓ sua temperatura corpórea pode ser influenciada por condições ambientais
- ✓ como possuem baixos custos de manutenção (baixa taxa metabólica basal), ectotermos podem investir grande parte da energia em crescimento e reprodução
- ✓ a ectotermia é particularmente favorecida face a recursos limitados ou sazonais, podendo invadir ambientes mais adversos do ponto de vista energético
- ✓ os ectotermos podem apresentar menor massa corpórea



36% dos lagartos, 50% dos anuros e 65% das salamandras pesam menos de **5g**

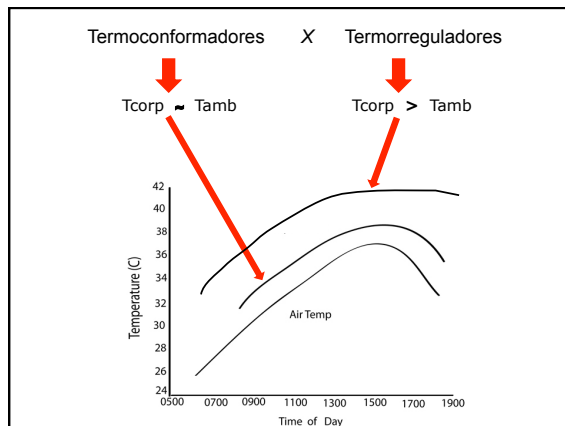
- ✓ em geral, os **ectotermos** têm maior plasticidade morfológica



**DIFERENTES CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO,
DIFERENTES CATEGORIAS**

- 1) Produção metabólica de calor:** Endotermos e Ectotermos
- 2) Flutuações na temperatura corpórea:** Homeotermos e Heterotermos
- 3) Regulação da temperatura corpórea:** Termorreguladores e Termoconformadores

**Regulação da
Temperatura Corpórea
em
Ectotermos**



Regulação da temperatura corpórea em Ectotermos

Mudanças na orientação do corpo em relação ao sol e seleção de sítios de termorregulação

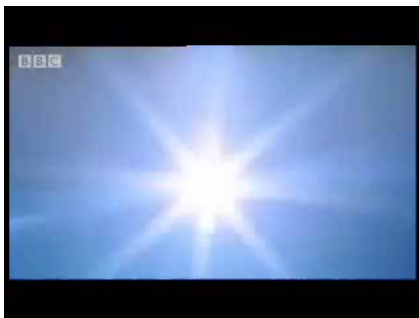


heliotérmico

eleva a temperatura corpórea majoritariamente por radiação

tigmotérmico

troca energia térmica majoritariamente por condução



Regulação da temperatura corpórea em Ectotermos

Mudanças na coloração



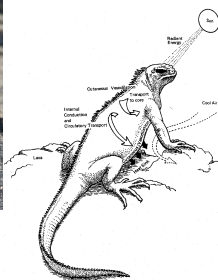
- afetam a reflectância da superfície do corpo (quanto mais claro, maior a reflexão de luz)

Regulação da temperatura corpórea em Ectotermos

Ajustes na circulação periférica



Amblyrhynchus cristatus

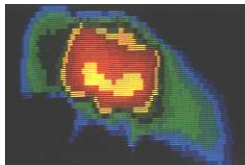
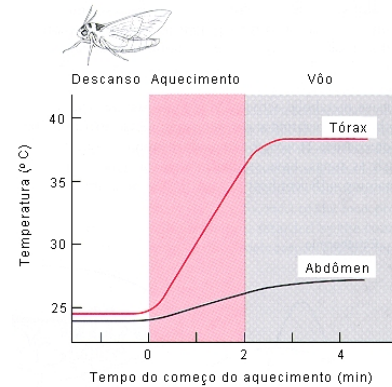


SÓ VERTEBRADOS???

