NOVO CURRÍCULO DO ENSINO SECUNDÁRIO

BIOLOGIA 12

PRÉ-UNIVERSITÁRIO



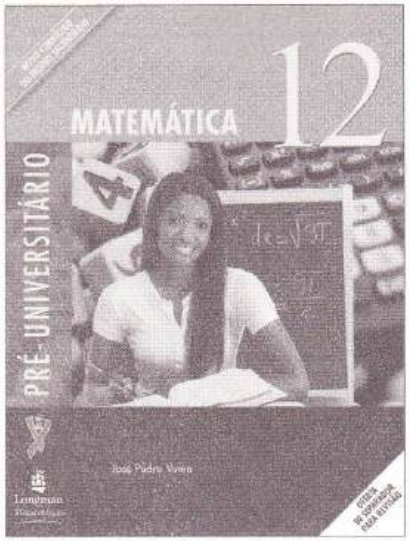
Maria Amália Manjate
Maria Clara Rombe

Longman
Moçambique

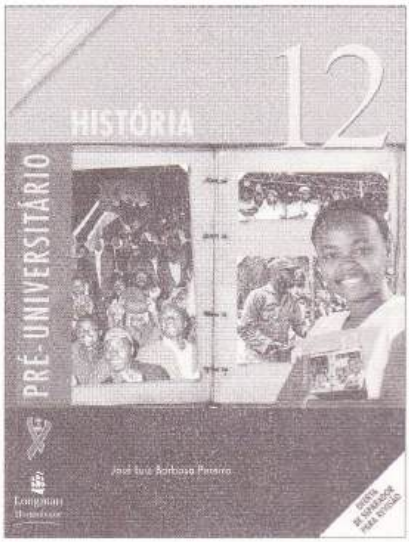
OFERTA DE SEPARADOR PARA REVISÃO

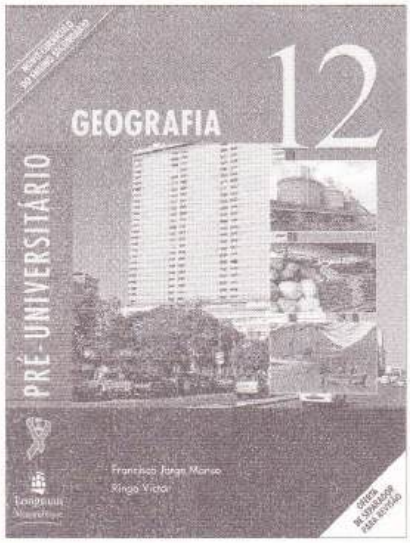
Títulos disponíveis para a 12.ª Classe







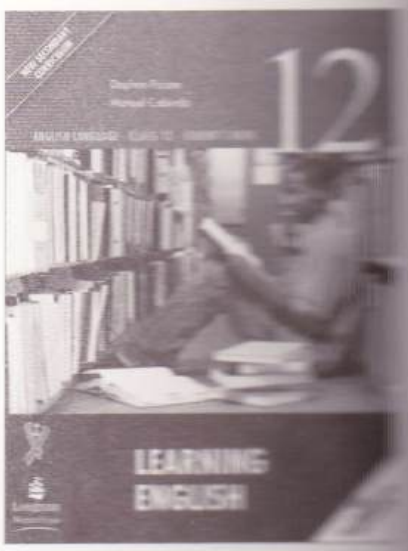












Maria Amália Manjate
Maria Clara Rombe

BIOLOGIA 12



PRÉ-UNIVERSITÁRIO

Longman
Moçambique

EduSkills
MOÇAMBIQUE

Biblioteca Digital EduSkills

Livros, exames e materiais de apoio para estudar melhor



100% Gratuito

Livros Escolares	Exames Escolares	Exames de Admissão	Exames Resolvidos
CLIQUE AQUI	CLIQUE AQUI	CLIQUE AQUI	CLIQUE AQUI

Estude onde estiver.
Aprenda no seu ritmo.
Construa o seu futuro.

A Biblioteca Digital **EduSkills** é o seu companheiro de estudo para alcançar melhores resultados e realizar sonhos.

ACEDER À BIBLIOTECA

www.eduskills.co.mz

CONFIANÇA
Segurança, credibilidade e compromisso.

EDUCAÇÃO
Conhecimento que transforma vidas.

MOÇAMBIQUE
Orgulho de ser moçambicano, foco no nosso país.

INOVAÇÃO
Tecnologia e educação caminhando juntas.

Introdução

Caro Aluno,

É chegada a última etapa do Ensino Secundário. Ao longo deste último ano, vais ter a oportunidade de rever muitos dos conteúdos abordados nas classes anteriores, bem como aprofundar esses mesmos conhecimentos.

O presente Livro tem como objectivo ajudar-te desenvolver várias capacidades e competências e adquirir os conhecimentos previstos pelo Ministério da Educação e Cultura.

Este Livro servirá de auxiliar diário para as aulas da 12.ª classe, em conjunto com as informações que poderás adquirir na vida prática em sociedade, em revistas, nos *media* e em outros livros escolares e enciclopédias que possas adquirir ou consultar em bibliotecas.

Este Livro orienta no esclarecimento sobre a anatomia e fisiologia e de certos fenómenos naturais biológicos, físicos e químicos que ocorrem nos seres vivos, nos diferentes níveis de organização. Através deste Livro também terás possibilidade de testar e comprovar certos fenómenos através de experiências e actividades laborais. Permite-te ainda consolidar os conhecimentos adquiridos no percurso da aprendizagem, apresentando no final dos diferentes capítulos e unidades, exercícios cujas respostas se encontram nos textos relativos a cada conteúdo. Desse modo, relendo o conteúdo das lições, encontrarás as respostas adequadas para cada questão colocada; não excluas, porém, a possibilidade de contar com a colaboração dos teus colegas, de profissionais de saúde ou de professores e de consultar outras fontes bibliográficas.

O Livro aborda temas como a estrutura e o funcionamento das células, dos tecidos animais e vegetais; trata do estudo da anatomia e fisiologia das plantas e de animais escolhidos, dando maior relevância à anatomia e fisiologia humanas. Estes conteúdos encontram-se ordenados em três unidades:

Unidade 1 – Citologia;

Unidade 2 – Fisiologia Vegetal;

Unidade 3 – Fisiologia Animal.

Cientes de estarmos a contribuir positivamente para o processo de ensino-aprendizagem, apoiando-te a ti e aos professores, preparando-te para continuares na longa jornada que é o estudo das ciências naturais, fazemos votos para que gostes da forma como abordamos os conteúdos e que os mesmos te esclareçam de forma satisfatória acerca dos temas programados para a 12.ª classe. Em suma, desejamos que este Livro seja um instrumento fundamental para o teu percurso escolar na área das ciências naturais e que te traga muito êxito.

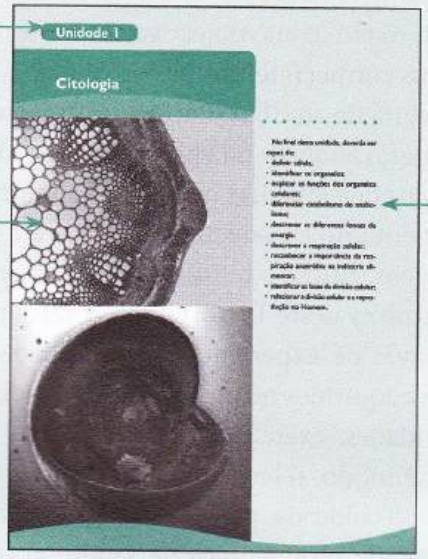
As autoras

Estrutura do Livro

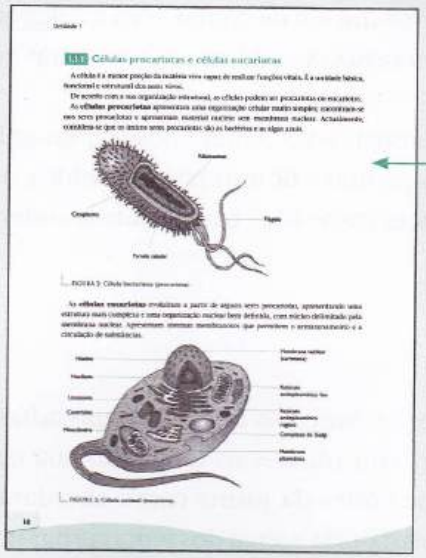
O Livro do Aluno de Biologia para a 12.ª classe é composto por três unidades didácticas, que apresentam a seguinte estrutura:

Indicação da unidade e do tema

Imagem motivadora

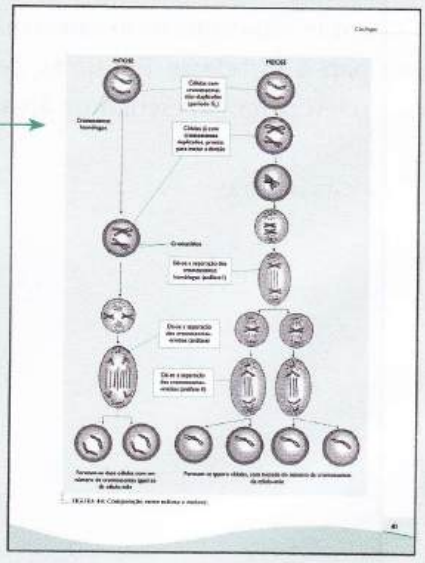


Objectivos da unidade

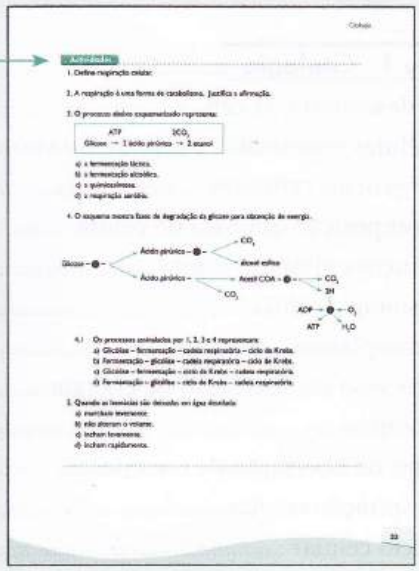


Textos explicativos acompanhados de imagens que ilustram e complementam os conteúdos

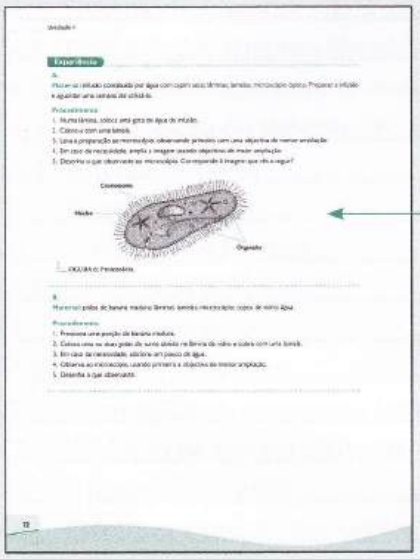
Ilustrações que complementam os conteúdos desenvolvidos no texto



Actividades que permitem fazer a revisão e a aplicação dos conhecimentos adquiridos



Experiências que permitem pôr em prática alguns dos conteúdos desenvolvidos na unidade



Vamos relembrar...
Resumos dos principais conteúdos tratados ao longo das unidades



Este Livro inclui ainda um prático separador para revisão, com informação útil para o Aluno.

Índice

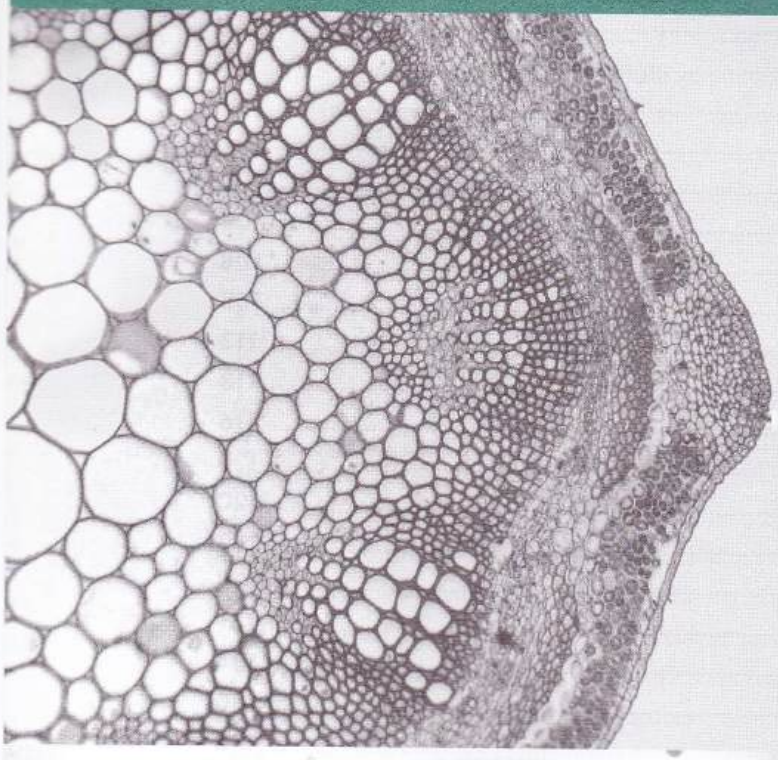
		Pág.
Unidade 1	**Citologia**	9
1.1	A descoberta da célula	9
1.1.1	Células procariotas e células eucariotas	10
1.2	Organelos celulares	13
1.3	Composição química da célula	17
1.3.1	Funções vitais da célula	20
1.4	Fisiologia celular	23
1.4.1	Protoplasma – um colóide	23
1.4.2	Processo de libertação de energia	26
1.4.3	Enzimas	26
1.4.4	Vias de libertação de energia	28
1.5	Respiração celular	28
1.6	Ciclo celular	34
Unidade 2	**Fisiologia vegetal**	44
2.1	Fisiologia vegetal	45
2.1.1	Meristemas ou tecidos meristemáticos	45
2.2	Tecidos definitivos	47
2.2.1	Tecidos parenquimatosos	47
2.2.2	Tecidos de suporte	48
2.2.3	Tecidos vasculares ou condutores	49
2.3	Factores que determinam a fertilidade do solo	55
2.4	Anatomia das raízes	58
2.5	Tipos de membranas	61
2.6	Circulação da seiva bruta	63
2.6.1	Causas do movimento da seiva	63
2.7	Função dos plastídeos	72
2.8	Fotossíntese	73
2.8.1	Pigmentos fotossintéticos	73
2.8.2	Espectro de absorção e espectro de acção	75
2.9	Fases da fotossíntese	77
2.10	Factores que influenciam a actividade fotossintética	82

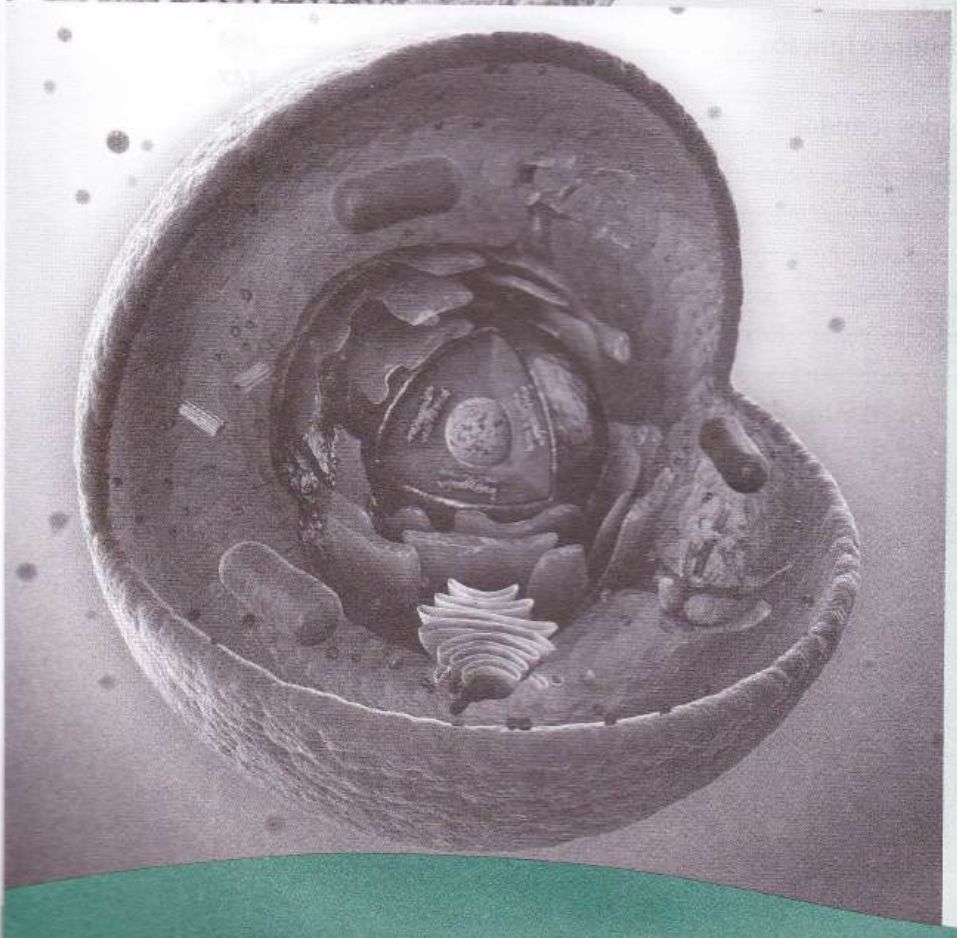
		Pág.
Unidade 3	**Fisiologia animal**	90
3.1	Histologia animal	91
3.1.1	Tecidos epiteliais	91
3.1.2	Tecidos conjuntivos	93
3.1.3	Tecidos sanguíneos	98
3.1.4	Tecido muscular	99
3.1.5	Tecido nervoso	101
3.2	Sistema digestivo	103
3.2.1	Digestão no Homem	104
3.3	Sistema respiratório	108
3.3.1	Evolução dos sistemas respiratórios	108
3.4	Sistema circulatório	113
3.4.1	Evolução dos sistemas circulatórios	113
3.4.2	Tipos de sistemas circulatórios	116
3.4.3	Constituição do sistema circulatório	120
3.4.4	Sistema linfático	120
3.5	Sistema excretor	123
3.6	O sistema endócrino	130
3.6.1	Função das hormonas	131
3.7	Sistema nervoso	134
3.7.1	Tipos de neurónios	140
3.7.2	Actos reflexos, estrutura e função	142
3.7.3	Evolução de um encéfalo, estrutura e função	144
3.8	Órgãos dos sentidos	147
3.8.1	Estrutura e função dos órgãos dos sentidos	147
3.9	Sistemas reprodutores	155
3.9.1	Sistema reprodutor humano	158
3.9.2	Ciclo menstrual	162
3.9.3	Métodos contraceptivos	164
3.9.4	Fisiologia do parto e fases	165
3.10	Ontogénese	167

EduSkills MOÇAMBIQUE
Livros Escolares
Exames Escolares
Exames de Admissão
Exames Resolvidos
ACEDER À BIBLIOTECA
www.eduskills.co.mz

Unidade 1

Citologia





No final desta unidade, deverás ser capaz de:

- definir célula;
- identificar os organelos;
- explicar as funções dos organelos celulares;
- diferenciar catabolismo de anabolismo;
- descrever as diferentes fontes de energia;
- descrever a respiração celular;
- reconhecer a importância da respiração anaeróbia na indústria alimentar;
- identificar as fases da divisão celular;
- relacionar a divisão celular e a reprodução no Homem.

1.1 A descoberta da célula

A história da célula começa com a invenção do microscópico pelos cientistas Hans Janssen e Zacharias Janssen, no século XVI. Estes descobriram que as lentes permitiam a observação de alguns objectos invisíveis a olho nu.

Durante muitos anos, o holandês Antonie Van Leeuwenhoek (1632–1723) procurou construir um microscópio, o que conseguiu com uma pequena lente inserida numa placa de cobre e conectada num parafuso móvel e uma agulha. Usando este microscópio, conseguiu observar alguns microrganismos.

Mais tarde, Robert Hooke (1635–1703) observou fatias de cortiça ao microscópio, constantando que o material era poroso e que apresentava pequenas caixas, às quais chamou «células» (do latim *cella*, pequena cavidade). Na realidade, Hooke observou blocos hexagonais que eram as paredes de células vegetais mortas.

Ainda no século XVII, Marcello Marpighi (1628–1694) descreveu a presença de muitas células nos animais e nas plantas e Nehemiah Grew (1641–1712) comprovou a estrutura celular das plantas.

Um pouco mais tarde, no século XIX, Mathias Schleiden (1804–1881), com Theodor Schwann (1810–1882), preocupou-se em compreender a estrutura microscópica das plantas, mais do que classificá-las – estabeleceu que as diferentes partes de uma planta são constituídas por células ou derivados celulares. Estes estudos acabariam por ser aplicados ao reino animal, resultando na **Teoria Celular**, segundo a qual as plantas e os animais são constituídos por pequeníssimos elementos, as células, unidades básicas na estrutura e função de todos os organismos. Em resumo, a Teoria Celular defende o seguinte:

- todos os seres vivos são constituídos por células;
- a célula é a unidade hereditária dos seres vivos;
- as células resultam de outras pré-existentes;
- as células resultam por divisão de uma célula-mãe.

A Teoria Celular foi uma das mais importantes definições da história da Biologia. Apesar das diferenças quanto à forma e à função, concluiu-se que todos os seres vivos têm em comum o facto de serem formados por células.

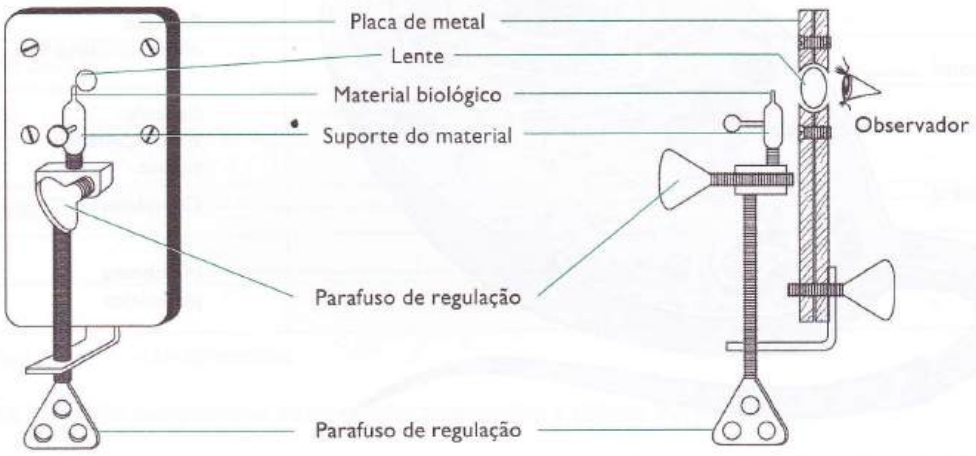


FIGURA 1: Microscópio de Leeuwenhoek.

1.1.1 Células procariotas e células eucariotas

A célula é a menor porção da matéria viva capaz de realizar funções vitais. É a unidade básica, funcional e estrutural dos seres vivos.

De acordo com a sua organização estrutural, as células podem ser procariotas ou eucariotas.

As **células procariotas** apresentam uma organização celular muito simples; encontram-se nos seres procariotas e apresentam material nuclear sem membrana nuclear. Actualmente, considera-se que os únicos seres procariotas são as bactérias e as algas azuis.

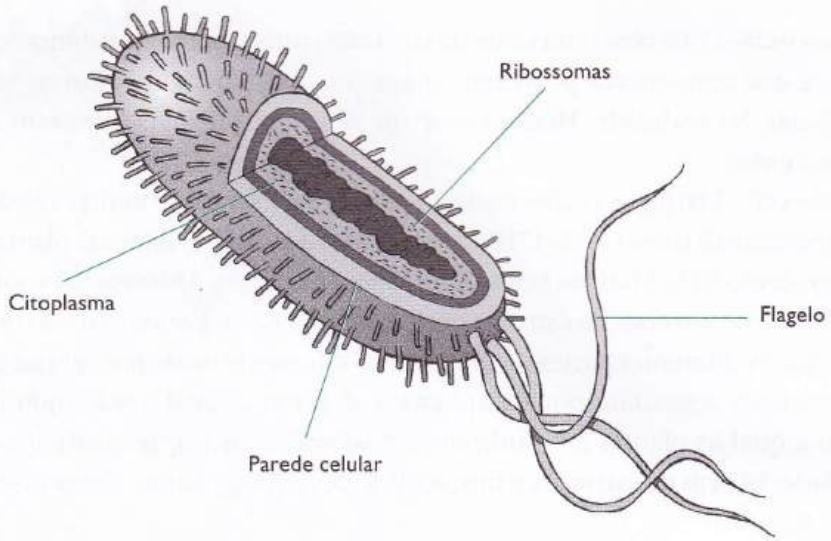


FIGURA 2: Célula bacteriana (procariota).

As **células eucariotas** evoluíram a partir de alguns seres procariotas, apresentando uma estrutura mais complexa e uma organização nuclear bem definida, com núcleo delimitado pela membrana nuclear. Apresentam sistemas membranosos que permitem o armazenamento e a circulação de substâncias.

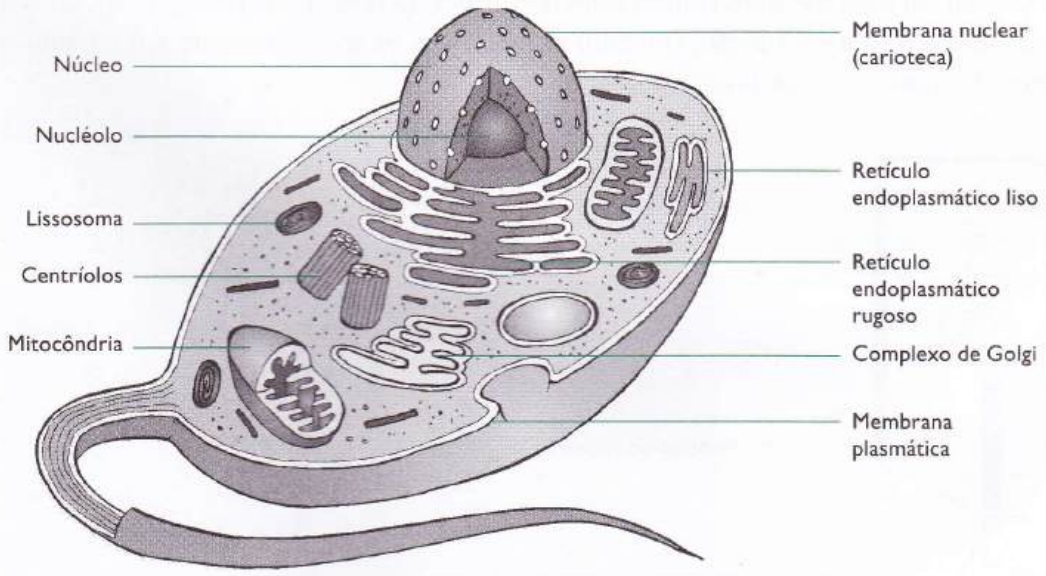


FIGURA 3: Célula animal (eucariota).

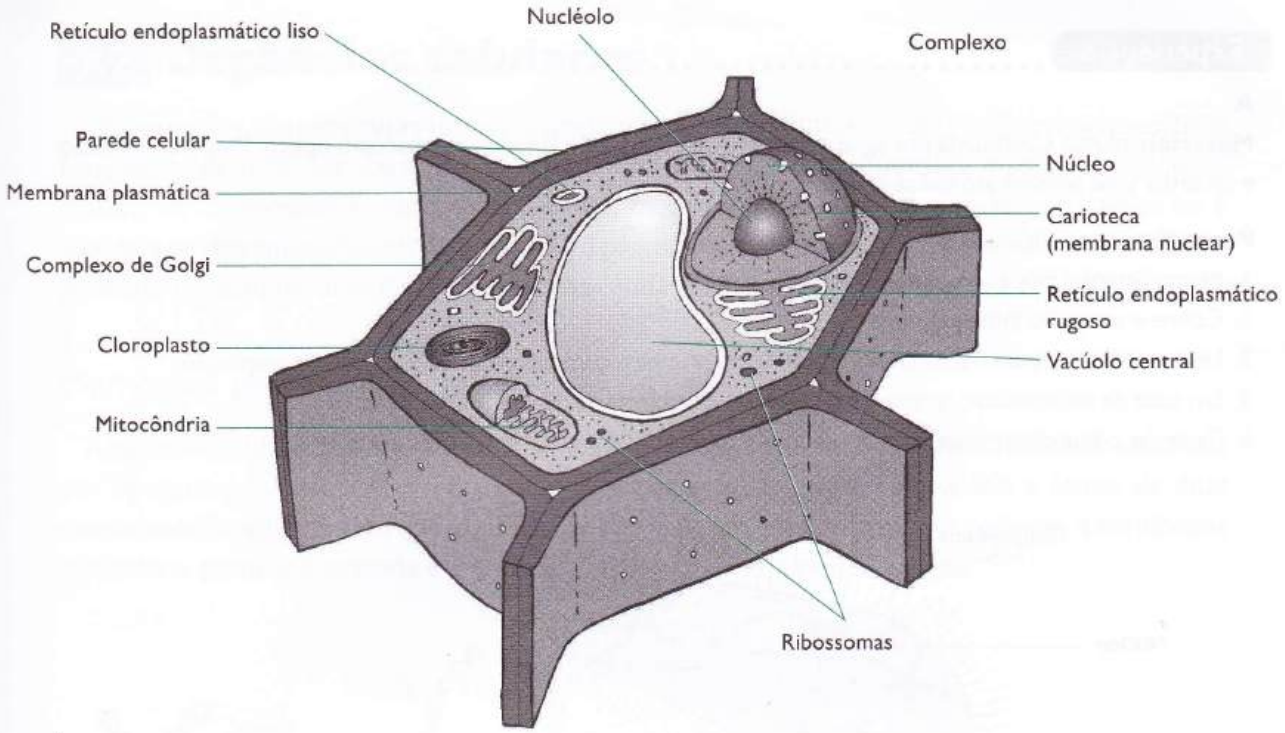


FIGURA 4 Célula vegetal (eucariota).

Estrutura	Procariota	Eucariota	Eucariota vegetal
Parede celular	Sem celulose	–	Com celulose
Membrana celular	+	+	+
Citoplasma	+	+	+
Retículo endoplasmático	–	+	+
Complexo de Golgi	–	+	+
Ribossomas	+	+	+
Mitocôndrias	–	+	+
Lisossomas	–	+	+
Núcleo	+	+	+
Membrana nuclear	–	+	+
Centríolos	–	+	–
Vacúolos	–	+	+
Cloroplastos	–	–	+
Flagelos	+	+	+
Cílios	+	+	+

+ = apresenta – = não apresenta

FIGURA 5: Tabela comparativa entre células procariotas e células eucariotas.

Experiência

A.

Material: infusão constituída por água com capim seco; lâminas; lamelas; microscópio óptico. Preparar a infusão e aguardar uma semana até utilizá-la.

Procedimento

1. Numa lâmina, coloca uma gota de água da infusão.
2. Cobre-a com uma lamela.
3. Leva a preparação ao microscópio, observando primeiro com uma objectiva de menor ampliação.
4. Em caso de necessidade, amplia a imagem usando objectivas de maior ampliação.
5. Desenha o que observaste ao microscópio. Corresponde à imagem que vês a seguir?

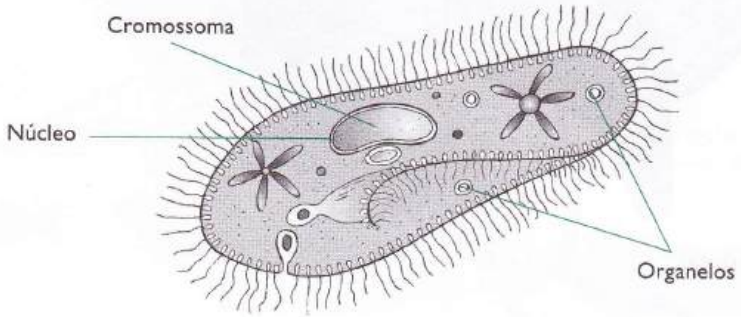


FIGURA 6: Protozoário.

B.

Material: polpa de banana madura; lâminas; lamelas; microscópio; copos de vidro; água.

Procedimento

1. Pressiona uma porção de banana madura.
2. Coloca uma ou duas gotas do sumo obtido na lâmina de vidro e cobre com uma lamela.
3. Em caso de necessidade, adiciona um pouco de água.
4. Observa ao microscópio, usando primeiro a objectiva de menor ampliação.
5. Desenha o que observaste.

1.2 Organelos celulares

Os organelos são estruturas intracelulares presentes nas células eucariotas que desempenham funções específicas. São exemplos de organelos o núcleo, as mitocôndrias, o retículo endoplasmático, os ribossomas, o complexo de Golgi, os cloroplastos e os lisossomas. A presença ou a ausência de determinadas estruturas, como a parede celular, os plastos, os centríolos e os vacúolos, permitem distinguir as células vegetais das células animais.

Membrana plasmática (celular)

A membrana plasmática mantém constante a composição do meio interno da célula. É composta por lipoproteínas associadas a fosfolípidos. A sua estrutura apresenta-se sob a forma de duas camadas de fosfolípidos em que as proteínas se encaixam, podendo mudar de lugar. A membrana plasmática permite a entrada e a saída selectiva de substâncias na célula.

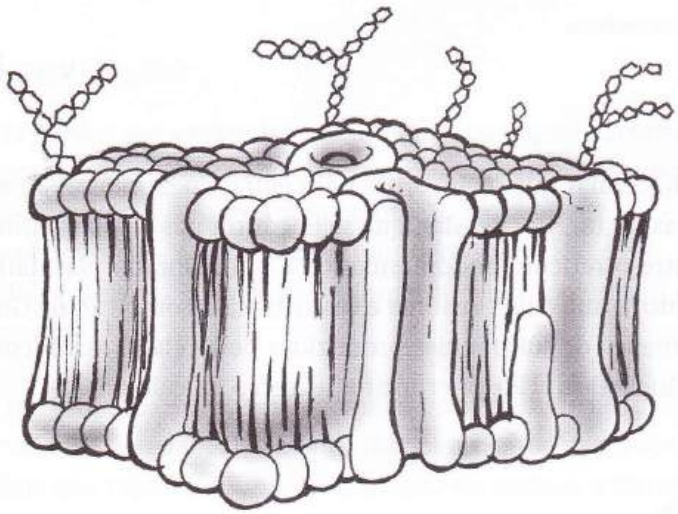


FIGURA 7: Esquema da membrana plasmática.

Retículo endoplasmático

O retículo endoplasmático é composto por estruturas membranosas que formam uma rede complexa. Pode ser rugoso ou liso. Actua na distribuição de substâncias dentro da célula.

O retículo endoplasmático rugoso apresenta ribossomas que aderem à sua superfície. O retículo endoplasmático liso é constituído por estruturas membranosas sem ribossomas.

O retículo endoplasmático tem como funções produzir lípidos, armazenar substâncias e produzir proteínas.

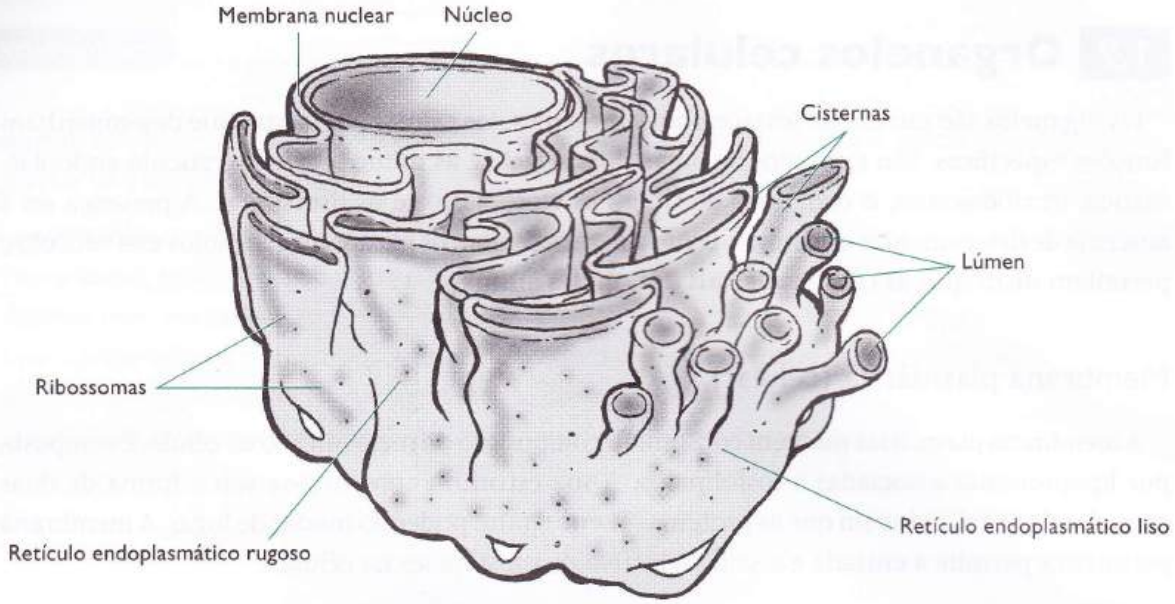


FIGURA 8: Esquema do retículo endoplasmático.

Complexo de Golgi

O complexo de Golgi é um organelo celular que se encontra nas células eucariotas. É a parte diferenciada do sistema de membranas no interior celular, que se encontra nas células animais e nas células vegetais. Localiza-se entre o retículo endoplasmático e a membrana plasmática. É constituído por sáculos, cujo conjunto forma o dictiossoma e vesículas. No complexo de Golgi ocorrem transformações e armazenamento de substâncias produzidas pela célula, assim como a própria produção proteica. A sua principal função é permitir a secreção da célula.

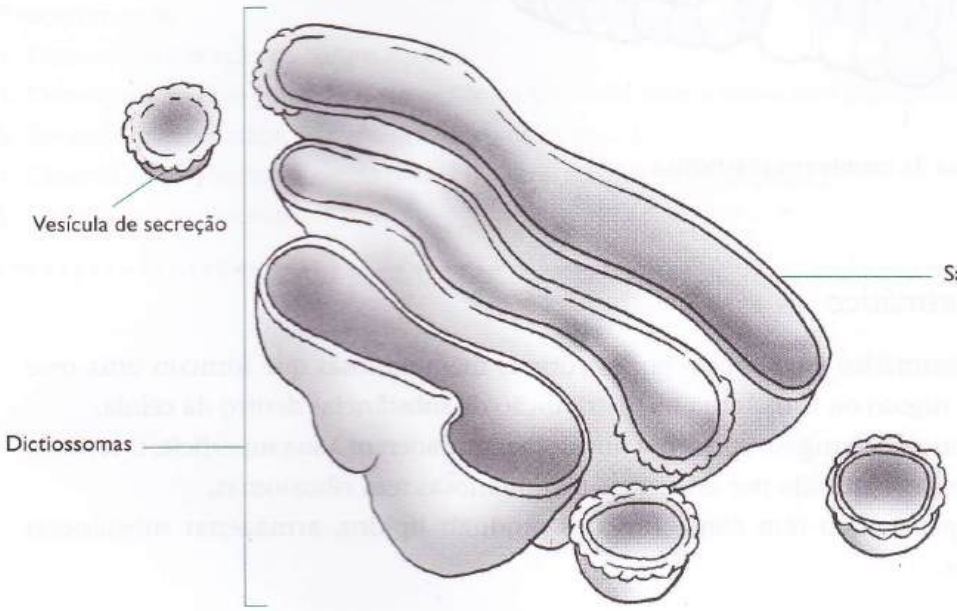


FIGURA 9: Complexo de Golgi.

Mitocôndrias

As mitocôndrias são estruturas celulares que produzem energia para a célula. Encontram-se em todas as células eucariotas. São constituídas por duas membranas, com inúmeras pregas na membrana interna (cristas), e matriz. Aqui ocorre a respiração celular.

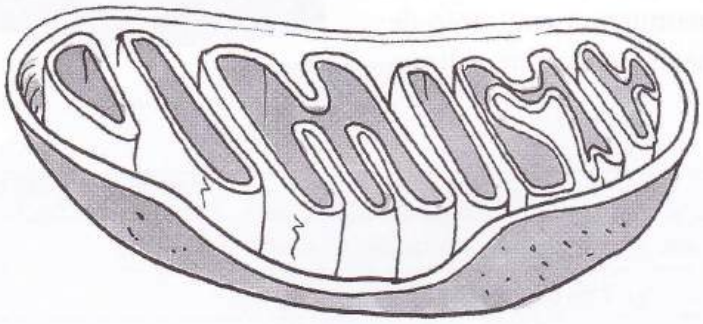


FIGURA 10: Mitocôndrias.

Plastos

Os plastos são orgânulos citoplasmáticos que se encontram nas células de plantas e de algas. A forma e o tamanho variam conforme o tipo de organismo. Classificam-se em:

- cromoplastos – apresentam coloração variada;
- leucoplastos – não produzem pigmentos;
- cloroplastos – o principal pigmento que possuem é a clorofila, que apresenta coloração esverdeada.

O cloroplasto é constituído por membranas pequenas, denominadas tilocóides, que se organizam formando o *granum*. Dentro dos tilocóides, encontram-se clorofilas e outros pigmentos fotossintéticos que captam a luz. Tem a função de realizar a fotossíntese.

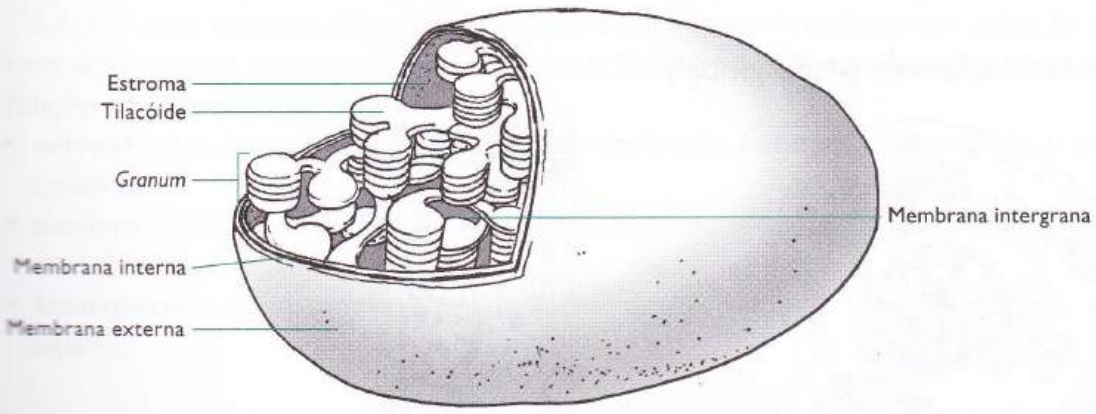


FIGURA 11: Esquema do cloroplasto.

Centríolos

Os centríolos são estruturas que se encontram nos seres eucariotas e que desempenham um papel importante na divisão celular. Estão ausentes nas plantas superiores. Têm a mesma origem que os centrossomas, precursores dos cílios (filamentos curtos que permitem a realização de movimentos) e dos flagelos (filamentos longos que realizam movimentos).

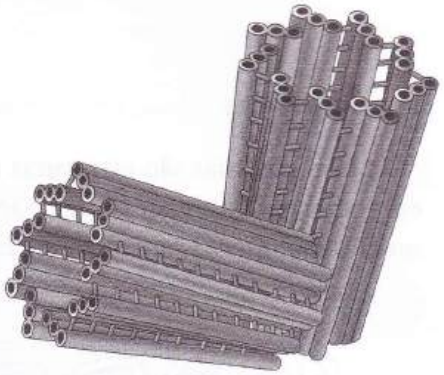


FIGURA 12: Esquema dos centríolos.

Organelo celular	Funções
Membrana plasmática	Regula a entrada e a saída de substâncias na célula.
Citoplasma	Engloba os organelos celulares.
Núcleo	Armazena a informação genética; controla e coordena as actividades da célula.
Retículo endoplasmático	É responsável pela circulação de proteínas e síntese de lípidos.
Complexo de Golgi	Acumula e transforma proteínas.
Mitocôndrias	Armazenam energia e realizam a respiração celular.
Cloroplastos	Responsáveis pela fotossíntese.
Ribossomas	Sintetizam proteínas.
Vacúolos	Armazenam substâncias.
Centrossomas	Originam cílios e flagelos.
Centríolos	Têm um papel importante na formação do fuso cromático durante a divisão celular.
Lisossomas	Realizam a digestão intracelular.
Cílios e flagelos	Permitem a realização de movimentos.

FIGURA 13: Função dos organelos celulares.

Organelos celulares (visão global)

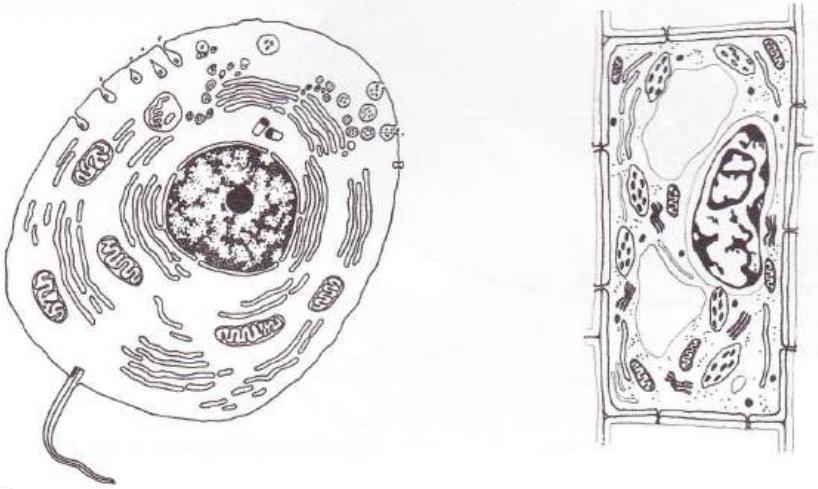


FIGURA 14: Organelos celulares (visão global).

1.3 Composição química da célula

Os seres vivos são constituídos maioritariamente por água. Cerca de 75%–85% do peso dos seres vivos deve-se à existência de água. Os hidratos de carbono e os ácidos nucleicos constituem cerca de 1%; os lípidos entre 2% a 3% e as proteínas 10% a 15% do peso. Estas substâncias são necessárias para o bom funcionamento das células e do organismo.

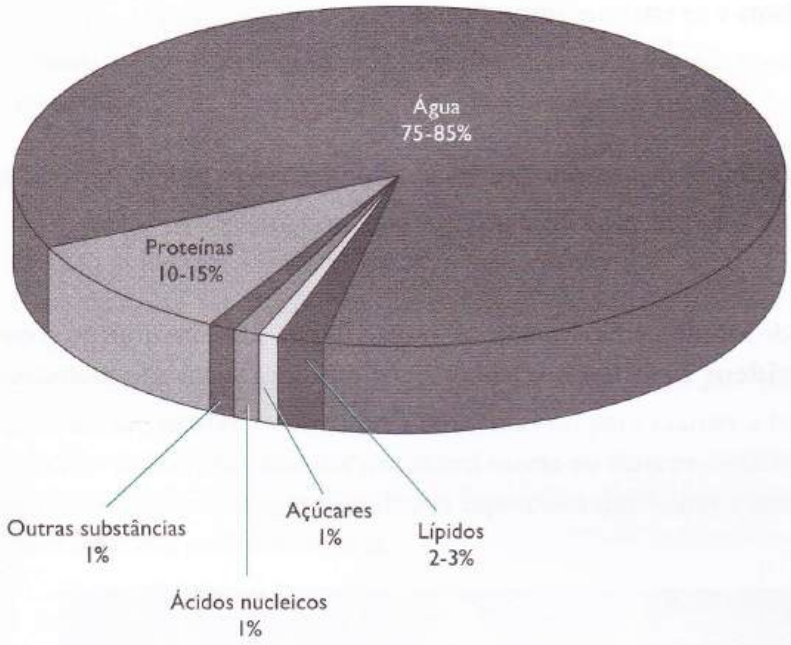


FIGURA 15: Composição química da célula.

As substâncias químicas que constituem a célula classificam-se em orgânicas e inorgânicas. As substâncias inorgânicas que constituem a célula são água e sais minerais.

A água é uma molécula inorgânica constituída por átomos de hidrogénio e oxigénio ligados entre si por ligações covalentes. Constitui cerca de 70% do peso dos seres humanos e tem diversas funções como as de:

- **solvente**: dissolve uma grande variedade de substâncias, facilitando a ocorrência de reacções químicas;
- **moderadora de temperatura**: ajuda a manter a temperatura, evitando que ocorram variações bruscas no organismo;
- **transporte**: permite uma melhor distribuição de substâncias da célula na forma de solução aquosa.

Os sais minerais são transportados sob a forma de iões em solução aquosa e desempenham as funções de regular a quantidade de água e a modificação das propriedades da célula. Como a célula é um meio aquoso, não se encontram propriamente sais minerais, mas **iões inorgânicos**, onde estão incluídos os iões de cálcio, de magnésio, de potássio, de fósforo e o ferro.

Os iões de cálcio são importantes para os ossos e para os dentes e estimulam o funcionamento normal dos músculos e nervos.

Os iões de magnésio constituem a clorofila e diversas enzimas e são necessários para o funcionamento de nervos e músculos.

Os iões de potássio são importantes na contracção muscular.

Os iões do fósforo são importantes para os ossos e dentes; são úteis no transporte e na transformação da energia.

O ferro constitui a hemoglobina e as enzimas respiratórias.

Substâncias orgânicas

São substâncias orgânicas os hidratos de carbono (glícidos), as proteínas, os lípidos e os ácidos nucleicos.

Glícidos

Os glícidos são classificados de acordo com o número de moléculas na sua constituição como **monossacarídeos**, **dissacarídeos** e **polissacarídeos**. Os monossacarídeos são moléculas simples.

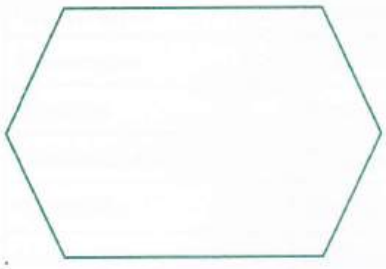


FIGURA 16: Exemplo da estrutura de um monossacarídeo (frutose).

Monossacarídeo	Função
Desoxiribose	Constitui o ADN.
Galactose	Tem função energética.
Glicose	É usada na obtenção de energia.
Ribose	Constitui o ARN.

Os dissacarídeos são moléculas orgânicas constituídas por dois monossacarídeos.

A sacarose é constituída pela união da glicose e frutose, sendo a lactose constituída pela molécula de glicose e galactose.

Os polissacarídeos são macromoléculas formadas pela união de vários monossacarídeos. Os mais importantes são o amido, o glicogénio e a celulose. O amido é a principal substância de reserva das plantas – predomina no milho, no arroz, no feijão. A celulose constitui a parede celular dos vegetais.

Proteínas

As proteínas são moléculas orgânicas constituídas por aminoácidos ligados entre si por uma ligação peptídica. Têm funções diversas:

- **enzimática**: actuam como catalizadores;
- **estrutural**: dão consistência aos tecidos do corpo, principalmente às unhas e aos tendões (colagénio);
- **defesa**: as proteínas são moléculas que permitem o reconhecimento por parte da célula da substância a fagocitar;
- **transporte**: a hemoglobina é uma proteína existente nas hemácias e que é responsável pelo transporte de O_2 e também por uma pequena parte de CO_2.

Lípidos

Os lípidos são moléculas orgânicas constituídas por carbono, hidrogénio e oxigénio. São insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos.

Classificam-se em glicéridos, ceras e estróides. Da sua dissociação resultam ácidos gordos e glicerol.

Os glicéridos são óleos e gorduras simples que constituem reservas energéticas de animais e plantas; são usadas como reserva alimentar ou para manter a temperatura do corpo.

As ceras são constituídas por um álcool e uma ou mais moléculas de ácidos gordos; são bastante insolúveis em água, impermeabilizam superfícies das folhas e são usadas para a construção por alguns insectos, como as abelhas.

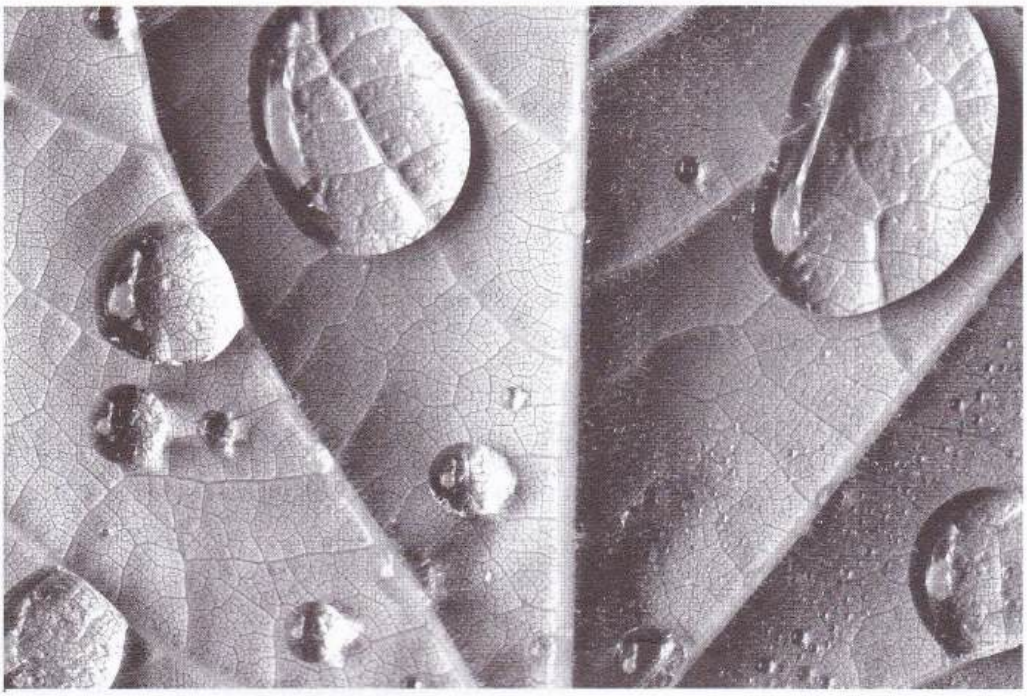


FIGURA 17: As ceras impermeabilizam a superfície das folhas.

Os estróides são matéria-prima para a produção de hormonas sexuais – progesterona, estrogénio e testosterona. Estimulam as características sexuais secundárias masculinas e femininas, bem como as hormonas das suprarrenais – aldosterona e cortisol.

Ácidos nucleicos

São moléculas orgânicas constituídas por açúcares, ácido fosfórico e bases azotadas que formam estruturas denominadas nucleótidos.

As bases azotadas são adenina, citosina, guanina, timina e uracilo; os açúcares são a desoxirribose, que constitui o ADN, e a ribose, constituinte do ARN (a timina existe no ADN e o uracilo no ARN; as restantes bases são as mesmas).

Os ácidos nucleicos são o ADN (ácido desoxirribonucleico) e o ARN (ácido ribonucleico).

As **vitaminas** são moléculas orgânicas de que o organismo necessita em pequenas concentrações para o bom funcionamento dos tecidos e órgãos. Sobre estas substâncias falaremos com mais detalhe quando abordarmos o sistema digestivo.

1.3.1 Funções vitais da célula

Todas as células desempenham funções vitais.

Irritabilidade

É a capacidade que as células têm de reagir aos estímulos provenientes do meio externo. Quando existe um estímulo, em determinada região da célula, este é transportado até à estrutura celular que vai reagir, dando resposta ao estímulo recebido.

Contractibilidade

Esta função relaciona-se com a capacidade que a célula tem de alterar a sua forma e manter o seu volume.

Homeostase

É a capacidade que a célula tem de manter a sua composição interna, o seu equilíbrio interno, independentemente das alterações externas.

Metabolismo celular

O metabolismo celular consiste no conjunto de fenómenos químicos que ocorrem para a manutenção da célula.

Hereditariedade

Esta é a capacidade que a célula tem de transmitir várias informações às células-filhas. Estas informações estão armazenadas nos cromossomas, localizados no núcleo celular.

Divisão celular

É o processo pelo qual uma célula dá origem a duas células-filhas iguais à célula-mãe.

Experiência

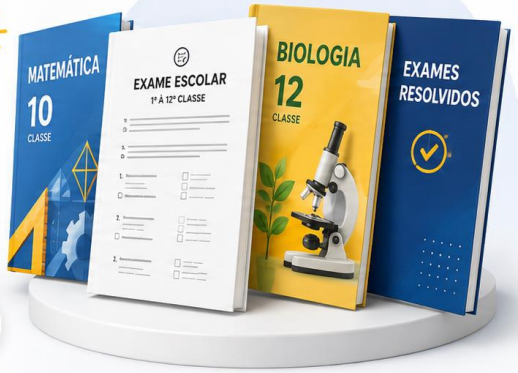
Material:

- Iodo
- Uma fatia de pão
- Uma banana verde
- Um limão
- 5 ml de leite fresco
- Tubo de ensaio
- Óleo / Azeite
- Uma folha de papel

Procedimento

As substâncias orgânicas que constituem a célula podem ser identificadas a partir de reacções químicas. Procede às experiências seguintes e tira conclusões a partir das observações.

Substâncias a identificar	Reagente	Procedimento	Observação
Amido	Iodo	Cortar uma fatia de pão e uma banana verde e adicionar 2 gotas de iodo.	Toma uma cor azul intensa.
Proteína	Limão	Deitar 5 ml de leite fresco num tubo de ensaio e adicionar algumas gotas de limão.	Forma-se um colóide.
Lípidos	–	Deitar 3 gotas de óleo ou azeite num papel e deixar secar.	Forma-se uma mancha gordurosa (transparente).

EduSkills MOÇAMBIQUE
BIBLIOTECA EDUSKILLS
Acesse mais conteúdos agora
Encontre Aqui:
Livros Escolares (1ª à 12ª Classe)
Exames Escolares (1ª à 12ª Classe)
Exames de Admissão (Todas Universidades)
Exames Resolvidos
Trabalhos Feitos
www.eduskills.co.mz
CLIQUE AQUI
Qual livro ou exame procuras? | 861003535


Actividades

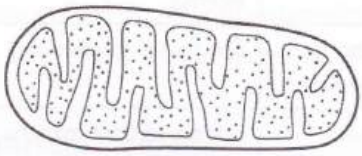
1. Em breves palavras, explica em que consiste o retículo endoplasmático.

2. Qual é a composição química da membrana plasmática?

3. Nas células, a destruição de um organelo é uma função desempenhada:
   a) pelos lisossomas.
   b) pelas mitocôndrias.
   c) pelo Complexo de Golgi.
   d) pelo retículo endoplasmático.

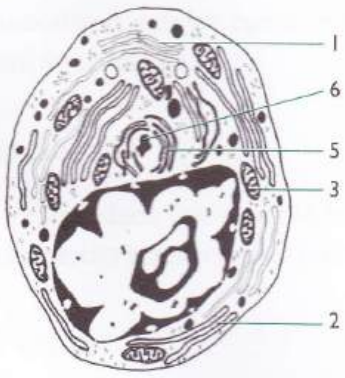
4. Considera as seguintes características atribuídas a um organelo celular.
   I – Vesícula com enzima.
   II – Forma-se a partir do complexo de Golgi.
   4.1 Este organelo é:
   a) um lisossoma.
   b) um plasto.
   c) um ribossoma.
   d) uma mitocôndria.

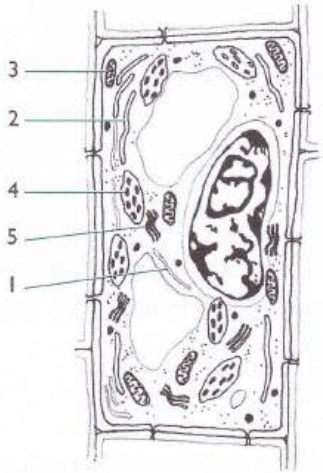
5. Observa a imagem.



   5.1 A estrutura celular esquematizada representa:
   a) microvilosidades.
   b) cílios e flagelos.
   c) pseudópode.
   d) mitocôndrias.
   5.2 O componente celular esquematizado é encontrado:
   a) em bactérias, plantas e animais.
   b) apenas em animais.
   c) apenas em plantas superiores.
   d) em bactérias e fungos.

6. Identifica, na imagem, as estruturas indicadas pelos números 1 a 6 e explica resumidamente o papel de cada uma delas.





1.4 Fisiologia celular

Em termos de fisiologia celular, o **hialoplasma** é um conceito fundamental. Consiste numa rede de substâncias gelatinosas que formam o citoplasma e que são percorridas por canais, bolsas e vesículas que formam o retículo endoplasmático. É no hialoplasma que ocorre a maior parte das reacções químicas da célula. Pode ser encontrado em dois estados: gel – de consistência gelatinosa, tem aspecto claro e encontra-se na região mais periférica (ectoplasma) – e sol – mais fluido, que forma o endoplasma.

1.4.1 Protoplasma – um colóide

O protoplasma é o conteúdo do interior das células. É um complexo colóide. Colóide é um conjunto de moléculas que não formam uma solução verdadeira. É um sistema electricamente carregado com cargas do mesmo sinal.

O espaço entre a membrana citoplasmática e o núcleo denomina-se citoplasma ou hialoplasma. Nele encontram-se organelos e canais membranosos, que desempenham funções específicas nas células, e ainda o hialoplasma. O hialoplasma (citoplasma) é constituído por água e moléculas de proteínas que formam uma suspensão coloidal ou colóide.

As proteínas são macromoléculas pouco solúveis em água. Quando misturadas com água, formam uma suspensão ou suspensão coloidal, não se formando uma solução verdadeira.

As moléculas estão em constante movimento e deslocam-se ao acaso, colidindo umas com as outras, desordenadamente contra a força de gravidade. Este movimento ao acaso denomina-se **movimento browniano**.

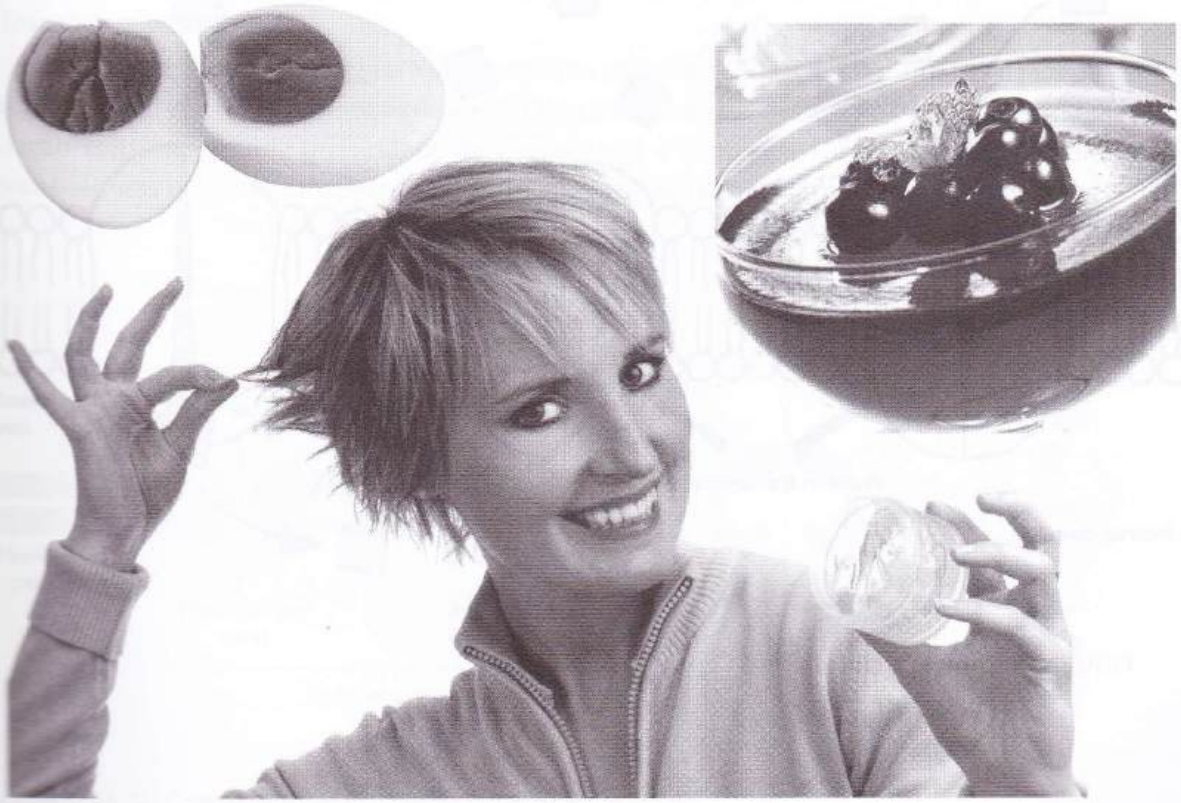


FIGURA 18: Exemplos de partículas colóides são a clara de ovo, a gelatina e o gel para o cabelo.

Transporte nas células

A membrana plasmática ou celular é constituída por proteínas e fosfolípidos. Tem a função de manter a composição química da célula e de controlar a entrada e a saída selectiva de substâncias nos seres vivos. A membrana pode ser:

- **semipermeável**: quando permite a entrada e a saída de substâncias que apenas tem afinidade com a membrana;
- **permeável**: quando deixa atravessar todas as substâncias;
- **impermável**: quando não deixa atravessar substâncias.

As membranas celulares são, geralmente, semipermeáveis.

Difusão

Numa solução com determinada concentração do soluto, as moléculas fluem em todas as direcções. Quando há zonas de diferentes concentrações, há um fluxo de moléculas de zonas de maior concentração para as de menor concentração, até que ocorra uma distribuição equitativa.

O movimento de moléculas de uma solução muito concentrada para uma menos concentrada sem gasto de energia denomina-se **difusão simples**. Quando nesse transporte intervêm proteínas membranares, fala-se em difusão facilitada.

A difusão facilitada ocorre quando as substâncias atravessam a membrana plasmática a favor do gradiente de concentração.

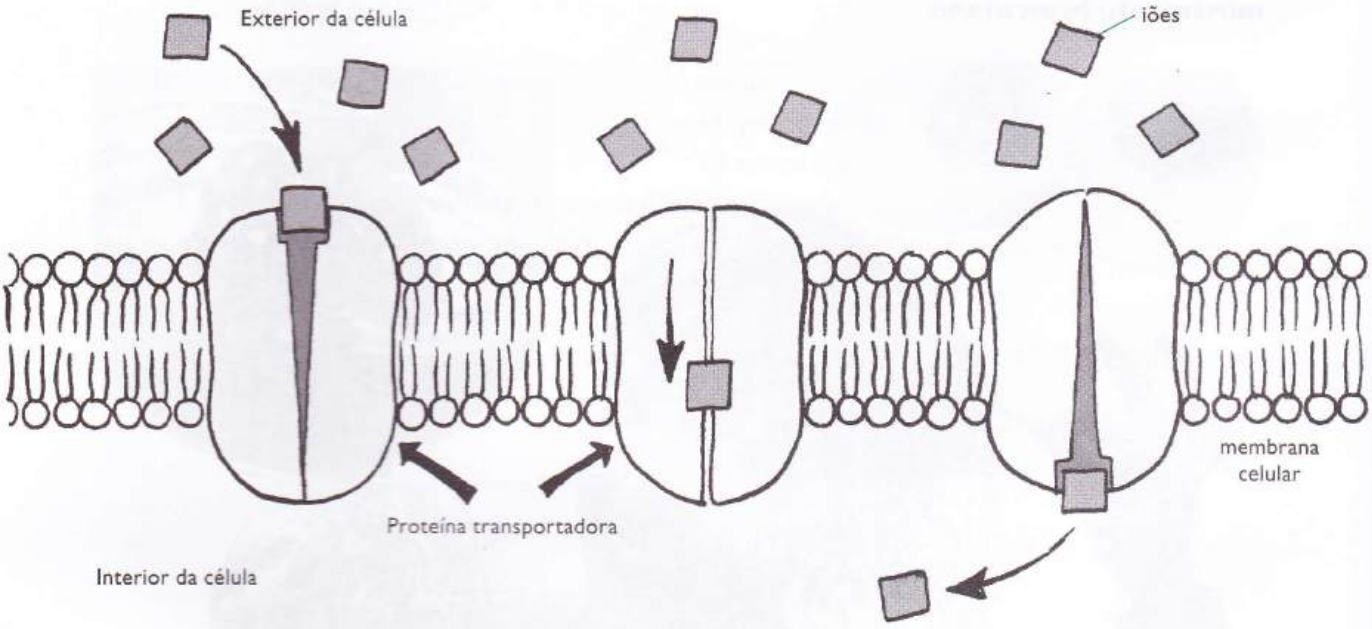


FIGURA 19: Difusão facilitada.

