

## Relações bióticas interespecíficas

Teoricamente, as populações de duas espécies podem interagir segundo vias básicas que correspondem a combinações de 0, + e –, em que 0 indica ausência de interacção significativa, + indica que a população beneficiou e – indica que a população foi prejudicada.

Observe o quadro seguinte:

| TIPO DE INTERACÇÃO | ESPÉCIES |   | NATUREZA GERAL DA INTERACÇÃO                                              | EXEMPLO                              |
|--------------------|----------|---|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                    | 1        | 2 |                                                                           |                                      |
| Neutralismo        | 0        | 0 | Nenhuma das populações afecta a outra                                     | Rã/Pardal                            |
| Competição         | –        | – | Prejuízo de ambas as espécies                                             | Veado/Gamo                           |
| Amensalismo        | –        | 0 | População 1 prejudicada e população 2 não afectada                        | Bactérias/Fungo                      |
| Parasitismo        | +        | – | População 1 (parasita) beneficiada e população 2 (hospedeiro) prejudicada | Pulga/Cão                            |
| Predação           | +        | – | População 1 (predador) beneficiada e população 2 (presa) prejudicada      | Lince/Coelho                         |
| Comensalismo       | +        | 0 | População 1 beneficiada e população 2 não afectada                        | Rémora/Tubarão                       |
| Protocooperação    | +        | + | Interacção favorável a ambas, não obrigatória                             | Caranguejo eremita/<br>Anémone       |
| Mutualismo         | +        | + | Interacção favorável a ambas, obrigatória                                 | Líquenes (associações<br>Alga/Fungo) |

Odum, E. P. (1988). *Fundamentos de Ecologia*. Fundação Calouste Gulbenkian. 4.ª Ed. Lisboa  
(adaptado)

### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

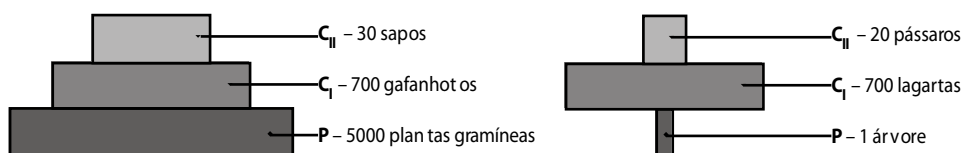
1. Distinga predação de comensalismo.
2. Efectue uma pesquisa acerca dos exemplos indicados no quadro.

## Estrutura trófica e pirâmides ecológicas

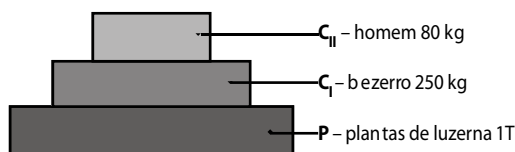
A interação dos fenómenos da cadeia alimentar (perda de energia em cada transferência) e a relação entre o tamanho e o metabolismo traduzem-se em comunidades possuindo uma estrutura trófica definida. Esta estrutura pode ser representada graficamente por meio de pirâmides ecológicas, nas quais o primeiro nível (produtores) forma a base e os níveis sucessivos formam camadas até ao ápice.

As pirâmides ecológicas podem ser de três tipos gerais:

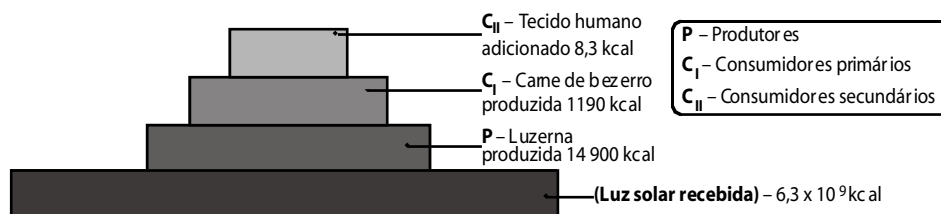
**Pirâmide de números:** Representa o número dos organismos individuais em cada nível trófico;



**Pirâmide de biomassa:** baseada no peso seco total, valor calórico ou noutra medida da quantidade total de matéria viva;



**Pirâmide de energia:** apresenta a velocidade da corrente de energia e/ou a produtividade dos níveis tróficos sucessivos.



Odum, E. P. (1988). *Fundamentos de Ecologia*. Fundação Calouste Gulbenkian. 4.ª Ed. Lisboa (adaptado)

### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Indique a percentagem média de energia que é transferida para o nível trófico seguinte, na pirâmide de energia representada.
2. Distinga pirâmide de números de pirâmide de biomassa.
3. Como explica a aparente inversão na segunda pirâmide de números?

## Biodiversidade

O termo biodiversidade provém de um outro – diversidade biológica – criado por Thomas Lovejoy, em 1980, e foi usado, pela primeira vez, pelo entomologista E. O. Wilson em 1986, num relatório apresentado ao primeiro Fórum Americano sobre a diversidade biológica, organizado pelo Conselho Nacional de Pesquisas dos EUA (National Research Council).

Não há uma definição consensual para a biodiversidade, uma vez que este conceito abarca várias dimensões:

- Diversidade genética – diversidade dos genes de uma espécie;
- Diversidade de espécies – diversidade de espécies que se podem encontrar num determinado habitat;
- Diversidade ecológica – diversidade de biótopos e ecossistemas;
- Diversidade funcional – diversidade de processos biológicos e químicos necessários à sobrevivência de espécies e de comunidades bióticas.

A biodiversidade é afectada por vários factores, muitos dos quais têm causas antropogénicas.

A figura seguinte sintetiza as principais relações entre as actividades humanas e a biodiversidade.



(Fonte: ONU e NASA)

Eventualmente, todas as espécies se extinguem, ou evoluem, dando origem a novas espécies, no entanto, os biólogos estimam que diariamente, até 200 espécies sofrem extinção prematura devido, essencialmente, à acção humana.

Urge mudar este estado de coisas. O Homem depende da biodiversidade para a sua sobrevivência. A obtenção de alimentos, de combustíveis, de fibras, de madeira, de papel, de medicamentos e de muitos outros bens está dependente da manutenção da biodiversidade.

Miller, T. (1988). *Living in the Environment*. 13th Edition. Thomson. Pacific Grove (USA)  
(adaptado)



#### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Enuncie algumas actividades humanas que contribuem para a perda de biodiversidade.
2. Efectue uma pesquisa de modo a conhecer acções que estejam a ser levadas a cabo no sentido de prevenir a perda de biodiversidade.

## Impacto humano na biosfera

*O impacto negativo que a humanidade tem vindo a causar na Biosfera deverá comprometer a qualidade de vida das gerações futuras.*

Por que razão nos deveremos preocupar com as gerações futuras?

Algumas pessoas acreditam que só temos obrigações éticas para com a presente geração humana. Essas pessoas argumentam: “O que fez o Futuro por mim?” ou acreditam que não sabemos o suficiente sobre a condição da Terra nas futuras gerações para nos preocuparmos com isso.

De acordo com o biólogo David W. Ehrenfeld, o facto de nos preocuparmos com as futuras gerações o suficiente para não degradarmos o Ambiente é importante, na medida em que lhes fornecerá mais opções para lidarem com os problemas que lhe surgirão. Ehrenfeld argumenta que, se os nossos antepassados nos tivessem legado a degradação ambiental que nós, aparentemente, iremos deixar aos nossos descendentes, as nossas opções para a fruição de recursos, ou mesmo para a sobrevivência, teriam sido muito mais limitadas.

À pergunta, “O que podem as gerações futuras fazer por nós?”, Ehrenfeld responde: “Elas dão-nos uma razão para tratar o nosso Planeta com respeito, para que as nossas vidas, bem como as deles, saiam enriquecidas”.

De acordo com este ponto de vista, ao usarmos os recursos naturais, estamos a “pedir um empréstimo” ao Planeta e aos nossos descendentes e, como tal, temos uma responsabilidade ética de o deixar em boas condições para as gerações futuras.

Ao pensarmos nesta nossa responsabilidade, talvez devêssemos considerar a sabedoria que nos foi transmitida no século XVIII pela Conferência dos Nativos Iroqueses Norte-americanos: “Em cada deliberação nossa, devemos considerar o impacto que as nossas decisões terão nas próximas sete gerações.”

Miller, T. (1988). *Living in the Environment*. 13th Edition. Thomson. Pacific Grove (USA)  
(adaptado)

### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Elabore um pequeno texto em que exprima a sua opinião acerca das suas obrigações, em termos ambientais, para com as futuras gerações.
2. Para quantas gerações futuras acha que temos responsabilidade?

## Procariontes, eucariontes, unicelulares e pluricelulares

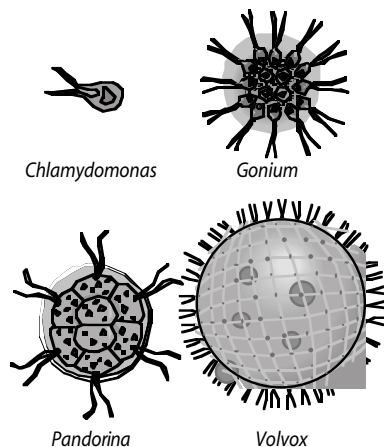
Actualmente, pensa-se que todos os organismos que existem na Terra evoluíram a partir de uma única célula primordial, que terá surgido pela agregação espontânea de moléculas, há cerca de 3,5 milhões de anos (M.a.). Entre os marcos mais importantes que ocorreram ao longo deste processo evolutivo, destacam-se dois: a transição entre procariontes e eucariontes e a evolução da unicelularidade para a pluricelularidade.