Termogênese em Insetos Voadores

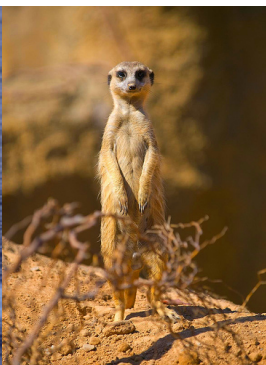


- **aquecimento do tórax** por contração dos músculos do voo
- a taxa de aquecimento varia proporcionalmente com o tamanho do tórax
- **alto consumo de oxigênio** (manutenção por ingestão de alimento rico em glicose)



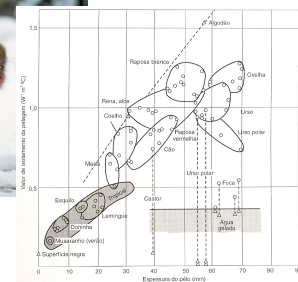
Regulação da Temperatura Corpórea em Endotermos

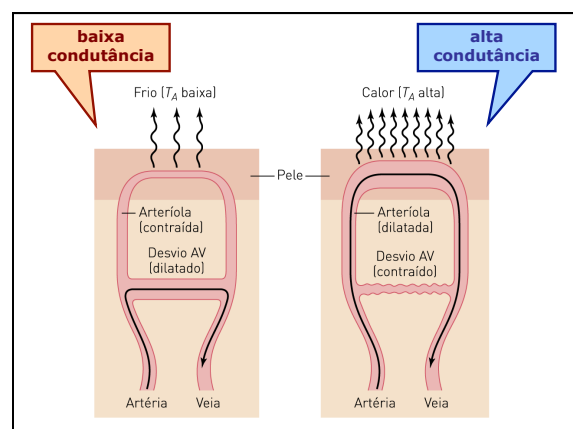
Regulação da temperatura corpórea em Endotermos



Regulação da Temperatura Corpórea em Ambientes Frios

- pelagem = menor condutância térmica, menor perda de calor metabólico





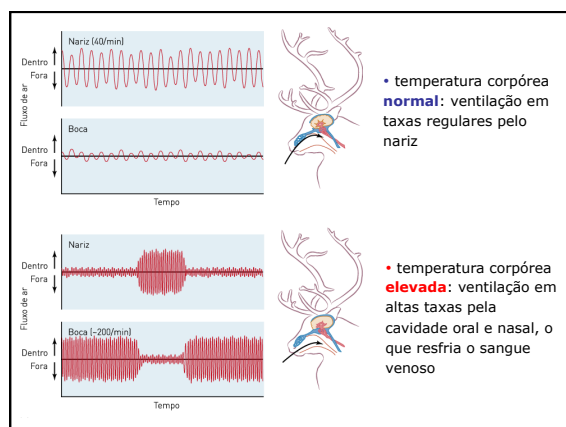
Mecanismos Comportamentais
Redução da Relação Superfície/Volume

24°C 4°C

verão inverno

Mantendo o Resfriamento

- aumento da temperatura corpórea central **não** é acompanhado por aumento intenso da **temperatura cerebral**



As janelas térmicas também são importantes meios de regulação da temperatura corpórea em endotermos

- as orelhas membranosas e vascularizadas dos elefantes auxiliam na regulação da temperatura corpórea

As janelas térmicas também são importantes meios de regulação da temperatura corpórea em endotermos

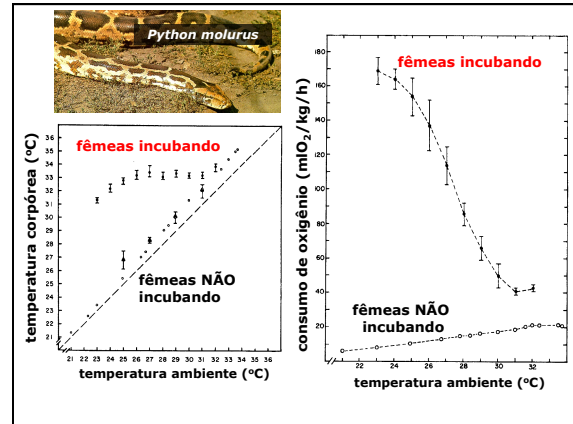
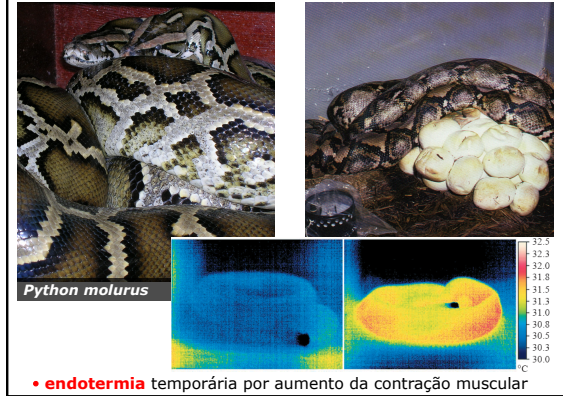
Ramphastos toco