Osmose

A osmose consiste no movimento da água entre meios com concentrações diferentes de solutos, separados por uma membrana semipermeável. É um processo da maior importância na sobrevivência das células. A osmose é considerada um tipo especial de difusão em seres vivos.

Este tipo de transporte não apresenta gastos de energia por parte da célula, por isso é considerado um tipo de transporte passivo. Esse processo está relacionado com a pressão de vapor dos líquidos envolvidos, que é regulada pela quantidade de soluto no solvente. Deste modo, a osmose ajuda a controlar o gradiente de concentração de sais nas células.

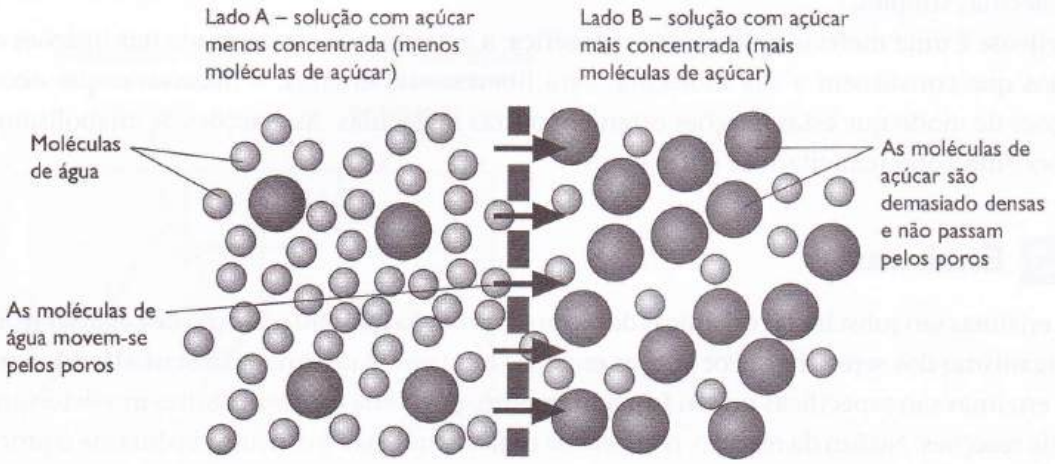


FIGURA 20: Exemplo do processo da osmose entre açúcar e água.

Transporte activo

O transporte activo implica gasto de energia por parte da célula. Certas proteínas da membrana actuam como verdadeiras bombas de iões. O bombeamento de iões contra o gradiente de concentração consome grande quantidade de energia que é fornecida continuamente às proteínas bombeadoras por uma substância denominada adenosina trifosfato (ATP).

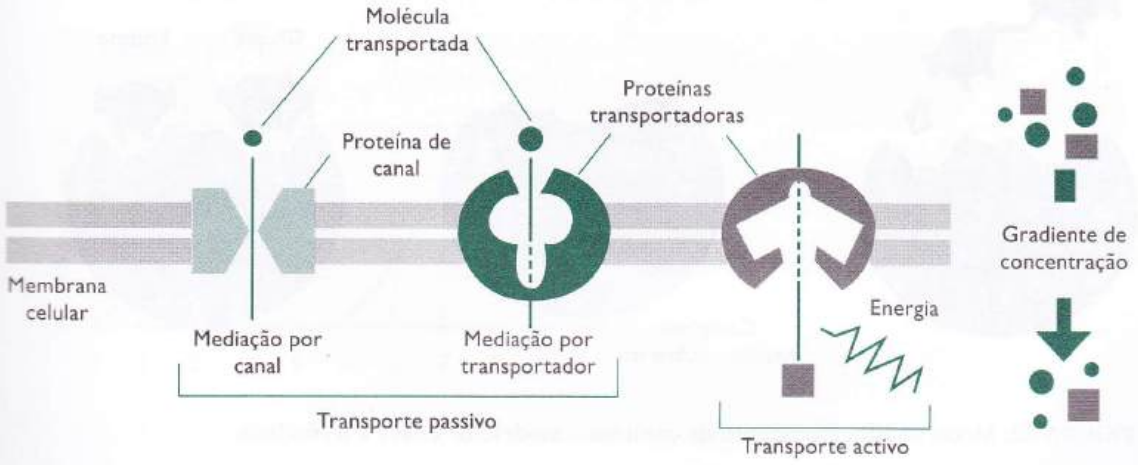


FIGURA 21: Comparação de transporte passivo com o activo.

1.4.2 Processo de libertação de energia

Obter energia para processos metabólicos é o principal problema para os seres vivos. Os seres vivos obtêm energia realizando reacções químicas. O conjunto de todos os processos químicos de transformação de substâncias designa-se **metabolismo**.

O metabolismo divide-se em dois tipos:

- anabolismo – que é um conjunto de reacções de síntese de moléculas complexas a partir de moléculas simples (é o caso da fotossíntese);
- catabolismo – que é um conjunto de reacções de degradação de moléculas complexas em moléculas simples.

A glicose é uma molécula altamente energética; a energia está concentrada nas ligações entre átomos que constituem a sua molécula. Para libertar esta energia, é necessário que ocorram reacções de modo que estas ligações originem outras moléculas. As reacções de anabolismo e de catabolismo complementam-se entre si.

1.4.3 Enzimas

As enzimas são substâncias orgânicas de natureza proteica que têm a função de catalisar reacções no organismo dos seres vivos. Por isso, as enzimas também se designam **biocatalisadores**.

As enzimas são específicas no seu funcionamento, pois cada enzima catalisa um determinado tipo de reacções. No fim da reacção, regenera-se uma vez que não é consumida durante o processo. Os reagentes das reacções enzimáticas denominam-se substratos. No substrato, existe um lugar específico, denominado centro activo, onde se ligam as enzimas, formando o complexo activado ou complexo enzima substrato. Por fim, forma-se um produto e a enzima regenera.

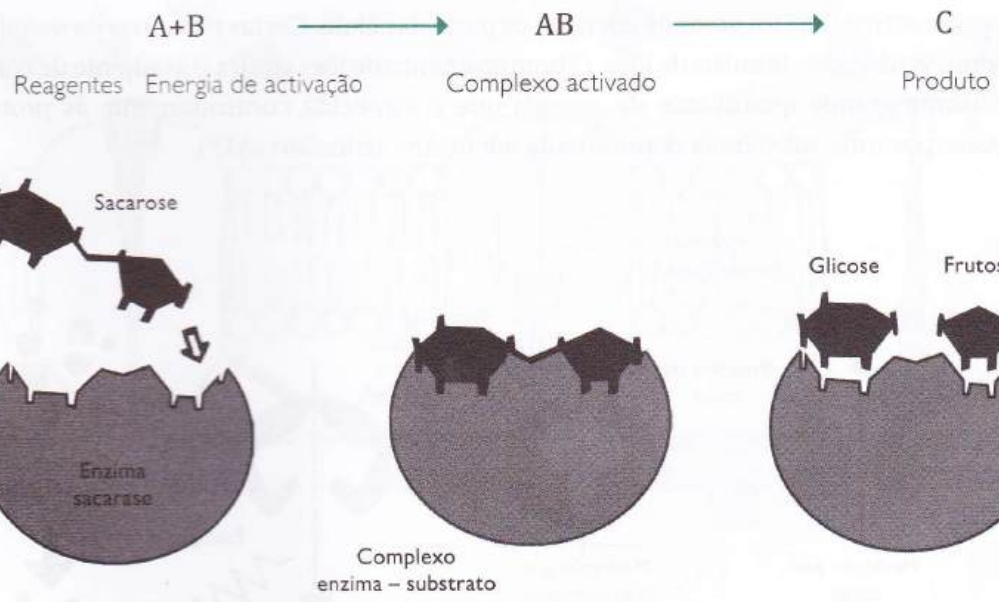


FIGURA 22: Modo de funcionamento de enzimas – modelo de chave e fechadura.

Factores que influenciam a actividade das enzimas

Temperatura

A **temperatura** é um factor muito importante na actividade das enzimas. Quando a temperatura é baixa, a velocidade da reacção é reduzida, aumentando com a subida da temperatura até atingir o clímax entre 40 °C – 45 °C, temperatura a partir da qual a velocidade diminui devido à desnaturação das proteínas. No caso particular das bactérias, a temperatura óptima é de 70 °C. A partir desta, a velocidade da reacção diminui.

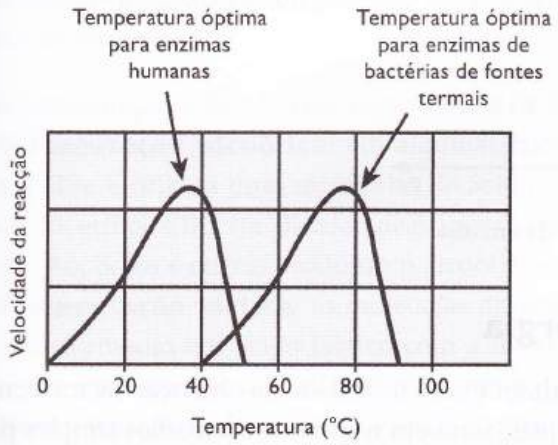


FIGURA 23: Efeito da temperatura na actividade enzimática.

pH

O potencial de hidrogénio tem uma escala que varia de 0 a 14, sendo que de 0 a 6,9 é ácido, 7 é neutro e entre 7 e 14 é alcalino. Porém, cada enzima actua melhor no intervalo com o qual tem afinidade. A maioria das enzimas tem como pH óptimo um intervalo que varia entre 6 e 9.

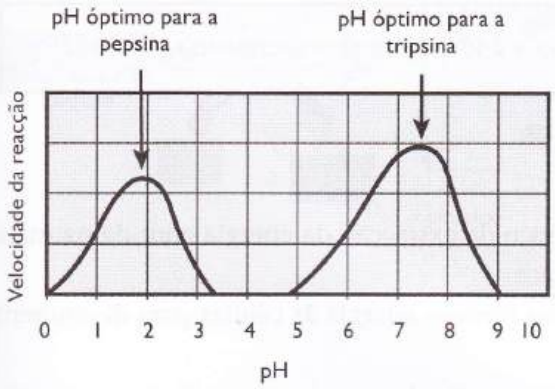


FIGURA 24: Efeito de pH na actividade enzimática.

Concentração da enzima

A velocidade de uma reacção enzimática é directamente proporcional à concentração da enzima; aumenta a velocidade da reacção enzimática quando há mais enzima disponível.

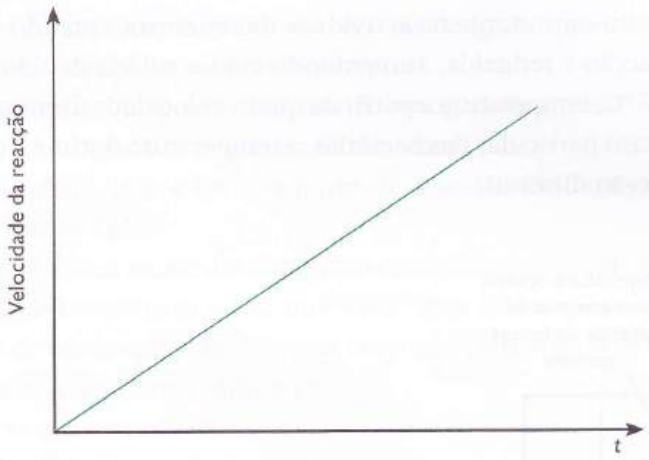


FIGURA 25: Influência da concentração da enzima.

1.4.4 Vias de libertação de energia

Os primeiros seres vivos viviam na água e tinham muita facilidade na obtenção de moléculas ricas em energia. Porque eram seres muito simples, também usavam mecanismos simples para obter energia. Actualmente, os seres autotróficos realizam a fotossíntese e deste processo resultam moléculas ricas em energia e o oxigénio usado na respiração.

O surgimento de seres autotróficos fotossintéticos levou à produção de muito oxigénio no ar atmosférico e armazenamento de glicose nos mesmos seres.

A libertação da energia contida nas moléculas orgânicas, principalmente a glicose, poderá ter ocorrido a partir de uma reacção ou de reacções em cadeia.

Quando as moléculas orgânicas são degradadas, liberta-se a energia por etapas, evitando o desperdício da mesma e permitindo que se acumule numa molécula denominada adenosina trifosfato (ATP). O ATP é uma molécula constituída pelo açúcar ribose:

uma base azotada + adenina = adenosina + 3 iões fosfatos = adenosina – trifosfato

1.5 Respiração celular

A respiração celular é um processo bioenergético de extracção da energia contida na matéria orgânica, transformando-a em matéria inorgânica.

É importante para a manutenção da vida, pois fornece energia às células para desempenhar as funções vitais. Há dois tipos de respiração;

- **anaeróbia** – é um processo de extracção de energia dos compostos orgânicos sem uso de oxigénio. Por exemplo, fermentação;
- **aeróbia** – ocorre nas mitocôndrias, com a transformação da matéria orgânica em inorgânica e libertação de energia com consumo de oxigénio.

Fermentação

A fermentação consiste num conjunto de reacções enzimáticas de transformações da matéria orgânica em inorgânica com libertação de energia sem uso do oxigénio. A fermentação ocorre no hialoplasma e liberta apenas 2 ATP. É constituída por duas fases:

- activação da glicose;
- transformação.

A glicose é activada por duas moléculas de ATP originando um aldeído e uma cetona de três átomos de carbono que, em seguida, se transformam em ácido pirúvico (piruvato) devido à intervenção da coenzima NAD, que se transforma em NADH.

A transformação do ácido pirúvico pode ocorrer de formas diferentes originando os diferentes tipos de fermentação.

A fermentação é de extrema importância na indústria. Há diferentes tipos de fermentação.

- **Fermentação alcoólica**: em algumas bactérias, leveduras, *Saccharomyces*, a glicose sofre glicólise e origina duas moléculas de ácido pirúvico, 2 NADH e 2 ATP. Este ácido origina o álcool etílico e liberta dióxido de carbono. O dióxido de carbono obtido é usado na produção de pão, bolos e outros produtos; o álcool é usado na produção de bebidas alcoólicas.
- **Fermentação láctica**: as moléculas do ácido pirúvico que se formam são imediatamente transformadas em ácido láctico com a libertação de dióxido de carbono. O ácido láctico é usado na produção de coalhada, iogurtes e queijo.
- **Fermentação acética**: as moléculas de piruvato são transformada em ácido acético e dióxido de carbono. Este tipo de fermentação origina o vinagre.

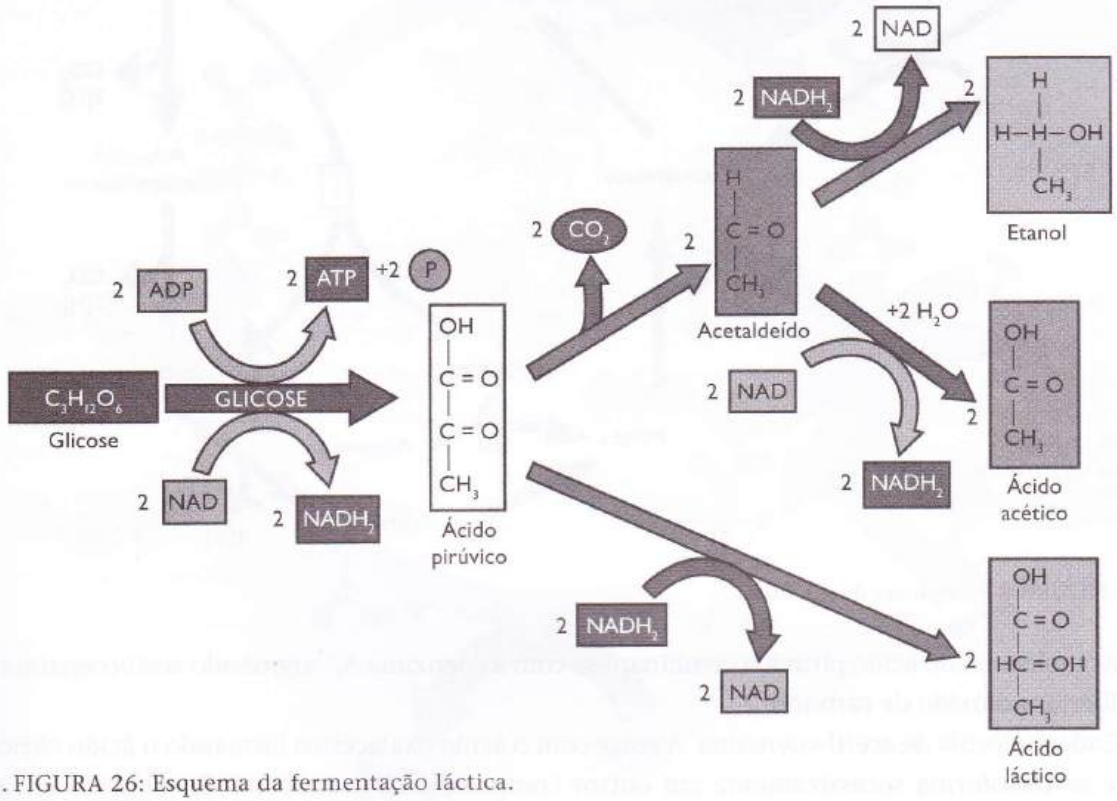


FIGURA 26: Esquema da fermentação láctica.

Respiração aeróbia

A fermentação é um processo que liberta pouca quantidade de energia e não é suficiente para a sobrevivência de seres superiores. O processo aeróbio é mais eficiente na transformação da matéria orgânica em inorgânica, pois liberta muita energia: 36 a 38 ATP. A equação de reacção da respiração aeróbia é a seguinte:

$$C_6H_{12}O_6+6O_2 \longrightarrow 6CO_2+6H_2O+36 \text{ ou } 38 \text{ ATP}$$

A respiração aeróbia ocorre por fases:

- glicólise;
- ciclo de Krebs;
- cadeia respiratória ou transportadora de electrões.

A glicólise ocorre no citoplasma – a glicose é oxidada formando duas moléculas do ácido pirúvico que se combinam com NAD+. Este recebe hidrogénios (reduzido), transformando-os em NADH, e liberta 2 ATP.

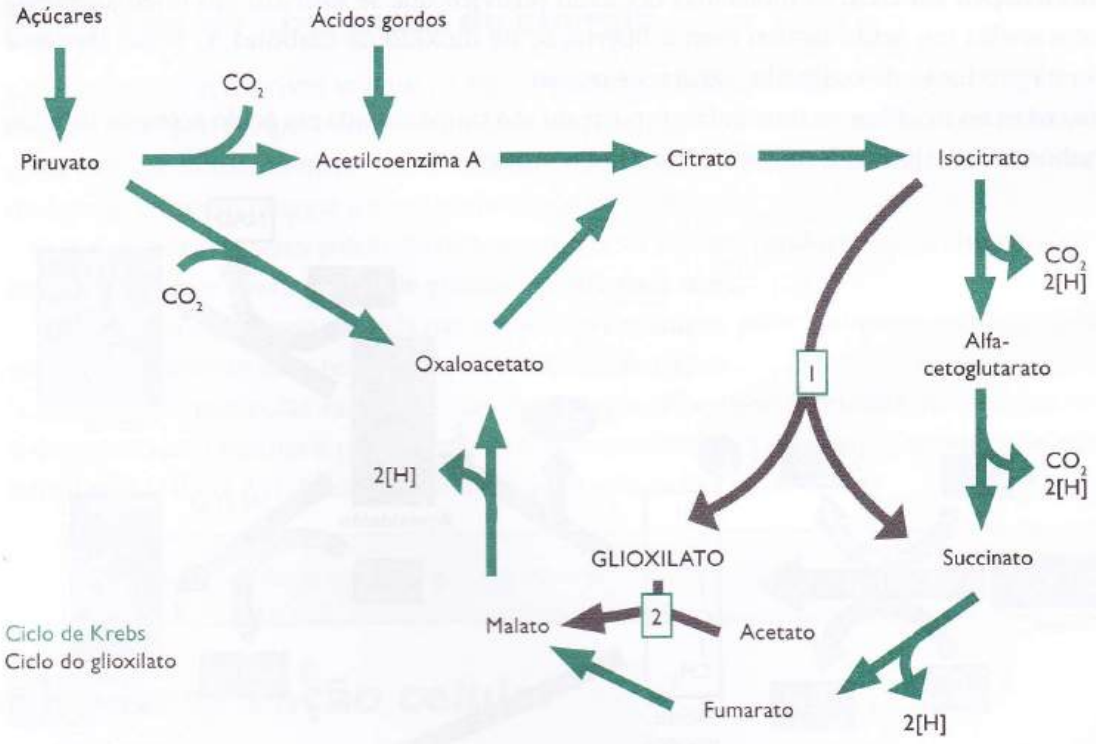


FIGURA 27: Esquema da glicólise.

As moléculas do ácido pirúvico combinam-se com a coenzima A, originando acetilcoenzima A e libertam dióxido de carbono.

Cada molécula de acetil-coenzima A reage com o ácido oxalacético formando o ácido cítrico, que se transforma sucessivamente em outros compostos, libertando o CO_2. O ácido cítrico regenera o ácido oxalacético e o ciclo pode continuar.

Durante o ciclo, o NAD e FAD (aceitadores de electrões e iões de hidrogénio) conduzem à síntese de ATP na cadeia respiratória. Este é o ciclo de Krebs.

Durante o ciclo de Krebs, ocorre:

- formação de duas moléculas de CO_2;
- libertação de $8H^+$ aceites por NAD e FAD, transformando-se em NADH e FADH, que conduzem os iões até à cadeia respiratória;
- formação de ATP.

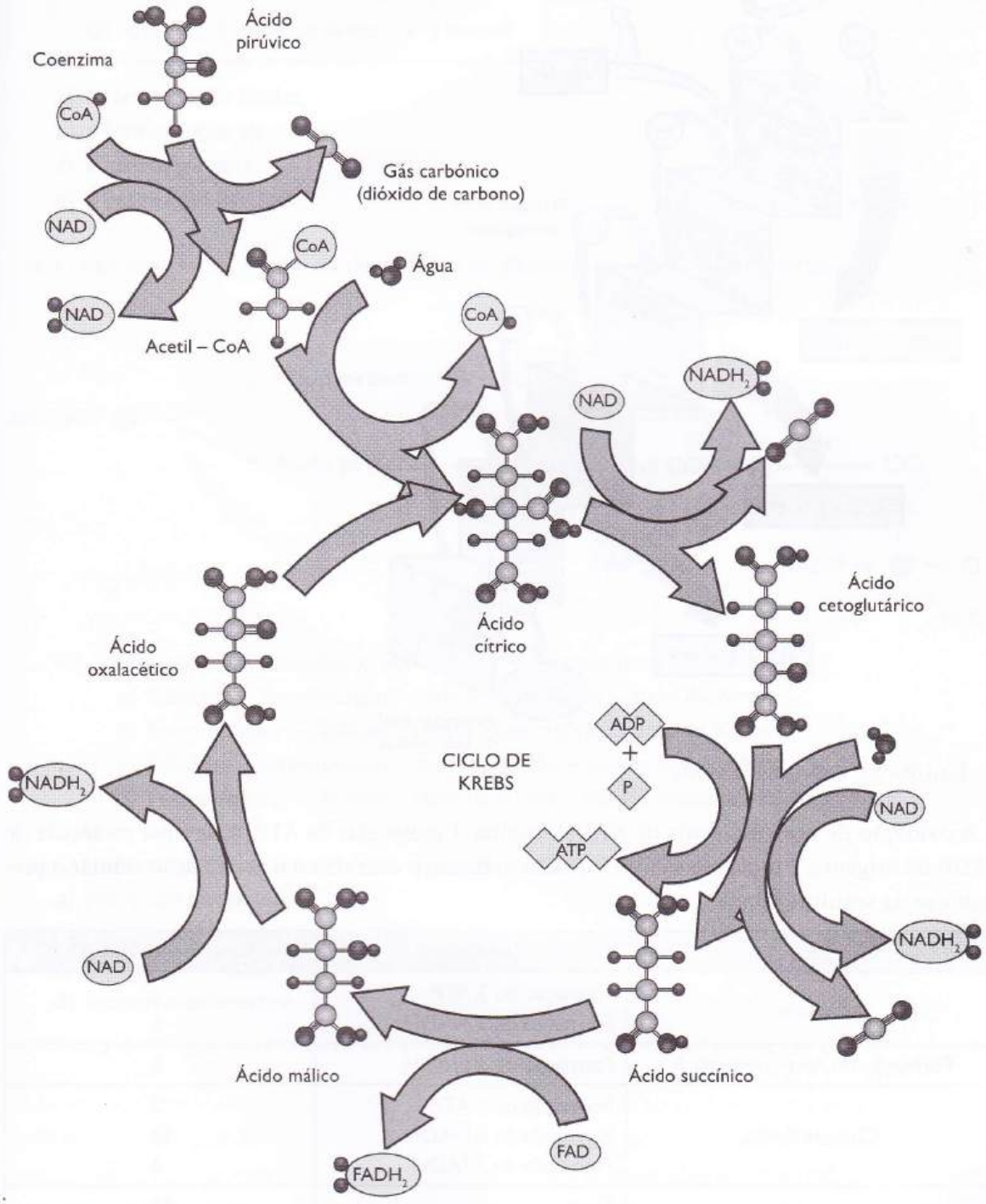


FIGURA 28: Ciclo de Krebs.

Os iões de hidrogénio libertados na glicólise e no ciclo de Krebs são conduzidos através de NADH e FADH para a cadeia respiratória, onde se combinam com o oxigénio.

Antes dos H^+ reagirem com o oxigénio, seguem uma longa trajectória, transportados pelos citocromos até chegar ao aceitador final (o oxigénio). Os H^+ passam de substância em substância até chegar ao aceitador final O_2.

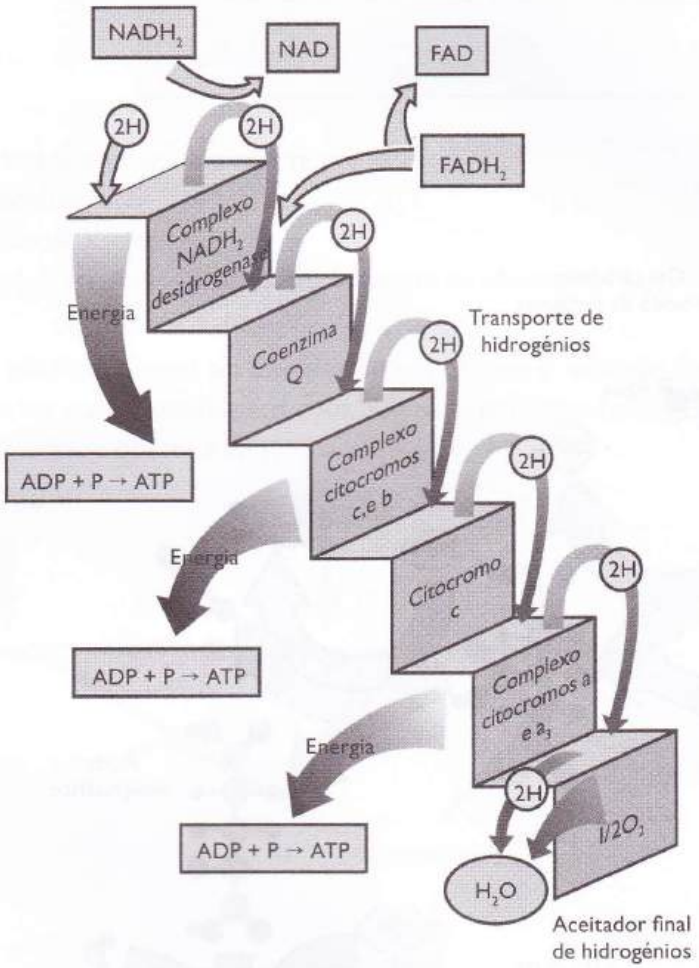


FIGURA 29: Cadeia respiratória.

A oxidação de uma molécula de NADH origina 3 moléculas de ATP. A de uma molécula de FADH dá origem a 2 moléculas de ATP. Assim, o balanço energético da respiração celular representa-se na seguinte tabela:

Fase	Ocorrência	Rendimento de ATP
Glicólise	Formação de 2 ATP Formação de 2 NADH	2 6
Formação do acetilcoenzima A	Formação de 2 NADH	6
Ciclo de Krebs	Formação de 2 ATP Formação de 6 NADH Formação de 2 FADH	2 18 4
	Total	38

FIGURA 30: Rendimento energético das fases da respiração aeróbia.

Actividades

1. Define respiração celular.

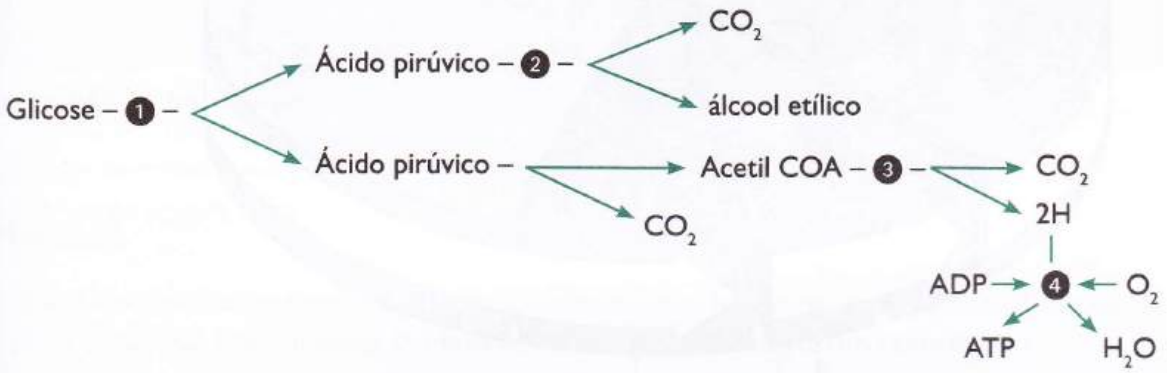
2. A respiração é uma forma de catabolismo. Justifica a afirmação.

3. O processo abaixo esquematizado representa:

$$\text{Glicose} \xrightarrow{\text{ATP}} \text{2 ácido pirúvico} \xrightarrow{2CO_2} \text{2 etanol}$$

   a) a fermentação láctica.
   b) a fermentação alcoólica.
   c) a quimiossíntese.
   d) a respiração aeróbia.

4. O esquema mostra fases de degradação da glicose para obtenção de energia.



   4.1 Os processos assinalados por 1, 2, 3 e 4 representam:
      a) Glicólise – fermentação – cadeia respiratória – ciclo de Krebs.
      b) Fermentação – glicólise – cadeia respiratória – ciclo de Krebs.
      c) Glicólise – fermentação – ciclo de Krebs – cadeia respiratória.
      d) Fermentação – glicólise – ciclo de Krebs – cadeia respiratória.

5. Quando as hemácias são deixadas em água destilada:
   a) murcham levemente.
   b) não alteram o volume.
   c) incham levemente.
   d) incham rapidamente.

1.6 Ciclo celular

Segundo a Teoria Celular, as células resultam de outras pré-existentes por divisão celular. O ciclo celular é a duplicação dos genes e a divisão propriamente dita. Varia desde a divisão de uma célula pré-existente até à formação de novas células. A sua duração varia de acordo com o estado fisiológico da célula.

O ciclo celular é a alternância entre duas fases: a **interfase** e a **divisão celular**. Na interfase, ocorrem três processos: G1, S e G2.

A fase G1 antecede a duplicação do ADN. Na fase S (síntese), ocorre a duplicação do ADN; a fase G2 é a fase posterior à duplicação do ADN e termina com o início da divisão celular (mitose).

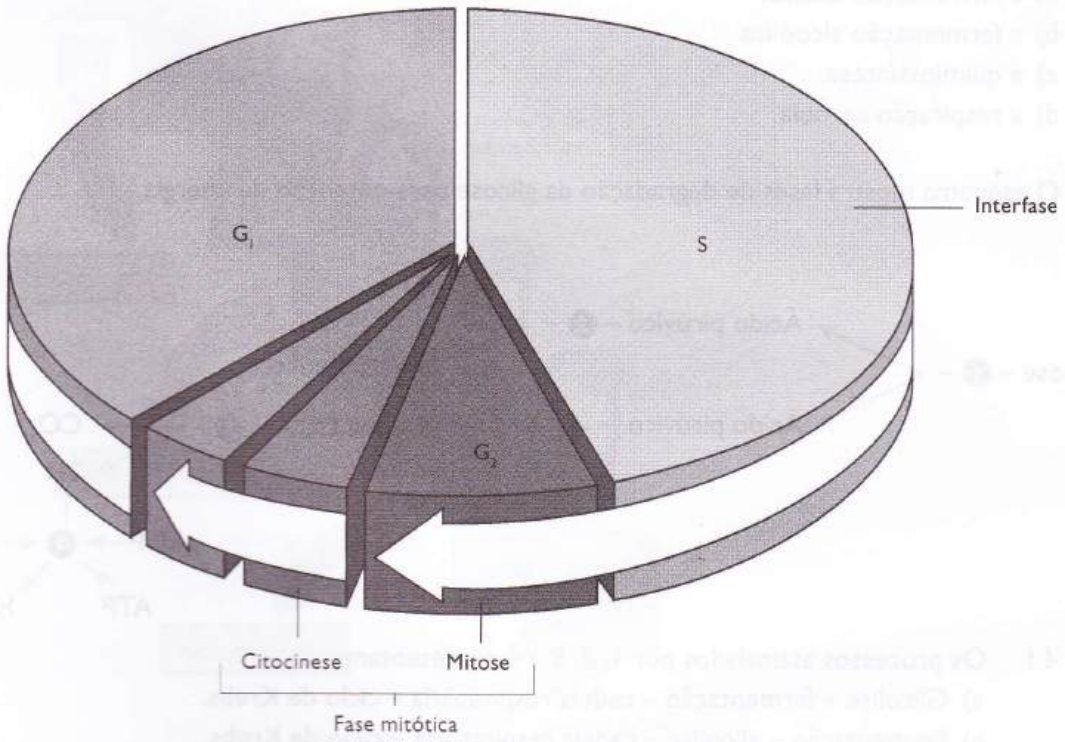


FIGURA 31: Ciclo celular (diagrama).

Divisão celular

Na divisão de uma célula pode ocorrer a divisão do núcleo (mitose) e a do citoplasma (citocinese).

Mitose

A mitose é o processo de formação de dois novos núcleos. É um processo contínuo que dura aproximadamente 1 hora, em que uma célula diplóide se divide originando duas células, também diplóides (geneticamente iguais entre si e à célula que a originou). A mitose ocorre em quatro fases: prófase, metáfase, anáfase e telófase.

Prófase

O termo prófase vem do grego «*protos*» e significa «primeira fase ». Nesta fase, ocorre a condensação dos cromossomas, o desaparecimento dos nucléolos, a formação do fuso acromático e a desintegração da membrana nuclear.

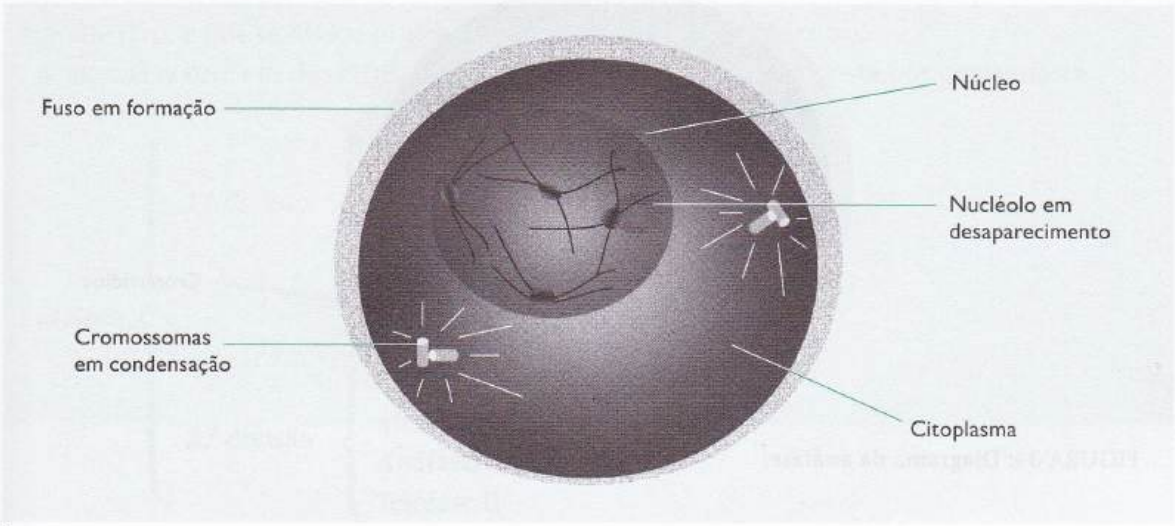


FIGURA 32: Início da prófase.

Metáfase

A metáfase caracteriza-se pela disposição dos cromossomas-irmãos na região equatorial, formando a placa equatorial. Estes ligam-se às fibras do fuso acromático através dos centrómeros.

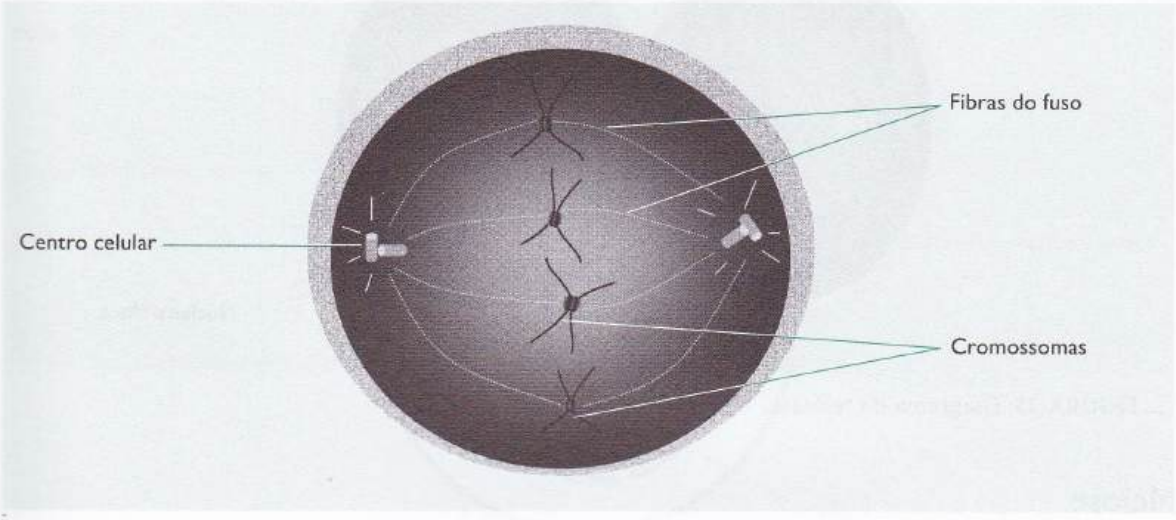


FIGURA 33: Diagrama da metáfase.

Anáfase

Os cromossomas-irmãos separam-se e migram para pólos opostos da célula. Ocorre a divisão do centrómero.

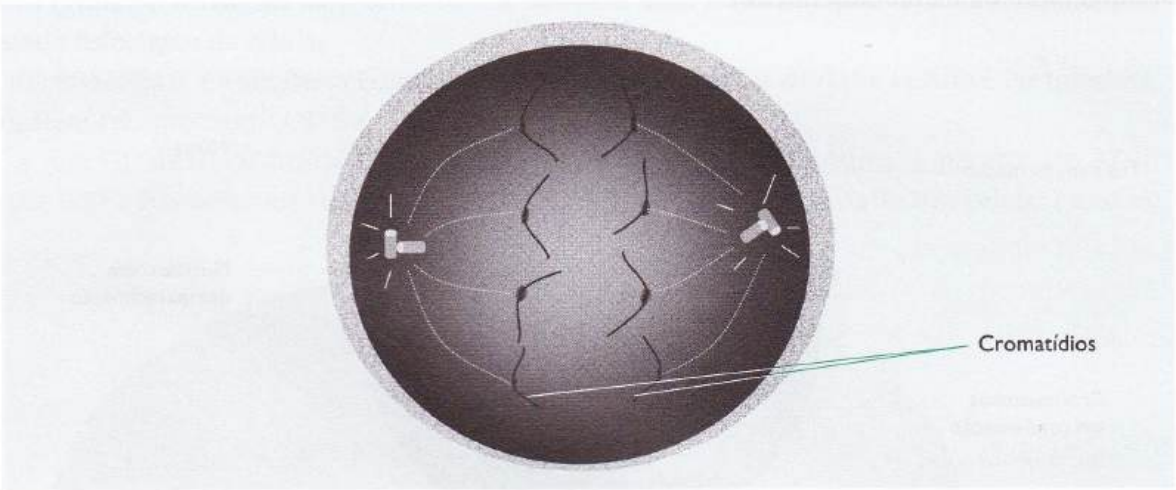


FIGURA 34: Diagrama da anáfase.

Telófase

Ocorre a formação da nova carioteca (membrana nuclear). Os cromossomas descondensam-se e os nucléolos reaparecem, ocorre a divisão do citoplasma, a citocinese e a formação de novas células.

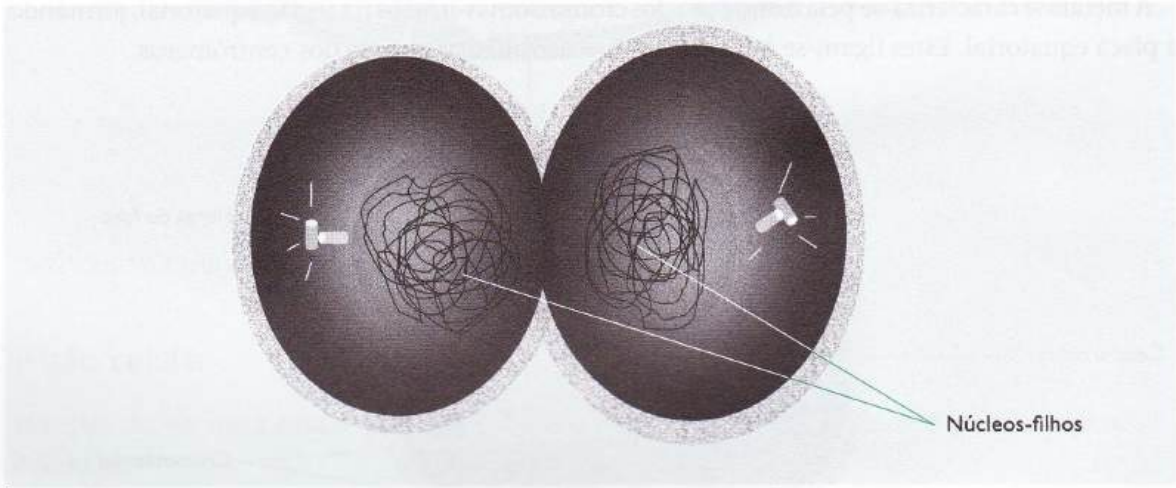


FIGURA 35: Diagrama da telófase.

Meiose

Durante a reprodução sexuada dos seres vivos pluricelulares, os gâmetas unem-se formando o zigoto pelo processo de fecundação.

Na espécie humana, os gâmetas masculinos, os espermatozóides, têm n = 23 cromossomas; o gâmeta feminino é o óvulo, com n = 23 cromossomas. Quando ocorre a fecundação, forma-se o ovo ou zigoto, com 2n = 46 (com 46 cromossomas). Logo que termina a fecundação, ocorrem mitoses sucessivas.

Para que tal possa ocorrer, é necessário que as células sexuais sofram uma redução cromossómica, a **meiose**, um processo de divisão celular que inicia a partir de uma célula primordialmente diplóide (2n), e que se divide originando quatro células haplóides (n).

A meiose ocorre em duas divisões consecutivas, cada uma composta por quatro fases.

- Meiose
  - 1.ª divisão
    - Prófase I
    - Metáfase I
    - AnáfaseI
    - Telófase I
  - 2.ª divisão
    - Prófase II
    - Metáfase II
    - AnáfaseII
    - Telófase II

A meiose I também se chama **meiose reducional**; a meiose II chama-se **equacional**.

Meiose I ou reducional

Prófase I

Ocorre em várias subfases: leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacínese. Durante esta fase, ocorre o emparelhamente entre cromossomas homólogos (*crossing-over*), característico da meiose.

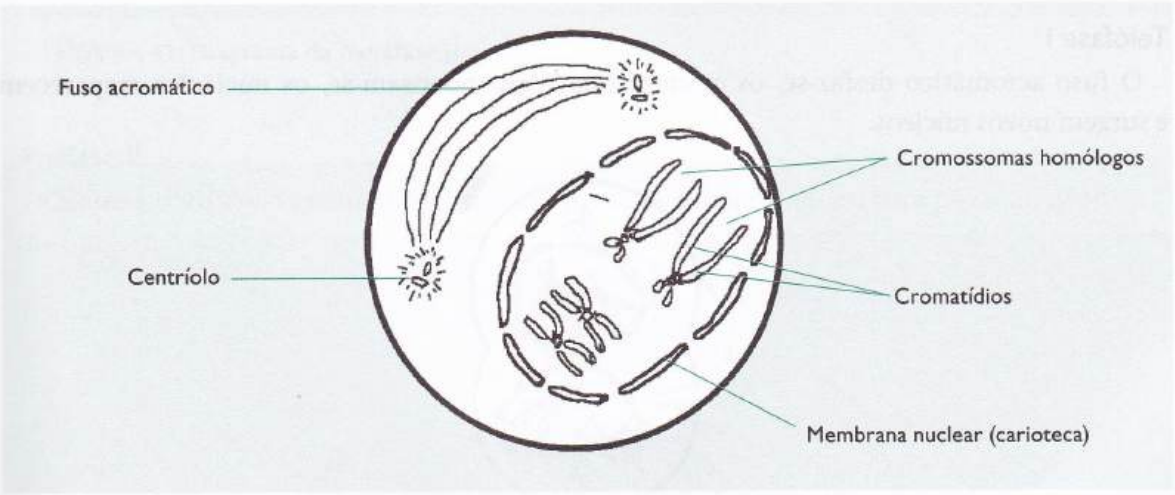


FIGURA 36: Diagrama da prófase I.

Metáfase I

Ocorre a fragmentação da carioteca; os cromossomas unem-se às fibras de fuso acromático e ligam-se pelo centrómero.

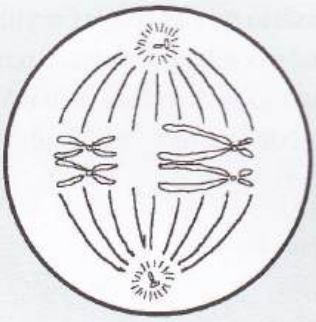


FIGURA 37: Diagrama da metáfase I.

Anáfase I

Os cromossomas homólogos migram para pólos opostos sem ocorrer a divisão do centrómero.



FIGURA 38: Diagrama da anáfase I.

Telófase I

O fuso acromático desfaz-se, os cromossomas descondensam-se, os nucléolos reaparecem e surgem novos núcleos.



FIGURA 39: Diagrama da telófase I.

Meiose II

Prófase II

As células resultantes da telofase I iniciam uma nova divisão celular. Os cromossomas iniciam uma condensação homogénea e a fragmentação da carioteca.

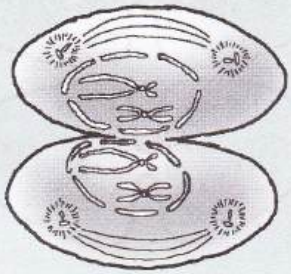


FIGURA 40: Diagrama da prófase II.

Metáfase II

Os cromossomas espalham-se no citoplasma. Os cromossomas unem-se às fibras do fuso acromático e ficam voltados para um pólo celular.

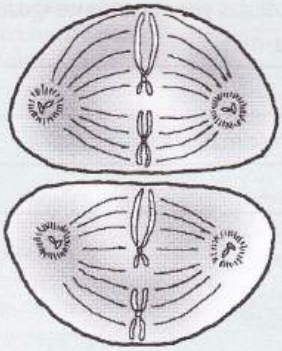


FIGURA 41: Diagrama da metáfase II.

Anáfase II

Ocorre a divisão do centrómero e os cromossomas-irmãos migram para pólos opostos.

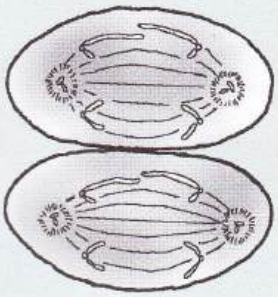


FIGURA 42: Diagrama da Anáfase II.

Telófase II

Os cromossomas descondensam-se, as moléculas reaparecem, o citoplasma divide-se e surgem quatro células-filhas.

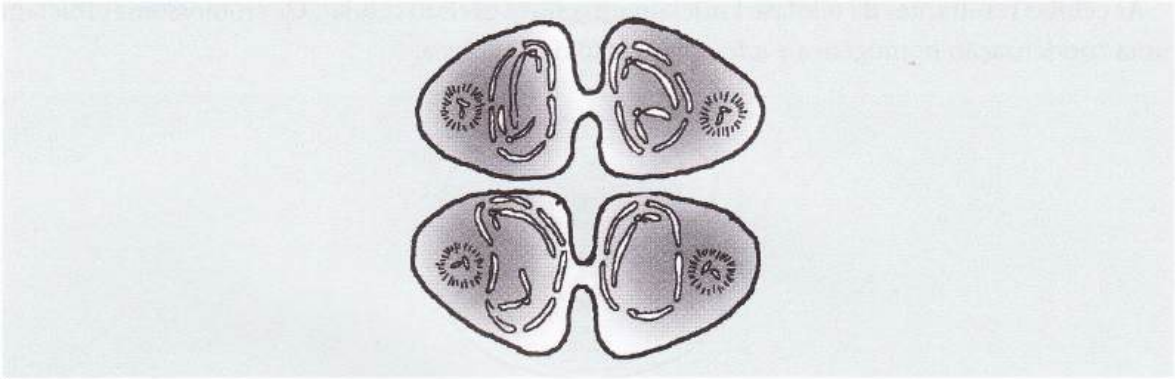


FIGURA 43: Diagrama da telófase II.

Em resumo, as diferenças entre a mitose e a meiose são as que se identificam no quadro seguinte e na figura da página seguinte (fig. 44).

	Mitose	Meiose
Células-filhas	Duas células geneticamente iguais à célula-mãe	Quatro células com metade dos cromossomas da célula-mãe
Citocinese	Uma	Duas
Local de ocorrência	Células somáticas	Células sexuais
Cariótipo	2n	n

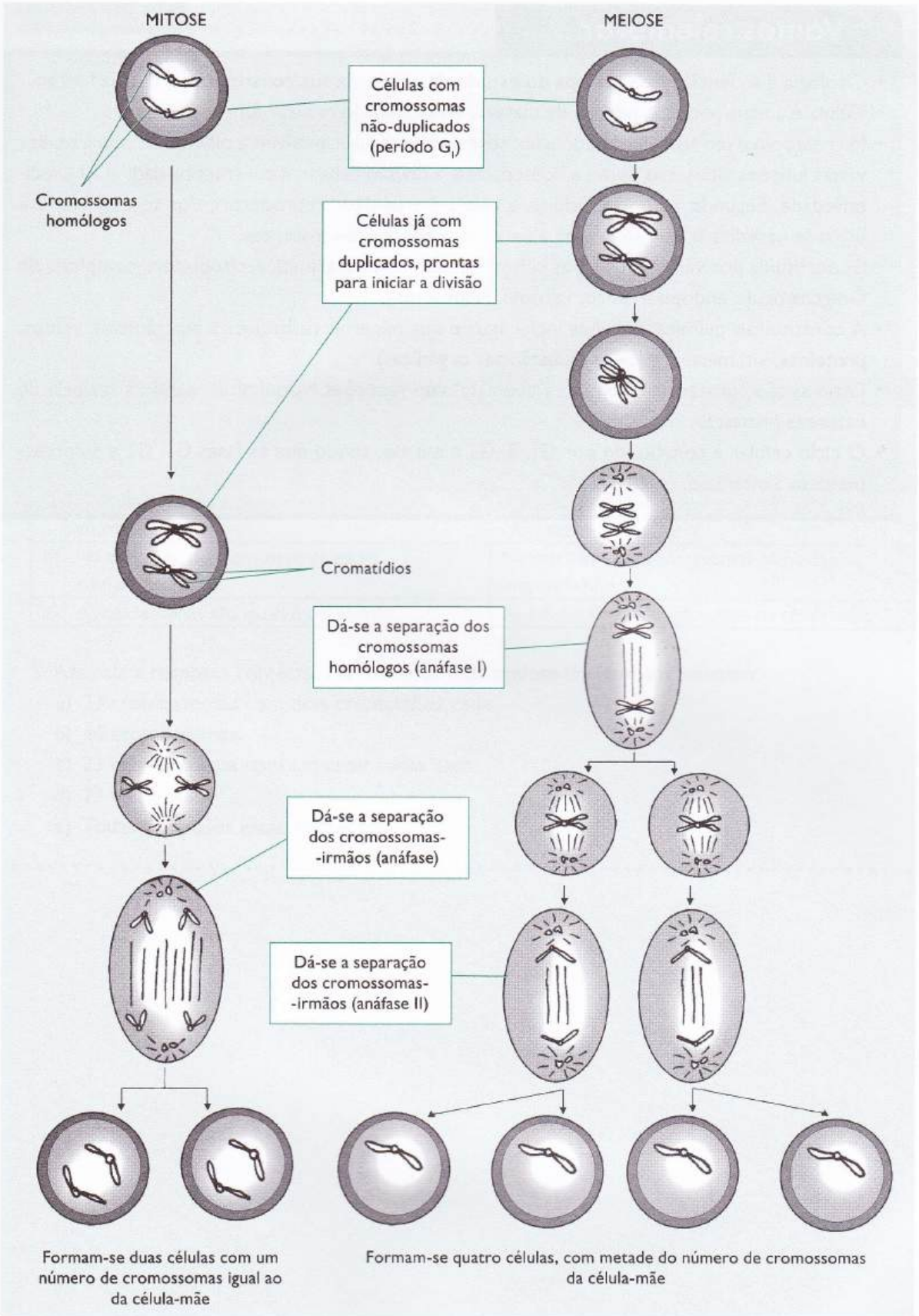


FIGURA 44: Comparação entre mitose e meiose.

Vamos relembrar...

- Citologia é a ciência que se ocupa do estudo da célula, da sua constituição e da sua função.
- Célula é a mais pequena porção da matéria viva capaz de realizar funções vitais.
- Microscópio é um aparelho usado para observar partículas invisíveis a olho nu. A célula realiza várias funções vitais, tais como a homeostase, a divisão celular, a contractibilidade e a hereditariedade. Segundo a Teoria Celular, a célula é a unidade reprodutora dos seres vivos; é a unidade hereditária que se origina a partir de células pré-existentes.
- É constituída por várias estruturas celulares: membrana plasmática, citoplasma, complexo de Golgi, retículo endoplasmático, vacúolo, ribossomas.
- A constituição química da célula inclui água e sais minerais (substâncias inorgânicas), lípidos, proteínas, vitaminas e glícidos (substâncias orgânicas).
- Enzimas são substâncias biológicas que catalisam reacções bioquímicas, sendo a maioria de natureza proteica.
- O ciclo celular é constituído por G1, S, G2 e mitose, sendo que as fases G1, G2 e S correspondem à interfase.

Actividades

1. Por que é que a meiose é considerada um processo reducional?

2. Descreve os eventos que caracterizam:
   a) a metáfase I;
   b) a anáfase I;
   c) a telófase I.

3. As células formadas na meiose I são haplóides ou diplóides? Justifica.

4. Que alínea indica a diferença correcta entre mitose e meiose?

	Mitose	Meiose
a)	Na prófase, os cromossomas são filamentos simples.	Na prófase, os cromossomas são filamentos duplos.
b)	Os cromossomas não se dividem.	Os cromossomas dividem-se.
c)	Na anáfase, cada cromossoma tem quatro cromatídios.	Na anáfase, cada cromossoma tem dois dois cromatídios.
d)	Na metáfase, os cromossomas estão emparelhados.	Na metáfase, os cromossomas não estão emparelhados.
e)	As células-filhas são iguais à célula-mãe.	As células-filhas são diferentes da célula-mãe.

5. Assinala a resposta correcta. Na metáfase II da meiose do Homem, existem:
   a) 23 cromossomas com dois cromatídios cada.
   b) 46 cromossomas.
   c) 23 cromossomas com um cromatídio cada.
   d) 23 bivalentes.
   e) Todas as opções estão correctas.

Unidade 2

Fisiologia vegetal



Ao terminar esta unidade, deverás ser capaz de:

- identificar tecidos vegetais;
- descrever os processos de absorção de água e de sais minerais pelas plantas;
- definir os diferentes tipos de membranas;
- explicar o movimento da seiva na planta;
- definir fotossíntese;
- identificar e explicar as diferentes fases do processo da fotossíntese;
- enumerar os factores que influenciam a actividade fotossintética.

2.1 Fisiologia vegetal

Os seres vivos pluricelulares são constituídos por vários tipos de células organizadas em grupos. Um grupo de células idênticas especializadas para a realização de uma determinada função designa-se por **tecido**. O ramo da Biologia que estuda os tecidos chama-se **histologia**.

A histologia vegetal estuda especificamente os tecidos vegetais. Nos vegetais são encontrados diversos tecidos que, dependendo das diferentes funções que desempenham, denominam-se **tecidos de formação, tecidos de síntese e armazenamento, tecidos de suporte, tecidos condutores, tecidos de revestimento**, entre outros.

2.1.1 Meristemas ou tecidos meristemáticos

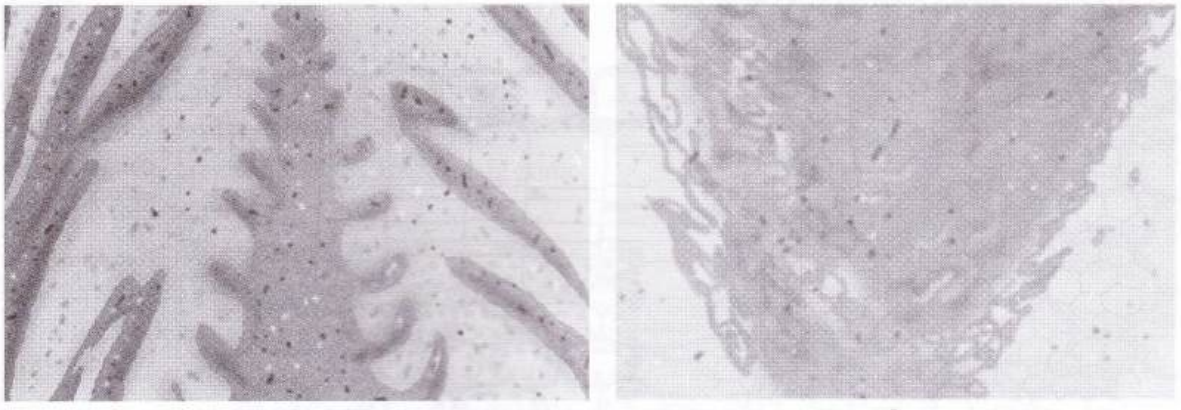
Os tecidos meristemáticos são constituídos por células não especializadas, com a capacidade de estar em constante divisão celular (por mitose). Esta característica conduz ao aumento do número de células, promovendo o crescimento dos órgãos que constituem a planta, tendo, por isso, a função de formação.

Quanto à sua origem, os meristemas são classificados em meristemas primários e secundários.

Meristemas primários

O embrião jovem de uma planta é constituído por células que se dividem activamente, originando novas células cuja finalidade é formar os tecidos e os órgãos da nova planta. Este tecido é o **meristema primário**. À medida que a planta vai crescendo, as células embrionárias vão-se especializando noutros tipos de tecidos e vão perdendo a capacidade de se dividir. Apenas em algumas regiões restritas da planta é que persistem grupos de células que conservam as características embrionárias, ou seja, a capacidade de se dividir permanentemente. Estas ficam restritas às extremidades do caule e da raiz, sendo designadas pela localização na planta por *meristemas* **apicais** e **subapicais**, respectivamente. Os meristemas primários garantem o alongamento da raiz e do caule.

A figura seguinte mostra os meristemas apical e subapical do caule e da raiz.



A B

FIGURA 1: A – Meristema apical (no caule); B – Meristema subapical (na raiz).

Os meristemas primários estão dispostos em três camadas concêntricas e diferenciam-se em **protoderme**, a camada mais externa; **meristema fundamental**, a camada intermédia; e **procâmbio**, a camada mais interna.

A protoderme origina os tecidos de revestimento, o meristema fundamental origina os tecidos de síntese e de suporte e o procâmbio origina os tecidos vasculares ou condutores.

Meristemas secundários

Em plantas que vivem mais de dois anos, como, por exemplo, as gimnospérmicas e algumas angiospérmicas, o crescimento em comprimento da raiz e do caule é acompanhado pelo engrossamento, ou seja, pelo crescimento em diâmetro. Este crescimento em espessura deve-se à actividade de meristemas secundários. Os meristemas secundários ou laterais são originados por células diferenciadas que reiniciam a capacidade de divisão através da actividade mitótica. São meristemas secundários o câmbio vascular, localizado entre os vasos condutores, e o câmbio cortical ou felogénio, situado próximo da periferia da raiz e do caule.

Anualmente, o câmbio vascular origina tecidos condutores secundários e o felogénio promove a formação de um tecido de revestimento: o súber, constituído por células mortas impregnadas de uma substância chamada **suberina**. Os meristemas secundários definem a estrutura secundária do caule e da raiz.

Na figura seguinte estão representados meristemas secundários.

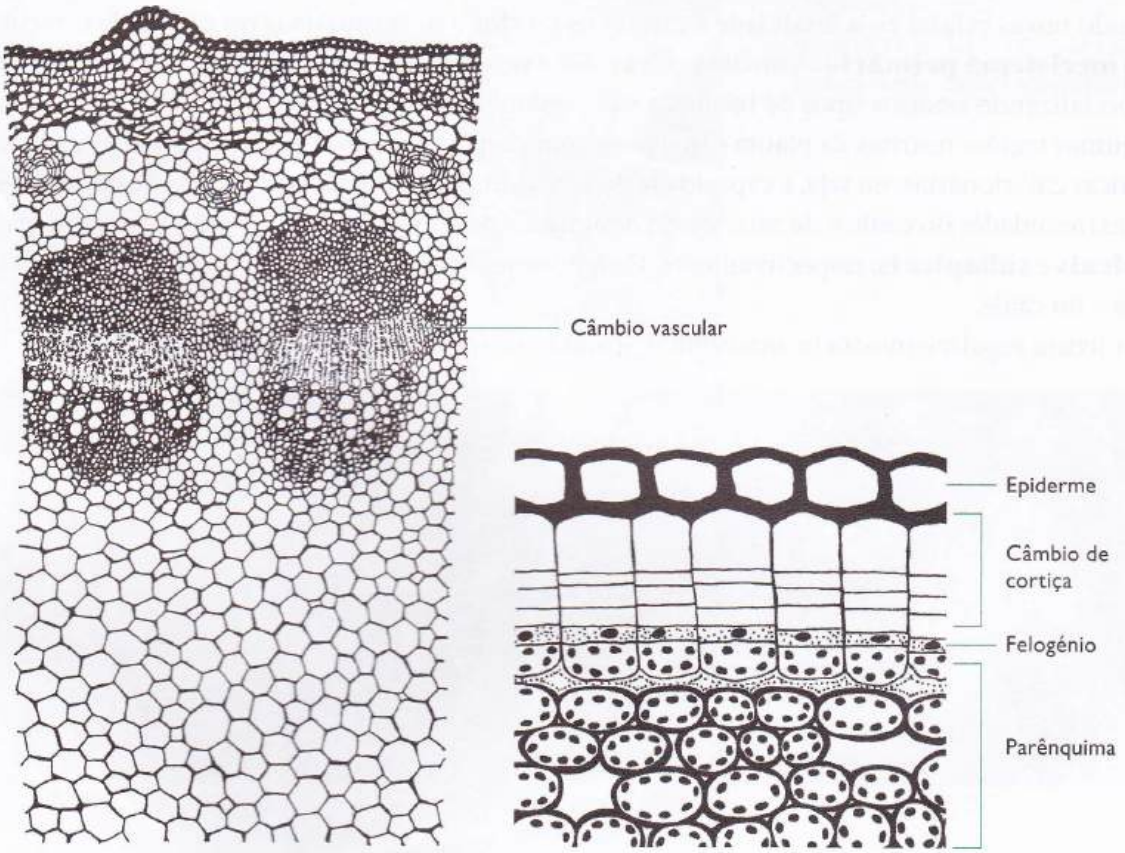


FIGURA 2: Meristemas secundários.

2.2 Tecidos definitivos

Os tecidos definitivos são constituídos por células que perderam a capacidade de divisão após a sua completa diferenciação. As células dos tecidos definitivos adquirem formas e estruturas próprias, especializadas para desempenhar determinadas funções. Estas células permanecem inalteráveis e, por esse motivo, recebem a designação de tecidos definitivos.

Função e estrutura dos tecidos definitivos

Os tecidos definitivos têm origem nos tecidos meristémicos, por engrossamento das paredes e mudança de forma e alterações das substâncias que constituem as paredes celulares. As suas células, em geral, já não se dividem.

De acordo com a sua função, os tecidos definitivos podem ser **mecânicos** – de revestimento, de suporte ou de condução – ou **elaboradores** – parênquimas, tecidos secretores e tecidos glandulares.

Depois de decorridos fenómenos como o crescimento e diferenciação, os tecidos primários originam os tecidos definitivos responsáveis pelas várias actividades que garantem a vida da planta. Segundo a função realizada, os tecidos estão organizados como se indica na tabela seguinte.

Meristema primário	Função	Tecidos definitivos
Protoderme	Tecidos de revestimento	Epiderme Periderme (súber)
Meristema fundamental	Síntese e armazenamento Suporte	Parênquima Colênquima Esclerênquima
Procâmbio	Tecidos condutores	Xilema Floema

2.2.1 Tecidos parenquimatosos

Os tecidos parenquimatosos são os que constituem a maior parte da folha, localizando-se entre a epiderme superior e inferior da folha. Na raiz e no caule, preenchem grande parte da zona cortical e medular.

As células do parênquima são vivas. Caracterizam-se por serem células pouco especializadas, podendo assim diferenciar-se e originar células de outros tecidos. As células do parênquima apresentam parede celular fina e um grande vacúolo central. O núcleo e o citoplasma são periféricos.

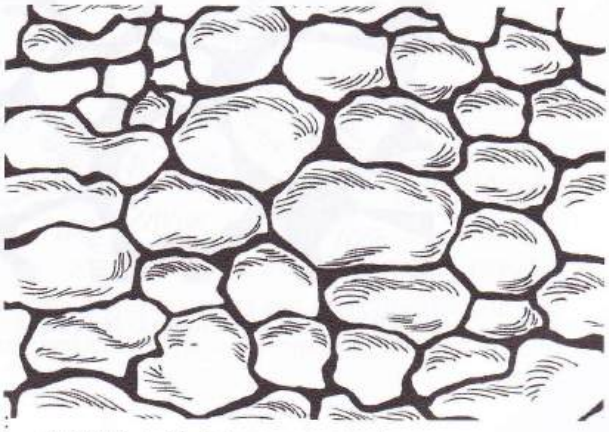


FIGURA 3: Tecido parenquimatoso.