A transição entre procariontes e eucariontes ocorreu há cerca de 1,5 M.a. As células procarióticas, embora estruturalmente simples, apresentam uma grande diversidade bioquímica, o que lhes permite viver numa variedade enorme de nichos ecológicos. As células eucarióticas são estruturalmente mais complexas, possuindo numerosos organelos, alguns dos quais tiveram origem, segundo a teoria endossimbiótica, em células procarióticas que foram fagocitadas ou invadiram organismos unicelulares eucarióticos.

Os organismos unicelulares (procariontes e eucariontes) constituem, actualmente, mais de metade da biomassa da Terra. Poder-se-ia então perguntar: qual a vantagem evolutiva da pluricelularidade? A resposta mais curta é: os organismos pluricelulares podem explorar recursos de uma forma mais eficiente que os unicelulares.

Um dos primeiros passos da evolução para a pluricelularidade parece ter sido a associação de organismos unicelulares para formar colónias. Este processo pode ser verificado tanto em procariontes (e.g. myxobactérias) como em eucariontes (e.g. algas verdes).

As algas verdes existem como unicelulares, coloniais ou pluricelulares. Alguns destes organismos podem ser dispostos de acordo com o seu grau de complexidade, ilustrando, assim as prováveis alterações evolutivas ocorridas na passagem da unicelularidade para a pluricelularidade (observe a figura).



Alberts, B. *et al.* (1989). *Molecular Biology of the Cell*. 2nd Edition. Garland Publishing Inc. New York & London (adaptado)

### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Efectue uma pesquisa (bibliografia, Internet,...) no sentido de conhecer algo mais sobre a teoria endossimbiótica (quem a postulou, que organelos tiveram essa origem, etc.)
2. Procure saber mais sobre os organismos ilustrados, de forma a entender melhor o processo de evolução para a multicelularidade.

## Fotofosforilação acíclica e cíclica

Nos cloroplastos das células vegetais ocorre a conversão de energia luminosa em energia química.

As reacções directamente dependentes da luz têm lugar ao nível da membrana dos tilacóides. Este processo inicia-se com a captação da energia luminosa nos fotossistemas. Existem dois tipos de fotossistemas: o fotossistema I e o fotossistema II.

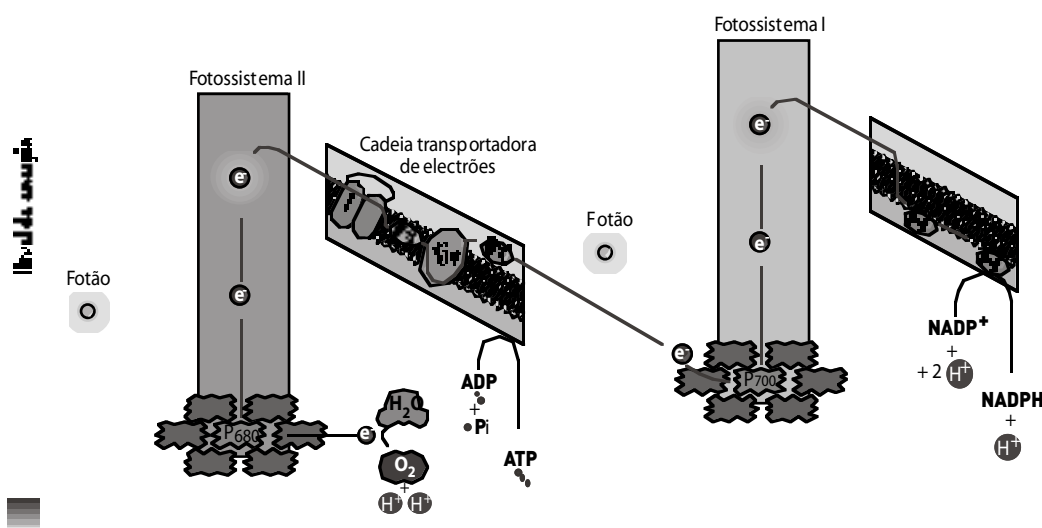
O centro de reacção do fotossistema I é designado  $P_{700}$ , pois absorve luz com comprimentos de onda próximos dos 700 nm, enquanto que o centro de reacção do fotossistema II é designado  $P_{680}$  por absorver luz com comprimentos de onda próximos dos 680 nm.

Quando a clorofila **a** dos centros de reacção fica excitada pelos fotões, liberta electrões, ficando oxidada. Esses electrões são captados por moléculas aceptoras de electrões que ficam reduzidas.

A síntese de ATP e de NADPH depende deste fluxo de electrões, que se inicia no centro de reacção dos fotossistemas. Este fluxo pode ocorrer de dois modos distintos:

- de forma acíclica – fotofosforilação acíclica;
- de forma cíclica – fotofosforilação cíclica.

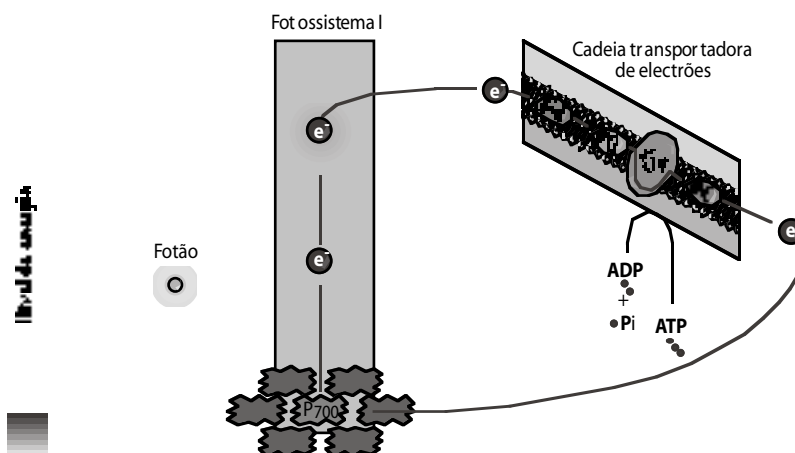
O esquema seguinte representa a **fotofosforilação acíclica**.



©Areal Editores

A fotofosforilação acíclica produz quantidades idênticas de ATP e de  $\text{NADPH} + \text{H}^+$ . Contudo, a planta necessita de maior quantidade de ATP do que de  $\text{NADPH} + \text{H}^+$ . Assim, as plantas, por vezes, realizam uma forma adicional de fotofosforilação na qual não se gera  $\text{NADPH} + \text{H}^+$ .

O processo que produz somente ATP envolve apenas o fotossistema I e designa-se **fotofosforilação cíclica**.



Neste processo de fotofosforilação cíclica:

- Os pigmentos do fotossistema I captam a energia luminosa que é transferida para a clorofila **a** do centro de reacção.
- A clorofila **a** excitada transfere os seus electrões para um aceptor (a ferredoxina).
- Os electrões percorrem uma cadeia transportadora, ocorrendo um conjunto de reacções de oxidação-redução que conduzem à libertação de energia, parte da qual é usada para fosforilar ADP, formando ATP.
- No final da cadeia, os electrões voltam ao centro de reacção do fotossistema I, sendo por isso um fluxo cíclico de electrões.

#### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. A clorofila **a** do centro de reacção do fotossistema II fica reduzida ou oxidada após ter recebido energia luminosa? Justifique.
2. Como são repostos os electrões perdidos pelo  $P_{680}$ ?
3. Como são repostos os electrões perdidos pelo  $P_{700}$ ?
4. A qual dos fotossistemas está associada a fotólise da água?
5. Justifique a afirmação: “O  $O_2$  libertado pelas plantas é um produto residual da fotossíntese.”
6. Qual a origem da energia necessária para a produção de moléculas de ATP?
7. Qual o aceptor final dos electrões?
8. Por que razão o processo representado é designado fotofosforilação acíclica?
9. Em que momento desta cadeia a energia luminosa é transformada em energia química?
10. Efectue uma pesquisa (bibliografia, Internet,...) no sentido de saber quais as moléculas que compõem a cadeia transportadora de electrões.

## Processo quimiosmótico de produção de ATP

Têm sido vários os modelos propostos para explicar a síntese de ATP a partir de  $\text{ADP} + \text{P}_i$  e da energia libertada pelos electrões durante a passagem pela cadeia transportadora.

Actualmente, a explicação que reúne maior consenso é dada pelo modelo quimiosmótico proposto pelo bioquímico Inglês Peter Mitchell. Em 1961, Mitchell propôs que as mitocôndrias produzem ATP em consequência da existência de um gradiente de protões entre o espaço intermembranar e a matriz da mitocôndria.

