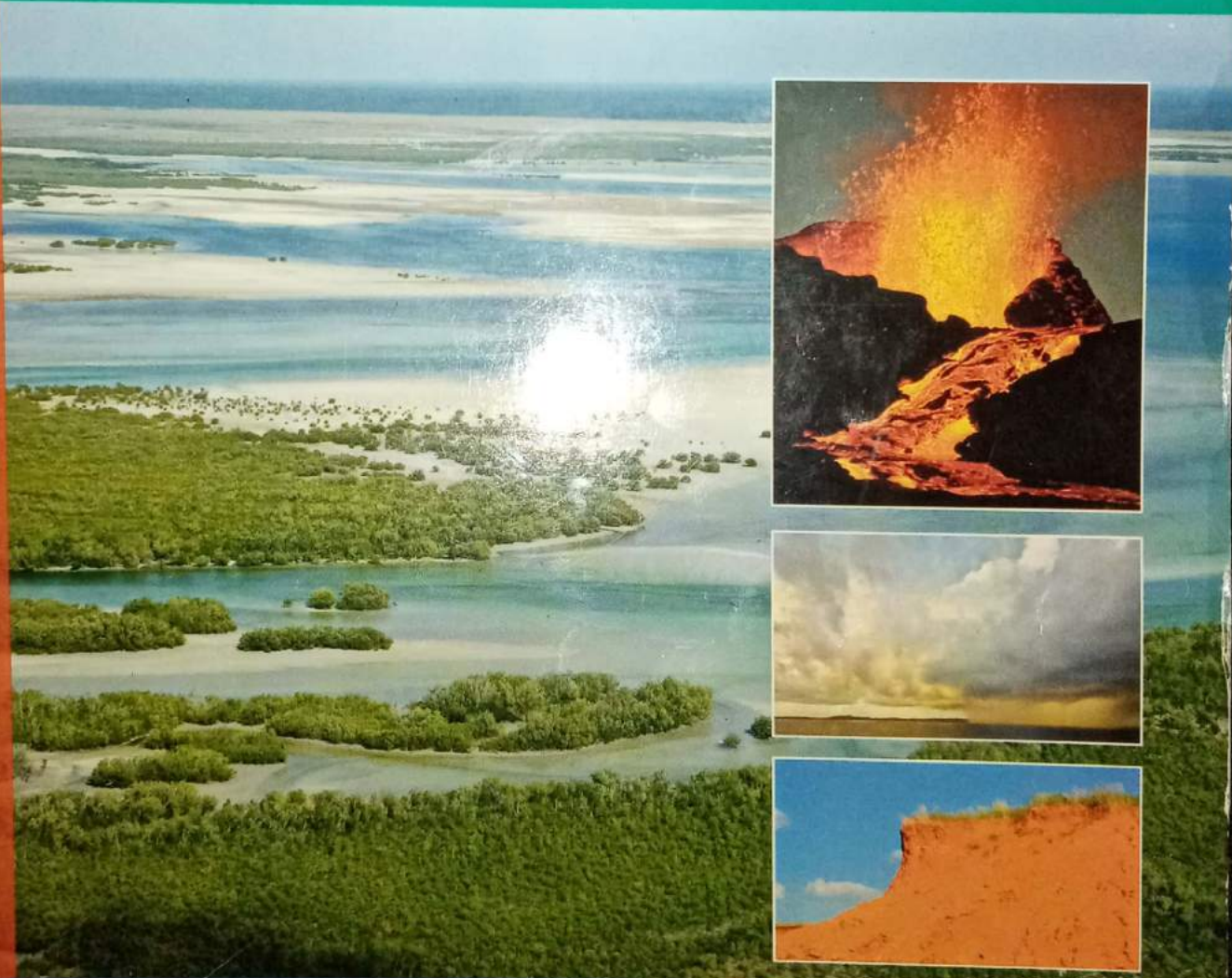


APROVADO PELO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

GEOGRAFIA

11

PRÉ-UNIVERSITÁRIO



Francisco Jorge Manso
Geraldo Cardoso Sotaria

OFERTA DE SEPARADOR
PARA REVISÃO



APRENDENDO SEMPRE

PEARSON

Francisco Jorge Manso
Geraldo Cardoso Sotaria

GEOGRAFIA

11



PRÉ-UNIVERSITÁRIO

Pearson Moçambique Limitada

Avenida 24 de Julho, n.º 776

Maputo, Moçambique

© Maputo – 2013 Pearson Moçambique, Lda., 1.ª Edição

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.

Título: *Pré-Universitário – Geografia 11*

ISBN 9780636097131

Registado no INLD sob o número: 6520/RLINLD/2010

Arranjo gráfico – capa: Mark Standley

Paginação: Melinda Stark; Chris Leo

Ilustração: Andre Plant; Bennie Kruger

Fotografias da capa: **Bigstock.com** – Nico Smit (paisagem costeira em Moçambique), Grondin Julien (vulcão em erupção), William Hanousek (nuvens sobre o mar), lilkar (solo).

1.ª Tiragem

Impressão e acabamentos: Clyson Printers

PEA26822 / SW10040

Autores:

Francisco Manso



Maputo, em 1993, actual UP (Universidade Pedagógica), e mestre em Ciências Aplicadas Licenciado em Ensino de História e Geografia pelo Instituto Superior Pedagógico de

na área de Gestão de Recursos Naturais, pela Universidade James Cook, em Townsville, Queensland (Austrália), em 2006. Leccionou as disciplinas de História e Geografia em estabelecimentos do Ensino Secundário e na Universidade Eduardo Mondlane, em Maputo. Foi Assistente Universitário no Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade Eduardo Mondlane, onde leccionou a disciplina de Biogeografia. Actualmente é Assistente Universitário no Departamento de Geografia da Universidade Pedagógica, em Maputo, leccionando as disciplinas da área de Geografia Física, Estudos Ambientais e Gestão Ambiental.

Geraldo Sotaria



Licenciado em Ensino de Geografia e História pela Universidade Pedagógica, em 2009. Foi professor nas escolas Primária Completa da Vila da Marinha – Maputo, Secundária de Lhanguene – Maputo, Comunitária Armando Emílio Guebuza – Maputo e Secundária da Machava-Sede – Matola, onde leccionou, respectivamente, as disciplinas de Ciências Sociais, Geografia e História. Actualmente é Assistente Estagiário na Universidade Pedagógica – Delegação da Beira.

Créditos fotográficos

Bigstock.com: P.12 evealudan (Fig. 5); P. 13 dinozaver; P. 15 AnnekaS; P. 16 AndreyLipko; P. 19 lenka (Fig. 13); P. 22 marzolino; P. 30 DorianaGrey; P. 33 clearviewstock; P. 34 Ian Martin Will (Fig. 7); P. 35 Candyman (Fig. 8); P. 39 deosum (Fig. 16); P. 40 juliebebb; P. 44 kavram (superior esq.), bendzhik (superior dir.), videowokart (centro); P. 51 Westa; P. 55 Blaz Kure; P. 68 ChrisDoDutch; P. 69 ikon8 (Fig. 34), kwest19 (Fig. 35); P. 70 iofoto.com (Fig. 37), pavel_klimenko (Fig. 38); P. 71 Minerva Studio; P. 75 Gary Andrews (Fig. 45 – esq.), Yarvet (Fig. 45 – dir.); P. 81 ssuaphoto; P. 87 szefei; P. 89 daveallenphoto (Fig. 58), Andrushko Galina (Fig. 59), flashxyz1 (Fig. 60); P. 91 flashxyz1 (Fig. 62), Patrick Poendl (Fig. 63 – esq.), jano (Fig. 63 – dir.); P. 93 kavram (Fig. 64 – esq.), dbajurin (Fig. 64 – dir.); P. 94 Jprescott (Fig. 65), kavram (Fig. 66); P. 96 thepompous (Fig. 67), dbj65 (Fig. 68); P. 98 pascalou95; P. 102 Jacek Kadaj (primeira), Checco (centro); P. 103 Biker Scout (Fig. 1 – esq.), zanskar (Fig. 1 – dir.); P. 104 jpcasais (Fig. 2 – esq.), khrizmo (Fig. 2 – dir.), pancaketom (Fig. 3 – esq.); P. 118 Daniel Prudek (Fig. 17 – cima), dzain (Fig. 17 – baixo); P. 125 tank_bmb (Fig. 29); P. 126 GoodOlga (Fig. 31), warrengoldswain (Fig. 32); P. 133 Petrichuk; P. 137 debstheleo (Fig. 48), longlens (Fig. 49); P. 142 HappyAlex; P. 150 Mi.Ti.; P. 153 Serge Bikhunenko; P. 156 MarkMh (Fig. 9); P. 160 slon; P. 164 pjworldtour; P. 169 Vladimir Zhuravlev; P. 171 PhotoSVETdreamS (Fig. 15); P. 172 Tashka (Fig. 17); P. 173 ClimberJK; P. 175 Cheschhh; P. 187 alptraum. **Domínio público:** P. 10 (todas); P. 19 (Figs. 11 e 12); P. 20; P. 21; P. 23; P. 24 (ambas). **Dreamstime.com:** P. 8 Joanne Zh; P. 14 Svanhorn4245; P. 25 Joanne Zh; P. 34 Patrimonio (Fig. 5), Dmitryp (Fig. 6); P. 35 Gregsi (Fig. 9); P. 46 Epantha (Fig. 2), Route66 (Fig. 3); P. 59 Connect1 (Fig. 18); P. 80 Pg-images; P. 102 Diomedes66 (última); P. 104 Rosedarc (Fig. 3 – dir.); P. 121 Andreus (Fig. 21 – dir.); P. 125 Vulkanette (Fig. 30); P. 132 Gorshkov13; P. 156 Emicristea (Fig. 8); P. 171 Aimvbaenr (Fig. 14); P. 172 Hugoht (Fig. 16); P. 174 Krasphoto (Fig. 19), Brodogg1313 (Fig. 20); P. 176 Tschudi; P. 182 Oriontrail (Fig. 33). **Getty Images:** P. 12 Win-Iniciative (Fig. 6). **Istock.com:** P. 59 DaiPhoto (Fig. 19); P. 121 jamesbenet (Fig. 21 – esq.); P. 182 freie-kreation (Fig. 32). **Photospin:** P. 44 Susan Leverty (última). **TSGT Cary Humphries:** P. 167 (Fig. 10).

Os créditos relativos a fontes textuais encontram-se inseridos nos locais respectivos no interior do 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, entre os quais artigos científicos, manuais e livros.

Introdução

Ao aluno

Elaborámos o livro *Pré-Universitário – Geografia 11* com a preocupação de que este te pudesse ajudar e agradar.

O livro está dividido em seis unidades temáticas, nas quais poderás encontrar os objectivos da unidade, textos informativos, imagens, mapas, quadros, gráficos e esquemas explicativos e exemplificativos, assim como actividades práticas para aplicação de conhecimentos, resumos, fichas de avaliação e fichas de trabalho de campo. Terás, portanto, oportunidade, em cada tema, de fazer a aprendizagem recorrendo a uma série de actividades diversificadas, de exercitação ou mesmo de carácter investigativo.

Assim, poderás:

- fazer as tuas próprias descobertas;
- realizar trabalhos para aplicares os conhecimentos adquiridos;
- desenvolver o espírito de colaboração, quando investigares em pequenos grupos;
- cultivar a tua autonomia, ao procurares respostas para os muitos porquês que te irão surgir;
- fazer uma auto-avaliação, resolvendo os exercícios que te são propostos;
- aprimorar o vocabulário da disciplina a partir da consulta permanente do glossário constante no fim do livro.

Todavia, não te podes esquecer que o teu êxito na disciplina dependerá, muito particularmente, da entrega e, sobretudo, do entusiasmo que puseres em todas as tuas atitudes.

Ao professor

Este livro foi elaborado com base nas exigências do novo programa, procurando conciliar uma série de competências que se concretizam num conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, permitindo ao aluno preparar-se para a vida e, assim, integrar-se no mundo do trabalho, numa economia globalizada cada vez mais moderna e competitiva.

O método utilizado em cada unidade temática assenta, fundamentalmente, na observação e na reflexão. A observação do meio circundante e mais próximo do aluno permite-lhe a tomada de consciência do espaço que o rodeia e o desenvolvimento de uma atitude preventiva e de defesa do ambiente.

Recorre-se, igualmente, a imagens, mapas, quadros, gráficos e esquemas, possibilitando o conhecimento de realidades geográficas distantes.

A realização de exercícios, sob a forma de actividades ou de fichas de trabalho de campo, permite desenvolver a capacidade de observação e consolidar os conhecimentos adquiridos no decurso das aulas, tendo por base a apreensão da realidade mais próxima do aluno.

Procurou utilizar-se uma linguagem simples, mas não demasiado elementar, para que o aluno adquira um vocabulário adequado à disciplina, cada vez mais rico e diversificado.

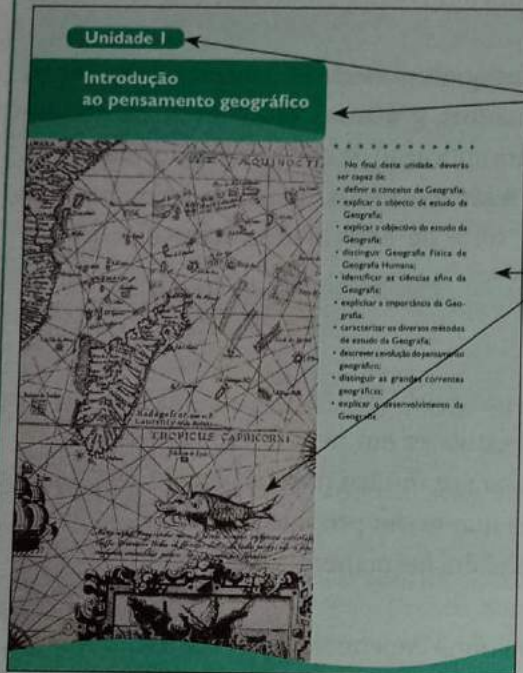
Este livro é, pois, um instrumento de trabalho com inúmeras possibilidades de exploração dentro e fora da sala de aula, que o aluno pode percorrer com prazer e sem risco de se perder.

Finalmente, desejamos a todos uma frutuosa viagem pelo mundo da Geografia Física.

Os Autores

Estrutura do Livro

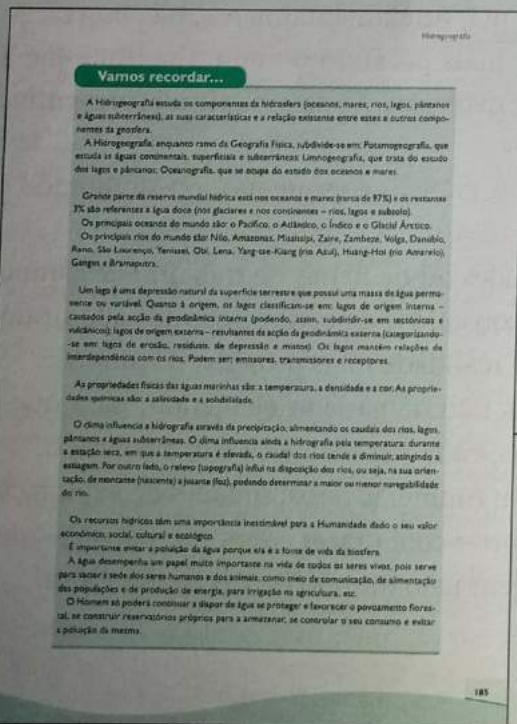
O livro do aluno Geografia para a 11.^a classe é composto por seis unidades didácticas, apresentando a seguinte estrutura:



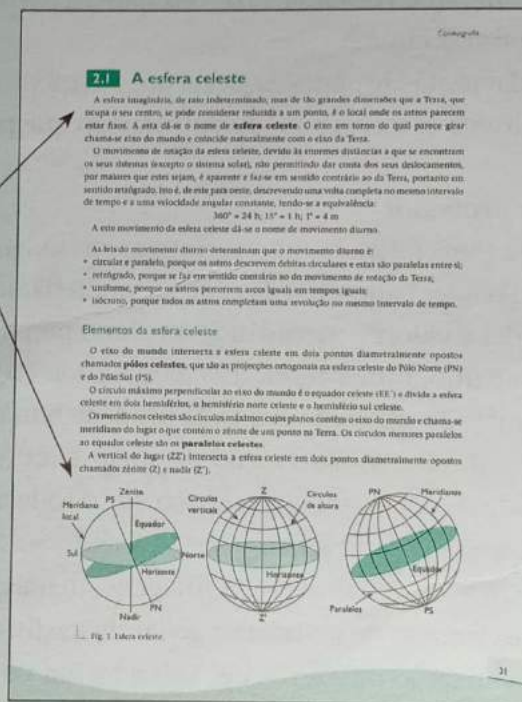
Indicação da unidade e do tema

Indicação dos objectivos da unidade, para ajudar a medir o sucesso do trabalho realizado em cada unidade, e imagem motivadora

Textos informativos, apoiados por imagens, quadros, gráficos, esquemas e mapas, assim como actividades para exercitação



Vamos recordar...
Resumo da matéria estudada na unidade



Ficha de avaliação
 Questionários, exercícios
 de escolha múltipla, etc.,
 permitindo verificar
 a aquisição dos
 conhecimentos

Trabalho de campo

1. Na companhia do professor de Geografia, procura conhecer as rochas de região onde vives. Para tal, faz uma recolha de amostras de rochas em locais previamente identificados.