De acordo com a função que realizam, os tecidos parenquimatosos são designados por **parênquima clorofilino** ou **clorênquima** (quando responsáveis pela produção da matéria orgânica na planta). As suas células são ricas em cloroplastos e, consequentemente, realizam a fotossíntese. No parênquima de reserva fica armazenada a matéria orgânica. Ocorre nas raízes carnudas, como as da batata-doce, da cenoura, da mandioca, da beterraba, etc., em caules, como o da batata comum e da cana-de-açúcar, em algumas folhas, diversos frutos e em sementes. O parênquima aquífero é o que ocorre em plantas de regiões secas, como o cacto. Está especializado no armazenamento de água.

O parênquima aerífero ou aerênquima ocorre em certas plantas aquáticas, como a victória-régia. Este tipo de parênquima apresenta células de tal modo que entre elas se formam grandes lacunas onde se acumula ar. O parênquima aquífero facilita a flutuação da planta na água.

2.2.2 Tecidos de suporte

A rigidez que certos órgãos da planta apresentam, e que em parte as ajuda a suportar as pressões mecânicas a que estão sujeitas, deve-se aos tecidos de suporte, nomeadamente, o colênquima e o esclerênquima.

Colênquima

O colênquima é formado por um agrupamento compacto de células com espessamentos na parede celular, isto é, a parede celular encontra-se reforçada. As células estão agrupadas em cilindros ou feixes.

Apesar dos espessamentos, as células do colênquima são vivas e flexíveis, o que permite o crescimento da planta. Ocorre em órgãos em crescimento de plantas jovens, como na periferia dos caules e nas folhas.

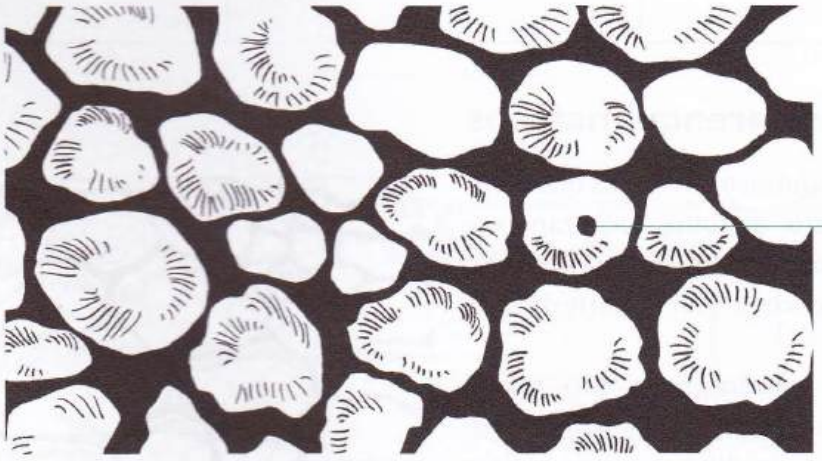


FIGURA 4: Aspecto do colênquima.

Esclerênquima

O esclerênquima é um tecido bastante duro, constituído por células muito rígidas devido às paredes espessadas por uma segunda parede celular (a parede celular é dupla). A parede é constituída por celulose e reforçada por uma substância rígida e impermeável chamada lenhina.Deste modo, as células estão mortas, pois a lenhina não permite as trocas gasosas e a absorção de alimentos.

As células do esclerênquima situadas no interior do caule sustentam os vasos condutores da seiva, são alongadas e designam-se por fibras; as que se encontram nas sementes, por exemplo, têm forma irregular e são muito duras. São designadas por células pétreas. O esclerênquima encontra-se em regiões da planta que já pararam de crescer em comprimento.

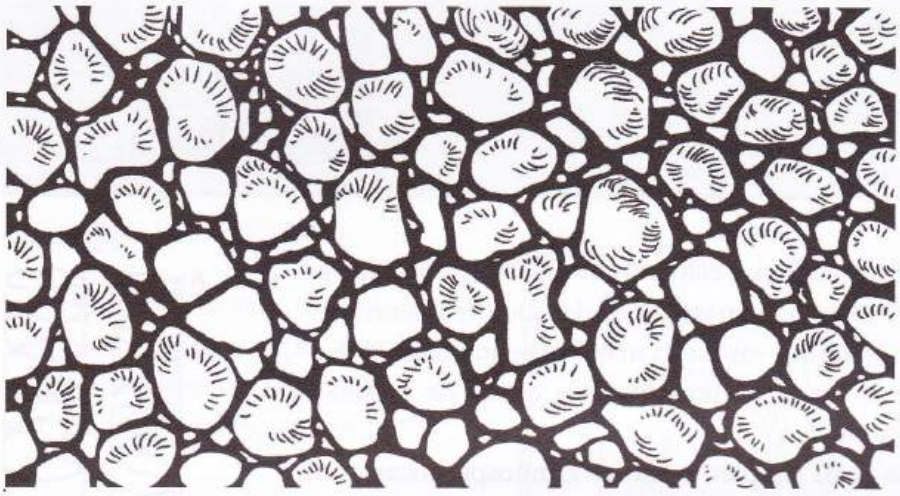


FIGURA 5: Aspecto do esclerênquima.

2.2.3 Tecidos vasculares ou condutores

Para a condução das seivas, existem tecidos condutores de seiva:

- o xilema;
- o floema.

Xilema ou lenho

Este é o tecido que conduz a seiva bruta, composta pela água e os sais minerais absorvidos do solo pela raiz até as folhas.

As células do xilema são longas, dispostas de uma extremidade a outra, e possuem paredes duplas. Nas paredes das células das regiões das plantas jovens, ainda em crescimento, há um depósito em forma de anel ou em espiral que confere elasticidade para acompanhar o crescimento das plantas.

Nas plantas adultas, as paredes celulares têm mais lenhina (são lentificadas).

Curiosidades

A lenhina é uma macromolécula tridimensional encontrada nas plantas terrestres, associada à celulose na parede celular e cuja função é conferir rigidez e impermeabilidade a ataques microbiológicos e mêcanicos aos tecidos vegetais.



O xilema é formado por células mortas, sem citoplasma e sem núcleo. Possuem apenas parede de celulose e lenhina, que impede o fecho dos vasos e dá maior sustentação à planta.

Existem dois tipos fundamentais de célula de xilema: traqueias e traqueídes.

Nas plantas mais simples, como as gimnospérmicas e as pteridófitas, encontram-se traqueídes ou vasos fechados. Nestes casos, entre as células existem regiões apenas com celulose, sem lenhina, que permitem a passagem da seiva bruta de uma célula para outra. Estas regiões são designadas por pontuações.

Nas angiospérmicas, o xilema é constituído por vasos abertos ou traqueias. As células estão mais intimamente unidas.

A parede de celulose entre as células desaparece completamente, formando-se assim longos tubos que facilitam o transporte da seiva bruta.

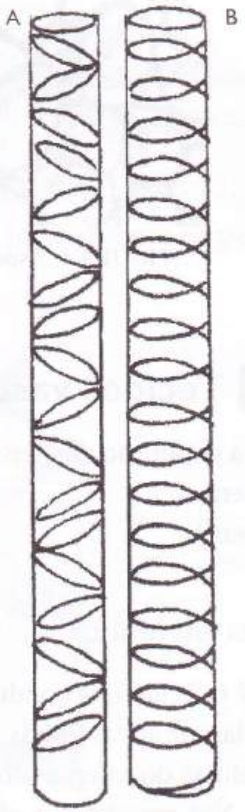


FIGURA 6: Representação do xilema (A – xilema com depósito em anel; B – xilema com depósito em espiral).

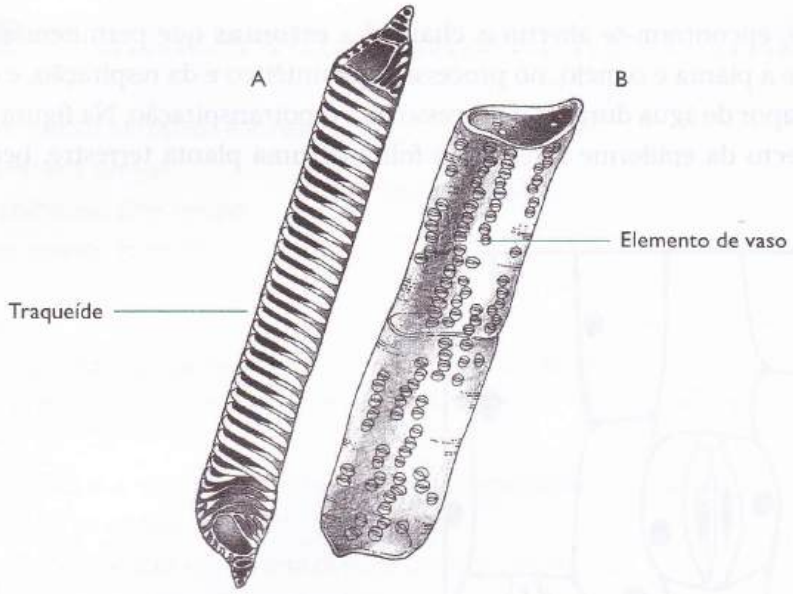


FIGURA 7: Células de xilema (A – traqueídes; B – elementos de vasos).

Floema ou líber

O floema é responsável pelo transporte de seiva elaborada, uma solução que contém substâncias orgânicas fabricadas nas folhas durante o processo fotossintético.

O floema é constituído por células vivas. As células, designadas por vasos crivados, estão colocadas topo a topo e a parede de contacto entre as células está perfurada, ou seja, há pequenos furos, ou crivos, atravessados por pontos de citoplasma. São as placas crivadas. As células adultas do floema não possuem núcleo. Ao lado da célula do floema existem células nucleadas, as células de companhia, que produzem ácidos nucleicos, mantendo, deste modo, a síntese proteica. Junto às células de companhia existem células parênquimatosas e fibras.

Entre os diferentes tecidos existentes na planta é importante fazer-se referência à epiderme, que reveste e protege os órgãos das plantas superiores. No caule, é substituída pela periderme e pelo súber (cortiça).

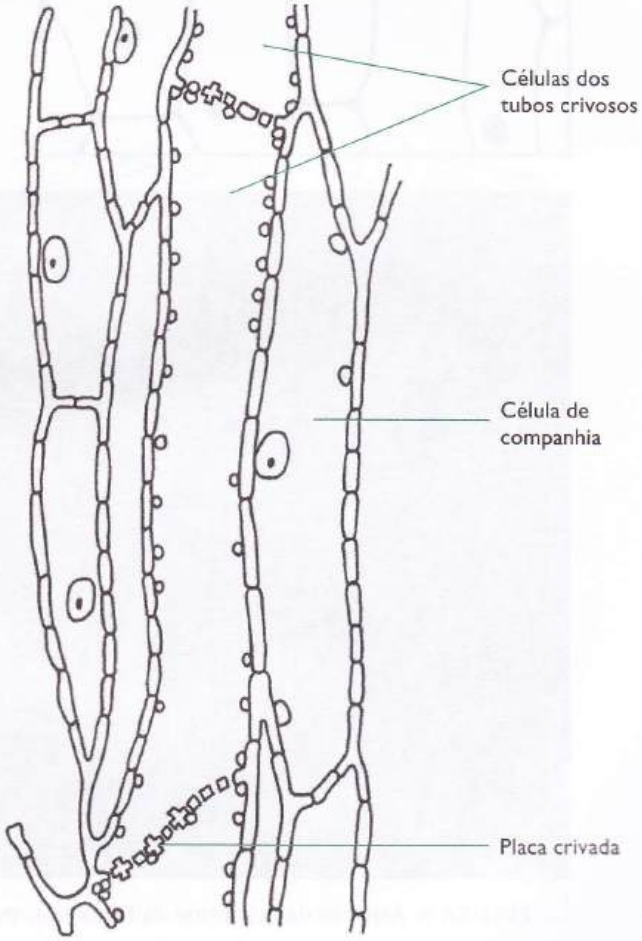


FIGURA 8: Aspecto do floema.

Na epiderme, encontram-se aberturas chamadas **estomas** que permitem as trocas gasosas realizadas entre a planta e o meio, no processo fotossintético e da respiração, e que permitem a libertação de vapor de água durante o processo da evapotranspiração. Na figura seguinte, representa-se o aspecto da epiderme inferior da folha de uma planta terrestre, bem como de um estoma.

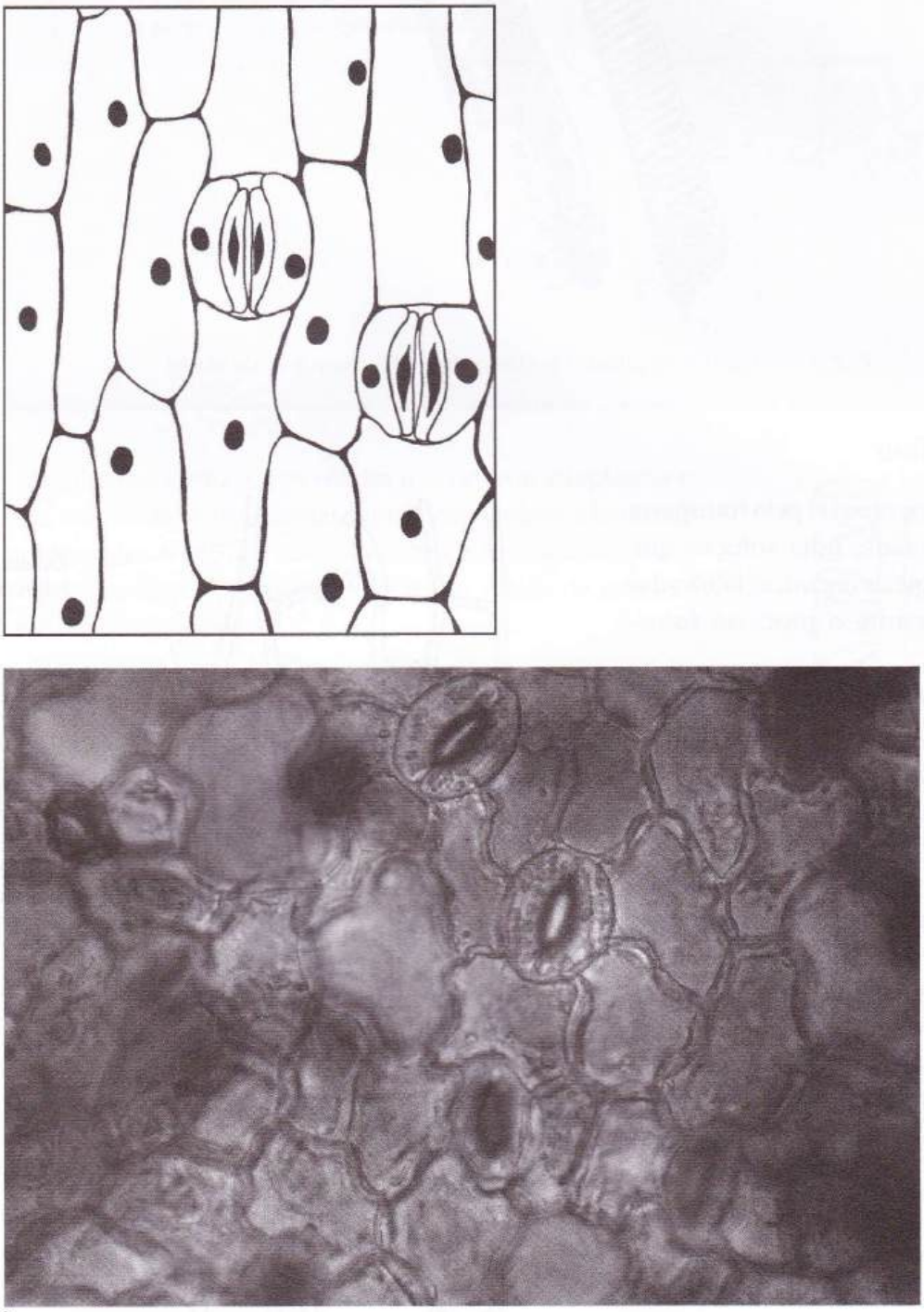


FIGURA 9: Aspecto da epiderme da folha (estoma).

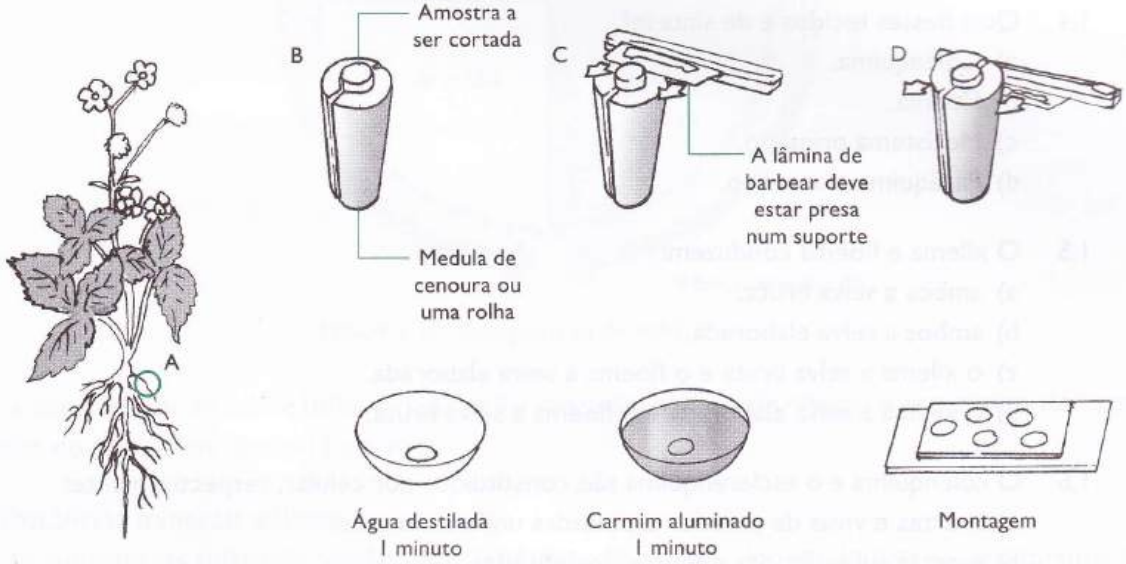
Experiência

Material

- Raízes, caules de plantas herbáceas e folhas
- Microscópio, lâminas e lamelas
- Rolha, bisturi, agulha, vidro de relógio
- Água destilada e corante (carmim)

Procedimento

1. Com a lâmina ou bisturi, faz cortes muito finos nos órgãos das plantas.
   Para facilitar o corte, introduz as raízes, os caules e as folhas numa rolha, ou cenoura, como se mostra na figura.
   Para tornar as células dos tecidos mais visíveis, realiza-se a coloração, introduzindo os cortes no corante, colocado em vidros de relógio.
   Os cortes devem permanecer em corante durante cerca de um minuto.
2. Procede à lavagem dos cortes com água destilada.
3. Monta os cortes, colocando cada um numa gota de água sobre a lâmina.
4. Cobre-a com uma lamela.
5. Observa as preparações ao microscópio óptico, utilizando diferentes ampliações.
   Esquematiza as imagens obtidas, legenda-as e identifica-as.



Actividades

1. Responde às seguintes questões sobre os tecidos vegetais. Assinala com X as alternativas correspondentes às afirmações correctas.

1.1 Um tecido meristemático é constituído por:
   a) células vivas com actividade mitótica.
   b) células vivas com cloroplastos.
   c) células vivas com parede lenhificada.
   d) células vivas e mortas.

1.2 Os meristemas primários e secundários promovem respectivamente:
   a) alongamento e engrossamento.
   b) ambos alongamento.
   c) ambos engrossamento.
   d) engrossamento e alongamento das estruturas.

1.3 Os meristemas secundários são:
   a) câmbio e xilema.
   b) felogénio e câmbio.
   c) felogénio e floema.
   d) floema e câmbio.

1.4 Qual destes tecidos é de síntese?
   a) Colênquima.
   b) Floema.
   c) Meristema primário.
   d) Parêquima clorofilino.

1.5 O xilema e floema conduzem:
   a) ambos a seiva bruta.
   b) ambos a seiva elaborada.
   c) o xilema a seiva bruta e o floema a seiva elaborada.
   d) o xilema a seiva elaborada e o floema a seiva bruta.

1.6 O colênquima e o esclerênquima são constituídos por células, respectivamente:
   a) mortas e vivas de paredes espessadas uniformemente.
   b) mortas suberificadas e mortas lenhificadas.
   c) vivas e com espessamentos não uniformes e mortas com paredes espessas.
   d) vivas sem espessamentos e mortas com paredes finas.

2.3 Factores que determinam a fertilidade do solo

Os organismos vivos e, em especial, as plantas, encontram no solo o seu meio de suporte e a fonte dos seus nutrientes.

Composição química do solo

O solo é constituído por substâncias orgânicas e minerais, ar, água e seres vivos.

Os solos diferem uns dos outros em vários aspectos: no processo da sua formação, no tamanho e quantidade de partículas resultantes da fragmentação da crosta terrestre, na sua composição mineral e orgânica e nos seres vivos que nele vivem. São ainda influenciados pela morfologia da região, pelo clima, pela natureza da rocha-mãe, etc., o que contribui para a sua diferenciação.

Em média, um solo próprio para a agricultura é composto por diferentes elementos, nas seguintes proporções:

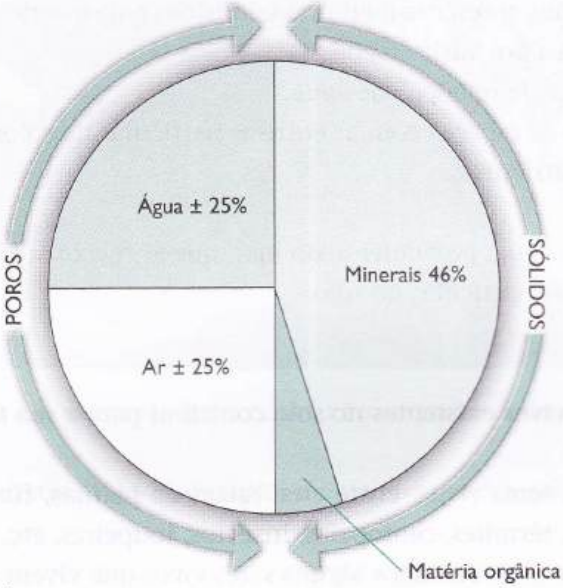


FIGURA 10: Composição do solo.

A composição do solo é influenciada pelos seres vivos que nele vivem. A ocorrência dos seres vivos no solo difere de solo para solo.

Substâncias minerais sólidas

As substâncias minerais sólidas são compostas por partículas resultantes de fragmentos da rocha-mãe e outras. Os fragmentos, de tamanho diferente, determinam a textura do solo. De acordo com o tamanho das partículas, que variam entre 0,002 mm e mais de 50 mm, designam-se, por ordem crescente, por argila, limo, areia fina, areia grossa, cascalho e pedras ou godos. Estes elementos contribuem para a maior ou menor permeabilidade do solo. Nos espaços entre as partículas do solo existe ar contendo oxigénio.

Compostos orgânicos

Os compostos orgânicos resultam dos restos dos seres vivos em decomposição, da qual faz parte o húmus.

Rede hidrográfica

A rede hidrográfica, ou seja, a distribuição dos rios e dos lagos e o relevo da região, isto é, a distribuição de montes e planícies, etc., influenciam a fertilidade do solo, uma vez que influenciam igualmente a meteorização física e química. Este factor também se relaciona com a quantidade de águas em circulação no solo.

Decomposição dos solos

A decomposição é feita a partir dos restos de plantas e de animais que morrem permanecem no solo. É a actividade dos microrganismos do solo que os transforma em matéria orgânica. Para tal são necessárias determinadas condições de humidade e de temperatura. O material orgânico no solo encontra-se em vários estágios de decomposição, uns mais, outros menos avançados. O processo de decomposição é designado por **humificação** e leva à formação de húmus.

Húmus é a matéria orgânica parcialmente decomposta, cuja origem não é possível identificar a olho nu.

O solo que contém húmus apresenta melhores condições para a agricultura. O húmus confere melhor qualidade aos solos por várias razões:

- aumenta a possibilidade de retenção de água;
- aumenta a quantidade de espaços com ar entre as partículas do solo;
- enriquece o solo em nutrientes;
- modera a temperatura;
- absorve parte do sal da água, proveniente do mar, que atinge os solos;
- melhora a agregação das partículas do solo.

Animais

A actividade dos seres vivos existentes no solo contribui para a sua formação e propriedades distintas.

No solo, encontram-se seres vivos, entre eles, raízes de plantas, fungos, bactérias e alguns animais como minhocas, térmites, centopeias, insectos, toupeiras, etc.

Na figura seguinte estão representados alguns seres vivos que vivem no solo.

1. (A e B) – Ácaros (*Eulohmannia*)
2. Protura (*Microentomon*)
3. Japigídeo (*Lapyx*)
4. Trisonóptero
5. Sinfila (*Scolopendrella*)
6. Paurópode (*Pauropus*)
7. Escaravelho (*Staphylinidae*)
8. Colembolo (*Entomobrya*)
9. Pseudoescorpião
10. Milípede
11. Centípede
12. Larva de escaravelho

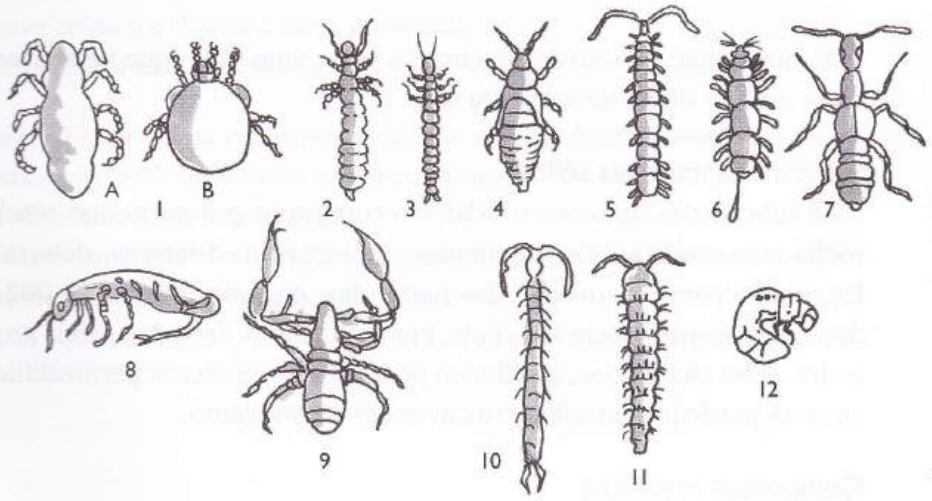


FIGURA 11: Alguns seres vivos que vivem no solo.

Os diferentes seres vivos existentes no solo modificam-no e contribuem para o seu arejamento e movimento de substâncias, melhorando as suas características. Estes seres vivos estabelecem relações tróficas entre si e, quando morrem, enriquecem o solo. Como exemplos dessa actividade temos:

- térmites, que desempenham o papel de decompositores digerindo a celulose da madeira dos ramos das árvores;
- minhocas, que constroem túneis no solo contribuindo para o seu arejamento. Nesta actividade, revolvem a terra, movimentando os seus constituintes.

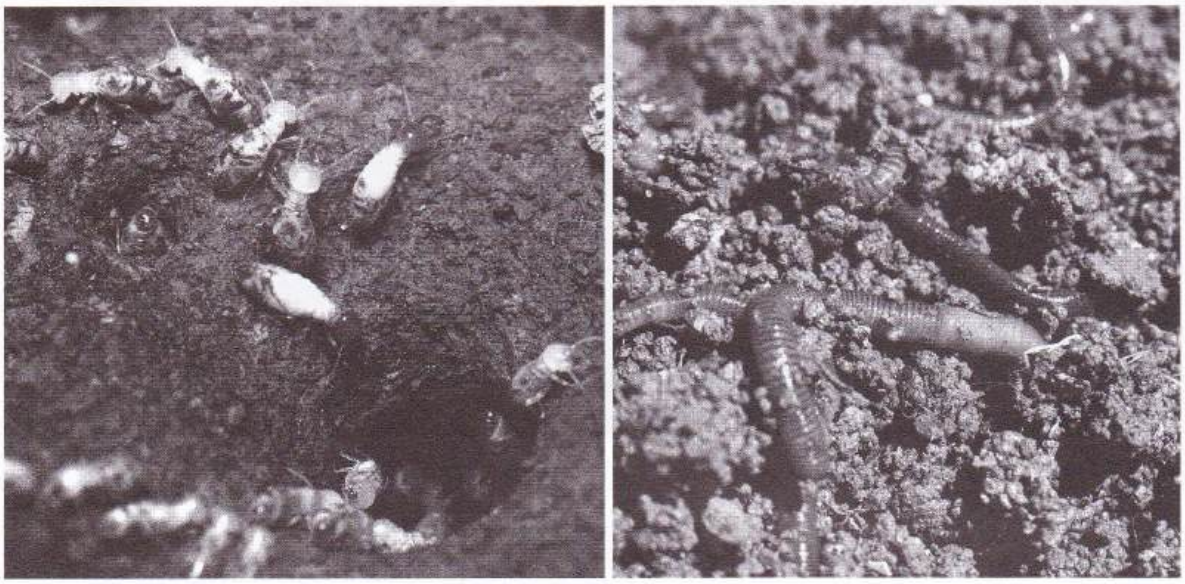


FIGURA 12: As térmites e as minhocas são excelentes decompositores dos solos.

Quanto mais animais o solo tiver, mais rapidamente será modificado, pois a maioria age como decompositores.

Assim, o tipo e a quantidade de seres vivos existentes numa região determinam as características e propriedades do solo, influenciando de forma mais ou menos directa a permeabilidade (maior ou menor facilidade de deixar passar água), a porosidade (maior ou menor dimensão e número de espaços entre as partículas sólidas do solo), a humidade (quantidade de água), o arejamento (maior ou menor conteúdo de ar), a salinidade (maior ou menor conteúdo de sais minerais) e a acidez (carácter mais ou menos ácido do solo).

Actividades

1. Define húmus.
   1.1 Indica a importância do húmus.
2. Enumera os constituintes químicos do solo próprio para a agricultura.
3. Quais são os factores que influenciam a fertilidade dos solos?

2.4 Anatomia das raízes

Na constituição de uma planta espermatófita, encontram-se vários órgãos, nomeadamente, a raiz, o caule, as folhas, as flores e os frutos com sementes. Cada órgão desempenha a sua função, sendo a da raiz a absorção de água e sais minerais, a fixação da planta ao solo e, em alguns casos, a acumulação de substâncias de reservas.

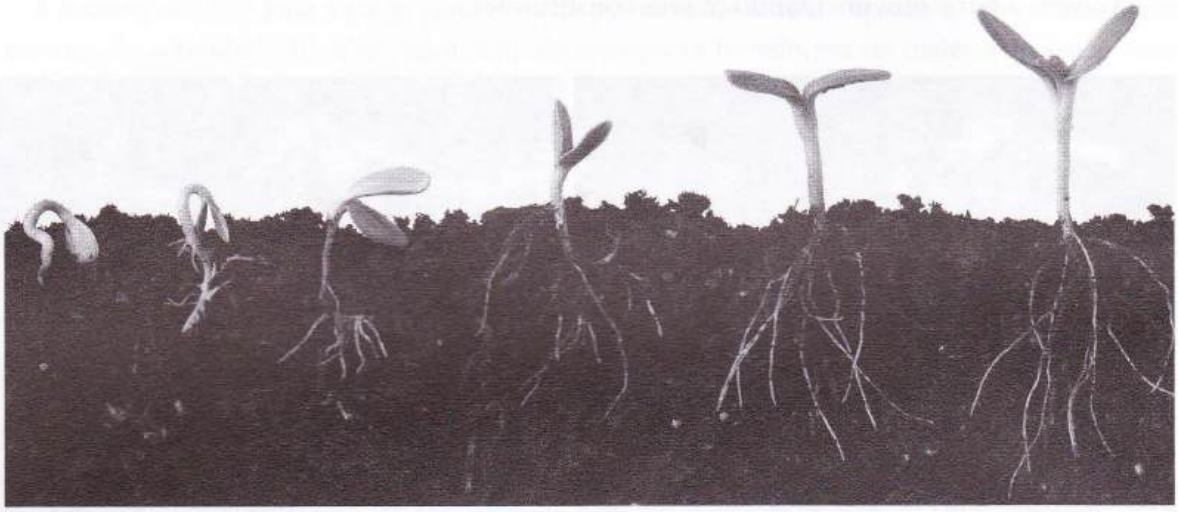


FIGURA 13: Exemplo do desenvolvimento da raiz de uma planta.

Estrutura da raiz

Recordando o que estudaste sobre a raiz, no que se refere à sua estrutura externa já sabes que existem estruturas adaptadas para a função que realizam. Essas estruturas estão representadas na figura seguinte.

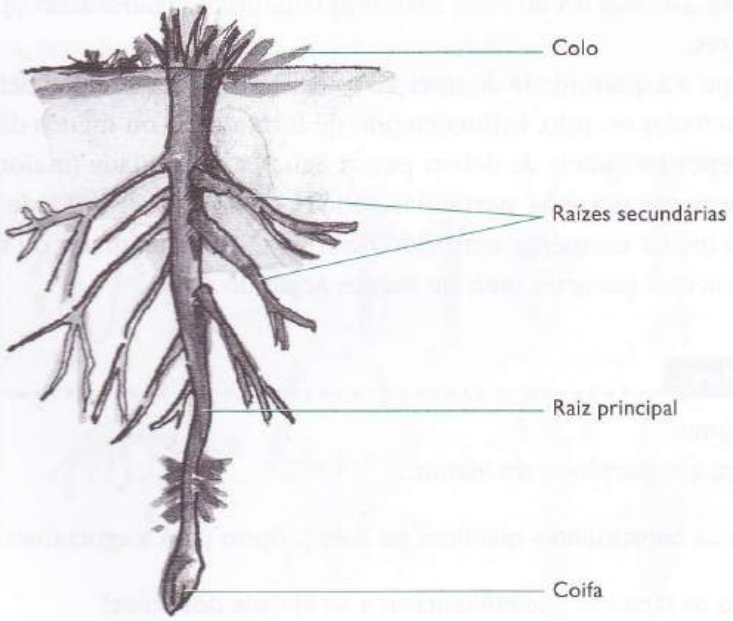


FIGURA 14: Estrutura externa da raiz (os pêlos absorventes são as estruturas responsáveis pela absorção de água).

Anatomia da raiz

A figura seguinte mostra a estrutura interna (anatomia) de uma raiz.

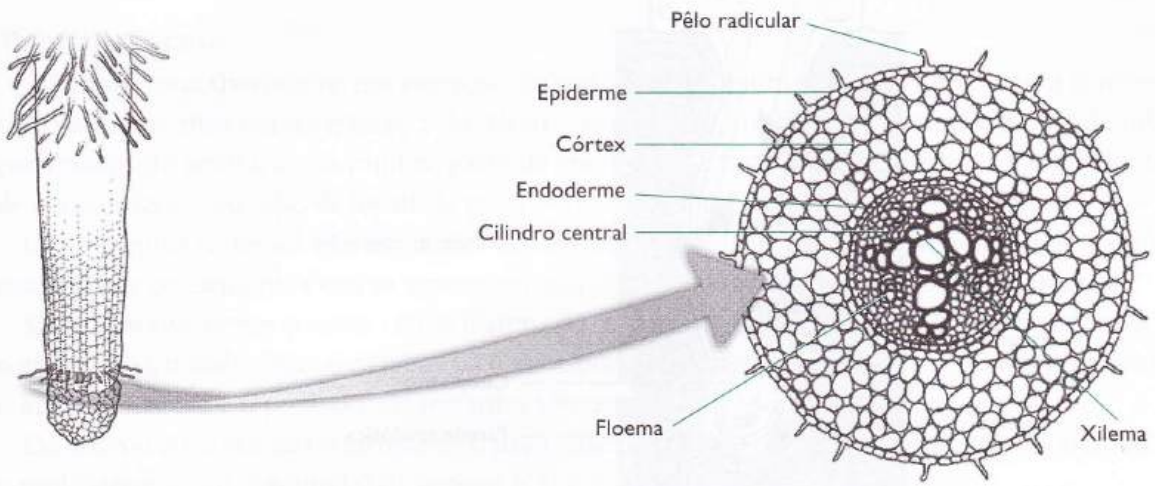


FIGURA 15: Estrutura interna da raiz em corte transversal.

A região mais periférica da raiz é a epiderme; abaixo da epiderme, para o interior, encontra-se o parênquima cortical (córtex). A região central, designada por cilindro central, é delimitada pela endoderme. As células da endoderme são circundadas por anéis de suberina, uma substância impermeável que forma as estrias de Caspary. As estrias de Caspary unem as células de modo a que não haja espaço entre elas. Assim, a endoderme funciona como uma barreira para as substâncias, impedindo-as de se dirigirem directamente para o cilindro central sem passar pelas células da endoderme.

Abaixo da endoderme, encontra-se o periciclo, que delimita o cilindro central. O periciclo origina as raízes secundárias. No cilindro central, encontram-se o xilema e o floema, dispostos de forma característica nas dicotiledóneas e que as distingue das monocotiledóneas.

Absorção de água e sais minerais

Entre as várias estruturas que contribuem para a absorção de água, tais como raízes secundárias, folíolos modificados e as regiões mais velhas das plantas herbáceas, é fundamentalmente pelas raízes, através dos pêlos absorventes, que as plantas absorvem a água e os iões minerais por ela transportados. Os pêlos absorventes são bastante numerosos. Estes aumentam a superfície de absorção da raiz, o que permite absorver grande quantidade de água vinda do solo.

O pêlo absorvente é um prolongamento de uma célula da epiderme. Como se pode observar na figura que se segue, o pêlo absorvente apresenta uma parede celular fina, um vacúolo central, citoplasma e núcleo periférico.

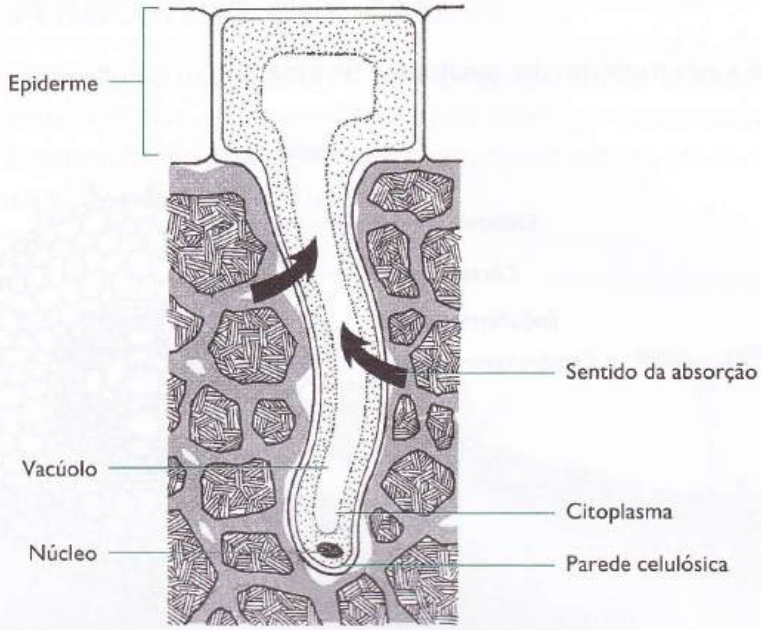


FIGURA 16: Estrutura do pêlo absorvente.

Difusão, osmose, transporte activo e passivo

Como deves recordar-te, processos de transporte passivo como a difusão, a osmose, a difusão facilitada e o transporte activo fazem parte dos mecanismos que possibilitam a absorção radicular.

A condição para que os nutrientes sejam absorvidos pela raiz é que eles estejam em solução aquosa. A absorção ocorre pelos mecanismos referidos.

Transporte passivo

Designa-se por transporte passivo o transporte feito a favor do gradiente de concentração, em que as partículas se deslocam de locais de maior concentração para os de menor concentração até que se atinja o equilíbrio. Neste tipo de transporte não há gasto de energia. A difusão simples e a osmose são exemplos de transporte passivo.

Osmose

A osmose, conforme estudaste, é a difusão da água através de membranas semipermeáveis. Neste caso, a água desloca-se de regiões menos concentradas em solutos, ou seja, da solução mais diluída (solução hipotónica) para as regiões mais concentradas em solutos (solução hipertónica).

Sendo a concentração em solutos do suco vacuolar das células do pêlo absorvente superior à da água do solo, a água entra para a raiz por osmose. Comparando a concentração em solutos do suco vacuolar com a das células do parênquima cortical, verifica-se que a das células do parênquima cortical é superior. Assim, a água vai passando para o interior da raiz até atingir o xilema (tecido condutor da seiva bruta).

Difusão

A entrada dos iões minerais em solução aquosa na raiz ocorre por difusão. Estes encontram-se na solução do solo, em concentração mais elevada do que nas células da raiz.

Transporte activo

O transporte activo ocorre, por exemplo, quando as raízes acumulam iões minerais em concentrações muito altas em relação ao solo. Neste caso, os iões minerais entram nas células da raiz por transporte activo, o que implica gasto de energia. Este transporte ocorre contra o gradiente de concentração, ou seja, de locais de menor concentração para os de maior concentração.

Os elementos minerais que as plantas consomem em maior quantidade denomina-se macronutrientes e os elementos que se consomem em menor quantidade são os micronutrientes.

São macronutrientes o azoto (N), o fósforo (P), o potássio (K), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg), o enxofre (S), o sódio (Na), o oxigénio (O), o carbono (C) e o hidrogénio (H), sendo os principais o azoto, o fósforo e o potássio. Os restantes são considerados secundários.

Os micronutrientes são o ferro (Fe), o manganês (Mn), o zinco (Zn), o cobre (Cu), o boro (B), o molibdénio (Mo), o níquel (Ni), o cloro (Cl) e o alumínio (Al).

Os diferentes elementos minerais são usados na síntese de moléculas como proteínas, incluindo enzimas, clorofilas, vitaminas, hormonas de crescimento, ácidos nucleicos, pigmentos, citocromos e outras.

Actividades

1. Define macronutrientes e micronutrientes e enumera-os.

2. Explica os mecanismos de absorção de água e sais minerais pela raiz.

2.5 Tipos de membranas

As células são sistemas biológicos delimitados pela membrana celular.

A membrana celular é dotada de propriedades que lhe permitem delimitar a célula do meio externo e, ao mesmo tempo, estabelecer intercâmbio com ele.

- Membranas impermeáveis – são membranas que não se deixam atravessar por nenhuma substância.
- Membranas permeáveis – são as que permitem a passagem de solutos e solventes.
- Membranas semipermeáveis – são membranas que deixam passar o solvente mas não os solutos, ou deixam passar apenas alguns solutos. Esta variação na permeabilidade depende do tamanho, da carga eléctrica e da solubilidade dessas moléculas. Portanto, a membrana celular selecciona as moléculas que podem passar através delas. A membrana celular reduz a velocidade com que as substâncias a atravessam. Esta velocidade é variável.

Entre os vários modelos hipotéticos da estrutura da membrana celular é, actualmente, aceite o modelo em mosaico fluido, representado na figura seguinte.

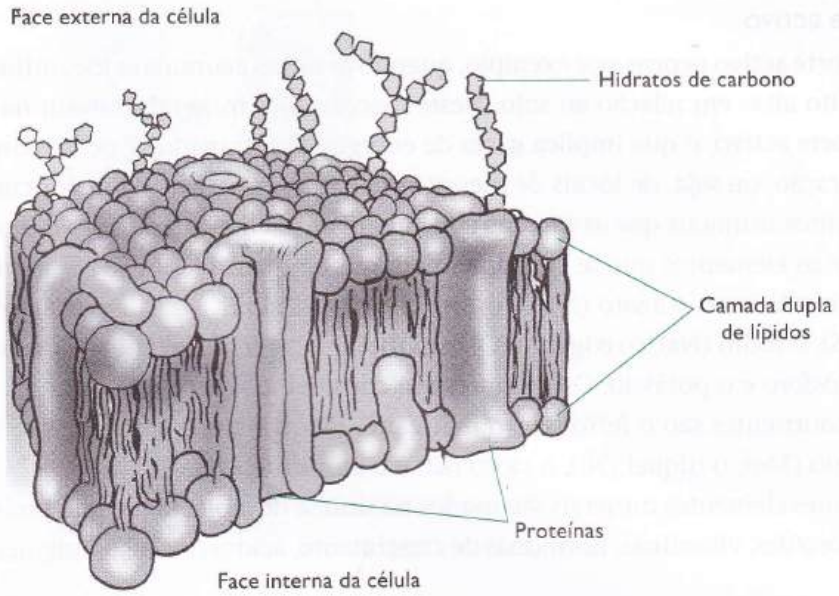


FIGURA 17: Modelo em mosaico fluido (membrana celular).

O modelo em mosaico fluido foi proposto por Jonathan Singer e Garth Nicholson em 1972. Segundo Singer e Nicholson, a membrana celular é formada por uma bicamada lipídica dinâmica e fluida, a que estão associadas proteínas periféricas, na região hidrofóbica (sem afinidade com a água), e proteínas integradas, na região hidrofílica da membrana (que tem afinidade com a água).

As moléculas dos hidratos de carbono associam-se às proteínas para formar glicoproteínas e aos lípidos para formar glicolípidos, na face externa como componentes do glicocálice. O glicocálice funciona como cimento entre as células vizinhas e de reconhecimento de substâncias.

O modelo em mosaico fluido é o que melhor explica o comportamento das membranas relacionado com os processos fisiológicos de passagem das substâncias através das membranas.

Actividades

1. Que tipo de membrana ocorre nas células?
   1.1 Quais são as suas propriedades?
2. Qual é a disposição das moléculas constituintes das membranas celulares?

2.6 Circulação da seiva bruta

Após a realização da absorção radicular, a solução mineral é transportada até ao xilema no cilindro central.

Até que atinja a endoderme, a solução com iões minerais pode seguir dois caminhos diferentes: a via extracelular ou apoplasto e a via intracelular ou simplasto.

- Via extracelular ou apoplasto: ocorre através dos espaços intercelulares (meatos). É um trajecto muito rápido.
- Via intracelular ou simplasto: neste trajecto, ocorre a passagem da solução de célula a célula. A solução deve atravessar as membranas celulares e o citoplasma das células até atingir o xilema. A via intracelular é a mais demorada, pois depende de osmose e de transporte activo.

A via extracelular é interrompida ao nível da endoderme, devido à presença das estrias de Caspary. Estas, devido à sua impermeabilidade, impedem a passagem da solução pelos espaços intercelulares, obrigando-a a passar pelas células da endoderme. Assim, a endoderme funciona como uma barreira selectiva das substâncias que devem prosseguir até ao xilema.

Observa a figura seguinte em que se representa a via apoplasto e simplasto, na passagem da água e dos solutos até ao xilema.

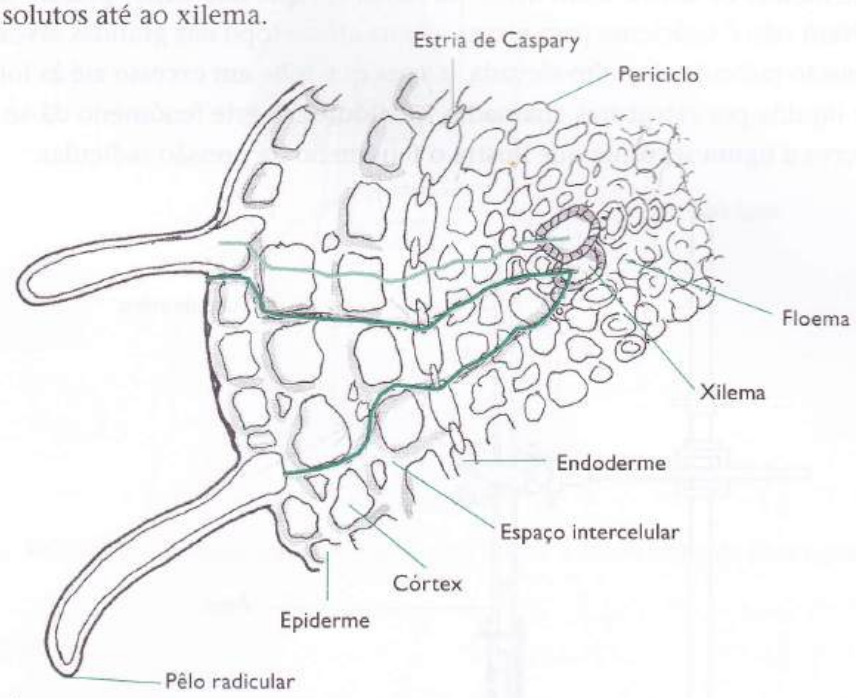


FIGURA 18: Trajecto da água e dos solutos até ao xilema.

2.6.1 Causas do movimento da seiva

Após atingir o xilema, a solução constituída por água e iões minerais constitui a seiva bruta que inicia a sua ascensão, ou seja, é transportada em sentido vertical, em direcção ascendente.

A circulação da seiva bruta foi interpretada pelos cientistas de várias formas, surgindo assim diversas hipóteses. Todas as hipóteses que procuram explicar o mecanismo para a subida da seiva bruta da raiz até às folhas admitem que a ascensão da seiva bruta se deve à acção de forças físicas tais como a coesão, a adesão, a pressão radicular, a capilaridade dos vasos e a transpiração.

Coesão

A coesão é a força que mantém unidas as moléculas de água no xilema, fazendo com que ela forme uma coluna ininterrupta.

Adesão

É a força que atrai as moléculas de água às paredes do xilema.

Pressão radicular

Experiências e observações permitiram concluir que a raiz exerce uma força que empurra a seiva bruta para cima. Essa força designa-se por pressão da raiz ou pressão radicular. A pressão radicular é causada pela acumulação de iões minerais pelas raízes da planta. O transporte activo desses iões para as células da raiz aumenta o potencial do soluto, causando movimento da água.

A pressão radicular pode elevar a água contida no xilema apenas até alguns metros de altura. Isso sugere que outros mecanismos existem para que a água suba, uma vez que existem árvores com dezenas de metros de altura; além disso, há raízes em que não existe pressão radicular ou a que desenvolvem não é suficiente para elevar a água até ao topo das grandes árvores.

Quando a pressão radicular é muito elevada, a água que sobe em excesso até às folhas é libertada em forma líquida por estruturas chamadas hidatódios. A este fenómeno dá-se o nome de **gutação**. Observa a figura seguinte que ilustra o fenómeno da pressão radicular.

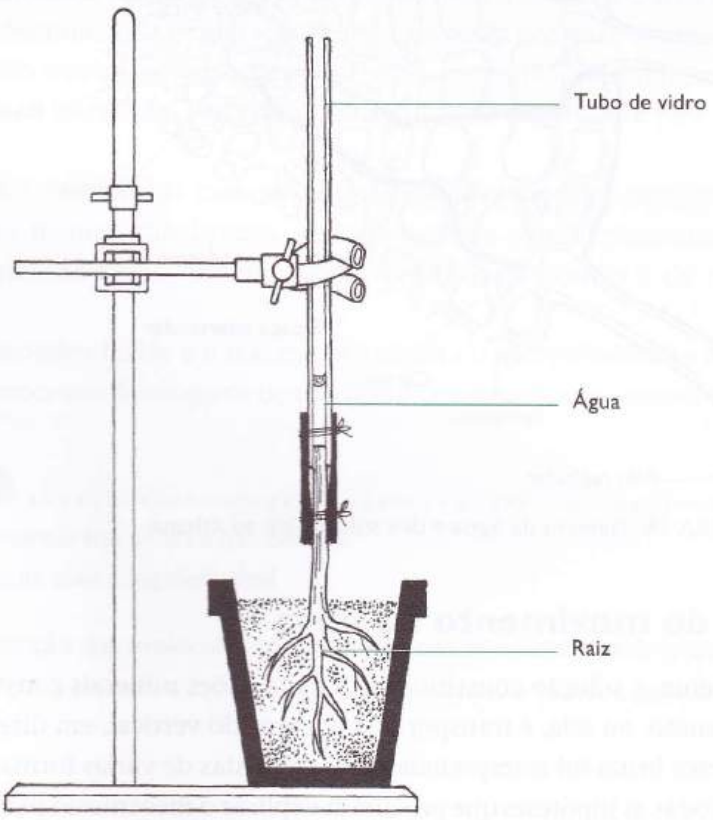


FIGURA 19: Resultado da experiência que demonstra a existência da pressão radicular.

Capilaridade dos vasos

A capilaridade é um fenómeno físico resultante das forças de adesão e coesão. As forças de capilaridade consistem na subida espontânea de água no xilema das plantas. O xilema é constituído por tubos muito finos. A subida de água através deles deve-se à adesão das moléculas de água às suas paredes (dos tubos do xilema). As moléculas de água mantêm-se coesas por pontos de hidrogénio; as que aderem às paredes do capilar arrastam consigo as outras moléculas. A água sobe. O diâmetro do tubo determina a altura atingida pela coluna líquida.

Quanto maior for o diâmetro do tubo, menor é a quantidade de moléculas de água que aderem à parede em relação ao número de moléculas que são arrastadas para cima. Quanto menor for o diâmetro do tubo, mais alto será o nível atingido pela coluna líquida no tubo.

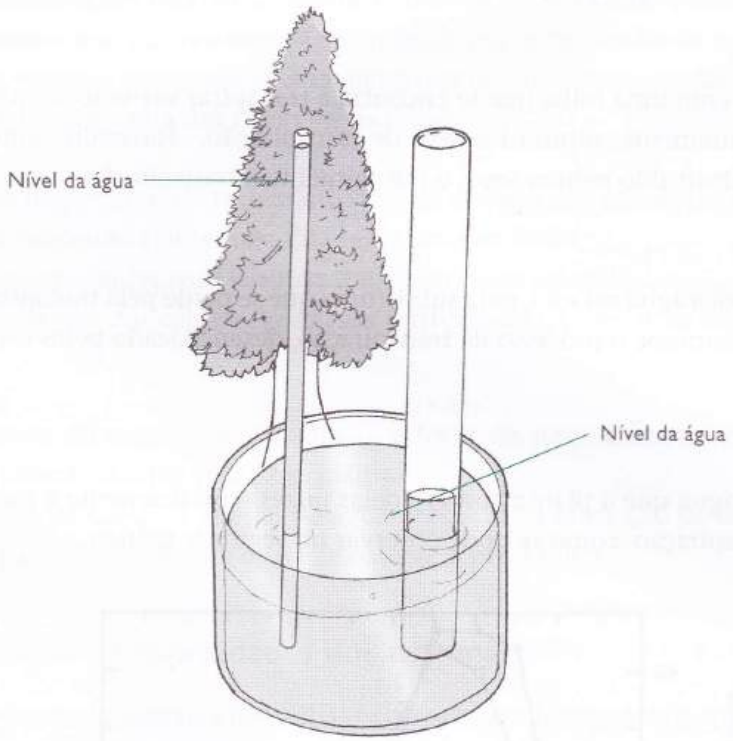


FIGURA 20: Relação entre o diâmetro do tubo e a altura atingida pelo líquido.

Transpiração

Grande parte da água absorvida pela planta perde-se por transpiração. A transpiração é a perda de água sob a forma de vapor. A perda de água pela transpiração é compensada pela absorção de novas quantidades de água pela raiz.

A transpiração é um mecanismo muito intenso nas folhas. Estas são os órgãos da planta que estão mais expostos de forma a que tenham uma grande superfície em contacto com o ar.

Uma parte da água transpirada é perdida através da cutícula que reveste as células da epiderme. A maior parte da água é perdida através de estomas, estruturas que podem controlar o volume de água a ser perdida.

A transpiração é influenciada por factores ambientais tais como a luz, a temperatura, a humidade, o vento e a água do solo.

Luz

A transpiração nas plantas é mais intensa à luz do que às escuras, pois a abertura e o fecho dos estomas é controlado pela luz.

Temperatura

A taxa da transpiração é maior quando a temperatura é mais elevada. Isso acontece porque a água evapora mais rapidamente quando a temperatura sobe.

Humidade

Quando o ar está seco, a difusão da água da transpiração ocorre mais rapidamente. Se o ar estiver húmido, a taxa de transpiração descresce.

Vento

O ar em contacto com uma folha que se encontra a transpirar vai-se tornando cada vez mais húmido. Consequentemente, diminui a taxa de transpiração. Havendo vento, o ar húmido à volta da folha é substituído pelo ar seco, o que aumenta a transpiração.

Água do solo

Quando existe pouca água no solo, para substituir a que se perde pela transpiração, ocorre um mecanismo que interrompe o processo da transpiração, desencadeado pelos estomas.

Teoria da tensão-coesão

A quantidade de água que a planta absorve pelas raízes é praticamente a mesma que a água que perde pela transpiração, como se pode observar no seguinte gráfico.

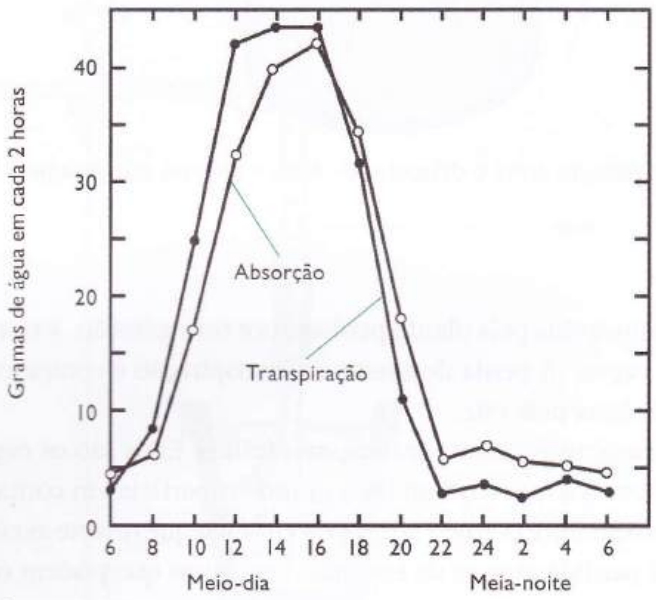


FIGURA 21: Relação entre a transpiração e a absorção.

O cientista Henry Dixon, no início do século XX, comprovou a existência de uma força de sucção que puxaria a coluna de água no xilema, como se tratasse de um fio contínuo, da raiz às folhas.

O facto de não haver interrupção dessa coluna líquida durante a transpiração explicava-se pelo facto de ela ficar sob tensão, pelos seguintes motivos:

- as moléculas de água estavam ligadas umas às outras por pontes de hidrogénio (coesão);
- as moléculas de água aderiam às paredes dos vasos condutores do xilema (adesão).

Enquanto a água era perdida pela transpiração através das folhas, ela era removida do caule, que a obtinha da raiz que, por sua vez, absorvia novas quantidades de água do solo, sem interrupção. Estas constatações levaram à «teoria de Dixon» ou «teoria de tensão-coesão-adesão» ou ainda «teoria tensa-coesa-transpiratória», defendendo que as moléculas de água são transportadas nos organismos vegetais através do xilema, mantendo-se unidas por forças de coesão, formando uma coluna líquida contínua das raízes até às folhas.

Outro aspecto importante no transporte vertical de água são as características do xilema:

- a ausência de conteúdo celular não cria resistência ao fluxo;
- as membranas espessadas com lenhina impedem o seu colapso;
- o diâmetro reduzido das células do xilema facilita a adesão entre as moléculas de água e as dos vasos.

Segundo a teoria da tensão-coesão-adesão, a força de sucção transpiratória é o facto mais importante da subida da seiva bruta nas plantas.

As propriedades de coesão e adesão da água permitem a formação de uma coluna contínua que se desloca para cima devido à tensão existente a nível foliar.

Estrutura, função e propriedades dos estomas

Na epiderme dos caules jovens e nas folhas existem estruturas especiais, que formam o aparelho estomático, constituídas pelos estomas e células de companhia.

Os estomas são constituídos por duas células estomáticas ou células-guarda, com cloroplastos. Cada célula estomática tem a forma de um rim. O lado côncavo das células delimita uma abertura, o ostíolo, que dá acesso à câmara estomática e que permite a circulação do ar entre os meios externo e interno.

Junto das células estomáticas, existem as células de companhia. As diferentes concentrações em que se encontram as células estomáticas e as de companhia permitem que o estoma abra ou feche, mediante diferentes condições de luz e temperatura.

Na figura seguinte está representada a estrutura do estoma.

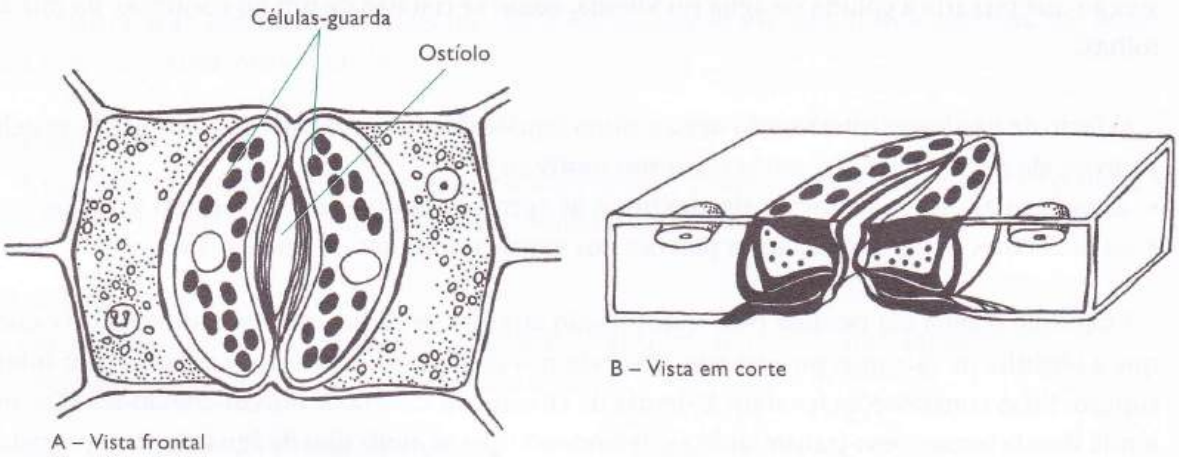


FIGURA 22: Estutura do estoma (A – Estoma visto de cima; B – Estoma em corte transversal).

A função dos estomas é permitir as trocas gasosas entre a planta e a atmosfera e a libertação de vapor de água (transpiração).

Os estomas, geralmente, abrem durante o dia e fecham durante a noite conforme o que convém à planta. Abrem quando as células-guarda, devido à entrada de água, ficam túrgidas e fecham quando estas perdem água e ficam flácidas.

Essas propriedades são conferidas às células estomáticas pelo seguinte facto: como as fibras de celulose que circundam as células-guarda não são elásticas, quando ocorre a entrada de água nas células-guarda, estas aumentam de volume, alongando-se, em vez de aumentarem em diâmetro.

As células-guarda de cada estoma estão unidas nas extremidades e as membranas na face côncava (interna) são mais espessas: o aumento das células em comprimento obriga-as a curvar para fora e, consequentemente, o diâmetro do ostíolo aumenta.

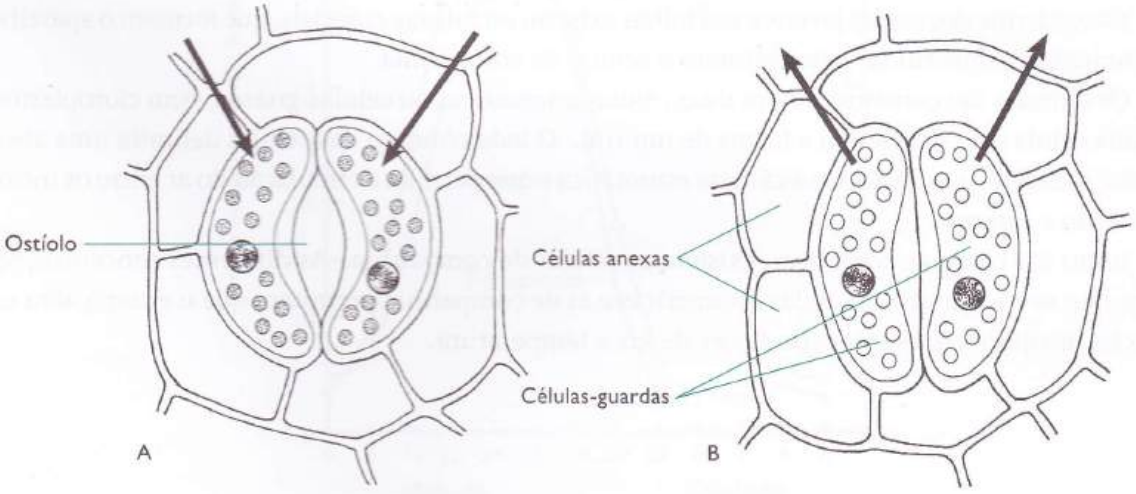


FIGURA 23: O funcionamento dos estomas (A – aspecto do estoma aberto; B – aspecto do estoma fechado).

A água entra nas células se o citoplasma apresentar maior concentração de substâncias dissolvidas do que as células vizinhas e sai quando estas apresentam maior concentração do que as *células-guarda*.

Provavelmente, é a concentração de iões de potássio (K^+) nas células-guarda a causa da osmose entre as células-guarda e as células da epiderme, provocando a abertura ou o fecho dos estomas.

Quando o potássio entra nas células-guarda, a água entra também nessas células por osmose. As células ficam túrgidas e o estoma abre. O estoma fecha quando os iões de potássio e a água saem das células-guarda por osmose e estas ficam flácidas.

Os factores que regulam a quantidade de potássio nas células-guarda são a luz, o dióxido de carbono e a água nas folhas.

Luz

A luz incide sobre os pigmentos na célula estomática, desencadeando-se reacções que activam o transporte do potássio e da água para dentro das células-guarda.

Quando os pigmentos não estão activados pela luz, por exemplo, à noite, a água e o potássio difundem-se para o exterior das células-guarda.

Dióxido de carbono

A baixa concentração de dióxido de carbono estimula o transporte de iões de potássio e da água para as células-guarda. De dia, devido à fotossíntese, há gasto de dióxido de carbono. A concentração de dióxido de carbono nas células-guarda diminui, estimulando o transporte de potássio para as células-guarda. O estoma abre. Durante a noite, a fotossíntese pára e a respiração continua, provocando o aumento da concentração de dióxido de carbono. As células aumentam, o estoma fecha devido à saída dos iões de potássio e da água.

Água

Quando a folha perde água mais rapidamente de que a recebe, produz uma substância chamada **ácido abscísico**. O ácido abscísico inibe o transporte de potássio e, consequentemente, da água. O estoma fecha. Deste modo, evita-se o excesso de transpiração. Quando existe água suficiente, não se produz ácido abscísico e o estoma permanece aberto.

Hipótese clássica sobre o mecanismo de abertura e fecho dos estomas

A hipótese clássica admitia que era a quantidade de hidratos de carbono nas células-guarda que provocava a abertura ou o fecho dos estomas.

Sendo assim, durante o dia, devido à realização da fotossíntese nas células-guarda, haveria gasto de dióxido de carbono, o que tornaria o meio mais alcalino devido à diminuição do ácido carbónico.

Em meio alcalino, uma enzima (fosforilase) convertia o amido em glicose. As células-guarda acumulavam açúcar. A elevada quantidade de açúcar provocaria o aumento de pressão osmótica e, consequentemente, a água entraria nas células por osmose. As células ficavam túrgidas e os estomas abriam. Durante a noite, na ausência de luz, a não realização da fotossíntese e a intensificação de respiração causariam o efeito oposto, como se representa no diagrama seguinte.

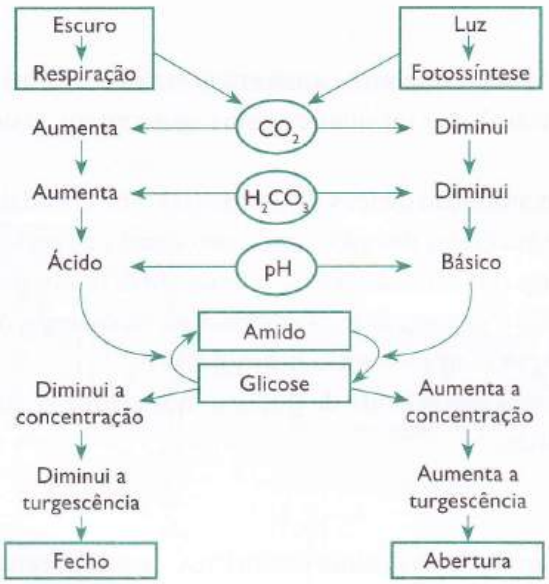


FIGURA 24: Hipótese clássica sobre o mecanismo de abertura e fecho dos estomas.

