

BIOLOGIA 10



TRANSFORMAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ENERGIA PELOS SERES VIVOS

- Respiração aeróbia
- Fermentação
- Trocas gasosas

Simbologia



Ligação para um
recurso externo

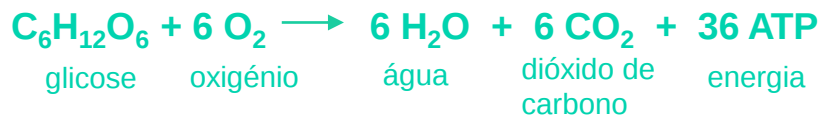


Nota de rodapé



RESPIRAÇÃO AERÓBIA

- A respiração celular ou respiração aeróbia* é o processo pelo qual as células transferem a energia de compostos orgânicos para o ATP, molécula que armazena energia “pronta a usar” pela célula.
- A glicose é o substrato mais comum da respiração aeróbia.
- A equação geral da respiração aeróbia é:



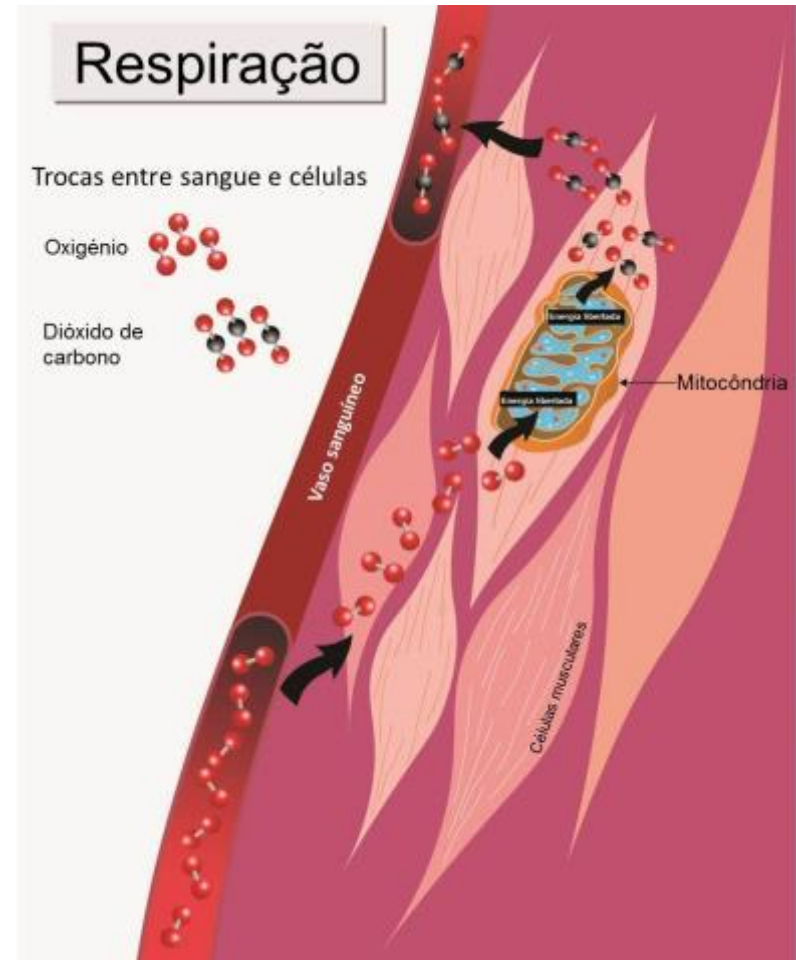
- A respiração aeróbia é uma sequência de reações químicas catalisadas por enzimas.



* Aeróbia significa dependente da presença de oxigénio.

RESPIRAÇÃO AERÓBIA

- A respiração aeróbia é um conjunto de reações químicas **exotérmicas** (com liberação de energia), de oxidação da glicose (ou degradação oxidativa da glicose).
- Nem toda a energia libertada nessas reações é transferida para o ATP. Uma parte é perdida na forma de calor.
- A respiração aeróbia ocorre em quase todas as células vivas, em animais, plantas, algas, fungos e bactérias.
- Nas células eucarióticas, a degradação oxidativa da glicose tem início no hialoplasma, mas a maior parte das reações ocorre na mitocôndria.
- Nos procariontes, a respiração aeróbia ocorre no citoplasma e na membrana plasmática.

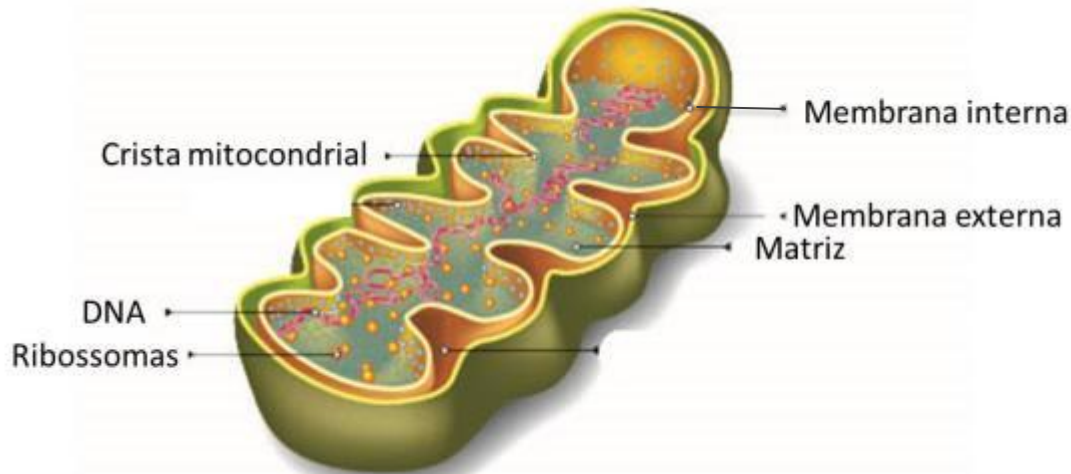


ULTRA-ESTRUTURA DA MITOCÔNDRIA

A mitocôndria é revestida por duas membranas. A membrana interna possui invaginações – cristas mitocondriais.

No interior da mitocôndria (matriz) há uma solução aquosa de enzimas, glicose, transportadores de elétrons, ATP, ADP, grupos fosfato e outras moléculas indispensáveis para a respiração aeróbia.

Na matriz da mitocôndria também se encontram ribossomas e DNA, cuja função é a síntese de proteínas indispensáveis para a degradação oxidativa da glicose.



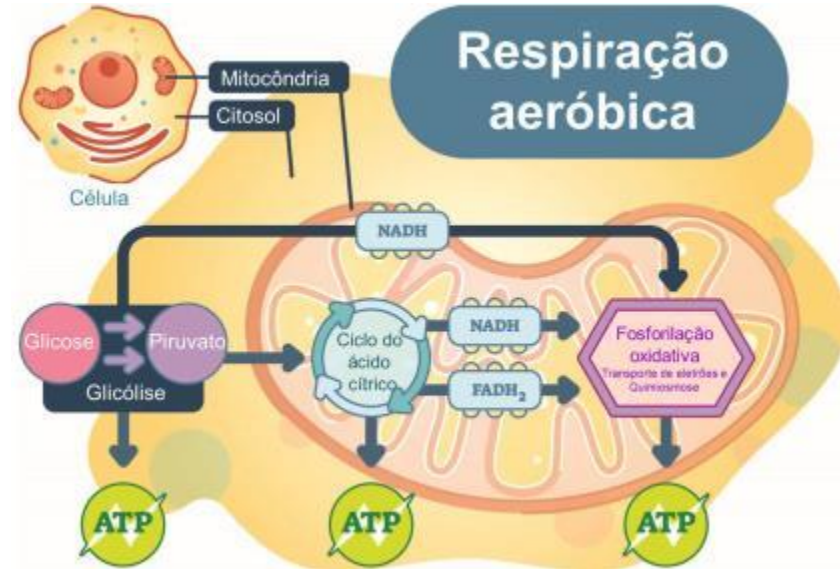
RESPIRAÇÃO AERÓBIA

Como se processa a respiração aeróbia?