36.0 34.5 33.0 31.5 30.0 28.5 27.0 25.5 24.0 22.5 21.0 °C

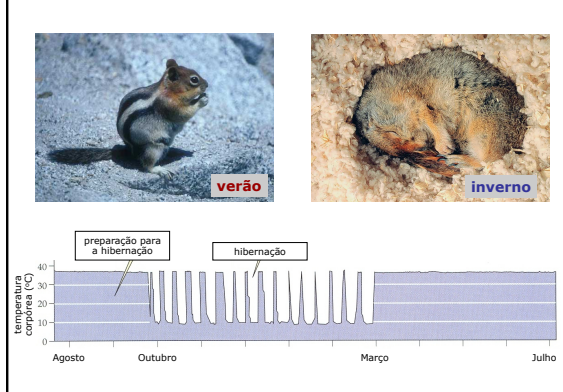
ESSAS CLASSIFICAÇÕES
(ex. endotermo x ectotermo, homeotermo x heterotermo)

SÃO 'TUDO-OU-NADA'???

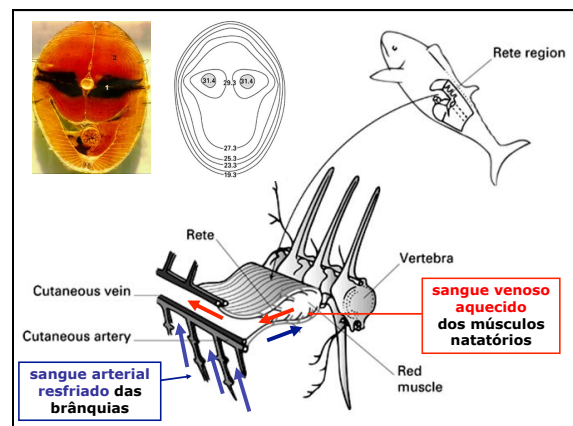
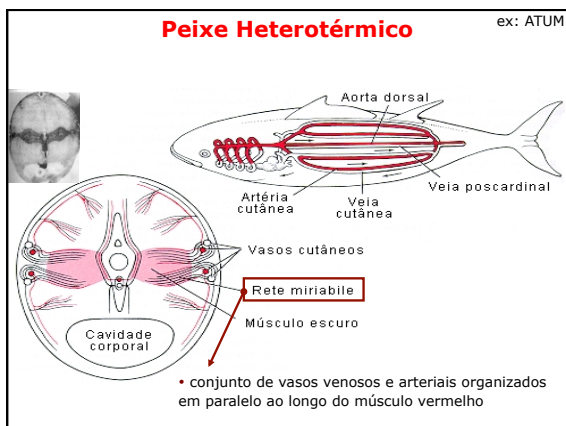
Ex 1: Serpentes Incubadoras de Ovos



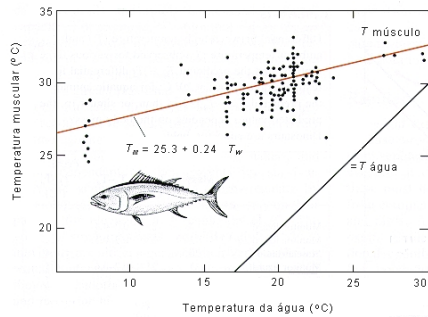
Ex 2: Endotermos Heterotermos



Ex 3: Peixes Heterotérmicos (Atum)



O fluxo de sangue pela **rede mirabilis** mantém a temperatura dos músculos natatórios mais elevada em relação à temperatura da água e da superfície do corpo