Transporte da seiva elaborada no floema

A matéria orgânica produzida nas folhas durante o processo da fotossíntese é distribuída pelas restantes partes da planta, raízes, flores e frutos, através do floema.

A hipótese que explica a deslocação da seiva elaborada foi formulada em 1926 por Münch, um fisiologista alemão. De acordo com essa hipótese, a seiva elaborada desloca-se sob pressão, devido à diferença de concentrações entre os órgãos de intensa actividade fotossintética e os órgãos não fotossintéticos. Nos órgãos consumidores são utilizadas substâncias orgânicas ou acumuladas, o que provoca a diminuição da pressão osmótica.

A água e as substâncias orgânicas deslocam-se em massa, através do floema, de tal modo que não há mistura com o conteúdo das células, como se existissem canais nas células por onde se move o fluxo de massa.

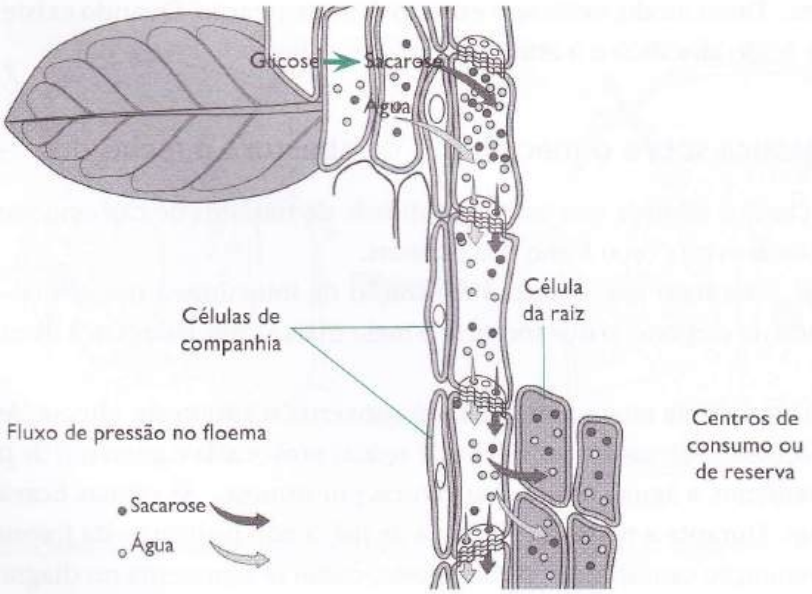


FIGURA 25: Transporte da seiva elaborada.

Actividades

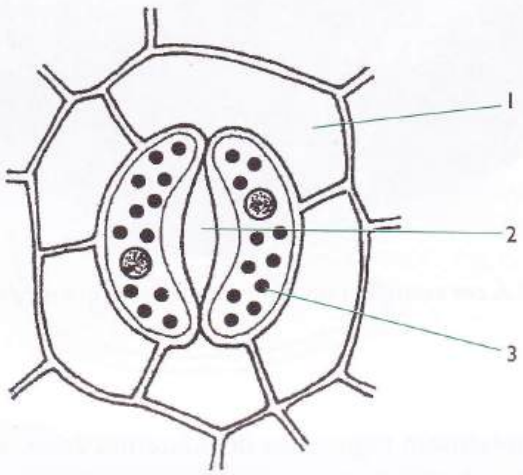
1. Qual é a a função dos macro e dos micronutrientes na planta?

2. Quais são as principais estruturas envolvidas na absorção de água e dos sais minerais?

3. Descreve os trajectos possíveis da água desde o solo até ao xilema. Caracteriza-os.

4. A subida da seiva bruta deve-se principalmente à:
   a) difusão.
   b) gutação.
   c) pressão radicular.
   d) transpiração.

5. Identifica e legenda a figura abaixo.



6. A capilaridade e a transpiração são responsáveis por que fenómeno? Assinala a resposta correcta.
   a) Entrada da água e sais minerais.
   b) Processo da gutação.
   c) Transporte da seiva bruta.
   d) Transporte da seiva elaborada.

7. Assinala com *X* a teoria relacionada com o transporte no floema.
   a) Nenhuma das teorias.
   b) Teoria de Münch.
   c) Teoria da pressão radicular.
   d) Teoria da tensão-coesão.

2.7 Função dos plastídeos

Nas células vegetais, existem organelos celulares designados por **plastídeos**. Apresentam forma e tamanho variado nos diferentes tipos de organismos. Em algumas algas, cada célula apresenta apenas um plastídeo ou uma pequena quantidade. Nas plantas superiores, os plastídeos são pequenos e em grande número por célula.

Os plastídeos contêm diferentes substâncias como pigmentos ou substâncias orgânicas e, dependendo do seu conteúdo, são classificados em cromoplastos, leucoplastos e cloroplastos.



FIGURA 26: A cor vermelha do tomate deve-se à presença dos referidos organelos.

Cromoplastos

Os cromoplastos apresentam pigmentos de diferentes cores. Alguns dos cromoplastos muito conhecidos são os eritroplastos de cor vermelha, que se desenvolvem em frutos maduros.

Leucoplastos

Os leucoplastos não contêm pigmento e, sendo assim, não apresentam cor (do grego *leucus*, branco). De acordo com as substâncias que os leucoplastos contêm, são denominados amiloplastos, se armazenam amido; oleoplastos, se armazenam óleo e proteoplasto, se armazenam proteínas.

Cloroplastos

Os cloroplastos são plastídeos que contêm clorofila, o pigmento verde importante no processo fotossintético.

Os cloroplastos são organelos em forma de disco, medindo cerca de 200-400 μm.

Possuem duas membranas. No seu interior, possuem várias membranas internas que formam pequenas bolsas achatadas chamadas tilacóides. Os tilacóides sobrepõem-se formando pilhas. Cada grupo de tilacóides é designado por ***granum*** (plural, ***grana***).

O espaço interno do cloroplasto é preenchido por uma matriz chamada estroma. O estroma contém uma fibrila de ácido desoxirribonucleicos (ADN), enzimas e ribossomas.

É nos tilacóides que estão localizadas as moléculas de clorofila e de outros pigmentos. As figuras *seguintes mostram a estrutura do cloroplasto.*

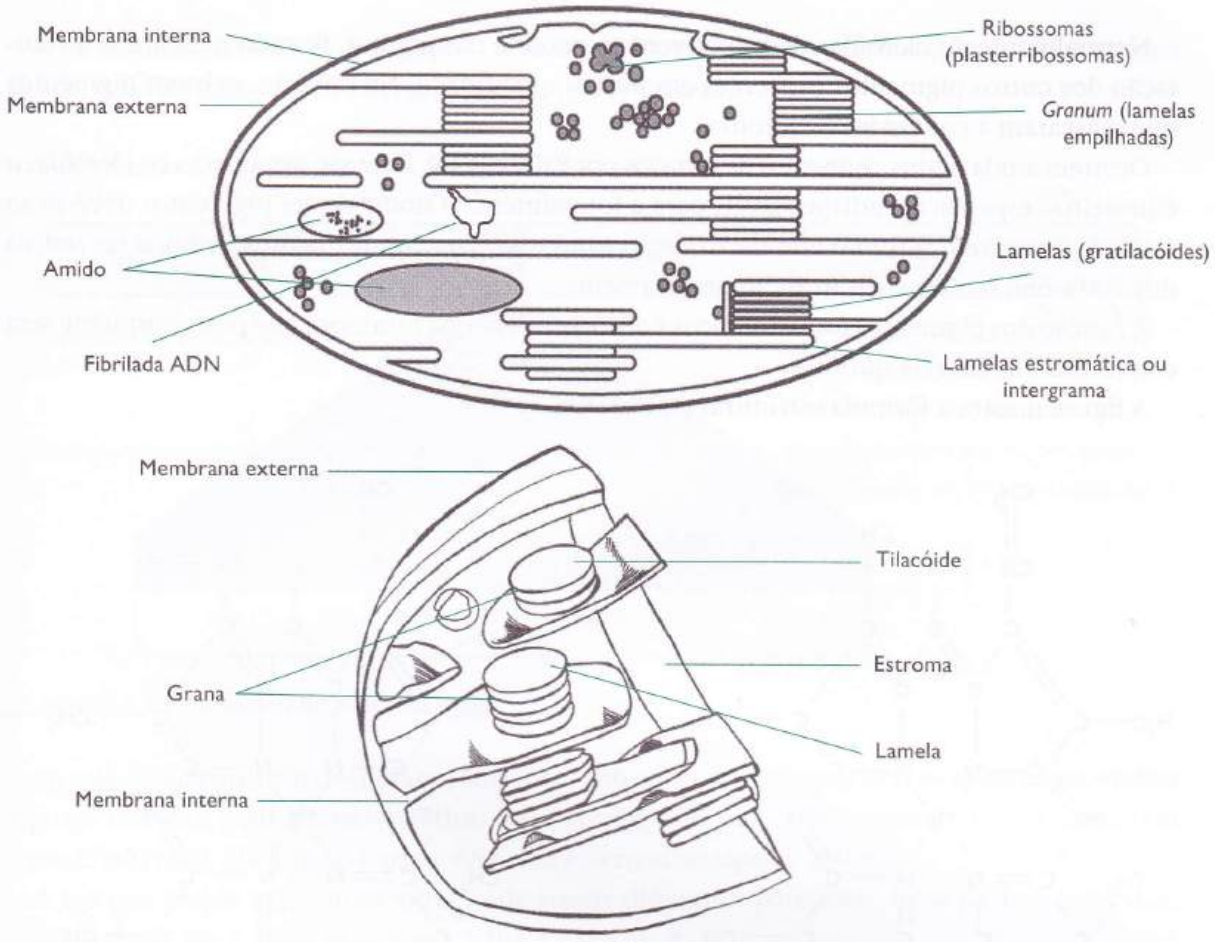


FIGURA 27: Estrutura do cloroplasto.

2.8 Fotossíntese

Através da fotossíntese produz-se a matéria orgânica. No processo fotossintético, a energia luminosa é transformada em energia química que será armazenada nas moléculas orgânicas fabricadas no processo.

A matéria orgânica produzida é importante para a planta, pois alimenta-a bem, como alimenta os seres heterotróficos que dela dependem directa ou indirectamente. Além disso, o processo fotossintético produz oxigénio que se liberta para a atmosfera, indispensável à respiração dos seres aeróbios.

2.8.1 Pigmentos fotossintéticos

Nas plantas superiores, existem diferentes tipos de pigmentos fotossintéticos:

- duas variedades de clorofila;
  - clorofila *b*, de cor verde-amarelada;
  - clorofila *a*, de cor verde-viva;
- xantofilas, de cor vermelha;
- carotenos, de cor alaranjada.

Normalmente, as clorofilas dão a cor verde à maioria das plantas, ficando mascarada a coloração dos outros pigmentos existentes em menor quantidade. No entanto, existem pigmentos que mascaram a cor verde da clorofila.

Ocorrem ainda outros pigmentos designados por P700 e P680. Estes são associações de clorofilas *a* e proteínas específicas indispensáveis para a fotossíntese. O nome destes pigmentos deve-se ao facto de possuírem um máximo de absorção luminosa para comprimentos de onda na ordem dos 700 e 680 nanómetros (nm), respectivamente.

A função dos pigmentos fotossintéticos é absorver a energia luminosa que posteriormente será convertida em energia química.

A figura mostra a fórmula estrutural da clorofila *a* e *b*.

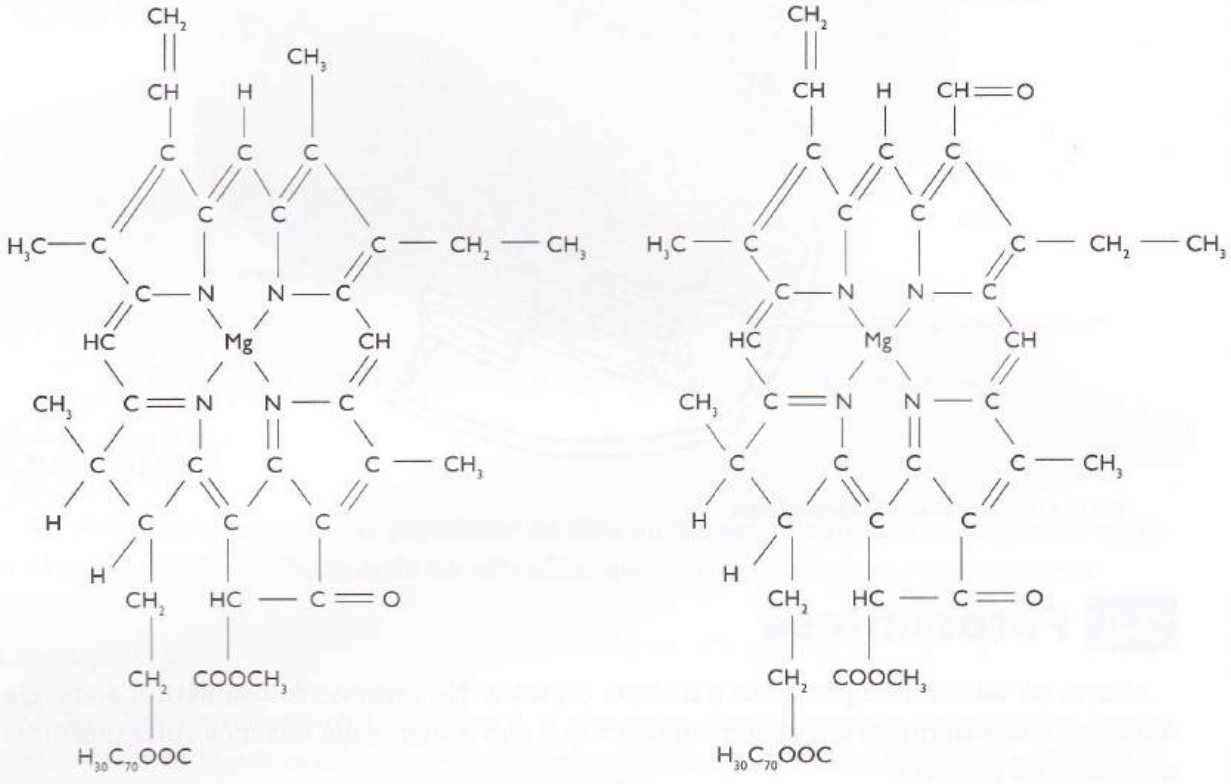


FIGURA 28: Fórmula estrutural da clorofila *a* e *b*.

Captação da energia luminosa

A energia radiante emitida pelo sol é formada por radiações de diferentes comprimentos de onda, constituindo o espectro solar. Destas radiações apenas um pequeno conjunto é captado pelo olho humano. São aquelas que formam a luz visível ou luz branca. Tem carácter ondulatório e a essas ondas electromagnéticas estão associadas fotões, que são partículas de energia.

A luz branca pode ser decomposta nas suas radiações constituintes, fazendo-a passar através de um prisma óptico como se representa na figura seguinte.

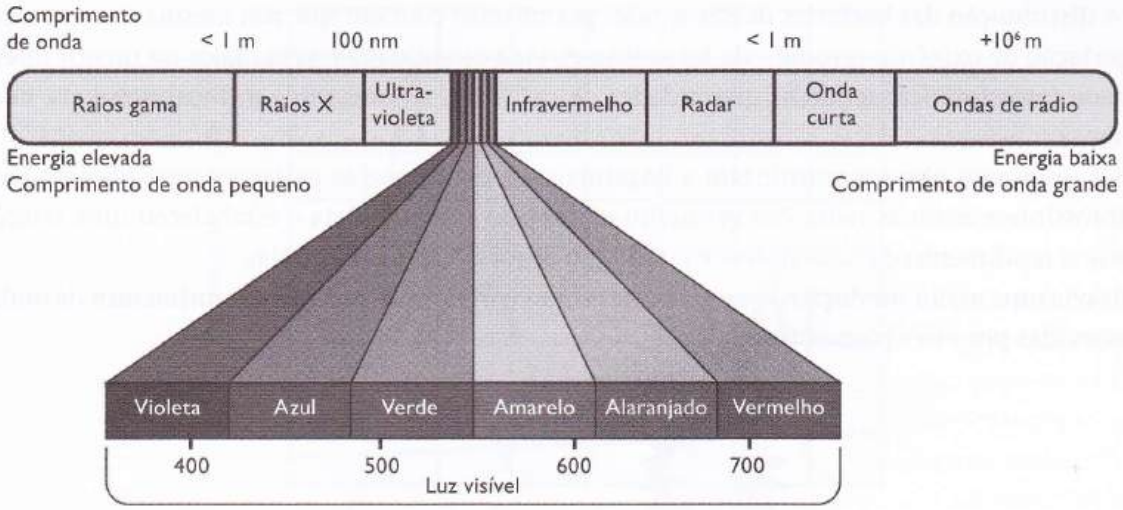


FIGURA 29: Radiações do espectro solar.

Os seus comprimentos de onda variam entre 380 e 750 nm e distinguem-se pelas cores: violeta (aprox. 380 nm), anil (aprox. 430 nm), azul (aprox. 500 nm), verde (aprox. 560 nm), amarelo (aprox. 600 nm), alaranjado (aprox. 650 nm) e vermelho (aprox. 750 nm).

A luz que incide sobre uma folha pode seguir diferentes percursos. Uma parte é reflectida, outra é absorvida e outra atravessa a folha e é transmitida.

As clorofilas **a** e **b** são os pigmentos mais eficientes na absorção da energia luminosa. Estas absorvem principalmente as radiações do espectro visível do comprimento de onda correspondentes ao azul-violeta e ao vermelho-alaranjado.

As radiações com comprimentos de onda correspondentes à zona verde do espectro não são absorvidas – são reflectidas, daí vermos as folhas com a cor verde.

Os pigmentos carotenóides absorvem radiações de comprimentos de onda correspondentes à faixa violeta-azul-verde do espectro.

2.8.2 Espectro de absorção e espectro de acção

O biólogo alemão Theodore Engelmann, em 1883, através de experiências, pôs em evidência a capacidade de absorção dos diferentes comprimentos de onda do espectro de luz visível pelos pigmentos e a sua relação com o processo fotossintético.

Na sua experiência, Engelmann utilizou uma alga verde filamentosa, que colocou em água contendo bactérias aeróbias (estas consomem oxigénio na respiração).

Fez incidir sobre a alga um espectro luminoso resultante da decomposição da luz branca por um prisma óptico.

Engelmann observou ao microscópio que as bactérias aeróbias concentravam-se nas zonas do filamento da alga que recebiam radiações correspondentes às faixas vermelha-alaranjada e às faixas azul-violeta.

A distribuição das bactérias nessas regiões permitiram concluir que nas mesmas havia maior libertação de oxigénio (produto da fotossíntese), cuja quantidade revela maior ou menor intensidade fotossintética, sendo as quantidades de oxigénio maiores onde a fotossíntese era mais intensa.

Os resultados obtidos permitiram a Engelmann concluir que as radiações mais eficazes para a fotossíntese eram as radiações vermelho-alaranjada e azul-violeta e estabeleceu uma relação entre o rendimento da fotossíntese e a radiação absorvida pelas clorofilas.

Havia uma maior produção de oxigénio nas zonas correspondentes aos comprimentos de ondas absorvidas por esses pigmentos.

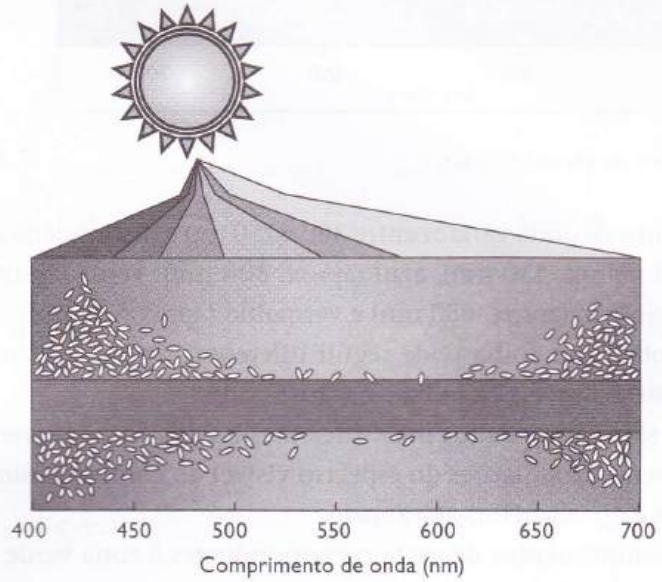


FIGURA 30: Representação do resultado obtido na experiência de Engelmann.

A partir dos resultados das experiências de Engelmann, outras experiências realizadas posteriormente permitiram constatar que há semelhanças entre o espectro de acção e o espectro de absorção. O **espectro de acção** representa a eficiência fotossintética dos diferentes comprimentos de onda em estimular a fotossíntese. Esta eficiência pode ser avaliada pela quantidade de oxigénio libertado.

O **espectro de absorção** traduz a capacidade de absorção de uma radiação por um pigmento em função do comprimento de onda.

É possível traçar esquematicamente a taxa de fotossíntese correspondente às diferentes radiações do espectro.

A figura seguinte mostra a relação entre o espectro de acção da fotossíntese e o espectro de absorção de alguns pigmentos fotossintéticos.

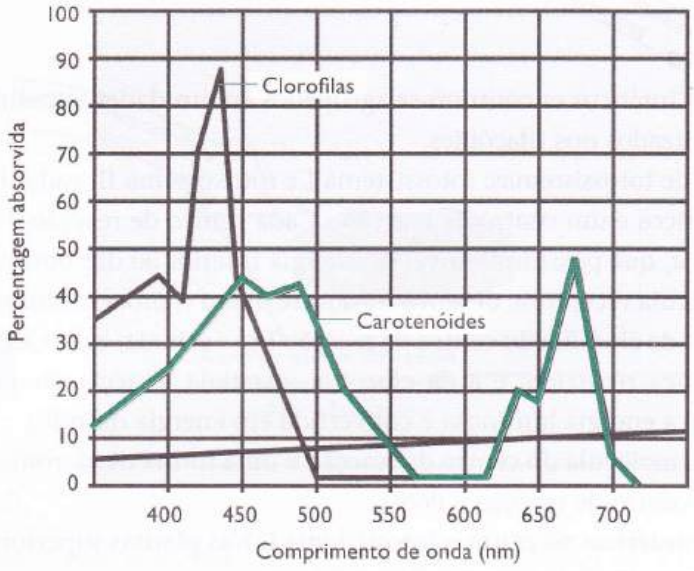


FIGURA 31: Relação entre o espectro de acção de fotossíntese e o espectro de absorção de alguns pigmentos fotossintéticos.

2.9 Fases da fotossíntese

A fotossíntese compreende duas fases. Uma cujas reacções dependem da luz, designada por **fase fotoquímica** ou **fase luminosa**, e outra denominada **fase química** ou **escura** cujas reacções não dependem da luz.

Fase luminosa da fotossíntese (fase fotoquímica)

Processos físico-químicos

A captação de luz pelas moléculas dos pigmentos fotossintéticos depende da configuração electrónica dos átomos que as constituem.

Quando os átomos ou moléculas são excitados por fotões de um certo comprimento de onda, a energia é absorvida em quantidade definidas por alguns electrões que transitam para as orbitais mais energéticas, podendo ocorrer o seguinte:

- **Fluorescência**

Os electrões foto-excitados regressam ao seu nível energético normal, cedendo energia para o meio sob a forma de calor ou energia luminosa ou sob a forma de energia luminosa.

- **Reacção fotoquímica**

Os electrões foto-excitados são cedidos a aceitadores provocando uma reacção química, ou seja, a fotossíntese.

O papel das reacções fotoquímicas é produzir ATP por fosforilação de ADP, usando energia luminosa. Por isso, foi designada por **fotofosforilação**. A síntese de ATP está associada à transferência de electrões na membrana dos tilacóides.

Os dois fotossistemas

Os pigmentos fotossintéticos encontram-se agrupados em unidades fotossintéticas chamadas **fotossistemas**, localizados nos tilacóides.

Existem dois tipos de fotossistemas: fotossistema I e fotossistema II, cada um com 200 a 300 pigmentos fotossintéticos e um centro de reacção. Cada centro de reacção é formado por uma molécula de clorofila *a*, que possuindo nível de energia inferior ao das outras, é capaz de ceder electrões a uma molécula receptora, desencadeando-se assim o processo fotossintético.

Quando a molécula de clorofila do centro de reacção fica excitada, cede electrões a uma molécula receptora, que fica reduzida, e a da clorofila, excitada (reacção de oxidação-redação). No centro de reacção, a energia luminosa é convertida em energia química.

No fotossistema I, a molécula do centro de reacção é uma forma de clorofila *a* chamada P700. No fotossistema II, o centro de reacção é P680.

Nas bactérias fotossintéticas só existe o fotossistema I. Nas plantas superiores existem os dois tipos de fotossistemas.

Fotofosforilação acíclica e cíclica

A fotossíntese começa quando os pigmentos fotossintéticos dos fotossistemas captam energia luminosa.

A energia é transportada para o centro de reacção, onde a clorofila fica foto-excitada e liberta electrões foto-excitados. Estas são recebidas por moléculas receptoras de electrões.

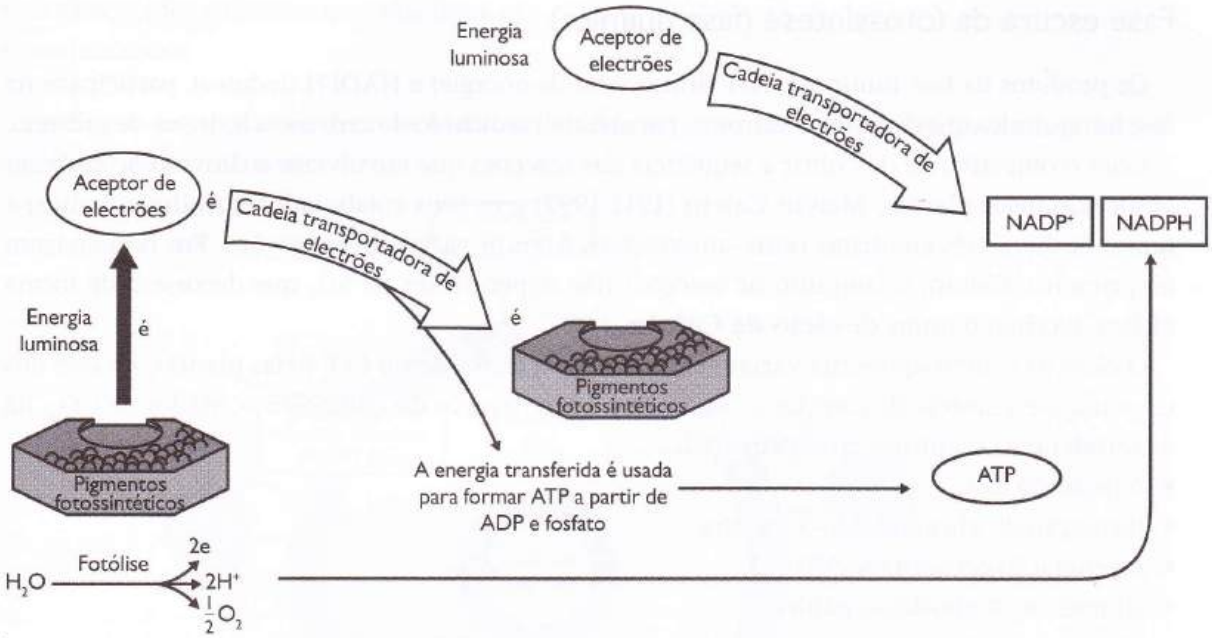
A síntese de ATP e de NADPH dependem do fluxo de electrões gerado a partir do centro de reacção dos fotossistemas. O fluxo de electrões pode decorrer de duas formas diferentes: de forma acíclica (fotofosforilação acíclica) e de forma cíclica (fotofosforilação cíclica).

Fotofosforilação acíclica

Neste fluxo de electrões, os electrões do centro de reacção do fotossistema I são transferidos para a ferredoxina (Fd), um aceitador de electrões que fica reduzido. Da ferredoxina, os electrões são transferidos através de uma série de transportadores de electrões até ao NADP+, bem como os protões, que ficam reduzidos (NADPH).

Para que o processo fotossintético não fique bloqueado, os electrões deslocados do P700 são repostos pelos electrões provenientes do fotossistema II, quando este é foto-excitado.

Ao serem transferidos do centro de reacção do fotossistema II (P680), os electrões são recebidos pelo aceitador de electrões plastoquinona (Q) e transferidos através de um sistema de transportadores até ao centro de reacção do fotossistema I (P700). É na transferência de electrões da plastoquinona para o P700 que ocorre a síntese de ATP por fotofosforilação (fosforilação de ADP em ATP, usando energia luminosa). Os electrões que abandonam o P680 são repostos pelos electrões de hidrogénio, resultantes do desdobramento da água em hidrogénio e oxigénio, que se liberta. O desdobramento da água é denominado **fotólise da água**, pois há intervenção da luz.

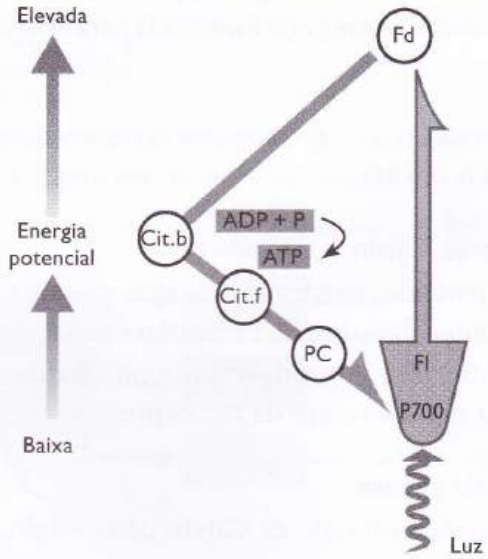


..... FIGURA 32: Fotofosforilação acíclica.

Fotofosforilação cíclica

O fluxo cíclico de electrões acontece quando os electrões foto-excitados do P700 do fotossistema I são transferidos para a ferredoxina e regressam ao centro de reacção do fotossistema I através de uma cadeia transportadora de electrões. Neste fluxo de electrões, não ocorre redução do $NADP^+$ em NADPH e não há libertação de oxigénio, mas há formação de ATP. A síntese de ATP ocorre por fotofosforilação cíclica. Não há libertação de oxigénio.

O fluxo cíclico de electrões ocorre quando o $NADP^+$ é insuficiente ou nos seres sem o fotossistema II.



..... FIGURA 33: Fotofosforilação cíclica.

Fase escura da fotossíntese (fase química)

Os produtos da fase luminosa, ATP (fornecedor de energia) e NADPH (redutor), participam na fase fotoquímica que decorre no estroma, para reduzir o dióxido de carbono a hidratos de carbono.

Com o objectivo de descobrir a sequência das reacções que envolviam o dióxido de carbono absorvido pelas plantas, Melvin Calvin (1911-1997) e os seus colaboradores Andrew Benson e James Bashan, três cientistas norte-americanos, fizeram várias investigações. Em homenagem ao primeiro, Calvin, o conjunto de reacções não dependentes da luz, que decorrem de forma cíclica, recebeu o nome de **ciclo de Calvin.**

O ciclo de Calvin apresenta várias etapas. Desde a captação do CO_2 pelas plantas, através dos estomas, até à síntese de compostos orgânicos e regeneração do composto aceitador de CO_2, há a considerar as seguintes fases principais:

- fixação do CO_2;
- formação do gliceraldeído-3-fosfato;
- regeneração do aceitador do CO_2 ;
- síntese de compostos orgânicos.

Fixação de dióxido de carbono – o dióxido de carbono captado combina-se com uma pentose chamada ribulose – difosfato ou bisfosfato (RuDP ou RubP) – originando um composto intermédio e instável com seis átomos de carbono.

Formação de gliceraldeido-3-fosfato – o composto instável com seis átomos de carbono, é hidrolizado, desdobrando-se em duas moléculas de ácidos fosfoglicérico ou fosfoglicerato (PGA), com três átomos de carbono cada uma.

As moléculas de ácido fosfogricérico formados são fosforiladas pelo ATP e reduzidas pelo NADPH. Originam o aldeído fosfoglicérico (PGAL), também com três átomos de carbono.

Regeneração do aceitador do CO_2 – as moléculas de aldeído fosfoglicérico seguem dois caminhos diferentes. Uma parte intervém na regeneração do RubP (molécula aceitadora do CO_2, com cinco átomos de carbono cada). Outra parte é utilizada para as diversas sínteses de compostos orgânicos no estroma.

Síntese de compostos orgânicos – o composto orgânico mais frequente é a frutose-1-6 fosfato, que pode ser convertida em glicose, sacarose ou em amido ou celulose.

Funções do rubisco no ciclo de Calvin

Cerca de 15% do total de proteínas existentes nos cloroplastos é representada pela enzima conhecida por **rubisco** (ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase). A sua função é catalisar a reacção da combinação de RubP com o dióxido de carbono, originando o composto intermédio de seis átomos de carbono, na primeira etapa da fotossíntese.

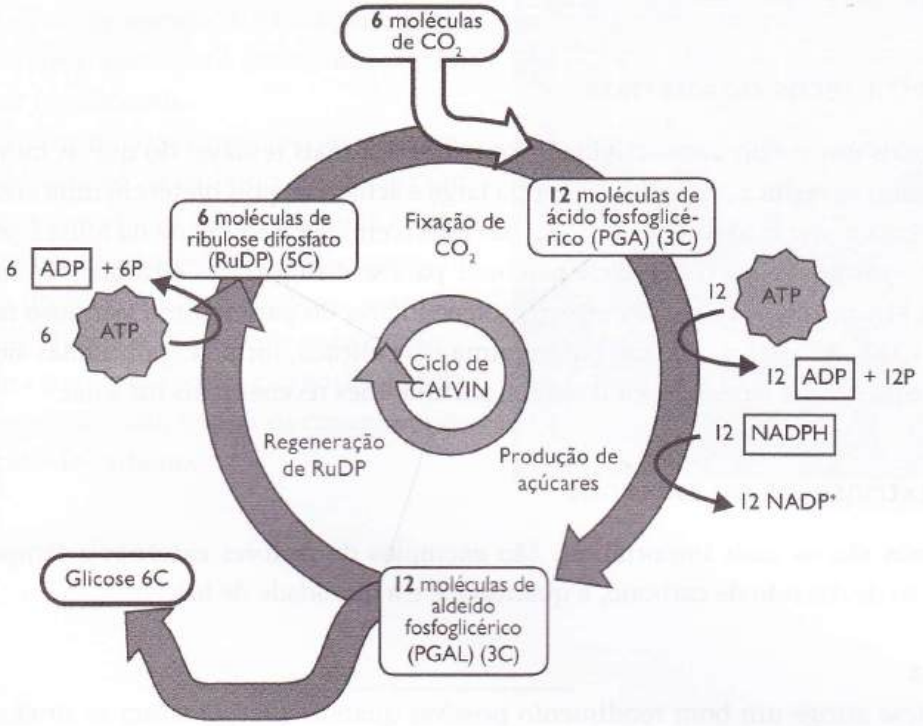
Síntese de compostos além da glicose

O aldeído fosfoglicérico formado no ciclo de Calvin pode originar os diferentes compostos orgânicos seguintes:

- frutose e glicose, precursores de sacarose e amido;
- glicerol;

- ácidos gordos (constituintes dos lípidos);
- aminoácidos.

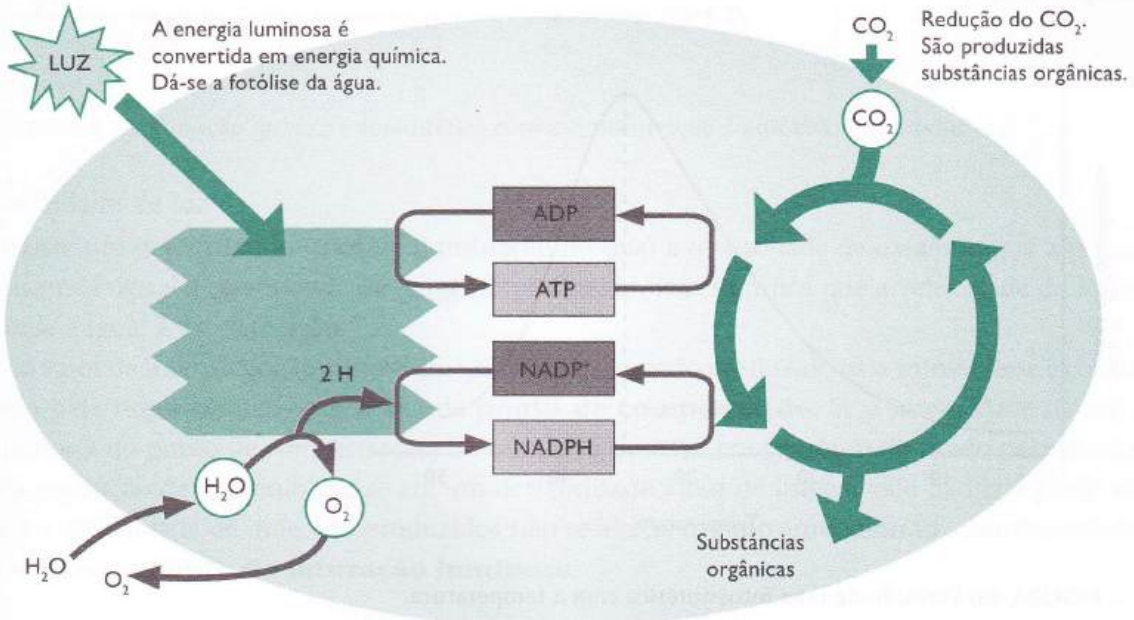
Na figura seguinte está representado um gráfico que resume as ocorrências da fase escura (química) da fotossíntese.



..... FIGURA 34: O ciclo de Calvin.

A fotossíntese pode ser resumida pela equação: $6H_2O + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6O_2$

O diagrama seguinte mostra o processo global da fotossíntese.



..... FIGURA 35: Processo global da fotossíntese.

2.10 Factores que influenciam a actividade fotossintética

Existem vários factores que influenciam a actividade fotossintética. Alguns são de origem interna e outros de origem externa.

Factores intrínsecos ou internos

As folhas mais novas têm uma actividade fotossintética mais rentável do que as folhas mais velhas. O mesmo se verifica nas folhas de forma larga e achatada, pois oferecem uma área superficial grande para a absorção de luz e de CO_2; nas folhas em que a espessura da folha é pequena, fica reduzida a distância que o CO_2 deve percorrer para se difundir dos estromas até ao parênquima foliar. Nas restantes folhas, os espaços intercelulares do parênquima lacunoso facilitam a difusão do CO2. A existência de um parênquima em paliçada, formado por células alongadas ricas em cloroplastos na face superior da folha, permite-lhes receber mais luz solar.

Factores extrínsecos ou externos

Estes factores são os mais importantes. São exemplos de factores externos a temperatura, a concentração de dióxido de carbono, a quantidade e a qualidade de luz.

Temperatura

A fotossíntese atinge um bom rendimento possível quando a temperatura se situa entre os 30°C e 40°C; acima dos 50°C, a fotossíntese deixa de ocorrer devido à destruição das enzimas que participam no processo. Em muitas plantas, acontece que com o aumento da temperatura, a respiração nas folhas intensifica-se. Esta condição reduz a taxa da fotossíntese.

O gráfico representado a seguir mostra a variação da taxa fotossintética com o valor de temperatura.

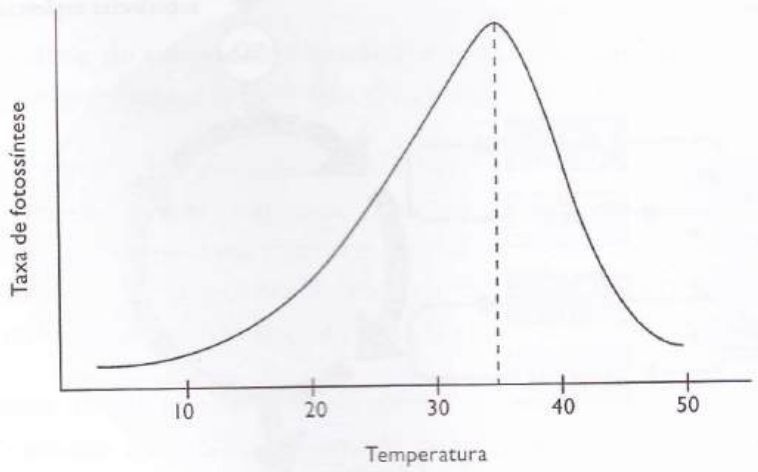


FIGURA 36: Variação da taxa fotossintética com a temperatura.

Concentração de dióxido de carbono



Em estufas, é possível fornecer taxas crescentes de dióxido de carbono às plantas, até 0,2% ou 0,3%, o que melhora o seu rendimento fotossintético. A taxa de dióxido de carbono da atmosfera é de apenas 0,03%, não atingindo um valor ideal para que a fotossíntese tenha o melhor rendimento.

A taxa fotossintética aumenta com a concentração de dióxido de carbono até atingir um determinado valor, a partir do qual a taxa fotossintética se mantém constante. Esse valor a partir do qual a fotossíntese se mantém constante chama-se **ponto de saturação**.

A figura que segue mostra a variação da taxa da fotossintética com o valor de concentração do dióxido de carbono.

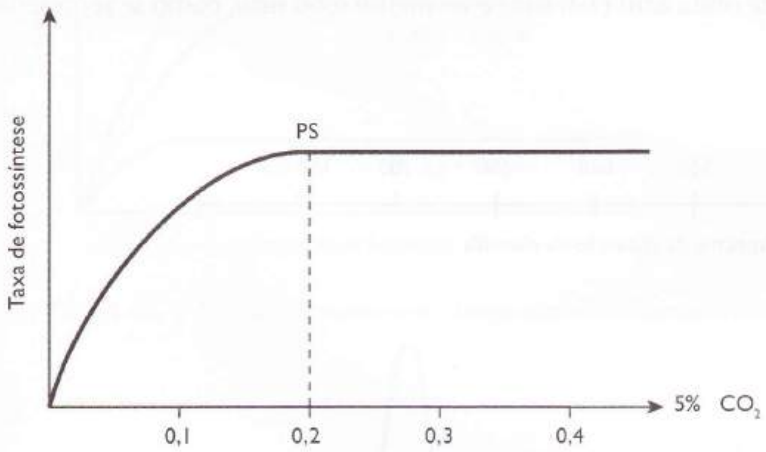


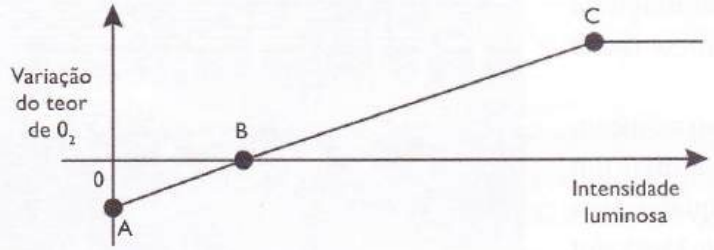
FIGURA 37: Variação de taxa fotossintética com a concentração do dióxido de carbono.

Intensidade de luz

Existe um determinado valor de iluminação no qual a quantidade de oxigénio que a planta consome é igual à quantidade de oxigénio produzido. Isso significa que a velocidade da fotossíntese é igual à da respiração.

Ao valor da intensidade luminosa em que todo o oxigénio produzido pela fotossíntese é consumido pela respiração, dá-se o nome de **ponto de compensação**. Se a intensidade da luz é superior à do ponto de compensação, há um saldo positivo em oxigénio libertado pela planta. Essa produção de oxigénio cresce até um determinado valor de intensidade da luz a partir do qual a quantidade de oxigénio produzidos não se altera, mesmo aumentando a luminosidade. Esse valor é o **ponto de saturação luminosa**.

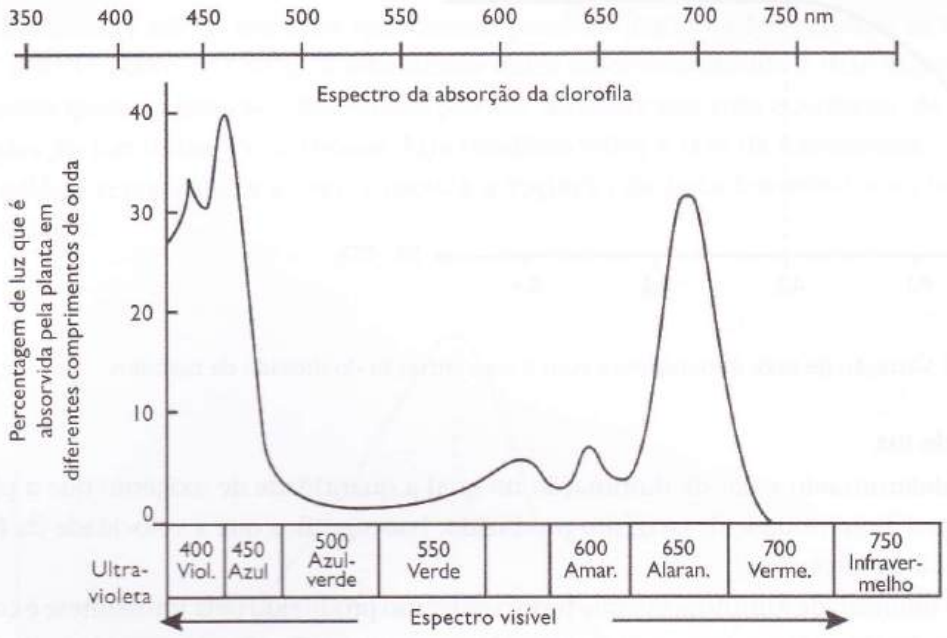
Na figura seguinte, que ilustra a taxa da fotossíntese mediante a variação de intensidade de luz, *A* representa a respiração, ainda não se verificando a realização da fotossíntese; *B* representa o ponto de compensação; *C* representa o ponto de saturação luminosa.



..... FIGURA 38: Variação da taxa fotossintética com a intensidade de luz.

Qualidade e quantidade de luz

O espectro de absorção da clorofila depende do comprimento de onda. A taxa de fotossíntese é maior para os comprimentos de onda azul (450 nm) e vermelho (660 nm), como se representa na figura a seguir.



..... FIGURA 39: Variação da fotossíntese nos diferentes comprimentos de onda.

Factores limitantes

Quando vários factores interferem em simultâneo num determinado processo, o que estiver em menos quantidade, condicionando a rentabilidade do mesmo, é denominado factor limitante. Na fotossíntese, os factores limitantes podem ser a luz, a temperatura ou a concentração do dióxido de carbono.

Analisando o gráfico que se segue, pode constatar-se que o dióxido de carbono e a temperatura são factores que podem limitar a taxa da fotossíntese.

Os factores limitantes em *A* e *B* são respectivamente a temperatura e a concentração de CO_2 sob a mesma intensidade luminosa.

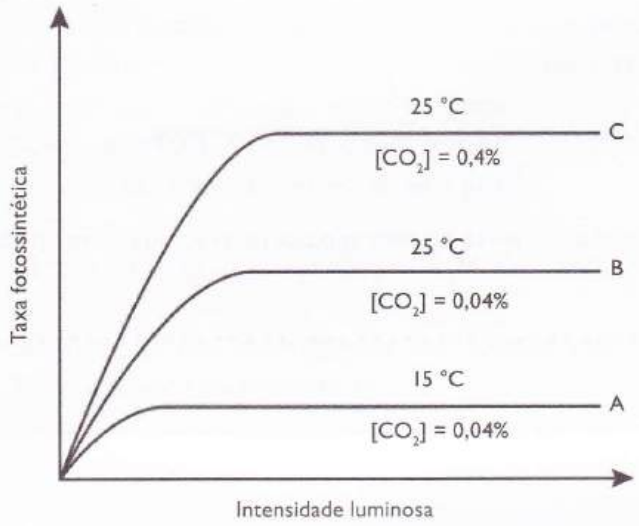


FIGURA 40: O dióxido de carbono e a temperatura são factores limitadores da taxa de fotossíntese.

Experiência

Modo de nutrição das plantas – observação dos efeitos da absorção de substâncias pela raiz

A.

Material

- Duas plantas pequenas (por exemplo, tradescância).
- 2 copos contendo solução nutritiva.

Procedimento

- Mergulha a raiz de uma das plantas (planta A) num copo contendo solução nutritiva, de modo a que os pêlos absorventes fiquem acima do líquido.
- Mergulha a raiz da outra planta (planta B) num copo com solução nutritiva, de modo que a zona pilosa fique dentro da solução.

Observação

Ao fim de uma semana, observa-se que a planta A murcha e a planta B mantém-se viçosa.

Conclusão

A absorção de água e dos minerais nela dissolvidos por parte das plantas faz-se pela raiz, através dos pêlos absorventes da zona pilosa.

B.

Material

- Planta aquática, por exemplo *Elodea*.
- Tubo de ensaio.
- 2 lâmpadas (40W e 100W).
- Relógio.
- Água.

Procedimento

- Mergulha a planta no tubo de ensaio com água. Faz incidir a luz do candeeiro (a lâmpada de 40W) sobre o tubo de ensaio.
- Ao fim de cinco minutos, observando o que acontece durante mais dois minutos, conta o número de bolhas gasosas que se libertam.
- Regista o resultado.
- Substitui a lâmpada de 40W pela de 100W e repete os procedimentos anteriores. Coloca o tubo de ensaio num local escuro durante cerca de dez minutos e repete a contagem das bolhas.

Observação

O número de bolhas é maior quando se fez incidir a lâmpada de 100W, que fornece luz mais intensa, e menor quando a planta esteve sujeita ao escuro.

Conclusão

A intensidade da luz influencia a taxa fotossintética, sendo esta maior, quando a mesma aumenta.

Vamos relembrar...

- Os meristemas são constituídos por células vivas, indiferenciadas, com capacidade de se dividir mitoticamente. Promovem o crescimento das estruturas das plantas.
- Os tecidos definitivos distribuem-se em três sistemas de tecidos: o sistema dérmico constituído, por exemplo, pela epiderme; o sistema fundamental constituído pelo parênquima, colênquima e esclerênquima; e o sistema vascular, constituído pelo xilema e o floema.
- Os elementos minerais que as plantas consomem em maior quantidade designam-se macronutrientes. São eles: H, C, O, N, K, Ca, Mg, P e S. Os que a planta requer em menor quantidade são designados por micronutrientes: Cl, B, Fe, Mn, An, Cu e Mo.
- A água entra e sai da célula por osmose; certos sais saem por difusão simples e outros por transporte activo.
- As forças físicas implicadas na ascensão da seiva bruta são: tensão, resultante da transpiração; coesão entre as moléculas de água; e adesão entre as moléculas de água e as paredes do xilema.
- A força da sucção transpiratória é o factor mais importante na subida da seiva bruta nas plantas.
- A fotossíntese é o processo pelo qual as plantas obtêm matéria orgânica a partir da matéria mineral. O processo resume-se na equação:

$$12H_2O + 6CO_2 \xrightarrow{\text{luz / clorofila}} C_6H_{12}O_6 + 6CO_2 + 6H_2O$$

- Os factores que influenciam a fotossíntese são: a temperatura, a concentração de CO_2, a intensidade e a qualidade da luz.

Actividades

1. Assinala com *X* a alternativa que corresponde à resposta incorrecta.
   Durante a fase luminosa da fotossíntese ocorre:
   a) fotólise de água.
   b) libertação de oxigénio.
   c) passagem de ADP a ATP.
   d) síntese de compostos orgânicos.

2. Assinala com *X* a alternativa que completa correctamente a afirmação.
   Na fase escura da fotossíntese ocorre...
   a) fotofosforilação acíclica.
   b) libertação de O_2.
   c) síntese de glicose.

3. A fixação do CO_2 e a libertação de O_2 ocorrem:
   a) em qualquer uma das fases.
   b) na fase escura e na fase luminosa.
   c) respectivamente na fase escura e luminosa.
   d) respectivamente na fase luminosa e escura.

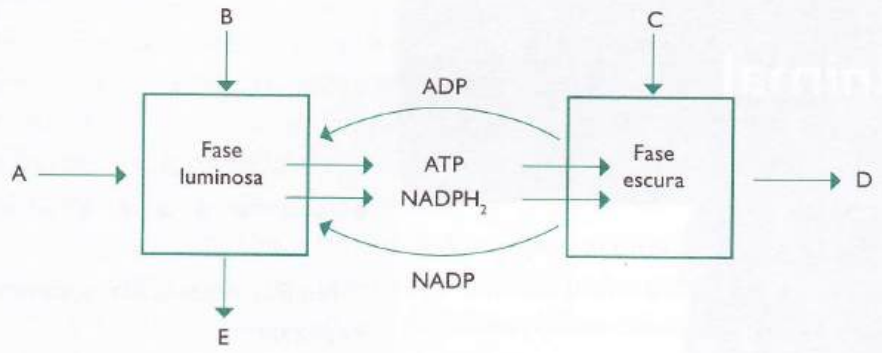
4. Na etapa fotoquímica da fotossíntese, o aceitador de H_2 é:
   a) oxidado pelo O_2 proveniente da água.
   b) oxidado pelo O_2 proveniente do CO_2.
   c) reduzido pelo H_2 proveniente da água.
   d) reduzido pelo O_2 proveniente de CO_2.

5. Qual das afirmações é correcta relativamente aos fenómenos ocorridos durante a etapa fotoquímica?
   a) Dá-se a fotólise da água.
   b) Há libertação de O_2.
   c) O ATP é transformado em ADP.
   d) Redução do $NADP^+$ a $NADPH_2$.

6. Qual é a origem do O_2 libertado na fotossíntese?

7. Qual é a função dos pigmentos fotossintéticos?

8. Faz a legenda do diagrama.



A.
B.
C.
D.
E.

9. Quais são as radiações mais absorvidas pelas clorofilas?
   9.1 Qual é a explicação para o reduzido rendimento fotossintético na faixa verde?

10. Como são utilizados as moléculas de NADP+?

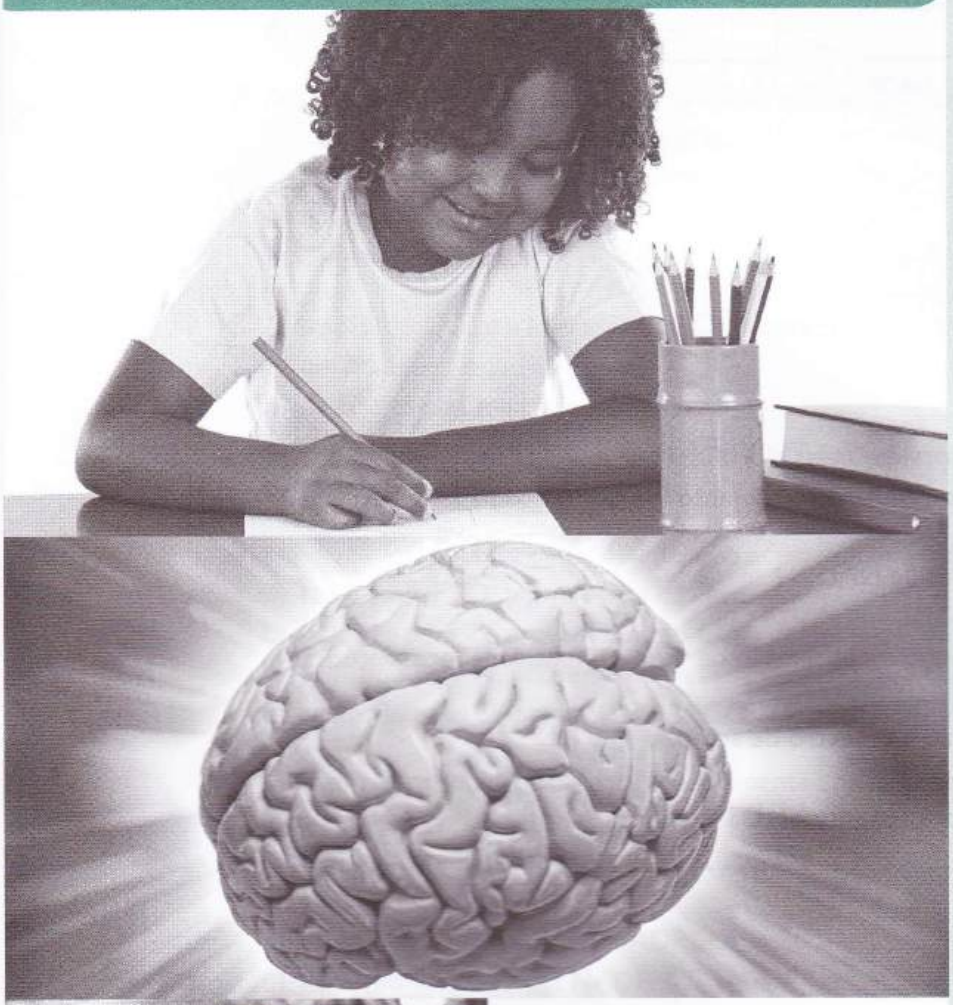
11. Que relação podes estabelecer entre a libertação de O_2 e a intensidade fotossintética?

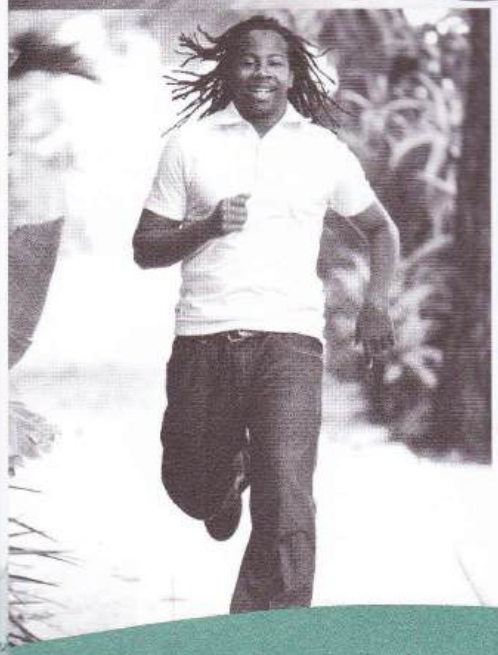
12. Relaciona o espectro de absorção e espectro de acção.

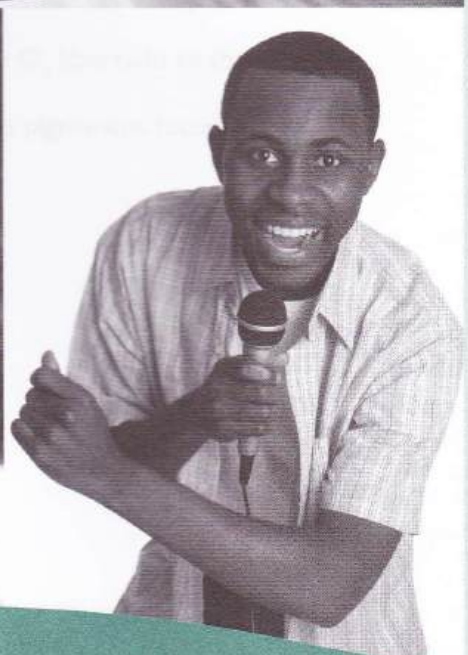
13. O que são factores limitantes da fotossíntese? Dá exemplos.

Unidade 3

Fisiologia animal







No final desta unidade, deverás ser capaz de:

- identificar as características dos principais tecidos;
- identificar os diferentes tecidos que constituem o corpo do Homem;
- explicar o desenvolvimento dos sistemas digestivos nos animais seleccionados;
- identificar diferentes sistemas respiratórios;
- compreender a importância dos pigmentos respiratórios;
- compreender a importância dos sistemas de transporte no inter-câmbio de substâncias com o meio externo e as células;
- identificar as estruturas do sistema linfático;
- compreender diferentes mecanismos de defesa do organismo em relação a agentes agressivos de natureza química ou biológica;
- compreender a importância da excreção e da osmorregulação na manutenção da homeostase;
- identificar diferentes áreas nervosas;
- diferenciar acto de arco reflexo;
- explicar as funções das hormonas escolhidas;
- diferenciar sentidos e órgãos dos sentidos;
- identificar as diferentes partes que constituem cada órgão dos sentidos.

3.1 Histologia animal

Nos seres pluricelulares, como é o caso dos animais, as actividades que concorrem para a vida orgânica são realizadas por diferentes grupos de células. Estas, apresentando forma e realizando actividades idênticas, constituem os diferentes tecidos do corpo. Como é do teu conhecimento, um tecido é um conjunto de células especializadas que desempenham a mesma função. A **histologia animal** dedica-se ao seu estudo.

Alguns tecidos recobrem a superfície dos corpos ou forram cavidades; outros servem de suporte ao corpo, outros dão contractilidade às diferentes partes do corpo ou fazem ainda o transporte de substâncias. Nos animais superiores, os tecidos podem classificar-se, de acordo com as suas funções, em **tecidos epiteliais, tecidos conjuntivos, tecidos musculares** e **tecidos nervosos**.

3.1.1 Tecidos epiteliais

O tecido epitelial é formado por células justapostas, isto é, encostadas umas às outras, pouco diferenciadas, e com pouco material intercelular, sem vasos sanguíneos; os nutrientes chegam às células por difusão. Possuem terminações nervosas.

Quanto à função, os tecidos epiteliais podem ser classificados em **tecidos epiteliais de revestimento**, **tecidos epiteliais glandulares** e **tecidos epiteliais sensoriais** ou **neuroepitélios**.

Tecidos epiteliais de revestimento

Estes tecidos podem ser formados por uma camada única de células e, por isso, designados por **epitélios simples**, ou por várias camadas sobrepostas, recebendo, neste caso, o nome de **epitélios estratificados**. As células dos tecidos epiteliais, tanto simples como estratificados, podem ser formadas por células achatadas e largas (pavimentosos) ou mais altas do que largas (cilíndrico).

As funções do epitélio de revestimento podem ser:

- de protecção, como, por exemplo, a epiderme, estratificada, com queratina (proteína impermeável);
- de absorção, como, por exemplo, a mucosa do intestino delgado, simples, com microvilosidades e com células produtoras de muco.

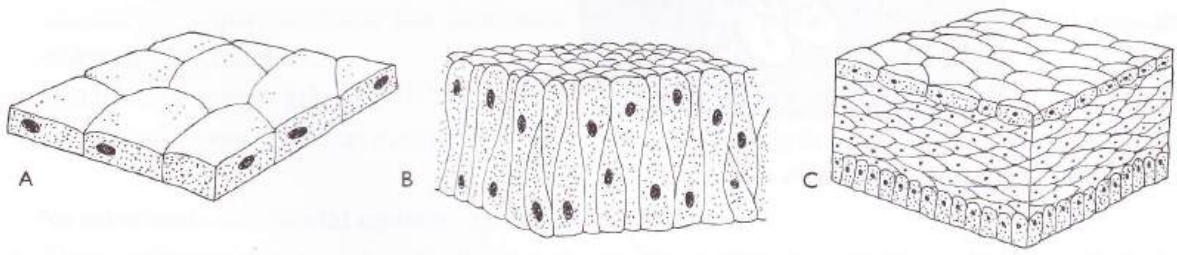


FIGURA 1: Tecidos epiteliais de revestimento: A. pavimentoso; B. cilíndrico; C. estratificado.

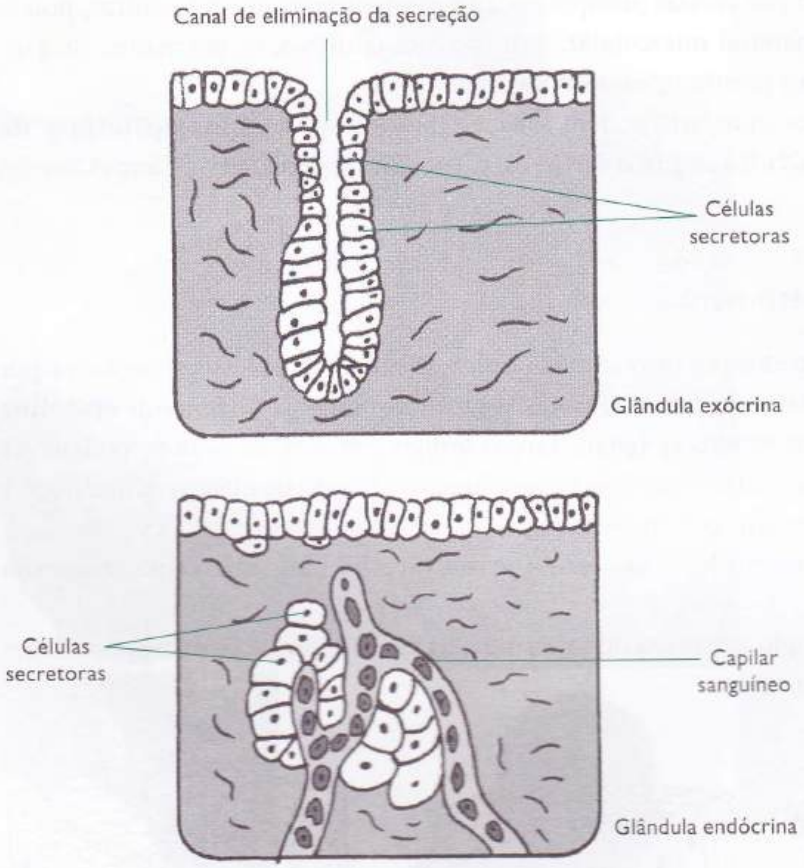
Tecidos epiteliais glandulares

Em certos locais do corpo, existem membranas formadas por células secretoras, ou seja, responsáveis por retirar substâncias do sangue ou pela sua elaboração. Estes tecidos são tecidos glandulares. Estes podem ser glândulas exócrinas, que produzem substâncias, que não são utilizadas directamente, mas transportadas por canais para o local onde devem exercer a sua função. Tais substâncias são, por exemplo, a saliva, o suco gástrico, a bílis, o leite, etc.

Podem também ser glândulas endócrinas; estas não possuem canal e os seus produtos são as hormonas, transportadas pelo sangue. São exemplos de glândulas endócrinas, a hipófise, a tiróide, as paratiróides, as cápsulas supra-renais, etc.

Podem ser glândulas mistas, que produzem substâncias que podem ser transportados por canais ou pelo sangue. É exemplo de glândula mista o pâncreas, que produz o suco pancreático (pâncreas exócrino) e a insulina (pâncreas endócrino).

Na figura seguinte estão representados tecidos epiteliais glandulares.



..... FIGURA 2: Epitélios glandulares.

Tecidos epiteliais sensoriais ou neuroepiteliais

Os tecidos epiteliais sensoriais ou neuroepiteliais são constituídos por células especializadas que recebem estímulos do meio externo e interno do organismo.

Constituem exemplos desses epitélios, o epitélio olfactivo, que possui células responsáveis pelo olfacto.

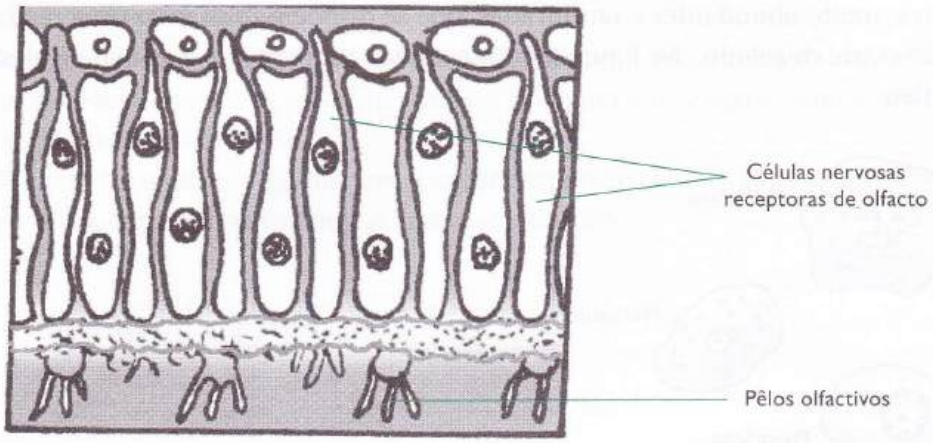


FIGURA 3: Epitélio olfactivo.