A degradação oxidativa da molécula de glicose ocorre em três etapas:

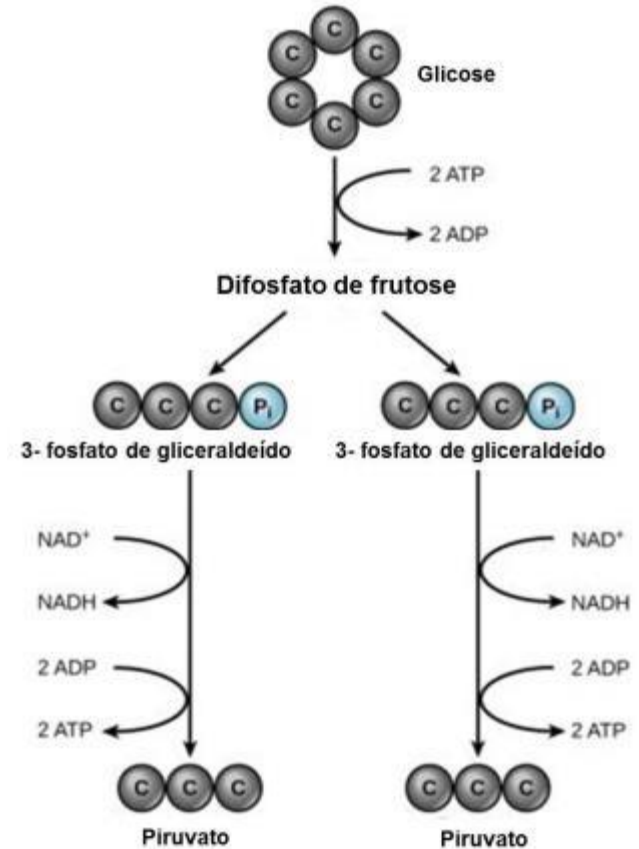
- **Glicólise**, onde ocorre a ativação da molécula de glicose e se inicia a sua hidrólise.
- **Ciclo de Krebs** (ou ciclo do ácido cítrico), onde se completam as reações de degradação da glicose.
- **Cadeia respiratória** ou cadeia transportadora de elétrons, onde se dá a fosforilação oxidativa.

Estes processos levam à quase completa oxidação de uma molécula de glicose, formando CO_2 e H_2O , com transferência de energia para o ATP.



Glicólise

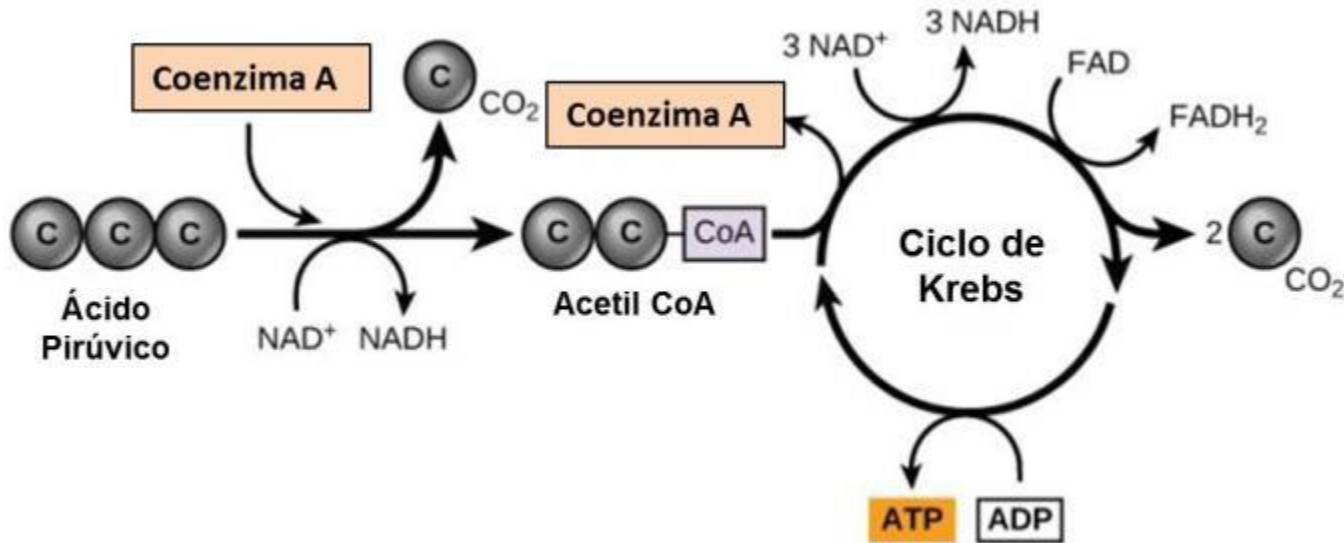
- A glicólise ocorre no citoplasma.
- Consiste num conjunto de reações que convertem a molécula de glicose (com 6 átomos de carbono – 6 C) em duas moléculas de ácido pirúvico ou piruvato (com 3 C cada), havendo a produção de 2 ATP e a redução de 2 NAD^+ em $\text{NADH} + \text{H}^+$.
- A glicólise começa com a ativação da molécula de glicose, para que se torne quimicamente ativa e se dê início à sua degradação; são gastos 2 ATP neste processo.
- Na fase de hidrólise da glicose em ácido pirúvico, ocorre a produção de 4 ATP.
- O rendimento energético da glicólise é de 2 ATP.



Entre a glicólise e o ciclo de Krebs (ou ciclo do ácido cítrico)

Antes de entrar no ciclo de Krebs, as duas moléculas de ácido pirúvico são descarboxiladas e oxidadas, resultando **duas moléculas de Acetil coenzima A** (Acetil CoA), um composto com 2 C.

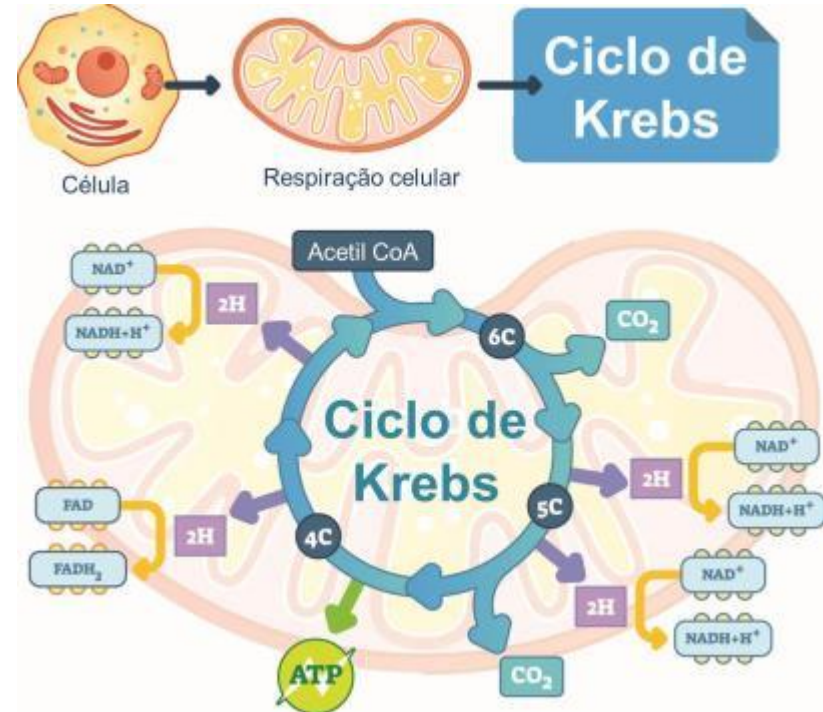
Nesta fase intermédia, por cada molécula de glicose libertam-se 2 moléculas de CO_2 e são reduzidas duas moléculas de NAD^+ , produzindo-se NADH.



