

FISIOLOGIA ANIMAL

Recordes Relacionados aos Efeitos da Temperatura em Animais



11/06/2012

Profª Elise Vargas Pereira
Fisiologia Animal - Redefor

1

Introdução



“Os limites de temperatura para a vida são muito restritos, variando de alguns graus abaixo de zero até aproximadamente 50°C. Mas também existem animais que suportam condições extremas e, portanto, podem colonizar ambientes onde terão menor gasto energético em termos de competição por recursos para sua subsistência.”

Tópicos para Discussão

- 1. Terminologia Confusa
- 2. Temperaturas Extremas
- 3. Tolerância à Temperatura Elevada
- 4. Tolerância ao Frio e Congelamento
- 5. Adaptação à Temperatura





Observação: as informações contidas nessa aula foram obtidas da obra:

SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente*. 5. ed. São Paulo: Livraria Santos Editora, 1996
(Reimpressão, 1999).

1. Terminologia Confusa

- Uso correto da terminologia:

- Poiquilotérmicos (mesmo que pecilotérmicos) = *poikilos* (grego) – inconstante. Ex.: peixes.
- Homeotérmicos, homoiotérmicos e homotérmicos = *homos* (grego) – igual ; *homoios* (grego) – semelhante. Ex.: mamíferos.
- Heterotérmicos = *heteros* (grego) – diferente. Ex.: Insetos. 
- Ectotérmico = aquisição externa de calor. Ex.: Répteis. 
- Endotérmico = produção interna de calor. Ex.: Aves.

2. Temperaturas Extremas

■ Os limites para a vida em temperaturas extremas dependerá:

- Tolerância individual.
- Capacidade de adaptação.
- Período da vida.
- Período de exposição.
- Meio ambiente.



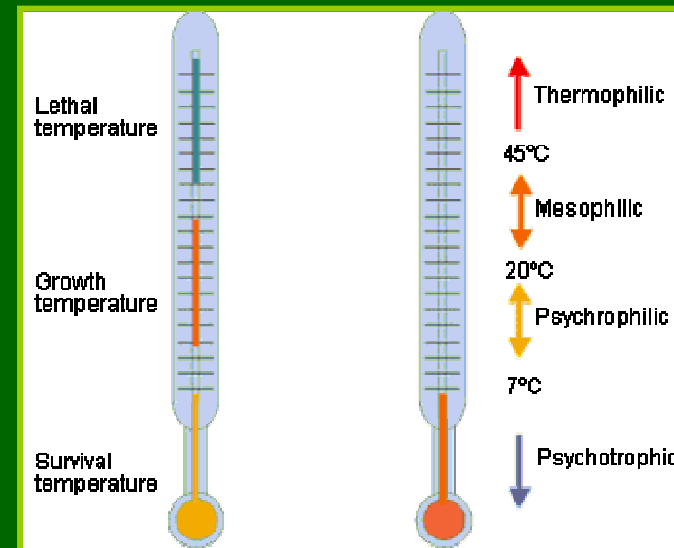
Teiú – lagarto comum no território brasileiro. Sob o sol pode atingir uma temperatura corpórea 10 a 20°C acima da temperatura do ar circundante.

2. Temperaturas Extremas

- Há 50°C, não se conhece nenhum animal que consiga desenvolver seu ciclo de vida completo.