3.1.2 Tecidos conjuntivos

Os tecidos conjuntivos são tecidos que unem os tecidos do corpo. As células destes tecidos estão rodeadas por uma grande quantidade de substância intersticial. A composição da substância intersticial é variável nos diferentes tipos de tecido, o que determina a estrutura e a função do tecido. Assim, os tecidos conjuntivos classificam-se em tecidos conjuntivos propriamente ditos e tecidos conjuntivos esqueléticos.

Tecido conjuntivo propriamente dito

O **tecido conjuntivo** é constituído por células de formas variadas. O tipo de células encontradas nos tecidos conjuntivos são:

- fibroblastos (células jovens) – que produzem e segregam proteínas que constituem as fibras. Estas células, quando adultas, chamam-se fibrócitos;
- macrófagos e leucócitos – que têm a função de defesa; fagocitam células mortas e agentes infecciosos que penetram no corpo;
- plasmócitos ou células mesenquimatosas – que têm grande capacidade de se multiplicar, garantindo a regeneração do tecido conjuntivo; são produtoras de anticorpos (células de defesa) que combatem substâncias estranhas que penetram no tecido;
- mastócitos – que intervêm nos processos inflamatórios, participando nos mecanismos de defesa do organismo;
- melanócitos – com grânulos de pigmentos (melanina) na pele;
- adipócitos – com gorduras ocupando toda a célula, desempenham a função de reserva.

Na substância intersticial existem três tipos de fibras:

- fibras colágenas, constituídas por fibrilhas de colagénio, dão consistência ao tecido, conferindo ao tecido grande resistência a forças de tracção;
- fibras elásticas, que dão elasticidade aos tecidos. As fibras são muito finas e menos numerosas do que as fibras colágenas; são constituídas por uma proteína chamada elastina;

- fibras reticulares, muito abundantes e ramificadas, que se dispõem formando uma rede; na sua composição existe colagénio. Na figura seguinte, estão representadas algumas células do tecido conjuntivo.



FIGURA 4: Tipos de células do tecido conjuntivo propriamente dito.

O tecido conjuntivo propriamente dito apresenta as seguintes variedades: tecido conjuntivo laxo, tecido conjuntivo denso, tecido conjuntivo elástico e tecido conjuntivo adiposo.

Tecido conjuntivo laxo

O tecido conjuntivo laxo apresenta fibras dispostas em faixas longas, separadas umas das outras. Encontra-se largamente distribuído no organismo e liga os tecidos.

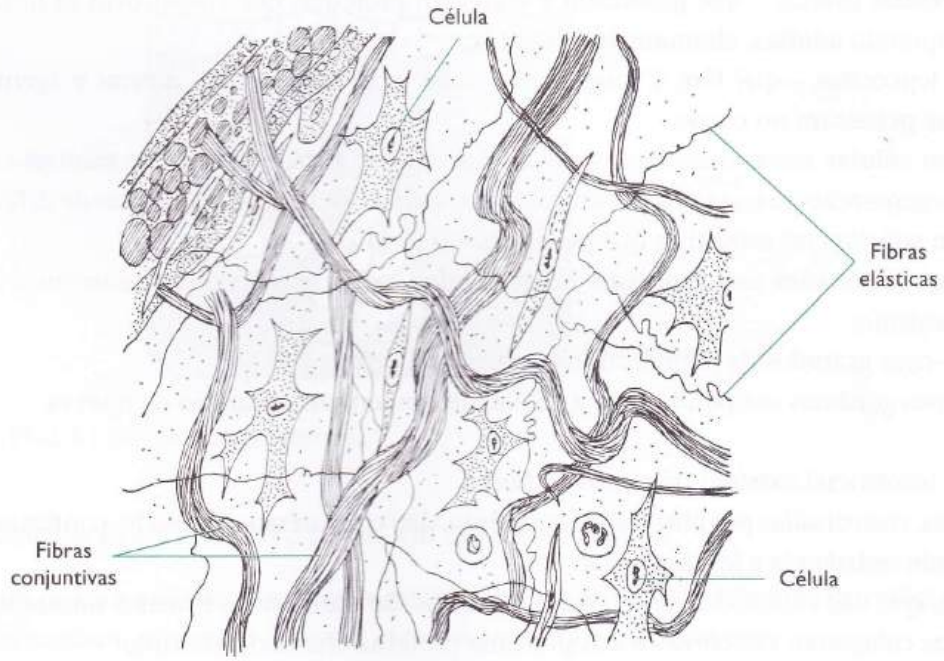


FIGURA 5: Aspecto do tecido conjuntivo laxo.

Tecido conjuntivo denso

Possui uma enorme quantidade de fibras, sendo, por isso, muito resistente. Ocorre na derme e nos tendões e envolve os diferentes órgãos. Na figura que se segue, representa-se o aspecto geral do tecido conjuntivo denso.

No caso dos tendões e ligamentos, o tecido conjuntivo fibroso caracteriza-se por possuir numerosas fibras conjuntivas orientadas numa só direcção.

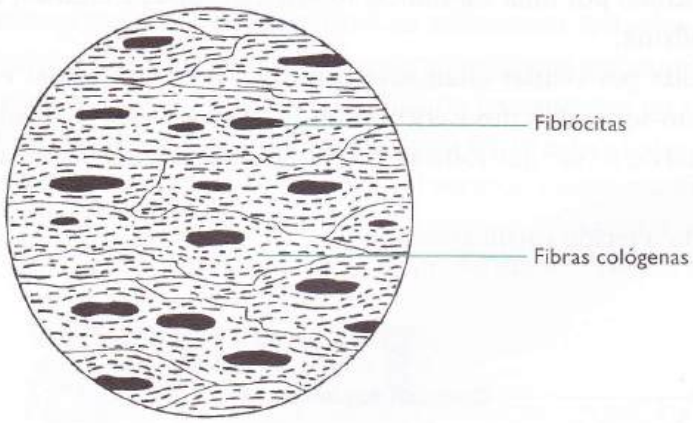


FIGURA 6: Tecido conjuntivo denso.

Tecido conjuntivo elástico

Possui numerosas fibras elásticas que lhe conferem elasticidade sem deformar. Encontra-se na parede das artérias, nos brônquios e traqueia.

Tecido conjuntivo adiposo

É constituído essencialmente por células adiposas. Constitui um tecido de reserva.

A figura seguinte mostra o aspecto do tecido adiposo.

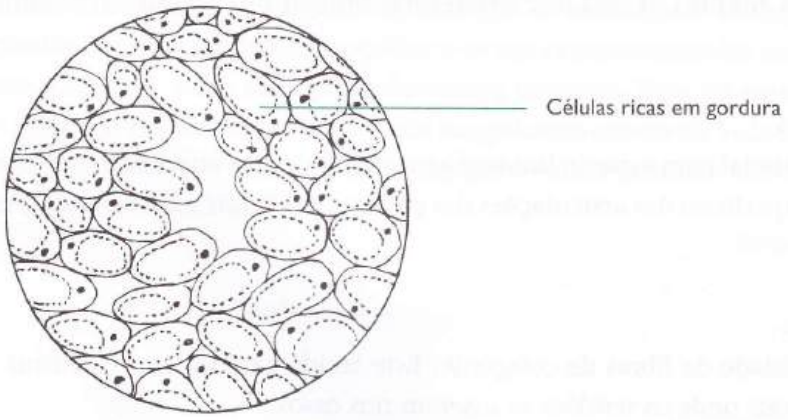


FIGURA 7: Tecido adiposo.

Tecidos conjuntivos esqueléticos

Os tecidos conjuntivos esqueléticos possuem fibras colágenas e uma substância intersticial que conferem resistência ao corpo e às células. Existem duas variedades de tecidos conjuntivos esqueléticos: tecido cartilagíneo e tecido ósseo.

Tecido cartilagíneo

Este é um tecido conjuntivo constituído por uma substância intersticial sólida e elástica, de natureza proteica. A proteína é a condrina.

A substância intersticial é produzida por células chamadas condroblastos, localizadas em cavidades. As células maduras chamam-se condrócitos e encontram-se em cavidades chamadas condroplastos. A substância intersticial do tecido que rodeia os condroplastos diferencia-se para formar a cápsula cartilagínea.

Na figura seguinte está representado o tecido cartilagíneo.

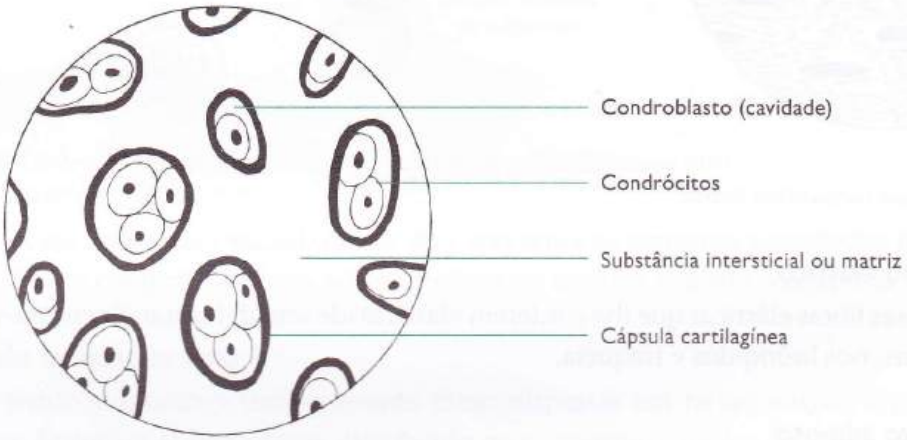


FIGURA 8: Tecido cartilagíneo.

A quantidade de fibras existentes na substância intersticial define três tipos de tecido cartilagíneo: o tecido cartilagíneo hialino, o tecido cartilagíneo fibroso e o tecido cartilagíneo elástico.

- Tecido cartilagíneo hialino

Apresenta substância intersticial com aspecto homogéneo, apesar de ser constituído por fibras colágenas. Encontra-se nas superfícies das articulações das paredes das fossas nasais, na traqueia e nos brônquios.

- Tecido cartilagíneo fibroso

Possui uma elevada quantidade de fibras de colagénio. Este tecido cartilagíneo constitui os discos intervertebrais e os locais onde os tendões se inserem nos ossos.

- Tecido cartilagíneo elástico

Apresenta muitas fibras elásticas e algumas fibras de colagénio. Existe na laringe, na epiglote, na orelha e no septo nasal.

Tecido ósseo

É um tecido conjuntivo cujas substâncias intersticiais são de natureza proteica. A proteína é a osseína. Esta substância adquire dureza devido à impregnação de sais de cálcio e fósforo ligados às fibras que tornam os ossos muito rijos.

As células do tecido ósseo encontram-se em cavidades existentes nas camadas concêntricas que formam os ossos. Quando jovens, designam-se por osteoblastos e têm prolongamentos citoplasmáticos que os unem aos outros. As células adultas designam-se por osteócitos, cujos prolongamentos citoplasmáticos se encontram retraídos. É através dos canalículos onde se encontravam os prolongamentos citoplasmáticos que as células intercomunicam. Através deles, as células recebem nutrientes e oxigénio provenientes do sangue.

O outro tipo de células do tecido ósseo são os osteoclastos, que são responsáveis pela destruição de áreas gastas ou lesadas do osso. Tal permite a regeneração do tecido ósseo pelos osteoblastos.

Na figura seguinte apresenta-se a estrutura do tecido ósseo, onde é possível observar células, os canais e as lamelas concêntricas que formam o sistema de Havers.

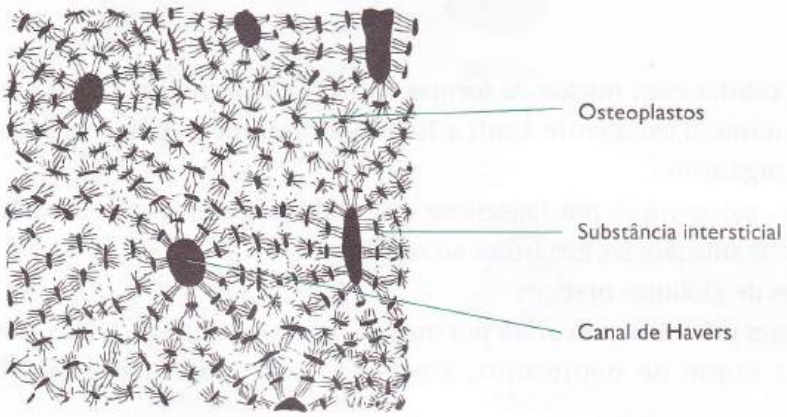


FIGURA 9: O tecido ósseo.

Existem dois tipos de tecido ósseo: o **tecido esponjoso** e o **tecido compacto**.

O tecido esponjoso apresenta espaços que se interligam. Os espaços contêm medula óssea vermelha e vasos sanguíneos. Localizam-se nas extremidades dos ossos longos (epífises). O tecido ósseo compacto quase não apresenta espaço medular. Tem, no entanto, um conjunto de canais que são percorridos por nervos e vasos sanguíneos: canais de Volkmann e canais de Havers. Por serem uma estrutura com nervos e irrigada, os ossos possuem alto metabolismo e grande capacidade de regeneração.

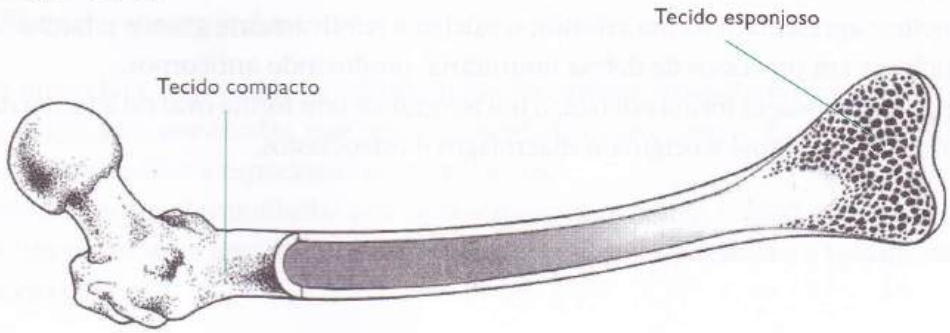


FIGURA 10: Estrutura de um osso longo com tecido esponjoso e tecido compacto.

3.1.3 Tecidos sanguíneos

O sangue e a linfa são tecidos conjuntivos constituídos por células separadas através de uma substância intersticial líquida. Desempenham um papel importante no transporte de gases, nutrientes, excreções e hormonas.

A substância intersticial é o plasma e os elementos figurados são as hemácias (eritrócitos ou glóbulos vermelhos), os leucócitos ou glóbulos brancos e as plaquetas sanguíneas.

Plasma

O plasma é constituído por água, prótidos, lípidos dissolvidos ou em suspensão.

Glóbulos vermelhos

Os glóbulos vermelhos são células com forma de lente bicôncava; são anucleadas. A sua cor vermelha deve-se a um pigmento vermelho chamado hemoglobina, responsável pelo transporte do oxigénio. São produzidas na medula vermelha dos ossos. Sobrevivem até 120 dias.

Glóbulos brancos

Os glóbulos brancos são células com núcleo de formas variadas. São produzidas na medula vermelha nos ossos. O seu número varia entre 5 mil a 10 mil por milímetro cúbico de sangue. A sua função é a defesa do organismo.

Alguns eliminam agentes patogénicos por fagocitose ou produzem anticorpos, substâncias que permitem a destruição de substâncias estranhas ao organismo.

Conhecem-se vários tipos de glóbulos brancos:

- Os granulócitos apresentam grânulos que coram por meio de corantes neutros, ácidos (eosina) e básicos recebendo o nome de neutrófilos, eosinófilos ou acidófilos e basófilos, respectivamente.
- Os neutrófilos são os glóbulos brancos mais abundantes; apresentam forma esférica e núcleo trilobado. Defendem o organismo através da fagocitose de corpos estranhos ao organismo.
- Os oosinófilos ou acidófilos apresentam forma esférica e núcleo bilobado. Têm capacidades de fagocitose e participam das reacções alérgicas, produzindo histamina.
- Os basófilos possuem forma esférica e núcleo irregular. Produzem uma substância anticoagulante, chamada heparina e uma substância que dilata os vasos sanguíneos chamada histamina, importante nos processos de reacções alérgicas.
- Agranulócito – não apresentam grânulos.

  Podem ser:
  - linfócitos: apresentam forma esférica; o núcleo é relativamente grande e também esférico. Participam em processos de defesa imunitária, produzindo anticorpos.
  - monócitos: possuem forma esférica; o núcleo grande tem forma oval ou a forma de um rim. Realizam a fagocitose e originam macrófagos e osteoclastos.

Plaquetas sanguíneas

As plaquetas sanguíneas são células sem núcleo, produzidas na medula vermelha dos ossos. Duram poucos dias. Existem cerca de 250 000 plaquetas por milímetro cúbico de sangue. Participam no processo de coagulação do sangue.

Na figura seguinte estão representados os elementos figurados do sangue.

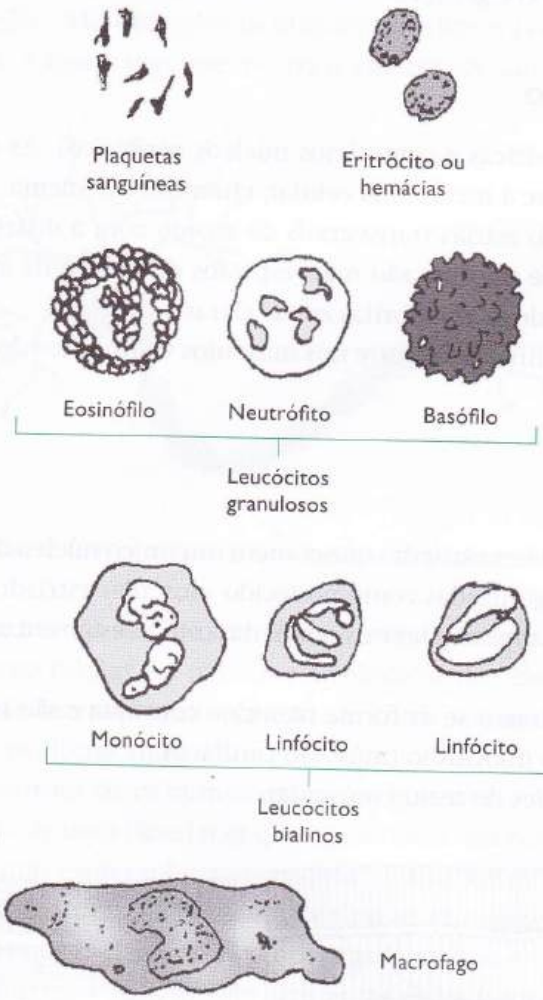


FIGURA 11: Elementos figurados do sangue.

3.1.4 Tecido muscular

O tecido muscular é constituído por células alongadas (fibras); o citoplasma apresenta filamentos proteicos, designados por fibrilas, que têm a capacidade de se contrair. É o tecido que constitui os músculos, dando-lhes a capacidade de movimento.

De acordo com o tipo de miofibrilas e as capacidades que possuem, o tecido muscular classifica-se em **tecido muscular liso**, **tecido muscular estriado esquelético** e **tecido muscular estriado cardíaco**.

Tecido muscular liso

É constituído por células alongadas, fusiformes e com um núcleo central. O citoplasma (sarcoplasma) contém miofibrilas contrácteis constituídas por proteínas (actina e miosina). As miofibrilas são homogéneas. A sua contracção é lenta, duradoura e involuntária, como, por exemplo, a dos movimentos peristálticos. O tecido muscular liso ocorre na parede do tubo digestivo, nos vasos sanguíneos, no aparelho respiratório, urinário e genital.

Tecido muscular estriado esquelético

É constituído por células alongadas, cilíndricas e com vários núcleos periféricos. As células são rodeadas por uma membrana basal, sobre a membrana celular, chamada sarcolema.

As miofibrilas são heterogéneas, formando estrias transversais de acordo com a distribuição dos microfilamentos. Os microfilamentos de miosina são mais espessos do que os de actina e estão dispostos alternadamente, apresentando as miofibrilas zonas claras e escuras.

A contracção das miofibrilas é rápida e voluntária. Ocorre nos músculos voluntários do corpo, estão relacionadas com a locomoção.

Tecido muscular estriado cardíaco

Este tecido é constituído por fibras musculares estriadas que contêm um único núcleo disposto no centro da célula. As miofibrilas estão organizadas como no tecido muscular estriado esquelético. As células, geralmente cilíndricas, são ramificadas e os ramos das células estão em contacto com outras células.

As fibras do tecido estriado cardíaco contraem-se de forma rítmica e contínua e são involuntárias. Ocorrem no coração, constituindo o miocárdio (músculo cardíaco).

Em seguida, estão representadas variedades do tecido muscular.

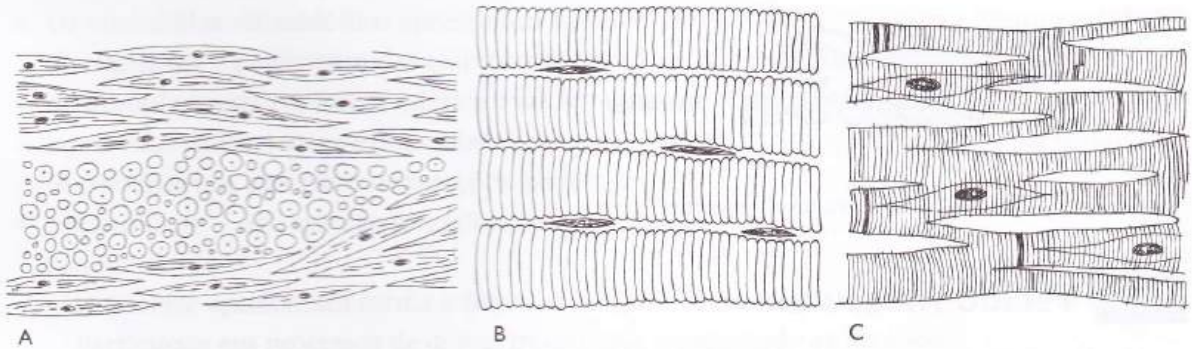
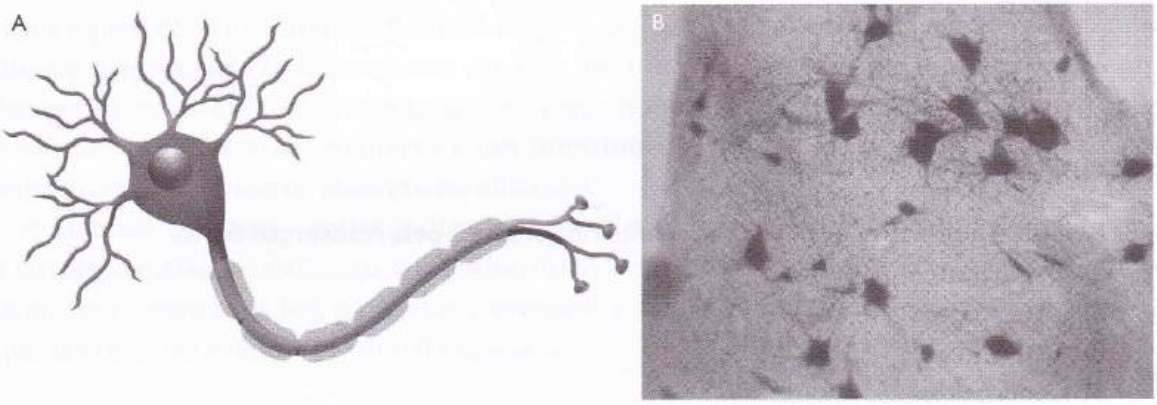


FIGURA 12: Variedades de tecido muscular: A. tecido muscular liso; B. tecido muscular estriado esquelético; C. tecido muscular estriado cardíaco.

3.1.5 Tecido nervoso

As células do tecido nervoso são especializadas na condução de estímulos. O tecido nervoso tem a função de coordenar as funções do organismo e estabelecer relações entre o organismo e o meio exterior.

As principais células são os neurónios; além dos neurónios, existem outras células cuja função é dar sustentação aos neurónios e ajudar no seu funcionamento. Tratam-se das células da glia ou neuróglia. São exemplos os oligodendrócitos e as células de schwann, que envolvem parte das células. A figura seguinte mostra o aspecto sde um neurónio e do tecido nervoso.



..... FIGURA 13: A. Neurónio. (Vê a legenda na página 139). B. Tecido nervoso.

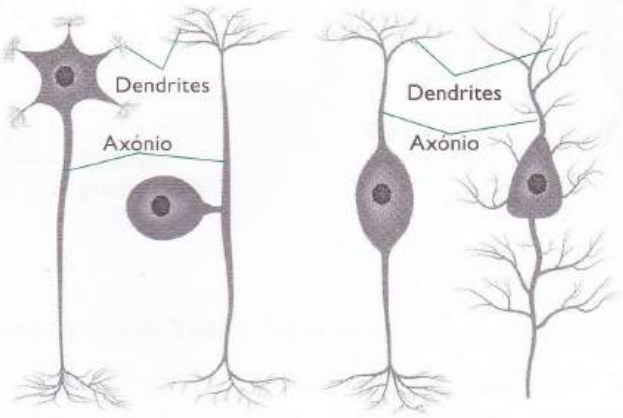
Os neurónios são constituídos por três partes principais: corpo celular, dendrites e axónio.

O corpo celular é a parte mais volumosa da célula nervosa. É o local onde se encontram as principais estruturas citoplasmáticas como o núcleo, o retículo endoplasmático, o aparelho de Golgi e os ribossomas.

As dendrites são os numerosos prolongamentos citoplasmáticos que se iniciam no corpo celular, partindo de uma base larga que se ramifica. Estas recebem os estímulos.

O axónio é um prolongamento citoplasmático de forma cilíndrica. Na extremidade apresenta ramificações designadas por arborização terminal ou telodentrites. É através da arborização terminal que o estímulo se propaga pelo axónio e é transmitido às outras células.

As células nervosas podem apresentar várias formas como se pode observar na figura seguinte.



..... FIGURA 14: Células nervosas.

Actividades

1. Assinala a característica incorrecta em relação ao tecido epitelial.
   a) Apresenta células justapostas com pouca substância intersticial.
   b) As principais funções do tecido epitelial são o revestimento, a absorção e a secreção.
   c) Apresenta vasos sanguíneos.
   d) Apresenta nervos.

2. Completa a frase seguinte. Os tendões são constituídos pela seguinte variedade de tecido conjuntivo:
   a) ósseo.
   b) muscular.
   c) adiposo.
   d) tecido conjuntivo fibroso.
   e) tecido conjuntivo laxo.

3. Assinala a alternativa que indica as células responsáveis pela reabsorção óssea.
   a) Osteoblastos.
   b) Osteoclastos.
   c) Osteócitos.
   d) Condrócitos.

4. Que células sanguíneas são responsáveis pela coagulação, transporte de O_2 e defesa do organismo por fagocitose de agentes protogénicos?
   a) Hemácias, plaquetas, leucócitos.
   b) Plaquetas, hemácias e leucócitos.
   c) Leucócitos, hemácias e plaquetas.
   d) Leucócitos, plaquetas e hemácias.

3.2 Sistema digestivo

Os sistemas digestivos evoluíram no sentido do aproveitamento mais eficaz dos alimentos ingeridos, podendo ser uma simples cavidade ou apresentar diferentes órgãos especializados. Tomemos alguns exemplos.

Evolução dos sistemas digestivos

A hidra apresenta um tubo digestivo com uma única abertura, que funciona como boca e ânus. Esta abertura permite a entrada de substâncias alimentares e a saída de resíduos da digestão, o que representa o máximo de eficiência no processo de digestão. A planária apresenta um tubo digestivo incompleto com uma única abertura que funciona como boca e ânus, apresenta uma faringe desenvolvida com uma musculatura e um intestino com ramificações. A minhoca apresenta um tubo digestivo completo e um intestino com pregas longitudinais e dorsais que aumentam a superfície de absorção do alimento.

O Homem apresenta um tubo digestivo completo. O tubo digestivo compreende a boca, a faringe, o esófago, o estômago, o intestino delgado e o intestino grosso e ânus. Nos ruminantes como, por exemplo, o boi, a digestão é completa e muito lenta devido aos vegetais ingeridos, que são ricos em celulose (de difícil digestão).

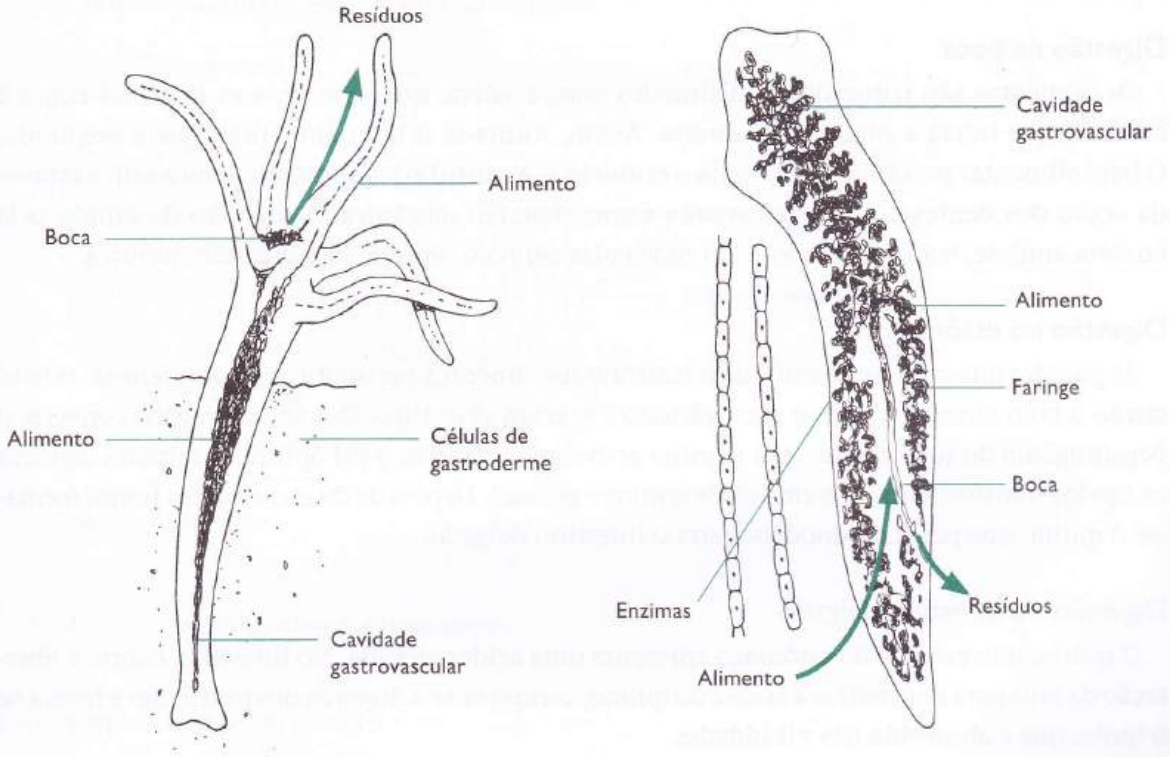


FIGURA 15: Cavidade digestiva da hidra e da planária.

3.2.1 Digestão no Homem

O tubo digestivo humano é constituído por boca, esófago, estômago, intestino delgado, intestino grosso e ânus.

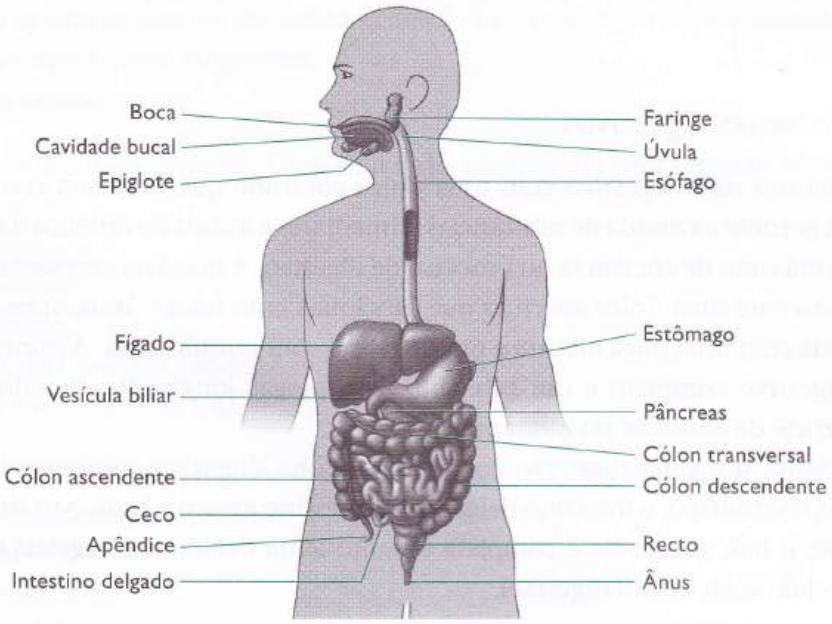


FIGURA 16: Tubo digestivo humano.

Digestão na boca

Os alimentos são triturados e misturados com a saliva, que apresenta enzima, tal como a amilase, que inicia a digestão de amido. Assim, forma-se o bolo alimentar, que é deglutido. O bolo alimentar passa do esófago para o estômago. A mistura dos alimentos com a saliva através da acção dos dentes e da língua resulta numa digestão mecânica. A digestão do amido pela enzima amilase, transformando-a em moléculas simples, representa a digestão química.

Digestão no estômago

As paredes musculosas do estômago realizam movimentos peristálticos e contraem-se, misturando o bolo alimentar com o suco gástrico e o ácido clorídrico. O ácido clorídrico converte o pepsinogénio do suco gástrico em pepsina activa, que mantém o pH óptimo. As lipases digerem os lípidos transformando-os em ácidos gordos e glicerol. Depois de duas ou quatro horas, forma-se o quimo que passa do duodeno para o intestino delgado.

Digestão no intestino delgado

O quimo proveniente do estômago apresenta uma acidez elevada. No intestino, ocorre a libertação da bílis para neutralizar a acidez do quimo, completa-se a digestão dos nutrientes e forma-se o quilo, que é absorvido nas vilosidades.

Durante a digestão química ocorre a transformação de moléculas complexas em moléculas simples por hidrólise e catalisadas por enzimas digestivas. Os polissacarídeos, quando digeridos, transformam-se em várias moléculas de monossacarídeos, como por exemplo a glicose. As proteínas digeridas transformam-se nos aminoácidos que as constituem e os lípidos tranformam-se em ácidos gordos e glicerol. As enzimas que catalisam estas reacções denominam-se hidrolases.

Principais enzimas digestivas

Local de acção	Secreção	Enzima	Substrato	Produto
Boca	Saliva	Amilase	Amido	Maltose
Estômago	Suco gástrico	Pepsina Lipase	Proteínas Lípidos	Peptídeos Ácidos gordos e glicerol
Duodeno	Suco pancreático	Amilase Tripsina Lipase	Amido Proteína Lipidos	Maltose Peptídios Ácidos gordos e glicerol
Intestino delgado	Suco etérico	Sacarase Lactase Maltase Peptidases Lipases	Sacarose Lactose Maltose Peptídeos Lípidos	Glicose e fructose Glicose e galactose Glicosse Aminoácidos Ácidos gordos e glicerol

Digestão nos ruminantes

Os mamíferos ruminantes apresentam um intestino maior do que o dos animais carnívoros e omnívoros, onde o alimento permanece por muito tempo.

O tubo digestivo é completo, constituído por quatro compartimentos principais: pança ou rúmen, barrete ou retículo, folhoso ou amaso e coalheira ou abomaso. Neste tubo, encontram-se bactérias que ajudam o metabolismo da celulose.

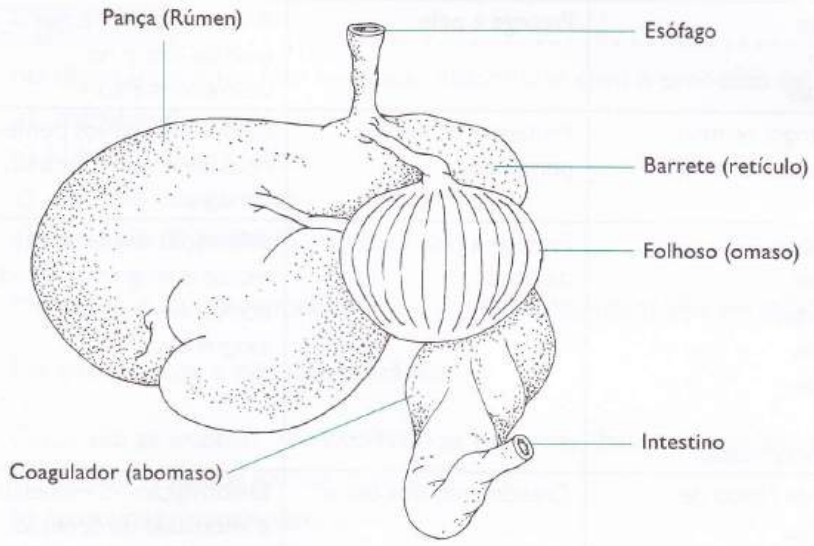


FIGURA 17: Tubo digestivo dos ruminantes.

Sais minerais e vitaminas

Os sais minerais são substâncias inorgânicas que entram no corpo em pequenas quantidades. Constituem moléculas inorgânicas que fazem parte dos ossos, dos dentes e dos líquidos corporais.

O cloreto de sódio, presente no sangue, perde-se parcialmente através do suor e da urina. O potássio e o magnésio participam na contracção muscular e no funcionamento de enzimas.

Vitaminas

As vitaminas são moléculas essenciais à vida. São reguladoras e devem ser incorporados no organismo em pequenas quantidades para garantir um metabolismo normal.

De acordo com a solubilidade, podem ser lipossolúveis (solúveis em lípidos), como as vitaminas A,D,C,K; e hidrossolúveis (solúveis em água), como as vitaminas B e C.

Tabela de principais vitaminas

Vitaminas	Fontes	Funções	Sintomas de carência
A Retinol	Cenoura Tomate Espinafre Gemas de ovo Manteiga e derivados	Protegem a córnea do globo ocular.	Secura da córnea do globo ocular, deficiência de visão à luz fraca.
B1 – tiamina	Cereais Leveduras		Beribéri
B2 – riboflavina	Cereais Leite Fígado Ervilhas Feijão Rins Coração	Protege a mucosa da boca e superfície da pele.	Aftas e doenças da pele.
B6 – piridoxinas	Cereais Fígado Vegetais	Protege a pele.	Anemia, dermatite, nas crianças atraso no desenvolvimento.
B12 – cobalamina	Soja, trigo, centeio, fígado, rins e coração	Protegem os nervos periféricos.	Lesões dos nervos periféricos, pele seca, distúrbio nervoso.
C – ácido ascórbico	Citrinos Tomate Morango Ananás Goiaba Cajú Verduras frescas	Protege a pele mucosa da boca.	Inflamação da pele e das mucosas sangrentas, queda dos dentes e gengivas sangrentas.
D – colecalciferol	Óleo de fígado de bacalhau Ovos Leite Manteiga	Crescimento dos ossos.	Deformação no esqueleto e anomalias da dentição.
K – naftoquinona	Espinafres Alface Repolho Couve Óleos vegetais	Coagulação do sangue.	Dificuldades na coagulação sanguínea.
E – tocoferol	Trigo Azeite Legumes	Protege a pele e hormonas sexuais.	Anemia e esterilidade.

Doenças do sistema digestivo

Úlcera – é, em geral, uma ferida de difícil cicatrização, em tecido cutâneo ou mucoso. A úlcera gástrica é uma lesão localizada no estômago com destruição da mucosa da parede destes órgãos, atingindo os vasos sanguíneos subjacentes. É causada muitas vezes devido a infecção pela bactéria *Helicobacter pylori.* Além da dor, caracteriza-se pelas hemorragias contínuas para dentro do tracto gastrointestinal.

Gastrite – é a inflamação da membrana interna do estômago. Há vários tipos de gastrite, sendo a bacteriana das mais comuns. A gastrite bacteriana segue-se normalmente a uma infecção por organismos como *Helicobacter pylori.* Não se conhecem outras bactérias que se desenvolvam em ambientes normalmente ácidos como o do estômago, embora muitos tipos possam fazê-lo no caso de o estômago não produzir ácido. Este crescimento bacteriano pode provocar gastrite de forma transitória ou persistente.

Obesidade – é uma doença crónica provocada e acentuada por múltiplos factores, em que a reserva natural de gordura aumenta de tal modo que provoca certos problemas de saúde. É resultado do balanço energético positivo, ou seja, a ingestão alimentar é superior ao gasto energético. Apesar de se tratar de uma condição clínica individual, é vista, cada vez mais, como um sério e crescente problema de saúde pública.

Actividades

1. Na digestão, a actividade hepática relaciona-se com o processo de:
   a) hidrólise do amido.
   b) hidrólise de proteínas.
   c) emulsão das gorduras.
   d) emulsão de proteínas.

2. Menciona duas diferenças entre os sistemas digestivos dos vertebrados e dos carnívoros.

3. Em que consiste a digestão mecânica?

4. Quais são as enzimas que catalisam as reacções abaixo e onde são produzidas?
   a) lípidos → ácidos gordos + glicerol
   b) proteínas → aminoácidos
   c) amido → maltose → glicose

3.3 Sistema respiratório

Uma das formas de metabolismo celular é a respiração celular, que consiste na oxidação da molécula da glicose, formando dióxido de carbono e água.

Em alguns animais, as trocas gasosas ocorrem na superfície da pele; em outros, localiza-se em regiões específicas do corpo, formando órgãos especializados nas trocas gasosas.

3.3.1 Evolução dos sistemas respiratórios

Os protozoários, esponjas, celenterados e platelmintes realizam trocas gasosas por difusão.

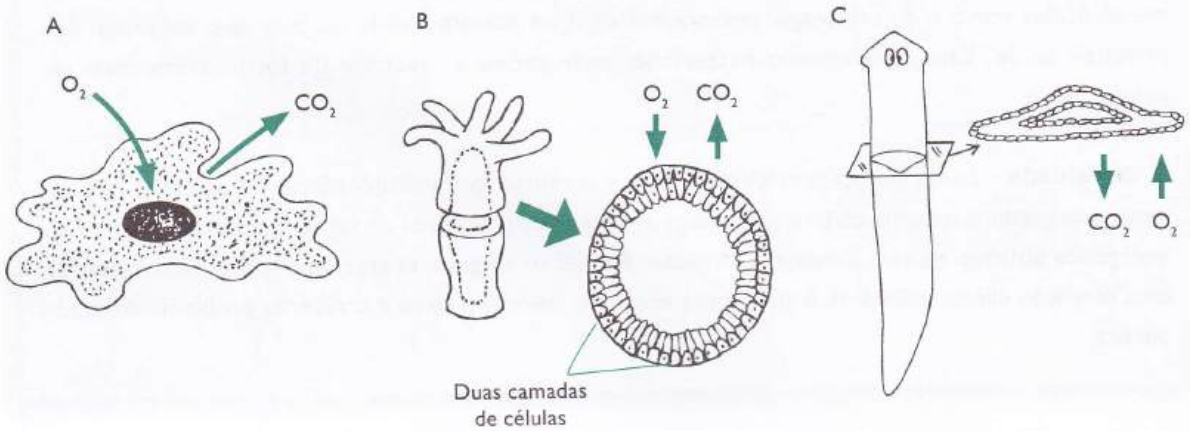


FIGURA 18: Trocas gasosas por difusão.

Respiração cutânea

A respiração cutânea pode ocorrer em animais aquáticos como as esponjas, os celenterados e os platelmintes aquáticos, assim como em animais terrestres, como minhocas e anfíbios (rã). O ambiente húmido é importante para a respiração cutânea, pois a superfície da pele deve estar sempre húmida para permitir a difusão gasosa.

Respiração branquial

Os peixes e a maioria dos animais aquáticos apresentam brânquias como órgãos respiratórios. As brânquias são estruturas lamelares muito delgadas e vascularizadas, agrupadas por estruturas ósseas, os arcos branquiais. Em cada arco branquial existem filamentos branquiais e cada filamento possui uma série de lamelas branquiais onde ocorrem as trocas gasosas. A água, ao passar entre os filamentos branquiais, troca gases (deixa O_2 e recebe CO_2) com o sangue que circula pelos capilares.

Os peixes apresentam brânquias internas que se alojam em cavidades branquiais protegidas por estruturas denominadas opérculos, que facilitam a ventilação.

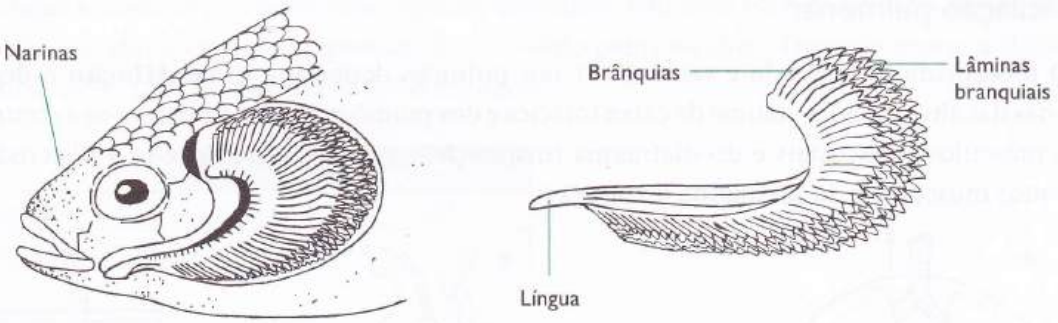


FIGURA 19: Brânquias.

Respiração traqueal

A maioria dos artrópodes apresenta traqueias para realizar trocas gasosas.

As traqueias comunicam com o exterior através de espiráculos e têm reforços quitinosos anelares que as mantém sempre abertas. Algumas possuem válvulas.

Respiração pulmonar

A maioria dos animais terrestres e todos os vertebrados apresentam pulmões como órgão que permite trocas gasosas.

Os pulmões localizam-se na caixa torácica e são limitados lateralmente pelas costelas e músculos intercostais. Na região inferior, são limitados pelo diafragma. A envolver os pulmões existem duas membranas pleurais e entre elas circula um líquido lubrificante que permite que os pulmões se movimentem sem atrito.

As aves e os répteis não apresentam diafragma, por isso, apenas o movimento das costelas provoca o aumento e a diminuição do volume dos pulmões.

Os anfíbios, como a rã, não apresentam costelas nem diafragma, por isso têm um mecanismo especial para encher os pulmões.

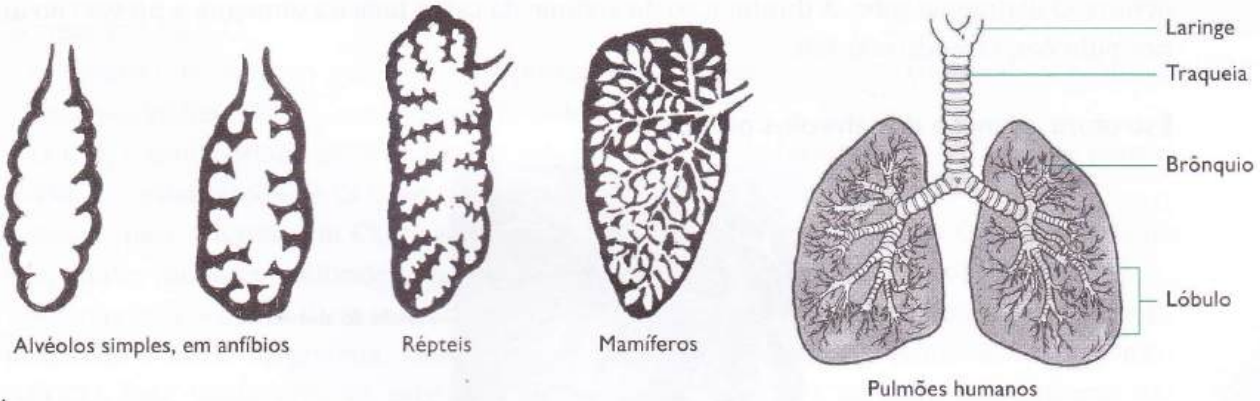


FIGURA 20: Pulmões de vertebrados e pulmões humanos.

Ventilação pulmonar

O mecanismo de entrada e saída do ar nos pulmões denomina-se **ventilação** e depende apenas das alterações do volume da caixa torácica e dos pulmões. O aumento deve-se à contracção dos músculos intercostais e do diafragma (inspiração); a diminuição deve-se à distensão dos mesmos músculos e do diafragma (expiração).

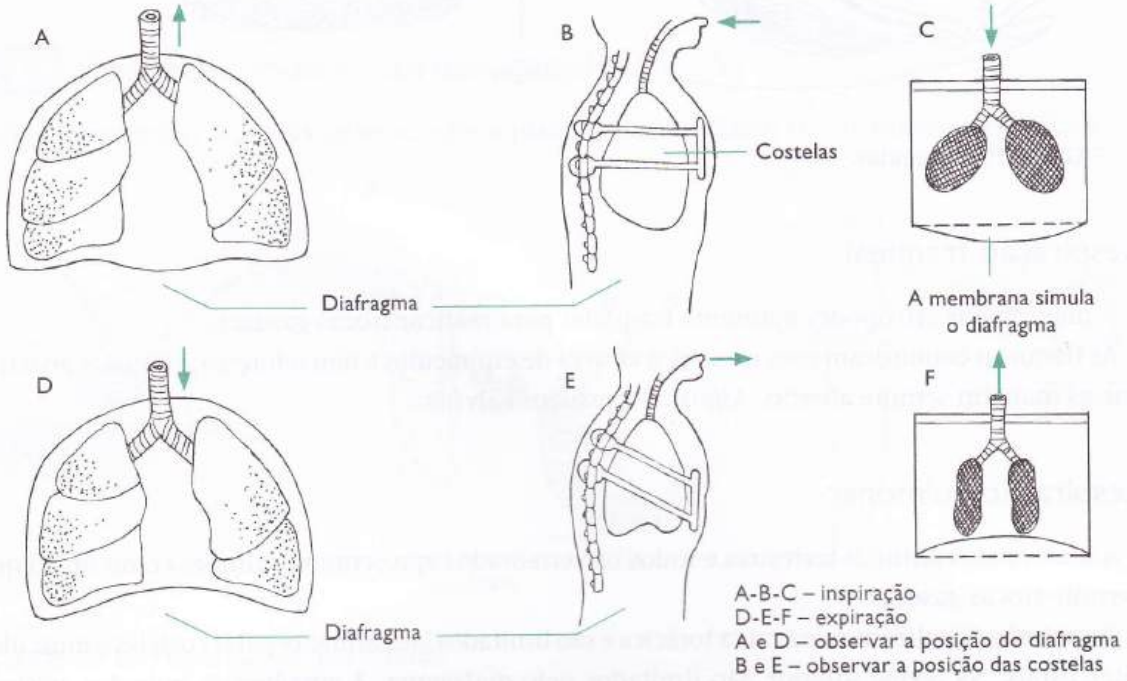


FIGURA 21: Movimentos respiratórios.

Durante a inspiração, verifica-se o aumento do voume da caixa torácica devido à contracção dos músculos intercostais, que elevam as costelas e o esterno para fora e para cima. O aumento do volume da caixa torácica provoca a diminuição da pressão de ar dentro dos pulmões. O ar entra nos pulmões.

Durante a expiração, verifica-se a diminuição de volume da caixa torácica devido ao relaxamento dos músculos intercostais. Estes movimentam as costelas e o esterno para baixo e para dentro. O diafragma sobe. A diminuição do volume da caixa torácica aumenta a pressão do ar nos pulmões, fazendo o ar sair.

Estrutura e função dos alvéolos pulmonares

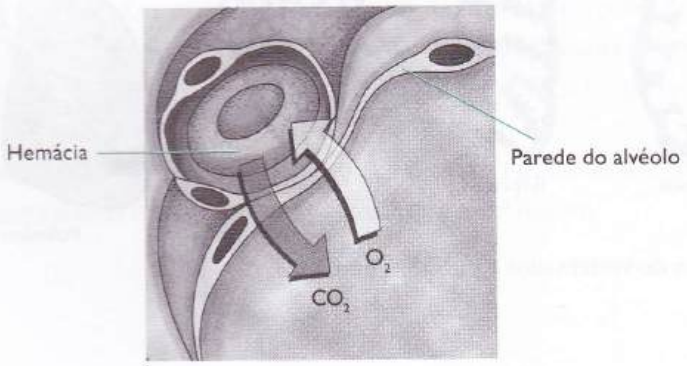


FIGURA 22: Hematose nos alvéolos.

O sangue venenoso que entra nos capilares alveolares tem uma elevada pressão de CO_2 libertado pelos tecidos e uma baixa pressão de O_2 cedido pelos tecidos. Quando ocorre a difusão, o O_2 difunde-se pelo sangue e o CO_2 é eliminado.

	O_2	CO_2
Ar inspirado	21%	0,03%
Ar expirado	14%	5%

O transporte do oxigénio e do dióxido de carbono é feito, em parte, pelos pigmentos respiratórios. Estes são moléculas orgânicas constituídas por proteínas e iões metálicos. Nos animais, os pigmentos respiratórios são os seguintes: hemoglobina, vermelha, localizada nos glóbulos vermelhos e plasma, e com o ferro como elemento metálico; a hemocianina, azul, localizada no plasma e com o cobre como elemento metálico; a hemocritina, de cor vermelha, localizada em corpúsculos especiais e com o ferro como elemento metálico; e a clorocruorina, de cor verde, localizada no plasma, e com o ferro como elemento metálico.

A hemoglobina é o pigmento transportador mais eficiente porque cada molécula pode combinar-se simultaneamente com quatro moléculas de oxigénio e separar-se delas facilmente.

Transporte de O_2

Nas superfícies respiratórias, a pressão do oxigénio é menor no sangue do que no ar. Sendo assim, o O_2 entra no sangue; a maior parte nas hemácias e uma pequena parte dissolve-se no plasma.

Nas hemácias, o O_2 combina-se com a hemoglobina, formando-se a oxiemoglobina. A equação seguinte descreve a reacção:

- nos pulmões

$$\underset{\text{(Hemoglobina)}}{Hb} + 4O_2 \rightarrow \underset{\text{(Oxiemoglobina)}}{Hb(O_2)_4}$$

- nos tecidos, a pressão do oxigénio é nula, pois o oxigénio é consumido pelas células. A reacção é reversível:

$$Hb(O_2)_4 \rightarrow Hb + 4O_2$$

Transporte de CO_2

O dióxido de carbono pode ser transportado combinado com hemoglobina, formando a carboemoglobina, $HbCO_2$, com apenas 27% de CO_2.

O CO_2 é transportado principalmente sob a forma de iões bicarbonato (HCO_3^-) no plasma (64%). Os restantes 9% de CO_2 são transportados dissolvidos no plasma.

Nos tecidos, a tensão em CO_2 é alta; o O_2 é consumido e é produzido o CO_2. Uma parte do CO_2 sai dos capilares e difunde-se no plasma e no conteúdo dos glóbulos vermelhos.

Apenas uma pequena parte se dissolve no plasma; outra parte combina-se com a hemoglobina, formando a carboemoglobina. Grande parte reage com a água, originando ácido carbónico (H_2CO_3). Este, sendo instável, origina o ião bicarbonato (HCO_3^-), tal como se representa nas equações seguintes:

$$CO_2 + H_2O \rightarrow \underset{\text{(ácido carbónico)}}{H_2CO_3} \rightarrow \underset{\text{(ião bicarbonato)}}{HCO_3^-} + H^+$$

$$CO_2 + Hb \rightarrow HbCO_2$$
(hemoglobina) (carboemoglobina)

Nos pulmões, a tensão em CO2 é baixa; as reacções ocorrem de modo inverso.

$$H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$$
$$HbCO_3 \rightarrow Hb + CO_2$$

Nos tecidos, o ião H^+ fixa-se a algumas moléculas de hemoglobina, reduzindo-as a HHb. Este processo evita que o valor do pH do sangue baixe demasiado.

Nos pulmões, os iões H^+ libertam-se da hemoglobina e reagem com os iões bicarbonato, o que provoca a libertação de dióxido de carbono:

$$H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2O + CO_2$$

Algumas doenças do sistema respiratório

Tuberculose – é uma doença causada por uma bactéria denominada bacilo de Koch. Transmite-se através de espirros, tosse sem protecção ou partilha de loiça.

Bronquite – é a inflamação dos brônquios, os canais através dos quais o ar chega aos alvéolos. Existem dois tipos, a bronquite aguda, que é causada por vírus ou bactérias e que dura diversos dias ou semanas, e a bronquite crónica, que dura anos. Esta geralmente faz parte de um síndrome chamado doença pulmonar obstrutiva crónica.

Cancro do pulmão – a expansão e transformação maligna do tecido pulmonar. É dos tipos mais letais de cancro. É causado sobretudo pelo tabaco e afecta mais homens do que mulheres, embora o número de cancro de pulmão em mulheres esteja a aumentar.

Asma – é uma doença inflamatória das vias respiratórias que resulta na redução ou até mesmo na obstrução no fluxo de ar. Está relacionada com factores genéticos e ambientais que se manifestam através de crises de falta de ar.

Pneumonia – é provocada pela penetração de um agente infeccioso ou irritante (bactérias, vírus, fungos e por reações alérgicas) no espaço alveolar, onde ocorre a troca gasosa. Esse local deve estar sempre muito limpo, livre de substâncias que possam impedir o contacto do ar com o sangue.

Para manter a saúde do sistema respiratório, é da máxima importância evitar o tabaco, evitar o fumo e lugares fechados e praticar exercício físico.

Actividades

1. O que é que acontece com as costelas e o diafragma durante a inspiração?

2. Existe alguma relação entre o CO_2 e o ritmo respiratório? Explica.

3. As trocas gasosas durante a respiração pulmonar ocorrem ao nível de:
   a) Alvéolos.
   b) Bronquíolos.
   c) Brônquios e bronquíolos.
   d) Brânquias e traqueia.

4. Em relação à respiração dos peixes, é correcto afirmar que:
   a) o O_2 usado provém da decomposição de água.
   b) o O_2 usado encontra-se dissolvido em água.
   c) não é usado O_2, pois ocorre respiração anaeróbica.
   d) o uso ou não do O_2 depende da profundidade.

5. Durante a respiração pulmonar do Homem, quando o diafragma se contrai e desce, o volume da caixa torácica aumenta e a pressão intrapulmonar...
   a) diminui e facilita a entrada do ar.
   b) diminui e dificulta a entrado do ar.
   c) aumenta e expulsa o ar dos pulmões.
   d) aumenta e facilita a entrada do ar.
   e) aumenta e dificulta a entrada do ar.

3.4 Sistema circulatório

Os animais precisam de realizar intensas trocas de substâncias com o meio que os rodeia, pois todas as suas células, para sobreviver, devem receber nutrientes e oxigénio e eliminar dióxido de carbono e substâncias tóxicas resultantes do metabolismo celular.

As funções do sistema circulatório são:
- transporte de nutrientes;
- transporte de oxigénio obtido na respiração e do dióxido de carbono até ao local da sua eliminação;
- remoção de excreções;
- transporte de hormonas;
- transporte de células sanguíneas e de anticorpos do sistema imunitário que destroem os agentes patogénicos que existem no corpo.

3.4.1 Evolução dos sistemas circulatórios

Nos animais mais simples, como esponjas, celenterados platelmintes e nematelmintes, não existe sistema circulatório definido. Nos menos desenvolvidos, as trocas de substâncias com o meio, bem como o transporte a nível interno, efectuam-se por difusão. Nos platelmintes como a planária, o fluido existente na cavidade digestiva muito ramificada atinge todas as regiões do corpo e as substâncias difundem-se rapidamente para as células. Nos celenterados, as contracções da cavidade gastrovascular provocam a deslocação do alimento, distribuindo-o por todas as células do corpo.

Nos nematelmintes, o pseudoceloma permite que o líquido nele existente chegue às células do corpo. Nos anelídeos, existe um sistema circulatório constituído por dois vasos, um ventral e outro dorsal, que estabelecem comunicação entre si através dos capilares e corações laterais que impulsionam o líquido circulatório.

Na figura seguinte representa-se o sistema circulatório de um anelídeo (minhoca).

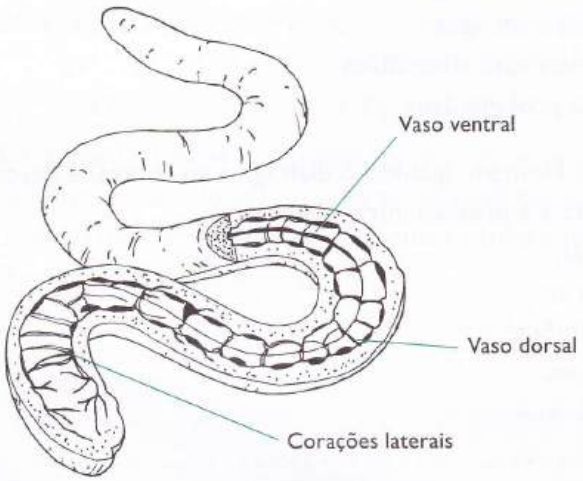


FIGURA 23: Sistema circulatório da minhoca.

Nos artrópodes, o sistema circulatório é aberto e constituído por um coração alongado, e em posição dorsal e que apresenta uma série de dilatações contrácteis. O líquido circulatório é bombeado pelo coração e flui do coração através do vaso sanguíneo, a aorta dorsal.

Depois de permanecer no corpo, o líquido circulatório (hemolinfa) regressa ao coração, onde penetra através de orifícios laterais designados por ostíolos, graças aos movimentos dos músculos do corpo.

A figura seguinte ilustra o sistema circulatório de um artrópode (insecto).

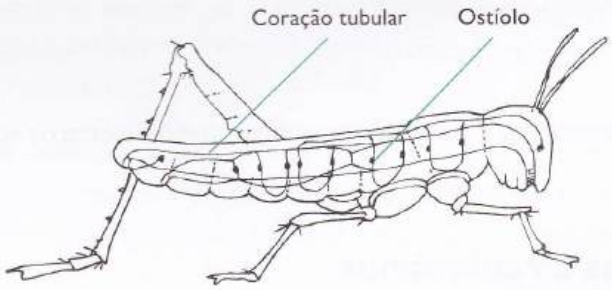


FIGURA 24: Sistema circulatório de um insecto.

Nos vertebrados, o sistema circulatório é constituído por coração e vasos sanguíneos.

O coração

O coração é um órgão que funciona como uma bomba que põe o sangue em movimento. O seu constituinte fundamental é o tecido muscular cardíaco que forma o miocárdio.

A superfície exterior é recoberta pelo pericárdio. As cavidades cardíacas estão revestidas pelo endocárdio.

A figura seguinte mostra a constituição do coração de um mamífero.

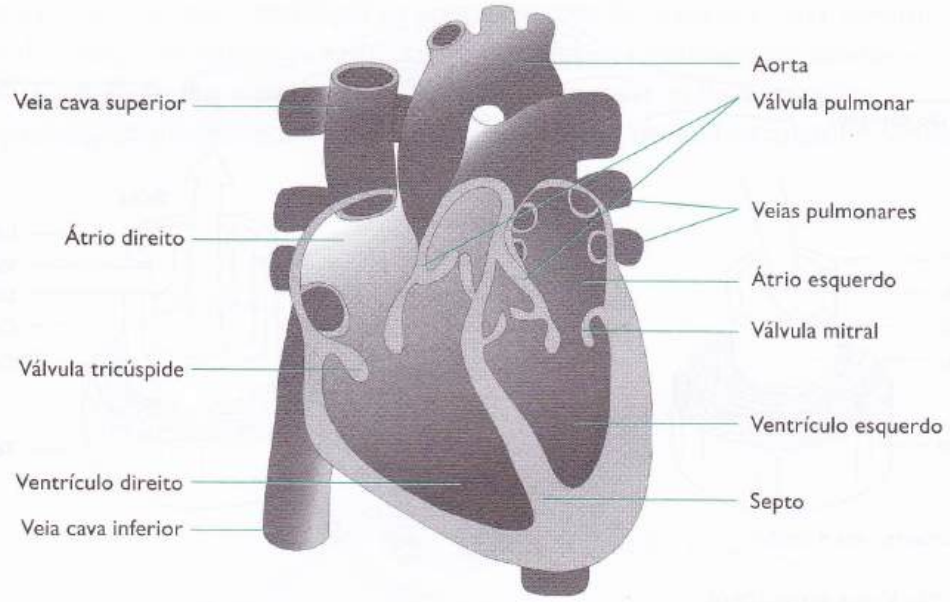


FIGURA 25: Coração de um mamífero.

Vasos sanguíneos

Os vasos sanguíneos são de três tipos: artérias, veias e capilares.

As artérias são vasos onde o sangue circula, afastando-se do coração (levam o sangue do coração para todas as células); as veias são vasos onde o sangue circula no sentido de aproximação (trazem o sangue ao coração).

As artérias ramificam-se em arteríolas e estas em capilares arteriais que se prolongam pelos capilares venosos, que se reúnem em vénulas e estas, por sua vez, em veias.

Os capilares são muito finos e permitem a intercomunicação entre as arteríolas e as vénulas e estas em veias. É ao nível dos capilares que se dão as trocas de produtos entre o sangue e a linfa que banha as células. Há diferenças estruturais entre os vasos sanguíneos.

Artérias – são os vasos sanguíneos que possuem paredes mais espessas e mais fortes, constituídas por três camadas ou túnicas:

- túnica interna ou íntima (constituída pelo endotélio – uma camada de tecido epitelial de revestimento);
- túnica média (constituída por tecido muscular liso e tecido conjuntivo elástico);
- túnica externa ou adventícia.

Devido à sua grande elasticidade, o sangue flui suavemente por elas, em vez de fluir em jactos.

Veias – apresentam as três túnicas: a túnica média é menos espessa e menos elástica do que a das artérias. O diâmetro em corte transversal das veias é maior do que nas artérias correspondentes.

As grandes veias apresentam válvulas que obrigam o sangue a circular num único sentido.

Capilares – possuem paredes constituídas por uma única camada de células (endotélio). Nos capilares, o sangue move-se lentamente. Durante esse movimento realizam-se as trocas entre o sangue e os tecidos circundantes, por difusão.

A figura seguinte mostra os três tipos principais de vasos sanguíneos.

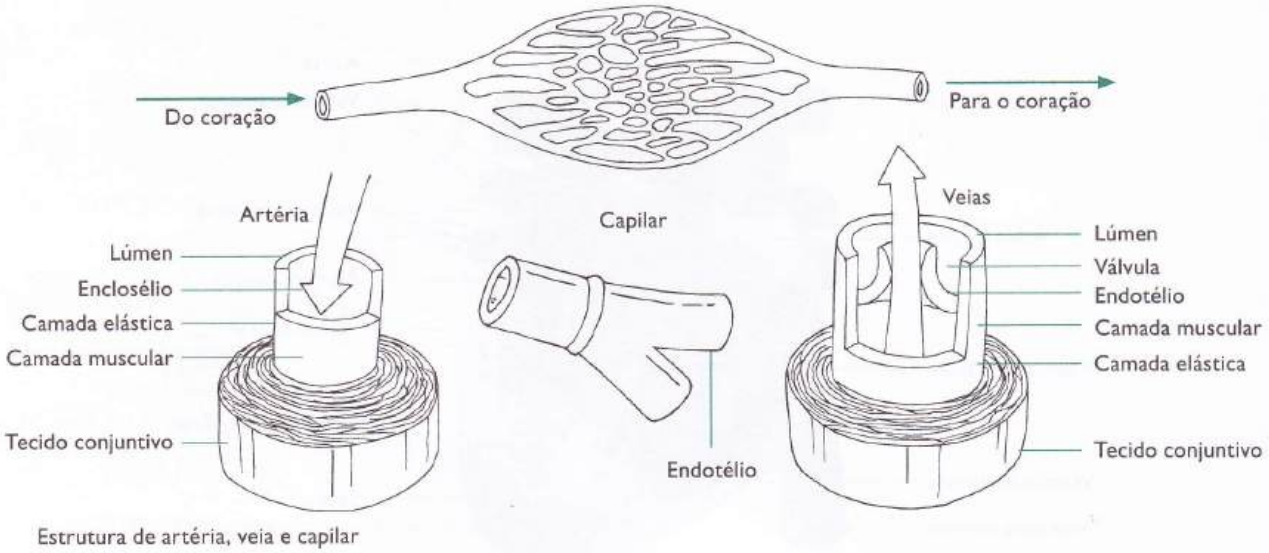


FIGURA 26: Vasos sanguíneos.