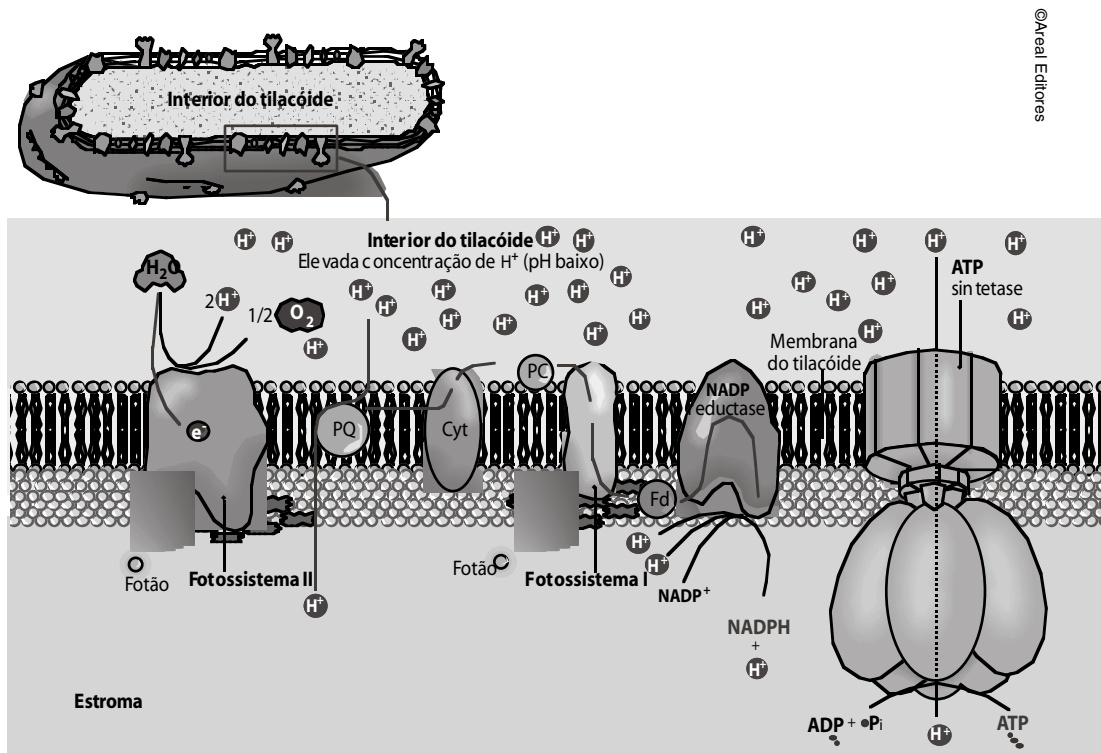
Posteriormente, trabalhos desenvolvidos por outros investigadores, permitiram verificar que o mecanismo quimiosmótico explicava, também, como é que os cloroplastos eram capazes de gerar ATP a partir da energia luminosa.

Um desses trabalhos foi realizado por Jägendorf. Este investigador incubou cloroplastos, na ausência de luz, numa solução aquosa com  $\text{pH} = 4$ , até que a solução atingisse o interior dos tilacóides.

Adicionou  $\text{ADP} + \text{P}_i$  à suspensão de cloroplastos.

Seguidamente aumentou, rapidamente, o  $\text{pH}$  do meio externo para  $\text{pH} = 8$ , criando assim um gradiente de  $\text{pH}$  momentâneo entre o interior e o exterior dos tilacóides.

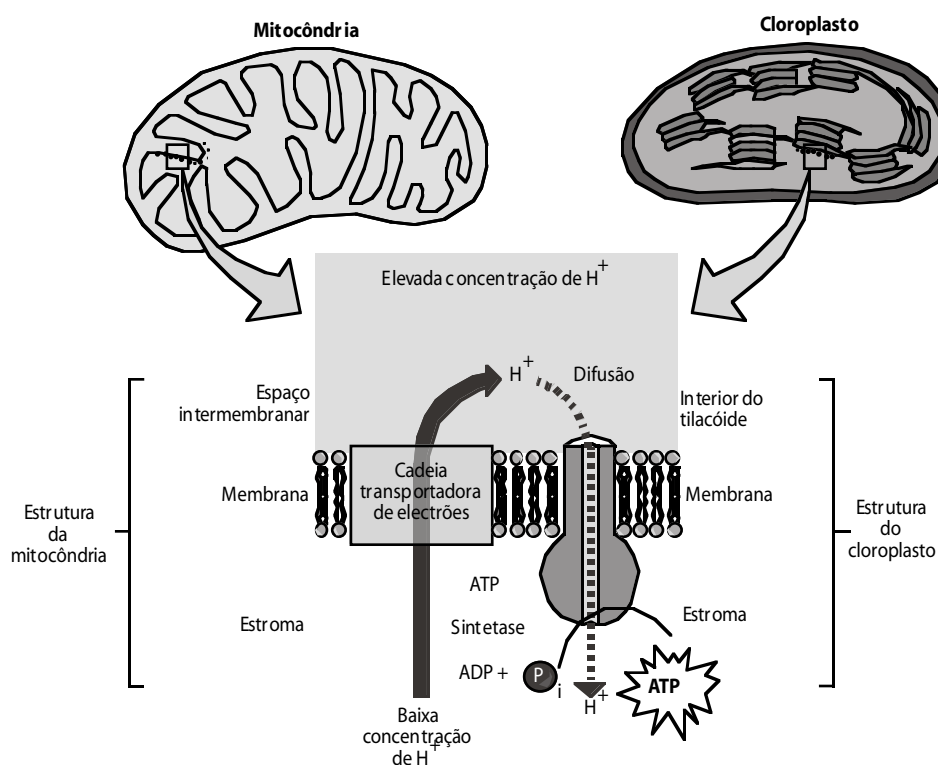
Jägendorf verificou que se formava ATP.



Segundo este modelo, a energia libertada pelos electrões, ao longo da cadeia transportadora, é utilizada para bombear  $H^+$ , resultantes da fotólise da água, para o interior dos tilacóides. Assim, gera-se um gradiente de protões, que conduz a uma diferença entre o pH no interior dos tilacóides ( $pH = 4$ ) e o estroma ( $pH = 7$ ).

Esta diferença na concentração de  $H^+$  conduz a um transporte passivo através de canais existentes em proteínas específicas da membrana dos tilacóides. Estas proteínas são enzimas – ATP sintetases –, que, ao serem atravessadas pelos protões, catalisam a ligação entre o ADP e o  $P_i$ , formando ATP.

Ao manter os cloroplastos em obscuridade, Jägendorf provou que bastava existir um gradiente de pH entre o interior e o exterior dos tilacóides para gerar ATP.



### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. O que pretendia Jägendorf verificar ao realizar esta experiência?
2. Por que razão manteve os cloroplastos na obscuridade?
3. Explique a formação de ATP, segundo o modelo quimiosmótico.

## Sistema circulatório dos répteis

O coração dos répteis apresenta-se dividido em três cavidades: duas aurículas e um ventrículo, que é, no entanto, dividido por um septo incompleto. Neste grupo de animais, constituem excepção os crocodilos, que apresentam o coração dividido em quatro cavidades: duas aurículas e dois ventrículos. Contudo, o facto de existirem duas aortas e estas estarem ligadas, pode conduzir a uma mistura parcial do sangue venoso e do sangue arterial.

Nos répteis, o sangue venoso, proveniente dos diferentes órgãos, entra na aurícula direita, enquanto que o sangue arterial, proveniente dos pulmões, entra na aurícula esquerda.

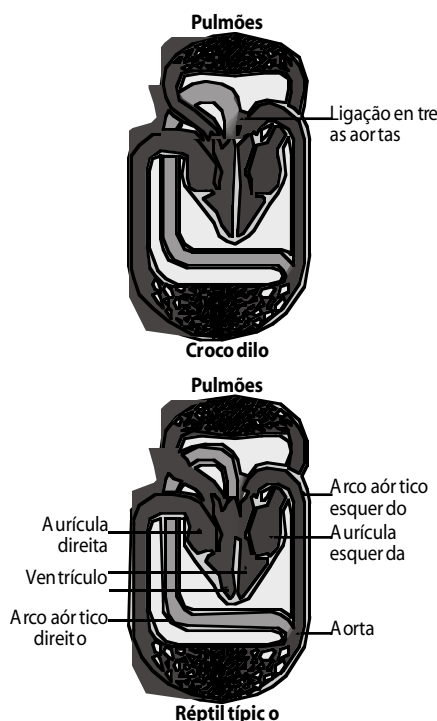
A mistura de sangue ao nível do ventrículo é mínima, devido à anatomia do coração e à não simultaneidade na contracção dos dois lados do ventrículo. Desta forma, o sangue proveniente dos pulmões é encaminhado para o circuito sistémico, enquanto que o sangue proveniente dos restantes órgãos é encaminhado para o circuito pulmonar.

Pode assim concluir-se que, nos répteis, a circulação é dupla e incompleta.

Os répteis, incluindo os crocodilos, possuem duas aortas, em vez de uma. Este facto, aliado aos restantes aspectos da anatomia do coração, permite que estes animais controlem o fluxo de sangue que é enviado para os pulmões.

Quando o animal não está a respirar, o sangue deixa de ser conduzido para os pulmões, sendo este fluxo desviado para a circulação sistémica. Desta forma, é possível aumentar a eficácia da circulação.

Assim, ao contrário do que se poderia julgar, o coração dos répteis é bastante complexo, apresentando-se altamente adaptado para operar em diferentes situações exigidas pela forma de vida destes animais.



Sistema circulatório de um réptil típico e de um crocodilo.

### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Indique as duas principais diferenças anatómicas entre o sistema circulatório de um crocodilo e o de um réptil típico.
2. Qual a importância para os crocodilos do facto de poderem diminuir a circulação pulmonar? (Tenha em conta o estilo de vida destes animais).

## Fermentação

Uma mudança química em matéria animal e vegetal provocada por bactérias, leveduras microscópicas ou outros fungos (mofos) é chamada de fermentação. Exemplos de fermentação são o azedar do leite, o crescimento da massa de pão e a conversão de açúcares e amidos em álcool.

Muitas substâncias químicas industriais e vários antibióticos usados em medicamentos modernos são produzidos através de fermentação sob condições controladas. A fermentação pretende quebrar uma substância em compostos mais simples. Em alguns casos, a fermentação é usada para modificar um material que, de outra forma, seria difícil ou muito cara, se métodos químicos convencionais fossem escolhidos. A fermentação é sempre iniciada por enzimas formadas nas células dos organismos vivos. Uma enzima é um catalisador natural que provoca uma mudança química sem ser afectado por isso.

As leveduras são fungos compostos por minúsculas células. As suas enzimas (invertase e zimase) transformam o açúcar em álcool e em dióxido de carbono. As leveduras fazem crescer o pão e transformam o sumo da uva em vinho.