RESPIRAÇÃO AERÓBIA

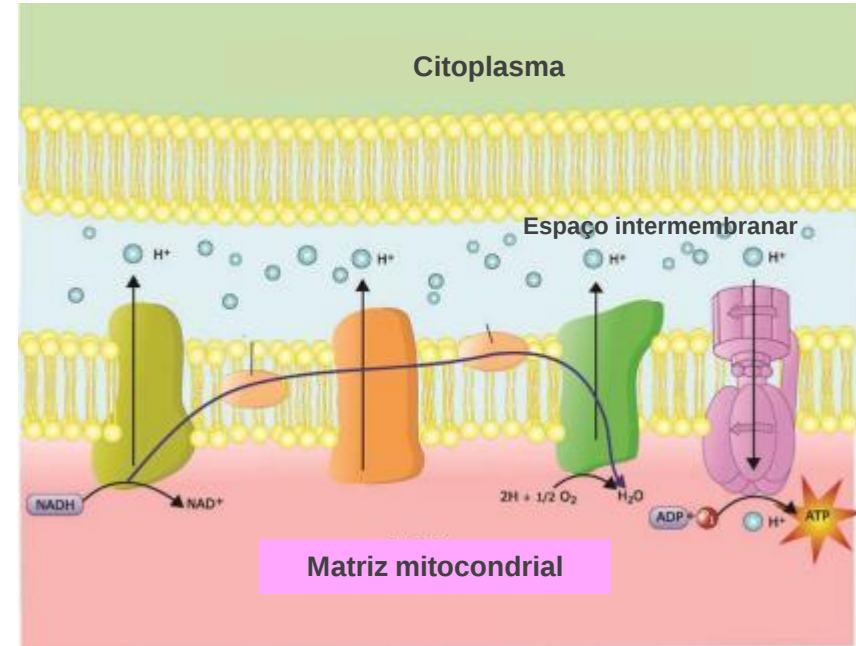
Ciclo de Krebs ou ciclo do ácido cítrico

- O ciclo de Krebs ocorre na matriz da mitocôndria dos eucariontes e no citoplasma dos procariontes.
- Neste ciclo de reações, cada molécula de acetil CoA é oxidada em água e dióxido de carbono.
- As reações são catalisadas por enzimas. Destacam-se as **descarboxilases** (catalisam as descarboxilações) e as **desidrogenases** (catalisam as reações de oxidação-redução que conduzem à redução de transportadores de prótons e elétrons, como o NAD^+ e o FAD).
- Por cada molécula de glicose degradada, no final do ciclo de Krebs formam-se:
 - 6 moléculas de NADH
 - 2 moléculas de FADH_2
 - 2 moléculas de ATP
 - 4 moléculas de CO_2



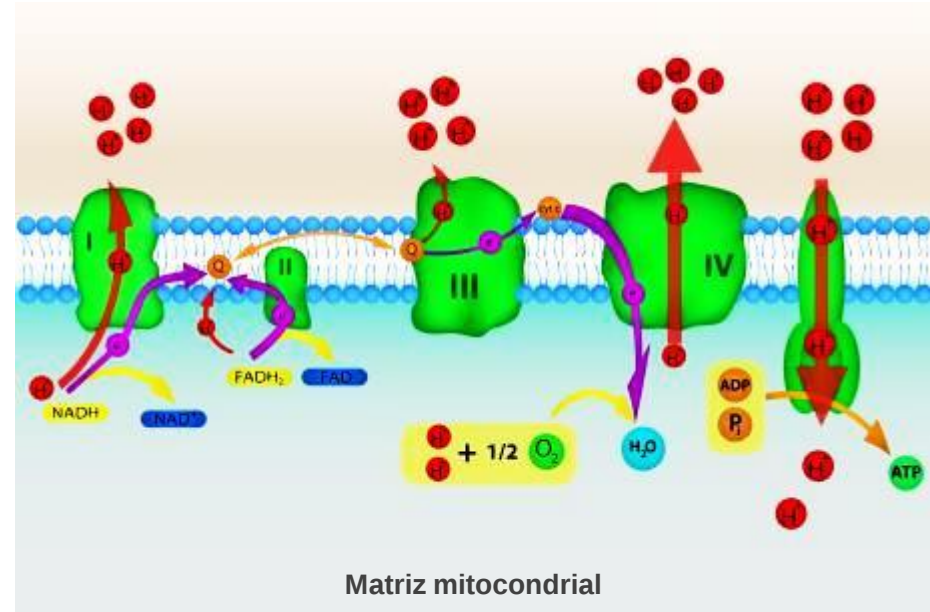
Cadeia respiratória ou cadeia transportadora de elétrons

- Nesta fase, são oxidadas as moléculas de NADH e FADH_2 resultantes do ciclo de Krebs e que transportam elétrons e prótons. Estes são captados pelo oxigénio, o aceitador final desta cadeia.
- Nos eucariontes, estas reações ocorrem entre o espaço intermembranar e a matriz mitocondrial. As proteínas que regulam este processo situam-se na membrana interna da mitocôndria.
- Nos procariontes, estas reações ocorrem em invaginações da membrana plasmática, nos locais onde existem as proteínas transportadoras.
- As reações da cadeia respiratória são exoenergéticas, sendo libertada energia que é em parte utilizada para fosforilar ADP em ATP.



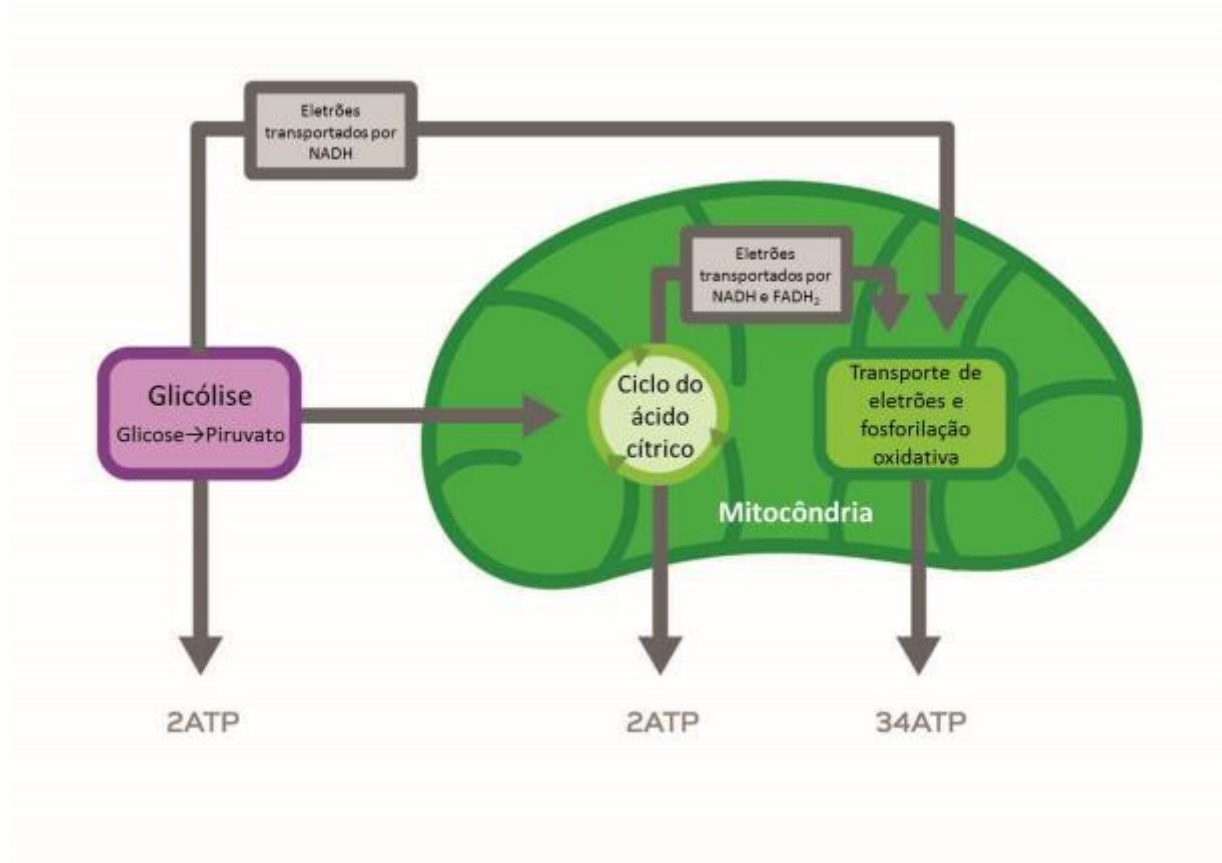
Cadeia respiratória ou cadeia transportadora de elétrons

- Os elétrons passam por uma série de proteínas transportadoras de elétrons que se encontram na membrana interna da mitocôndria.
- O fluxo de elétrons ao longo da cadeia respiratória provoca o transporte ativo de prótons ao longo da cadeia através da membrana interna da mitocôndria.
- Os prótons regressam à matriz mitocondrial por difusão e, simultaneamente, o ADP sofre uma fosforilação oxidativa formando 32 ou 34 ATP.
- No final da cadeia respiratória, o oxigênio é o aceitador final de elétrons e recebe também prótons, formando-se moléculas de água.