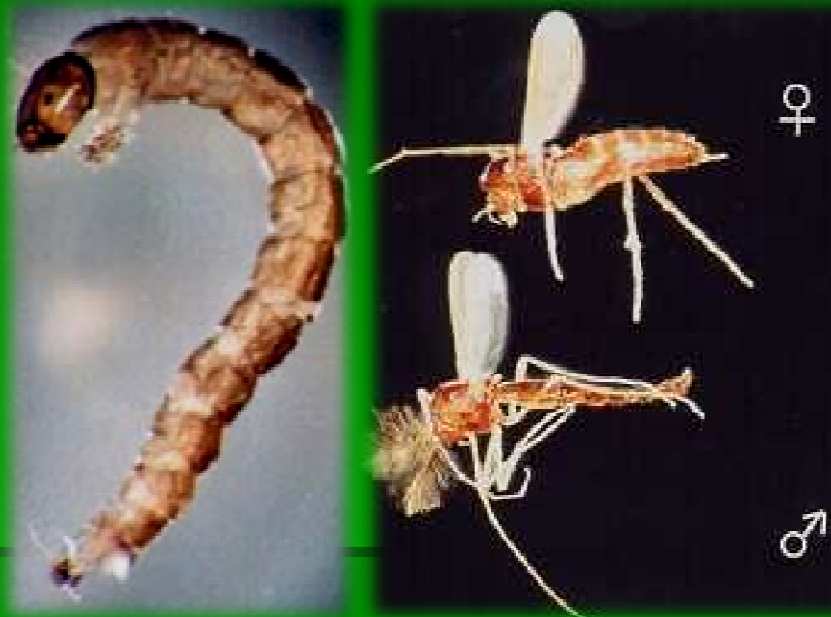


Synechococcus – alga unicelular verde azulada – 70°C.



Condições de temperatura e classificação de bactérias por preferência de temperatura.

2. Temperaturas Extremas



Pode tolerar a desidratação e, nesse estado, sobreviver a uma temperatura de 102°C em 1 minuto e depois crescer e metamorfosar-se com êxito.

Polypedilum – larva de mosca da Nigéria e Uganda – África.



2. Temperaturas Extremas



Triops – crustáceo da água-doce que vive no Sudão – África.

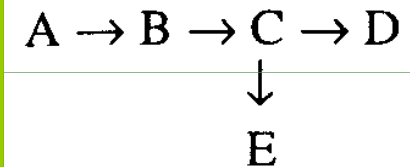
Os ovos desses animais sobrevivem durante o inverno e início do verão em lama seca, onde podem ser expostos a temperaturas acima de 80°C.

Em laboratório, com condições adequadas de pressão, a uma temperatura de 103°C, podem sobreviver por 16 horas.

3. Tolerância à Temperatura Elevada

- Alguns fatores que podem contribuir para morte por calor estão listados a seguir:

1. Desnaturação de proteínas, coagulação térmica;
2. Inativação térmica de enzimas a um ritmo que supera o de formação;
3. Suprimento inadequado de oxigênio;
4. Efeitos de temperaturas diferentes em reações metabólicas interdependentes;
5. Efeitos da temperatura na estrutura de membranas.



Reações
metabólicas
interdependentes

Alterações em compostos intermediários (depleção ou acúmulo) do metabolismo nos sistemas enzimáticos.

3. Tolerância à Temperatura Elevada



Quando uma colônia de abelhas melíferas japonesas *Apis cerana japonica* é atacada pela *Vespa mandarinia japonica*, o predador é envolvido por centenas de abelhas. A temperatura no “centro da massa” de abelhas sobe para 48°C, um limite letal para o vespão (temperatura letal para o vespão: 44 – 46°C), mas tolerado pelas abelhas (temperatura letal para as abelhas: 48 a 50°C).

3. Tolerância à Temperatura Elevada



Cyprinodon dibolis

Peixes conhecidos como *pupfish* do deserto vivem em mananciais quentes na Califórnia e Nevada.

A espécie *Cyprinodon dibolis* vive em um manancial conhecido como Cova do Diabo, em temperaturas de 33,9°C.

O limite letal para o indivíduo adulto (200 mg) é cerca de 43°C.

3. Tolerância à Temperatura Elevada



Termossensibilidade

Trematomus sp.

Gênero de peixe presente na Antártida que vive em águas com temperatura média de -1,9°C, que varia durante o ano apenas em cerca de 0,1°C. São termossensíveis, com temperatura letal superior de aproximadamente 6°C.