As bactérias azedam o leite, produzindo ácidos láctico e butírico. As células do corpo humano produzem enzimas digestivas, como pepsina e renina, que transformam os alimentos de forma a que possam ser absorvidos.

Os produtos de fermentação são usados desde a Antiguidade. Na Pré-História, o homem descobriu que a carne envelhecida tinha um sabor mais agradável que a carne fresca. Vinho, cerveja e pão são tão velhos quanto a agricultura. O queijo, que envolve a fermentação de leite, é outro alimento muito antigo. O valor medicinal de produtos fermentados é conhecido desde há muito tempo. Os Chineses usavam coelho de soja mofado para curar infecções de pele, há 3000 anos atrás. Os Índios da América Central tratavam feridas infectadas com fungos.

A verdadeira causa da fermentação, porém, não era compreendida até ao século XIX. O cientista francês Louis Pasteur, enquanto estudava os problemas dos cervejeiros e vinicultores de França, encontrou um tipo de levedura que produzia bom vinho, mas um segundo tipo que o tornava azedo. Esta descoberta conduziu à teoria da origem de doenças de Pasteur.

A química das fermentações é uma ciência nova que ainda está numa fase inicial. É a base de processos industriais que convertem matérias-primas, como grãos, açúcares e subprodutos industriais, em muitos produtos sintéticos diferentes.

A penicilina é um antibiótico que destrói muitas bactérias causadoras de doenças. A sua origem radica num fungo que cresce numa mistura fermentativa de substâncias, cuidadosamente seleccionadas para este propósito. A penicilina industrial e muitos outros antibióticos tornaram-se uma área muito importante da indústria farmacêutica.

O ácido cítrico é uma das muitas substâncias químicas produzidas por microrganismos. É usado para limpar metal, como conservante e agente de sabor em alimentos. O ácido cítrico é responsável pelo sabor azedo de frutas cítricas. Poderia ser obtido a partir delas, mas seriam necessários muitos milhares de frutos para produzir a quantidade de ácido cítrico actualmente feita pela fermentação de melado com o fungo *Aspergillus niger*.

Um produto de fermentação, a terramicina, é adicionado a rações animais para acelerar o crescimento dos animais e protegê-los de doenças. Certas vitaminas são feitas através de fermentação de fungos; e as próprias enzimas, extraídas de vários microrganismos, são utilizadas no fabrico de alimentos e medicamentos.

<http://www.geocities.com/fermentacao301/> (adaptado)  
(Consultado em 5/4/2007)



#### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Indique algumas consequências do processo fermentativo.
2. Indique os produtos da fermentação resultante da acção das leveduras que são utilizadas para o fabrico do pão e do vinho.
3. Justifique a afirmação: "O valor medicinal da fermentação é conhecido por algumas sociedades há milhares de anos."
4. Como se designa o fungo capaz de produzir ácido cítrico por processos fermentativos?

## Quantos estomas eu tenho?

Nas plantas, a epiderme é o tecido de revestimento das folhas, partes florais, frutos e sementes. Mesmo no caule e na raiz, a epiderme constitui o revestimento externo antes destes órgãos sofrerem um espessamento secundário. A epiderme é constituída, geralmente, por uma única camada de células, entre as quais não se observam espaços intercelulares. A inexistência de espaços entre as células epidérmicas e a presença de substâncias hidrófobas nas suas paredes externas evitam a perda de água pela planta, mas também dificultam as trocas gasosas.

A troca de oxigénio e dióxido de carbono, bem como a perda de água por transpiração, ocorre através de poros chamados estomas. As células de guarda determinam se o estoma abre ou fecha, através da variação do seu grau de turgescência.

A densidade de estomas numa folha varia com factores como a temperatura, a humidade e a intensidade luminosa. Varia igualmente de forma inversa à concentração de  $\text{CO}_2$  no ar que rodeia as folhas.

As plantas são mesmo capazes de determinar o número de estomas a produzir. Estudos realizados com plantas do género *Arabidopsis* (Lake et al., in *Nature*, 411:154, 10 Maio 2001) mostraram que as folhas maduras detectam a quantidade de  $\text{CO}_2$  no ar, enviando um sinal (de natureza ainda desconhecida) que determina o número de estomas que se irá formar nas folhas em desenvolvimento.

Compilação efectuada a partir de vários sites da Internet

### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Desenhe, no seu caderno diário, um esquema devidamente legendado de um estoma.
2. Enuncie os factores que determinam a abertura e o fecho dos estomas, através da variação da turgescência das células estomáticas.
3. Que factores, referidos no texto, influenciam a densidade de estomas numa folha.
4. Com a ajuda do seu professor e dos seus colegas, tente esquematizar uma experiência (semelhante à de Lake) que lhe permita afirmar que as plantas são capazes de determinar o número de estomas a produzir.

## Peixes com pulmões

Em geral, nos peixes a respiração é branquial. As brânquias têm por função retirar o oxigénio dissolvido na água. A circulação é fechada, simples e o coração é totalmente venoso, excepto nos dipnóicos (peixes pulmonados), cuja circulação é dupla e incompleta.

A maioria dos peixes ósseos possui uma bexiga natatória, que serve, em geral, como órgão hidrostático, permitindo-lhes subir ou descer ao longo da coluna de água. Além da função hidrostática, em outros peixes, a bexiga natatória pode servir inclusive para a produção de som. Nos dipnóicos, ou peixes pulmonados, a bexiga natatória encontra-se modificada de forma a assumir as funções de um pulmão, permitindo que o animal retire oxigénio da atmosfera. Nestes peixes, a membrana da bexiga natatória é vascularizada e permite a realização de trocas gasosas entre o ar presente no interior e o sangue.

Actualmente, existem seis espécies de peixes da ordem dos dipnóicos. Estes peixes são conhecidos por peixes pulmonados, pois todos eles respiram oxigénio atmosférico.

Apesar de possuírem brânquias, a sua bexiga natatória encontra-se transformada num par de pulmões, muito semelhantes aos dos anfíbios, que lhes permitem retirar oxigénio do ar inspirado à superfície da água.

Os peixes pulmonados podem ser encontrados em lagos e rios na América do Sul (ex.: *Lepidosiren paradoxa*); na África (ex.: *Protopterus annectens*); e na Austrália (ex.: *Neoceratodus forsteri*).

Ao contrário dos peixes pulmonados africanos e sul-americanos, os dipnóicos australianos possuem um só pulmão, utilizando as brânquias durante a maior parte do ano, respirando ar apenas quando os níveis de água são muito baixos.

Na América do Sul, quando chega a estação seca, os dipnóicos enterram-se na lama, permanecendo aí dormentes, até que o nível de água suba outra vez.

Os dipnóicos africanos também escavam buracos na lama, mas cobrem o seu corpo com uma secreção mucosa, que, ao secar, forma uma espécie de casulo, que os protege até que os níveis de água voltem a subir.

Vários estudos demonstraram que, durante estes períodos de dormência, o metabolismo dos peixes pulmonados diminui bastante, ao ponto deles apenas necessitarem de oxigénio para sobreviver. O mais espantoso é que algumas espécies podem sobreviver cerca de dois anos nestas condições.

Compilação efectuada a partir de vários sites da Internet

### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Tendo em conta as características morfofisiológicas dos peixes, indique duas que sejam exclusivas dos dipnóicos.
2. Que tipos de hematose ocorrem nos peixes dipnóicos?
3. De um ponto de vista evolutivo, tente explicar a semelhança entre os pulmões dos dipnóicos e os dos anfíbios.

## Sistema nervoso

Apesar da grande semelhança funcional entre as células nervosas dos diferentes animais, a organização do sistema nervoso apresenta grandes variações entre os diferentes filos.

### Sistema nervoso difuso

Os celenterados têm sistema nervoso **difuso**, uma vez que as células nervosas estão espalhadas homogeneamente por todo o corpo do animal e não há nenhum órgão centralizador do controlo nervoso. Um estímulo que atinja qualquer parte do animal provoca uma reacção local, que se espalha progressivamente pela rede nervosa.

### Sistema nervoso centralizado

Com excepção dos poríferos, que não possuem células nervosas, e dos celenterados, que possuem sistema nervoso difuso, todos os outros animais apresentam **sistema nervoso centralizado**. Neste tipo de sistema nervoso existem locais em que há uma grande concentração de neurónios, onde ocorre a integração dos estímulos recebidos dos nervos e a coordenação das respostas.

Nos equinodermes, por exemplo, o órgão centralizador do sistema nervoso é um anel de células nervosas localizadas ao redor da boca; dele partem nervos radiais, que se ramificam por todo o corpo.