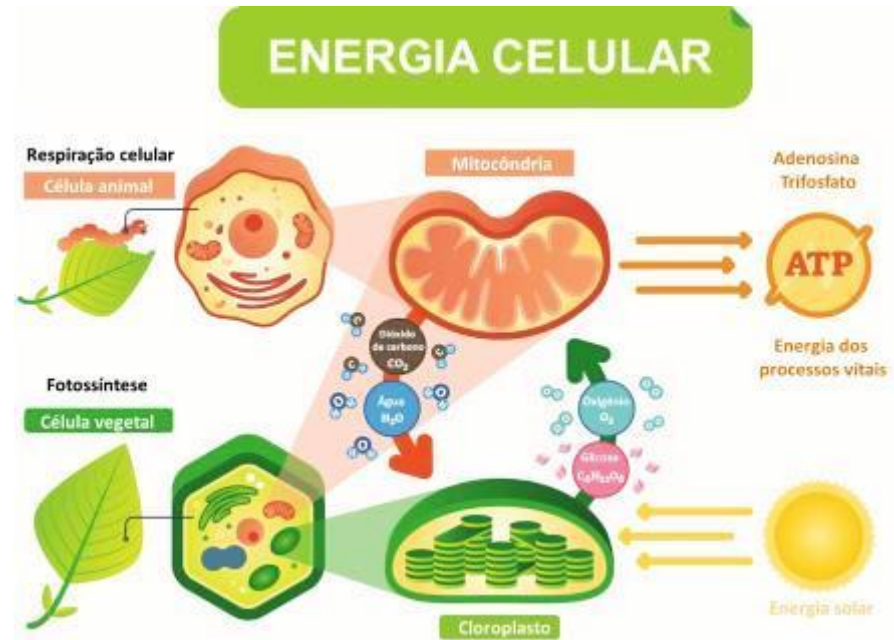
Rendimento energético da respiração

O conjunto de reações da respiração aeróbia produz, no máximo, 38 ATP.



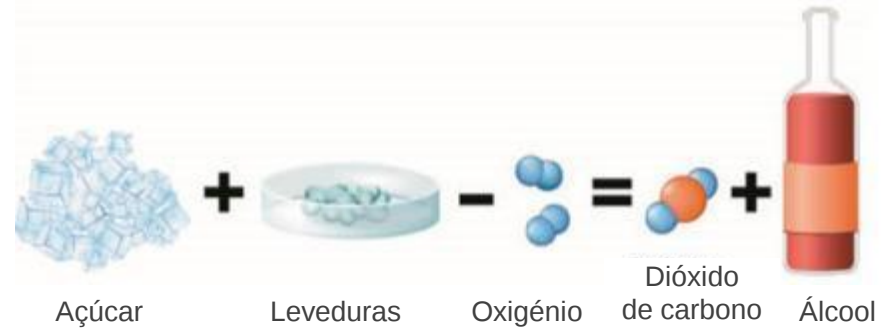
RESPIRAÇÃO CELULAR E FOTOSÍNTESE

- Nos ecossistemas ocorrem simultaneamente fotossíntese e respiração, estando o ciclo do oxigênio estreitamente ligado ao ciclo do carbono.
- A matéria orgânica que é fabricada na fotossíntese, a partir da água e do dióxido de carbono, com liberação de oxigênio, é degradada através da respiração dos seres vivos, resultando água e dióxido de carbono, que ficam novamente disponíveis para a fotossíntese (**ciclo de matéria**).
- A matéria orgânica que é sintetizada pelos organismos fotossintéticos contém energia química (com origem na energia luminosa) que pode ser utilizada pelos seres vivos, na respiração celular e depois nas várias atividades que requerem energia, dissipando-se sob a forma de calor (**fluxo de energia**).



FERMENTAÇÃO

Alguns organismos que vivem frequentemente em ambientes sem oxigénio (ambientes anaeróbios), como é o caso de muitos fungos, possuem uma via metabólica alternativa para a produção de energia a partir da glicose – **fermentação**.



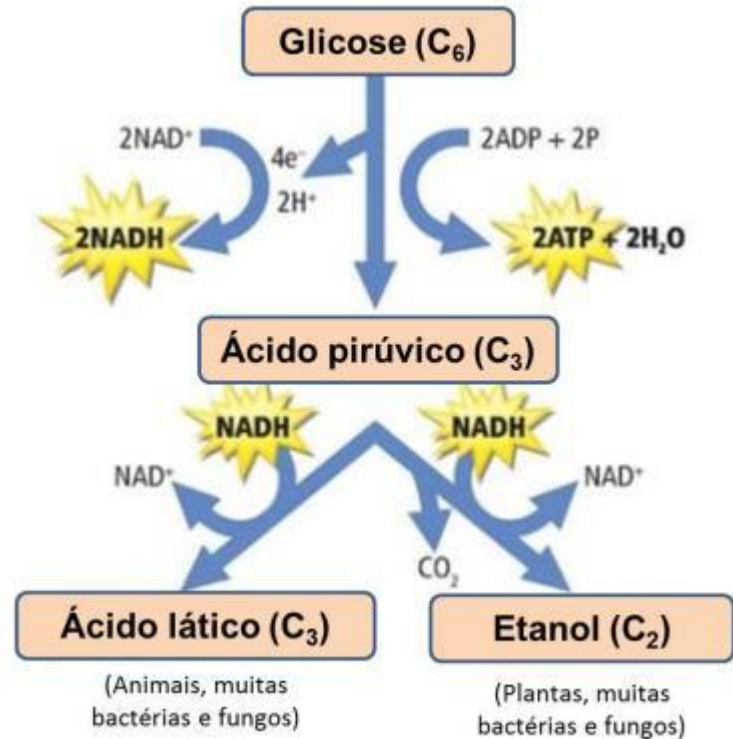
- Este processo corresponde a uma oxidação parcial da molécula de glicose, com formação de um composto final ainda muito rico em energia, como por exemplo o álcool etílico. Assim, o **rendimento energético** da fermentação é inferior ao da respiração aeróbia, uma vez que os produtos finais da reação são mais ricos em energia do que os da respiração aeróbia.
- Na natureza ocorrem diferentes processos de fermentação, que levam à formação de produtos finais diversos. Contudo, a primeira fase da fermentação é sempre a glicólise, fase comum também à respiração aeróbia.

FERMENTAÇÃO

Os produtos finais mais comuns da fermentação são o **álcool etílico** e o **ácido láctico**.

- Na **fermentação láctica**, o ácido pirúvico é reduzido (com hidrogénio proveniente da fase anterior – glicólise) originando ácido láctico.
- Na **fermentação alcoólica**, além da redução, o ácido pirúvico sofre descarboxilação, resultando um composto com 2 C, o álcool etílico.

O **rendimento energético da fermentação** é muito inferior ao da respiração aeróbia: apenas **2 moléculas de ATP**, em contraste com as 38 moléculas de ATP resultantes da oxidação completa da glicose (em água e dióxido de carbono).



UTILIZAÇÃO DA FERMENTAÇÃO PELO SER HUMANO

Desde os primórdios da História que a fermentação tem sido utilizada para transformar e conservar alimentos.

Um dos exemplos é o fabrico do pão.
A adição de leveduras (fungos unicelulares) à massa do pão leva à obtenção de bolhas de ar que tornam o pão maior e mais fofo.

Qual a origem das bolhas de ar?

As leveduras, durante o descanso da massa, fazem a **fermentação alcoólica** de uma pequena parte das moléculas de glicose da farinha. Dessa fermentação resultam moléculas de álcool etílico (que, por serem muito voláteis, evaporam durante a cozedura) e de dióxido de carbono. A acumulação deste gás produz as bolhas de ar dentro do pão.