Colheita de amostras de rochas

Local: escavações, estradas em construção, pedreiras, livrais, afloramentos naturais.
 Material: martelo (de preferência do tipo usado pelos geólogos), escoplo, bloco de notas, folhas de papel, caneta e sacola.

Procedimentos:

- Regista, no bloco de notas, a localização das rochas e o modo como elas se apresentam.
- Tenta arranjar amostras pequenas, utilizando, se necessário, o martelo e o escoplo. Colhe o material esmagado necessário, de modo a contribuir para a conservação da natureza.
- Embrulha cada amostra em papel branco e regista nela a data e o local de colheita.

Observação das amostras colhidas

Material: amostras de rochas, lupa, ácido clorídrico, vareta.

Procedimentos:

- Investiga, em cada uma das amostras, com o tacto, o olhar e a vista, e utilizando a lupa, as propriedades indicadas na coluna A do quadro seguinte.
- Para cada propriedade, compara a tua amostra com os exemplos da coluna B.
- Faz o registo das propriedades observadas em cada amostra de rocha, preenchendo os espaços respectivos na coluna C.

A	B	C
Algumas propriedades das rochas	Exemplos de rochas para comparação	Amostras de rochas
Coesão - se a rocha é fragmentada por golpes fortes (não coarctada) ou por grandes unidades (movimento)	Mão coarctada	Coesão
Com aspecto maciço ou laminado	Laminada	Mármore
Cor - apresenta uma predominância a dar ideia de tonalidade quando observada a uma certa distância	Branca	Granito
Duro - facilmente ou não facilmente riscável com a unha	Riscável com a unha	Mármore/Quartzito
Quero - com cheiro ou sem cheiro a bário quando batido	Batido	Quartzito
Reacção tipo ácido - se faz ou não observando a reacção colada sobre na presença do professor	For efervescente	Mármore/Quartzito
Tactura - com tactura rugosa a lisa ou com outras qualidades	Cristalinos	Sem tactura visível

Glossário,
 permitindo a
 assimilação do
 vocabulário mais
 importante em cada
 unidade

Ficha de avaliação

- Realiza os trabalhos de observação e interpretação.
- Realiza a alteração sobre o tipo de lago.
- Identifica e explica que tecnologia cada alteração:
 - As bacias hidrográficas alteradas com maior probabilidade de ocorrerem são:
 - a bacia do Tejo;
 - a bacia do Douro;
 - a bacia do Alentejo;
 - a bacia do Algarve.
 - As maiores áreas irrigadas podem ser encontradas em:
 - o Alentejo de terras baixadas em planície pelo rio Sado;
 - o vale profundo pela ligação do rio principal a um aflúvio no período normal das cheias;
 - o Alentejo de terras baixadas que se formou no topo das colinas quando o nível do lago baixou;
 - um estreito vauca de um rio principal a um aflúvio formado pelo rio principal de montanha.
- Faz o teu relatório por perfil de eixo longitudinal de um rio.
 - Diferencia o perfil transversal e o perfil longitudinal de um rio.
 - Define bacia hidrográfica.
 - o perfil de um rio e o relevo das vertentes de um rio podem ser:
 - convexas e côncavas;
 - convexas e côncavas;
 - convexas e côncavas;
 - convexas e côncavas.
 - Relaciona a um tipo geográfico, identifica os principais rios de regão do Alentejo (Alentejo) e do rio principal, indicando as principais características geográficas principais de cada região.
 - Explica os acidentes observados pelos rios.
- Realiza o teu relatório sobre os tipos de lago estudados. Diferencia cada um dos tipos, dando exemplos.
- As lagoas salgadas encontram-se em diversas regiões, apresentando diferenças relativamente importantes.
- Faz o teu relatório sobre os tipos de lago para o teu relatório de trabalho de campo.
- Indica as medidas necessárias à proteção dos recursos hídricos.

Ficha de trabalho de campo,
 estimulando a realização de
 actividades de carácter investigativo
 a partir dos conteúdos abordados

Glossário

- Abrindo** - Forma de erro na medicina e designa-se a tentativa de acção de um erro e de um erro.
- Acumulação** - Deposição de materiais arrastados por água corrente, água do mar e do vento, glaciares, colinas e ventos.
- Abutido** - Área terra, argila, todos depositados em determinado lugar pela acção das águas. Podem classificar-se em abutidos fluídicos e marítimos.
- Antroposfera** - Conjunto de elementos físicos, químicos e biológicos (solo, atmosfera, clima, água e os organismos orgânicos vivos) e sua interacção com os factores económicos, sociais e culturais, no que afectam as actividades e a vida das sociedades humanas no Terra.
- Charnozem** - Forma de origem aluvial que designa um determinado tipo de solo bem negro e profundo, mais em matéria orgânica.
- CIT** - É uma lista de coordenadas de localização no exatidão, para lista sobre o estado e movimento anual referente ao SMI.
- Clima** - É o conjunto dos vários estados de tempo ocorridos num mesmo lugar durante um período de tempo longo, geralmente de 30 anos.
- Climatologia** - Estudo dos climas na sua especificidade, como, por exemplo, os seus caracteres locais e a sua relação com os seus fundamentos e aspectos naturais.
- Colúmbio** - Depósitos laminares de fragmentos de rocha e de materiais do solo acumulados no local de erosão relativamente reduzida, por acção da força da gravidade.
- Conservação** - É a preservação ou manutenção planeada e de um estado das recursos naturais numa base sustentável, isto é, garante no período e utilização racional da flora, da fauna e dos ecossistemas para o melhoramento das condições de vida da Humanidade.
- Decomposição** - Acção da matéria orgânica e compostos para simples substâncias e separação de partículas elementares de um corpo.
- Depredação ambiental** - É a alteração severa das características do ambiente e meio, entre outras, a poluição, a desertificação, a erosão e a desertificação.
- Depressão** - Forma de relevo elevada e de dimensões variadas, geralmente abaixo do nível médio das águas do mar.
- Desagregação** - Separação mecânica dos elementos de um corpo constituído por diferentes materiais.
- Desagregação esológica** - Separação de elementos devido ao componente do solo esolítico diferencial, pode ocorrer de forma natural ou ser provocada pela acção do homem.
- Ecossistemas terrestres** - Complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais e de microorganismos e o seu meio ambiente, que interage como uma unidade funcional.

Este livro inclui ainda um prático separador, com informação útil para o aluno.

Índice

	Pág.
Unidade 1 Introdução ao pensamento geográfico	8
1.1 Conceito, princípios, objecto e objectivos da Geografia	9
1.2 Divisões da Geografia	12
1.3 Posição da Geografia no contexto das ciências	13
1.4 Importância e aplicação da Geografia	14
1.5 Os métodos da Geografia	15
1.6 A evolução do pensamento geográfico	17
1.7 As grandes correntes geográficas	26
Ficha de avaliação	28
Trabalho de campo	29
Unidade 2 Cosmografia	30
2.1 A esfera celeste	31
2.2 O sistema solar: o Sol e os planetas	35
2.3 A Terra: forma, dimensão e seus movimentos	35
Ficha de avaliação	42
Trabalho de campo	43
Unidade 3 O ambiente bioclimático	44
3.1 O conceito de ambiente bioclimático	45
3.2 Evolução do conhecimento científico da atmosfera	46
3.3 Estrutura e composição da atmosfera	47
3.4 Equilíbrio térmico da Terra	52
3.5 Circulação geral da atmosfera	59
3.6 Massas de ar e seu dinamismo	66
3.7 Humidade atmosférica	68
3.8 Formas de precipitação atmosférica	70
3.9 Ciclo da água: processos e importância	74
3.10 Tempo e clima	75
3.11 Distribuição geográfica das regiões bioclimáticas	84
3.12 Importância da protecção e conservação dos recursos bioclimáticos	98
Ficha de avaliação	100
Trabalho de campo	101
Unidade 4 Geomorfologia	102
4.1 Definição de Geologia e de Geomorfologia	103
4.2 Rochas	105

	Pág.
4.3	A estrutura interna da Terra 106
4.4	Migração dos continentes 111
4.5	Acção dos agentes da geodinâmica interna na construção do relevo 115
4.5.1	Movimentos tectónicos 115
4.5.2	Sismos 119
4.5.3	Vulcanismo 124
4.6	Acção dos agentes da geodinâmica externa na construção do relevo 129
4.6.1	Meteorização 129
4.6.2	Deslocamentos de terra por acção da gravidade 131
4.6.3	A acção do mar 138
4.7	Características do relevo nas diferentes regiões bioclimáticas 140
4.8	O ciclo geológico 141
4.9	Importância do relevo 143
	Ficha de avaliação 145
	Trabalho de campo 148
<hr/>	
Unidade 5 Pedogeografia	150
5.1	Os conceitos de Pedogeografia e de solo 151
5.2	Formação e estrutura do solo 151
5.3	Factores que influenciam a formação do solo 152
5.4	Evolução de um solo 153
5.5	Classificação dos solos 154
5.6	Distribuição geográfica dos solos 155
5.7	Importância, defesa e conservação dos solos 156
	Ficha de avaliação 158
	Trabalho de campo 159
<hr/>	
Unidade 6 Hidrogeografia	160
6.1	Conceito de Hidrogeografia 161
6.2	Rios 174
6.3	Lagos 178
6.4	Oceanos e mares 184
6.5	Importância da hidrosfera 184
6.6	Defesa e conservação da hidrosfera 186
	Ficha de avaliação 187
	Trabalho de campo 188
Glossário	191
Bibliografia	192
Índice Remissivo	

Unidade I

Introdução ao pensamento geográfico



No final desta unidade, deverás ser capaz de:

- definir o conceito de Geografia;
- explicar o objecto de estudo da Geografia;
- explicar o objectivo do estudo da Geografia;
- distinguir Geografia Física de Geografia Humana;
- identificar as ciências afins da Geografia;
- explicitar a importância da Geografia;
- caracterizar os diversos métodos de estudo da Geografia;
- descrever a evolução do pensamento geográfico;
- distinguir as grandes correntes geográficas;
- explicar o desenvolvimento da Geografia.

1.1 Conceito, princípios, objecto e objectivos da Geografia

O que é a Geografia? O que estuda? Quais os seus objectivos?

As respostas a estas questões não são fáceis de encontrar, embora a Geografia seja uma ciência com um percurso histórico muito antigo.

O conceito de Geografia

«Geografia» é um termo que, certamente, associas a um vasto e diversificado mundo que faz parte da tua experiência de vida: o lugar onde vives e outros lugares mais distantes, que conheces, ou não, através de imagens, reportagens televisivas ou descrições. Em tais locais existem inúmeros aspectos que prendem a tua atenção, como: planícies, montanhas, rios, praias, dunas, entre outros objectos geográficos.

A primeira definição de «geografia» remonta aos Gregos da Antiguidade Clássica. Etimologicamente, o termo «geografia» provém das palavras gregas «Geo», que significa «Terra», e «graphia», que significa «descrição». Isto significa que a Geografia é a ciência que descreve os fenómenos que ocorrem na superfície da Terra.

Um dos principais geógrafos da Antiguidade foi Estrabão, um grego, que na sua obra *Geografia* fez uma pormenorizada descrição geográfica do mundo conhecido.

Ao longo dos tempos, a própria geografia, enquanto ciência, foi evoluindo e, assim, foram também sendo desenvolvidas e adoptadas várias definições para esta ciência. Vejamos duas delas:

Geografia é a ciência do espaço que estuda as relações entre o meio e os diferentes fenómenos físicos, económicos e sociais que nele ocorrem, de modo a compreender como se distribuem e como se modifica o espaço construído pelo Homem.

Idalina Leite, *Geografia - 12.º Ano*, Porto, Edições ASA, 1983.

A Geografia tenta compreender como nascem as distribuições complexas das coisas e dos seres vivos. Para analisar é preciso, antes de mais, saber descrevê-las, compreender os aspectos de que se revestem e pôr em evidência os laços e as relações que as produzem.

Paul Claval, *História da Geografia*, Lisboa, Edições 70, 2007.

A Geografia ocupa-se, assim, do estudo dos fenómenos que ocorrem na superfície da Terra, sejam eles naturais ou humanos. Porém, esses fenómenos não são estudados apenas enquanto tal, e enquanto acontecimentos isolados. É estudada não só a sua localização e distribuição espacial, mas também o modo como os diferentes fenómenos se relacionam uns com os outros e a reciprocidade que se pode estabelecer entre eles. Estudam-se locais, regiões, ambientes – no fundo, estuda-se a relação que se estabelece entre o ser humano e o meio natural onde este se insere. Mas tendo sempre como pano de fundo a superfície da Terra e todas as variações que nela ocorrem, de modo a que se possa descrevê-la e interpretá-la de uma forma rigorosa e científica.

A Geografia como ciência

Não existe nenhuma disciplina científica cujo conceito tenha variado tanto ao longo dos tempos como a Geografia, apesar de sempre ter mantido o seu objecto de estudo – a superfície da Terra. Na Antiguidade Clássica, a Geografia era vista como um simples catálogo de lugares, traçado de itinerários de terras conquistadas na época dos Romanos, espelho mágico do mundo no período dos grandes Descobrimentos. Entretanto, a Geografia converteu-se numa disciplina complexa, enciclopédica e universal como as demais ciências.

Foi graças ao contributo de ilustres cientistas da Escola Alemã, como Alexandre von Humboldt (1769-1859) e Karl Ritter (1779-1859), que a Geografia adquiriu os seus princípios, tornando-se assim uma ciência explicativa e não meramente descritiva.

Ao longo dos tempos, a Geografia, mais do que em extensão, cresceu e desenvolveu-se em profundidade, por forma a penetrar e compreender melhor a essência dos fenómenos terrestres. De facto, na actualidade, o grande poder desta ciência reside na sua capacidade de localizar com precisão, de explicar e de correlacionar os fenómenos naturais e humanos que ocorrem na superfície terrestre. A Geografia moderna veio, pois, melhorar e ampliar a percepção da humanidade sobre factos e fenómenos geográficos.

Princípios da Geografia

O carácter científico da Geografia decorre da existência e da aplicabilidade dos seus princípios, que são os seguintes:

- **extensão** – este princípio advoga que o geógrafo, ao estudar um facto geográfico ou uma área, deve, antes de tudo, proceder à sua localização e delimitação, utilizando, para o efeito, os recursos da cartografia (Frederico Ratzel);
- **analogia** – é o princípio que refere que uma dada área, uma vez delimitada e observada pelo geógrafo, deverá em seguida ser comparada com outras áreas com vista a encontrar diferenças e semelhanças (Karl Ritter e Vidal de la Blache);
- **causalidade** – é o princípio que advoga que, na procura da explicação dos fenómenos, o geógrafo deve procurar as causas dos factos observados (Alexandre von Humboldt);
- **conexão ou interacção** – este princípio defende que os factores físicos e humanos nunca agem isoladamente (Jean Brunhes);
- **actividade** – é o princípio segundo o qual a paisagem possui um carácter sempre dinâmico (Jean Brunhes).



..... Fig. 1 Alexandre von Humboldt.



..... Fig. 2 Karl Ritter.



..... Fig. 3 Frederico Ratzel.



..... Fig. 4 Vidal de la Blache.

O objecto de estudo da Geografia

Para facilitar a compreensão do objecto de estudo da Geografia, é conveniente, antes de mais, que se comece por definir «objecto de estudo».

Assim, o objecto de estudo é o assunto de que uma ciência se ocupa. É o seu **campo de investigação**. É ainda o conjunto de problemas sobre os quais uma área de conhecimento se debruça. No caso da ciência geográfica, o **espaço** foi e continua a ser o objecto central de estudo.

«Um espaço que a análise sistémica pretende que seja visto como um todo, onde interagem fenómenos diversos que é preciso identificar e compreender; um espaço que resultou de uma longa evolução da humanidade e que, por isso, é um produto social em que as forças produtivas comandam a sua estruturação.»

Idalina Leite, *Geografia – 12.º Ano*, Porto, Edições ASA, 1983.

«Portanto, o campo de acção da Geografia é o espaço onde vivem homens e mulheres, o qual está em permanente (re)construção. Indústrias, cidades, agricultura, rios, solos, climas, populações e muitos outros elementos constituem o espaço geográfico, isto é, o meio ou a realidade material onde a humanidade vive.»

José William Vesentini, *Geografia: Natureza e Sociedade*, 3.ª ed., São Paulo, Contexto, 1992.
(www.editoracontexto.com.br)

Tudo neste espaço depende da interconexão entre a Natureza e o ser humano. A Natureza é a fonte e a base de sustentação material e espiritual das sociedades e é sobre esta que recai toda a actividade humana. Os recursos naturais (como a água, a madeira, o petróleo, o ferro e a argila, entre outros) e todas as outras «coisas» existentes nada mais são do que aspectos da Natureza.

Contudo, a acção do Homem reelabora e transforma os elementos naturais e o ambiente ao fabricar plásticos a partir de petróleo, ao construir represas e centrais hidroeléctricas, ao fazer aterros em zonas húmidas para edificar cidades e ao inventar meios de transporte e de comunicação para encurtar as distâncias.

Assim, o espaço geográfico não é apenas a «morada» da sociedade humana, mas, principalmente, uma realidade que a cada momento sofre a influência antropogénica, isto é, a sua transformação devido à acção humana.