### Cadeia ganglionar

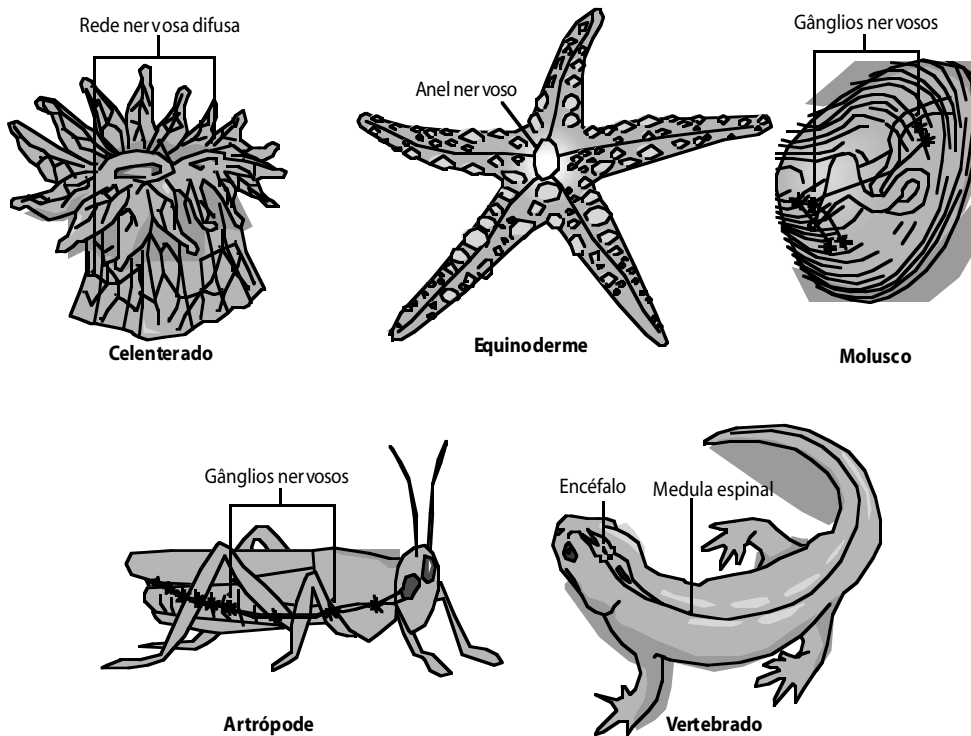
Os animais invertebrados dotados de simetria bilateral possuem geralmente concentrações de células nervosas, denominadas **gânglios nervosos**, localizadas em diversas regiões do corpo. Em geral, os gânglios mais desenvolvidos situam-se na região da cabeça (gânglios cerebrais), onde se localizam os principais órgãos dos sentidos. Os diversos gânglios unem-se através de feixes de fibras nervosas – **cordões nervosos**.

Os invertebrados de corpo segmentado possuem geralmente um par de gânglios nervosos por segmento corporal, disposto ao longo de dois cordões ventrais, formando o que se denomina **cadeia ganglionar ventral**. Cada par de gânglios coordena as funções específicas do segmento onde se situa, enviando informações aos gânglios cerebrais. Estes integram as informações recebidas e coordenam as actividades gerais do corpo.

Nos vertebrados, a maioria das células nervosas localiza-se na cabeça, formando o **encéfalo** – **cefalização** –, que se liga à **medula espinal** ou **raquidiana**. Esta percorre a região mediana dorsal do animal.

O encéfalo e a medula espinal formam o **sistema nervoso central**, ligado às diversas partes do corpo através do **sistema nervoso periférico**, constituído pelos **nervos** e pelos **gânglios nervosos**.

in *Biologia dos Organismos*, Amabis & Marto (adaptado)



### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Indique o grupo de invertebrados que apresentam um sistema nervoso difuso.
2. Explique, de forma sucinta, em que consiste um sistema nervoso difuso.
3. Indique as partes constituintes do sistema nervoso:
  - 3.1. central dos vertebrados;
  - 3.2. periférico dos vertebrados.
4. Diga em que consiste a cefalização e indique possíveis vantagens para os indivíduos que a apresentam.

## Sistema endócrino humano

A espécie humana, como outros vertebrados, possui diversas glândulas endócrinas, algumas delas responsáveis pela produção de mais do que um tipo de hormonas.

|                     | Glândula       | Hormona                    | Principais efeitos                                                                                                           | Regulação                                            |
|---------------------|----------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>HIPÓFISE</b>     | Lobo posterior | Oxitocina                  | Estimula a contracção das musculaturas do útero e das glândulas mamárias.                                                    | Sistema nervoso                                      |
|                     |                | Antidiurética              | Promove a reabsorção de água pelos rins.                                                                                     | Osmolaridade do sangue                               |
|                     | Lobo anterior  | Somatotrófica              | Estimula o crescimento geral do corpo; afecta o metabolismo das células.                                                     | Hormona do hipotálamo                                |
|                     |                | Prolactina                 | Estimula a produção e a secreção de leite.                                                                                   | Hormona do hipotálamo                                |
|                     |                | Folículo-estimulante       | Estimula os folículos ovários, nas fêmeas, e a espermatogénese, nos machos.                                                  | Estrogénios no sangue; hormonas do hipotálamo        |
|                     |                | Luteinizante               | Estimula o corpo amarelo e a ovulação, nas fêmeas, e as células intersticiais, nos machos.                                   | Progesterona ou testosterona; hormonas do hipotálamo |
|                     |                | Tireotrofina               | Estimula a tiróide a segregar hormonas.                                                                                      | Tiroxina; hormonas do hipotálamo                     |
|                     |                | Adrenocortico-trópica      | Estimula a secreção de glicocorticóides pelas glândulas supra-renais.                                                        | Cortisol; hormonas do hipotálamo                     |
| <b>TIRÓIDE</b>      |                | Triiodotironina e tiroxina | Estimula e mantém os processos metabólicos.                                                                                  | Tireotrofina                                         |
|                     |                | Calcitonina                | Baixa a concentração de cálcio no sangue e inibe a libertação de cálcio dos ossos.                                           | Concentração de cálcio no sangue                     |
| <b>PARATIRÓIDES</b> |                | Paratormona                | Eleva a concentração de cálcio no sangue e estimula a libertação de cálcio dos ossos.                                        | Concentração de cálcio no sangue                     |
| <b>PÂNCREAS</b>     |                | Insulina                   | Baixa a concentração de glicose no sangue; estimula o armazenamento de glicose pelo fígado; estimula a síntese de proteínas. | Concentração de glicose no sangue; somatostatina     |
|                     |                | Glucagon                   | Estimula a quebra de glicogénio no fígado.                                                                                   | Concentração de glicose e de aminoácidos no sangue   |
| <b>SUPRA-RENAIS</b> | Medula         | Somatostatina              | Suprime a libertação de insulina e glucagon.                                                                                 | Controlo nervoso                                     |
|                     |                | Epinefrina                 | Aumenta a concentração de glicose no sangue; causa vasoconstrição na pele, mucosas e rins.                                   | Controlo nervoso                                     |
|                     |                | Norepinefrina              | Acelera os batimentos cardíacos; causa vasoconstrição generalizada no corpo.                                                 | Controlo nervoso                                     |
|                     | Córtex         | Glicocorticóides           | Afecta o metabolismo de glícidos, aumenta a concentração de glicose no sangue.                                               | Adrenocorticotrópica                                 |
|                     |                | Mineralocorticóides        | Promove a reabsorção de sódio e a excreção de potássio pelos rins.                                                           | Adrenocorticotrópica                                 |
| <b>TESTÍCULOS</b>   |                | Androgénios                | Estimula a espermatogénese; desenvolve e mantém os caracteres sexuais secundários masculinos.                                | Adrenocorticotrópica                                 |
| <b>OVÁRIOS</b>      | Folículo       | Estrogénios                | Estimula o crescimento da mucosa uterina; desenvolve e mantém os caracteres sexuais secundários femininos.                   | Hormona folículo-estimulante; Hormona luteinizante   |
|                     | Corpo amarelo  | Progesterona e estrogénios | Promove a continuação de crescimento da mucosa uterina.                                                                      | Hormona folículo-estimulante; Hormona luteinizante   |
| <b>PINEAL</b>       |                | Melatonina                 | Está envolvida no ritmo circadiano.                                                                                          | Ciclo dia/noite                                      |

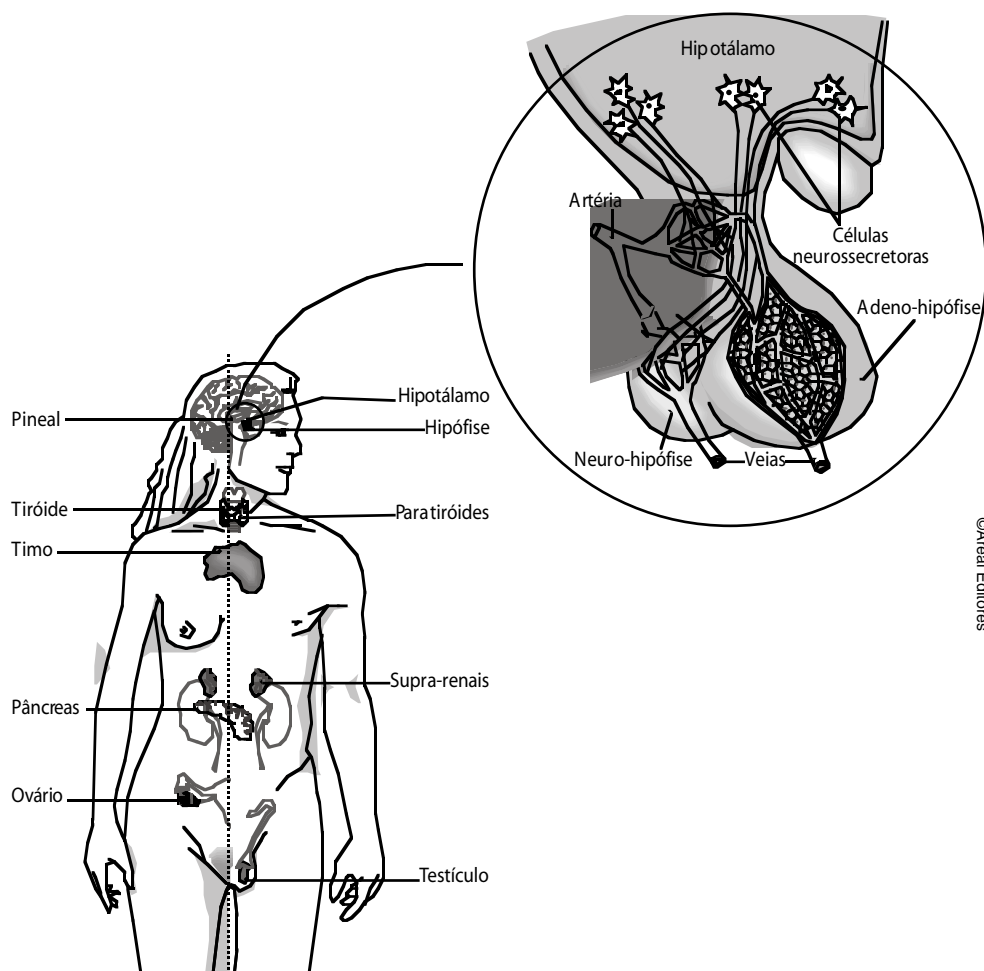
## Hipotálamo

O **hipotálamo** localiza-se na base do encéfalo, sob uma região encefálica denominada tálamo. A função endócrina do hipotálamo está a cargo das **células neurosecretoras**, que são neurónios especializados na produção e na libertação de hormonas.