UTILIZAÇÃO DA FERMENTAÇÃO PELO SER HUMANO

A **fermentação alcoólica** do açúcar das uvas ou de outros frutos e de alguns cereais é utilizada para o fabrico de bebidas alcoólicas, como o vinho e a cerveja.



UTILIZAÇÃO DA FERMENTAÇÃO PELO SER HUMANO

A **fermentação láctica** do açúcar do leite (lactose) é utilizada para o fabrico de iogurte. A fermentação está também na base de muitos processos de conservação de alimentos.

Faça uma pesquisa sobre a utilização da fermentação pelo ser humano.



Interpretação e planificação de experiências

Fermentação alcoólica em leveduras

Em 3 balões Erlenmeyer com saída lateral ligada a um tubo de borracha, adicionaram-se os seguintes componentes:

A: 100 ml de água morna + 15 g de açúcar

B: 100 ml de água morna + 5 g de leveduras

C: 100 ml de água morna + 5 g de leveduras + 15 g de açúcar

Taparam-se os balões e inseriu-se a saída de cada tubo de borracha num gobelé com água (pH = 7).

Passados 5 minutos mediu-se o pH da água.

Nota: Recorde que o CO_2 reage com a água formando um ácido fraco.

Resultados

Resultados da medição do pH dos gobelés ligados aos balões:

A: pH = 7

B: pH = 6,5

C: pH = 4

Apenas no Erlenmeyer C se observou ar a borbulhar no gobelé, junto à saída do tubo.

1. Interprete os resultados.
2. Usando um dispositivo experimental semelhante, planifique uma experiência que permita investigar a influência da temperatura no processo da fermentação.



METABOLISMO CELULAR

Metabolismo celular é um conjunto de reações bioquímicas e processos físicos que decorrem nas células e nos organismos. As reações metabólicas são catalisadas por enzimas. O metabolismo é usualmente dividido em duas categorias: o catabolismo e o anabolismo.

Anabolismo – reações metabólicas de síntese de moléculas mais complexas a partir de moléculas mais simples implicando consumo de energia.
Exemplo: Síntese proteica a partir de aminoácidos.

Catabolismo – reações metabólicas em que compostos químicos complexos são degradados em moléculas mais simples com libertação de energia.
Exemplo: Oxidação da glicose na respiração celular.

Metabolismo celular

Anabolismo: as moléculas mais simples são convertidas em moléculas mais complexas. Este processo necessita de energia.



Catabolismo: as moléculas mais complexas são transformadas em moléculas mais simples. Este processo liberta energia.



TROCAS GASOSAS NOS ANIMAIS

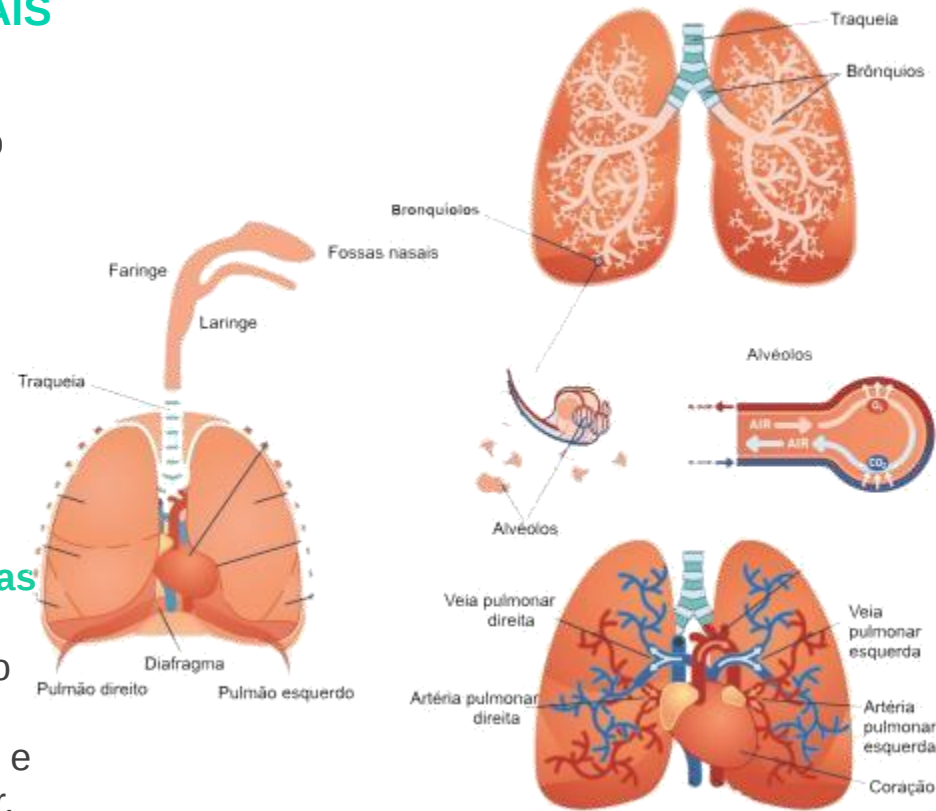
Os sistemas respiratórios asseguram as trocas gasosas com o meio, necessárias para a respiração celular.

Recorde o sistema respiratório humano

No ser humano, tal como na generalidade dos mamíferos, os **pulmões** estão localizados na caixa torácica, revestida pelo diafragma e pelas costelas e músculos intercostais.

Aos pulmões ligam-se as **vias respiratórias** – **fossas nasais**, **faringe**, **laringe**, **traqueia** e **brônquios**.

Nestas vias realiza-se um movimento bidirecional do ar, entre o interior e o exterior dos pulmões, assim como, na inspiração, um gradual aquecimento do ar e retenção de partículas em suspensão contidas no ar. Os pulmões são constituídos por milhões de **alvéolos**, revestidos por um epitélio simples, cobertos de muco e altamente vascularizados por capilares sanguíneos de membrana muito fina.

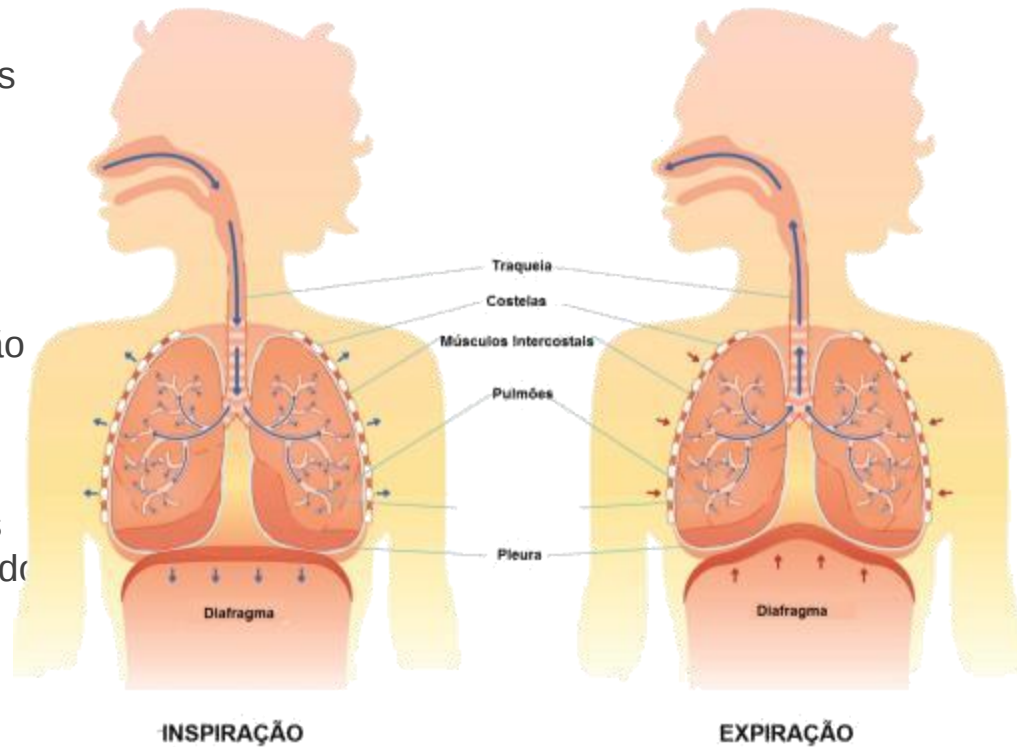


Ventilação pulmonar

A **ventilação pulmonar** é feita por movimentos de contração e relaxamento dos músculos da cavidade torácica (intercostais e diafragma).