Os objectivos da Geografia

O propósito da Geografia é, pois, estudar a superfície terrestre, a distribuição espacial e as relações recíprocas entre os fenómenos físicos, biológicos e sociais que nela ocorrem. A Geografia comporta três objectivos principais:

- a compreensão das características particulares de determinada região, destacando os relacionamentos e a integração de diversos fenómenos (geológicos, climáticos, históricos, políticos, económicos, sociológicos, etc.) num quadro de unidade local ou regional;
- a compreensão da relação entre o Homem e o meio, realçando, quer a influência do meio sobre o Homem, quer o impacto deste sobre o meio (Ecologia);
- a explicação dos aspectos sistemáticos de localização e interacção espacial, ou seja, a explicação de como se estrutura o espaço físico, de como o Homem se organiza socialmente no espaço e de como muda a concepção do espaço e a sua utilização.

1.2 Divisões da Geografia

Foi anteriormente mencionado que, etimologicamente, «Geografia» significa «descrição da Terra». Desde a Antiguidade Clássica, esta ciência seguiu duas orientações diferentes, a saber:

- por um lado, optou por uma orientação matemática, através da localização exacta dos lugares e da sua representação em mapas;
- por outro, escolheu uma linha descritiva, devido às características específicas de cada local.

Mais recentemente, a Geografia, no que diz respeito ao seu campo de investigação, dividiu-se em Geografia Regional e Geografia Geral. Enquanto a Geografia Geral procura o que há de regular e permanente nos factos terrestres, explicando-os e relacionando-os entre si, a Geografia Regional procura explicar esses mesmos relacionamentos mas a um nível mais local.

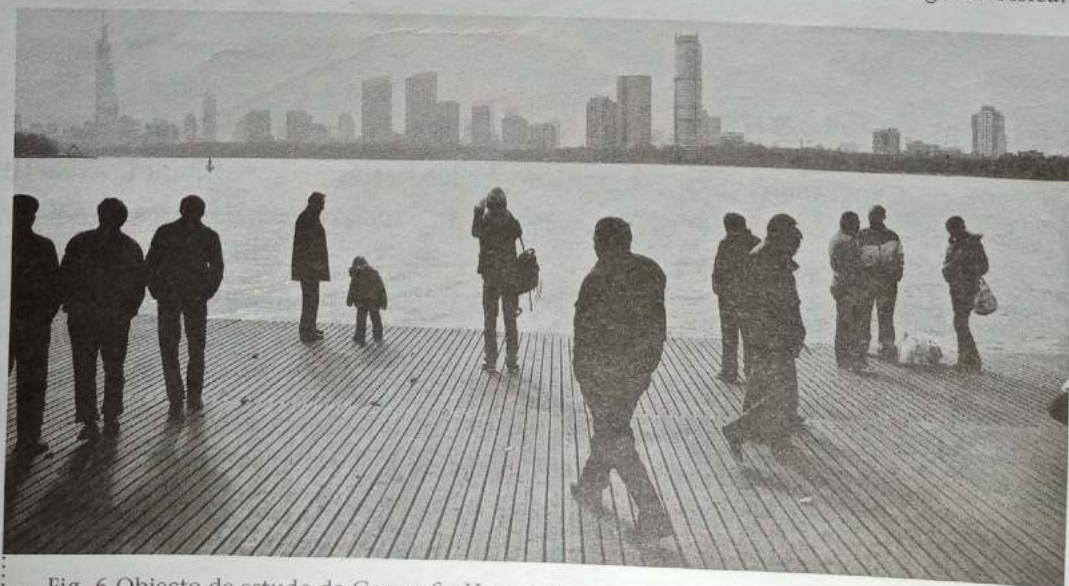
A Geografia Geral pode ser subdividida em:

- **Geografia Física** – estuda o clima, a hidrografia, o relevo e sua formação, os solos e os organismos vivos (animais e plantas);
- **Geografia Humana** – estuda a distribuição e inter-relação dos fenómenos humanos na superfície do globo, nomeadamente as actividades económicas da população, a organização política do espaço, a distribuição da população, o crescimento das cidades e os habitats rurais e urbanos. Assim, a Geografia Humana subdivide-se, por sua vez, em Geografia Económica, Geografia Política, Geografia Histórica, Geografia Urbana, Demografia e Geografia Cultural.

A Geografia assume, deste modo, uma dimensão interdisciplinar, pois envolve outras ciências (Geologia, Biologia, Ecologia, Matemática, Química, Física, História, entre outras), no que se refere à interpretação e ao conhecimento do espaço envolvente, dos seus processos e relações. Até a divisão entre Geografia Física e Geografia Humana se torna questionável, pois as relações humanas interferem no espaço e vice-versa.



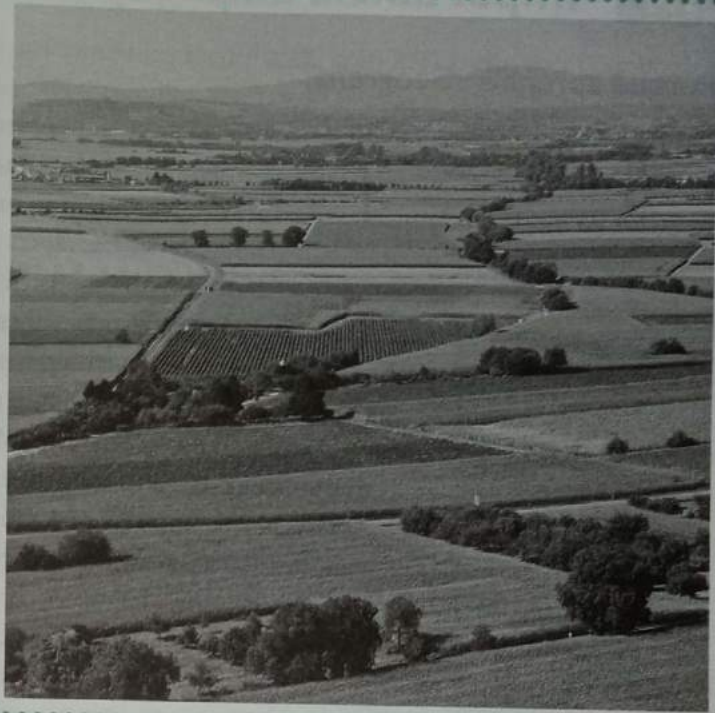
..... Fig. 5 Objecto de estudo da Geografia Física.



..... Fig. 6 Objecto de estudo da Geografia Humana.

Actividades

1. Explica o sentido etimológico da palavra «Geografia».
2. Identifica os principais ramos da Geografia.
3. Observa a figura apresentada à direita.
 - 3.1 Indica um elemento físico e um elemento humano.
 - 3.2 Descreve os elementos identificados na questão anterior.
 - 3.3 Identifica que relações existem entre os dois elementos que escolheste.



1.3 Posição da Geografia no contexto das ciências

A diversidade de definições de Geografia, anteriormente referidas, dificulta o seu posicionamento no contexto das ciências.

A usual separação das áreas do conhecimento em ciências físicas, ciências biológicas e ciências sociais acaba por não ter o resultado esperado – criar uma classificação na qual cada disciplina se «encaixe». O que acontece é que muitas disciplinas não são estanques e tocam em várias destas áreas do conhecimento, fazendo com que a sua colocação dentro desta classificação nem sempre seja fácil nem imediata.

Para outras ciências, a Geografia é uma ciência da encruzilhada, que se preocupa em estudar conteúdos e descobertas já analisados por outras ciências.

Então, o que confere à Geografia a peculiaridade e a originalidade que a distingue das outras ciências?

- É a capacidade que a Geografia tem de localizar com precisão, de delimitar e de correlacionar os fenómenos naturais e culturais que acontecem na superfície terrestre.
- É o facto de esta disciplina ter melhorado a percepção dos homens, criando novas perspectivas de conhecimento de factos e fenómenos.
- Finalmente, é o facto de a Geografia ocupar a posição central e de intersecção entre as outras ciências.

1.4 Importância e aplicação da Geografia

Porquê aprender Geografia?

A Geografia é a ciência da organização do espaço, pois estuda a Natureza e os seus recursos e a acção do Homem sobre esta. Por intermédio da Geografia, o Homem é capaz de compreender os factos de modo a cumprir o seu papel de cidadão neste mundo complexo, contraditório e em constante mutação.

A Geografia permite-nos compreender o nosso papel enquanto agentes de transformação da sociedade. Observando a nossa aldeia, o nosso bairro, a nossa cidade, o mundo em que vivemos, notaremos que existem problemas que são comuns a todo o nosso país, como, por exemplo: a falta de habitações, a redução das oportunidades de emprego, a dificuldade de acesso à educação, o desmatamento e a ocupação de terras marginais ou de áreas ambientais que deveriam ser preservadas.

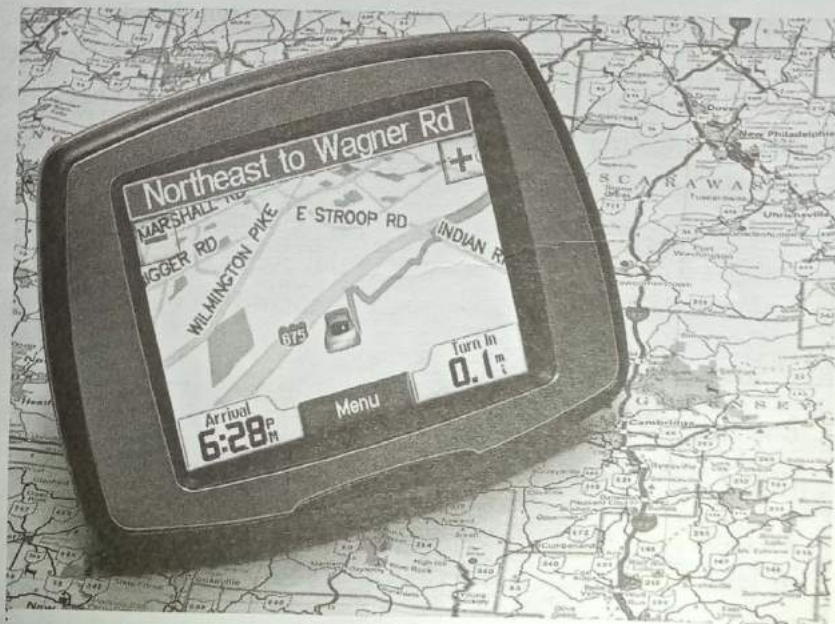
É perante estes problemas que a Geografia se torna uma importante ferramenta para reflexão e compreensão dos factos naturais, bem como dos que são originados pelo Homem no espaço em que está inserido. Esta ciência permite-nos ser agentes de transformação da sociedade, partindo da compreensão do mundo em que vivemos.

A Geografia tem um vasto campo de aplicação, particularmente no que diz respeito ao planeamento urbano, na área das geotecnologias (Sistemas de Informação Geográfica e *Remote Sensing*), na área da economia, da saúde, entre várias outras.

A velocidade a que é transmitida uma grande quantidade de informação pelos meios de comunicação não permite acompanhar e entender as mudanças e os factos ou fenómenos que ocorrem no planeta Terra se não possuímos conhecimentos geográficos.

Por isso, compreender o modo como o espaço geográfico está organizado e as modificações operadas nesse mesmo espaço é indispensável para a formação de cidadãos conscientes e críticos dos problemas que afectam o mundo em que vivem.

A Geografia é útil na leitura e compreensão do mundo que nos rodeia e, por conseguinte, somos chamados a participar na criação de propostas de soluções para problemas existentes no nosso meio circundante, no nosso bairro, na nossa cidade, na nossa região, no nosso país e no mundo em que vivemos. Ao estudar Geografia, aprendemos a compreender o mundo em que vivemos, preparando-nos para o exercício pleno da cidadania, com consciência e sabedoria, por forma a construir um mundo mais ético e menos desigual.



..... Fig. 7 Os GPS permitem a localização em qualquer ponto do globo e são modernas aplicações da Geografia.

1.5 Os métodos da Geografia

Desde que se tornou uma ciência autónoma no século XIX, com Alexandre von Humboldt e Karl Ritter, a Geografia tem passado por diferentes formas de pensar o seu objecto de estudo, bem como os seus métodos de apreensão da realidade. Assim, a compreensão do conceito de método em Geografia está sempre intimamente ligada ao entendimento do seu significado.

Afinal, o que é o método?

O método é definido como um conjunto de processos que permitem a compreensão e a explicação do que se pretende conhecer, ou seja, do objecto. O que a Geografia procura conhecer e interpretar é o espaço (fenómenos, factos e acidentes geográficos); o método é a via, o caminho, ou a forma que os geógrafos encontraram para perceber e explicar o seu objecto (o espaço).

A Geografia é uma ciência de observação e, por conseguinte, são vários os métodos que esta utiliza para estudar, descrever e interpretar o seu objecto de estudo.

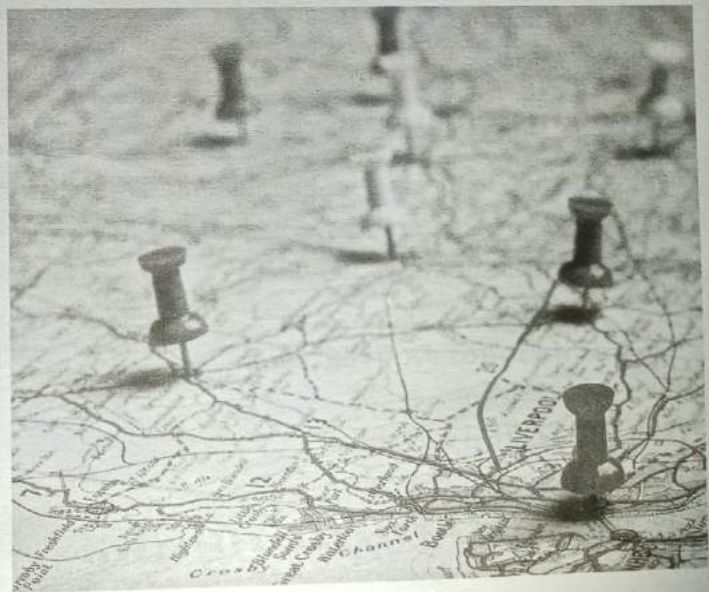
Alguns dos principais métodos usados são os que a seguir se apresentam: o método da observação, o método descritivo, o método cartográfico, o método comparativo e o método matemático.

Os principais métodos da Geografia

Método de observação

Este método subdivide-se em:

- **observação directa** – consiste na visualização, no local, dos fenómenos, objectos, factos ou acidentes geográficos. É um método com grandes virtudes pois permite o contacto directo entre o observador e o facto geográfico que se deseja estudar (daí que as excursões geográficas e as visitas de estudo se revelem excelentes momentos para pôr em prática este método);
- **observação indirecta** – é um método frequentemente utilizado na sala de aula, quando se pretende apresentar uma explicação indirecta de fenómenos e factos geográficos através do uso de fotografias, gravuras, globos, atlas geográficos, mapas, imagens, tabelas, quadros, filmes e diapo-sitivos, entre outros materiais ilustrativos;
- **observação à distância** – este método permite observar, a grande distância, através do uso de binóculos, de aviões de sonda, etc., fenómenos geográficos como, por exemplo, os efeitos da ocorrência de um sismo ou de uma erupção vulcânica. Permite, assim, mapear as zonas da sua ocorrência, auxiliando também, deste modo, a própria cartografia.



..... Fig. 8 Os mapas constituem recursos de trabalho fundamentais na área da Geografia.

Método descritivo

É um método que está intimamente associado à observação, pois, após a identificação e a observação dos fenómenos e dos factos geográficos, permite que os elementos observados sejam descritos com clareza, simplicidade e exactidão.

Método comparativo-geográfico

Com base neste método podem ser estabelecidas semelhanças e diferenças entre os fenómenos e factos geográficos que ocorrem à escala da superfície da Terra, por forma a encontrar a relação de causalidade entre os fenómenos.

Método cartográfico

Consiste na representação gráfica dos objectos, factos e acidentes geográficos que ocorrem na superfície terrestre em:

- cartas;
- mapas;
- diagramas;
- modelos;
- desenhos, gravuras, imagens, etc.

É um método de grande utilidade social, tanto na área militar como no campo educativo, por exemplo.



..... Fig. 9 A cartografia é fundamental no trabalho da Geografia.

Método matemático

«Este método associa-se frequentemente ao estatístico e ao cartográfico, pois possibilita a elaboração de tabelas, gráficos e diagramas. É utilizado na análise de dados sobre a produção e desenvolvimento de várias actividades económicas e dos seus ramos».¹

Outros métodos da Geografia:

- método analítico;
- método dedutivo e indutivo;
- entrevistas;
- método estatístico/inquéritos.

¹ Luís Nanjolo e Ismael Abdul, *A Terra: Processos e Fenómenos, Geografia 11.ª Classe*, Maputo, Diname, 2003.

1.6 A evolução do pensamento geográfico

À semelhança do que aconteceu noutras áreas do conhecimento científico, a evolução da Geografia reflectiu e acompanhou as progressivas transformações operadas na sociedade.

Desde a criação do termo pelos Gregos, durante o período da Antiguidade Clássica, até meados do século XIX, apenas se podia falar de um pensamento com incidência geográfica. Só em meados do século XIX é que a Geografia adquire o estatuto de ciência autónoma.