## Hipófise

A **hipófise**, também chamada **pituitária**, é uma glândula pouco maior que um grão de ervilha, localizada sob o encéfalo, ligada ao hipotálamo. É constituída por duas partes distintas: a **adeno-hipófise** e a **neuro-hipófise**.

A hipófise produz e liberta diversas hormonas, entre elas algumas que regulam a actividade de outras glândulas endócrinas do corpo.



### Neuro-hipófise

O lobo posterior da hipófise liberta duas hormonas principais, ambas produzidas pelas células neurosecretoras do hipotálamo: a **oxitocina** e a hormona **antidiurética**, esta última também conhecida como **vasopressina** ou **ADH** (sigla do inglês, *antidiuretic hormone*).

### Adeno-Hipófise

A adeno-hipófise produz diversas hormonas, cuja secreção depende de **factores de secreção** produzidos pelo hipotálamo.

*in Biologia dos Organismos, Amabis & Marto (adaptado)*

#### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Indique as glândulas endócrinas comuns aos indivíduos do sexo masculino e do sexo feminino.
2. Indique a(s) glândula(s) endócrina(s) presentes exclusivamente:
  - 2.1. nos indivíduos do sexo feminino;
  - 2.2. nos indivíduos de sexo masculino.
3. Por que razão se pode afirmar que a adeno-hipófise é controlada pelo hipotálamo?

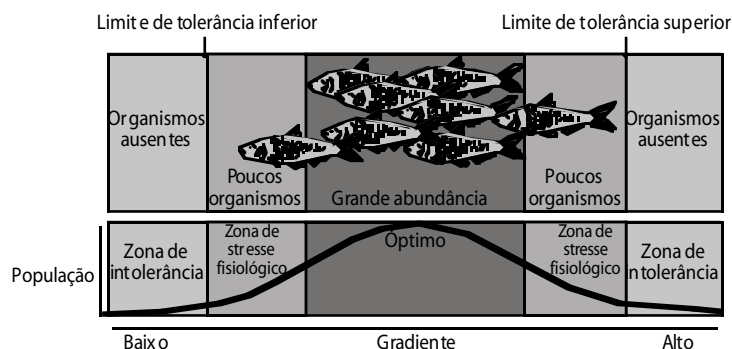
## Princípios relativos aos factores limitantes

Para ocorrer e prosperar numa dada situação, um organismo precisa de contar com os materiais essenciais ao seu crescimento e à sua reprodução. Estes requisitos básicos variam com a espécie e a situação. Em condições de equilíbrio, o material essencial, disponível em quantidades que mais se aproximem do mínimo crítico indispensável, tende a ser o material limitante.

A ideia de que um organismo não é mais forte do que o elo mais fraco da sua cadeia ecológica de requisitos foi expressa claramente por Justus Liebig, em 1840. Liebig foi um pioneiro no estudo dos efeitos dos vários factores no crescimento de plantas. Ele verificou que a produção de culturas era frequentemente limitada não por nutrientes necessários em grandes quantidades, como o dióxido de carbono ou a água, mas por alguma matéria-prima, como o boro, por exemplo, necessária em quantidades diminutas embora muito escassa no solo. O seu enunciado de que “o crescimento da planta depende da quantidade de matéria alimentar que lhe é facultada em quantidade mínima” passou a ser conhecido por “lei” do mínimo de Liebig.

Muitos autores ampliaram o enunciado, nele incluindo outros factores para além dos nutrientes, como, por exemplo, a temperatura e o elemento tempo.

Na realidade, a existência e o sucesso de um organismo podem ser limitados quer pela deficiência, quer pelo excesso qualitativo ou quantitativo dos diversos factores que se aproximam dos limites de tolerância para esse organismo. Assim, os organismos têm um máximo e um mínimo ecológicos, que representam os limites de tolerância, com uma amplitude entre ambos.



©Areal Editores

O conceito de efeito limitante máximo, tal como o de mínimo, foi introduzido por V.E. Shelford na sua “lei” da tolerância em 1913.

Para exprimir os graus relativos de tolerância utiliza-se uma série de termos que utilizam os prefixos “esteno” (estreito) e “euri” (largo). Assim, um organismo estenoécio tem um limite de tolerância estreito em relação à eleição do habitat, enquanto que um organismo euriécio tem um limite de tolerância alargado em relação ao mesmo factor.

Vejamos mais alguns exemplos:

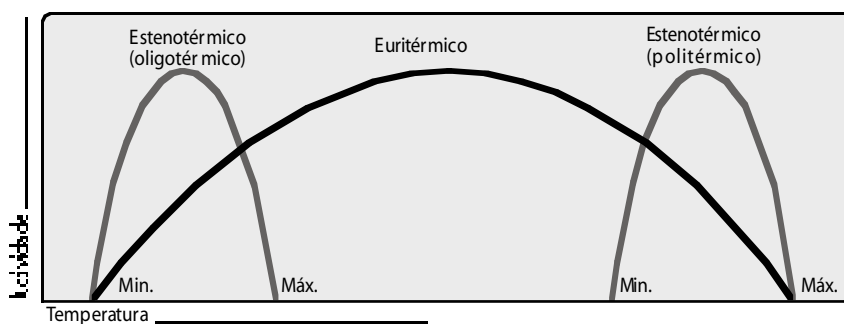
| FACTOR      | GRANDE TOLERÂNCIA | PEQUENA TOLERÂNCIA |
|-------------|-------------------|--------------------|
| Temperatura | Euritérico        | Estenotérico       |
| Água        | Euriídrico        | Estenoídrico       |
| Salinidade  | Eurialino         | Estenoalino        |
| Alimentação | Eurifágico        | Estenofágico       |

Para além dos factores supracitados, também se encontram entre os factores limitantes mais significativos a luz, os gases atmosféricos, os sais biogénicos, as correntes e pressões, factores ligados ao solo e mesmo o fogo.

Odum, E. P. (1988). *Fundamentos de Ecologia*. Fundação Calouste Gulbenkian. 4.ª Ed. Lisboa (adaptado)

#### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Enuncie a lei do mínimo de Liebig e a lei de tolerância de Shelford.
2. Observe o gráfico seguinte, que diz respeito ao factor temperatura:



- 2.1. Tente explicar as designações “oligotérico” e “politérmico”.
3. Com a ajuda dos seus colegas e do seu professor, faça uma pesquisa na Internet acerca de espécies que funcionam como indicadores ecológicos.

## Regulação hormonal do nível de cálcio no sangue – um exemplo de feedback negativo

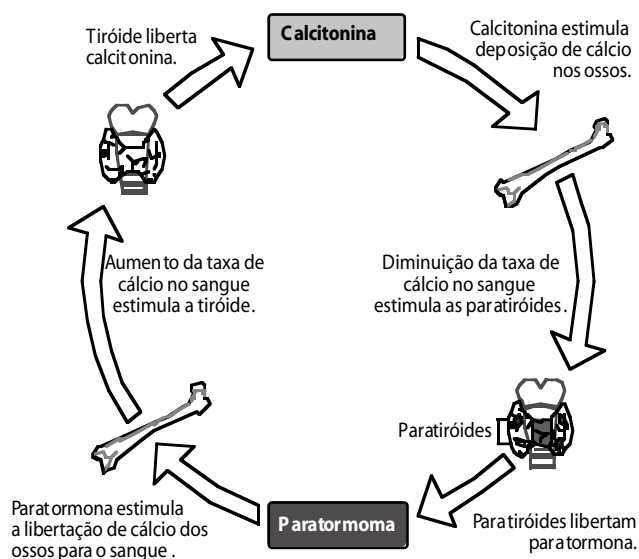
Um dos inúmeros exemplos de feedback negativo no sistema endócrino é a regulação da produção das hormonas **calcitonina** e **paratormona**, respectivamente, pelas glândulas tiróide e paratiróides. Estas duas hormonas são responsáveis pela manutenção dos níveis normais de cálcio na circulação, em torno de 9 a 11 mg por 100 ml de sangue.

A elevação do nível de cálcio no sangue estimula a tiróide a secretar calcitonina. Esta hormona promove a deposição de cálcio nos ossos e a eliminação de cálcio na urina, além de inibir a absorção desse mineral pelo intestino. Com isso, a taxa de cálcio no sangue diminui.

Quando a taxa de cálcio se torna menor do que 10 mg por 100 ml de sangue, a secreção de calcitonina é inibida e as glândulas paratiróides são estimuladas a secretar a paratormona. Esta hormona tem efeito inverso ao da calcitonina: liberta cálcio dos ossos para o sangue, estimula a absorção de cálcio pelo intestino e diminui a sua eliminação pelos rins.