Durante a **inspiração** os músculos contraem, aumentando o volume do tórax e provocando uma diminuição da pressão alveolar em relação à pressão do ar no exterior e **o ar entra nos pulmões**.

Na **expiração**, processo passivo, os músculos relaxam, o tórax diminui de volume, aumentando a pressão alveolar e a consequente **saída do ar para o exterior**.

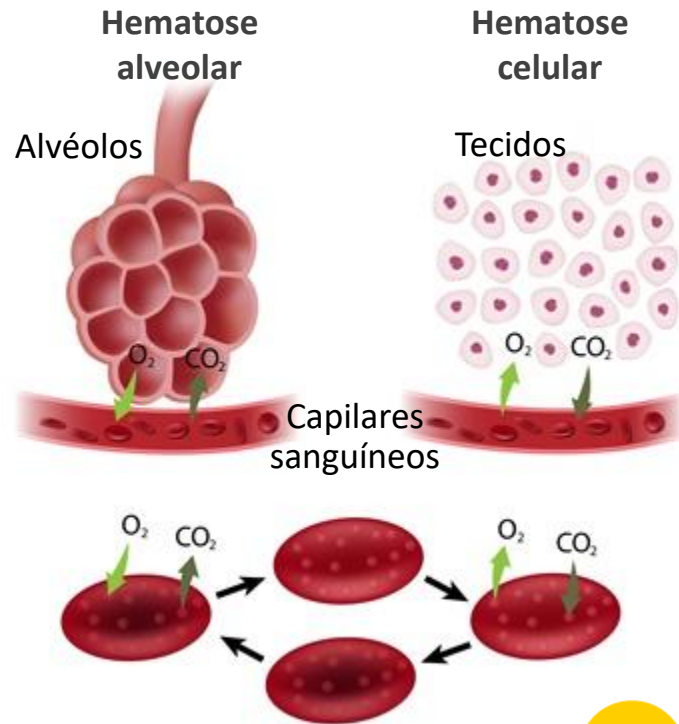


TROCAS GASOSAS NOS ANIMAIS

Hematose refere-se às trocas gasosas entre o sangue e o ar (hematose pulmonar ou alveolar) e entre o sangue e as células (hematose celular).

A **hematose alveolar** depende da diferença de pressão parcial do oxigênio e do dióxido de carbono entre os alvéolos e os capilares sanguíneos. A pressão parcial de oxigênio nos alvéolos pulmonares é maior do que nos capilares sanguíneos pelo que o oxigênio passa, por difusão simples, dos alvéolos para os capilares. No caso do dióxido de carbono, a pressão parcial é superior nos capilares, dando-se a difusão no sentido contrário.

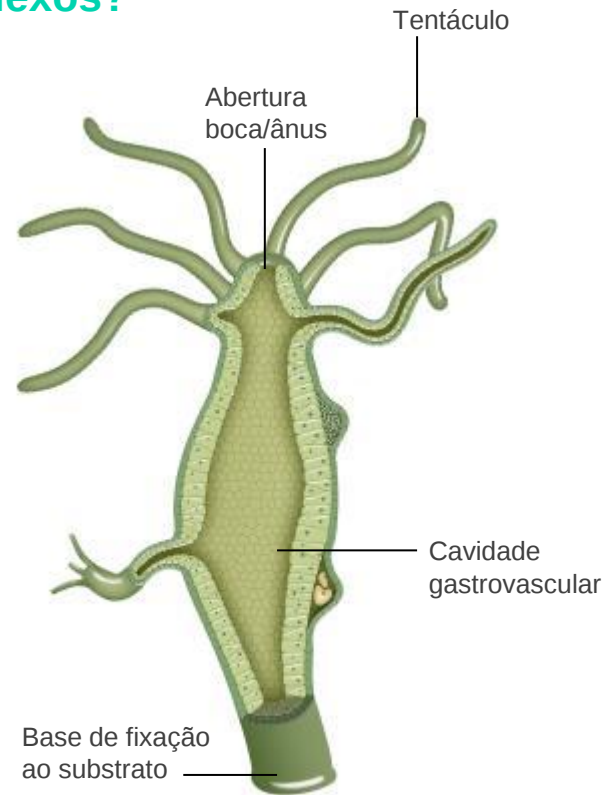
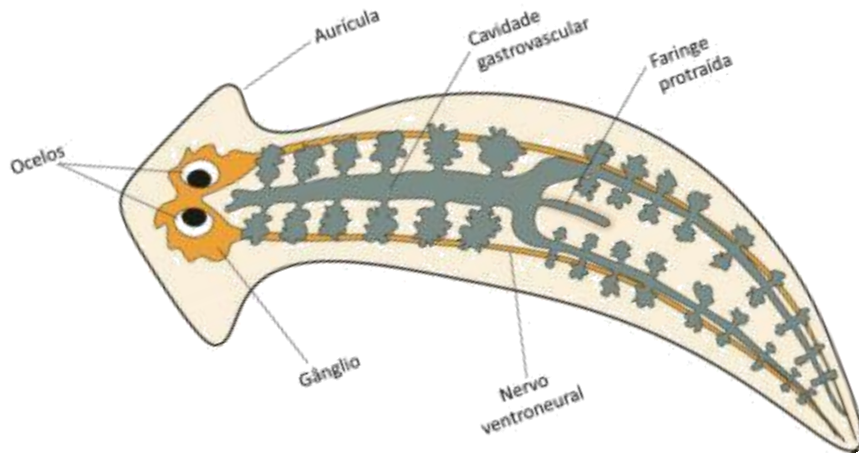
Na **hematose celular** ocorre o inverso, pois a pressão parcial do oxigênio é menor nas células do que nos capilares, e a pressão parcial de dióxido de carbono é superior nas células.



Terão todos os animais sistemas respiratórios complexos?

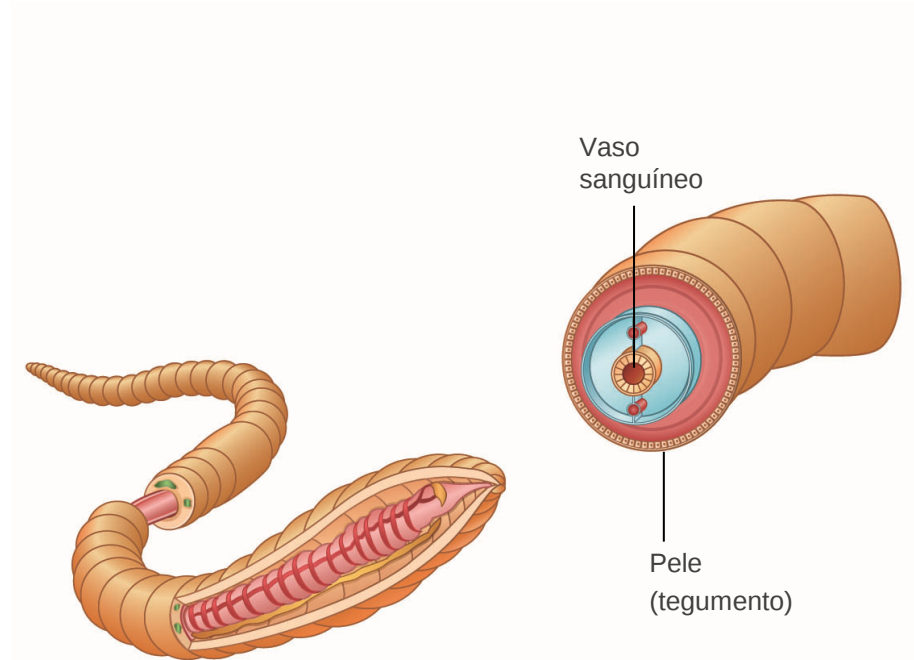
Tal como acontece com outros sistemas de órgãos, o aumento do tamanho do corpo dos animais exigiu sistemas respiratórios cada vez mais complexos.