4. Tolerância ao Frio e Congelamento

- 1. Super-resfriamento e animais intolerantes ao congelamento:
 - Certos animais podem passar por super-resfriamento sem que haja formação de gelo em seus fluidos corpóreos. Isto é importante para enfrentar as condições de estresse ambiental ocasionais ou no princípio de um período prolongado de frio.
 - O glicerol é uma substância que reduz os pontos de super-resfriamento e de congelamento em animais. Ocorre em alta concentração em insetos hibernantes. Um exemplo é o do cinipídeo do salgueiro, um díptero que contém 50% do seu corpo com glicerol, não sofrendo congelamento no inverno do Alasca em temperaturas de -60°C.

4. Tolerância ao Frio e Congelamento

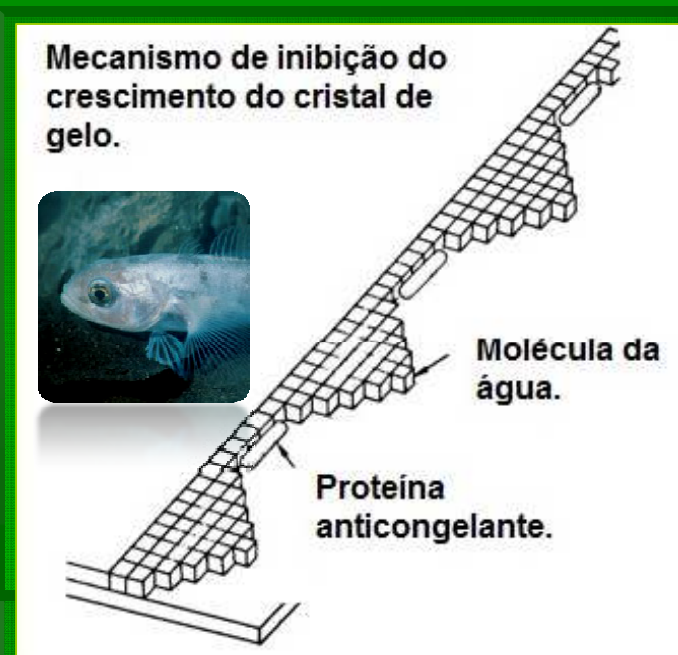


Este díptero (*Rhabdophaga steobiloides*) deposita um ovo nos botões terminais da folha do salgueiro. A larva libera um produto químico que interfere com o desenvolvimento típico da folha causando a formação deste cone (galha) como estrutura de defesa. O inseto adulto emerge na primavera seguinte, depois de ter passado o inverno na galha.

4. Tolerância ao Frio e Congelamento

- 1. Anticongelamento em peixes:
 - Peixes teleósteos possuem determinada concentração osmótica em seus fluidos corpóreos que correspondem a um ponto de congelamento de cerca de -0,6 a -0,8°C. Mas eles vivem normalmente em temperaturas em torno de -1,8°C. Eles evitam a formação de gelo em seus corpos com componentes anticongelativos.
 - Devido a este fenômeno, o ponto de congelamento dos fluidos corpóreos dos peixes polares é 1 ou 2 graus abaixo do ponto de fusão. Essa diferença é conhecida como histerese térmica.

4. Tolerância ao Frio e Congelamento



Esquema de como uma substância anticongelativa impede a formação de cristais de gelo. Assim uma temperatura inferior é necessária para o crescimento dos cristais.

A substância anticongelativa de peixes polares é uma glicoproteína que atua impedindo a adição de moléculas de água à matriz de cristais de gelo e, portanto, impedindo o seu desenvolvimento.

Exemplo: peixes da família do bacalhau. Possuem glicoproteínas anticongelativas com alanina, treonina e galactosaminas. Trematomus borchgrevinki contém uma glicoproteína que atua como substância anticongelativa, vivendo em temperaturas de $-1,8^{\circ}\text{C}$.

4. Tolerância ao Frio e Congelamento

- Existem várias substâncias anticongelativas com atividade aditiva no indivíduo em que ocorrem, muito similares em sua composição.
- Ainda existem casos de proteínas sem carboidratos associados, mas com cerca 60% de resíduos de alanina, funcionando também como anticongelativas.