Desta forma, a calcitonina e a paratormona mantêm um nível adequado de cálcio no sangue, condição essencial para o bom funcionamento das células. (Observe a figura).

in *Biologia dos Organismos*, Amabis & Marto (adaptado)



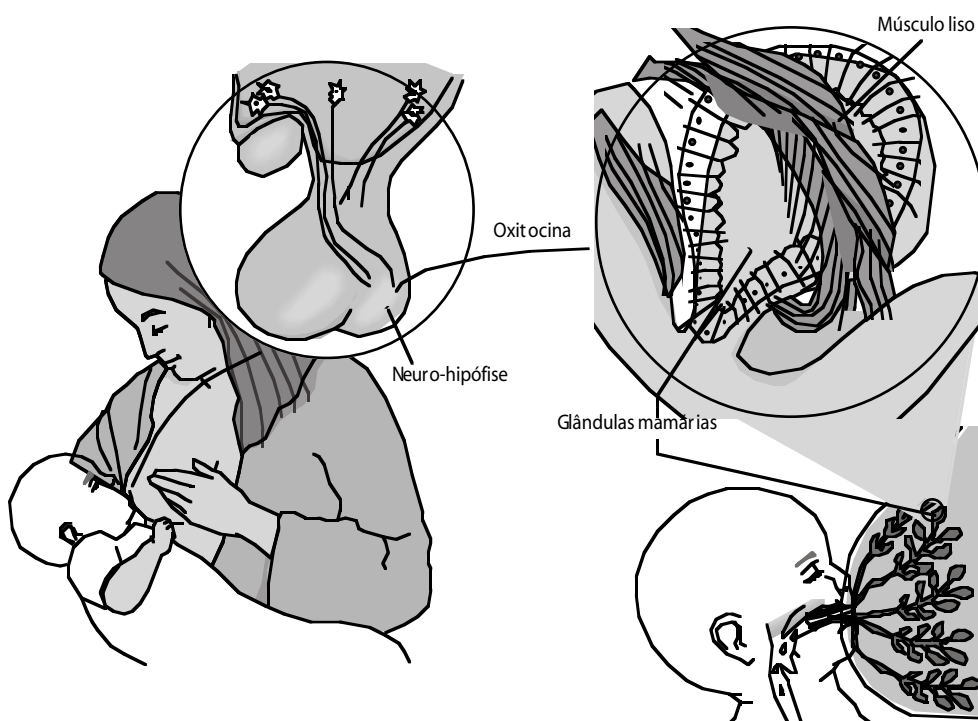
### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Esquematize o mecanismo de retroalimentação envolvido na manutenção dos níveis normais de cálcio no sangue.

### Actuação da hormona oxitocina

O termo "Oxitocina" deriva do grego *okys*, que significa "rápido". A denominação deve-se a um dos efeitos marcantes da oxitocina: acelerar as contracções uterinas que levam ao parto. Em muitos casos, os médicos aplicam soro contendo oxitocina na parturiente para apressar a expulsão do bebé. Outro efeito da oxitocina é promover o aleitamento. Esta hormona causa a contracção da musculatura lisa das glândulas mamárias, o que leva à expulsão do leite. O estímulo para a produção de mais oxitocina é a própria sucção do bebé. Nos homens, a função da oxitocina é ainda desconhecida (observe a figura).

*in Biologia dos Organismos, Amabis & Marto (adaptado)*



#### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Explique, de forma sucinta, o mecanismo de actuação da oxitocina.

## Papel do pâncreas na regulação dos níveis de glicose no sangue

O pâncreas apresenta tanto funções exócrinas como endócrinas, sendo, por isso, considerado uma glândula **mista** ou **anfícrina** (do grego *amphi*, dois, e *krynos*, secreção). A maior parte das células pancreáticas tem uma função exócrina, constituindo pequenas bolsas chamadas ácinos, que eliminam o suco pancreático no duodeno. A parte endócrina do pâncreas é constituída por centenas de pequenos aglomerados celulares denominados **ilhotas de Langerhans**.

As ilhotas de Langerhans apresentam dois tipos de células: as **células beta**, que constituem cerca de 70% de cada ilhota e produzem a hormona **insulina**, e as **células alfa**, responsáveis pela produção da hormona **glucagon**.

### Insulina

A insulina é uma hormona de natureza proteica cuja molécula apresenta 51 aminoácidos.

O seu principal efeito é facilitar a absorção de glicose pelos músculos esqueléticos e pelas células do tecido adiposo (gordura), além de promover a formação e o armazenamento de glicogénio no fígado. A insulina, portanto, **diminui** a concentração da glicose que circula no sangue.

### Diabetes mellitus

A insulina está relacionada com o distúrbio hormonal conhecido por **diabetes mellitus**. As pessoas diabéticas têm uma taxa elevada de glicose no sangue, ao ponto de esse açúcar ser excretado na urina.

Se o indivíduo produz pouca insulina, as suas células tornam-se pouco permeáveis à glicose e, por isso, degradam gorduras e proteínas para obter energia. Com isso, a pessoa diabética pode emagrecer e tornar-se fraca. Outro sintoma da diabetes *mellitus* é a produção de grande volume de urina, uma vez que a presença de muita glicose na urina inicial diminui a reabsorção de água pelos túbulos renais.

### Glugacon

O glugacon tem um efeito inverso ao da insulina, aumentando o nível de glicose no sangue. Esta hormona actua estimulando a transformação de glicogénio no fígado e a síntese de glicose a partir de outros nutrientes.

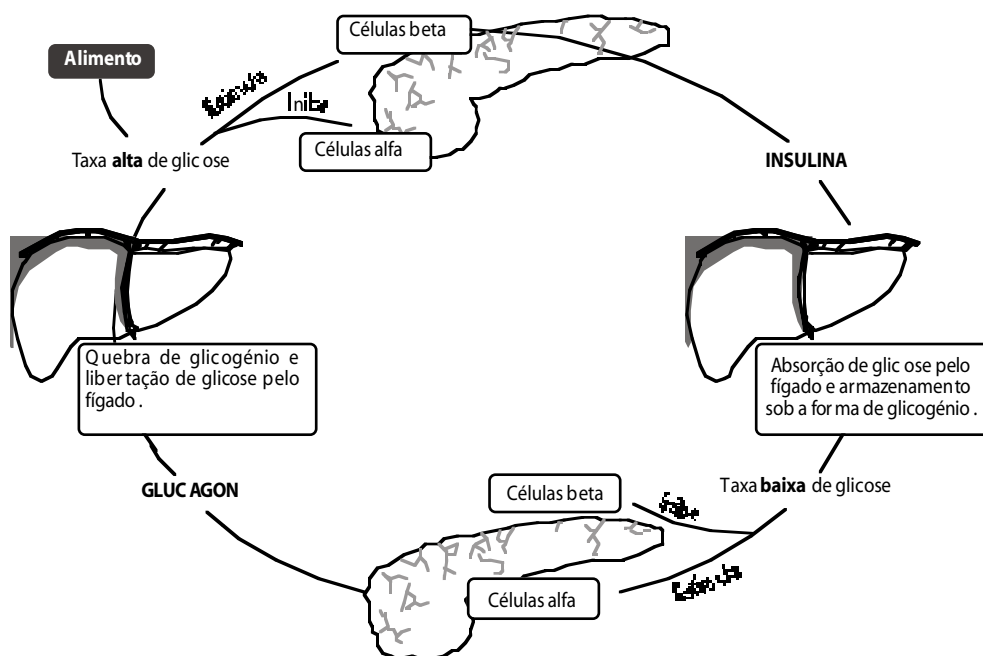
### Controlo da taxa de glicose no sangue

O nível normal de glicose no sangue situa-se em torno de 90 mg de glicose por 100 ml de sangue (0,9 mg/ml). Este valor é mantido pela interação entre insulina e glucagon.

Após uma refeição, a concentração de glicose no sangue aumenta, como resultado da absorção de açúcar pelas células intestinais. O aumento no nível sanguíneo de glicose estimula as células beta das ilhotas de Langerhans a secretarem insulina. Sob a acção desta hormona, as células absorvem mais glicose e a concentração desse açúcar no sangue diminui.

Se um indivíduo ficar sem se alimentar muitas horas, a concentração de glicose no sangue diminui. Quando o nível de glicose atinge menos de 0,7mg/ml, as células alfa das ilhotas de Langerhans são estimuladas a secretar glucagon. Sob a acção desta hormona, o fígado passa a converter glicogénio em glicose, libertando este açúcar na corrente sanguínea.

in *Biologia dos Organismos*, Amabis & Marto (adaptado)



#### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Por que razão o pâncreas é considerado uma glândula mista?
2. Indique as hormonas produzidas pelo pâncreas.
3. Qual o papel da insulina no organismo humano?
4. Qual o papel desempenhado pelo glucagon?
5. Esquematize o mecanismo de controlo dos níveis de glicose no sangue.

## Adrenalina – hormona da emergência

As glândulas supra-renais, localizadas uma sobre cada rim, são constituídas por dois tecidos secretores bastante distintos. Um deles forma a parte externa da glândula, o córtex, enquanto o outro forma a sua porção mais interna, a medula.

A medula adrenal produz duas hormonas principais: a **adrenalina** (ou **epinefrina**) e a **noradrenalina** (ou **norepinefrina**). Estas duas hormonas são quimicamente semelhantes e são produzidas a partir de modificações bioquímicas no aminoácido tirosina.

Quando um indivíduo se encontra numa situação de stress (susto, situações de grande emoção, etc.) o sistema nervoso estimula a medula adrenal a libertar adrenalina no sangue. Sob a acção desta hormona, os vasos sanguíneos da pele contraem-se e a pessoa fica pálida; o sangue concentra-se nos músculos e nos órgãos internos, preparando o organismo para uma resposta vigorosa.

A adrenalina também produz taquicardia (aumento do ritmo cardíaco), aumento da pressão arterial e maior excitabilidade do sistema nervoso. Estas alterações metabólicas permitem que o organismo dê uma resposta rápida à situação de emergência.