A pré-história da Geografia

Desde os tempos mais antigos que o Homem mostra sinais de preocupação quanto à distribuição dos fenómenos. Cruz² refere que as migrações dos antigos nómadas, motivadas pelas alterações climáticas, pela procura de alimentos ou por conflitos, constituíram manifestações iniciais de natureza geográfica. Seguidamente, os pastores deslocaram-se em busca de pastagens e surgiram as caravanas de mercadores. Finalmente, destaca-se a aventura, motivada pela curiosidade e pela necessidade de obtenção de lucro. Esta necessidade de movimentação dos homens levou ao surgimento dos primeiros esboços de mapas representativos da superfície da Terra e, por conseguinte, da primeira etapa da construção daquilo que viria a ser a Geografia.

A história da exploração da superfície terrestre iniciou-se muito antes da Grécia antiga. Com efeito, os vestígios pré-históricos, como, por exemplo, as pinturas rupestres, utensílios diversos, esqueletos, entre outros, são indícios da presença humana em todas as partes do globo.

Pensa-se que terão sido feitas inúmeras e sucessivas deslocações ao Pacífico, ao mar do Norte e à Oceânia com a finalidade de conhecer tais lugares. Nestas deslocações teriam sido utilizados mapas ou cartas marítimas muito simples, traçados sobre fibras entrançadas ou sobre placas de argila, com a intenção de representar os lugares por onde se passava, conservando e transmitindo deste modo informações a outras pessoas.

Estes mapas constituem não só a primeira manifestação cartográfica, como, também, a primeira tentativa de localização da Humanidade.

O mapa mais antigo que se conhece data de 2500 a. C. e foi desenhado numa placa de argila. Foi descoberto durante as escavações da cidade de Ga Sur, 300 quilómetros a norte da Babilónia.

Foram ainda encontradas outras placas com a representação de povoações ou de toda a Babilónia, o que sugere a importância da cartografia já na Antiguidade Pré-Clássica. Há também indicações de que os Egípcios teriam, provavelmente, elaborado mapas com base nas medições realizadas no vale do Nilo durante o reinado de Ramsés II, que viveu entre 1333-1300 a. C., mas são muito escassos os mapas que se conservaram até aos nossos dias.

A Geografia na Antiguidade Clássica

Época grega

Já foi referido que a génese da palavra «Geografia» remonta à Grécia antiga. Mas deve dizer-se que a sua origem enquanto actividade de procura de conhecimentos sobre o espaço que se habita é muito mais antiga. Com o desenvolvimento das civilizações, o Homem teve necessidade de sistematizar os conhecimentos adquiridos.

² Manuel Machado Cruz, *Geografia 12 – 12.º Ano*, Porto, Areal Editores (Grupo Porto Editora), 1990.

Considera-se que os Gregos foram os organizadores e sistematizadores de um conjunto de informações e anotações de carácter geográfico que ainda hoje têm impacto na vida da Humanidade. Porém, o mundo conhecido pelos Antigos não era idêntico ao mundo que conhecemos hoje. Este era mais pequeno e estava confinado às regiões litorais dos três continentes, que se encontravam bordejadas pelo mar Mediterrâneo, nomeadamente, a parte meridional da Europa, o Sudoeste da Ásia e a zona setentrional de África.

Um dos factores que contribuíram largamente para que os Gregos da Antiguidade Clássica se impusessem foi a sua localização geográfica privilegiada no mundo de então, o que permitiu a sua expansão política, militar e comercial para outros territórios. Os conhecimentos geográficos aumentaram consideravelmente quando os Gregos, e mais tarde os Romanos, na tentativa de buscar matérias-primas e estabelecer trocas comerciais, iniciaram a navegação ao longo da costa mediterrânica, da costa atlântica, do mar Vermelho e da costa asiática. Estes conhecimentos foram registados nos **périplos**, antigos documentos de natureza geográfica contendo relatos, itinerários e esquemas onde se descreve, de forma pormenorizada, o trajecto das viagens efectuadas a um cabo, a um porto ou a outro qualquer local da costa. O périplo mais antigo foi feito por marinheiros fenícios ao serviço do faraó egípcio (século VII a. C.), que, partindo do mar Vermelho, navegaram ao longo da costa do continente africano.

A preocupação dos Gregos relativamente à localização de territórios marcou profundamente o pensamento geográfico durante os séculos que se seguiram.

Foi então que surgiram e se desenvolveram duas vias no que se refere à maneira de pensar e de estudar a Geografia, nomeadamente:

- a **via descritiva**, regional, que assenta nas características das paisagens, nas particularidades dos habitantes e nas respectivas civilizações;
- a **via matemática**, que se baseia na localização precisa dos lugares e que conduziu à produção de cartas geográficas e à busca de explicações para a influência que a forma da Terra exerceria nos diferentes climas (Cruz, *op. cit.*, 1990).



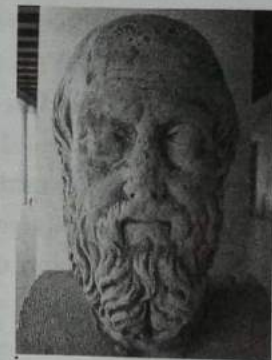
..... Fig. 10 As margens do Mediterrâneo eram o mundo conhecido pelos antigos.

Os primeiros pensadores gregos foram determinantes para o surgimento do espírito geográfico. Destacam-se os seguintes:

Heródoto (485-420 a. C.)

Natural de Halicarnasso, é considerado o pai da História, contextualizando sempre geograficamente os conhecimentos históricos adquiridos.

Tornou-se um exilado político e um viajante incansável. Descreveu de forma pormenorizada os locais por onde passou. Foi o primeiro homem a utilizar o método descritivo para estudar geograficamente o mundo conhecido da época. Introduziu o espírito determinista, ao tentar explicar as atitudes dos homens como resposta directa à acção do meio físico.



..... Fig. 11 Heródoto.

Eratóstenes (276-194 a. C.)

Foi o primeiro filósofo a autodenominar-se geógrafo. Além de poeta, foi matemático e géometra. Desempenhou as funções de director da Biblioteca de Alexandria.

Foi autor de vastíssimas obras, apesar de apenas duas terem chegado aos nossos dias, através de Estrabão, nomeadamente: *Memórias Geográficas* e *Medição da Terra*.

Em *Memórias Geográficas*, Eratóstenes aperfeiçou o mapa de Dicearco. A carta de Dicearco permitiu criar o sistema de coordenadas que se converteu na base da cartografia.

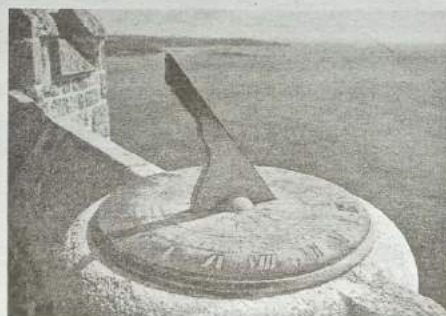
Eratóstenes dividiu a Terra em compartimentos, aos quais chamou esfrágides, introduzindo-lhes meridianos e paralelos e formando uma rede rectangular (Cruz, *op. cit.*, 1990). As esfrágides apoiavam-se em dois eixos perpendiculares, um tinha a direcção norte-sul e passava por Siena (Assuã) e Alexandria e o outro a direcção este-oeste e passava por Rodes, Atenas e Colunas de Hércules, correspondendo ao diafragma de Dicearco.



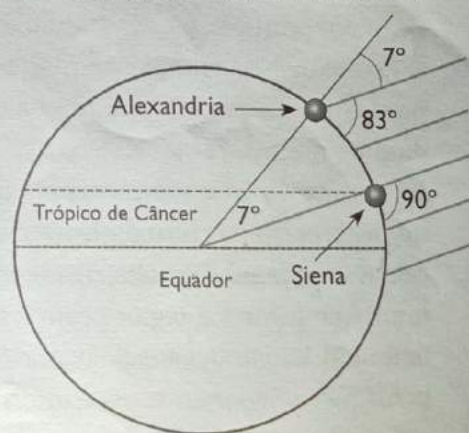
..... Fig. 12 Eratóstenes.

Medida da Terra

Eratóstenes concluiu que a Terra era esférica, mas não conhecia as suas dimensões. Para medir o tamanho da Terra, recorreu a conhecimentos sobre a distância entre Alexandria e Siena, que era de 5000 estádios (um estádio media 168 metros). Sabia que em Siena existia um poço em que o Sol incidia verticalmente num dia preciso do ano: no Solstício de Junho. Nesse mesmo dia, em Alexandria, os objectos tinham sombras.



..... Fig. 13 O elemento metálico no centro do relógio de sol é o gnómon.



..... Fig. 14 Técnica de medida do perímetro da Terra segundo Eratóstenes.

Servindo-se de um instrumento arcaico chamado gnómon, mediu a sombra dos objectos, o que lhe permitiu medir o ângulo que ao meio-dia os raios solares faziam com o horizonte em Alexandria e, assim, calculou a medida do arco de circunferência que a separa de Siena. Com base nos conhecimentos matemáticos que tinha, elaborou uma série de cálculos, concluindo que:

- $7^{\circ} 12' = 1/50$ do grande círculo terrestre ($1/50 \times 360^{\circ}$)
- Logo, $5000 \text{ estádios} \times 50 = 250\,000 \text{ estádios}$
- $250\,000 \text{ estádios} \times 168 \text{ m} = 42\,000\,000 \text{ m} = 42\,000 \text{ km}$

De facto, hoje considera-se que o arco meridiano terrestre mede cerca de 40 000 km. Portanto, assume-se que a margem de erro se deveu ao facto de: Alexandria e Siena não se encontrarem no mesmo meridiano, de o gnómon ser um instrumento rudimentar e de não ter sido considerado o achatamento polar.

Hiparco (190-120 a. C.)

É o astrónomo mais notável da Antiguidade. O seu contributo foi muito importante para o desenvolvimento da Geografia. A ele se devem as primeiras invenções relativas aos elementos da geometria da esfera. Descobriu também a resolução de triângulos esféricos pela trigonometria e inventou a projecção estereográfica e a rede de coordenadas terrestres com meridianos e paralelos, e com base nas coordenadas marcou a posição das principais cidades (latitude e longitude).

Época romana

Os Romanos compilaram e desenvolveram os conhecimentos geográficos dos Gregos, destacando-se:

Estrabão (63 a. C.-24 d. C.)

Historiador e viajante, elaborou a obra *Geografia* (17 volumes). Na sua óptica, a Geografia era uma descrição enciclopédica do mundo conhecido e habitado.

Ptolomeu (90-168 d. C.)

Considerado o último dos grandes geógrafos da Antiguidade, foi também astrónomo e matemático e autor de várias obras, destacando-se de entre estas *Geographike Syntaxis*, a sua obra de maior prestígio, a qual foi traduzida para o arábico com o título *Almagesto*.

Esta consistia numa compilação de dados, destinada a produzir uma carta do mundo da época, a qual influenciou durante muitos séculos a visão que se tinha da posição que a Terra ocupava no espaço (concepção geocêntrica – considerava-se que a Terra era o centro do Universo e que o resto dos corpos celestes giravam à sua volta). Por outro lado, esta obra continha nomes de lugares e regiões com a indicação das respectivas latitudes e longitudes, medidas através do método desenvolvido por Hiparco. Servindo-se desta informação, Ptolomeu elaborou a carta do mundo conhecido da sua época, acompanhada de 26 mapas de pormenor. Embora contivessem alguns erros, foi considerado o primeiro atlas mundial.



..... Fig. 15 O geógrafo, astrónomo e matemático Ptolomeu.

Ptolomeu dividiu a superfície terrestre em zonas e descreveu as condições de habitabilidade/inabitabilidade de cada uma delas, pois era comum naquela altura defender-se a tese de que as zonas «tórridas» e polares não apresentavam condições de habitabilidade.

Na sua obra, Ptolomeu defendia a ideia de que era possível alcançar com facilidade a Ásia, partindo da costa ocidental da Europa e navegando pelo mar, pensamento este que perdurou muito tempo (tendo mesmo influenciado Cristóvão Colombo).

Considera-se que a obra de Ptolomeu encerra a primeira etapa do desenvolvimento da Geografia, uma vez que a execução de mapas entrou em declínio até ao século XIV.

A Geografia na Idade Média

A Idade Média, também conhecida na Europa por Idade das Trevas, é marcada pelo recuo do conhecimento científico nesse continente. Isto deveu-se à influência e predominância das explicações religiosas sobre as explicações científicas, de tal modo que as respostas às questões colocadas pelos estudiosos deixaram de ser dadas pela ciência e passaram a ser dadas pela Bíblia.

Embora na Idade Média o conhecimento geográfico tenha conhecido uma relativa estagnação na Europa ocidental, confinado ao domínio eclesiástico, foram produzidos os mapas *OT* (*orbis terrarum*). A Terra era representada sob a forma de um disco (segundo o conceito de que era plana); este disco continha a representação dos três continentes conhecidos (Europa, África e Ásia) em forma de T e rodeados por um oceano, separados por mares, encontrando-se o mar Mediterrâneo em posição meridional.

Apesar da estagnação e recuo do conhecimento geográfico, realizaram-se expedições escandinavas ao Atlântico Norte e as viagens à China e à Índia por Marco Polo, missionários e mercadores. No período medieval havia ainda conhecimento de um vasto império árabe, da África Atlântica à Ásia Central.

No mundo árabe, pelo contrário, incentivou-se o desenvolvimento da arte e das ciências. O povo árabe adoptou os conhecimentos greco-romanos e aperfeiçoou-os, traduzindo do grego a obra de Ptolomeu. Destacam-se também os viajantes árabes Al-Idrisi e Ibn-Batutha, que contribuíram profundamente para o desenvolvimento do conhecimento geográfico e da cartografia.

As cruzadas, as peregrinações a locais santos, o lento desenvolvimento do comércio e as viagens realizadas nos finais da Idade Média estimularam a curiosidade e o desejo de conhecer o resto do mundo ainda desconhecido. Por outro lado, o desenvolvimento da navegação marítima conduziu ao abandono da cartografia religiosa e ao regresso à cartografia científica, real e utilitária. Surgiram, então, os mapas portulanos, que introduziram a rosa-dos-ventos, onde se procurava assinalar com exactidão os acidentes geográficos, como, por exemplo, cabos, baías e rios.



..... Fig. 16 Ilustração do século XV de um mapa de Isidoro de Sevilha, que apresenta um mapa clássico da Idade Média em forma de T.

A Geografia do século XV ao século XIX

As grandes descobertas marítimas realizadas entre os séculos XV e XVI, os Descobrimentos, contribuíram para a recuperação do pensamento geográfico clássico. Tais descobertas deveram-se essencialmente à utilização da bússola e do astrolábio, que, progressivamente, permitiram a substituição da navegação de cabotagem pela navegação em alto-mar. A *Geografia* de Ptolemeu foi traduzida para o Latim no início do século XV, possibilitando a multiplicação de mapas, sobretudo os mapa-múndi, onde se representavam terras fantásticas, como as Antilhas, o Brasil e outras que eram fruto da imaginação dos navegadores.

Além dos factores de natureza científica, que poderão ter sido também motivados pela influência da ciência grega e por Ptolomeu, existiram outros que contribuíram para que os Descobrimentos se concretizassem:

- **factores de natureza técnica** – estão relacionados com o desenvolvimento da navegação marítima e da astronomia, nomeadamente a navegação em alto-mar com a utilização da caravela, pois a vela triangular permitia navegar contra o vento, da bússola, do astrolábio e dos portulanos, que substituíram os périplos;
- **factores de natureza comercial** – a procura de novas rotas ou caminhos para a promoção de trocas comerciais;
- **factores de natureza religiosa** – a propagação do cristianismo.

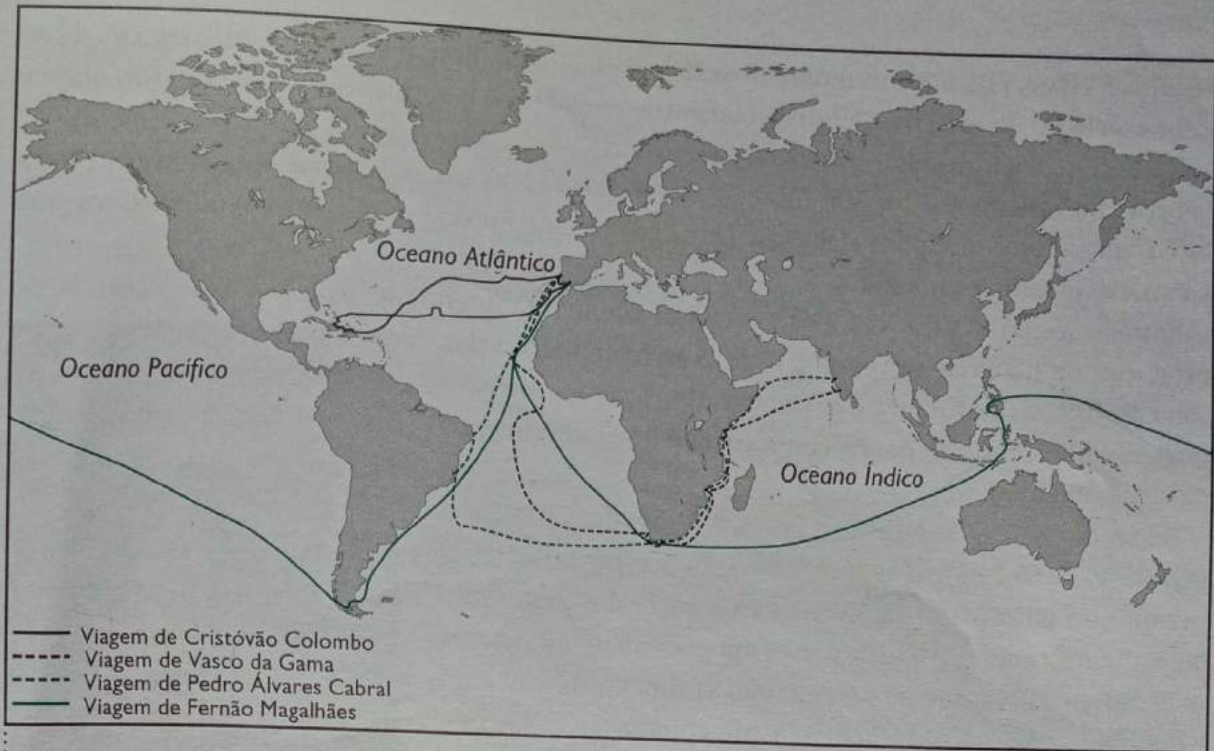


.... Fig. 17 Portulano do século XVII (publicado em Portugal em 1623, da autoria de António Sanches), mostrando os territórios descobertos pelos Portugueses e pelos Espanhóis até essa altura.