EVOLUÇÃO DAS RELAÇÕES TÉRMICAS

ECO-FISIOLOGIA TÉRMICA

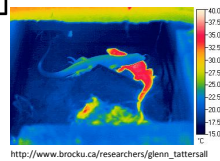
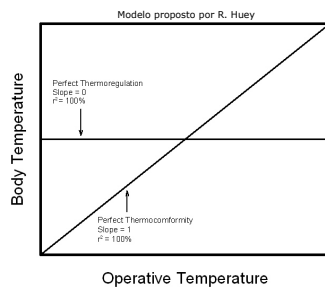
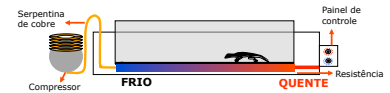
- Temperaturas em campo:

Temperaturas do ar e do substrato

Temperaturas operacionais

Temperaturas corpóreas durante atividade

- Temperaturas selecionadas em laboratório:



TEMPERATURA

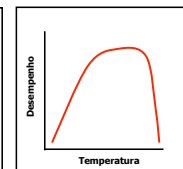
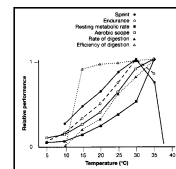
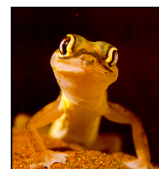
afeta

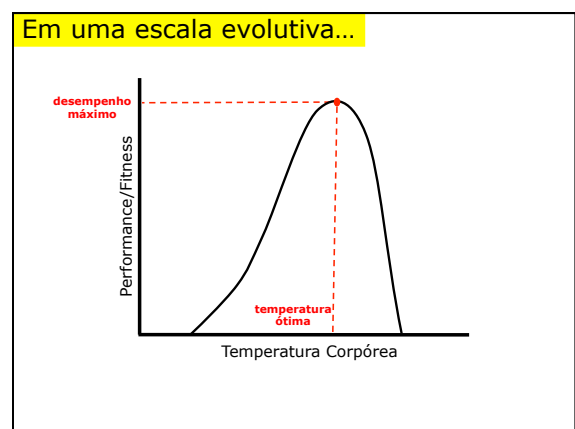
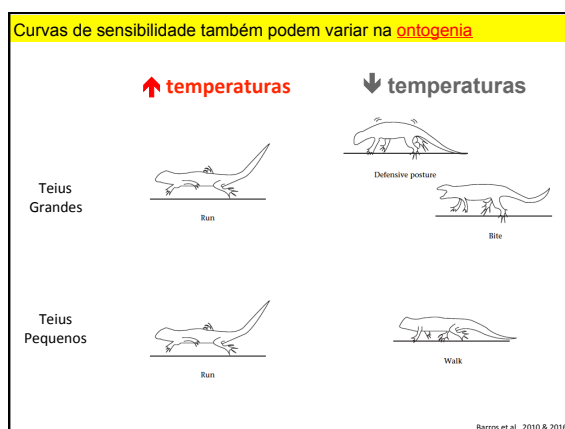
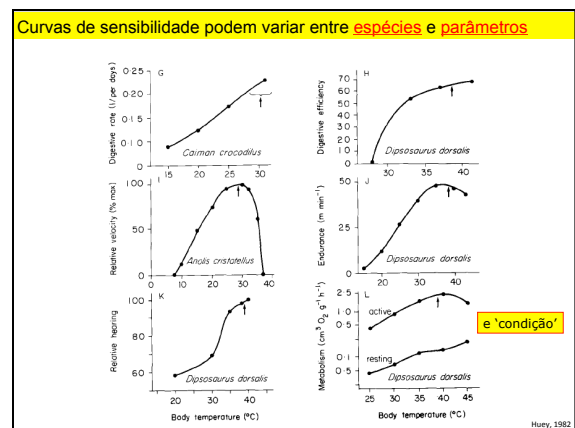
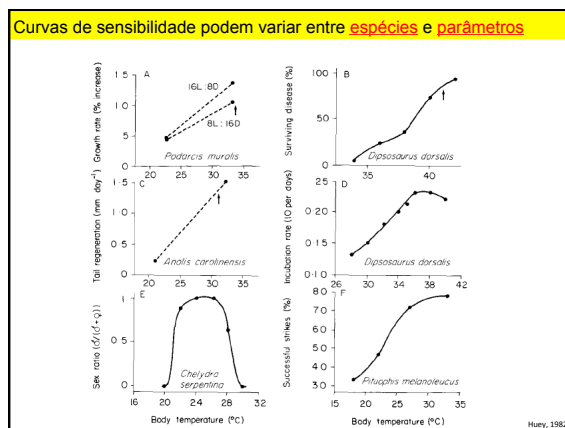
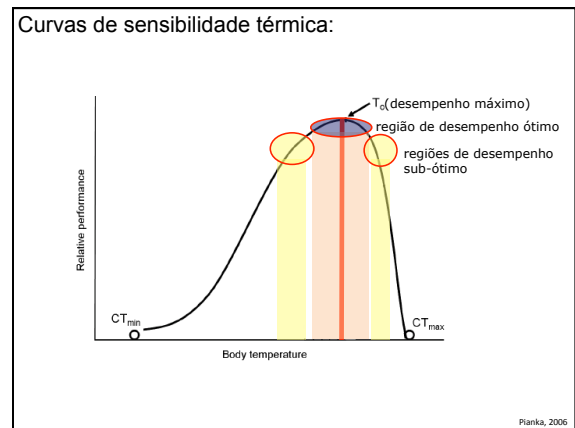
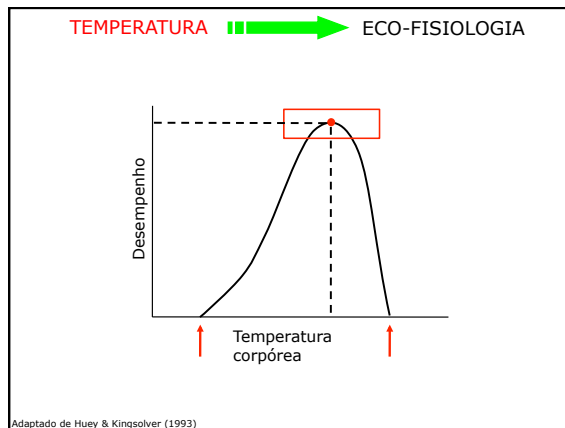
proteínas