Assim, células de animais muito simples, como a **planária** e a **hidra**, realizam trocas gasosas diretamente com a água do meio exterior ou da cavidade gastrovascular. Neste caso, diz-se que ocorre **difusão direta** dos gases.



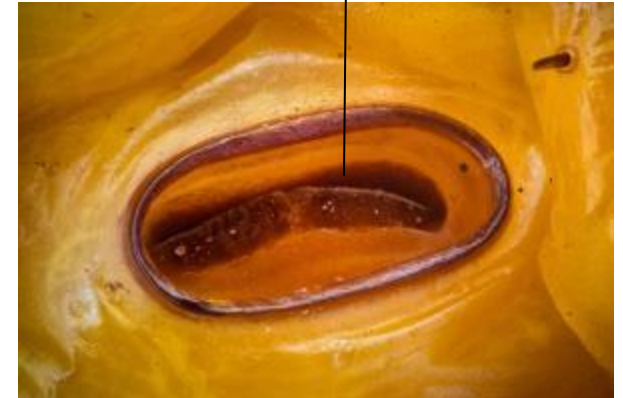
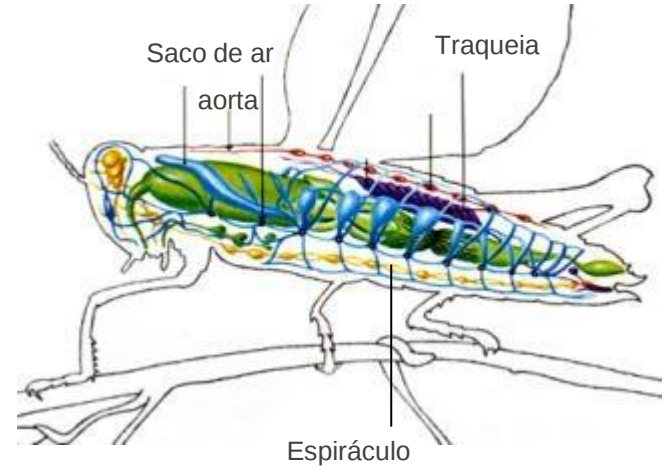
Trocas gasosas na minhoca

- Na **minhoca** o tegumento (pele) é a superfície respiratória, ou seja, a superfície através da qual se dão as trocas gasosas com o meio. Diz-se que ocorre **hematose cutânea**.
- Trata-se também de **difusão indireta**, pois a hematose cutânea e celular ocorrem com intermediação de um líquido circulante em vasos (sangue).
- A hematose cutânea ocorre noutros animais invertebrados que vivem em lugares húmidos.
- Alguns vertebrados, como os anfíbios adultos, utilizam a hematose cutânea e pulmonar simultaneamente.



Sistema respiratório dos insetos

- Os **insetos** possuem canais internos ramificados (**traqueias**) que abrem para o exterior através de orifícios (**opérculos**).
- Um movimento rítmico dos insetos provoca a abertura dos opérculos e a entrada e saída de ar para as traqueias (ver *links*).
- Alguns insetos (voadores, com mais necessidade de energia) têm sacos de ar associados às traqueias, aumentando ainda mais a quantidade de ar que entra no sistema e que pode ficar armazenado.

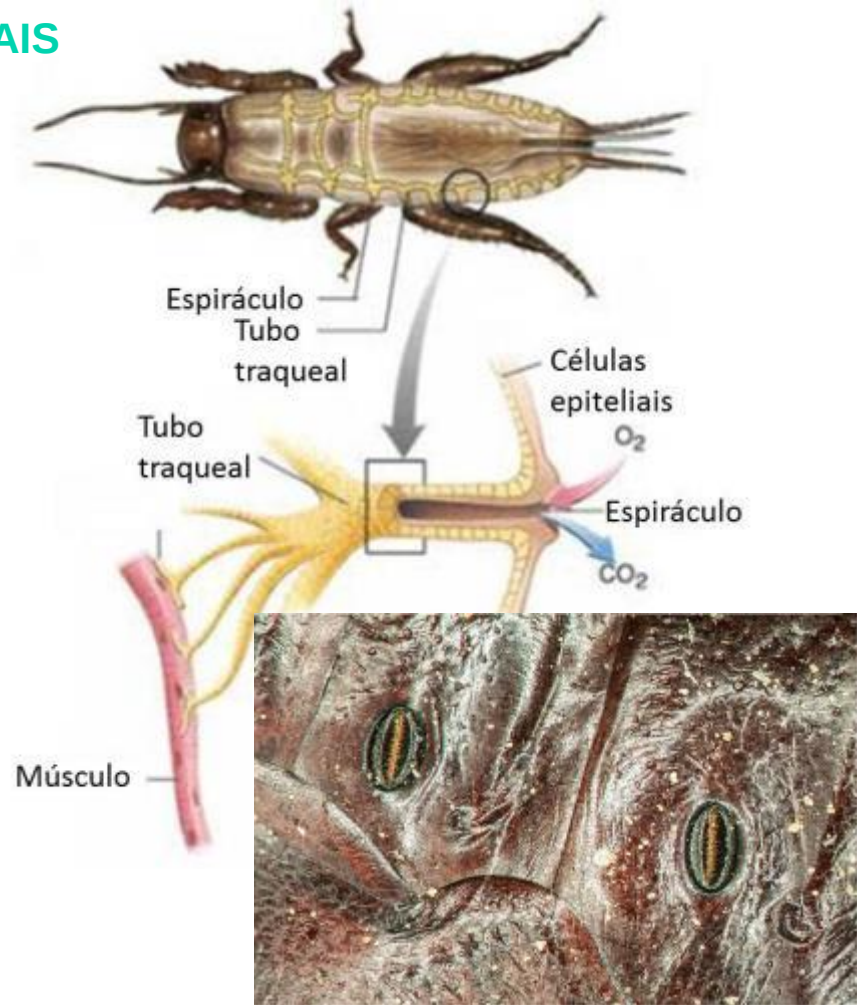


TROCAS GASOSAS NOS ANIMAIS

A difusão dos gases nos **insetos** dá-se entre o ar das traqueias e o líquido que banha as células – **difusão direta** (não há um sistema circulatório envolvido no transporte dos gases para as células).



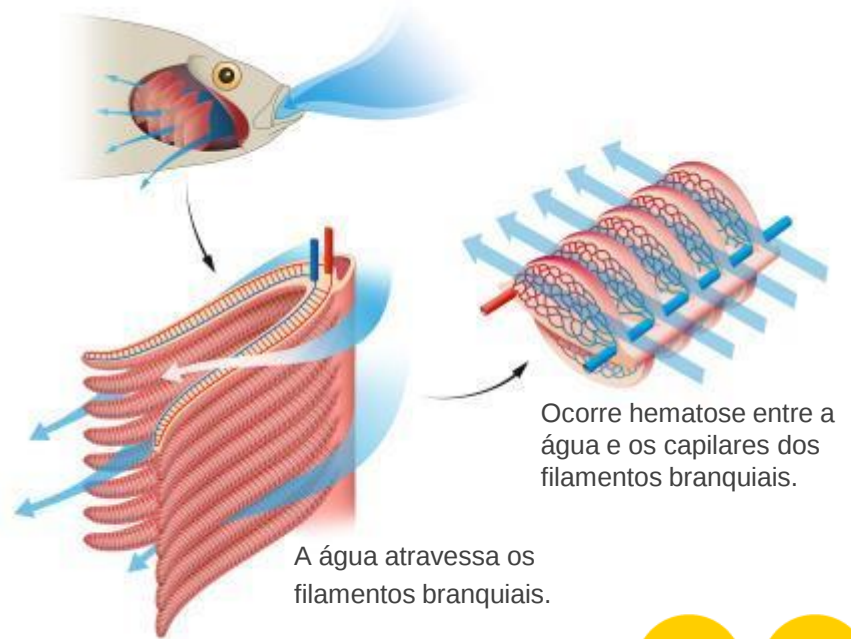
Traqueia do bicho-da-seda (ampliada 40 ×)



Sistema respiratório dos peixes

- A superfície respiratória dos **peixes**, tal como da maior parte dos animais aquáticos, são as **brânquias**.
- A hematose ocorre entre a água (que tem gases respiratórios dissolvidos) e o sangue – **difusão indireta**.
- O peixe coordena a abertura da boca e dos opérculos de modo a assegurar um fluxo contínuo de água nas brânquias.
- Os filamentos branquiais, muito finos, estão em estreito contacto com o sangue dos capilares, facilitando assim as trocas entre a água e o sangue.