Os Descobrimentos são essencialmente obra de povos costeiros europeus, destacando-se inicialmente os Portugueses e os Espanhóis, em seguida os Franceses, os Ingleses e os Holandeses.

As figuras mais notáveis dos Descobrimentos foram:

- Cristóvão Colombo, que descobriu um novo continente – a América (1492);
- Vasco da Gama, que descobriu o caminho marítimo para a Índia, contornando o continente africano (1497-1498);
- Pedro Álvares Cabral, que descobriu o Brasil (1500);
- Fernão de Magalhães, que fez a primeira viagem de circum-navegação à volta da Terra (1519-1522).



..... Fig. 18 As grandes descobertas marítimas.

A descoberta de novas terras permitiu a criação de uma nova imagem do mundo e o horizonte alargou-se a uma perspectiva mundial.

Outros progressos viriam a ocorrer nos séculos seguintes: em 1554, Mercator desenha uma carta da Europa e, em 1569, um planisfério de navegação, utilizando a projecção matemática; nos



..... Fig. 19 Mapa-múndi (*Nova Totius Terrarum Orbis Geographica Ac Hydrographica Tabula*) realizado pelo holandês Hondius, em 1630 (com os retratos de Ptolomeu, Mercator, Hondius e Júlio César).

séculos XVII e XVIII, em dois momentos diferentes, Picard e Bouguer contribuem para a medição com exactidão do arco do meridiano terrestre; constata-se e verifica-se o achatamento polar e reconhece-se a teoria heliocêntrica de Copérnico.

Bernardo Varénio (1622-1650), em 1650, através da sua obra *Geografia Geral*, apresenta a estrutura da Geografia como disciplina científica. Distingue claramente dois ramos da Geografia: a Geografia Geral e a Geografia Humana.

Entre os séculos XVII e XIX, observa-se um amplo movimento de exploração dos oceanos, de produção de material cartográfico, de desenvolvimento das ciências físicas e naturais e das ciências do Homem, que vão preparando o caminho para a emergência e desenvolvimento da Geografia moderna.

No século XVIII, destacam-se as viagens de James Cook e a expedição de La Perousse no oceano Pacífico. Estas expedições permitiram eliminar a hipótese da existência do continente austral, confirmaram a tese de que os mares ocupam duas vezes mais espaço do que as terras e facultaram a primeira classificação e distribuição das raças humanas, assim como a descrição dos vários costumes. Neste período houve uma valorização do conhecimento científico.

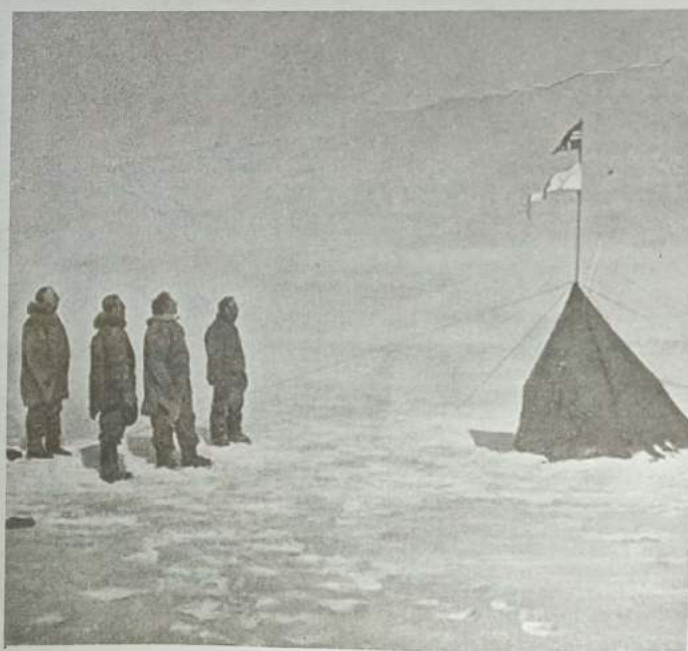
A Geografia começa a ganhar uma posição de destaque entre as ciências a partir do momento em que Kant (1724-1804) assegura as suas bases no seio da estrutura filosófica da ciência contemporânea. Kant, além de filósofo, foi professor de Geografia, e ao estudar a classificação e a separação das ciências, apresentou a divisão das mesmas da seguinte forma: Ciências Sistemáticas (Biologia, Geologia e outras); Ciências Históricas e Ciências Geográficas.

O século XIX é considerado o século das expedições ao interior dos continentes, marcando profundamente o desenvolvimento do conhecimento geográfico. São exploradas terras hostis, desde as regiões submarinas à atmosfera, desertos e regiões polares. Já no início do século XX, o norte-americano Peary atingiu, em 1909, o Pólo Norte e o norueguês Amundsen alcança, em 1911, o Pólo Sul.

Um dos objectivos destas expedições era a procura de novas fontes de matérias-primas. Convém salientar que estas expedições beneficiaram dos avanços tecnológicos trazidos pela Revolução Industrial, nomeadamente o desenvolvimento dos meios de transporte (em especial dos caminhos-de-ferro e dos navios).



..... Fig. 20 O explorador e cartógrafo James Cook.



..... Fig. 21 A conquista do Pólo Sul.

A Geografia na era moderna

Na era moderna, a Geografia deixou de ser descritiva e começou a apresentar explicações para os fenómenos e factos geográficos. De entre os factores que desencadearam esta mudança salientam-se os avanços na cartografia, através da utilização das medidas geodésicas, a produção de cartas topográficas e o aperfeiçoamento da ciência das projecções, que permitiram a representação da Terra, a exploração dos continentes e as contribuições valiosas de Humboldt e Ritter.



..... Fig. 22 Os mapas topográficos são essenciais para o trabalho da Geografia.

Os fundadores da Geografia Moderna

Alexandre von Humboldt (1769-1859) – Naturalista e geógrafo alemão, era dotado de um excelente sentido de observação. Autor da obra *Cosmos*, onde descreveu pormenorizadamente o Universo, a forma do globo terrestre, a sua densidade e estrutura, o vulcanismo e estudou e representou fenómenos climáticos, botânicos e geológicos.

Karl Ritter (1779-1859) – Professor universitário, relacionou a História e a Geografia. Na sua obra intitulada *Ciência Comparada da Terra e Geografia* procurou estudar e explicar as relações entre a actividade humana e a superfície terrestre, descreveu as relações entre o Homem e o solo e a influência das condições naturais no desenvolvimento das sociedades.

Com Humboldt e Ritter foram fixados os objectivos da Geografia moderna, de que se destacam:

- localizar fenómenos na sua extensão e dimensão espacial;
- encarar a Natureza e os seus fenómenos na sua diversidade, realidade, extensão e conexão, e não como algo morto.

1.7 As grandes correntes geográficas

Corrente determinista ou determinismo geográfico

Entre os finais do século XIX e os princípios do século XX, surge pela primeira vez a explicação do comportamento humano em função da acção do ambiente.

A corrente geográfica proposta por Frederico Ratzel (1844-1904), na sua obra intitulada *Antropogeografia* (Geografia Humana), defende que o meio natural exerce uma acção dominadora sobre o Homem, transformando-o num ser passivo perante a Natureza e determinando as suas condições de vida. Ratzel, influenciado por Darwin (Teoria da Evolução), aplica à sociedade humana os conceitos biológicos da teoria evolucionista.

Corrente possibilista ou possibilismo geográfico

Esta concepção geográfica surgiu no final do século XIX, fruto da filosofia historicista, e foi exposta por Paul Vidal de la Blache (1845-1918), em oposição ao determinismo. Vidal é considerado o pai da escola geográfica francesa.

A essência desta corrente assenta nos seguintes pressupostos:

- o Homem é um elemento activo no meio natural;
- o Homem é capaz de reagir contra determinadas influências do meio, modificando-o e adaptando-o às suas necessidades;
- a Geografia devia continuar a estudar a relação Homem-meio, mas enquanto relação biunívoca, ou seja, considerando que as relações entre o Homem e a Natureza são recíprocas.

Para La Blache, o Homem modifica o meio adaptando-o às suas necessidades. Os Possibilistas defendem o estudo do meio natural, pois o relevo, o clima, a vegetação, entre outros objectos físico-geográficos, continuam a ser elementos privilegiados da investigação geográfica.

Corrente corológica

É uma concepção geográfica que começa a desenhar-se na Antiguidade e que adquire alguma consistência no século XIX, com Alfred Hettner (1859-1941). Hettner é o precursor do conceito de Geografia como ciência que estuda a diferenciação regional. Este defende que a Geografia possui uma dimensão corológica ou espacial, tal como, por analogia, a História possui uma dimensão temporal.

A concepção corológica advoga que o ambiente não determina a vida do Homem e vice-versa, mas influencia as inter-relações dos fenómenos existentes no espaço.

Actividade

Forma um grupo de trabalho com alguns dos teus colegas. Faz um estudo sobre as semelhanças e as diferenças entre as principais correntes da Geografia e apresenta-as ao resto da turma.

Vamos recordar...

Após a leitura que fizeste das várias definições de Geografia, verificas que permanecem como preocupações desta ciência os seguintes assuntos:

- localizar os aspectos observados, ou seja, estabelecer a sua posição exacta na superfície da Terra;
- compreender de que modo o conjunto de elementos naturais e humanos se inter-relacionam para produzir as paisagens;
- explicar como se estrutura o espaço físico, como o Homem se organizou em sociedade nesse espaço e como o utiliza.

A Geografia deve cobrir pelo menos três objectivos distintos:

- compreender as características de um lugar ou região;
- descobrir a relação entre o Homem e o seu meio envolvente;
- explicar sistematicamente os padrões de localização espacial.

Dada a grande diversidade e complexidade dos fenómenos estudados (físicos, humanos e suas múltiplas relações), a Geografia foi dividida em Geografia Física e Geografia Humana. A Geografia Física estuda a distribuição e a inter-relação dos fenómenos físicos (relevo, clima, cobertura animal e vegetal, rios, mares, lagos, etc.). A Geografia Humana estuda a distribuição e a inter-relação dos fenómenos humanos na superfície terrestre, como a economia, a distribuição da população, o crescimento das cidades, a organização política e administrativa do espaço, etc.

Na tentativa de explicação dos factos e fenómenos geográficos, a Geografia socorre-se dos conhecimentos fornecidos por outras disciplinas, como, por exemplo, a História, a Climatologia, a Geologia, a Biologia, entre outras; por isso, tem um carácter interdisciplinar. A Geografia apresenta igualmente uma abordagem sistémica e uma perspectiva holística, uma vez que os fenómenos e os factos geográficos à escala da Terra são analisados não de uma forma isolada, mas sim interligada e integrada, seguindo uma perspectiva global.

De entre os diversos métodos utilizados no estudo dos fenómenos geográficos, os mais importantes são: a observação, o método descritivo, o método comparativo-geográfico, o método cartográfico e o método matemático. O método estatístico, o método analítico, o método dedutivo e o método indutivo têm também importância no estudo da Geografia, pois estabelecem entre si uma relação de interdependência.

À semelhança do que aconteceu noutras áreas do conhecimento científico, a Geografia evoluiu ao longo do tempo, reflectindo e acompanhando as transformações progressivas operadas na sociedade. A Grécia é considerada o berço da Geografia, pois foi o local onde esta começou a dar os primeiros passos, por intermédio de importantes pensadores, como Heródoto, Eratóstenes, entre outros. Estes homens contribuíram profundamente para o desenvolvimento da Geografia, sobretudo no que se refere à elaboração de mapas, à construção geométrica do globo, ao esboço cartográfico da Terra e à comprovação da sua esfericidade. Outros períodos marcantes do desenvolvimento desta ciência foram as épocas romana, medieval, renascentista e moderna.

Ficha de avaliação

1. Lê atentamente as definições dos dois geógrafos constantes da página 11.
 - 1.1 Analisa cada definição e identifica em cada uma o objecto de estudo.
 - 1.2 Compara as definições e tenta formular o teu próprio conceito.

2. Identifica para cada afirmação a opção correcta.
 - 2.1 Tendo em conta o seu vasto campo de actuação, a Geografia tem como principais métodos:
 - a) observação, método cartográfico, método descritivo, método matemático e método indutivo.
 - b) método matemático, método dedutivo, método analítico, observação e método estatístico.
 - c) método matemático, método cartográfico, método comparativo, método geográfico, método descritivo e observação. ✗
 - 2.2 Os primeiros povos antigos que se preocuparam com a sistematização dos conhecimentos geográficos foram:
 - a) os Fenícios.
 - b) os Egípcios.
 - c) os Gregos. ✗
 - d) os Romanos.
 - 2.3 Os fundadores da Geografia moderna são:
 - a) Emmanuel Martone e Jean Brunshes.
 - b) Karl Marx e F. Ratzel.
 - c) Alexander von Humboldt e Karl Ritter. ✗
 - d) Karl Ritter e Vidal de la Blache.
 - 2.4 A Geografia enquanto ciência sistemática desenvolveu-se inicialmente:
 - a) na Alemanha. ✗
 - b) em Itália.
 - c) na Rússia.
 - d) em França.
 - 2.5 O Possibilismo Geográfico enquanto corrente geográfica defende que:
 - a) o Homem é capaz de reagir contra determinadas influências do meio. ✗
 - b) o meio natural exerce uma acção dominadora sobre o Homem, transformando-o num ser passivo face à Natureza.
 - c) os factos ou fenómenos geográficos nunca agem isoladamente.
 - 2.6 A Geografia desempenha um papel determinante na sociedade, porque:
 - a) permite a descrição da vida na Terra. ✗
 - b) se ocupa dos lugares, dos ambientes e das distribuições espaciais dos fenómenos que ocorrem na superfície terrestre e das relações que se estabelecem entre o Homem e a Natureza.
 - c) é impossível acompanhar e entender as mudanças e factos ou fenómenos que ocorrem na superfície terrestre se não se possuir conhecimentos geográficos.

Trabalho de campo

1. Com a ajuda do professor da disciplina de Geografia, procura identificar pessoas da cidade ou do bairro em que vives que trabalhem em diversos sectores económicos e cuja actividade esteja relacionada com a Geografia. Entrevista-as e regista as informações obtidas no teu caderno.