Myoxocephalus verrucosus
Sculpin do Alasca



Pseudopleuronectes americanus
Linguado de inverno



4. Tolerância ao Frio e Congelamento

- 2. Animais tolerantes ao congelamento:
 - Animais que vivem na zona do estirâncio conseguem suportar o congelamento (- 30°C por 6 horas) e o descongelamento duas vezes ao dia, quando ficam expostos na maré baixa. Ocorre formação de cristais de gelo fora das células que ficam murchas e hiper-osmóticas. Após o descongelamento, os tecidos retomam a aparência normal e o organismo funciona naturalmente.



Larvas de Maruim (Chironomus), podem ser congeladas e descongeladas várias vezes sem sofrer danos.

4. Tolerância ao Frio e Congelamento



Bracon cephi
Vespa parasitária



As larvas deste inseto possuem 30% de seu peso na forma de glicerol no inverno, o que reduz o ponto de congelamento do sangue a $-17,5^{\circ}\text{C}$. Podem ser super-resfriadas até -47°C sem formação de gelo.

4. Tolerância ao Frio e Congelamento



Vespa maculata
Vespão gimnocéfalo



Esta vespa possui um agente nucleador (formador de gelo): uma grande proteína hidrofílica (com ácido glutâmico e/ou glutamina em mais de 20% dos resíduos de aminoácidos) em sua hemolinfa. Assim, os cristais de gelo podem crescer fora das células que perdem água para o meio, ficando mais concentradas e, portanto, dificultando o congelamento em seu interior.

4. Tolerância ao Frio e Congelamento

- 2. Vertebrados tolerantes ao congelamento:
 - A maioria dos peixes parecem incapazes de suportar o congelamento assim como a maior parte dos vertebrados superiores em condições naturais.
 - Encontram-se exceções em alguns anfíbios que enfrentam o inverno no solo e alguns répteis.
 - Não é conhecida tolerância ao congelamento entre aves e mamíferos.

4. Tolerância ao Frio e Congelamento



Este anfíbio (*Hyla versicolor*) consegue tolerar a formação de gelo e, no inverno, apresenta 3% de glicerol em seus fluidos corpóreos. Ele suporta o inverno no solo onde a temperatura chega rapidamente abaixo de zero. Outras rãs que não toleram o congelamento não possuem glicerol.

4. Tolerância ao Frio e Congelamento



A rã madeira, *Rana sylvatica*, também é tolerante ao congelamento. Elas elevam rapidamente seus níveis glicêmicos como resposta ao início da formação de gelo, e isso parece aumentar a tolerância das mesmas ao congelamento.

4. Tolerância ao Frio e Congelamento



Algumas tartarugas como a tartaruga pintada, *Chrysemys picta*, permanece no ninho onde eclodiu e, quando a temperatura cai no inverno, pode sobreviver com mais de 50% da água extracelular congelada.

5. Adaptação à Temperatura

- Os limites de tolerância para os animais em relação à temperatura podem sofrer variações discretas e acumulativas de acordo com os rigores a que são submetidos:
 - Aclimatização: modificações na tolerância à temperatura com as mudanças climáticas (fenômeno natural).
 - Aclimatação: adaptações ou ajustes que ocorrem em experimentos de laboratório da aclimatização natural.
- Aclimatização e aclimatação podem ocorrer em resposta a muitos fatores ambientais:
 - Temperatura.
 - Tensão de oxigênio.
 - Natureza dos alimentos.
 - Umidade.



5. Adaptação à Temperatura

- Diferenças geográficas e ajustes sazonais:
 - Animais do ártico podem viver em temperaturas próximas ao congelamento que matariam animais tropicais.
 - Peixes e crustáceos do ártico são ativos em água fria/gelada e morrem quando a temperatura excede 10 a 20°C. Formas tropicais morrem abaixo de 15 a 20°C, com diferenças no intervalo de temperatura que pode ser tolerado por cada animal.
 - Animais com parentesco próximo possuem distribuição geográfica relacionada à sua tolerância à temperatura.
 - Podemos verificar isso em espécies de anfíbios do gênero Rana. Por exemplo, a espécie que ocupa as regiões mais setentrionais (ao norte) também é aquela que tolera menores temperaturas. E isto se estende para seu desenvolvimento embrionário e reprodutivo.