3.4.2 Tipos de sistemas circulatórios

Existem dois tipos de sistemas circulatórios: **sistema circulatório aberto** ou **lacunar** e **sistema circulatório fechado**.

Sistema circulatório aberto ou lacunar

Neste sistema, o líquido circulatório é impelido pelas contracções do coração e passa para os vasos sanguíneos (artérias) que terminam em câmaras ou lacunas. Ocorrem trocas directas de substâncias com as células das lacunas e o líquido circulatório volta ao coração.

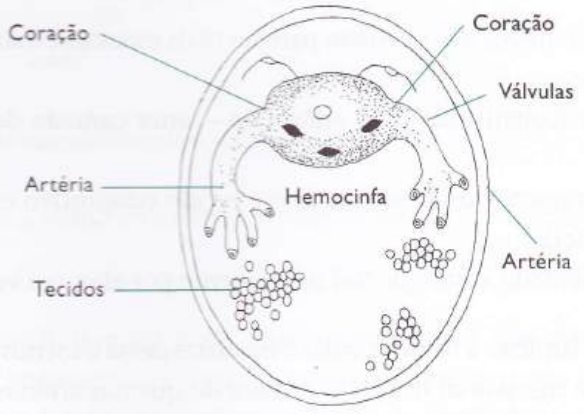


FIGURA 27: Esquema de um sistema circulatório aberto.

Sistema circulatório fechado

Neste sistema, o sangue circula por uma extensa rede de vasos que intercomunicam entre si. A partir do coração, o sangue percorre as artérias, que se ramificam em arteríolas. Através das capilares, é recolhido em vénulas, que reunindo-se em veias, volta ao coração.

Na figura seguinte representa-se esquematicamente um sistema circulatório fechado.

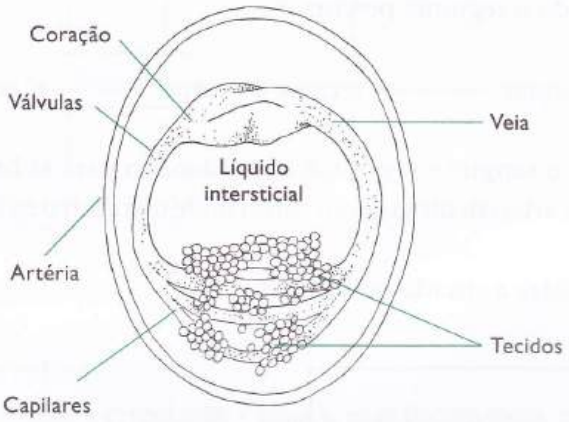


FIGURA 28: Esquema de um sistema circulatório fechado.

Circulação nos vertebrados

Comparando os corações dos vertebrados, estes mostram a seguinte constituição:

- peixes – uma aurícula e um ventrículo;
- anfíbios – duas aurículas e um ventrículo;
- répteis – duas aurículas e um ventrículo dividido em duas partes por um septo incompleto;
- aves e mamíferos – duas aurículas e dois ventrículos.

Na figura seguinte estão representados os corações dos vertebrados.

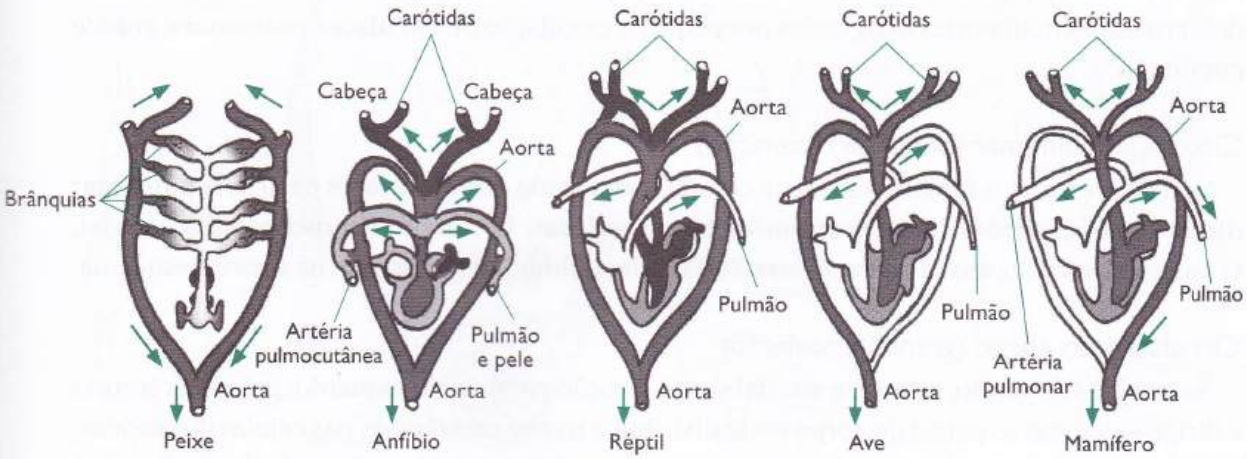


FIGURA 29: Corações dos vertebrados.

Tipos de circulação

No corpo dos vertebrados, o sangue percorre circuitos diferentes. Existem dois tipos de circulação: circulação simples e circulação dupla.

Circulação simples

Neste tipo de circulação, o sangue percorre um único circuito. Ocorre em peixes.

O sangue circula, fazendo o seguinte percurso:

coração → brânquias → tecidos do corpo → coração

Ao passar pelo coração, o sangue é venoso; é impulsionado para as brânquias onde ocorrem as trocas gasosas e torna-se arterial; dirige-se ao corpo onde distribui o oxigénio e recolhe dióxido de carbono.

O esquema seguinte mostra a circulação simples.



FIGURA 30: Diagrama da circulação simples.

Circulação dupla

Os anfíbios, os répteis, as aves e os mamíferos apresentam circulação dupla. O sangue percorre dois circuitos circulatórios designados por pequena circulação ou circulação pulmonar e grande circulação.

Circulação pulmonar (pequena circulação)

Nesta circulação, o sangue venoso do coração (ventrículo direito) através da artéria pulmonar dirige-se aos pulmões onde ocorrem as trocas gasosas. O sangue venoso passa a arterial. O sangue arterial regressa ao coração através das veias pulmonares, entrando na aurícula esquerda.

Circulação do corpo (grande circulação)

Na grande circulação, o sangue arterial sai do coração (ventrículo esquerdo) pela artéria aorta e dirige-se a todas as partes do corpo onde distribui e recebe substâncias nas células dos tecidos. O sangue regressa ao coração pelas veias cavas, entrando no coração pela aurícula direita.

O esquema seguinte representa a circulação dupla.

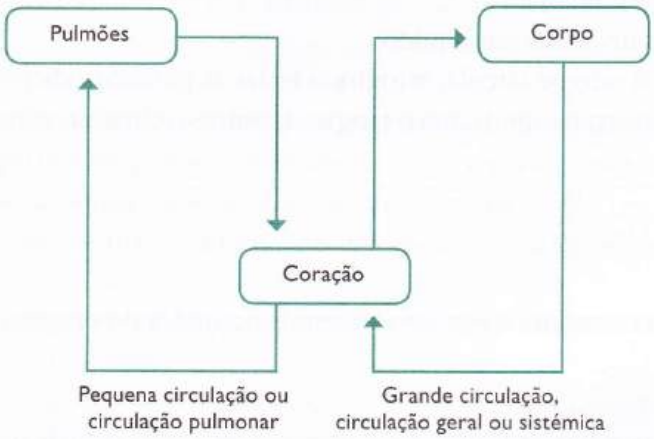


FIGURA 31: Diagrama da circulação dupla.

Circulação dupla incompleta

Nos anfíbios e nos répteis, a circulação é dupla, mas incompleta, uma vez que no ventrículo ocorre mistura de sangue venenoso e arterial.

Circulação dupla completa

Nas aves e nos mamíferos, a circulação é dupla e completa. Em virtude de o coração apresentar quatro cavidades, não há mistura de sangue venenoso com sangue arterial.

Na figura seguinte representa-se a circulação nos vertebrados.

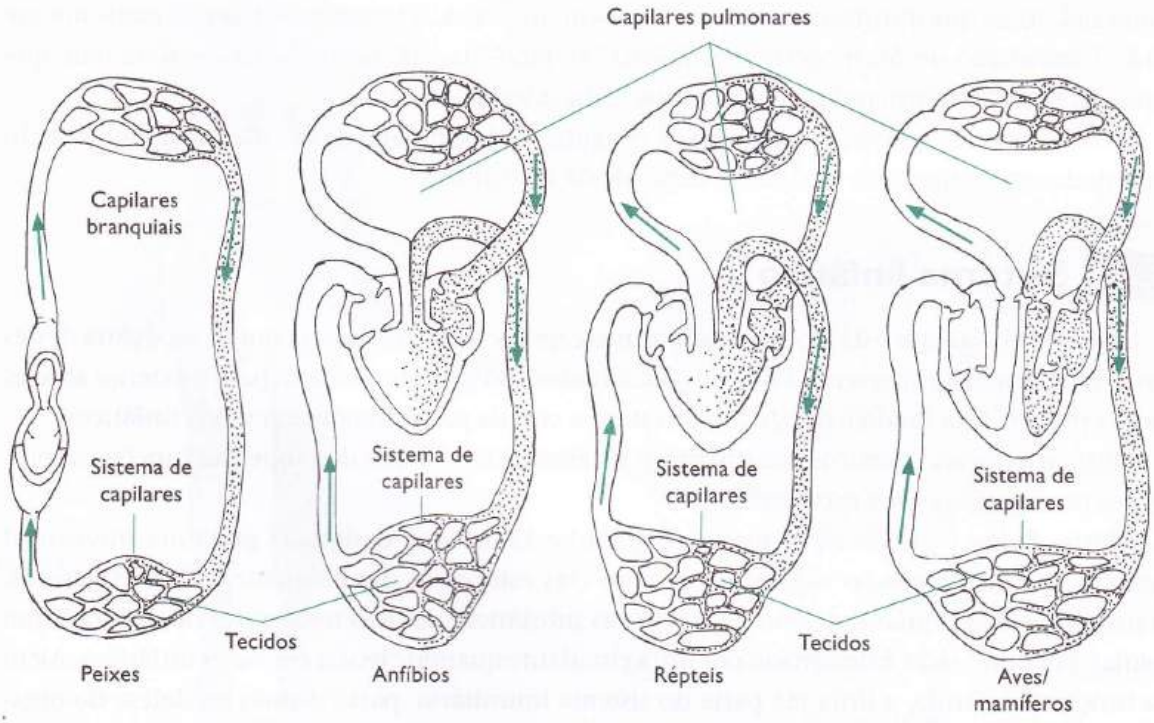


FIGURA 32: Circulação dos vertebrados.

3.4.3 Constituição do sistema circulatório

O sistema circulatório é constituído por:

- sangue, fluido formado por células dispersas em líquido;
- vasos sanguíneos, tubos por onde o sangue circula, atingindo todas as partes do corpo;
- coração, órgão musculoso cuja contracção impulsiona o sangue, fazendo-o circular no interior dos vasos sanguíneos.

Composição do sangue

O sangue é constituído pelo plasma sanguíneo e pelos elementos figurados do sangue.

Plasma sanguíneo

O plasma sanguíneo é constituído por água, substâncias minerais e orgânicas nele dissolvidas ou em emulsão. Promove o transporte das substâncias nele existente, como, por exemplo, anticorpos, para a defesa do organismo, fibrinogénio que se transforma em fibrina no processo da coagulação; transporta excreções, hormonas e nutrientes.

Elementos figurados do sangue

Glóbulos vermelhos, hemácias ou eritrócitos são responsáveis pelo transporte de oxigénio; leucócitos ou glóbulos brancos são responsáveis pela defesa do organismo.

As plaquetas sanguíneas participam no processo da coagulação do sangue quando há um ferimento.

O processo da coagulação ocorre do seguinte modo: quando há um ferimento, libertam-se factores de coagulação que levam a formação do coágulo. Um dos factores libertados é a proteína tromboplastina, que transforma a protrombina em trombina. A trombina actua enzimaticamente na transformação do fibrinogénio em fibrina. As moléculas de fibrina formam uma rede que retém as hemácias formando o coágulo que fecha a ferida.

As enzimas participantes do processo da coagulação devem estar associadas aos iões do cálcio para poderem actuar. Essa associação depende da vitamina K.

3.4.4 Sistema linfático

A baixa pressão a que está sujeito o sangue nos capilares, bem como a pequena espessura destes vasos sanguíneos, promovem a saída do plasma contendo glóbulos brancos para o exterior através da sua parede. Este fluido é designado por linfa e circula parcialmente em vasos linfáticos.

A linfa e os vasos linfáticos constituem o sistema linfático, que desempenha funções importantes no organismo dos vertebrados.

A linfa, fluído composto por plasma e glóbulos brancos, é designada por linfa intersticial quando envolve as células dos tecidos e com elas estabelece directamente as trocas gasosas. Transporta até às células nutrientes e recolhe as substâncias tóxicas resultantes do metabolismo celular. Por outro lado, é designado por linfa circulante quando circula em vasos linfáticos. Além da função já referida, a linfa faz parte do sistema imunitário, participando na defesa do organismo, e transporta produtos da digestão de lípidos, através dos vasos quilíferos quando ocorre a absorção intestinal.

Constituição do sistema linfático

O sistema linfático é constituído pela linfa, pelos vasos linfáticos e pelos gânglios linfáticos.

Vasos linfáticos

Capilares linfáticos são vasos pequenos, constituídos por uma camada de células. São como os capilares sanguíneos, mas são fechados nas extremidades. Os capilares sanguíneos unem-se formando vasos cada vez maiores: as veias linfáticas.

Os vasos de maior calibre são semelhantes às veias sanguíneas e possuem válvulas que impedem o refluxo da linfa.

As principais veias são a grande veia linfática ou canal linfático e o canal torácico ou canal linfático esquerdo.

Ao longo das veias linfáticas, existem estruturas denominadas gânglios linfáticos, pequenos órgãos com cavidades (seios). São mais abundantes em alguns órgãos internos, nas axilas, no pescoço e nas virilhas.

Através das numerosas cavidades dos gânglios, a linfa circula pelo seu interior, onde é filtrada, antes de regressar à corrente sanguínea. Microrganismos, toxinas, partículas estranhas e células mortas são destruídas nos gânglios linfáticos.

Nos gânglios linfáticos, os glóbulos brancos concentram-se quando há uma invasão microbiana. Deste modo, os gânglios linfáticos são órgãos de defesa do organismo humano.

A figura seguinte mostra a constituição do sistema linfático.

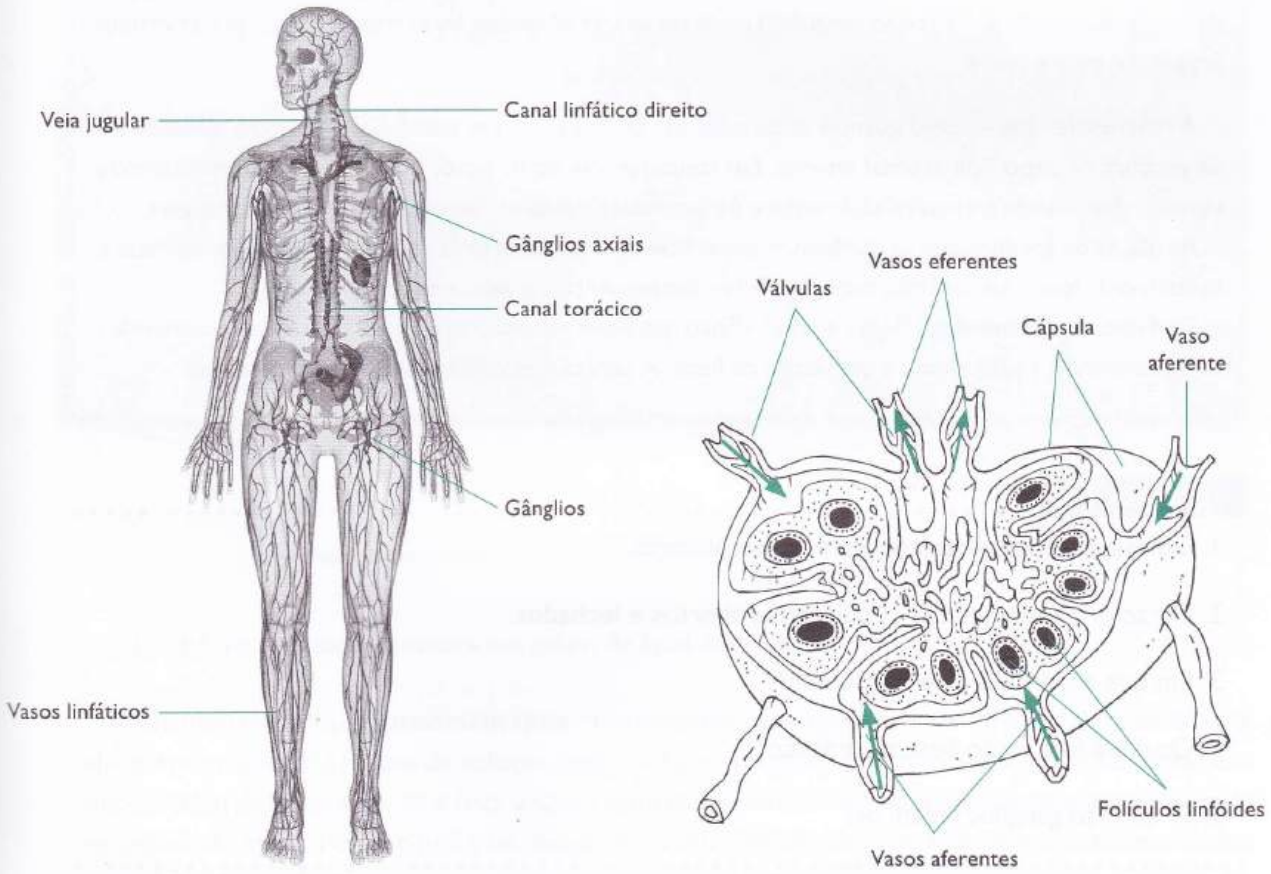


FIGURA 33: Constituição do sistema linfático.

A circulação da linfa acontece porque os vasos linfáticos estão dispostos junto aos músculos. São as contracções musculares que ajudam a linfa a circular.

Na circulação da linfa, a linfa intersticial é absorvida pelos capilares linfáticos que se reúnem nos dois grandes vasos: a linfa da metade direita acima do diafragma é recolhida pela grande veia linfática e a das restantes partes para o canal torácico. Estes vasos abrem nas veias subclávias direita e esquerda respectivamente, perto do coração, e a linfa volta, assim, a ser reintegrada no sangue.

Doenças do sistema circulatório

As doenças do coração e dos vasos sanguíneos são inúmeras e afectam milhões de pessoas no mundo. Algumas podem ser evitadas e controladas. As doenças cardiovasculares mais comuns são o enfarte do miocárdio, a arteriosclerose, hiper e hipotensão e, no sistema linfático, a elefantíase.

Enfarte do miocárdio – ocorre quando existe redução da circulação do sangue no músculo cardíaco (miocárdio). Essa redução é causada pela obstrução das artérias coronárias, cuja função é transportar o sangue com oxigénio e nutrientes ao músculo cardíaco. As células musculares da região afectada podem morrer imediatamente, comprometendo o funcionamento do coração que pára de bater, levando o indivíduo afectado à morte.

Hipertensão e hipotensão – hipertensão é a pressão sanguínea elevada, geralmente causada por *stress*, alimentação rica em sal e gordura e vida sedentária. A hipertensão pode resultar em derrames de sangue no cérebro. A pressão sanguínea pode ser exageradamente baixa (hipotensão), que é também prejudicial para a saúde.

Arteriosclerose – surge quando as paredes das artérias perdem elasticidade devido à acumulação de gordura na superfície arterial interna. Em consequência deste facto, o espaço interno das artérias diminui, dificultando a circulação do sangue nesses locais, causando elevação de pressão sanguínea.

As placas de gordura que se depõem na superfície interna das artérias podem desprender-se delas e causar obstruções nas artérias, o que pode ter consequências graves, nomeadamente AVC.

Elefantíase – é uma doença do sistema linfático que ocorre quando os gânglios linfáticos são removidos ou sofrem lesão e prejudicam a circulação da linfa. A linfa não circula e acumula-se nos tecidos.

Actividades

1. Indica os componentes do sistema circulatório.
2. Caracteriza os sistemas circulatórios abertos e fechados.
3. Em que consiste a arteriosclerose?
4. Qual é a função do sistema linfático?
5. O que são gânglios linfáticos?

3.5 Sistema excretor

Os seres vivos têm a capacidade de manter o seu meio interno constante independentemente das variações do meio externo, do pH, da temperatura, etc.

As principais funções do sistema excretor são:

- osmorregulação – mecanismos de controlo de concentrações de água, sais (pressão osmótica de fluidos corporais);
- excreção de substâncias tóxicas de origem celular;
- eliminação de resíduos nitrogenados.

Osmorregulação

Os seres vivos possuem células capazes de perder ou ganhar água por osmose. Ao longo da evolução dos animais, também houve evolução da capacidade de manter o equilíbrio osmótico (osmorregulação).

Os animais da água doce apresentam maior concentração de sais no organismo do que no ecossistema em que vivem. Por isso, absorvem muita água por osmose. Eliminam urina bastante diluída, o que poderia causar diluição dos líquidos corporais, mas isto não acontece porque têm capacidade de absorver o sal da água em que vivem através do epitélio que reveste as brânquias.

Os animais marinhos têm líquidos corporais menos concentrados que o ecossistema em que vivem, por isso, perdem água por osmose e, em compensação, bebem água do mar e eliminam o excesso de sais através das brânquias.

Os répteis e aves marinhas bebem água do mar e possuem um rim sem capacidade de concentrar a urina, mas apresentam a glândula excretora de sal na cabeça, que elimina o excesso de sais. Os mamíferos marinhos bebem água do mar e eliminam urina bastante concentrada.

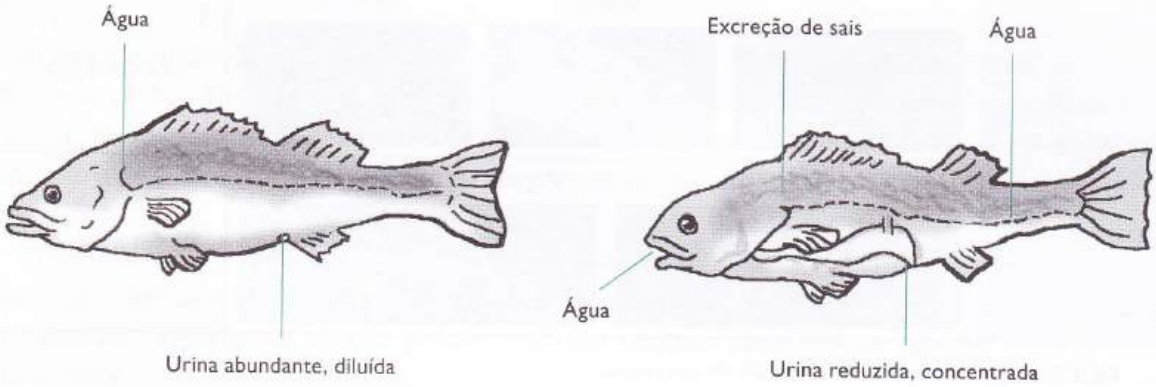


FIGURA 34: Regulação osmótica nos peixes de água doce e nos peixes de água salgada.

Os animais terrestres consomem água directamente ou através do consumo de alimentos onde ela se encontra sob a forma de solução aquosa. Estes animais devem evitar a perda da água para não ficarem desidratados. Por isso, alguns animais desenvolvem adaptações para evitar a perda excessiva da água. Por exemplo, os moluscos desenvolvem conchas e os insectos desenvolvem esqueletos com quitina.

Para manter o equilíbrio osmótico, os animais terrestres bebem água suficiente para compensar a perda da água.

Excreção de substâncias tóxicas

O consumo de alimentos ricos em proteínas leva a que todos os animais eliminem compostos nitrogenados, especialmente sob a forma de amónia, ácido úrico e ureia.

A amónia é uma substância bastante tóxica e deve ser imediatamente eliminada mas, devido à sua solubilidade em água, difunde-se facilmente para o meio e deve ser convertida em substância menos tóxica (a ureia).

Os animais terrestres eliminam ácido úrico como forma de economizar água, pois é menos tóxico e pode ser eliminado sob a forma de cristais.

Os animais, em função da substância de excreção, classificam-se em:

- amoniotélicos (eliminam amónia);
- ureotélicos (eliminam ureia);
- uricotélicos (eliminam ácido úrico).

Os mamíferos eliminam ureia, as aves eliminam o ácido úrico, os répteis anfíbios e os peixes eliminam amónia e ureia.

	Animais	Resíduos azotados
Animais aquáticos	Peixes 	Amónia
Animais terrestres	Aves  Insectos  Répteis 	Ácido úrico
	Mamíferos  Alguns anfíbios 	Ureia

FIGURA 35: Principais substâncias de excreção.

Evolução dos sistemas excretores

As esponjas e os cnidários não apresentam órgãos de excreção. Eliminam os seus produtos de excreção por difusão através da superfície da pele em contacto com a água.

Pouco a pouco, foram surgindo, nos invertebrados, órgãos especializados para a excreção: nefrídeos (maioria dos invertebrados), protonefrídeos com células-flama (platelmintes), metanefrídeos (anelídeos e moluscos), tubos de Malpighi (insectos e artrópodes terrestres) e o rim nos vertebrados.

Os metanefrídeos encontram-se nos anelídeos e nos moluscos. São tubos abertos que se encontram nas extremidades dos segmentos e apresentam duas aberturas, uma interna, o nefróstomo, com aspecto de um funil, e o poro exterior, que se localiza na superfície do corpo.

Os tubos de Malpighi são órgãos de excreção dos artrópodes. São tubos que removem os produtos de excreção das lacunas corporais e precipitam os cristais de ácido úrico, que poderão ser arrastados com água até aos intestinos e eliminados com as fezes.

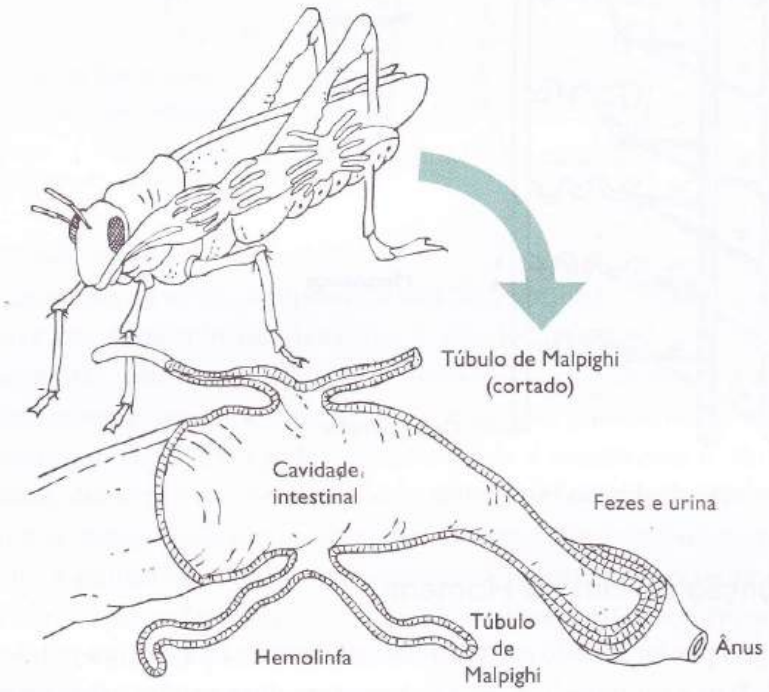


FIGURA 36: Excreção nos insectos: o exemplo do gafanhoto.

O rim é o órgão de excreção dos vertebrados. Apresenta três variedades, o pronefro, o mesonefro e o metanefro, que ocorrem ao longo do desenvolvimento embrionário dos vertebrados.

O pronefro localiza-se na região anterior, cervical, e é constituído por nefrídeos abertos. Ocorre em todos os embriões de vertebrados e em alguns ciclóstomos adultos. Elimina excreções retiradas do celoma.

O mesonefro localiza-se na região média ou torácica, é constituído por nefrídeos abertos associados a glomérulos que removem excreções do celoma através da cápsula de Bowman directamente do sangue. Ocorre em alguns peixes, anfíbios adultos, embriões de répteis, de aves e de mamíferos.

O metanefro localiza-se na região abdominal, é constituído por glomérulos e pela cápsula de Bowman que retiram do sangue produtos de excreção para serem eliminados. Ocorrem nos répteis, nas aves e nos mamíferos adultos.

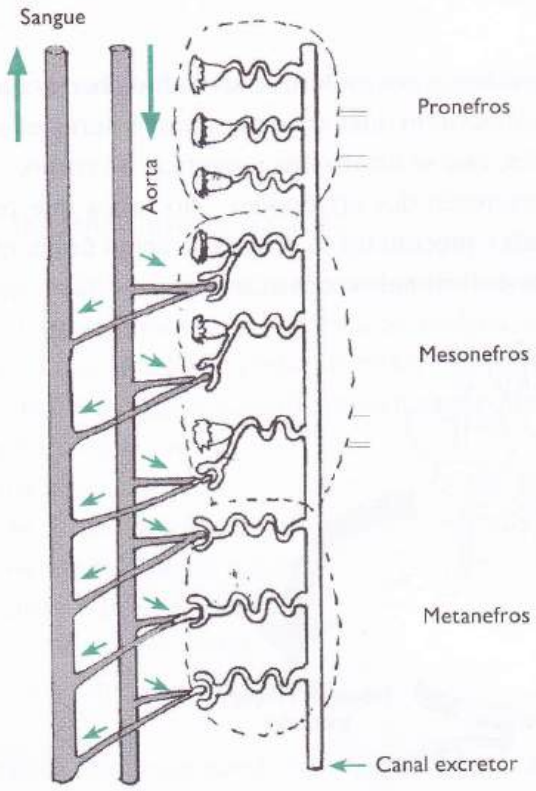


FIGURA 37: Evolução do rim dos vertebrados.

Estrutura e função do rim do Homem

O rim é um órgão par localizado na região dorsal, na linha da cintura pélvica de cada lado da coluna vertebral. Tem a forma de um feijão. Apresenta duas regiões, córtex e medula. Faz parte do aparelho urinário do Homem. Este é constituído por dois ureteres, bexiga e uretra.

Na zona medular, encontra-se a cápsula renal e na zona cortical encontram-se nefrónios que formam a unidade estrutural e funcional do rim. Os nefrónios são responsáveis pela formação da urina.

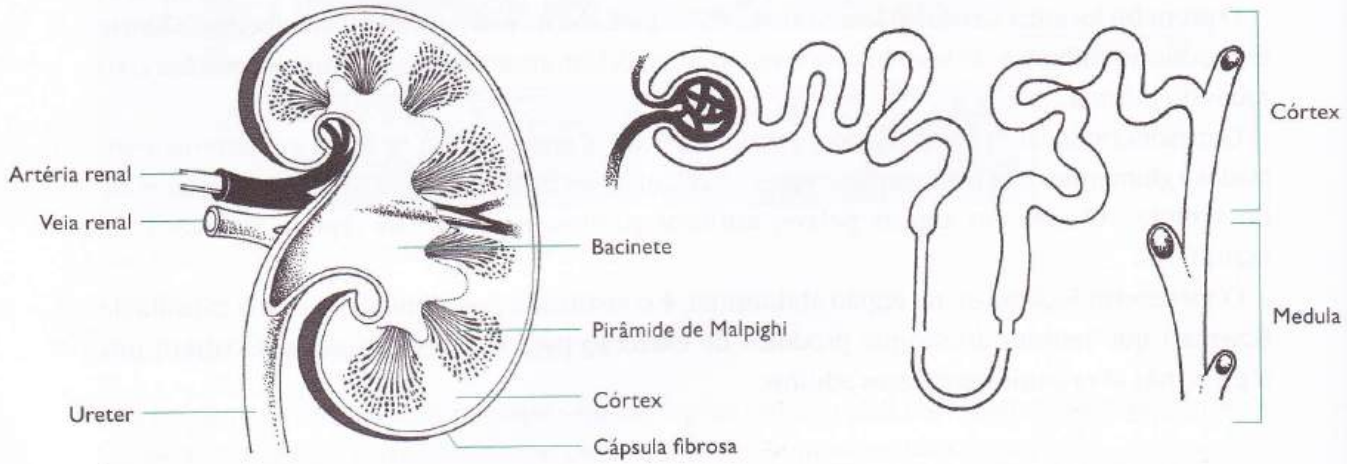


FIGURA 38: Rim humano e detalhe do nefrónio.

O nefrónio é constituído por glomérulos de Malpighi, pela cápsula de Bowman, pelos tubos proximal e distal, ansa de Henle e tubo colector.

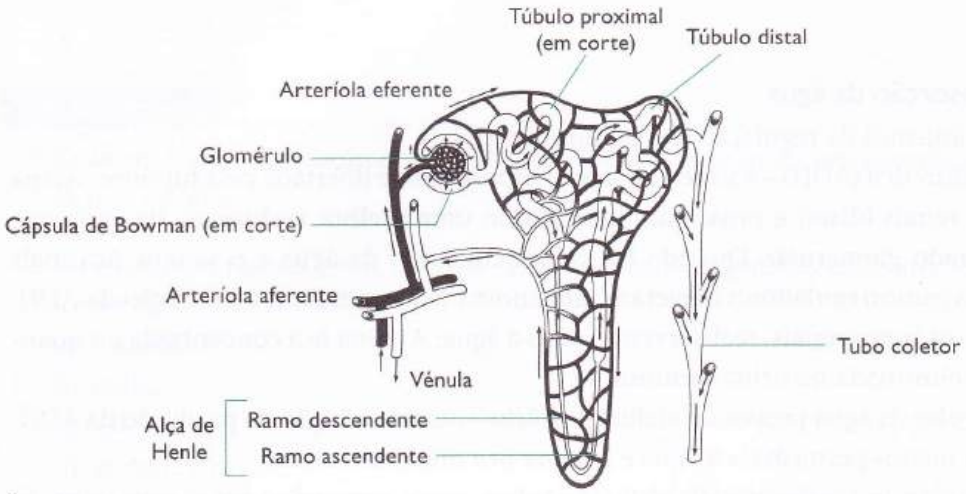


FIGURA 39: Estrutura do nefrónio.

Processo de formação da urina

O processo de formação da urina compreende três fases: filtração, reabsorção e secreção.

A filtração ocorre no glomérulo de Malpighi. A arteríola aferente com pressão anterial de 70-80 mmHg transporta sangue arterial para o glomérulo onde ocorre a filtração do plasma sanguíneo. As substâncias de baixo peso molecular como água, glicose, ureia, vitaminas, aminoácidos, etc., atravessam o endotélio capilar para a cápsula e constituem o filtrado glomerular. As proteínas e lípidos, devido ao seu elevado peso molecular, não atravessam o endotélio capilar.

Ao longo dos tubos distal e proximal, ocorre a reabsorção das substâncias que constituem o filtrado glomerular. Algumas substâncias como glicose, vitaminas, aminoácidos, são absorvidas por transporte activo e outras, água por exemplo, são reabsorvidas por osmose. As substâncias reabsorvidas entram novamente para o sistema circulatório.

Secreção é a capacidade de segregar substâncias directamente do sangue para serem expelidas, tais como as penicilinas, caso estejam presentes, e grandes quantidades de K^+ e H^+.

A ureia não é reabsorvida qualquer que seja a sua quantidade, pois é o principal constituinte da urina.

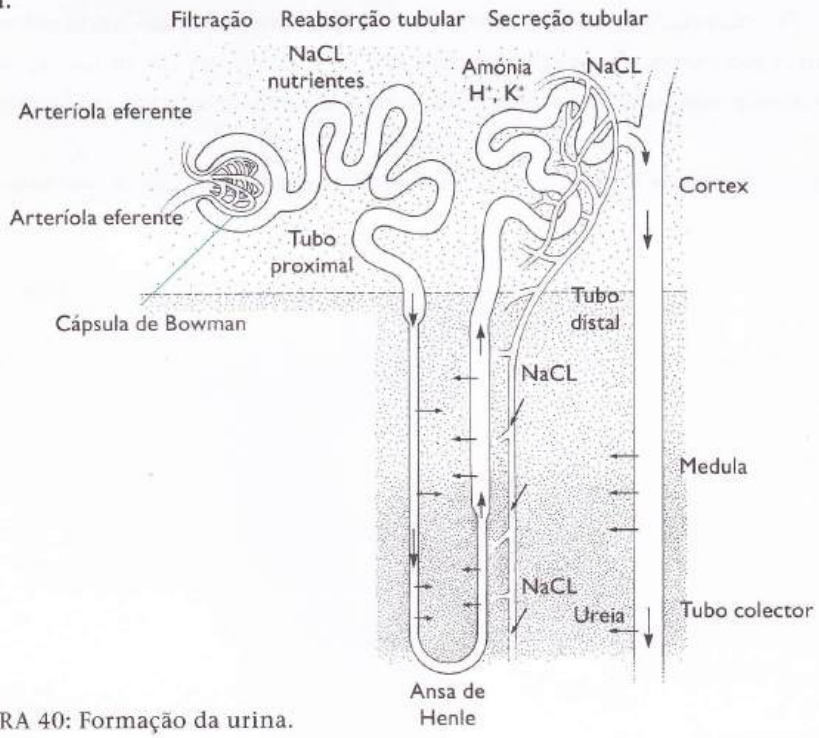


FIGURA 40: Formação da urina.

Regulação e reabsorção da água

Existem dois mecanismos de regulação dos líquidos corporais.

a) Hormona antidiurética (ADH) – é sintetizada pelo hipotálamo e libertada pela hipófise. Actua sobre os tubos renais (distal e proximal), permitindo uma melhor reabsorção da água que constitui o filtrado glomerular. Quando há menor consumo da água e o sangue fica mais concentrado, os osmorreguladores detectam esta anomalia e estimulam a produção da ADH, que actua sobre os tubos renais, reabsorvendo mais a água. A urina fica concentrada e a quantidade da água eliminada na urina diminui.
   O consumo regular da água provoca o efeito contrário – ocorre inibição da produção da ADH. Os tubos ficam menos permeáveis à água e a urina fica diluída.
b) Aldosterona – aumenta a reabsorção de sódio nos tubos renais, causando uma grande retenção da água no organismo.

Algumas doenças do sistema excretor

Gota – é uma doença relacionada com elevados níveis de ácido úrico no sangue; decorre da deposição de cristais do ácido nos tecidos e nas articulações. É uma afecção comum, com maior incidência entre os 30-50 anos de idade, com predomínio no sexo masculino (95%). No sexo feminino, ocorre geralmente após a menopausa.

Infecção urinária – é uma infecção que afecta o trato urinário. Embora a urina contenha uma variedade de fluidos, sais e produtos que o metabolismo excreta, não possui bactérias. Quando as bactérias entram na bexiga ou nos rins, e se multiplicam na urina, causam uma infecção. O tipo mais comum é a infecção da bexiga urinária, também conhecida como cistite. Outro tipo é a infecção renal, conhecida como pielonefrite, que é muito mais grave. Embora causem desconforto, as infecções do trato urinário são tratadas facilmente com medicamentos adequados. Os sintomas mais comuns são dor ao urinar, vontade anormal de urinar e comichão.

Cálculos renais – são mais conhecidos como pedra no rim. São formações sólidas de sais minerais e de uma série de outras substâncias. Essas cristalizações podem descer pelas vias urinárias, causando dor. Estas «pedras» podem atingir os mais variados tamanhos, desde pequenos grãos até o tamanho do próprio rim.

Actividades

1. O álcool inibe a libertação do ADH. Qual é a consequência de um elevado consumo de álcool? Justifica.

2. Nas aves, nos répteis e nos insectos, as excreções nitrogenadas são eliminadas sob a forma de:
   a) amónia.
   b) ureia.
   c) amoníaco.
   d) ácido úrico.

3. Faz uma pesquisa bibliográfica sobre o sistema urinário humano (livros, enciclopédias, internet, etc).
   3.1 Identifica as diversas partes constituintes do sistema urinário humano.
   3.2 Que processos ocorrem nas diversas partes constituintes do sistema urinário humano?.
   3.3 Menciona uma substância que regressa ao meio interno por osmose e outra que regressa por transporte activo.

4. Qual é a diferença entre o filtrado glomerular e a urina? Justifica.



3.6 O sistema endócrino

Parte da coordenação e equilíbrio do funcionamento dos sistemas deve-se à acção do sistema endócrino. Este é constituído por glândulas produtoras de hormonas. Todas as hormonas são transportadas pelo sangue dos locais de produção para os locais onde estimulam ou inibem determinadas funções (alvo). Actuam em doses pequenas e têm um efeito específico.

De entre as funções das hormonas, destacam-se as seguintes:

- intervêm no metabolismo celular, regulando a produção de energia;
- controlam funções dos sistemas digestivo, circulatório e excretor;
- regulam processos como o crescimento, o desenvolvimento e a maturidade;
- regulam a homeostase (manutenção do equilíbrio interno dos fluidos corporais);
- regulam o metabolismo do cálcio e do fósforo no crescimento dos ossos, etc.

Localização das glândulas endócrinas

As principais glândulas endócrinas são o hipotálamo, a hipófise, a tiróide, as paratiróides, as cápsulas supra-renais, o pâncreas, os ovários e os testículos.

Observa a localização das principais glândulas endócrinas.

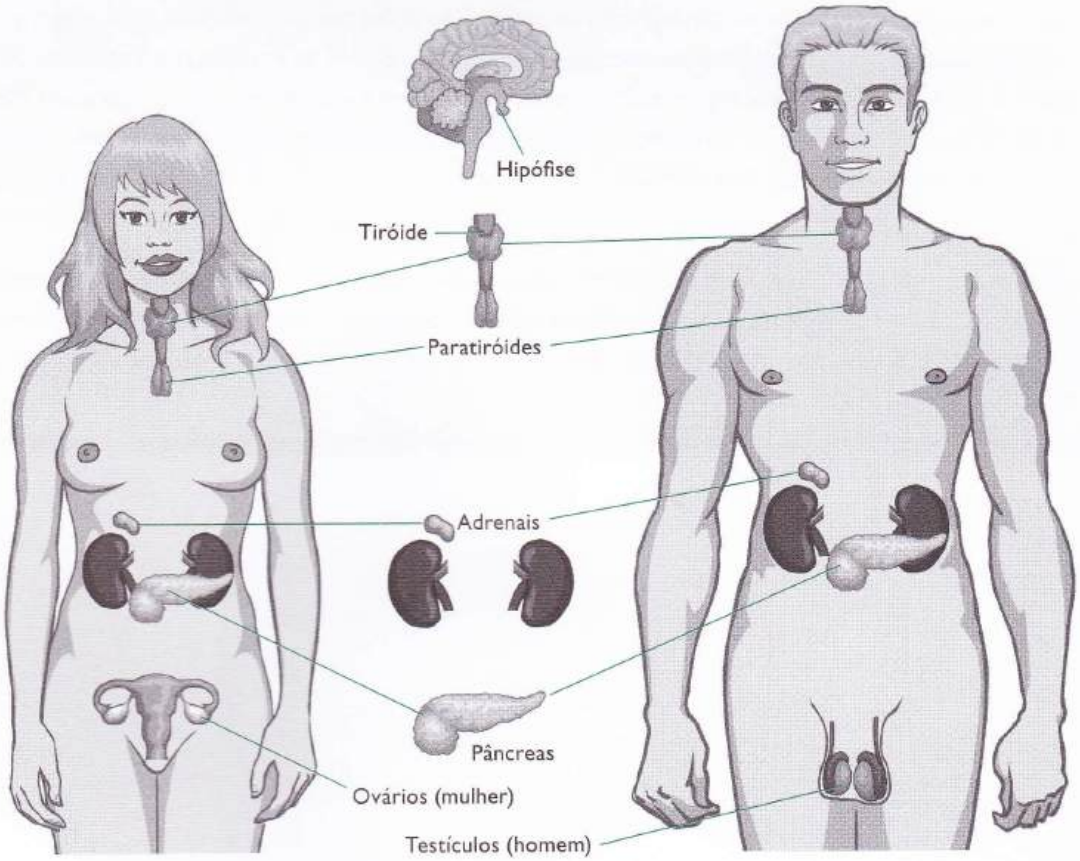


FIGURA 41: Localização das principais glândulas endócrinas humanas.

3.6.1 Função das hormonas

Hipotálamo – está situado na base do encéfalo, numa região chamada tálamo. A função endócrina do hipotálamo depende de neurónios especializados na produção e na libertação de hormonas, neuro-hormonas que se dirigem para a hipófise, estimulando-a a produzir hormonas.

Hipófise ou pituitária – localiza-se na base do encéfalo e encontra-se ligada ao hipotálamo. É constituída por três regiões: adeno-hipófise ou lobo anterior, neuro-hipófise ou lobo posterior e, entre os dois lobos, o lobo intermédio.

O lobo anterior da hipófise tem origem em células epidérmicas (epitelial). O lobo posterior tem origem nervosa, sendo uma extensão do hipotálamo.

A hipófise produz hormonas, algumas das quais regulam a actividade de diversas glândulas e processos no corpo. Está localizada no osso esfenóide (no crânio) e produz várias hormonas.

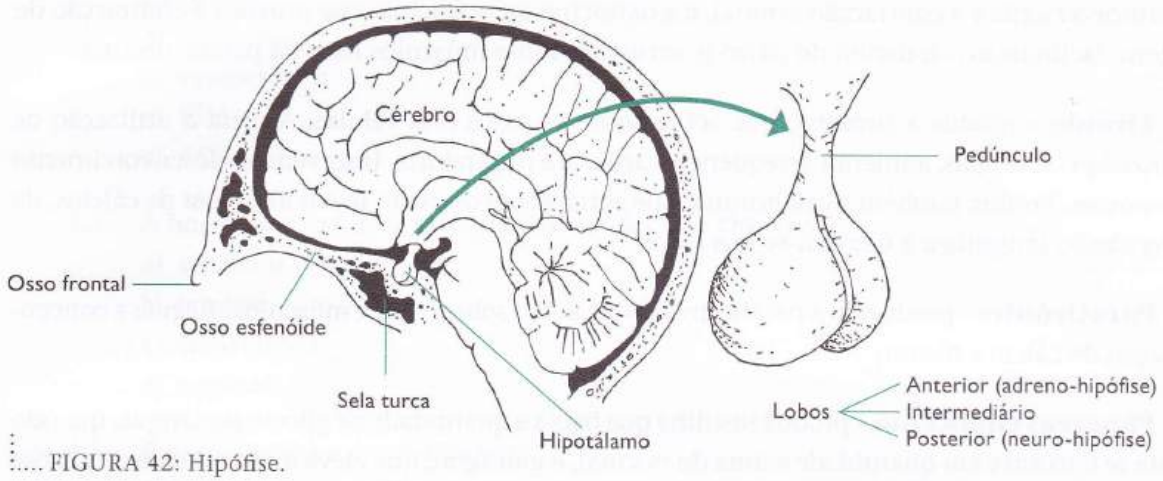


FIGURA 42: Hipófise.

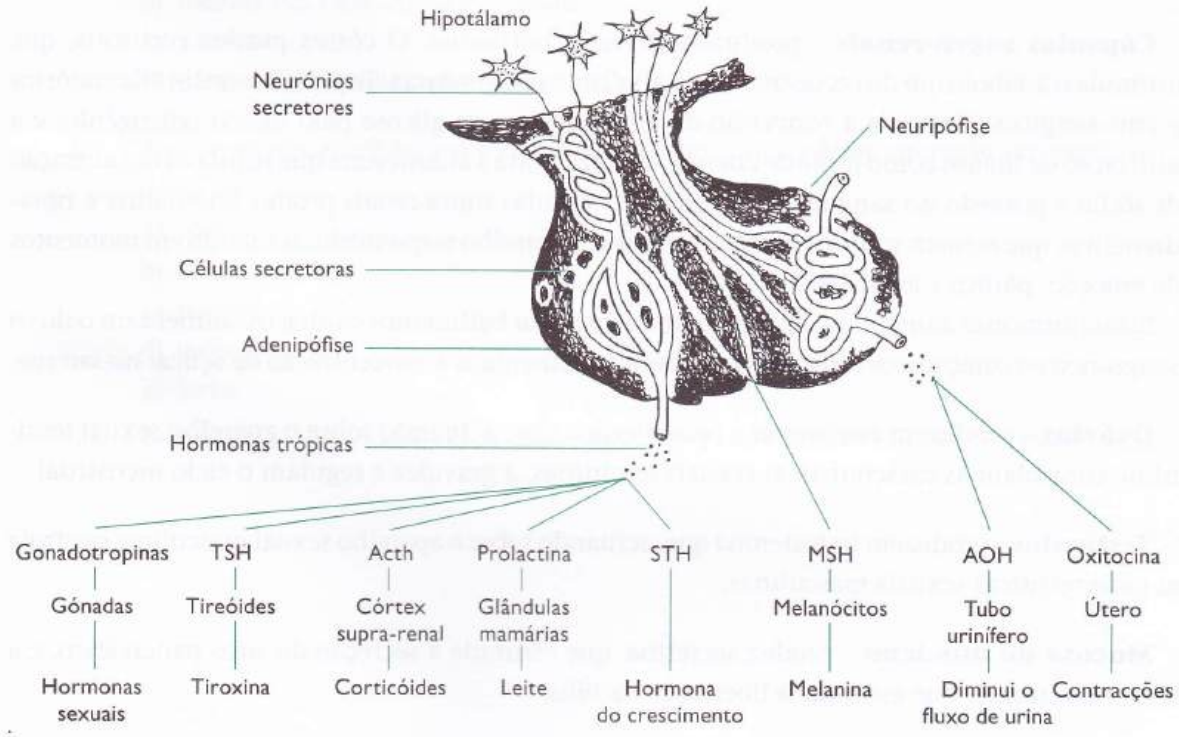


FIGURA 43: Relação entre a hipófise e as hormonas segregadas.

O lobo anterior produz as seguintes hormonas:

- tirotrofina, que é estimulante da tiróide;
- adrenocorticotrópica (ACTH), estimulante das cápsulas supra-renais;
- gonadotropinas (FSH e LH), estimulam a produção de estrogénio e de progesterona;
- luteotropina ou prolactina (LTH), estimula a produção de leite pelas glândulas mamárias;
- somatotropina (STH), estimula o crescimento dos ossos e de todo o corpo.

O lobo intermédio produz a hormona melanócito – estimulante (MSH), que estimula a actividade dos melanócitos no sentido de sintetizar a melanina (pigmento responsável pelo escurecimento da cor da pele).

O lobo posterior armazena hormonas produzidas nas células nervosas do hipotálamo e produz a hormona vasopressina (ADH), a hormona antidiurética que estimula os túbulos proximais a reabsorver água e a contracção arterial, e a oxitocina ou ocitocina, que provoca a contracção do útero, facilitando o trabalho do parto e, actuando sobre músculos lisos da parede uterina.

Tiróide – produz a tiroxina, que actua sobre os ossos e as células. Acelera a utilização de glicose pelas células, aumenta a frequência cardíaca e respiratória. Intervém no desenvolvimento dos ossos. Produz também a calcitonina, que actua sobre os ossos, levando os iões de cálcios, da circulação sanguínea a fixarem-se nos ossos.

Paratiróides – produzem a parahormona que actua sobre ossos e músculos. Regula a concentração de cálcio e fósforo.

Pâncreas endócrino – produz insulina que baixa a quantidade de glicose no sangue, quando esta se encontra em quantidade acima do normal, e glucagon, que eleva a quantidade de glicose no sangue quando esta desce a valores abaixo dos normais.

Cápsulas supra-renais – produzem diversas hormonas. O córtex produz cortisona, que estimula o anabolismo dos açúcares e o catabolismo das gorduras. Tem efeitos anti-inflamatórios e anti-alérgicos. Estimula a conversão de aminoácidos em glicose pelo fígado (glicogénio) e a utilização de lípidos como fonte de energia. Produz ainda a aldosterona que regula a concentração de sódio e potássio no sangue. A medula das cápsulas supra-renais produz adrenalina e noradrenalina, que actuam sobre o coração, músculos e aparelho respiratório, actuando em momentos de emoção, pânico e ansiedade.

Estas hormonas aumentam a força e a frequência dos batimentos cardíacos, aumentam o fluxo sanguíneo ao coração e os músculos esqueléticos aumentam a concentração de açúcar no sangue.

Ovários – produzem estrogénio e progesterona que, actuando sobre o aparelho sexual feminino, controlam as características sexuais femininas, a gravidez e regulam o ciclo menstrual.

Testículos – produzem testosterona que, actuando sobre o aparelho sexual masculino, controla as características sexuais masculinas.

Mucosa do duodeno – produz secretina, que estimula a secreção do suco pancreático, e a colecistoquinina, que estimula a libertação da bílis.

As hormonas actuam em pequenas doses, mas a produção insuficiente ou excessiva das hormonas são prejudiciais. Como exemplo, pode citar-se a hipofunção da hipófise (em conexão com a produção da hormona somatotrópica) que produz o ananismo (baixa estatura) e a hiperfunção, o gigantismo (estatura muito elevada). No indivíduo adulto, a hiperfunção causa acromegalia, que consiste no espessamento ósseo anormal, dos dedos, do queixo e da arcada superciliar. A hipofunção do pâncreas endócrino, produzindo insulina insuficiente, causa diabetes *mellitus*.

Actividades

1. Assinala a resposta correcta para as seguintes questões.

1.1 A hormona que actua sobre a musculatura uterina, facilitando o processo do parto, chama-se:

a) oxitocina.
b) vasopressina.
c) FSH
d) ACTH

1.2 A hormona produzida pelo pâncreas endócrino chama-se:

a) secretina.
b) insulina.
c) aldosterona.
d) cortisol.

1.3 A vasopressina é produzida por:

a) parte endócrina do pâncreas.
b) medula das cápsulas supra-renais.
c) adenohipófise.
d) córtex das cápsulas supra-renais.

1.4 A retirada das glândulas paratiróides tem como consequência alteração no metabolismo de:

a) sódio.
b) cálcio.
c) potássio.
d) iodo.
e) ferro.

3.7 Sistema nervoso

As actividades equilibradas e coordenadas dos sistemas de um organismo animal dependem, entre vários factores, do sistema nervoso. Deste sistema também depende o controlo do organismo e a sua integração no meio.

De forma geral, são da responsabilidade do sistema nervoso as seguintes funções:

- percepção dos estímulos às variações do meio interno e externo do organismo através das células e órgãos sensoriais;
- transmitir informações sensoriais ao sistema nervoso central, pelos nervos sensitivos;
- assimilação, integração das informações, elaboração e coordenação de respostas adequadas pelos centros nervosos;
- através dos nervos motores, transmitir ordens elaboradas no sistema nervoso central aos órgãos capazes de dar respostas adequadas aos estímulos recebidos.

Comparação dos sistemas nervosos nos invertebrados e vertebrados

Apesar de desempenhar a mesma função, há diferenças estruturais entre os sistemas nervosos dos diferentes animais, sejam eles invertebrados ou vertebrados.

Comparação dos sistemas nervosos nos invertebrados

Nos espongiários

Os receptores nervosos encontram-se distribuídos na superfície do corpo do animal. Existem neurónios condutores de estímulos que permitem a passagem do impulso para os efectores (células musculares). O estímulo do receptor produz directamente uma reacção do efector. A figura seguinte mostra o sistema nervoso da esponja.

Nos celenterados

Na parede do corpo dos celenterados, constituída pela ectoderme, mesogleia e endoderme, existe o sistema nervoso. É ramificado, formado por uma rede difusa de neurónios associados. Não existe um órgão centralizado do controlo nervoso. Neste sistema, os neurónios podem transmitir o impulso nervoso em qualquer direcção.

A intensidade da propagação é decrescente, sendo a reacção de uma região mais intensa quanto mais próxina estiver do ponto estimulado. Além das células receptoras, existem efectores independentes, chamados cnidoblastos.

Na figura seguinte está representado o sistema nervoso da hidra, um animal celenterado.

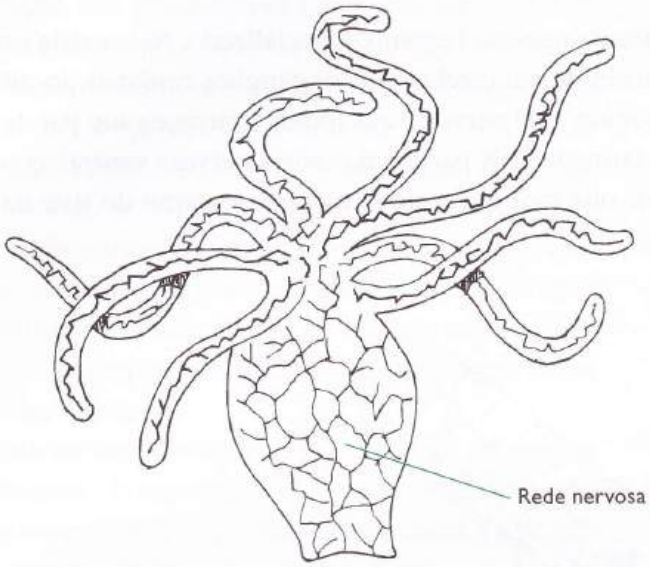


FIGURA 44: Sistema nervoso da hidra.

Nos platelmintes

Nos platelmintes, já existe um sistema nervoso central. Os neurónios estão mais concentrados na região cefálica do que noutras regiões, onde são integrados os estímulos e a coordenação das respostas.

As concentrações dos neurónios formam os gânglios e os nervos, que desempenham a função de centros coordenadores. Os gânglios mais desenvolvidos são os gânglios cerebróides, localizados na região anterior do corpo. Destes, partem os nervos, que são cordões nervosos longitudinais ao longo dos quais se encontram prolongamentos ligados transversalmente. A figura seguinte representa o sistema nervoso da planária, representante dos platelmintes.

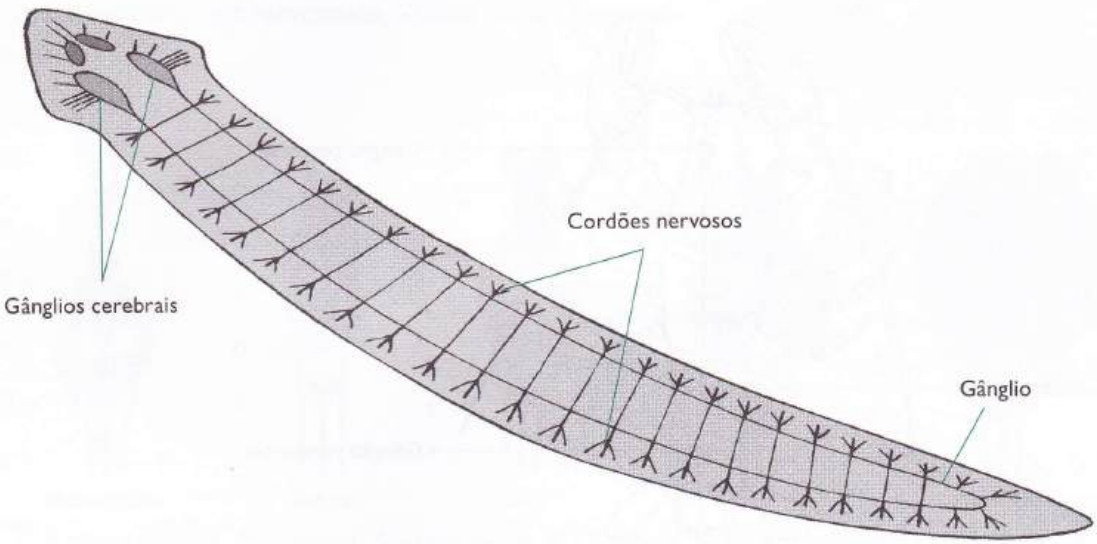
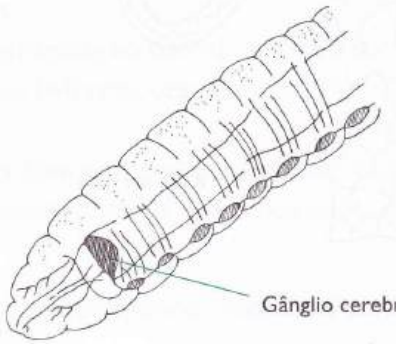


FIGURA 45: Sistema nervoso da planária.

Nos anelídeos

Os anelídeos apresentam um sistema nervoso bastante especializado. Nele existe uma união de gânglios a desempenhar as funções de um cérebro. São os gânglios cerebrais, localizados na região anterior do corpo, ligados por um anel nervoso, que rodeia a faringe e um par de gânglios subfaríngeos (na parte inferior da faringe). Dele parte uma cadeia nervosa ventral, com um par de gânglios por anel, como se pode observar em seguida na representação do sistema nervoso da minhoca, exemplo de anelídeo.

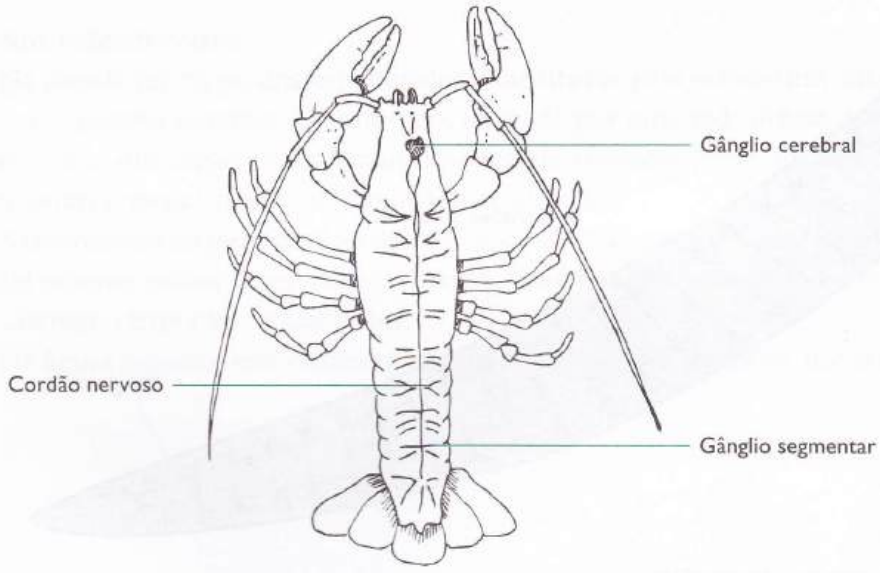


..... FIGURA 46: Sistema nervoso da minhoca.

Nos artrópodes

O sistema nervoso ganglionar apresenta nos artrópodes um elevado grau de especialização. É constituído por massas cerebrais que, através de fibras nervosas, estão relacionadas com outros gânglios e com nervos periféricos.

Nos insectos, o sistema nervoso é constituído por um cérebro, resultante da fusão de gânglios cerebróides, um gânglio subfaríngeo, e um cordão ventral. Na figura seguinte, está representado o sistema nervoso de um artrópode.



..... FIGURA 47: Sistema nervoso de um artrópode.

Comparação dos sistemas nervosos dos vertebrados

É nos vertebrados que o sistema nervoso alcança o maior grau de desenvolvimento, devido à concentração de neurónios na cabeça. Estes constituem o encéfalo que se liga à espinal medula. Estes órgãos constituem o sistema nervoso central. A função do sistema nervoso central é analisar os impulsos nervosos (alterações eléctricas que percorrem a membrana dos neurónios, causada por diferentes estímulos). O encéfalo e a medula espinal são formados pelos corpos celulares dos neurónios e por feixes de dendrites e axónios.

O sistema nervoso central é responsável pela integração de informações. O sistema nervoso periférico é formado por gânglios e nervos, responsáveis pela condução entre órgãos receptores de estímulos e órgãos efectores. Os nervos são feixes de fibras nervosas (dendrites e axónios).

Os gânglios são aglomerados de corpos celulares localizados fora do sistema nervoso central. Na figura do lado, está representado o sistema nervoso humano (vertebrado).

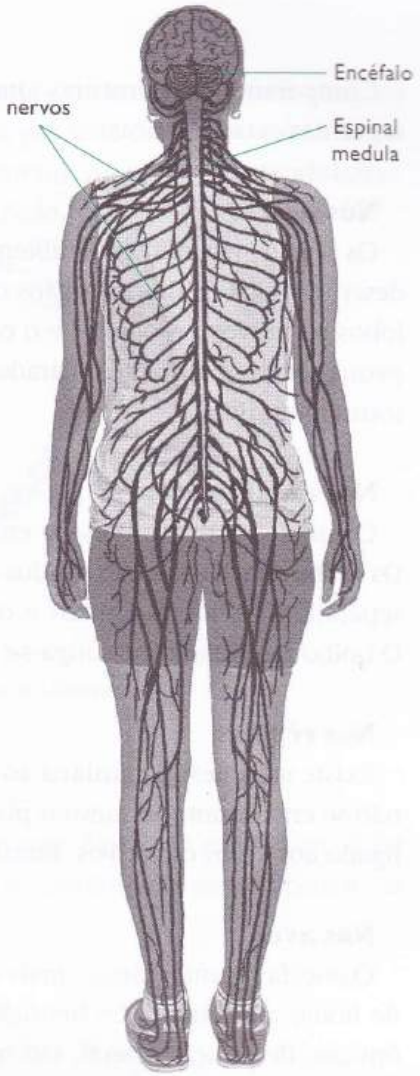


FIGURA 48: Sistema nervoso do vertebrado.

O encéfalo e a medula espinal, órgãos do sistema nervoso central, encontram-se protegidos por três camadas de tecido conjuntivo, designado por meninges. A meninge mais externa é a *dura mater*, a intermédia a aracnóide e a mais interna a *pia mater*.

O cérebro dos vertebrados apresenta estruturas anatómicas diferentes, cuja representação está na figura que se segue.

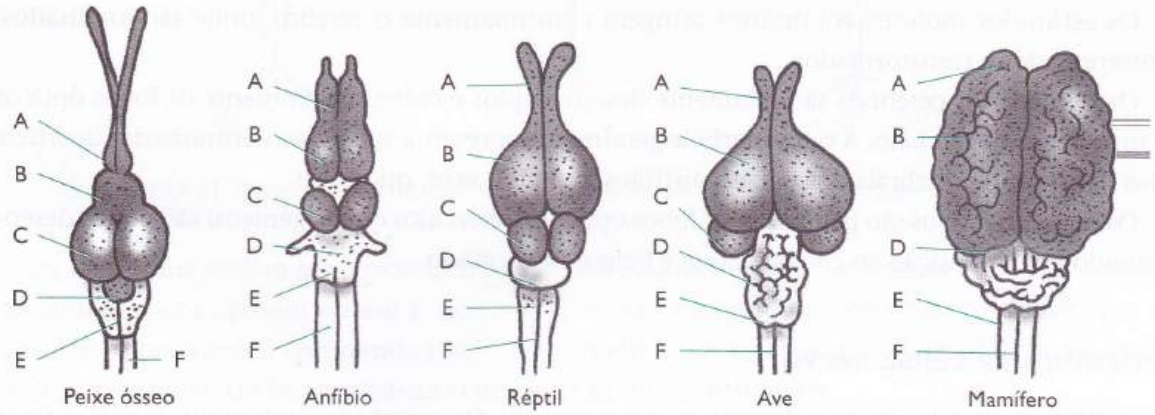


FIGURA 49: Cérebros de alguns vertebrados.

Comparando as estruturas anatómicas do cérebro de diferentes vertebrados, observam-se as seguintes características.

Nos peixes

Os peixes, vivendo em ambiente aquático, possuem mecanismos olfactivos e gustativos bem desenvolvidos. Todos os órgãos constituintes do encéfalo estão dispostos no mesmo plano. Os lobos olfactivos, os ópticos e o cerebelo são muito desenvolvidos. Os hemisférios cerebrais são pequenos, parcialmente separados. O bolbo raquidiano que se prolonga pela medula espinal tem forma piramidal.