► Entrevistas

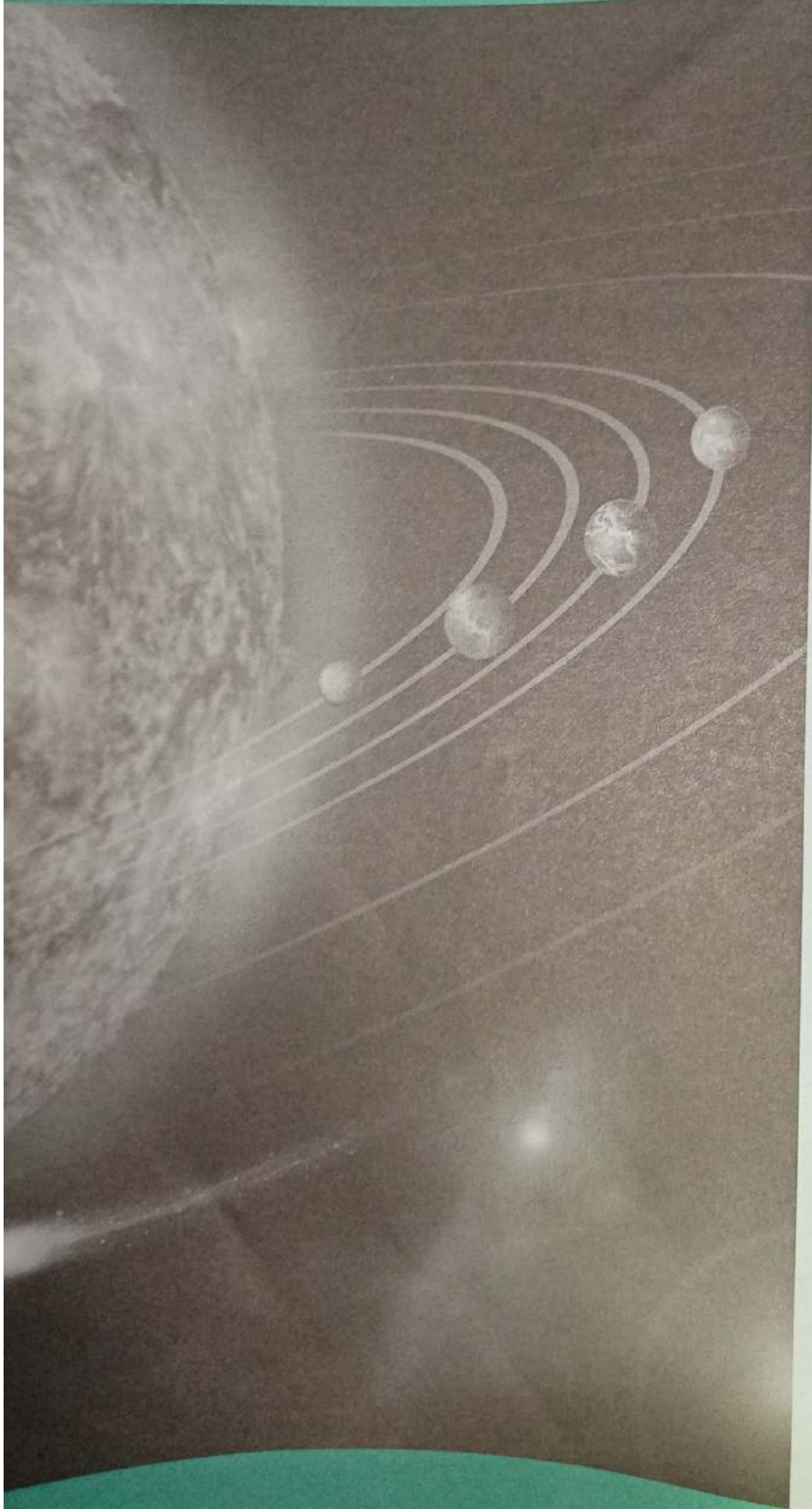
2. As entrevistas deverão cingir-se ao seguinte:

- recolha de informações sobre sectores de actividade existentes que se relacionem com a disciplina de Geografia;
- o papel desempenhado pela Geografia no desenvolvimento da sociedade.

3. No final, sistematiza as informações recolhidas e compara-as com as dos outros colegas da turma.

Unidade 2

Cosmografia



No final desta unidade, deverás ser capaz de:

- identificar a posição da Terra no sistema solar e no Universo;
- relacionar os fenómenos cósmicos com os fenómenos que ocorrem à superfície da Terra;
- analisar as consequências dos movimentos da Terra.

2.1 A esfera celeste

A esfera imaginária, de raio indeterminado, mas de tão grandes dimensões que a Terra, que ocupa o seu centro, se pode considerar reduzida a um ponto, é o local onde os astros parecem estar fixos. A esta dá-se o nome de **esfera celeste**. O eixo em torno do qual parece girar chama-se eixo do mundo e coincide naturalmente com o eixo da Terra.

O movimento de rotação da esfera celeste, devido às enormes distâncias a que se encontram os seus sistemas (excepto o sistema solar), não permitindo dar conta dos seus deslocamentos, por maiores que estes sejam, é aparente e faz-se em sentido contrário ao da Terra, portanto em sentido retrógrado, isto é, de este para oeste, descrevendo uma volta completa no mesmo intervalo de tempo e a uma velocidade angular constante, tendo-se a equivalência:

$$360^\circ = 24 \text{ h}; 15^\circ = 1 \text{ h}; 1^\circ = 4 \text{ m}$$

A este movimento da esfera celeste dá-se o nome de movimento diurno.

As leis do movimento diurno determinam que o movimento diurno é:

- circular e paralelo, porque os astros descrevem órbitas circulares e estas são paralelas entre si;
- retrógrado, porque se faz em sentido contrário ao do movimento de rotação da Terra;
- uniforme, porque os astros percorrem arcos iguais em tempos iguais;
- isócrono, porque todos os astros completam uma revolução no mesmo intervalo de tempo.

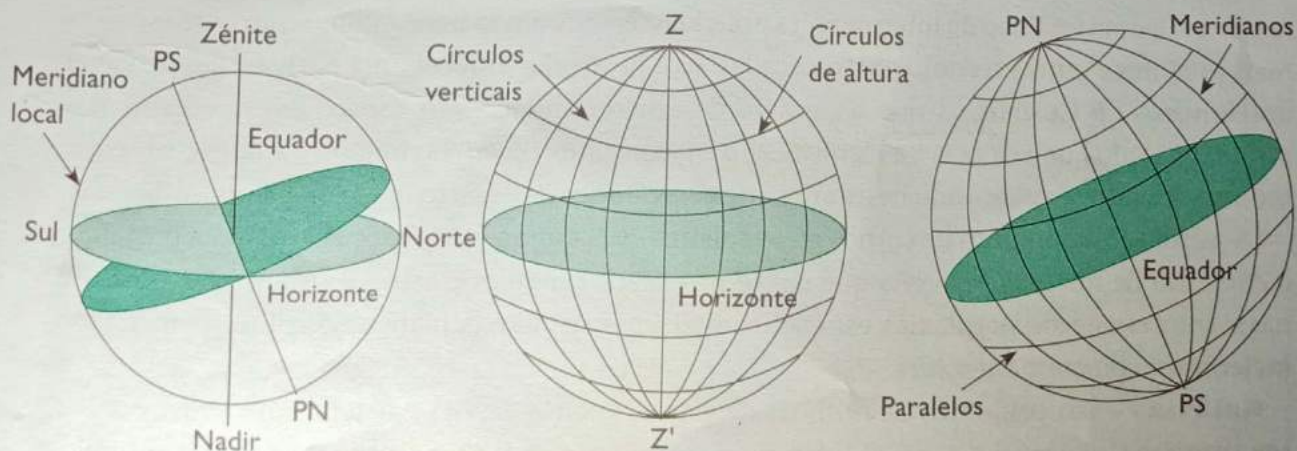
Elementos da esfera celeste

O eixo do mundo intersecta a esfera celeste em dois pontos diametralmente opostos chamados **pólos celestes**, que são as projecções ortogonais na esfera celeste do Pólo Norte (PN) e do Pólo Sul (PS).

O círculo máximo perpendicular ao eixo do mundo é o equador celeste (EE') e divide a esfera celeste em dois hemisférios, o hemisfério norte celeste e o hemisfério sul celeste.

Os meridianos celestes são círculos máximos cujos planos contêm o eixo do mundo e chama-se meridiano do lugar o que contém o zénite de um ponto na Terra. Os círculos menores paralelos ao equador celeste são os **paralelos celestes**.

A vertical do lugar (ZZ') intersecta a esfera celeste em dois pontos diametralmente opostos chamados zénite (Z) e nadir (Z').



..... Fig. 1 Esfera celeste.

O círculo máximo perpendicular à vertical ZZ' do lugar é o horizonte geocêntrico ou racional (HH') desse lugar e divide a esfera celeste em dois hemisférios: o hemisfério superior, que é visível, e o hemisfério inferior, que é invisível.

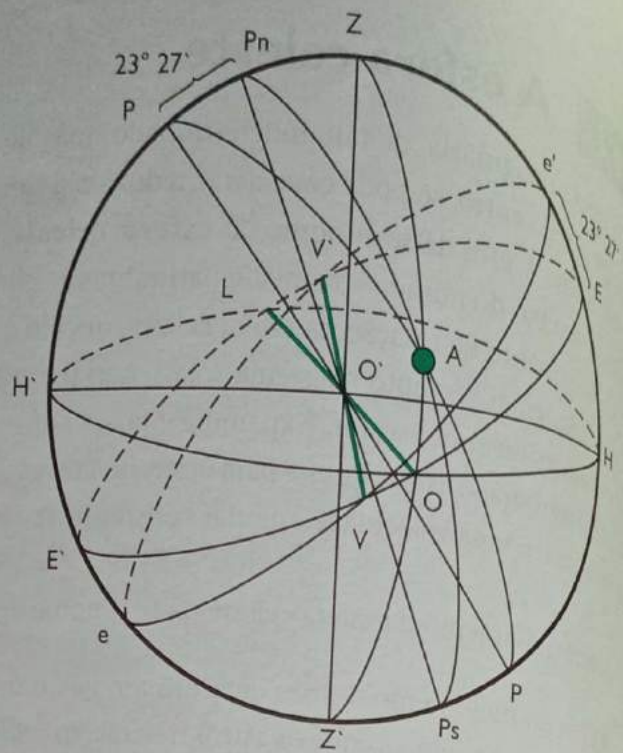
Podem considerar-se **três tipos de horizontes**.

O horizonte geocêntrico (HH') é definido na esfera celeste pelo plano perpendicular à vertical do lugar que passa pelo centro da Terra.

O horizonte geográfico é definido na esfera celeste pelo plano perpendicular à vertical do lugar que é tangente à superfície terrestre no lugar de observação.

O horizonte sensível é definido na esfera celeste pelo plano perpendicular à vertical do lugar que passa pelo círculo de tangência do cone visual com a esfera terrestre. Ao ângulo que resulta dos raios visuais que fazem o plano do horizonte geográfico dá-se o nome de depressão do horizonte.

Estes três horizontes são paralelos entre si, mas como a Terra se considera aqui reduzida a um simples ponto, tanto o horizonte geográfico como o horizonte sensível coincidem com o horizonte geocêntrico.



..... Fig. 2 Elementos da esfera celeste.

Estrelas, planetas e cometas

A contemplação do céu fascina o Homem desde a Antiguidade. Ao longo dos tempos, este foi gravando na pedra as representações dos corpos celestes que mais o impressionavam. Nos dias de hoje, a observação do céu, em especial numa noite estrelada, continua a ser uma experiência que fascina o Homem.

Durante milhares de anos, o Homem procurou desvendar o mistério dos fenómenos do céu e responder a uma vastidão de interrogações e dúvidas. Porém, ainda hoje, mesmo com os telescópios mais potentes e outras tecnologias avançadas, só é possível conhecer uma parte muito pequena do Universo ou Cosmos, já que o número de astros é imenso e o Espaço em que existem é ilimitado. Dado que a ciência e a técnica estão em constante desenvolvimento e aperfeiçoamento, todos os dias se vai avançando nesta área, conhecendo-se novos astros e esclarecendo-se dúvidas.

Os astros são o conjunto de corpos ou elementos que orbitam no espaço celeste. São, portanto, o conjunto de matéria e energia que existe no espaço celeste. Os astros existentes agrupam-se nas seguintes categorias: galáxias; estrelas; constelações; nebulosas; planetas; satélites; planetóides; meteoritos; cometas; asteróides.

Galáxias – São conjuntos de milhões de astros, poeiras e gases existentes no Universo. Por seu turno, o Universo é o conjunto desses astros, poeiras, gases e o espaço celeste. Por exemplo, a Via Láctea é a galáxia em que se localiza o planeta Terra.

Estrelas – São astros que emitem luz própria, resultante da libertação de energia produzida no seu interior, cintilante, e que mantêm as suas posições relativas aos outros astros. Tem-se como exemplo o Sol. Além do Sol, existem no céu muitos milhares de milhões de estrelas, mas somente as mais brilhantes são visíveis a olho nu e formam as constelações.

Constelações – São conjuntos de estrelas agrupadas artificialmente pelo Homem, desde a Antiguidade, constituindo figuras geométricas ou representando animais, deuses, etc. São utilizadas como forma de orientação espacial na Terra (por exemplo, a Estrela Polar, na constelação Ursa Menor).

Nebulosas – São astros constituídos por gases e poeira cósmica. Assemelham-se a nuvens e classificam-se em: galácticas (pertencentes à Via Láctea) e extragalácticas (distantes da Via Láctea). São exemplos: Orion, Lira e Caranguejo.

Planetas – São corpos celestes (astros) que orbitam em redor do Sol, apresentam forma arredondada e não têm luz própria, reflectindo a que provém de outros astros.

O sistema solar possui apenas oito planetas. Plutão perdeu recentemente o seu anterior estatuto de planeta, como resultado da anterior avaliação incorrecta das suas reais dimensões.

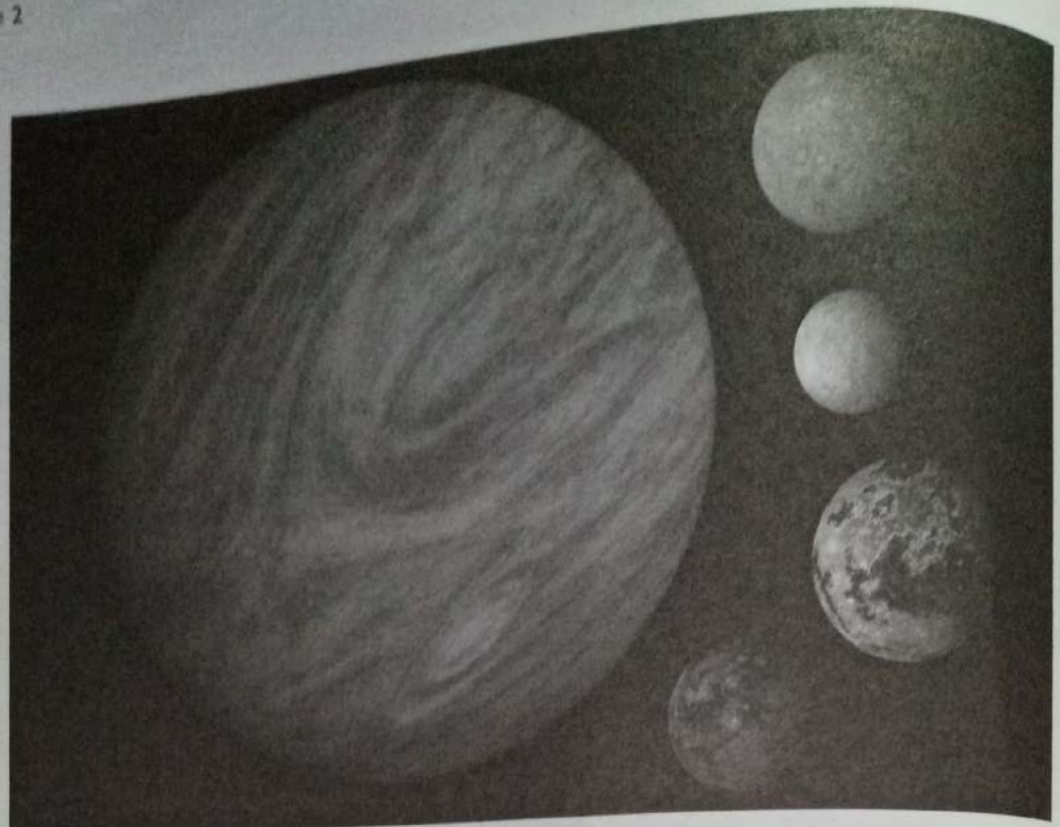
Satélites – São astros sem luz própria que giram em volta dos planetas. A tabela seguinte apresenta alguns dos satélites conhecidos que giram à volta dos planetas do sistema solar.



..... Fig. 3 Nebulosa.

Planetas	Satélites
Mercúrio	–
Vénus	–
Terra	1 satélite (Lua)
Marte	2 satélites (Fobos e Deimos)
Júpiter	63 satélites (Io, Europa, Ganímedes, Calisto, Thebe, Metes, Adrastea, Amalthea, etc.)
Saturno	60 satélites (Titã, Pã, Atlas, Prometeu, Epimeteu, Pandora, Mimas, Methone, Tétis, etc.)
Urano	27 satélites (Miranda, Oberon, Titânia, Umbriel, Puck, Pórcia, Julieta, Belinda, Rosalinda, Ofélia, etc.)
Neptuno	13 satélites (Tritão e Nereida, Náida, Talassa, Despina, Galateia, Larissa, Proteu, Psámata, etc.)

..... Fig. 4 Alguns satélites do nosso sistema solar.

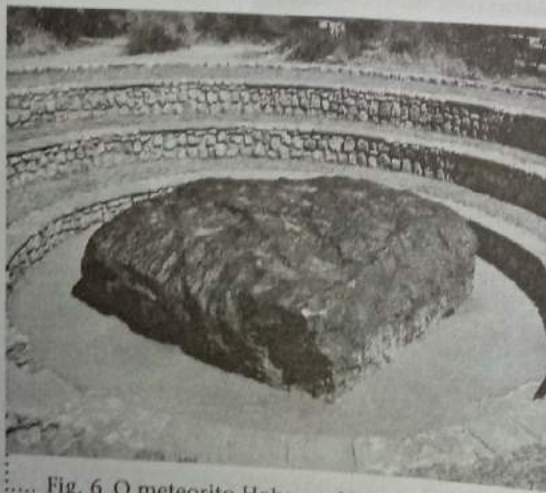


..... Fig. 5 Principais luas (satélites) de Júpiter: Io, Europa, Ganímedes e Calisto.

Meteoritos – São detritos ou fragmentos espaciais que, atraídos pela Terra, penetram na atmosfera terrestre com grande velocidade, tornando-se incandescentes devido ao atrito. Denominam-se popularmente por estrelas cadentes. Esporadicamente, grandes meteoritos atingem a superfície terrestre, e a velocidade do impacto da queda pode originar grandes crateras, como foi o caso da cratera Barringer (no Arizona, EUA), com 1200 metros de diâmetro.