ácidos nucleicos

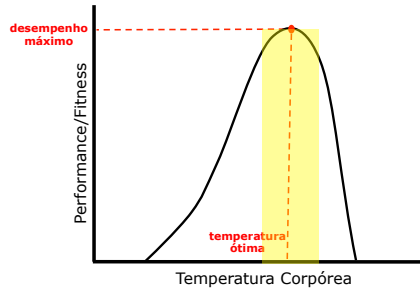
membranas fosfolipídicas

Taxas de Processos Fisiológicos

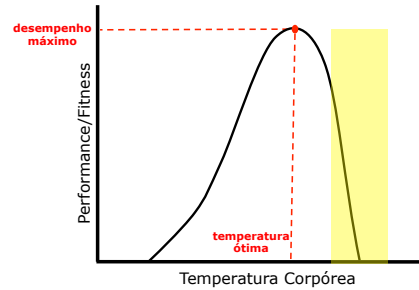




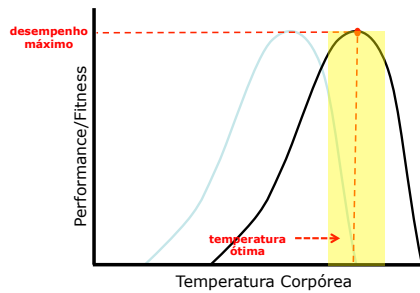
Em uma escala evolutiva...



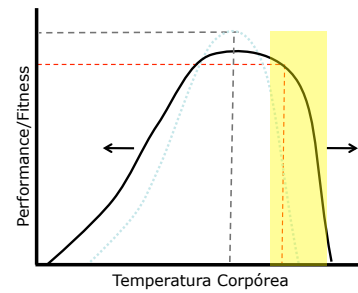
Em uma escala evolutiva...



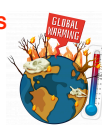
Cenário 1:



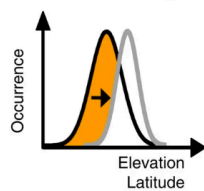
Cenário 2:



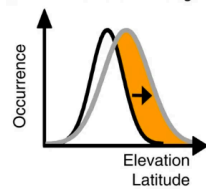
RELAÇÕES TÉRMICAS & MUDANÇAS CLIMÁTICAS



a Extinction at trailing edge



b Colonization at leading edge



Comte et al., 2014