Nos anfíbios

Os órgãos constituintes do encéfalo estão dispostos no mesmo plano, tal como nos peixes. Os lobos olfactivos estão unidos e ligados aos hemisférios cerebrais. Estes estão completamente separados. Os lobos ópticos e os olfactivos são bem desenvolvidos e o cerebelo é reduzido. O bolbo raquidiano prolonga-se pela medula espinal.

Nos répteis

Existe uma flexão craniana ao nível do bolbo raquidiano. Deste modo, os órgãos do encéfalo não se encontram no mesmo plano. O encéfalo é pequeno, estreito e alongado. O cérebro está ligado aos lobos olfactivos. Estas estruturas e o cerebelo são maiores do que nos anfíbios.

Nas aves

O encéfalo é mais largo e mais curto do que o dos répteis. A flexão craniana verifica-se ao nível do bolbo raquidiano. Os hemisférios cerebrais e o cerebelo são muito desenvolvidos. Os lobos ópticos, de posição lateral, são muito desenvolvidos enquanto os lobos olfactivos são bastante reduzidos. O desenvolvimento do cerebelo está relacionado com a actividade motora que é da sua responsabilidade.

Nos mamíferos

Nestes vertebrados, os estímulos da visão, da audição e do tacto são profundos.

Os estímulos motores voluntários atingem continuamente o cérebro, onde são analisados, interpretados e transformados.

Os hemisférios cerebrais são altamente desenvolvidos e cobrem totalmente os lobos ópticos e uma parte do cerebelo. A sua superfície geralmente apresenta sulcos, ao contrário da superfície dos hemisférios cerebrais dos peixes, anfíbios, répteis e aves, que é lisa.

Os bolos olfactivos são pequenos, os lobos ópticos (tubérculos quadrigémeos) são pouco desenvolvidos, por oposição ao cerebelo, que é bem desenvolvido.

Estrutura da célula nervosa

A célula do tecido nervoso designa-se por neurónio. Os neurónios podem ser de vários tipos e caracterizam-se pelas seguintes propriedades: excitabilidade (capacidade de reagir a estímulos físicos e químicos) e condutibilidade (capacidade de condução do impulso nervoso até aos órgãos do sistema nervoso central e destes para os músculos ou gânglios).

Nos vertebrados, os corpos celulares concentram-se no sistema nervoso central e nos gânglios nervosos. Os axónios formam as fibras nervosas que se estendem por todo o corpo, estabelecendo ligações entre os corpos celulares dos neurónios e as células sensoriais, musculares e glandulares.

Na figura que se segue está representada a estrutura do neurónio.

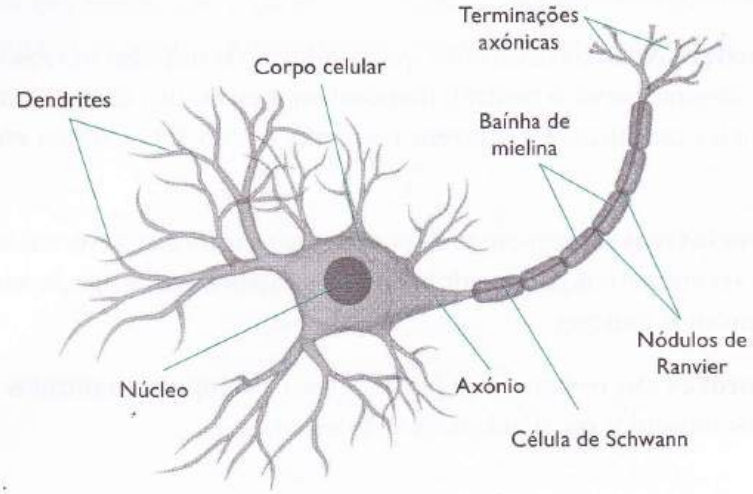


FIGURA 50: Estrutura do neurónio.

O aspecto dos neurónios é variável, variando, por exemplo, quanto à posição relativa do corpo celular, dendrites e axónios. Na figura seguinte, classificam-se os neurónios de acordo com a sua estrutura.

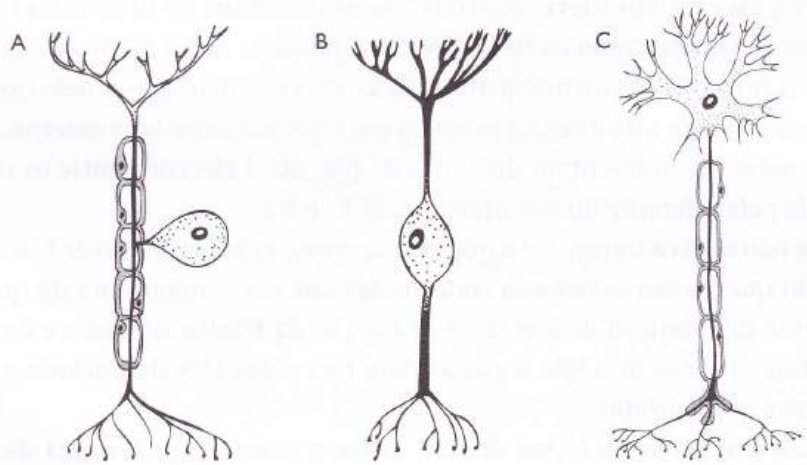


FIGURA 51: Diferentes estruturas de neurónios: A. unipolares; B. bipolares; C. multipolares.

Os neurónios podem ser envolvidos por isolantes provenientes das células gliais que servem de sustentação e ajudam no seu funcionamento. São exemplos as células de schwann, que se enrolam sobre o axónio formando a bainha de mielina. Os espaços entre as células da glia, onde o axónio se encontra livre, recebem o nome de nódulos de Ranvier.

Os corpos celulares dos neurónios formam a substância cinzenta, localizada na parte externa do encéfalo, e a região central da espinal medula. A parte interna do encéfalo e periférica da medula espinal formam a substância branca, constituída por fibras nervosas, nomeadamente, dendrites e axónios.

3.7.1 Tipos de neurónios

Os neurónios podem ser classificados de acordo com a sua localização e função na cadeia de informação e resposta. Podem ser classificados em nerónios sensoriais ou sensitivos, neurónios associativos e neurónios motores.

Neurónios sensitivos são os neurónios que conduzem o impulso nervoso desde as células receptoras para o sistema nervoso central. Respondem a estímulos como a luz, a temperatura, a pressão, substâncias químicas, e traduzem essa informação sob a forma electroquímica do sistema nervoso.

Neurónios associativos são responsáveis por recolher a informação recebida pelos neurónios sensitivos. Podem ser encontrados na medula espinal e estabelecem a ligação entre os neurónios sensitivos e os neurónios motores.

Neurónios motores são responsáveis por conduzir os impulsos emitidos pelos neurónios associativos para os músculos ou glândulas (efectores).

Impulso nervoso e a sua transmissão

É a transmissão da informação pelo neurónio, usando determinadas proteínas que se localizam na sua membrana celular. São elas que criam correntes eléctricas causadas por qualquer fluxo de partículas carregadas.

Num sistema vivo, essa corrente deve-se ao movimento existente no meio intra e intercelular. Tais iões podem ser positivos, como os de sódio (Na^+), potássio (K^+) e cálcio (Ca^{2+}), e negativos (CO^-). O interior da célula contém menor quantidade de iões positivos que o meio externo. Sendo assim, a superfície interna da membrana é negativa em relação à superfície externa. Nas células, e em especial nas nervosas, apresentam diferença de potencial eléctrico entre os dois lados da membrana causada pela diferente distribuição de iões K^+ e Na^+.

Numa célula que não esteja a transmitir o impulso nervoso, a concentração de K^+ é mais elevada dentro da célula do que no seu exterior; a concentração de Na^+ é maior fora do que dentro da célula. Esta diferente distribuição de iões deve-se à acção da bomba de sódio e de potássio na membrana que obriga os iões de sódio a passar para fora e aos iões de potássio a passar para dentro da membrana do neurónio.

O processo utiliza energia sob a forma de ATP. Dá-se o nome de **potencial de repouso** à diferença de potencial eléctrico entre as duas faces da membrana do neurónio em repouso, ou seja, que não esteja a transmitir nenhum impulso nervoso. Essa diferença é de -70mV (milivolts). Nesta situação, a célula nervosa está polarizada.

Durante o repouso, a membrana é permeável ao K^+ e impermeável ao Na^+. Uma região da célula fica despolarizada quando é atingida por um estímulo adequado. Antes de tal acontecer, os iões de sódio encontram-se em maior concentração fora da célula. As proteínas que permitem a passagem de iões de sódio nesse local abrem-se, deixando-os passar rapidamente para o interior da célula. A rápida penetração de cargas positivas altera o potencial de repouso (-70mV) para +35mV. A entrada de iões de sódio neutraliza o meio interno da célula ficando despolarizada. A mudança de potencial designa-se por despolarização e a designação de potencial de acção

à transição de potencial eléctrico que decorrem na sua ocorrência. O potencial de acção é da ordem dos 105mV, que corresponde ao intervalo entre -70mV a +35mV. Resulta da inversão da polaridade, pelo facto de a membrana ser, nesta situação, mais permeável ao sódio do que ao potássio.

A repolarização ocorre quando a bomba de sódio e potássio restabelecer a permeabilidade original da membrana. A figura seguinte representa a propagação do impulso nervoso através do axónio.



FIGURA 52: Propagação do impulso nervoso.

O período da entrada de iões de sódio e saída de iões de potássio dura um milésimo de segundo neste período, designado por **período refractário**. O neurónio não recebe outros estímulos, ou seja, não ocorre nenhum impulso nervoso. Para que dois estímulos possam deflagrar num impulso nervoso, entre o primeiro e o segundo estímulo deve ocorrer em milésimo de segundo, depois do primeiro.

A velocidade de propagação do impulso nervoso é variável. O impulso nervoso percorre com maior rapidez axónios recobertos pela bainha de mielina. Esta funciona como isolante eléctrico, que não permite a troca de cargas entre o meio extra e intracelular. Entretanto, o axónio não está totalmente envolvido, existem espaços onde a membrana do neurónio não está envolvida, ficando exposta. Esses espaços são os nódulos de Ranvier. Gera-se uma corrente saltatória, pois

nestes axónios o impulso propaga-se, saltando de nódulo para nódulo, como se demonstra na figura seguinte.

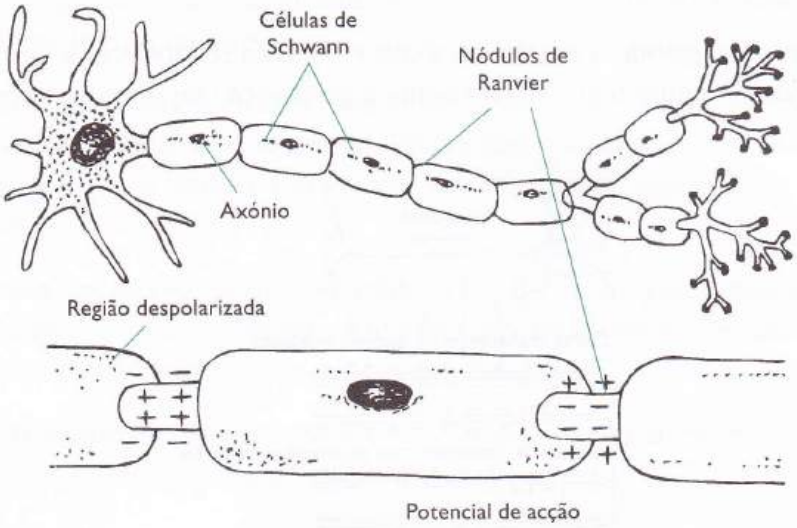


FIGURA 53: Condução saltatória do impulso nervoso.

A transmissão do impulso nervoso propaga-se numa só direcção. A passagem de um neurónio para outro é demorada na zona em que o impulso passa de um para outro neurónio através das sinapses. Dá-se o nome de **sinapse** à zona entre as ramificações da arborização terminal do axónio e os dendrites de outros neurónios. As vesículas da arborização terminal armazenam substâncias chamadas neurotransmissores. Quando essa região é atingida por um impulso, as substâncias neurotransmissoras são liberadas para o espaço sináptico, combinam-se com os receptores da membrana por neurónio seguinte, desencadeando o impulso que assim se propaga.

3.7.2 Actos reflexos, estrutura e função

Os nossos órgãos podem reagir rapidamente e inconscientemente a certos estímulos, reagindo os indivíduos da mesma forma ao mesmo estímulo. Os actos reflexos têm a função de proteger os organismos dos perigos, adaptando-os a situações do ambiente ou do próprio corpo. Designa-se por **acto reflexo** uma resposta rápida e automática a um estímulo, efectuado por um órgão ou sistema de órgãos. Estas acções não envolvem a participação directa do encéfalo. Um acto reflexo pode ser exemplificado pela dilatação ou contracção da pupila (abertura existente na íris), em resposta a alterações da intensidade da luz. Este acto acontece inconscientemente e é incontrolável. Outro caso muito comum é o de pestanejar mediante o contacto da córnea (constituinte do olho) com um corpo estranho.

A figura seguinte representa acto reflexo, que consiste no movimento brusco da perna quando recebe uma pancada acima ou abaixo da rótula (osso do joelho).

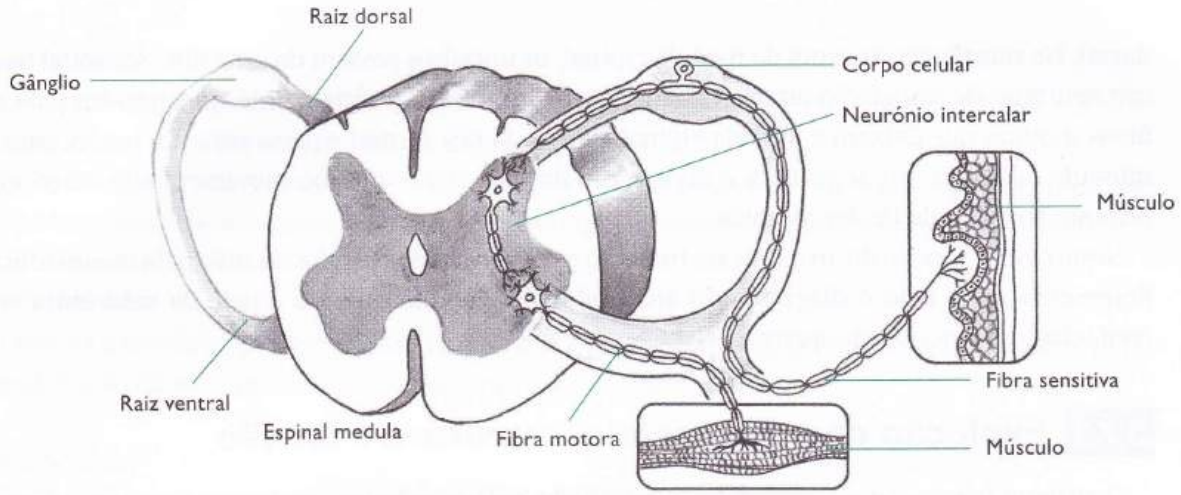


FIGURA 54: Representação de um acto reflexo.

Os actos reflexos podem ser classificados em inatos ou adquiridos. Os reflexos inatos são aqueles que nascem com o indivíduo. Ocorrem sempre do mesmo modo em resposta aos mesmos estímulos. É exemplo de reflexo inato a deglutição (acto de engolir), um acto que ocorre naturalmente, sem necessitar de aprendizagem.

Os reflexos adquiridos são os que resultam de uma aprendizagem, podendo estes ser não condicionados se durante a aprendizagem não há nenhuma influência de outro organismo. Andar, por exemplo é um reflexo adquirido não condicionado.

O reflexo condicionado ocorre após um período de aprendizagem a partir de um reflexo inato, como, por exemplo, a produção de saliva causada por um estímulo químico. É possível ocorrer essa resposta causada por outros estímulos. É o caso que um cientista russo, Pavlov demonstrou quando realizou experiências com cães, uma das quais muito conhecida. Pavlov tocava uma campainha à hora em que dava o alimento aos cães. Fez isso repetidas vezes. Mais tarde chegou-se à fase em que apenas o som da campainha era suficiente para provocar a produção de saliva nos cães. Neste caso, o estímulo químico foi substituído por um estímulo auditivo.

Arco reflexo

É o conjunto anatómico percorrido pelo impulso nervoso, por via sensitiva, desde o órgão receptor do estímulo até ao centro nervoso e, depois por via motora, desde o controlo nervoso até ao órgão efector. Este conjunto anatómico representa-se na figura ao lado.

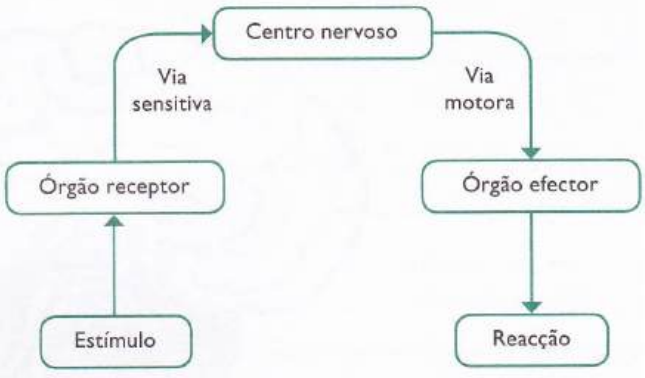


FIGURA 55: Elemento de um arco reflexo.

Os arcos reflexos podem ser medulares ou encefálicos. Quando tocamos num objecto quente, a mão é afastada imediatamente da fonte que causou o calor. Os receptores do calor ou dor na pele da mão são estimulados. Originam-se impulsos que percorrem as fibras sensoriais num nervo do braço. Estas fibras sensoriais entram na medula espinal pela raiz

dorsal. Na substância cinzenta da medula espinal, os impulsos passam de uma fibra sensorial para um neurónio de associação através da sinapse. Os impulsos são finalmente transmitidos para as fibras motoras que deixam a medula espinal através da raiz central e passa para um nervo, para o músculo do braço, que se contrai. A contracção do músculo resulta no movimento do braço, em resposta ao estímulo de dor recebida.

Neste caso, a função do arco reflexo, impediu a destruição dos tecidos da mão pela queimadura. Representa-se ao lado o diagrama do arco reflexo envolvido quando a pele da mão entra em contacto com um objecto quente.

3.7.3 Evolução de um encéfalo, estrutura e função

O sistema nervoso dos vertebrados é originado pela ectoderme. Numa certa fase do desenvolvimento embrionário, ocorre uma invaginação na octoderme e origina-se o tubo neural, que se dilata na região anterior, constituindo a vesícula cefálica.

A vesícula cefálica experimenta constrições; das duas primeiras constrições, originam-se três vesículas: prosencéfalo (cérebro anterior); mesencéfalo (cérebro médio); rombencéfalo (cérebro posterior).

No prosencéfalo surge uma constrição que o divide em duas vesículas. Telencéfalo que origina o cérebro e o diencéfalo. O rombencéfalo representa uma constrição que o divide em metencéfalo e que origina o bolbo raquidiano. O mesencéfalo não se divide; origina quatro lóbulos, os tubérculos quadrigémeos dos quais o primeiro par está relacionado com os olhos e o segundo com os ouvidos. Todas as vesículas estão em linha recta e continuam-se pela medula espinal.

O telencéfalo origina os hemisférios cerebrais, responsáveis pelas actividades sensoriais, motoras e intelectuais. A região ventral do telencéfalo é o corpo estriado.

No diencéfalo, as paredes laterais e ventrais espessam-se e formam o tálamo e o hipotálomo. O tálamo é o centro de ligação dos impulsos sensoriais dos receptores periféricos para as áreas sensoriais do córtex cerebral. Do hipotálamo saem vias sensitivas.

Ventralmente, o diencéfalo origina a hipófise e dorsalmente a epífise. Estas estruturas são uma parte constituinte do hipotálamo. As funções do hipotálamo são regular a temperatura, regular a produção de hormonas pela hipófise, regular as sensações de fome, sono e sede, etc.

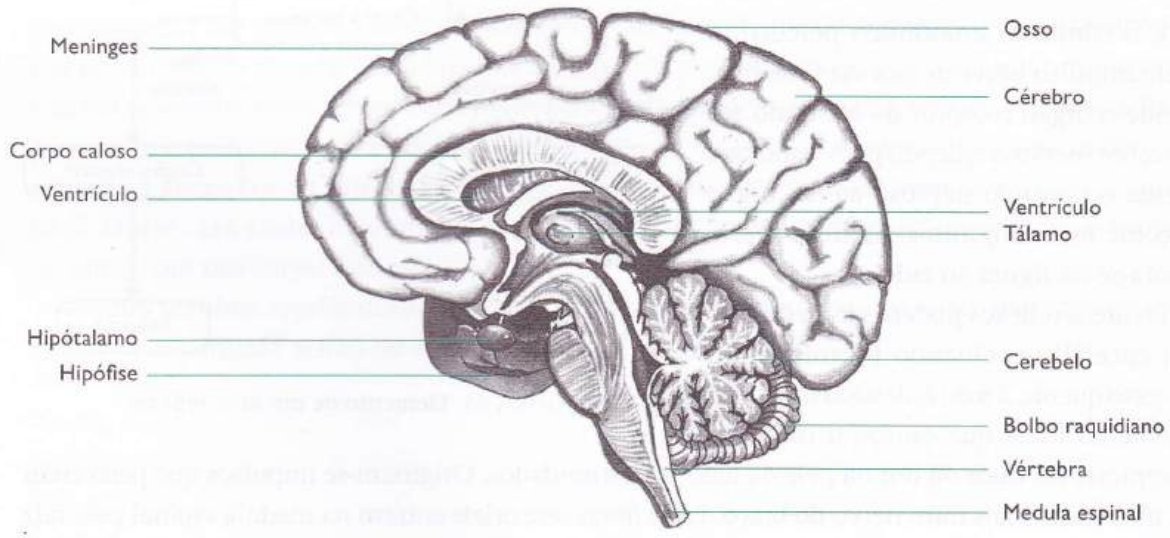


FIGURA 56: Representação do encéfalo humano.

Mesencéfalo

Dorsalmente, origina os lobos ópticos que correspondem aos tubérculos quadrigéneos nos mamíferos e ventralmente, os pedúnculos cerebrais.

Os tubérculos quadrigémeos anteriores são responsáveis pela visão e os posteriores pela audição. Os pedúnculos cerebrais possuem fibras nervosas que enviam os impulsos nervosos ao cérebro.

Metencéfalo

Origina o cerebelo, parte do bolbo raquidiano e protuberâncias. O cerebelo é responsável pela coordenação de movimentos e é importante no equilíbrio do corpo.

Mielencéfalo

Origina o bolbo raquidiano, localizado na região ventral do cerebelo. É por ele que passam os impulsos entre a medula espinal e o cérebro. Nele estão localizados o centro cardíaco, o centro vasoconstritor e o centro respiratório.

Memória

A memória consiste num conjunto de funções realizadas por grupos de células nervosas localizadas em diferentes regiões do cérebro. A memória não está localizada em zonas específicas do cérebro.

A memória pode ser classificada segundo o tempo, em memória de curta duração e memória de longa duração.

A memória de curta duração conserva as informações durante pouco tempo, sendo o máximo da sua duração vinte e quatro horas, sendo apagadas ou transferidas e armazenadas noutro local do cérebro por alguns dias.

A memória de longa duração conserva as informações por muito tempo. Ao longo da vida de um indivíduo pode recorrer-se a essas informações, muito importantes sempre que elas forem necessárias em diferentes situações.

Algumas doenças do sistema nervoso

O sistema nervoso, como qualquer outro sistema do organismo humano, está sujeito a certos distúrbios causados por factores como alterações dos neurónios, tensão arterial, anomalias congénitas, drogas, substâncias químicas como certos medicamentos, microrganismos ou podem até ser de origem genética.

Algumas dessas anomalias são a amnésia e a epilepsia.

Amnésia é uma perturbação profunda da memória e resulta do facto de o indivíduo perder progressivamente a memória. Em certos casos, a perda da memória é tão profunda que o indivíduo perde a capacidade de falar, esquece-se da sua identidade e de factos importantes da sua vida.

A **epilepsia** é uma doença que pode ocorrer sob várias formas clínicas. Acontece em adolescentes e pode ser causada por anomalias congénitas, infecções, lesões resultantes de traumatismos crania nos, tumores cerebrais, doenças degenerativas do sistema nervoso, entre outros factores. A doença manifesta-se, às vezes, como um sintoma. Quando surge um ataque epiléptico, os sintomas são convulsões e perda de sentidos, entre outras.

Actividades

1. Assinala a alternativa correcta sobre as seguintes questões.

1.1 Os sistemas responsáveis pela coordenação de todas as actividades do organismo são:

a) endócrino e circulatório.
b) circulatório e excretor.
c) nervoso e respiratório.
d) endócrino e nervoso.
e) circulatório e respiratório.

1.2 Qual é o caminho percorrido pelo impulso nervoso no neurónio?

a) dendrite – corpo celular – axónio.
b) axónio – dendrite – corpo celular.
c) dendrite – axónio – corpo celular.
d) corpo celular – axónio – dendrites.

1.3 Os primeiros animais a apresentar um sistema nervoso centralizado foram os:

a) espongiários.
b) nematelmintas.
c) insectos.
d) celenterados.

2. Distingue arco reflexo de acto reflexo.

3. Quais são as regiões do encéfalo e quais as suas funções?

3.8 Órgãos dos sentidos

Os seres vivos têm a capacidade de reagir às alterações que ocorrem no seu meio. Essa capacidade é a irritabilidade. Os animais possuem estruturas que lhes permitem obter informações sobre as condições internas do seu corpo e do meio externo. Essa capacidade deve-se aos seguintes factores:

- existência de receptores (receptores sensoriais), que captam modificações do meio e conseguem originar um fluxo nervoso na célula nervosa a que estão ligados. Os receptores sensoriais localizam-se nos órgãos dos sentidos, ou seja, órgãos sensoriais que captam estímulos como a luz, o som, variações térmicas e substâncias químicas;
- existência de nervos condutores do fluxo nervoso, nomeadamente os nervos sensitivos, que transmitem o fluxo nervoso desde o receptor do estímulo até ao sistema nervoso central e os nervos motores, que transmitem o fluxo nervoso desde o sistema nervoso central até à região do corpo que responde ao estímulo.

Os receptores sensoriais podem ser classificados de acordo com a natureza do estímulo que podem captar em:

- fotorreceptores especializados na captação de estímulos luminosos. Os olhos são os órgãos especializados nessa função;
- termorreceptores especializados na captação de estímulos de natureza térmica. Esses receptores estão distribuídos pela pele de todo o corpo, na espécie humana;
- quimiorreceptores especializados na detecção de substâncias químicas. Estão localizados na língua e no nariz;
- mecanorreceptores especializadas na captação de estímulos mecânicos, nomeadamente, compressão e estiramento da pele e dos órgãos internos. Os mecanorreceptores que detectam as variações na pressão do ar (captação de ondas sonoras) são os fonorreceptores; os que são responsáveis pela detecção da posição do corpo, relativamente à força da gravidade (equilíbrio) são designados por estatorreceptores. Estão localizados nos ouvidos.

3.8.1 Estrutura e função dos órgãos dos sentidos

Os sentidos principais são a visão, a audição e o equilíbrio, o olfacto, o gosto ou paladar e o tacto.

O olho – estrutura e função

Os olhos são os órgãos responsáveis pela visão. Têm forma esférica e estão localizados nas órbitas, cavidades profundas existentes no crânio, presos por músculos que, além de prendê-los, permitem a sua mobilidade. Os olhos estão protegidos pelas pestanas e pelas pálpebras, revestidas na superfície interior por um epitélio delgado chamado conjuntiva, que participa na sua lubrificação, espalhando fluído sobre a superfície do olho e impedindo que ele seque. As glândulas lacrimais produzem lágrimas que conservam a superfície do olho húmida. As lágrimas arrastam partículas estranhas existentes no olho para fora e nelas existe uma enzima capaz de destruir bactérias.

Os constituintes do olho podem ser observados na figura que se segue.

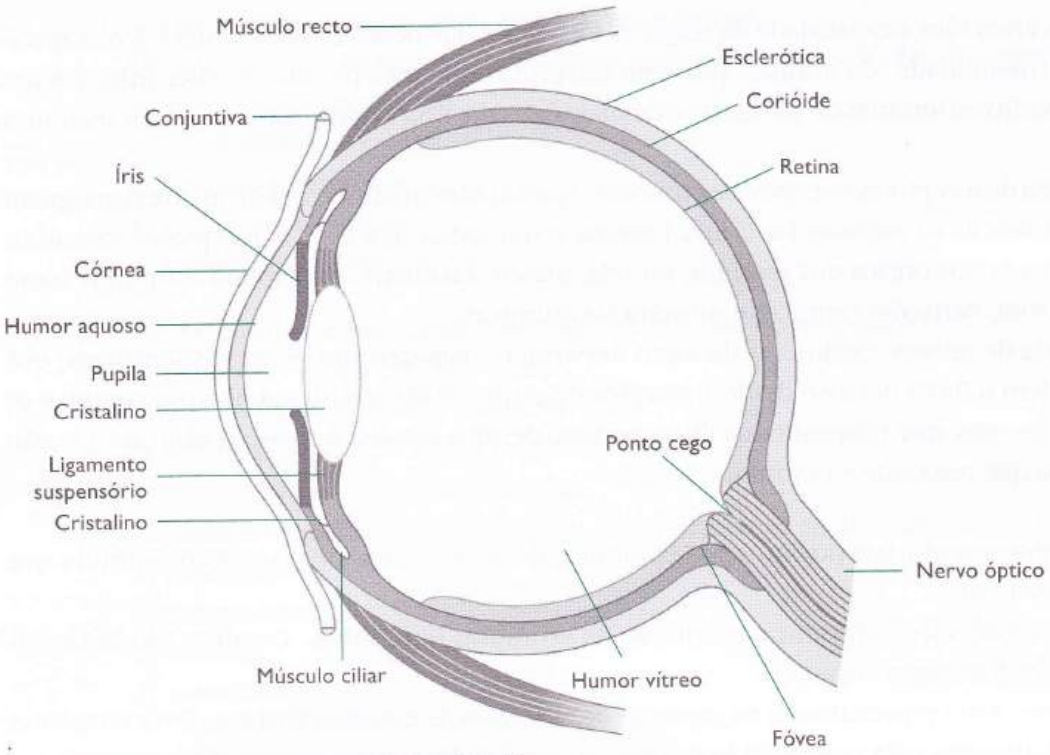


FIGURA 57: Estruturas constituintes do olho.

Do exterior para o interior estão dispostas três camadas: esclerótica, coróide e retina.

A esclerótica consiste numa camada fibrosa e resistente sem elasticidade que recobre o globo ocular.

A córoide é um tecido localizado debaixo da esclerótica, ao longo da sua superfície interna. Possui vasos sanguíneos, formando uma rede, que abastecem o olho em alimento e oxigénio. Devido ao pigmento negro que possui, reduz a reflexão da luz no interior do olho. A sua superfície anterior é revestida pela conjuntiva.

A retina é a camada de células sensíveis à luz. Devido à forma que as células possuem, são designadas por cones e bastonetes. Os cones são sensíveis à luz colorida e os bastonetes são mais sensíveis ao preto e ao branco, ou seja, mais sensíveis à luz de baixa intensidade.

Humor aquoso e humor vítreo são soluções de sais, glícidos e proteínas em água.

O humor vítreo é gelatinoso e o humor aquoso, mais fluído. A função de ambos é a de auxiliar a refracção da luz a produzir a imagem na retina. A forma do olho mantém-se graças à pressão que os referidos líquidos exercem na esclerótica. É no humor aquoso que as células vivas não irrigadas absorvem alimentos e oxigénio.

O cristalino é uma lente, cuja função é dar continuidade à refracção da luz iniciada na córnea. O objectivo é formar a imagem na retina. O cristalino mantém-se em posição por filamentos que o prendem ao corpo ciliar, bordo espessado da coróide, à volta do cristalino. As contracções e o relaxamento dos músculos do corpo celular podem alterar a forma do cristalino. A capacidade de variação da convergência do cristalino designa-se por acomodação visual.

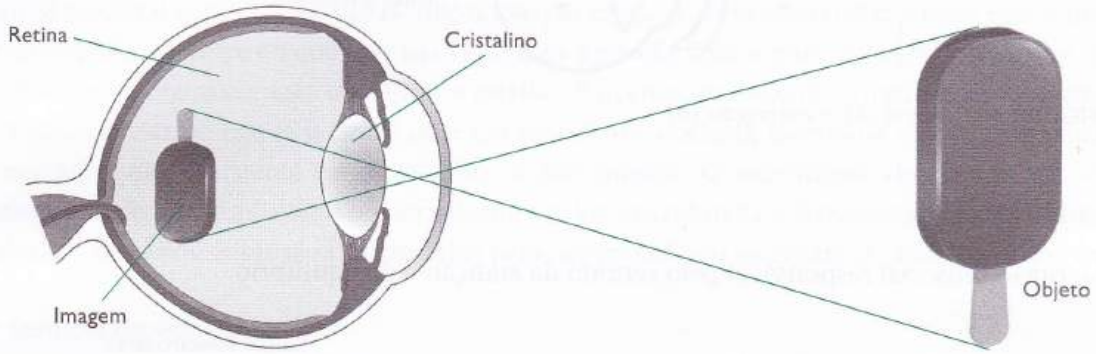
A íris é um disco opaco de tecido que, no centro, possui um orifício chamado pupila, através do qual passa luz responsável pela produção de uma imagem na retina. As fibras musculares

circulares e radiais da íris fazem variar o tamanho da pupila, regulando deste modo a intensidade de luz que entra no olho. A cor dos olho, resulta dos vasos sanguíneos e de uma camada de pigmentos. Quando não há pigmentos, os olhos apresentam-se de cor azul, que se deve à combinação do fundo preto, dos capilares e das camadas externas de íris, de cor branca.

Ponto cego é uma região sem células sensíveis à luz. Se uma imagem ocorre nesta região, não é detectada pelo encéfalo. Neste ponto, as fibras nervosas deixam o olho e entram no nervo óptico.

Fóvea é a região da retina que só contém cones. Dá melhor interpretação de uma imagem (forma e cor) pois nela existe a maior concentração de células sensíveis. Consiste numa depressão no centro da retina.

O processo da formação da imagem na retina é explicado na figura em baixo.



1. A luz da extremidade do objecto é reflectida em todas as direcções.
2. Apenas os raios luminosos indicados pelo algarismo 2 penetram no olho.
3. Os referidos raios luminosos são refractados na córnea e no cristalino.
4. Ocorre a focalização dos raios na retina.
5. Forma-se a imagem na retina. Cada ponto de luz no objecto é reproduzido num ponto de luz sobre a retina.

FIGURA 58: Formação da imagem na retina.

Na visão podem ocorrer anomalias como, por exemplo, a hipermetropia e a miopia.

Na hipermetropia, a imagem dos objectos próximos do olho é formada atrás da retina. Esta anomalia pode ser corrigida pelo uso de lentes convergentes. Na figura seguinte, representa-se a hipermetropia (A) e a respectiva correcção (B).

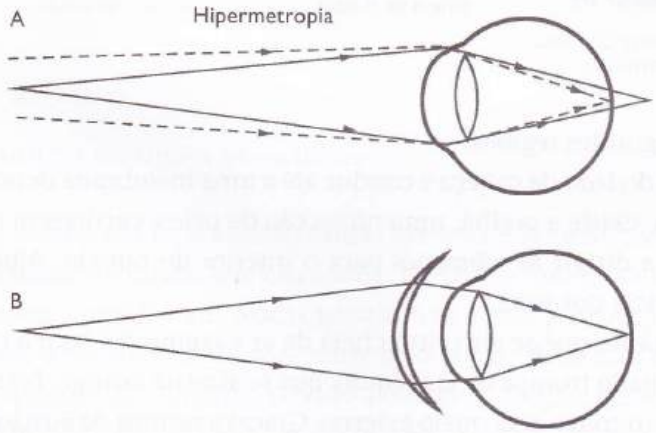


FIGURA 59: Hipermetropia (A) e correcção (B).

Na miopia, a luz do objecto distante é focada à frente da retina. Pode ser corrigida pelo uso de lentes divergentes. A formação de imagem num míope está representada na figura seguinte.

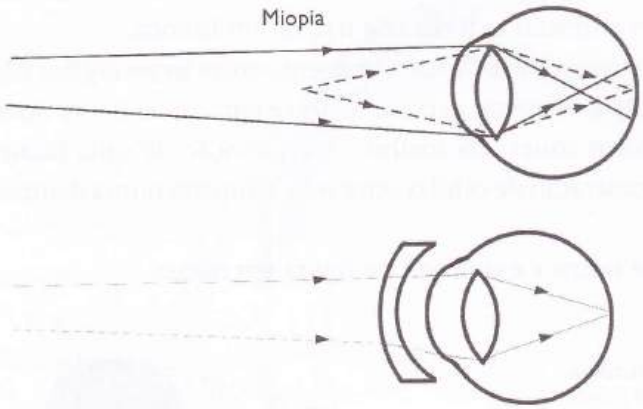


FIGURA 60: Miopia (A) e correcção (B).

O ouvido

É o órgão sensorial responsável pelo sentido da audição e do equilíbrio.

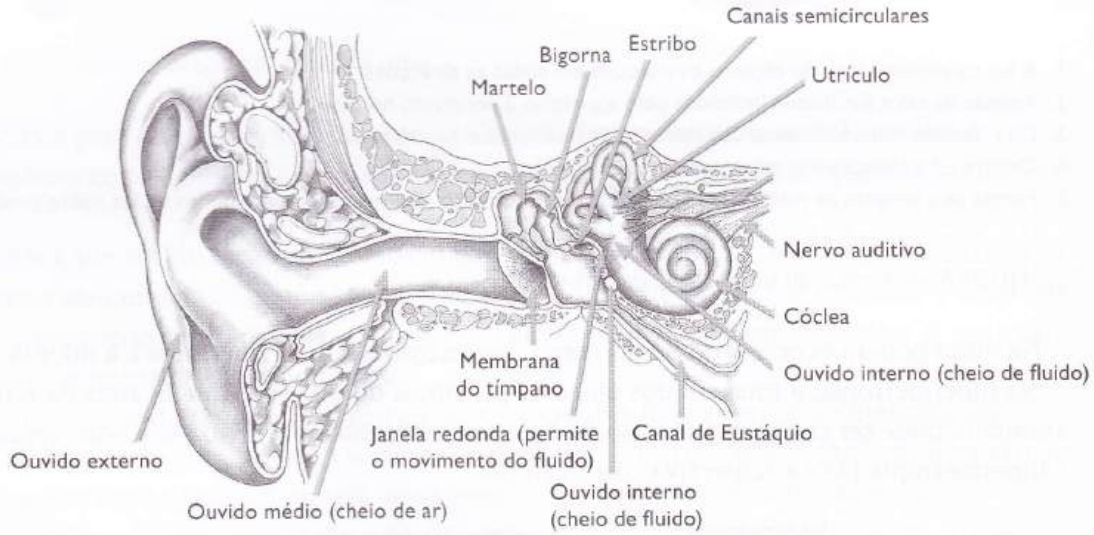


FIGURA 61: Constituição do ouvido humano.

No ouvido, distinguem-se as três seguintes regiões.

- Ouvido externo: um canal que abre do lado da cabeça e conduz até a uma membrana denominada tímpano. Na abertura externa, existe a orelha, uma projecção de pele e cartilagem com a função de ajudar a concentrar e a dirigir as vibrações para o interior do ouvido. Ajuda a determinar a direcção da proveniência dos sons.
- Ouvido médio: uma cavidade do crânio que se encontra cheia de ar e comunica com a cavidade local através de um canal chamado trompa de Eustáquio, que se abre na faringe. Permite que o ouvido médio esteja em contacto com o ar do meio externo. Graças à trompa de Eustáquio, a pressão do ar é igual dos dois lados da membrana do tímpano. Isso facilita ambientar os

ouvidos às variações das pressões. No ouvido médio, existem os ossículos, nomeadamente, martelo, bigorna e estribo, que ligam as membranas do tímpano a uma abertura no crânio chamada janela oval, que comunica com o ouvido interno.

- Ouvido interno: o local em que as vibrações sonoras são transformadas em impulsos nervosos. O ouvido interno encontra-se cheio de linfa. Consiste num tubo enrolado em forma de caracol, designado por cóclea. Esta é responsável pela audição.

Dentro da cóclea, existe o órgão de Corti, que capta os estímulos causados pelas ondas sonoras. O órgão de Corti encontra-se na membrana basilar da cóclea. Por cima do órgão de Corti, existe a membrana tectórica, sobre os pêlos das células sensoriais.

O sentido da audição ocorre do seguinte modo: os sons são captados pela orelha que os encaminha ao canal auditivo. As ondas sonoras fazem vibrar o ar no canal do ouvido e essa vibração é transmitida ao tímpano que, por sua vez, vibra. Essa vibração movimenta o martelo, que causa a vibração da bigorna e esta faz vibrar o estribo. Portanto, os ossículos ampliam as vibrações.

A base do estribo liga-se à janela oval (na membrana coclear), fazendo-a vibrar. Essa vibração chega ao líquido existente na cóclea, que se movimenta. O movimento do líquido faz vibrar a membrana basilar e as células sensoriais, cujos pêlos, encostando-se à membrana tectórica, geram impulsos nervosos. Esses são transmitidos pelo nervo auditivo ao centro de audição no cérebro.

O sentido do equilíbrio

No ouvido interno, existem os órgãos responsáveis pelo equilíbrio e pela postura. Trata-se do utrículo, do sáculo e dos canais semicirculares, representados detalhadamente na figura seguinte.

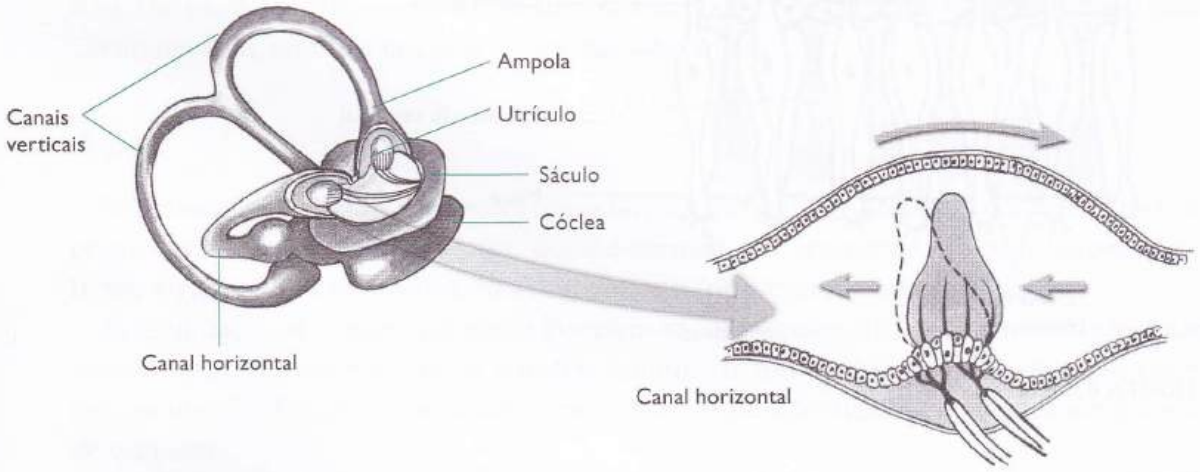


FIGURA 62: Órgãos do equilíbrio.

O sáculo e o utrículo são bolsas cheias de líquido, assim como os três canais curvos que se designam por canais semicirculares. No sáculo e no utrículo, existem grânulos calcários chamados otólitos, contidos em placas gelatinosas, sobre porções sensitivas do epitélio de revestimento. Fibras sensoriais localizadas entre os otólitos, detectam quando a cabeça é inclinada devido ao movimento dos otólitos. Devido a esta estimulação, gera-se um impulso nervoso que, chegando do encéfalo, origina um reflexo que faz o corpo regressar à posição normal.

Na base dos canais semicirculares, existem dilatações designadas por ampolas, que contêm aglomerados de células sensoriais envolvidas por uma massa gelatinosa. Nas ampolas existem órgãos sensoriais que respondem aos movimentos do fluído. Os canais semicirculares são estimulados por acelerações circulares nos respectivos planos, pois os três canais estão em planos perpendiculares e são estimulados por rotação nos seus respectivos planos.

O nariz

O Homem tem conhecimento do cheiro das substâncias através dos receptores sensoriais localizados no epitélio olfactivo, no tecto das cavidades nasais. As substâncias transportadas solúveis no muco estimulam as células sensoriais. Provavelmente, existem alguns tipos básicos de células de olfacto, sendo cada tipo responsável pela captação de um tipo de cheiro. A distinção dos odores são consequência de integração de impulsos gerados no centro olfactivo no cérebro. Na figura seguinte, está representado o epitélio olfactivo.

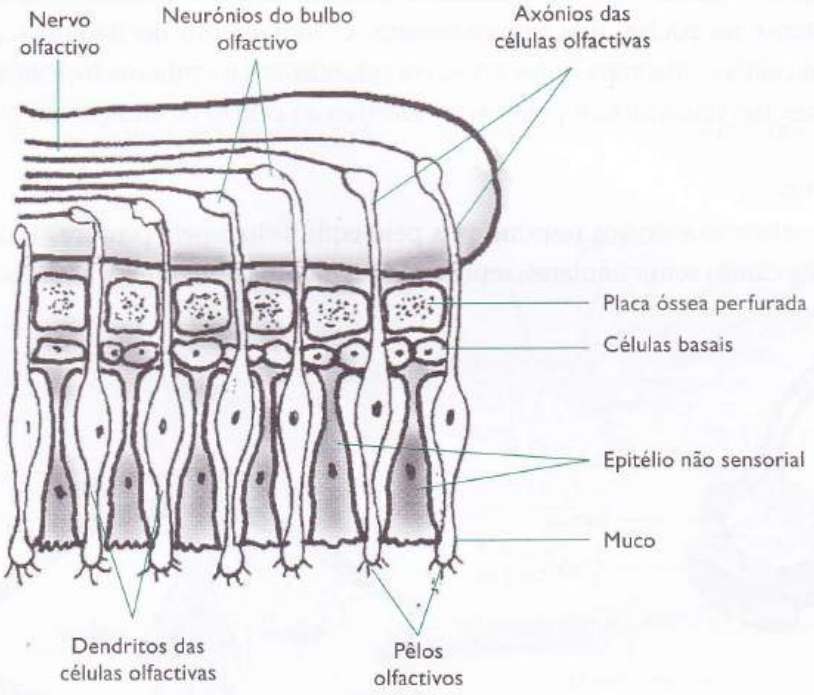


FIGURA 63: Epitélio olfactivo.

A língua

Os receptores para o sentido do paladar ou gosto estão localizados na periferia das paredes de pequenas saliências chamadas papilas gustativas, à superfície da língua. Consideram-se quatro tipos de receptores sensoriais para o gosto, distribuídos em diferentes zonas, como se representa na figura seguinte.

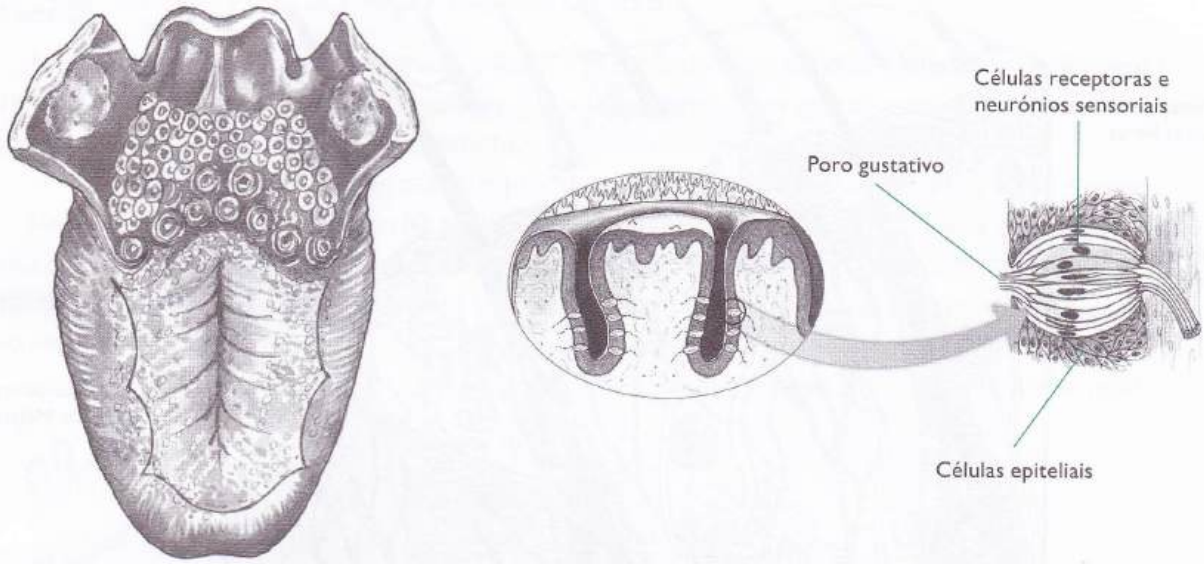


FIGURA 64: Localização dos receptores sensoriais para o gosto.

Os diferentes sabores que encontramos nos alimentos são resultado do nível de estímulo produzido em cada um dos quatro tipos de receptores sensoriais para o gosto. Os quatro sabores básicos são doce, ácido, salgado e amargo.

Na superfície livre das células sensoriais, há saliências agrupadas próximo do poro da papila. Por esse poro, as substâncias dissolvidas na saliva podem penetrar e estimular as células sensoriais. Das papilas gustativas partem fibras nervosas, condutoras do impulso nervoso até ao cérebro. Como resposta, tem-se a noção do sabor das substâncias.

A pele

Na pele estão localizados receptores sensoriais de estímulos mecânicos. Cada um dos receptores origina um impulso nervoso, sempre que é deformado. Os receptores são terminações nervosas livres, algumas das quais detectam a dor, outras o frio e outras ainda o calor.

As terminações de alguns neurónios associam-se aos folículos pilosos. São estimulados quando esses vergam. Outros associam-se a tecido conjuntivo, formando mecanorreceptores, como os corpúsculos de Meissner, superficiais e sensíveis a deformações ligeiras. Fornecem-nos a sensação de contacto.

Os corpúsculos de Vater-Pacini são responsáveis pela sensação de pressão, são mais profundos e são sensíveis a compressões demoradas.

Os corpúsculos de Merkel, tal como os corpúsculos de Meissner, são receptores de pressão e localizam-se na ponta dos dedos, nas palmas das mãos, nos lábios e nos mamilos, ou seja, nas regiões mais sensíveis da pele.

Um estímulo mecânico intenso na pele produz a sensação de dor. O calor, o frio e algumas substâncias químicas causam essa mesma sensação.

Os corpúsculos de Ruffini são responsáveis pela sensação do calor e os corpúsculos de Kraus pela sensação do frio.

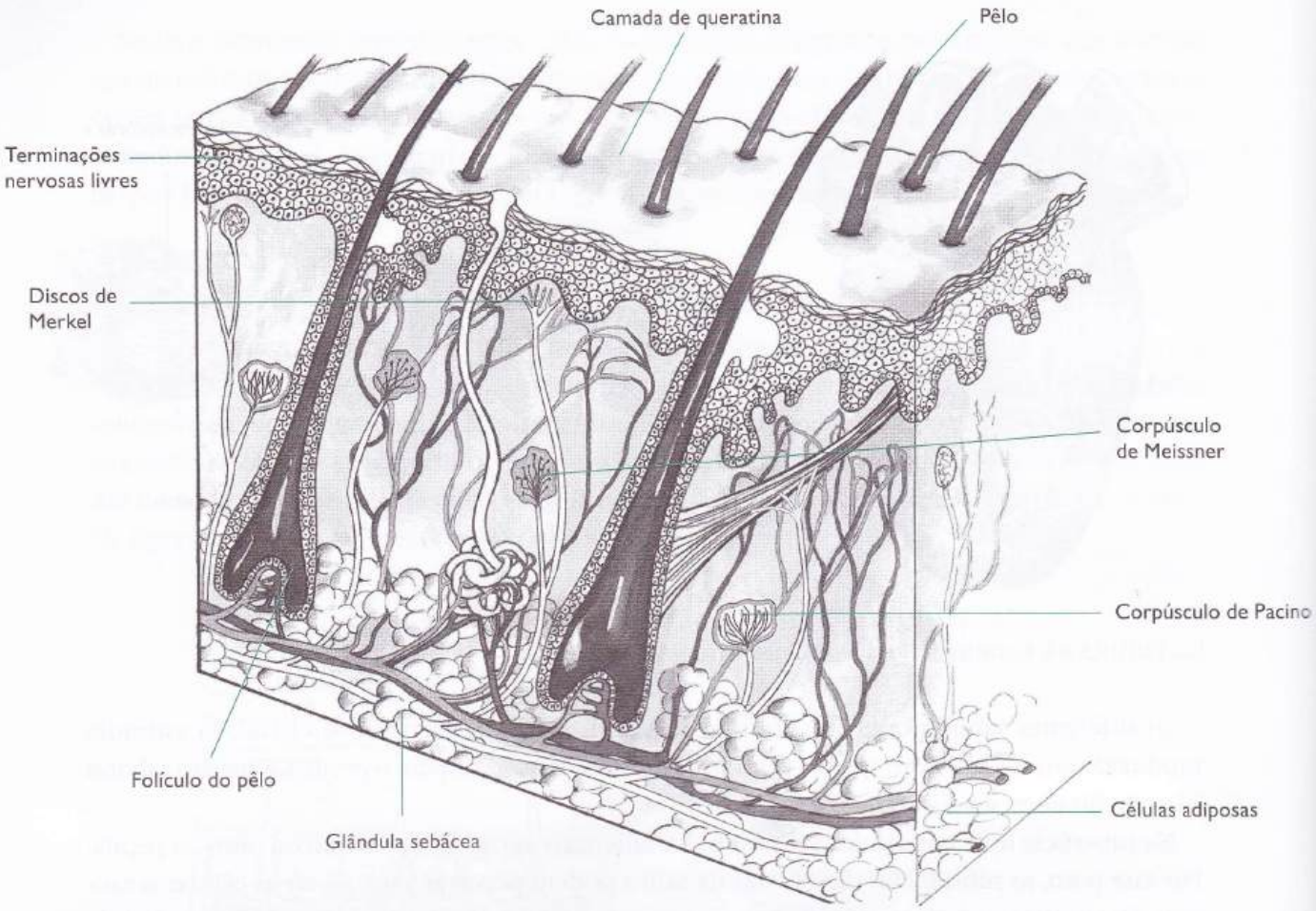


FIGURA 65: Representação da pele humana e dos receptores sensoriais.

Actividades

1. Quais são as células existentes na retina responsáveis pela visão em ambientes de pouca luminosidade?
2. Qual é a função do cristalino?
3. Descreve a hipermetropia.
4. Qual é a responsabilidade de cóclea?
5. Qual é a função dos ossículos martelo, bigorna e estribo?
6. Indica o nome das estruturas responsáveis pelo tacto.

3.9 Sistemas reprodutores

A reprodução é a função pela qual os seres vivos garantem a continuidade da espécie. Sem a reprodução, haveria extinção de espécies, ou seja, os seres vivos que morressem não deixariam descendência, ficando assim comprometida a sobrevivência da vida na Terra.

Nos animais ocorrem duas formas de reprodução: reprodução assexuada e reprodução sexuada.

Na reprodução assexuada, não há participação de gâmetas, os novos indivíduos são originados por um só progenitor. Os casos mais frequentes ocorrem através de brotamentos, como acontece na hidra, através da gemulação que se verifica nas esponjas, e na fragmentação, que ocorre, por exemplo, em platelmintes, anelídeos e equinodermes.

Na figura seguinte estão representadas formas de reprodução assexuada em alguns animais.

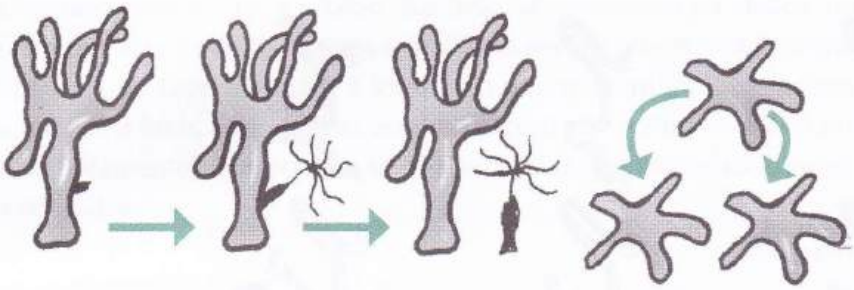


FIGURA 66: Algumas formas de reprodução assexuada.

A reprodução sexuada é a principal forma de reprodução nos animais. Neste tipo de reprodução, há participação de células especializadas na reprodução designadas por gâmetas, ou seja, células reprodutoras masculinas (espermatozóides), e femininas (óvulos). Para que se forme um novo ser, deve haver a união gamética, designada por **fecundação**, e a formação do ovo.

Os gâmetas, masculinos e femininos, podem ser produzidos no mesmo animal, nas espécies monóicas ou em animais diferentes, nas espécies dióicas.

A fecundação pode ser interna, dentro do organismo do sexo feminino, ou externo. A reprodução sexuada, por permitir o intercâmbio genético entre indivíduos diferentes, garante a variabilidade genética nos seres dela resultantes, garantindo a evolução das espécies. A figura seguinte mostra esquemas de gâmetas.

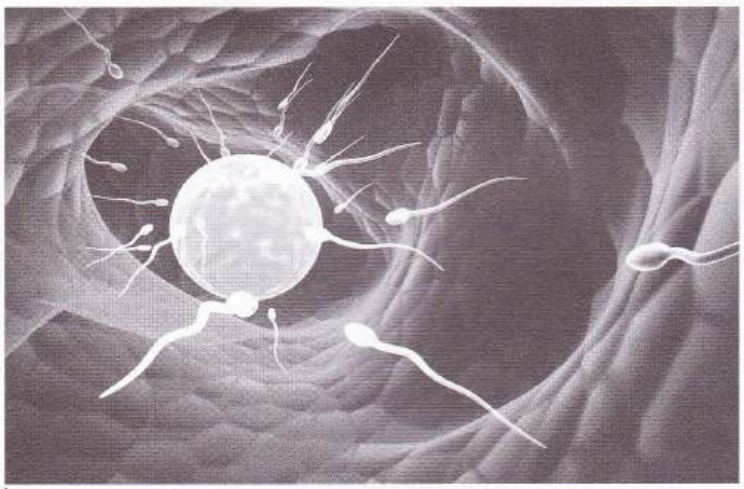


FIGURA 67: Representação da fecundação interna, dentro do organismo do sexo feminino.

Comparação dos sistemas reprodutores dos invertebrados

Os sistemas reprodutores dos invertebrados apresentam constituição variada. Seguidamente, descreve-se os sistemas reprodutores dos celenterados platelmintes, anelídeos e artrópodes.

As hidras (celenterados) podem ser espécie dióica ou monóicas. Também se podem reproduzir assexuadamente. Os gâmetas são formados a partir de células intersticiais. Os espermatozóides são libertados na água e nadam ao encontro dos óvulos que se encontram junto ao corpo da progenitora ou são também libertos na água. Os gâmetas unem-se originando o ovo ou zigoto, que se desenvolve e origina um novo ser. No caso da hidra, o desenvolvimento é directo. O embrião liberta-se do corpo da hidra-mãe. A figura seguinte mostra a reprodução sexuada da hidra.

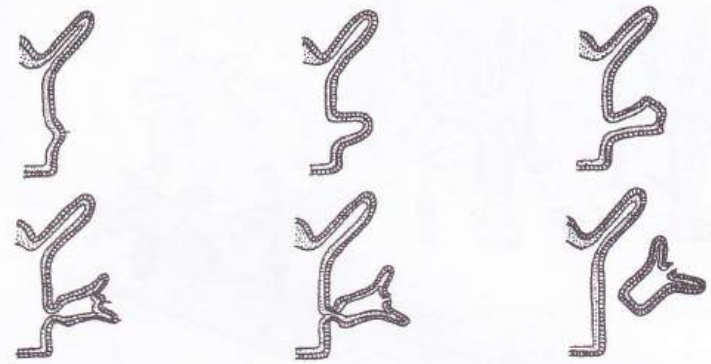


FIGURA 68: Reprodução na hidra.

A planária (platelminte) é uma espécie monóica. No mesmo animal encontram-se testículos, gónadas masculinas, e os ovários, gónadas femininas.

O sistema reprodutor masculino é constituído por um órgão copulador, o pénis, gónadas masculinas (testículos), e ductos espermáticos. O sistema reprodutor feminino é formado por gónadas femininas (ovários), oviductos, glândulas vitelínicas e poro genital.

A fecundação é interna. Os ovos são colocados dentro de casulos.

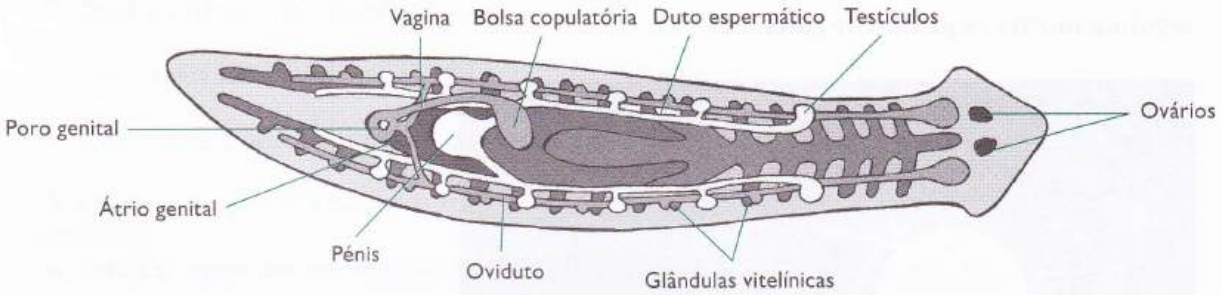


FIGURA 69: O sistema reprodutor da planária.

Sistemas reprodutores dos vertebrados

Nos vertebrados machos, os testículos (gónadas) são constituídos por tubos em forma de novelos, local em que se formam os espermatozóides. Nos peixes e nos anfíbios, os espermatozóides são transportados para o exterior dos testículos por um canal que desemboca no canal de Wolff.

O canal de Wolff tem uma dupla função, a de conduzir tanto a urina como os espermatozóides.

Nos répteis, aves e mamíferos, o canal de Wolff actua apenas como condutor de espermatozóides formando o canal deferente.

Os testículos localizam-se geralmente numa prega de pele chamada saco escrotal.

Nas fêmeas, os ovários não desembocam no canal de Wolff. Os óvulos são conduzidos para o exterior do corpo através dos canais de Müller. Perto dos ovários, a extremidade dos canais de Müller apresenta-se larga e com cílios, para receber os óvulos depois da ovulação.

Nos peixes e nos anfíbios, o canal de Müller não apresenta regiões diferenciadas, enquanto que nos répteis, aves e mamíferos, este apresenta regiões com funções específicas, nomeadamente, trompas de Falópio, útero e vagina.

Em alguns animais inferiores, incluindo alguns mamíferos primitivos, os canais urinários, os canais reprodutores e o tubo digestivo, desembocam na cloaca, uma câmara que abre para o exterior através do ânus. Nos mamíferos superiores, os canais urinários e reprodutores estão separados do tubo digestivo e formam o seio urogenital. Este encontra-se em posição ventral, enquanto o ânus, constituinte do tubo digestivo, localiza-se dorsalmente.

Seguidamente, representam-se os sistemas urogenitais masculinos e femininos de diferentes vertebrados.

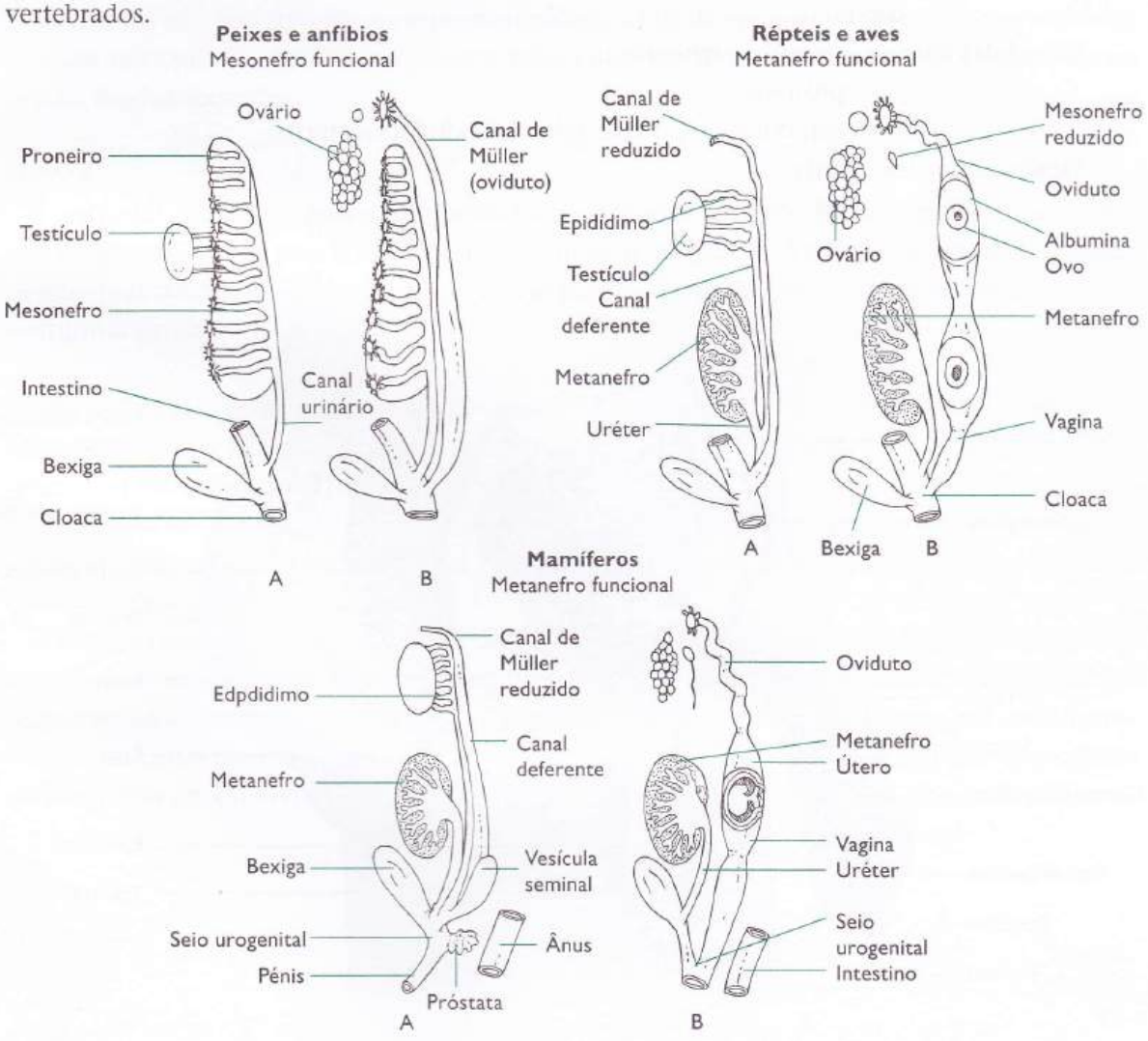


FIGURA 70: Esquemas do sistema urogenital masculinos (A) e femininos (B) dos vertebrados.

Os vertebrados são animais dióicos. A fecundação pode ser externa (na maioria dos peixes e dos anfíbios) ou interna nos répteis, nas aves e nos mamíferos. O desenvolvimento pode ser directo na maioria dos vertebrados ou indirecto nos anfíbios e alguns agnatas.

3.9.1 Sistema reprodutor humano

Os aparelhos reprodutores masculinos do homem e da mulher apresentam diferenças significativas. Ambos representam os seguintes constituintes:

- gónadas, órgãos produtores de gâmetas;
- vias genitais, condutores dos gâmetas;
- órgãos sexuais externos, que facilitam o acto sexual.