A água entra na boca do peixe e sai por duas aberturas laterais (fendas operculares)



TROCAS GASOSAS NOS ANIMAIS

Outros animais com hematose pulmonar, além do ser humano

Os **anfíbios**, os **répteis**, as **aves** e os **mamíferos** possuem respiração pulmonar, embora em alguns seja complementada por outros tipos de hematose.

Contudo, a forma, a localização e o tamanho dos pulmões e das vias respiratórias dependem do meio onde vivem e do modo como vivem estes animais.



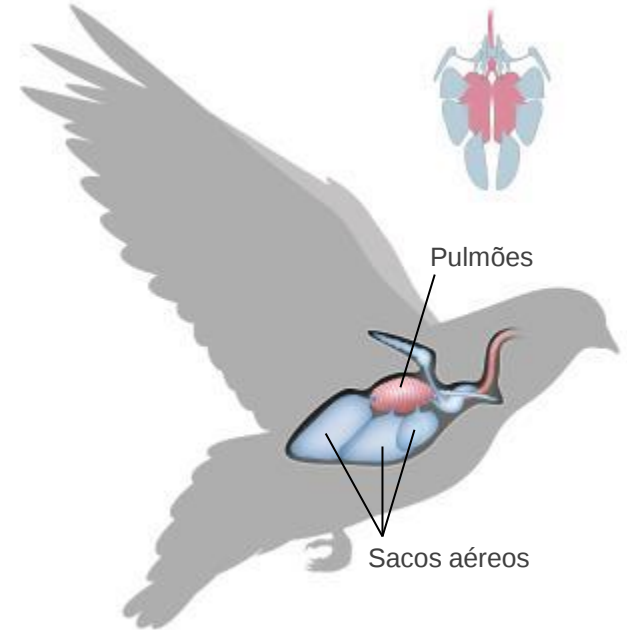
Sistema respiratório das aves

O sistema respiratório das **aves** prepara-as para a elevada taxa de metabolismo associada ao voo, à corrida, à natação, etc.

Os pulmões são muito eficientes e a ventilação pulmonar é muito rápida.

Os pulmões estão ligados a sacos aéreos que armazenam ar. Embora não participem da hematose, os sacos aéreos facilitam o fluxo de ar nos pulmões, promovendo trocas gasosas durante a inspiração e a expiração. Estes sacos também tornam o animal menos denso (facilitando o voo) e participam na regulação da temperatura corporal.

As aves não possuem diafragma, estando os movimentos respiratórios dependentes apenas dos músculos peitorais e intercostais.



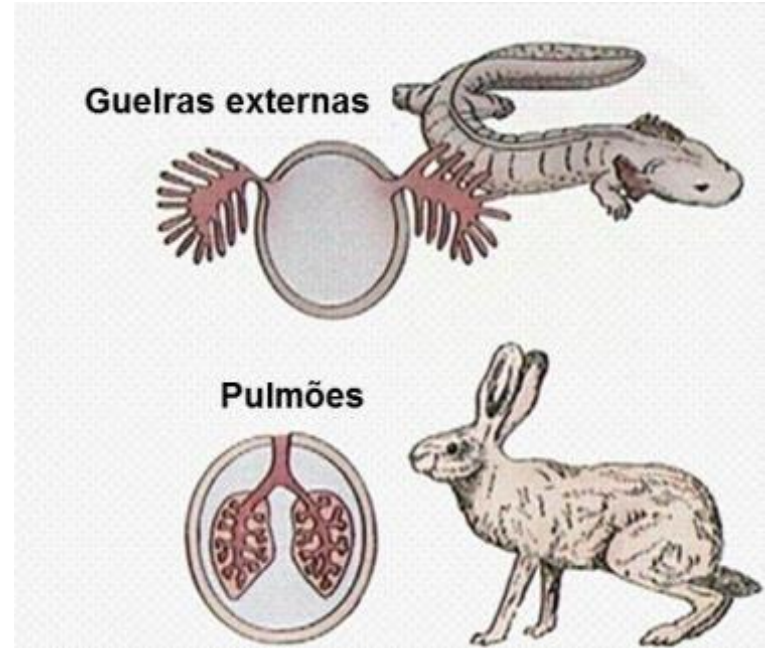
Superfícies respiratórias externas e internas

Explique o facto de animais como os peixes, as larvas de anfíbios e os crustáceos aquáticos terem superfícies respiratórias externas ou muito próximas da superfície, ao contrário do que acontece nos animais terrestres.

Todos os exemplos referidos têm vida aquática, e as suas superfícies respiratórias estão muito expostas ao meio exterior.

Contudo, as superfícies respiratórias não correm o risco de dessecação precisamente porque estão em contacto ou muito próximas da água.

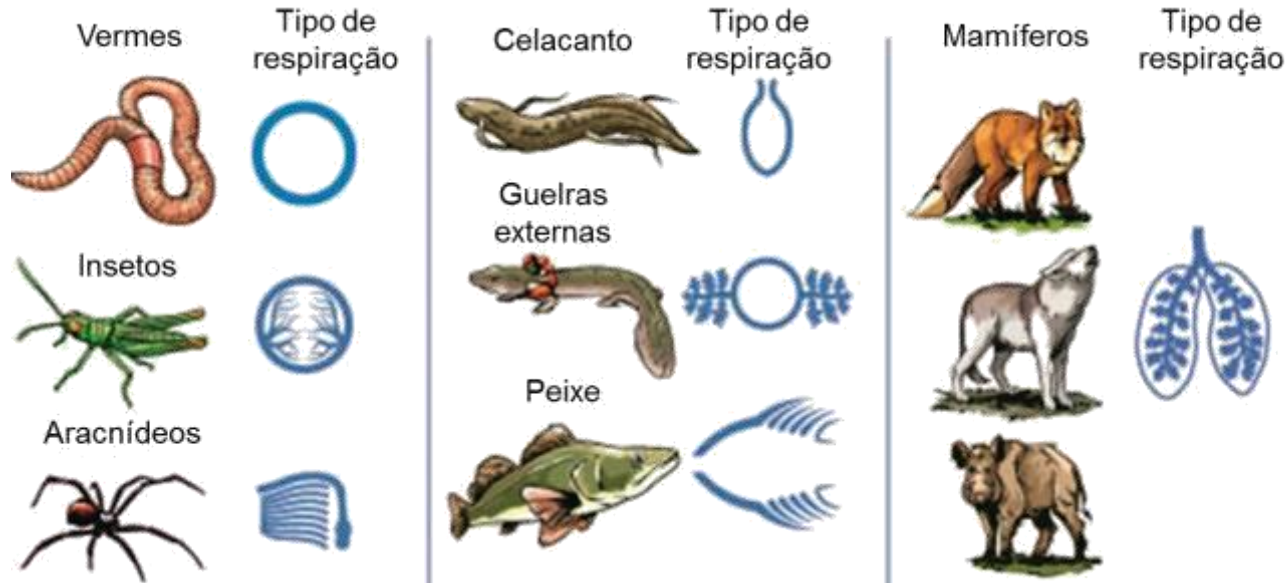
No coelho, tal como noutros animais terrestres, as superfícies respiratórias estão protegidas da dessecação, no interior do corpo.



Superfícies respiratórias

As superfícies respiratórias podem ser muito diversas no reino animal (traqueias, brânquias, pele, alvéolos pulmonares), consoante o meio onde vivem os organismos. Contudo, algumas características comuns podem ser encontradas em todas elas.

Deduza as características comuns a todas as superfícies respiratórias dos animais.



Características comuns a todas as superfícies respiratórias dos animais:

- **Finas**, o que facilita o movimento dos gases respiratórios.
- **Húmidas**, o que permite a difusão simples dos gases.
- **Grande área** (de contacto com o meio), tornando as trocas mais eficientes.
- **Muito vascularizadas** (grande área de contacto com o líquido interno, sangue ou outro).