Cometas – São corpos celestes que descrevem órbitas elípticas de grande excentricidade à volta de uma estrela, sendo visíveis periodicamente. São constituídos por cabeleira, núcleo e cauda. O cometa mais famoso é o Halley e é visível de 76 em 76 anos.

Asteróides – São corpos celestes rochosos que orbitam em redor do Sol, possuindo dimensões inferiores a 1000 quilómetros. Alguns têm uma trajectória indefinida, outros uma trajectória definida devido à força gravitacional produzida por um corpo celeste de dimensões maiores. É o exemplo da cintura de asteróides da região existente entre Marte e Júpiter.



..... Fig. 6 O meteorito Hoba, na Namíbia.



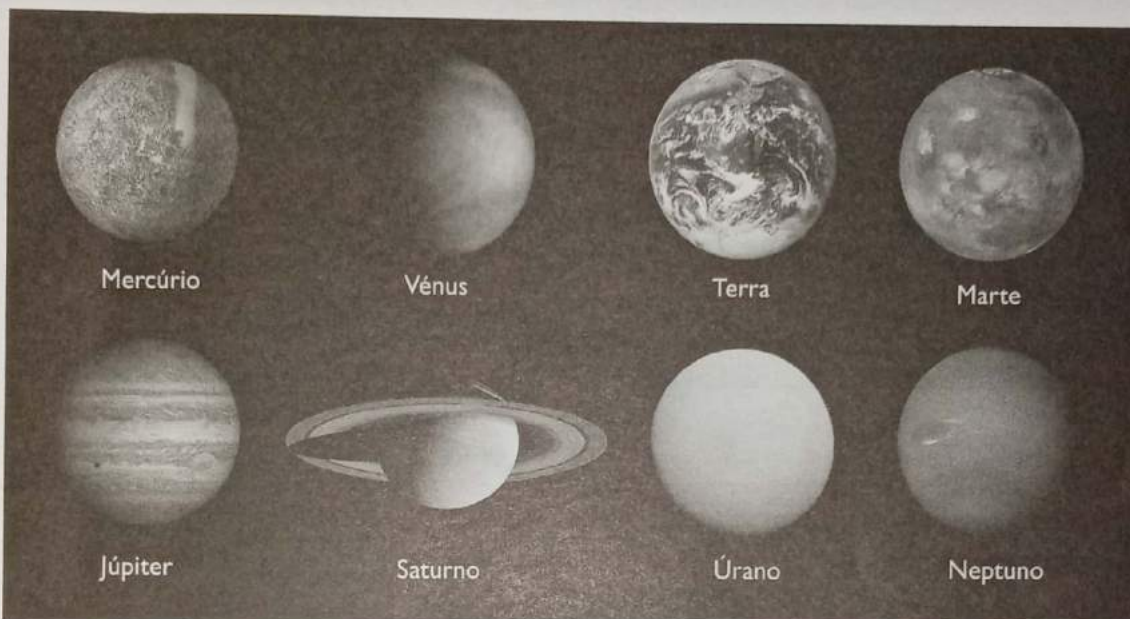
..... Fig. 7 Cometa.

2.2 O sistema solar: o Sol e os planetas

O sistema solar é constituído pelo Sol e pelos corpos celestes, que são influenciados pelo seu campo gravítico, incluindo os planetas, os planetas anões, os satélites naturais e os corpos menores, como os cometas e os asteróides.

Do gigante gasoso Júpiter, até ao pequeno Mercúrio, o planeta mais próximo do Sol, a Terra ocupa a terceira posição por ordem crescente de distância a este astro (estando a uma distância aproximada de 150 000 000 de quilómetros).

A escala de distâncias em relação ao Sol, que permite a existência de vida, é relativamente curta, sendo a Terra o único planeta que reúne as condições adequadas.



..... Fig. 8 Os oito planetas que constituem o sistema solar.

2.3 A Terra: forma, dimensão e seus movimentos

A Terra tem uma forma aproximadamente esférica, a sua superfície mede 500,1 M km e é animada pelos movimentos de rotação e de translação. As provas disso são muito conhecidas, como a do barco que se afasta ou que se aproxima da costa e a da sombra circular da Terra projectada na Lua durante um eclipse desta e já apontada por Aristóteles no século IV a. C. Mas hoje são as fotografias tiradas de naves espaciais que fornecem a prova mais clara e expressiva da esfericidade da Terra.

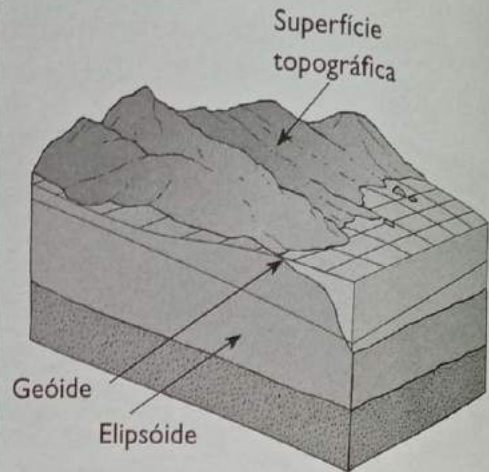


..... Fig. 9 A Terra vista do Espaço.

A superfície terrestre não é lisa, pois apresenta irregularidades, e denomina-se superfície topográfica da Terra. Não possui representação matemática e foi necessário escolher uma superfície de referência. Considerou-se a que é definida pelo nível médio das águas do mar. Esta superfície define para a Terra uma **forma elipsoidal**, que é conhecida por **geóide**. Ainda assim, o geóide não é uma superfície geometricamente definida, uma vez que as medições geodésicas permitem afirmar que a forma que mais se aproxima da forma real da Terra é uma elipsóide de revolução (sólido criado pela rotação de uma elipse em torno do eixo dos pólos).

Alguns dados úteis:

Raio equatorial (a)	6378 km
Raio polar (b)	6357 km
Diferença (a-b)	21 km
Achatamento (a-b)	1/297
Quarto de meridiano	10 002 km
Circunferência equatorial	40 077 km
Superfície da Terra	500,1 M km
Arco de meridiano de 1°	
de 0° a 1° de latitude	110,6 km
de 89° a 90° de latitude	111,7 km

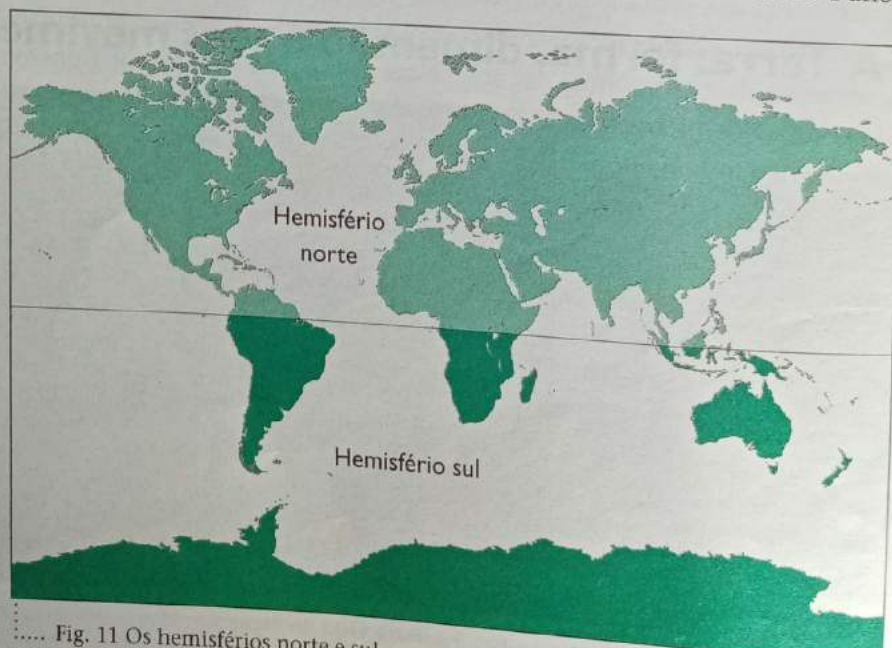


..... Fig. 10 A forma geóide da Terra.

A órbita da Terra

A Terra é forçada pela poderosa gravidade solar a descrever uma órbita levemente elíptica, com um raio de aproximadamente 150 milhões de quilómetros.

Uma órbita completa demora aproximadamente 365 ¼ dias (mais precisamente 365, 256 dias) a cumprir. Para mantermos o nosso calendário regulado pelo Sol, temos normalmente três anos normais de 365 dias, seguidos de um ano bissexto (366 dias) em intervalos de 4 anos.

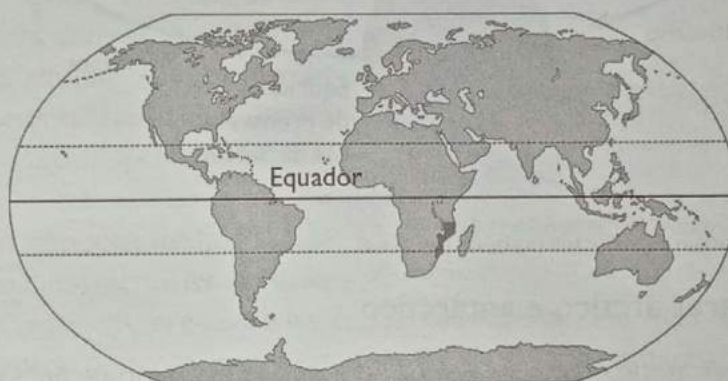


..... Fig. 11 Os hemisférios norte e sul.

No Inverno do hemisfério norte, a distância entre a Terra e o Sol é a menor – cerca de 147,1 milhões de quilómetros. Seis meses depois, aumenta para 152,1 milhões de quilómetros. Em consequência desta elipsidade, a radiação solar que atinge a Terra no Verão do hemisfério sul é cerca de 7 por cento superior à do Verão setentrional. Embora a diferença seja grande, pouco efeito tem no clima da Terra, porque este é dominado pela distribuição dos continentes e oceanos dos dois hemisférios.

A inclinação da Terra e as estações

A Terra descreve uma rotação completa em torno do seu eixo em cada 24 h (um dia), provocando a alternância entre luz (dia) e escuridão (noite). O eixo de rotação da Terra pode ser imaginado como uma linha que passa pelo centro da Terra e que une o Pólo Norte ao Pólo Sul. A direcção norte do eixo aponta para um ponto do céu a um grau de distância da brilhante Estrela Polar. Se os eixos fossem exactamente perpendiculares ao plano em que se situa a órbita da Terra, não haveria estações. Nesse caso, o Sol estaria continuamente sobre o equador e em cada pólo seria visto a raspar o horizonte. Contudo, o facto de o eixo estar desviado $23^{\circ} 26' 30''$ em relação a uma linha perpendicular ao plano da órbita da Terra faz com que os raios solares atinjam uma determinada latitude em ângulos diferentes no decurso do ano.



..... Fig. 12 A linha do equador.

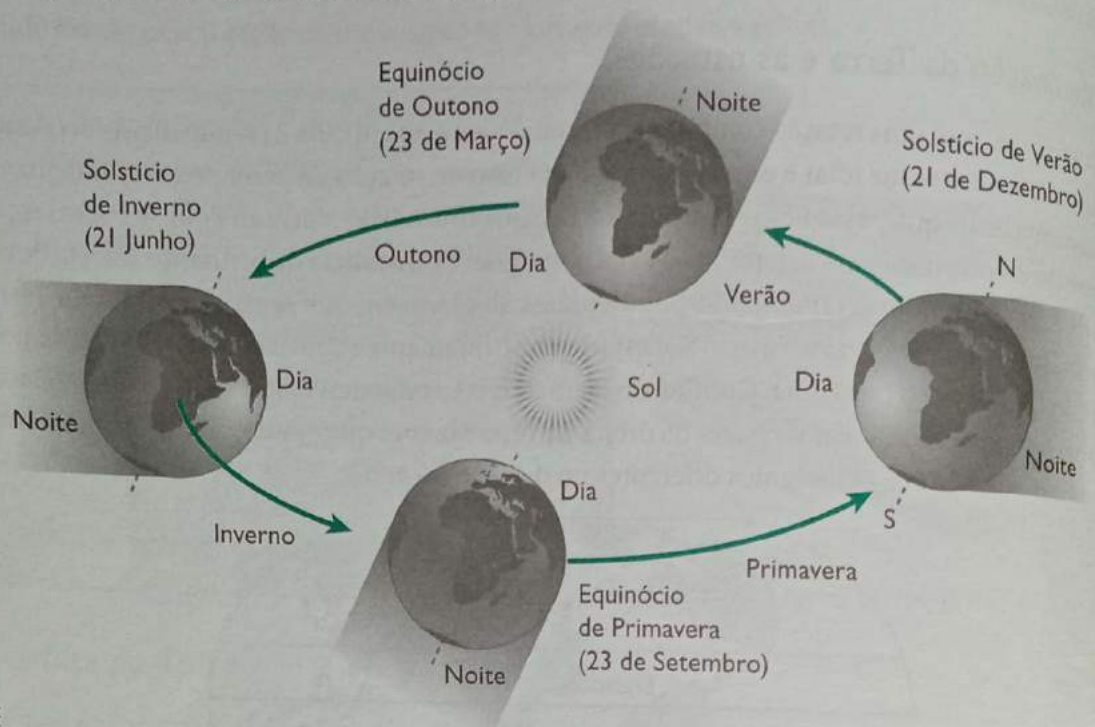
À medida que a Terra se move em torno do Sol, a inclinação do seu eixo mantém-se fixa em relação à sua órbita, mas o plano da órbita da Terra, devido à inclinação, não é coincidente com o equador. De seis em seis meses, os hemisférios voltam-se alternadamente para o Sol. Os pontos extremos da órbita da Terra (solstícios) e os dois pontos médios entre estes (equinócios) são particularmente significativos no calendário anual.

Verificam-se a 21 de Março (equinócio da Primavera, ou ponto vernal), a 22 de Junho (solstício de Verão no hemisfério norte), a 23 de Setembro (equinócio de Outono) e a 22 de Dezembro (solstício de Inverno) – isto tudo para o hemisfério norte. (Para o hemisfério sul, ver figura 13.) O significado climático destes dados consiste no facto de as horas de luz solar alcançarem o máximo e o mínimo nos solstícios de Verão e de Inverno, respectivamente. E de nos equinócios o dia e a noite terem igual duração em toda a Terra. No hemisfério sul, o dia mais longo acontece no solstício de Dezembro e o mais curto ocorre no solstício de Junho.

No solstício de Dezembro, o hemisfério norte atinge a sua inclinação máxima em relação ao Sol. Assim, a norte do equador, o Sol encontra-se baixo no céu, mesmo ao meio-dia. As horas de luz são curtas e as temperaturas, em geral, são baixas. Nesta data, o Sol ao meio-dia solar atinge o zénite nos lugares situados no Trópico de Capricórnio, estando o hemisfério sul mais exposto à radiação solar (início do Verão).

Seis meses depois, as condições dos dois hemisférios invertem-se e o Sol, ao meio-dia, atinge o zênite nos lugares situados no Trópico de Câncer e, em todos os lugares a norte daquele círculo, é o momento do ano em que o Sol está mais alto no horizonte.

Nas posições intermédias entre as duas anteriores, nos equinócios de Março e de Setembro, o Sol, no seu movimento anual aparente, encontra-se no plano do equador, onde incide verticalmente. A duração do dia é de 12h em todos os lugares da Terra.



..... Fig. 13 Os solstícios e equinócios do hemisfério sul.

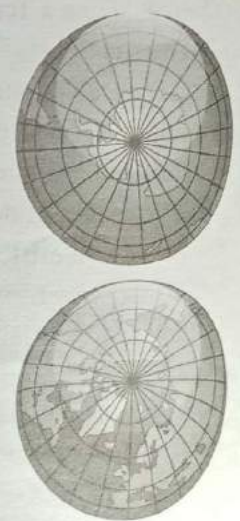
Os círculos polares ártico e antártico

Os círculos polares ártico (latitude $66^{\circ}33' N$) e antártico (latitude $66^{\circ}33' S$) são os limites das regiões polares. À medida que nos deslocamos para norte ou para sul do equador, a variação anual de horas de luz solar e de obscuridade aumenta, até atingir o seu extremo nos pólos.

Nos lados equatoriais dos Círculos Polares Ártico e Antártico, o Sol nasce e põe-se a intervalos de 24 horas durante todo o ano. Nos lados polares, contudo, isso não acontece: entre os equinócios vernal e outonal, o hemisfério norte está mais exposto ao Sol, devido à inclinação da Terra na sua órbita, e existe perpetuamente luz solar no Pólo Norte, com o Sol a pôr-se e a nascer sem nunca desaparecer no horizonte.

No solstício de Verão, no hemisfério norte, o Sol encontra-se na sua posição mais a norte durante o ano e, por isso, em todos os lugares até $23,5^{\circ}$ do Pólo Norte (a zona frígida do norte) esse dia tem 24 horas de luz solar. No Pólo Sul, durante esse período, não existe luz solar (fenómeno a que se chama «noite perpétua»).

No solstício do Inverno setentrional é a vez de o hemisfério norte experimentar a «noite perpétua», pois está na sua posição mais afastada do Sol, enquanto, no hemisfério sul, o «Sol da meia-noite» é visível em toda a região polar sul.



..... Fig. 14 O Pólo Sul e o Pólo Norte.