5. Adaptação à Temperatura



Rana sylvatica é a espécie mais tolerante ao frio, começando seu período reprodutivo em março, enquanto que a *Rana clamitans* só começa a se reproduzir em junho. (Espécies da América do Norte).

5. Adaptação à Temperatura

- Diferenças geográficas e ajustes sazonais:
 - Em grande parte do globo, as flutuações sazonais de temperatura são consideráveis, e durante uma estação, os animais suportam temperaturas extremas que seriam fatais em outras. O que não ocorre com animais que colonizam ambientes com poucas variações sazonais em relação à temperatura.
 - Um exemplo ocorre com o bagre cabeça de touro, *Ictalurus nebulosus*, que apresenta uma temperatura letal superior de 36°C no verão e de cerca de 28°C no inverno. Este é um exemplo de aclimatização natural, pois se refere a mudanças climáticas ambientais sazonais durante o ano.

5. Adaptação à Temperatura



Pterostichus sp.



A temperatura letal inferior também varia com as estações do ano. Indivíduos estivais (que ocorrem no verão) do coleóptero *Pterostichus brevicornis*, do Alasca, morrem se forem congelados (que ocorre a $-6,6^{\circ}\text{C}$). No inverno porém, toleram temperaturas abaixo de -35°C , bem como o congelamento total.

5. Adaptação à Temperatura

■ Aclimatação:

- O tempo necessário para peixes aumentarem suas capacidades de suportar temperaturas elevadas é relativamente curto. Para o bagre cabeça de touro é em torno de 24 horas por exemplo.
- Alguns fatores que interferem na tolerância térmica de um peixe além de sua história térmica individual são: suprimento de oxigênio adequado, idade e tamanho do peixe e qualidade da água.
- Para haver perda de tolerância a temperaturas elevadas e ganho de resistência a temperaturas mais baixas, um peixe necessitará de mais tempo. Provavelmente porque no processo inverso alterações dos sistemas metabólicos enzimáticos sejam favorecidos a maiores temperaturas.

5. Adaptação à Temperatura



Ictalurus [Ameiurus] nebulosus – bagre cabeça de touro.

5. Adaptação à Temperatura



Este ciprinídeo (*Pimephales promelas*) tem sua adaptação completa entre 10 a 20 dias, quando o peixe é transferido de 24°C para 16°C.

5. Adaptação à Temperatura



O caranguejo de areia, *Emerita talpoida*, compensa as temperaturas baixas do inverno com o aumento de sua taxa metabólica. A 3°C, os animais invernais consomem O₂ em um taxa 4x maior que os animais estivais, à mesma temperatura. Outros animais permanecem inativos e hibernam nesse período, como acontece com a pulga da praia (*Talorchestia megalophthalma*).

Reflexão

Se os animais se adaptam a condições extremas, porque não podemos nos adaptar a aumentar nossa tolerância e respeito às diferenças de pensamento entre as pessoas?

A resposta branda desvia o furor, mas a palavra dura suscita a ira.

Provérbios 15:1.



Fontes sobre o assunto dessa aula

Bibliografia Básica:

CUNNINGHAM, J. G. Tratado de fisiologia veterinária. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

SCHMIDT-NIELSEN, K. Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente. 5. ed. São Paulo: Livraria Santos Editora, 1996 (Reimpressão, 1999).

Bibliografia Complementar:

AIRES, M. M. (Editor) Fisiologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

BERNE, R. M.; LEVI, M. N. Fisiologia. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GUYTON, A. C.; Hall, J. E. Tratado de fisiologia médica. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

HILDEBRAND, M. Análise da estrutura dos vertebrados. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 1995.

ORR, R. T. Biologia dos vertebrados. 5. ed. São Paulo: Editora Roca, 1986.

POUGH, F. H.; HEISER, J. B. & McFARLAND, W.N. A vida dos vertebrados. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.

REECE, WO. Fisiologia dos animais domésticos. São Paulo: Editora Roca, 1996.