O aparelho reprodutor masculino é constituído por:

- Gónadas: testículos
- Vias genitais: epidídimo
  espermidutos ou canais deferentes
  uretra
- Glândulas anexas: vesículas seminais
  próstata
  glândulas de Cowper (glândulas bulborrectais)
- Órgão copulador: pénis

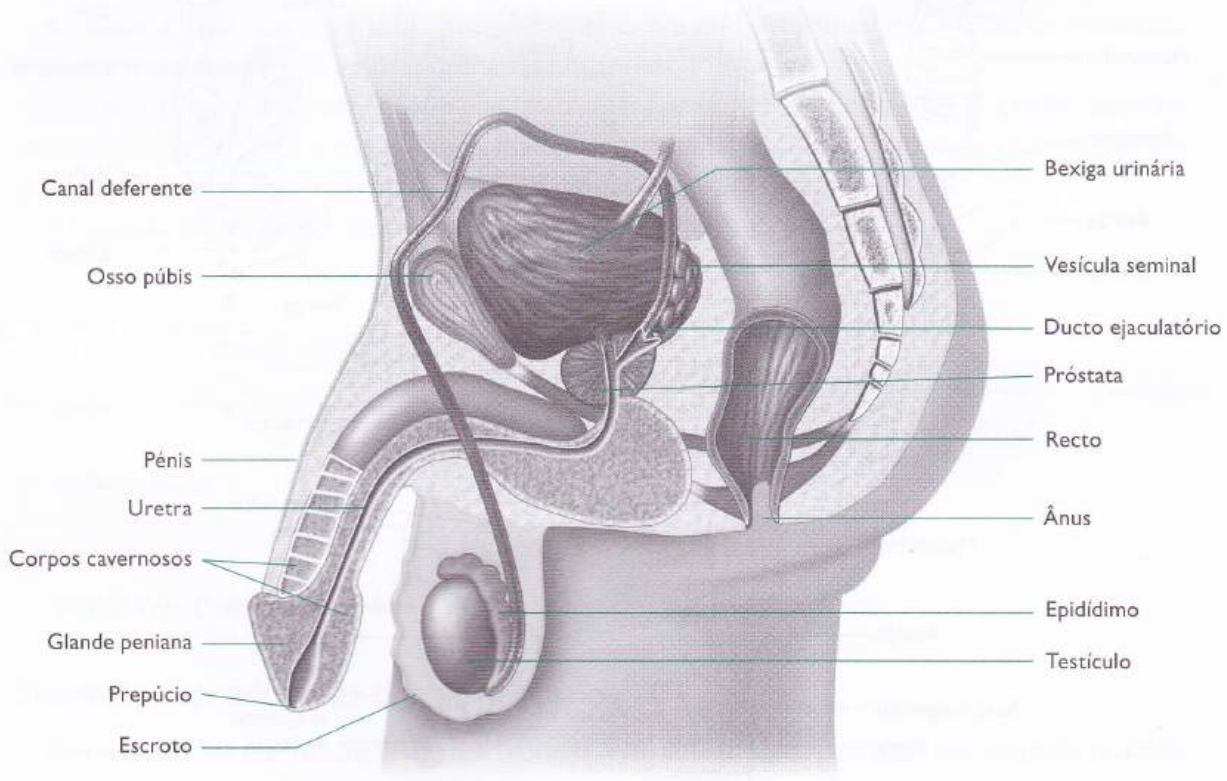


FIGURA 71: Constituição do sistema reprodutor masculino.

Testículos

No embrião, os testículos localizam-se no interior da cavidade abdominal. Um mês antes do nascimento, alojam-se numa dobra de pele chamada saco escrotal ou escroto, fora da cavidade abdominal. Essa deslocação dos testículos é importante porque a formação dos espermatozóides requer temperaturas mais baixas do que a do interior da cavidade abdominal.

Tubos seminíferos

São pequenos tubos enovelados, localizados no interior dos testículos, onde são produzidos os espermatozóides.

Epidídimo

É um tubo onde os espermatozóides terminam a sua maturação e ganham mobilidade. É no epidídimo que os espermatozóides ficam armazenados até ao momento da sua eliminação. Os espermatozóides são transportados até ao epidídimo pelos canais deferentes.

Canal deferente ou espermiductos

São canais por onde passam os espermatozóides, a sair do epidídimo. Os canais provenientes de cada testículo fundem-se num único tubo chamado ducto ejaculador que desemboca na uretra. Produz secreções.

Uretra

É um canal comum ao aparelho reprodutor e o aparelho urinário do homem. Percorre o interior do pénis e abre-se para o exterior na extremidade da glande. A função da uretra é conduzir os espermatozóides, juntamente com secreções produzidas pelas glândulas anexas para o exterior e eliminar urina.

Vesículas seminais, próstata e glândulas de Cowper são glândulas anexas ao aparelho reprodutor masculino cuja função é produzir secreções que, juntamente com as dos canais deferentes e os espermatozóides, formam o sémen ou esperma.

A secreção das vesículas seminais contém substâncias nutritivas, que nutrem os espermatozóides até que um deles se una ao óvulo. A secreção produzida pela próstata é um líquido alcalino que neutraliza a acidez da uretra e das secreções vaginais.

A secreção produzida pelas glândulas de Cowper é um muco que participa na limpeza do canal uretral antes da passagem dos espermatozóides durante a ejaculação e ajuda a lubrificação dos órgãos sexuais durante o acto sexual. Na figura seguinte estão esquematizados em corte transversal a estrutura interna do pénis (A), dos testículos e a parede dos tubos seminíferos com células germinativas em diferentes estádios (B).

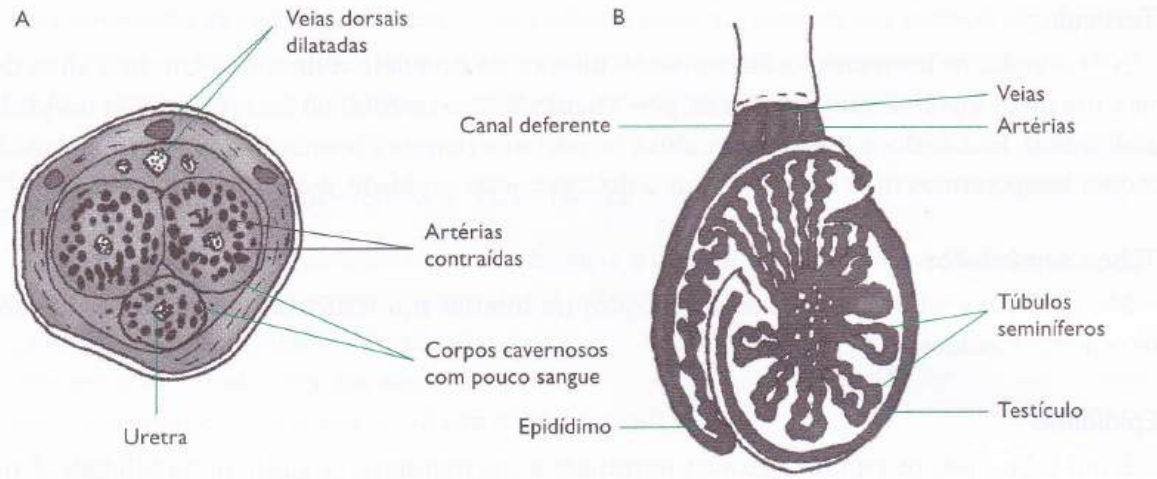


FIGURA 72: Pénis e testículos em corte transversal.

O aparelho reprodutor feminino é constituído por:

- Gónadas: ovários
- Vias genitais: oviductos ou trompas uterinas ou de Falópio
  útero
  vagina
- Órgãos externos: vulva constituída por grandes e pequenos lábios e o clítoris.

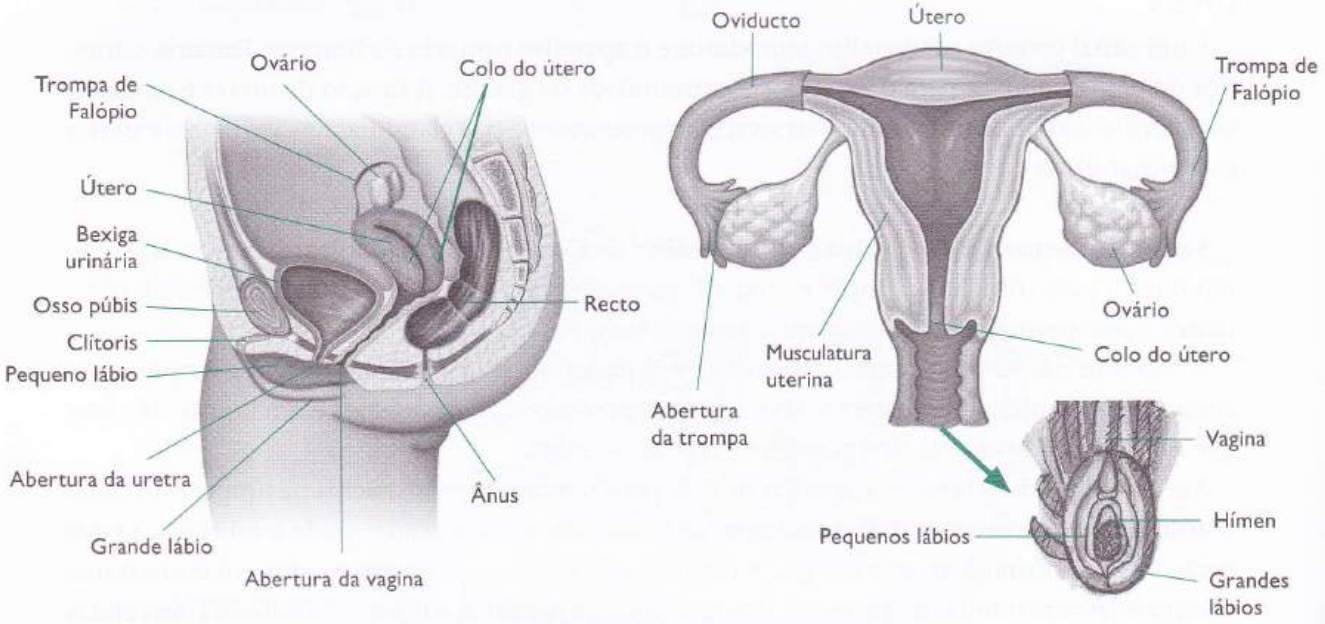


FIGURA 73: O aparelho reprodutor feminino.

Ovários

Localizam-se na região pélvica. A sua região mais externa (zona cortical) apresenta numerosos conjuntos celulares esféricos, com diferentes tamanhos, chamados folículos e encontram-se envolvidos por tecido conjuntivo.

A região mais interna (zona medular) é muito vascularizada e é formada por tecido conjuntivo denso.

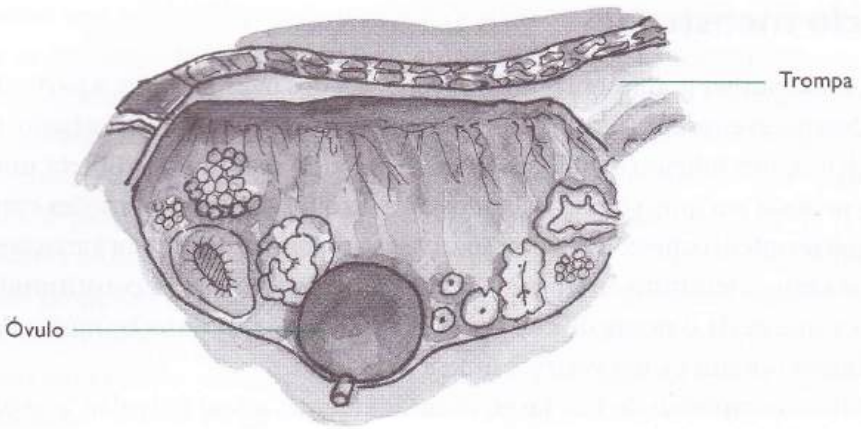


FIGURA 74: Esquema do ovário (corte transversal).

Trompas de Falópio ou oviductos

São dois tubos ligados ao útero. A extremidade livre de cada trompa é larga e com franjas, formando os pavilhões, próximos de cada ovário. São elas que recebem os óvulos que se libertam, com a ajuda de cílios, cujo batimento exerce uma força que atrai os óvulos que, posteriormente, se deslocam até ao útero.

Útero

É um órgão oco, de parede musculosa. Apresenta a forma de uma pêra. A parte superior do útero, mais larga, está ligada às trompas. A região inferior é designada por colo uterino. É estreita e comunica com a vagina. Internamente, o útero está revestido pelo endométrio, um tecido muito vascularizado.

Vagina

É o canal que abre para o exterior junto aos órgãos externos. É um canal de parede musculosa. Encontra-se revestida por uma membrana, cujas células libertam glicogénio. A acidez do meio vaginal resulta da fermentação do glicogénio devido à actividade de bactérias presentes na mucosa vaginal. Esta acidez impede o desenvolvimento de microrganismos patogénicos que possam estar presentes na vagina. Está localizada atrás da abertura de uretra que faz parte do sistema urinário.

Hímen

É uma membrana fina, que recobre a entrada da vagina. Esta membrana geralmente rompe-se após a primeira relação sexual.

Vulva

É o conjunto dos órgãos externos. É constituída pelos grandes lábios e duas pregas de pele coberta de pêlos. Os grandes lábios envolvem pregas menores de pele designadas por pequenos lábios. A sua função é proteger a abertura vaginal.

Clítoris

É um órgão pequeno, que corresponde à glande do pénis. Está localizada na região anterior da vulva. É um órgão constituído por tecido esponjoso e apresenta grande sensibilidade, importante no acto sexual.

3.9.2 Ciclo menstrual

Ao nascer, uma mulher já apresenta todos os folículos nos ovários. Estes, a partir da puberdade, começam a desenvolver-se até à maturação, geralmente um em cada mês. Portanto, mensalmente e de forma cíclica, um folículo evolui até à fase de folículo maduro que liberta um óvulo.

Durante o período em que o óvulo se desenvolve no ovário, há modificações correspondentes nos tecidos que revestem o útero. Essas modificações são acompanhadas por variações na produção das hormonas sexuais femininas e repetem-se com certa periodicidade, constituindo deste modo um processo a que se dá o nome de ciclo sexual feminino, com duração média de vinte e oito dias, e se compõe por um ciclo ovárico e um ciclo uterino.

O ciclo ovárico compõe-se de três fases, nomeadamente, a fase folicular, a ovulação e a fase do corpo amarelo. O primeiro dia do ciclo é o dia em que surge a menstruação. O último dia do ciclo é o dia imediatamente anterior ao aparecimento da menstruação seguinte.

A primeira fase, a fase folicular, ocorre nos primeiros catorze dias do ciclo. Neste período, um folículo desenvolve-se e atinge a fase de folículo maduro, designada por folículo de Graaf, graças à acção das hormonas folículo-estimulantes (FSH). Ao longo deste período, o folículo produz estrogénios. Ocorre então a libertação do óvulo designado por ovulação. Por volta do 14.º dia do ciclo, a parede do ovário rompe-se e o óvulo liberta-se, sendo recolhido pelo pavilhão da trompa uterina e encaminhado pelas trompas em direcção ao útero.

A fase seguinte, com a mesma duração da fase anterior, é a do corpo amarelo. O folículo que libertou o óvulo transforma-se em corpo amarelo ou lúteo pela acção de hormona luteinizante (LH) produzida pela hipófise. O corpo amarelo produz uma pequena quantidade de estrogénio e progesterona.

Ao fim dos catorze dias, o corpo amarelo é reabsorvido se não ocorrer gravidez ou mantém-se por alguns meses caso esta ocorra.

A figura seguinte mostra o esquema do ciclo ovárico.

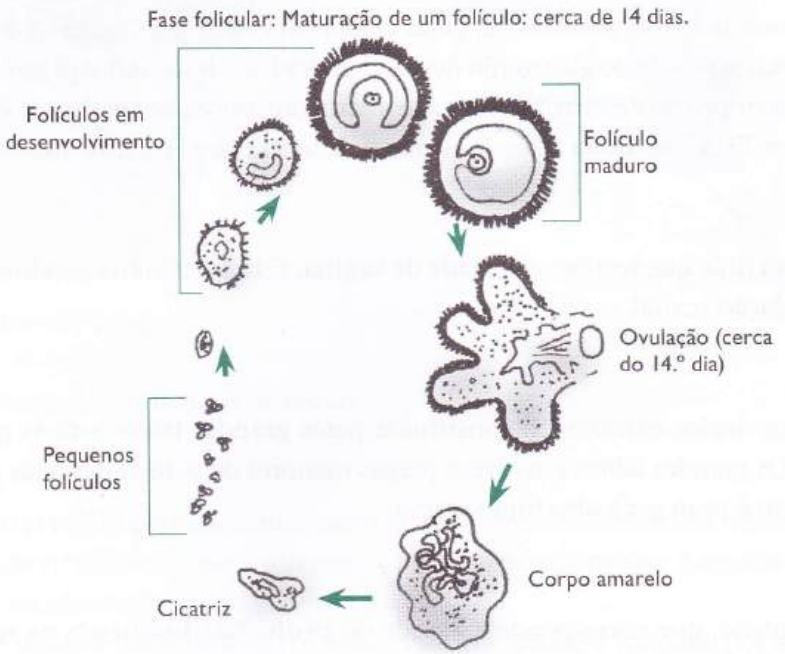


FIGURA 75: O ciclo ovárico.

O ciclo uterino tem a mesma duração do ciclo ovárico e decorre em simultâneo.

Compõe-se de três fases: fase menstrual, fase reparativa e a fase progestativa.

A fase menstrual marca o início do ciclo uterino, que dura, em média, cinco dias. Neste período, as alterações hormonais provocam a desintegração do óvulo não fecundado e do endométrio, resultando numa descarga de sangue resultante da dilatação e rompimento dos vasos sanguíneos do endométrio. O processo descrito designa-se por **menstruação**.

A fase reparativa dura os nove dias seguintes à menstruação. Nesta fase, o endométrio reconstitui-se. Na fase progestativa, com duração de catorze dias, o endométrio aumenta de espessura pois os vasos sanguíneos e as glândulas continuam a desenvolver-se. No fim, o útero está de novo preparado para receber um óvulo fecundado mas, se tal não acontecer, ocorre novamente a menstruação, repetindo-se o ciclo.

Na figura seguinte, representa-se o ciclo uterino.

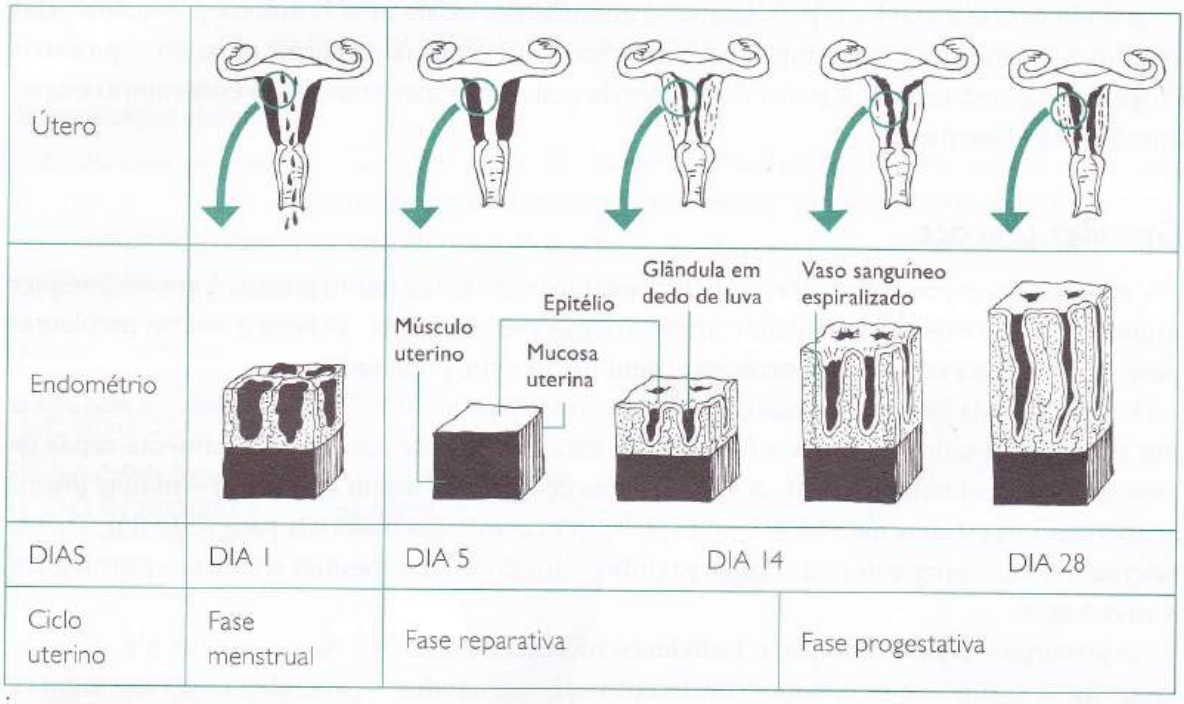


FIGURA 76: Ciclo uterino.

A quantidade de hormonas varia ao longo do ciclo sexual feminino.

Na fase folicular, correspondente à fase reparativa, o folículo produz estrogénio que promove o desenvolvimento do endométrio. Ocorre a ovulação. Na fase do corpo amarelo, produz-se progesterona em elevada quantidade, o que continua a favorecer o desenvolvimento do endométrio. Estes eventos correspondem à fase progestativa.

Caso não haja implantação do óvulo no útero (nidação), a concentração das hormonas ováricas baixa e o endométrio desintegra-se, ocorrendo a menstruação, na fase menstrual.

A figura seguinte mostra a relação entre a variação do teor das hormonas ováricas e as modificações no útero.

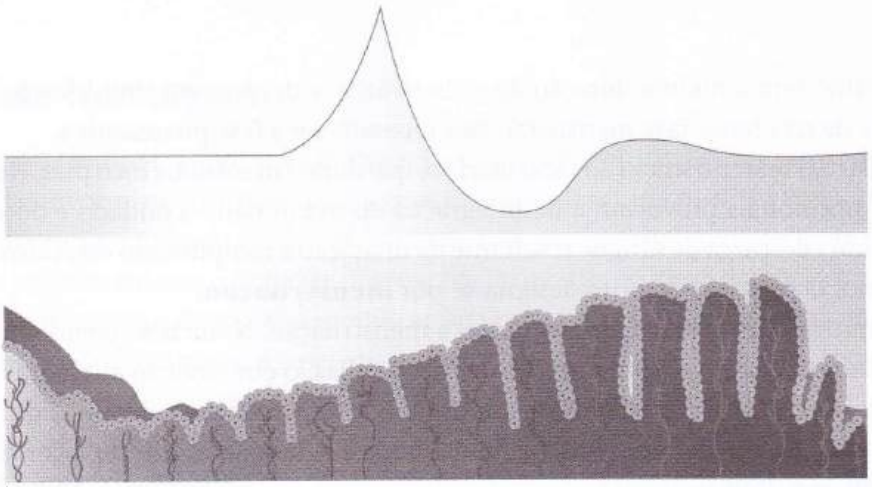


FIGURA 77: Variação do teor das hormonas ováricas e as modificações no útero.

Quando ocorre a gravidez, para manter o endométrio, existe uma hormona produzida pelas vilosidades coriónicas (gonadotrofina coriónica), que estimula o corpo amarelo a produzir progesterona e estrogénio. A partir do 4.º mês de gestação, a manutenção do endométrio é assegurada pela placenta.

Gravidez precoce

Uma gravidez precoce é aquela que ocorre em raparigas ainda muito jovens. A gravidez requer muitos cuidados e responsabilidade e, quando surge precocemente, dá lugar a muitos problemas pois as jovens não estão nem psicológica, nem fisicamente preparadas.

O organismo da jovem pode não estar desenvolvido para a boa formação do bebé, sendo ainda um risco para a saúde da própria futura mãe. Esta não se encontra emocionalmente capaz de atender às necessidades do bebé. A gravidez precoce é também um mal social – muitas jovens abandonam os estudos pelo facto de não possuírem condições materiais para sustentar o bebé. Normalmente, o progenitor da criança é também um jovem nas mesmas condições psicológicas e emocionais.

Na juventude, período em que os indivíduos começam a relacionar-se amorosamente, é importante que se conheçam os métodos contraceptivos imprescindíveis para relações sexuais seguras.

3.9.3 Métodos contraceptivos

A concepção é o estabelecimento da gravidez, que ocorre após a fertilização e a implantação do embrião no útero.

Quando não se deseja engravidar, utiliza-se vários métodos para impedir o surgimento dessa gravidez: o uso do preservativo, o uso do diafragma, o uso do dispositivo intra-uterino (DIU), a pílula contraceptiva, entre outros.

Preservativo

O preservativo constitui uma barreira mecânica que evita o encontro dos gâmetas, portanto, impedindo a fecundação e, logo, a gravidez. O preservativo, além de actuar como método anticoncepcional, permite a prevenção da SIDA e de outras doenças sexualmente transmissíveis como a gonorreia, a sífilis, entre outras.

Diafragma

É um dispositivo de borracha, que a mulher coloca no fundo da vagina, fechando o colo do útero, de modo que fica impedida a entrada de espermatozóides e o encontro destes com o óvulo.

Pílula anticoncepcional

A pílula, geralmente, consiste numa mistura de progesterona e estrogénio sintético. Estas hormonas impedem a produção das hormonas hipofisárias e, como consequência, a ovulação não ocorre. Há vários tipos de pílulas e deve ser o médico a receitar a que mais se adequa a cada mulher.

Dispositivo intra-uterino (DIU)

É um dispositivo de plástico e metal que se introduz no útero (por um médico). Este método impede o processo de nidação, onde o óvulo se fixa no endométrio. Pode estimular ainda uma reação inflamatória no útero, que também é contraceptiva.

Esterilização definitiva

É um processo que impede a passagem dos gâmetas devido à interrupção das vias genitais. No homem, seccionam-se os canais deferentes e o processo chama-se vasectomia. Na mulher, seccionam-se as trompas de Falópio e o processo designa-se por laqueação. Este método é irreversível.

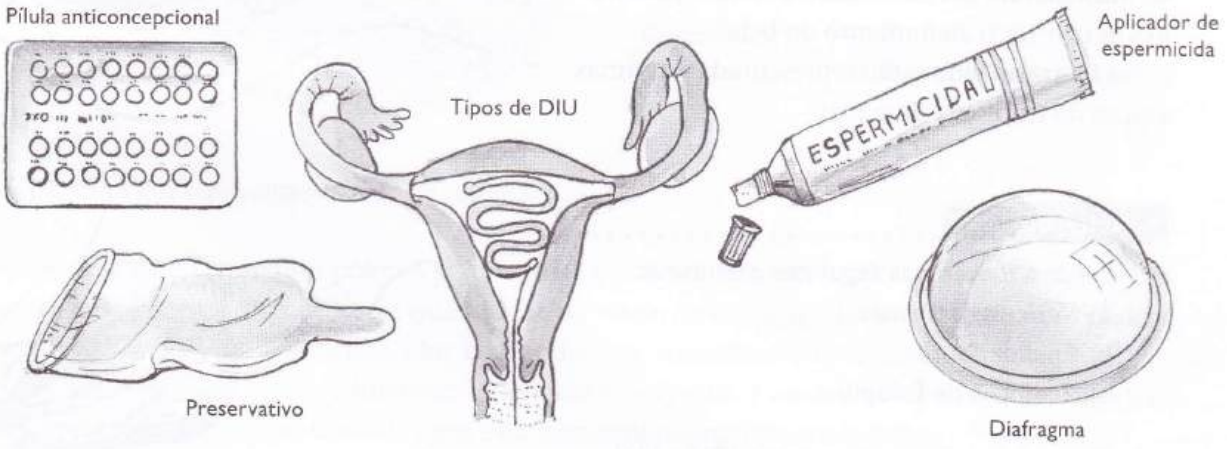


FIGURA 78: Representação de alguns métodos anticoncepcionais.

3.9.4 Fisiologia do parto e fases

O parto consiste na expulsão do feto pelo útero. Ocorre depois de nove meses de gestação, ou seja, cerca de 240 dias após a fecundação. Durante o período que dura a gestação, o feto desenvolve-se e, na altura do nascimento, mede, em média, cerca de 50 cm de altura. O peso é muito variável, entre os 3 kg e os 5 kg.

Os eventos principais do processo do parto são a dilatação do colo do útero e as contracções rítmicas da musculatura da parede uterina. Ocorre o rompimento do saco amniótico e a escorrência do líquido pela vagina.

Depois dos primeiros sinais do parto, o feto que apresenta a cabeça voltada para baixo é obrigado a sair para fora do útero, empurrado pelas contracções da musculatura do útero. A vagina dilata, permitindo a passagem do bebé.

Após o nascimento, a placenta desprende-se e é expulsa pela vagina para o exterior. Junto com a placenta é eliminado o sangue resultante do rompimento dos vasos sanguíneos da mãe.

Por último, procede-se ao corte do cordão umbilical, que liga o feto à placenta. Neste momento, o recém-nascido começa a respirar por si só graças ao dióxido de carbono produzido nas células do bebé. A elevada concentração de dióxido de carbono estimula a região do cérebro responsável pela respiração. É imperioso que o recém-nascido respire, pois a falta de oxigénio no cérebro causa danos graves e irreversíveis.

A ocitocina, hormona que estimula as contracções do útero durante o parto, promove a contracção da musculatura das glândulas mamárias, podendo assim ocorrer o aleitamento do bebé.

Na figura ao lado estão representadas algumas etapas da fisiologia do parto.

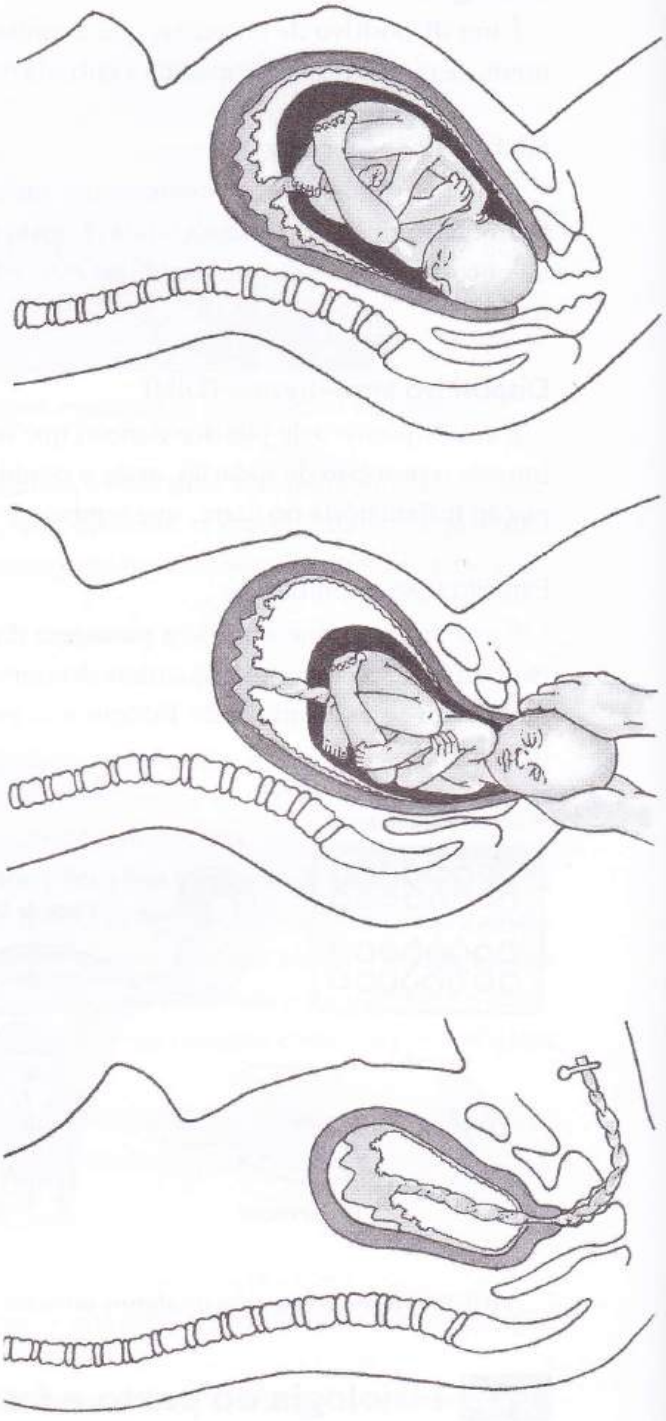


FIGURA 79: Alguma fases do parto.

Actividades

1. Indica a função das seguintes estruturas.
   a) Vesículas seminais.
   b) Epidídimo.
   c) Trompas de Falópio.
2. Qual é a função das hormonas FSH e LH?
3. Quando ocorre a ovulação?
4. Quais são as etapas do ciclo sexual feminino?
5. Enumera três formas de prevenir a gravidez.

3.10 Ontogénese

Os animais passam por uma série de transformações desde o ovo até ao estado adulto. Dá-se o nome de **ontogénese** ao conjunto de transformações que ocorrem durante esse desenvolvimento.

Fases de desenvolvimento embrionário do Homem

Os seres vivos pluricelulares, incluindo o Homem, provêm da célula-ovo ou zigoto.

O ovo é uma célula diplóide resultante da união de gâmetas haplóides (fecundação), com citoplasma abundante, designado por vitelo, com duas porções: o vitelo germinativo ou protolécito, que rodeia o núcleo, e o vitelo de nutrição ou deutolécito, substância de reserva.

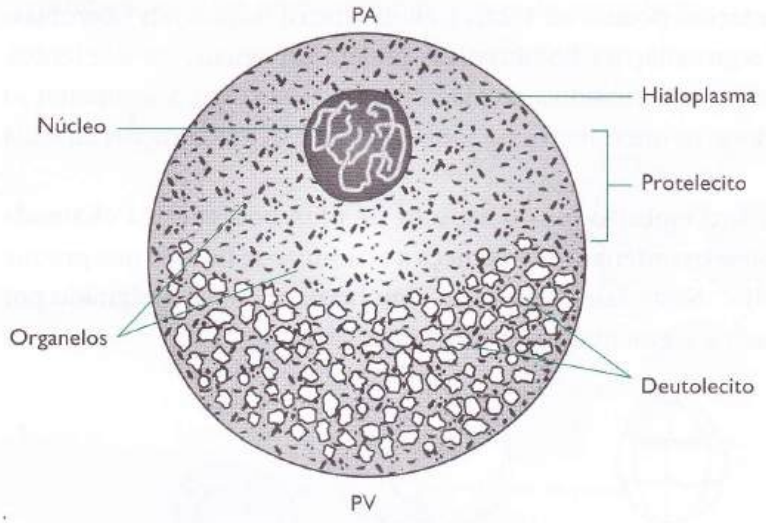


FIGURA 80: Representação da constituição do ovo.

Os ovos apresentam dois pólos: o pólo animal, onde está presente o núcleo, e o pólo vegetativo.

De acordo coma distribuição e quantidade do vitelo de nutrição (deutolécito), os ovos podem ser classificados em isolecíticos (dos equinodermes, mamífero e celenterados), heterolecíticos (dos anfíbios e peixes) e telolecíticos (das aves e répteis) e centrolecítico (dos artrópodes). O aspecto dos diferentes tipos de ovos está representado na figura seguinte.

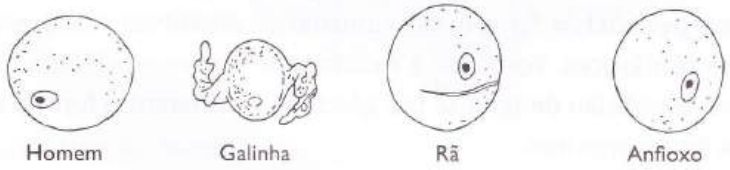


FIGURA 81: Tipos de ovo.

A transformação do ovo até originar um novo indivíduo inclui divisões sucessivas que originam um embrião que, por sua vez, origina um novo indivíduo.

No processo consideram-se duas fases, o período embrionário, que se inicia com a ocorrência da fecundação e termina com o nascimento, e o período pós-embrionário, que começa com o crescimento do animal até à fase do organismo adulto.

No período embrionário, ocorrem os seguintes processos:

- crescimento – em que o número de células conduz ao crescimento de cada uma delas;.
- morfogénese – fase em que ocorrem movimentos celulares em diversos locais do embrião e que levam ao aparecimento de partes fundamentais do organismo;
- diferenciação celular – momento em que as células se especializam para originar diferentes tecidos.

No desenvolvimento embrionário humano, consideram-se as seguintes fases: segmentação, gastrulação, organogénese e cujo início é a neurulação.

Segmentação ou clivagem

A segmentação ou clivagem consiste em divisões mitóticas do ovo, que originam células chamadas blastómeros. As segmentações podem ser totais (holoblásticas) ou parciais (meroblásticas). As células resultantes das segmentações holoblásticas podem ser iguais, ou diferentes, formando células menores ou micrómeros e maiores, os macrómeros. Neste caso, a segmentação é holoblástica desigual, localizando-se os micrómeros na zona superior e os macrómeros na zona inferior.

Após as primeiras segmentações, o embrião tem o aspecto de uma bola maciça chamada **mórula**. Seguidamente, os blastómeros ordenam-se e começa a acumular-se líquido que produz uma cavidade, chamada blastocélio. Nesta fase, o embrião é monodérmico e é designado por blástula. Na figura está representada a segmentação em diferentes ovos.

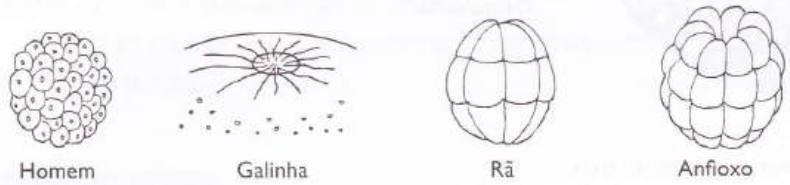


FIGURA 82: Tipo de segmentação (na figura, a fase da mórula).

Gastrulação

À segmentação segue-se a gastrulação. Esta fase é caracterizada pelo movimento activo de células, que levam ao desaparecimento do blastocélio e à formação de uma nova cavidade chamada **arquêntero** ou **intestino primitivo**. Surgem três camadas germinativas: ectoderme, mesoderme e endoderme nos seres triblásticos. Forma-se a cavidade do corpo ou celoma nos seres celomados. No final desta fase, o embrião designa-se por gástrula. As diferentes formas de gastrulação estão representadas na figura seguinte.

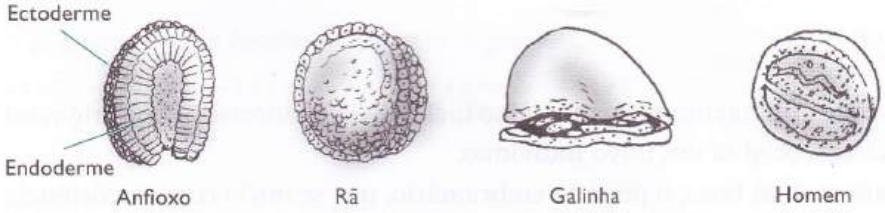


FIGURA 83: Tipos de gastrulação.

Organogénese

Formados os três folhetos germinativos, começam a formar-se os tecidos e os órgãos do embrião num processo designado por **organogénese**. Nos cordados, a primeira fase da organogénese designa-se por neurulação.

A neurulação caracteriza-se pelo surgimento da placa neural, uma zona achatado constituída por células epidérmicas mais espessas na região dorsal da gástrula. A placa neural estende-se ao longo da superfície dorsal do embrião. A placa neural invagina-se, originando o tubo neural. Posteriormente o tubo neural origina o sistema nervoso. Debaixo da placa neural, forma-se a corda dorsal, a partir da diferenciação de algumas células da mesoderme. De cada lado da corda dorsal, a mesoderme organiza-se em segmentos, chamados somitos, que posteriormente formam os músculos e o esqueleto axial.

A figura seguinte representa o processo da neurulação.

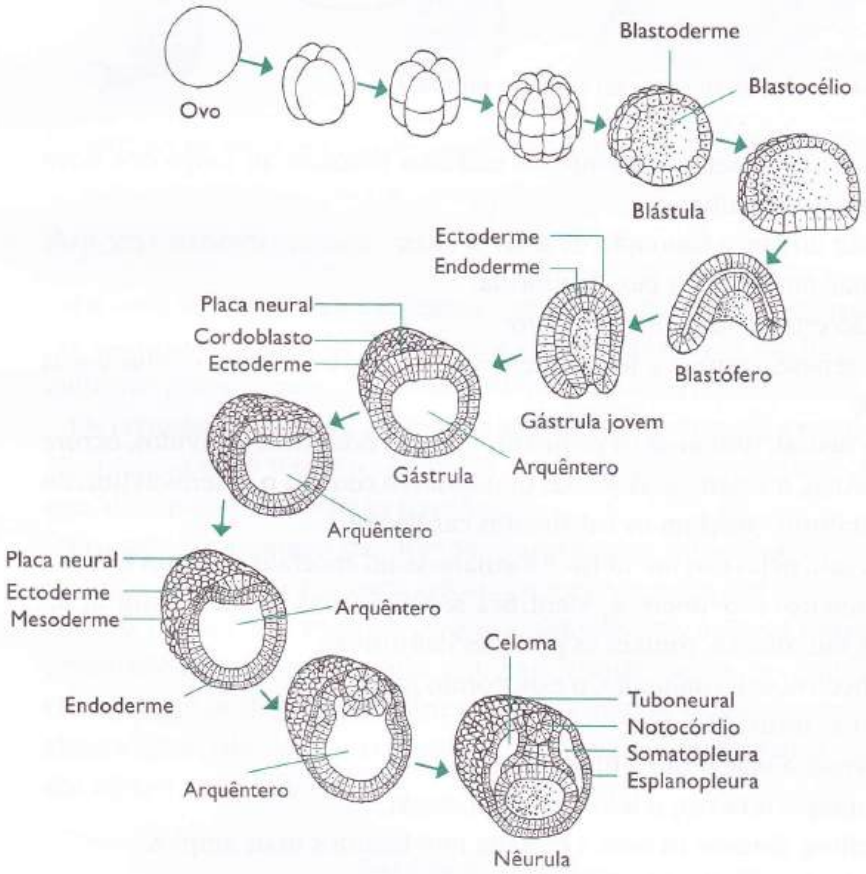


FIGURA 84: Neurulação.

No Homem, o desenvolvimento embrionário começa ainda na trompa após a fecundação: 24 horas depois da fecundação, o ovo começa a segmentar-se progressivamente, ainda nas trompas, durante a deslocação para o útero, onde chega cerca de três dias após a fecundação. Aqui o embrião permanece livre durante cerca de quatro dias. O embrião chega então à fase de blastocisto e implanta-se na mucosa do útero, processo denominado **nidação**. A figura que se segue mostra as etapas do desenvolvimento embrionário no Homem.

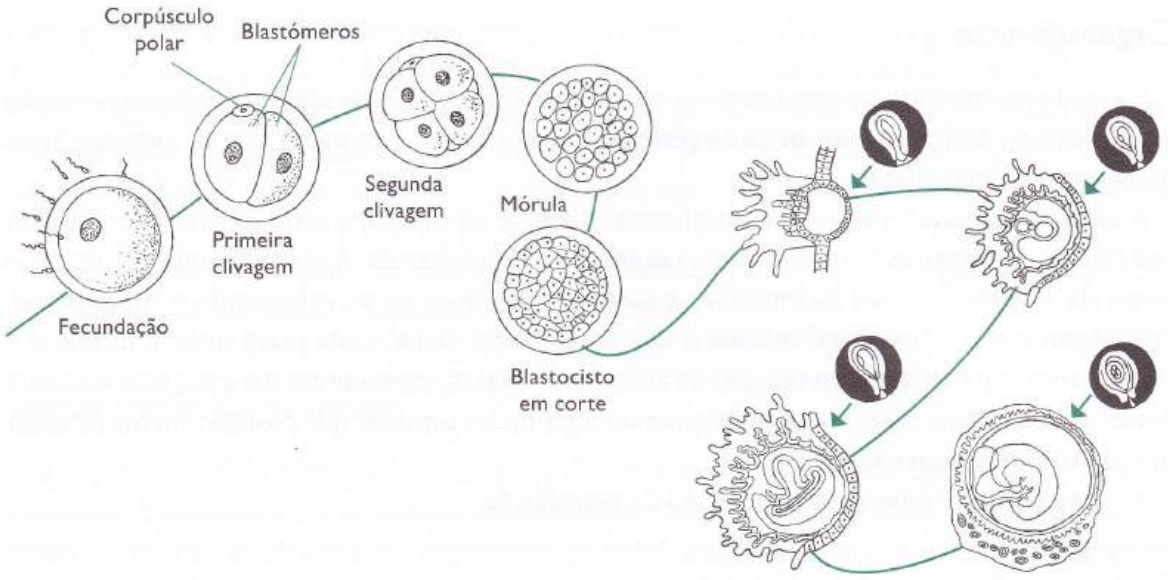


FIGURA 85: Primeiras fases do desenvolvimento embrionario numano.

Os eventos mais importantes do desenvolvimento do embrião humano ao longo dos nove meses que dura a gestação são os seguintes:

24 horas – primeira divisão do ovo e formação de duas células;

3 dias – chegada do embrião ao útero, na fase de mórula,

7 dias – nidação, o embrião está na fase de blastocisto;

18 dias – ocorre a organogénese, começa a formar-se a notocórdio, o músculo cardíaco e as primeiras células sanguíneas;

25 dias – forma-se o tubo neural, notam-se os primeiros esboços dos olhos e ouvidos, ocorre a diferenciação do tubo digestivo, formam-se as fendas branquiais e começa o desenvolvimento do fígado e o aparelho respiratório. Iniciam os batimentos cardíacos;

4 semanas – aparecem as saliências dos membros e formam-se no encéfalo as partes básicas;

2 meses – ocorrem os primeiros movimentos; identifica-se as gónadas. Inicia a ossificação. Os vasos principais, os vasos sanguíneos, tomam as posições definitivas;

3 meses – o sexo é reconhecível externamente, o notocórdio regride;

4 meses – o embrião adquire forma humana;

5 meses – maturação nervosa; a mãe sente o filho a mexer;

6 meses – ocorrem os primeiros reflexos, o feto chupa o polegar;

7 meses – o feto abre os olhos, percebe os sons e executa movimentos mais amplos;

8 meses – descida dos testículos para bolsa escrotal;

9 meses – ocorre um grande crescimento do corpo e os nervos estão mielinizados. Dá-se o nascimento.

A figura seguinte mostra o aspecto do embrião/feto ao longo do seu desenvolvimento, desde a 3.ª semana aos 4 meses. O período fetal começa no dia 57 (primeiro dia da nona semana) e continua até ao nascimento.

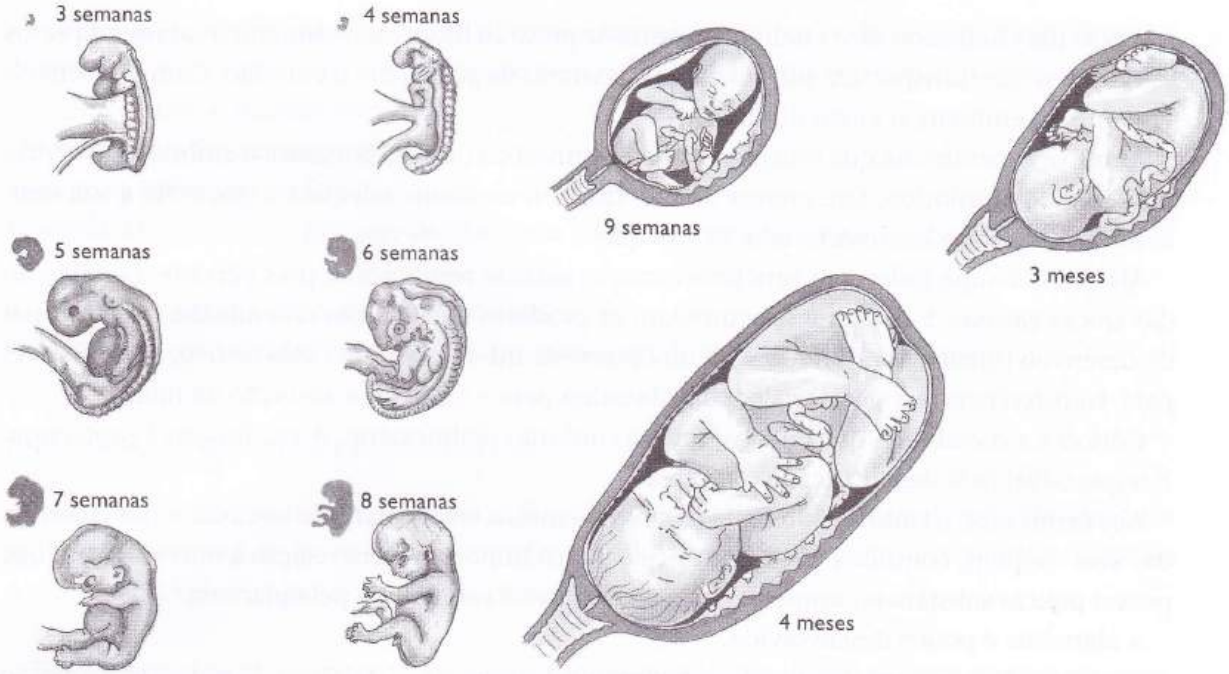


FIGURA 86: Representação de embriões humanos com diferentes idades.

Anexos embrionários

Os ovos dos vertebrados terrestres, sejam eles ovíparos ou vivíparos, encontram-se envolvidos por estruturas designadas por **anexos embrionários**. A sua função é conceder ao embrião um ambiente propício para o seu desenvolvimento, num meio terrestre com inúmeras adversidades.

Os primeiros animais a apresentar adaptações em relação à reprodução, para suportar a sobrevivência no meio terrestre, foram os répteis e as aves. A fecundação é interna e o embrião, no ovo, desenvolve-se em meio terrestre.

Os ovos dos répteis e das aves são constituídos pela casca, vitelo de nutrição (gema), clara e embrião. A casca, de natureza calcária, apresenta poros que permitem efectuar as trocas gasosas entre o interior e o exterior. A gema (deutolécito), fornece nutrientes ao embrião durante o desenvolvimento embrionário e a clara contém água, proteínas e agentes antibacterianos. O embrião é protegido pelos anexos embrionários, nomeadamente, âmnio, vesícula vitelina e alantocórion (alantóide + córion). Na figura estão representados os anexos embrionários do ovo dos répteis e das aves.

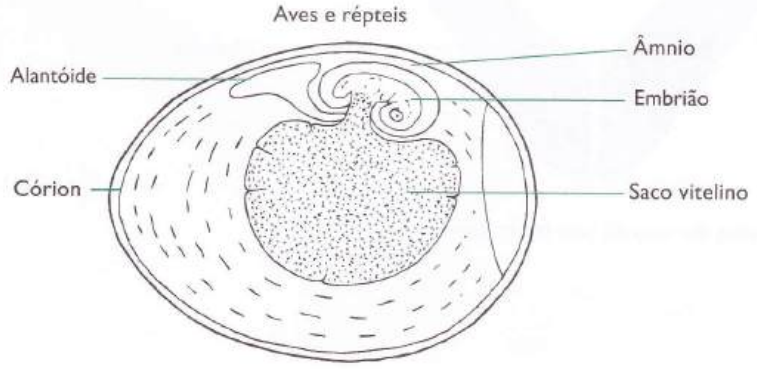


FIGURA 87: Anexos embrionários das aves e dos répteis.

A vesícula vitelina ou saco vitelino encontra-se preso ao intestino. À superfície, apresenta vasos sanguíneos que transportam substâncias alimentares da gema para o embrião. Com o desenvolvimento do embrião, o vitelo diminui.

Âmnio é a membrana que rodeia a cavidade amniótica onde se encontra o embrião envolvido pelo líquido amniótico. Este oferece ao embrião um ambiente adequado, que evita a sua desidratação e serve como amortecedor de choques.

Alantóide é uma bolsa que funciona como superfície respiratória, pois permite a realização das trocas gasosas. É nela que se acumulam os produtos de excreção do embrião. Na fase final do desenvolvimento embrionário, a alantóide reveste internamente a casca do ovo. É responsável pela transferência dos sais de cálcio da albumina para o embrião e absorção da mesma.

Córion é a membrana que envolve todo o conjunto embrionário. A sua função é protectora. É responsável pela descalcificação da casca.

Nos mamíferos, o embrião apresenta os mesmos anexos embrionários encontrados nos embriões das aves e répteis, contudo o saco vitelínico é pouco importante em relação à nutrição visto que possui poucas substâncias alimentares. A sua função é substituída pela placenta.

A alantóide é pouco desenvolvida.

O córion é a membrana que envolve o embrião, o âmnio e o saco vitelino. Participa na formação da placenta.

A placenta é uma estrutura que resulta da fusão das vilosidades coriónicas e o endométrio. A comunicação entre a mãe e feto é feita pelo cordão umbilical.

A placenta permite a comunicação entre a mãe e o feto através do cordão umbilical. Por ele passam vasos sanguíneos, a artéria fetal, que conduz sangue arterial para o embrião, e duas veias fetais que transportam sangue venoso para a placenta.

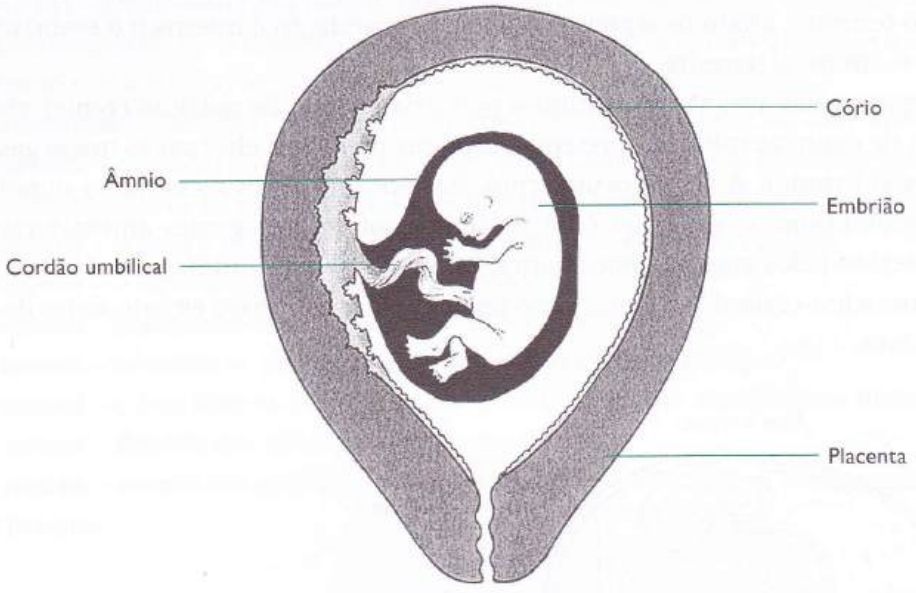


FIGURA 88: Anexos embrionários do ovo de um mamífero.

A placenta tem uma função significativa para os mamíferos por realizar as seguintes funções:

- permite a realização das trocas gasosas entre a mãe e o embrião/feto, recebendo este o oxigénio e eliminando o dióxido de carbono;
- fornece substâncias nutritivas;
- elimina excreções do feto;
- regula a temperatura, pH, pressão osmótica, pressão de oxigénio e a concentração hidrossalina do meio;
- produz hormonas que regulam a gravidez;
- filtra algumas substâncias, impedindo a passagem de algumas até ao embrião.

Destino dos folhetos embrionários

Um folheto embrionário é uma camada de células que aparece no embrião humano, nos animais triblásticos formam-se três camadas de células, nomeadamente a ectoderme, a mesoderme e a endoderme que contribuem para a diferenciação dos órgãos.

Ectoderme origina a epiderme e as estruturas que nela se encontram (seus derivados), como as unhas, pêlos, escamas e glândulas. O sistema nervoso e os órgãos dos sentidos também são originados pela ectoderme.

Mesoderme origina o tecido conjuntivo, a derme, os ossos, os dentes, os músculos, o sangue, os aparelhos circulatório, excretor e reprodutor e as serosas, pleura, pericárdio e peritoneu.

Endoderme origina a parede interna do tubo digestivo, os tecidos epiteliais do fígado e o pâncreas, o revestimento interno das vias respiratórias, o epitélio dos pulmões, o ouvido médio, as trompas de Eustáquio e a bexiga.

Vamos relembrar...

- Os tecidos animais classificam-se em epiteliais, conjuntivos, musculares e nervoso.
- O tecido epitelial pode ser de revestimento, glandular ou sensorial.
- O tecido conjuntivo apresenta variedades: tecido conjuntivo propriamente dito, tecido conjuntivo laxo, tecido conjuntivo denso, tecido adiposo, tecido cartilagíneo, ósseo e sanguíneo.
- O tecido muscular classifica-se em tecido muscular liso, tecido muscular estriado esquelético e tecido muscular estriado cardíaco.
- O tecido nervoso é constituído por células (neurónio) especializadas na condução de estímulo entre as diferentes partes do corpo.
- A digestão é o conjunto de processos físicos e químicos que hidrolizam as macromoléculas em micromoléculas. Os celenterados apresentam digestão extracelular e intracelular.
- Os platelmintes, como a planária, apresentam cavidade gastrovascular muito ramificada e faringe e boca por onde entram e saem os alimentos e excreções. Têm um sistema digestivo incompleto. Os restantes animais possuem sistema digestivo completo, com boca e ânus.
- Em animais de estrutura simples, como celenterados, platelmintes e nematelmintes, não há sistema respiratório: as trocas gasosas ocorrem por difusão directa através da parede do corpo.
- Nos artrópodes aquáticos, a hematose é branquial e nos terrestres, nos insectos, é traqueal. O ar circula das traqueias directamente para as células.
- Nos anelídeos, a hematose é cutânea. O ar difunde-se da pele para os capilares.
- Os vertebrados aquáticos, como os peixes, possuem respiração branquial. Os vertebrados terrestres possuem hematose pulmonar.
- Nos animais que não possuem sistema curculatório, como, por exemplo, a hidra, a troca de oxigénio e dióxido de carbono é feita por difusão.
- Os anelídeos e os vertebrados possuem um sistema circulatório fechado. Os artrópodes e os moluscos apresentam um sistema circulatório aberto.
- Os peixes têm um coração com duas cavidades. A circulação é simples.
- Os anfíbios e os os répteis possuem um coração com três cavidades. A circulação é dupla e incompleta.
- As aves e os mamífereos apresentam um coração com quatro cavidades. A circulação é dupla e completa.
- O sistema excretor permite a eliminação dos produtos tóxicos azotados e contribui para o equilíbrio homeostático do organismo.
- As hormonas são substâncias químicas produzidas pelas glândulas endócrinas. São transportadas pelo sangue até às células-alvo.
- A hipófise é uma glândula endócrina de extrema importância, pois produz hormonas responsáveis pelo funcionamento das outras glândulas.
- Os neurónios apresentam as propriedades de excitabilidade e condutibilidade. Podem ser sensitivos, associativos e motores.
- Ao longo da evolução dos animais, verifica-se uma maior complexidade na organização do sistema nervoso.
- Na hidra, o sistema nervoso é simples, constituído por células espalhadas pela superfície do corpo, formando uma rede difusa.

- A planária apresenta um par de gânglios nervosos situados na região anterior do corpo e dois cordos nervosos centrais e paralelos, de onde partem ramificações.
- Os anelídeos e os artrópodes apresentam uma fusão de gânglios, de onde parte um anel esofágico. Deste, parte um cordão nervoso central.
- Nos cordados, o sistema nervoso está organizado em sistema nervoso central, que inclui encéfalo e medula espinal, e sistema nervoso periférico, formado por nervos e gânglios.
- Os animais possuem estruturas que lhes permitem obter informações sobre as condições internas do corpo e do meio externo. Essas estruturas são os receptores sensoriais, localizados nos órgãos dos sentidos: olhos, ouvidos, pele, epitélio da língua e do nariz.
- A reprodução garante a sobrevivência das espécies. Pode ser assexuada (por gemulação, fragmentação, etc.).
- A reprodução sexuada ocorre com a participação de gâmetas.
- A embriologia é a ciência que estuda o período embrionário, que se inicia com a fecundação e que conduz à formação do embrião, terminando com o nascimento.
- No desenvolvimento embrionário, distinguem-se as seguintes fases: segmentação, gastrulação e organogénese.

  O destino dos folhetos embrionários é:
  - ectoderme – que origina o sistema nervoso, os órgãos dos sentidos e a epiderme;
  - mesoderme – que origina os ossos, os músculos, os sistemas circulatório, excretor, reprodutor e a derme;
  - endoderme – que origina o revestimento do tubo digestivo, as glândulas do tubo digestivo, o fígado, o pâncreas, o sistema respiratório e o revestimento da bexiga e da vagina.

Relaciona...

Os conhecimentos que adquiriste sobre o funcionamente do organismo com as medidas para uma vida mais saúdavel, tanto a nível individual, como da sociedade em geral.

Actividades

1. Indica as partes constituintes do ovo e a sua função.
   1.1 Enumera os tipos de ovo.
2. Quais são as fases do desenvolvimento embrionário?
3. Em que fase do desenvolvimento embrionário se forma o celoma?
4. O que significa «segmentação holoblástica igual»?
5. Quais são os anexos embrionários nos mamíferos?
   5.1 Indica a função de cada anexo embrionário.
6. Qual é o destino dos folhetos germinativos?

Ficha técnica
Título: *Pré-Universitário Biologia 12*
Editor: Longman Moçambique
Impressão e acabamentos: Creda Communications
N8795

Autoras:

Maria Amália Manjate



Licenciada em Ensino de Química e Biologia pela Faculdade de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Pedagógica. Foi professora no Liceu Polana (Maputo), na Escola Secundária da Liberdade (Maputo) e no Colégio Arco-Íris (Maputo).

Actualmente é professora na Escola Secundária Josina Machel (Maputo) e na Escola Nacional de Aeronáutica (Maputo). Frequenta o curso de Mestrado em Ensino de Biologia.

Maria Clara Rombe



Licenciada em Ensino de Biologia pela Universidade de Rostock, na Alemanha, e formada em Ensino de Biologia e Química pela Faculdade de Educação da UEM.

Leccionou em várias Escolas Secundárias, na cidade de Maputo e da Beira. Actualmente, é professora na Escola Secundária Josina Machel.

© Longman Moçambique, Lda.
Avenida 24 de Julho, n.º 776
Maputo, Moçambique

Reservados todos os direitos. É proibida a reprodução desta obra por qualquer meio (fotocópia, offset, fotografia, etc.) sem o consentimento prévio da Editora, abrangendo esta proibição o texto, a ilustração e o arranjo gráfico. A violação destas regras será passível de procedimento judicial, de acordo com o estipulado no Código dos Direitos de Autor, D.L. 4 de Fevereiro de 2001.

© Maputo – 2010 Longman Moçambique, Lda., 1.ª Edição

ISBN 9780636112605

Registado no INLD sob o número: 6887/RLIND/2010

Créditos fotográficos
www.dreamstime.com
Unidade 1 Abertura: Jubalharshaw19; Mopic. Pág. 19, fig. 17, Le-thuy Do. Pág. 23, fig. 18, Elena Scweitzer (clara de ovo), Dušan Zidar (gel para o cabelo), Maithepic (gelatina). Págs. 35–36, figs. 32–35, Drbass. **Unidade 2** Abertura: Dmitry Kurnyavko. Pág. 50, Curiosidades, Denis Slivka. Pág. 52, fig. 9, Yunxiang987. Pág. 57, fig. 12, Ali Mufti (esquerda), Clearviewstock (direita). Pág. 58, fig. 13, Kateleigh. Pág. 72, fig. 26, Pearljamfan75. Pág. 83, Erik1977 (estufa). **Unidade** 3 Abertura: Jose Manuel Gelpi Diaz (rapariga a escrever); Jason Stiff (rapaz a cantar); Paul Simcoek (rapaz a correr). Pág. 101, fig. 13A, Tracey Cox; fig. 13B, Jubalharshaw19; fig. 14, Legger. Pág. 104, fig. 16, Andreus. Pág. 115, fig. 25, Maryna Melnyk. Pág. 124, fig. 35, Tommy Schultz (peixes); Hot99 (peixe); Marco Lijoi (aves); Jose Benigno Balahadia (insectos); Johnny Lye (répteis); http://www.gallasphoto.cz/ (mamíferos); picstudio (anfíbios). Pág. 130, fig. 41, Oguzaral. Pág. 139, fig. 50, Sebastian Kaulitzki. Pág. 148, fig. 57, Legger. Pág. 149, fig. 58, Sofiia Kravchenko (gelado). Pág. 155, fig. 67, Dreamstime. Pág. 158, fig. 71, Andreus. Pág. 160, fig. 73, Andreus (aparelho reprodutor feminino); Oguzaral (ovário). Pág. 164, fig. 77, Guniita.
São também de www.dreamstime.com as fotografias da capa, bem como as imagens utilizadas no separador que acompanha este livro.

Todos os esforços foram feitos no sentido de se obter permissão para usar material com *copyright*.
Se involuntariamente utilizámos materiais com *copyright*, pedimos que nos informe de modo a podermos atribuir os créditos devidos.

SÍMBOLOS DA REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE

Bandeira



Emblema



Hino Nacional

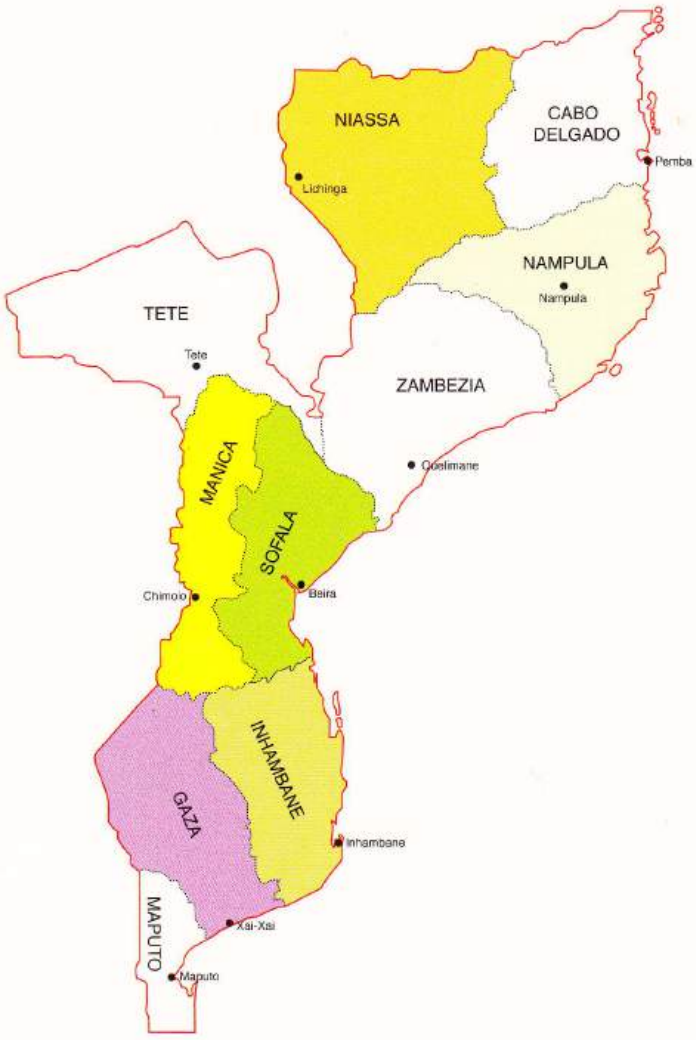
Pátria Amada

Na memória de África e do mundo
Pátria bela dos que ousaram lutar
Moçambique o teu nome é liberdade
O sol de Junho para sempre brilhará.

Coro
Moçambique nossa terra gloriosa
Pedra a pedra construindo o novo dia
Milhões de braços, uma só força
Ó pátria amada vamos vencer.

Povo unido do Rovuma ao Maputo
Colhe os frutos do combate pela paz
Cresce o sonho ondulado na Bandeira
E vai lavrando na certeza do amanhã.

Flores brotando no chão do teu suor
Pelos montes, pelos rios pelo mar
Nós juramos por ti, ó Moçambique.
Nenhum tirano nos irá escravizar.



ISBN 978-06361-126-0-5
9 780636 112605
Longman Moçambique