A noradrenalina é libertada em doses mais ou menos constantes pela medula adrenal, independentemente da libertação de adrenalina. A sua principal função é ajudar a manter a pressão sanguínea em níveis normais.

*in Biologia dos Organismos, Amabis & Marto (adaptado)*

### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Indique o papel da adrenalina no organismo humano.
2. Quais as principais alterações resultantes da libertação da adrenalina?

## Ação hormonal na muda dos insectos

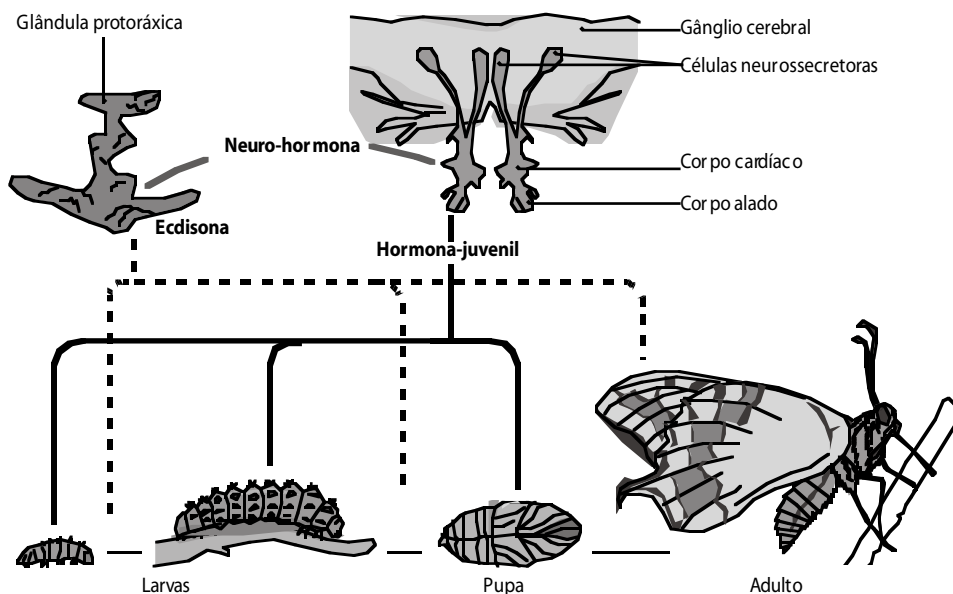
Nos artrópodes já foram identificadas diversas hormonas que regulam a muda do exoesqueleto, o balanço hídrico, a mudança de cor, etc. Destas, as mais estudadas têm sido as hormonas que controlam a troca do exoesqueleto nos insectos.

A muda do exoesqueleto é induzida pela hormona esteróide **ecdisona**, produzida pelas glândulas protorácicas. Quando a quantidade de ecdisona na hemolinfa aumenta, as células epidérmicas são induzidas a fabricar um novo exoesqueleto.

O tipo de exoesqueleto que vai ser produzido pela acção da ecdisona, porém, depende da quantidade da **hormona juvenil** na hemolinfa. Esta hormona é secretada por um par de glândulas localizadas atrás dos gânglios cerebrais.

Se a concentração da hormona juvenil na hemolinfa é elevada, as células epidérmicas respondem à acção da ecdisona produzindo um exoesqueleto de larva. Se a concentração da hormona juvenil for baixa, a ecdisona induz a formação de um exoesqueleto de adulto.

in *Biologia dos Organismos*, Amabis & Marto (adaptado)



### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Que consequências prevê para o desenvolvimento do insecto, se for fornecida uma elevada concentração de hormona juvenil às larvas ou às pupas?
2. Como justifica que alguns insecticidas, actualmente utilizados, sejam constituídos por substâncias sintéticas com efeitos semelhantes à hormona juvenil?

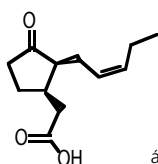
## Outros grupos de fitormonas

As fitormonas abordadas no Manual (auxinas, giberelinas, citiquininas, ácido abscísico e etileno) não são as únicas que existem. De facto, várias substâncias naturais reguladoras do crescimento e de outras funções em plantas foram isoladas desde a década de 90, do século passado, ou estudadas em detalhe nos últimos anos. Entre elas, incluem-se os Jasmonatos, os Salicilatos, os Brassinosteróides, as Turgorinas e as Poliaminas (bem como outras, tais como, os Flavonatos, as Oligosacarinas e as Strigolactonas).

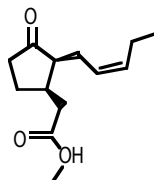
Seguidamente, apresentam-se exemplos destas substâncias, bem como algumas das acções mais importantes por elas reguladas.

### JASMONATOS

Os jasmonatos incluem substâncias como o ácido jasmónico e os seus ésteres (e.g. metil-jasmonato). Tal como a prostaglandina dos mamíferos, são derivados de ciclopentanona.



ácido jasmónico.



metil-jasmonato.

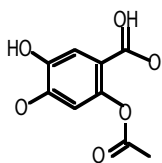
©Areal Editores

#### Efeitos fisiológicos:

Promovem a senescência. Actuam como defesa das plantas a ataque de insectos e organismos patogénicos. Modulam múltiplos aspectos do desenvolvimento das plantas, tais como a maturação dos frutos, a viabilidade do pólen, o crescimento da raiz ou a curvatura das gavinhas.

### SALICILATOS

Os salicilatos (e.g. ácido salicílico) pertencem ao grupo dos fenóis e encontram-se em todas as plantas, em maiores concentrações nas plantas termogénicas e nas que se encontram infectadas por organismos patogénicos.



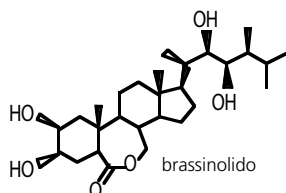
ácido salicílico.

#### Efeitos fisiológicos:

Induzem a floração. Resistência a organismos patogénicos. Produzem o fenómeno de termogénese (formação de órgãos ou tecidos por acção da temperatura).

### BRASSINOSTERÓIDES

Os brassinosteróides são polihidroxifenóis. O brasinolido foi o primeiro destes compostos a ser isolado de *Brassica napus*, em 1979, sendo também o mais activo. Hoje conhecem-se mais de sessenta destas substâncias.



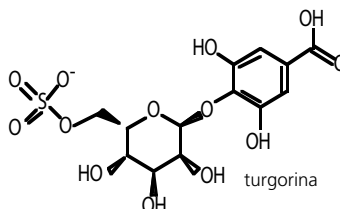
©Areal Editores

#### Efeitos fisiológicos:

Estimulam o alongamento e a divisão celular em segmentos de caules. Inibem o crescimento radicular. Estimulam o gravitropismo. Induzem a diferenciação do xilema. Atrasam a abscisão das folhas. Aumentam a resistência ao stresse.

### TURGORINAS

São derivados do ácido gálico ou catéquico.

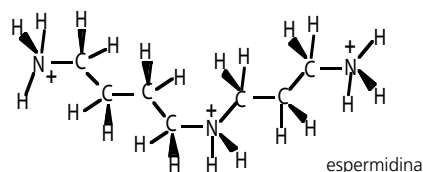
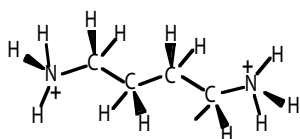


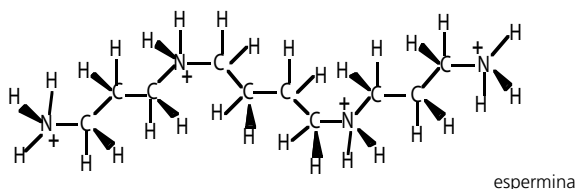
#### Efeitos fisiológicos:

Regulam os movimentos originados por turgescência celular (e.g. tigmonastia evidenciada por *Mimosa pudica*). Estimulam o alongamento e a divisão celular em segmentos de caules, inibem o crescimento radicular.

### POLIAMINAS

São moléculas policatiónicas presentes na maioria dos seres vivos, quer do reino das plantas, quer do reino dos animais. As poliaminas são conhecidas como reguladores do crescimento desde 1971, sendo as mais comuns a putrescina (uma diamina), a espermidina (uma triamina) e a espermina (uma tetramina). Também se encontrou cadaverina em alguns tecidos, embora a sua presença e distribuição seja muito limitada.





### Efeitos fisiológicos:

Regulam a diferenciação vascular. Inibem ou retardam os processos metabólicos associados à senescência dos tecidos (degradação de clorofilas, ácidos nucleicos e proteólise). Capacidade antioxidante e estabilizadora das membranas. Diferenciação de embriões em cultura de tecidos. Estão relacionados com situações de stresse, embora esta relação ainda não esteja bem definida.

Modificado a partir de:

Gross, D.; Parthier, B. (1994). *Novel natural substances acting in plant growth regulation*. Journal of Plant Growth Regulation 13(2): 93-114 Springer Ed. New York.

Creelman, R ; Mullett, J. (1997). *Oligosaccharins, Brassinolides, and Jasmonates: Nontraditional Regulators of Plant Growth, Development, and Gene Expression*. The Plant Cell, Vol. 9, 1211-1223. Ed. American Society of Plant Physiologists.

### PROPOSTA DE EXPLORAÇÃO

1. Enuncie os principais grupos de fitormonas que conhece, para além dos que foram citados neste documento.
2. Enumere alguns dos efeitos provocados por cada uma das hormonas que referiu na resposta anterior.
3. Elabore um quadro que sintetize os principais efeitos das fitormonas referidas neste documento.
4. Com o auxílio do seu professor e dos seus colegas, efectue uma pesquisa no sentido de conhecer mais sobre os efeitos das hormonas referidas na questão anterior.