Os movimentos da Terra

Movimento de rotação

A Terra está animada de um movimento de rotação em torno do seu eixo, fazendo com o plano da eclíptica um ângulo de $66^{\circ} 33'$. A eclíptica é a linha que o Sol descreve na esfera celeste, num ângulo que a afasta do equador de $23^{\circ} 27'$. Este movimento realiza-se em sentido directo, isto é, de oeste para este. A rotação não é uniforme e a sua velocidade diminui, embora de modo insignificante, cerca de 0,1 s em 6000 anos. A melhor prova da rotação da Terra foi dada pela célebre experiência de Foucault, em 1851. Da cúpula do Panteão de Paris, Foucault suspendeu uma esfera de bronze com 28 kg por um fio de aço com 67 m de comprimento e imprimiu a este pêndulo gigantesco uma determinada oscilação. Mostrou então que o pêndulo rodava lentamente em torno do seu ponto de suspensão de modo a completar uma volta em cerca de 32h. Se a experiência tivesse sido feita nos pólos, o pêndulo teria rodado precisamente em 24h.

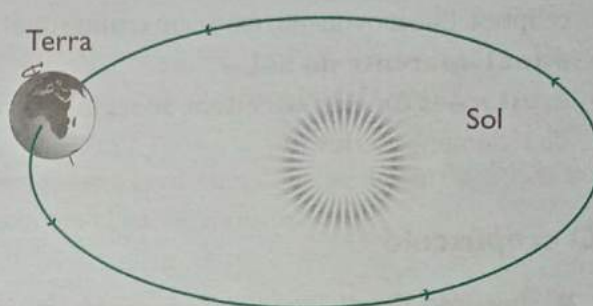
Movimento de translação

A Terra está também animada de um movimento de translação em volta do Sol, segundo uma órbita elíptica, que define o plano da eclíptica, em que o Sol ocupa um dos focos. Faz-se igualmente em sentido directo e a uma volta completa corresponde o intervalo de tempo de um ano sideral, que equivale a 365,2564 dias de tempo solar médio.

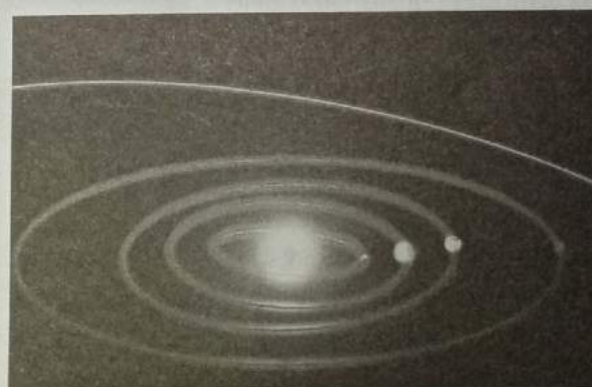
Apesar de o astrónomo Aristarco ter admitido, já no século III a. C., que a Terra girava em torno do Sol e não este em volta da Terra, só no século XVI é que esta verdade se impôs, com Copérnico. Não havia, no entanto, provas irrefutáveis, pelo que ainda no século XVII, no tempo de Galileu, muitos continuavam convencidos do contrário. Só com a descoberta da aberração da luz das estrelas, no século XVIII, é que ficou definitivamente provada a realidade do movimento de translação da Terra em torno do Sol.

Uma prova do movimento de translação é dada pelo movimento retrógrado aparente dos planetas. Observando as diferentes posições de um determinado planeta na esfera celeste, verifica-se que a sua trajectória é sinuosa, parecendo por vezes retrogradar.

O seu movimento de translação não se realiza a uma velocidade constante, mas varia entre um máximo no momento da sua passagem pelo periélio (ponto mais próximo do Sol) e um mínimo na sua passagem pelo afélio (ponto mais distante do Sol). Este facto é traduzido pela segunda lei de Kepler, segundo a qual o raio vector que liga o Sol à Terra descreve áreas iguais em tempos iguais. Como na elipse a áreas iguais não correspondem arcos iguais, a velocidade não pode ser constante.



..... Fig. 15 O movimento de translação da Terra em torno do Sol.



..... Fig. 16 A elipse dos planetas do sistema solar.

Consequências dos movimentos da Terra

As consequências da rotação da Terra são várias. A esfera celeste parece descrever um movimento de rotação em sentido retrógrado. É o movimento diurno aparente. Os dias e as noites sucedem-se regularmente, impondo um ritmo diário a quase todos os fenómenos que se desenrolam à superfície terrestre.

Os corpos que se encontram em movimento à superfície da Terra movem-se para a direita no hemisfério norte e para a esquerda no hemisfério sul. É o resultado da força aparente de Coriolis, que depende da massa e da velocidade do corpo, da latitude do lugar e, ainda, da velocidade angular de rotação da Terra, que é constante. A força centrífuga resultante da rotação provocou, no início, o achatamento polar da Terra e contraria a força da gravidade que, por isso, aumenta desde o equador, onde é mínima, até aos pólos, onde é máxima.

Entre as consequências do movimento de translação da Terra contam-se as seguintes:

- o Sol parece estar animado de um movimento de translação de direcção leste, o qual descreve, na esfera celeste, um círculo máximo inclinado de $23^{\circ} 27'$ sobre o equador e conhecido por eclíptica. Este movimento faz-se em sentido directo (direcção leste) e é designado por **movimento anual aparente do Sol**;
- as **estações do ano sucedem-se** regularmente, impondo um ritmo anual a grande número de fenómenos terrestres.

O crepúsculo

A transição do dia para a noite e da noite para o dia faz-se durante um período de semiobscuridade chamado crepúsculo. Este pode ser vespertino ou matutino, conforme ocorre ao anoitecer ou ao amanhecer.

O crepúsculo resulta da reflexão e da difusão da luz solar nas camadas superiores da atmosfera iluminadas pelo Sol, quando este se encontra abaixo do horizonte.

O crepúsculo varia com a latitude, sendo praticamente nulo na zona equatorial, onde

a transição entre os dias e as noites se faz quase bruscamente, e máximo nas zonas polares, onde atinge várias horas de duração, chegando mesmo o crepúsculo vespertino a ligar-se ao matutino durante alguns meses.

O crepúsculo varia ainda com a época do ano, aumentando com a declinação do Sol, sendo, por isso, máximo durante os solstícios e mínimo durante os equinócios.

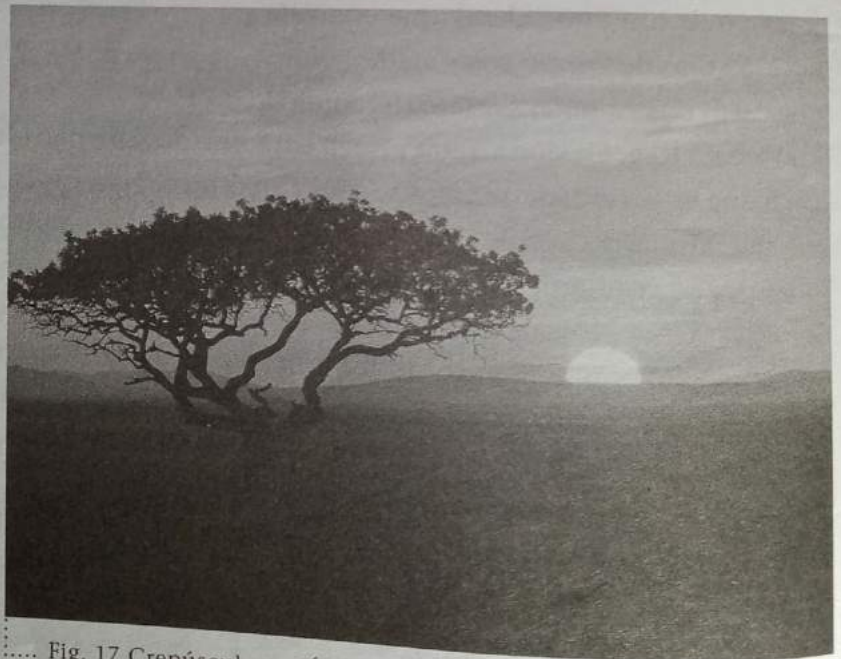


Fig. 17 Crepúsculo em África.

Actividades

I. Discute em grupos:

- a) a diferença entre o movimento de rotação e o movimento de translação da Terra;
- b) as consequências de cada um desses movimentos.

Vamos recordar...

O Universo ou Cosmos é o conjunto de todos os astros e do espaço celeste.

No Universo, os astros apresentam-se em aglomerados de muitos milhões, juntamente com gases e poeiras. A estes aglomerados dá-se o nome de galáxias.

O sistema solar encontra-se na galáxia chamada Via Láctea. A Terra é um planeta.

O sistema solar é constituído pelo Sol, planetas, satélites naturais, planetas anões, asteróides e alguns cometas.

Os astros são corpos que existem no espaço celeste.

Há astros que são estrelas, outros que são planetas e ainda outros que são cometas.

A Terra desloca-se em volta do Sol, descrevendo uma linha curva que se designa por órbita da Terra. A Lua, por sua vez, descreve uma órbita em volta da Terra.

A Terra realiza dois movimentos: um em torno do seu eixo (movimento de rotação) e outro em torno do Sol (movimento de translação). Uma volta completa de rotação dura 24 horas, enquanto uma volta de translação dura 365 dias. O primeiro movimento origina a sucessão dos dias e das noites e o segundo a sucessão das estações do ano.

Ficha de avaliação

Certamente já passaste algumas horas, à noite, a observar aqueles pontos luminosos e brilhantes que aparecem no céu. Quantas aventuras terás imaginado nesse mundo distante e misterioso! O nosso sistema solar é um local que desperta muita curiosidade e deslumbramento. Está repleto de cometas, asteróides e muitos outros objectos interessantes, luas, planetas minúsculos e grandes, nos quais está incluída a Terra.

1. Repara na luz da Lua e na luz de outros astros. Indica os que te parecem ter luz a cintilar.
2. Compara a posição da Lua em relação a outro astro, que deves fixar com intervalos de uma hora. Pretende-se que observes a distância entre dois pontos brilhantes, com intervalos de uma hora. Apresenta as tuas conclusões.
3. Une, por meio de setas, o nome de cada elemento da coluna A à frase da coluna B, de modo a obteres informações verdadeiras.

A	B
Estrela	Satélite natural que orbita a Terra.
Planeta	Astro com luz própria cintilante.
Lua	Estrela mais próxima da Terra.
Sol	Astro sem luz própria.

4. Preenche os espaços com as palavras correspondentes às respectivas frases, escrevendo cada letra no quadrado respectivo.

Astro geralmente constituído por núcleo, cabeleira e cauda.

--	--	--	--	--	--	--	--

Corpo celeste.

--	--	--	--	--	--	--	--

Linha curva imaginária, percorrida pelos planetas em torno de outros astros.

--	--	--	--	--	--	--	--

O conjunto do espaço celeste e todos os astros que nele existem.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Sistema formado por aglomerados de milhões de astros, gases e poeiras.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

5. Consultando bibliografia diversa e/ou uma boa enciclopédia, escreve um texto sobre a importância do estudo do Universo.

Trabalho de campo

▶ Pesquisa

Faz um cartaz ou inicia um portefólio.

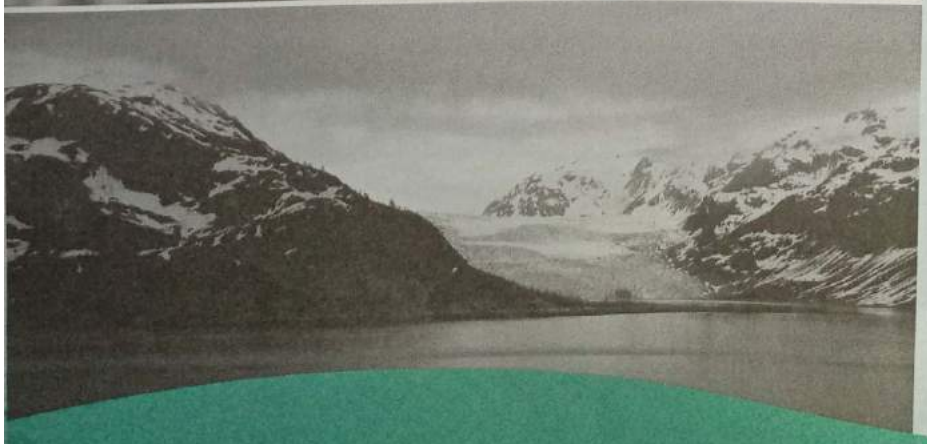
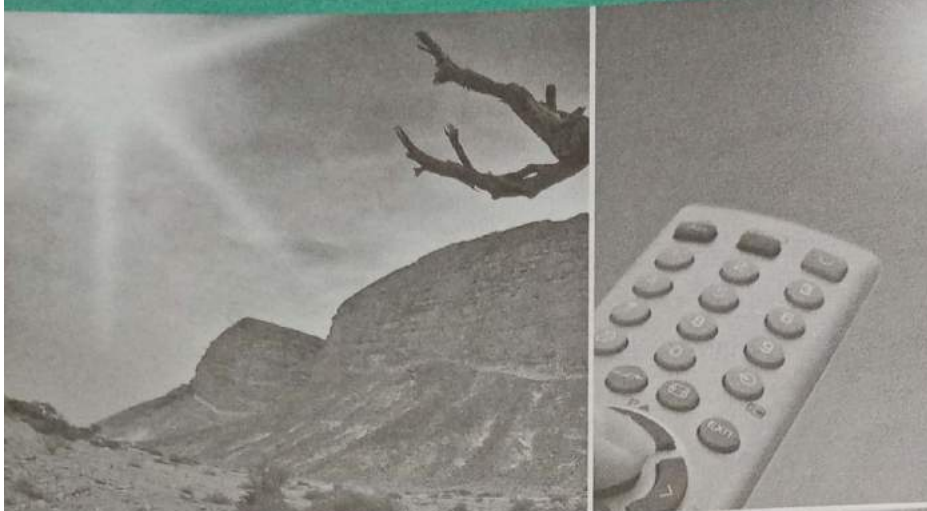
Recolhe e recorta imagens de revistas e jornais referentes a astros e viagens espaciais.

▶ Cartaz/Portefólio

1. Cola as imagens que recolheste em cartolina, para construíres um cartaz, ou em folhas de papel A4, para fazeres um portefólio.
2. Legenda todas as figuras que colares.
3. Consultando bibliografia diversa, enciclopédias e Internet, recolhe informações sobre:
 - a localização da Terra no Universo;
 - a posição da Terra no sistema solar;
 - o nome e a localização do novo irmão da Terra;
 - a fabulosa viagem da *Voyager 2*.

Unidade 3

O ambiente bioclimático



No fim da unidade, deverás ser capaz de:

- identificar os principais componentes do ar;
- distinguir as várias camadas da atmosfera;
- explicar a importância da defesa e conservação da atmosfera;
- caracterizar a evolução do conhecimento da atmosfera;
- explicar os principais processos de aquecimento da atmosfera;
- explicar a circulação geral da atmosfera;
- caracterizar as massas de ar;
- identificar os principais problemas resultantes das actividades humanas na atmosfera;
- diferenciar as principais formas de precipitação;
- explicar a distribuição da pluviosidade à superfície da Terra;
- explicar o ciclo da água;
- distinguir tempo de clima;
- comparar as classificações climáticas;
- localizar as principais regiões bioclimáticas;
- caracterizar as principais regiões bioclimáticas;
- explicar a necessidade de conservação e defesa dos recursos florestais e faunísticos.

3.1 O conceito de ambiente bioclimático

Para se compreender o conceito de ambiente bioclimático é preciso, em primeiro lugar, definir e perceber os termos ambiente, biogeografia e climatogeografia.

O **ambiente** é o conjunto de substâncias ou condições existentes que nos envolvem. É formado pelos elementos da parte biótica (seres vivos) e pelos elementos da parte abiótica (mundo inerte, inorgânico ou inanimado), como, por exemplo, o ar, a luz, a água, o solo, o relevo e a temperatura, entre outros. Numa visão mais ampla, o ambiente inclui, além do conteúdo ecológico, a sociedade, a economia e a cultura.

A **Biogeografia** é o ramo da Geografia Física que estuda os organismos vivos, as plantas e os animais existentes na superfície terrestre, e que descreve e explica a sua distribuição.

A **Climatogeografia** ocupa-se do estudo do clima, das suas características, da variação e da distribuição territorial e da influência nos organismos vivos. Por **ambiente bioclimático** entende-se o conjunto de diferentes ecossistemas da Terra com as suas populações de animais e plantas, interagindo entre si e com o meio, correspondendo, por isso, a extensas regiões que apresentam aspectos biológicos, edáficos e climáticos distintos.

A Climatogeografia apresenta relações de interdisciplinaridade com a Climatologia e com a Meteorologia.

A **Climatologia** caracteriza as variações climáticas, explica as causas da diversidade climática no globo terrestre e realiza a avaliação climática nas actividades económicas.

A **Meteorologia**, correspondendo ao estudo científico dos fenómenos e processos da atmosfera, tem como funções: apoiar a navegação aérea, marítima e terrestre; criar o sistema de alerta sobre ocorrências na Natureza; prever os estados do tempo e informar sobre possíveis mudanças bruscas no estado do tempo e auxiliar na recomendação de medidas para mitigar os efeitos dos desastres naturais.

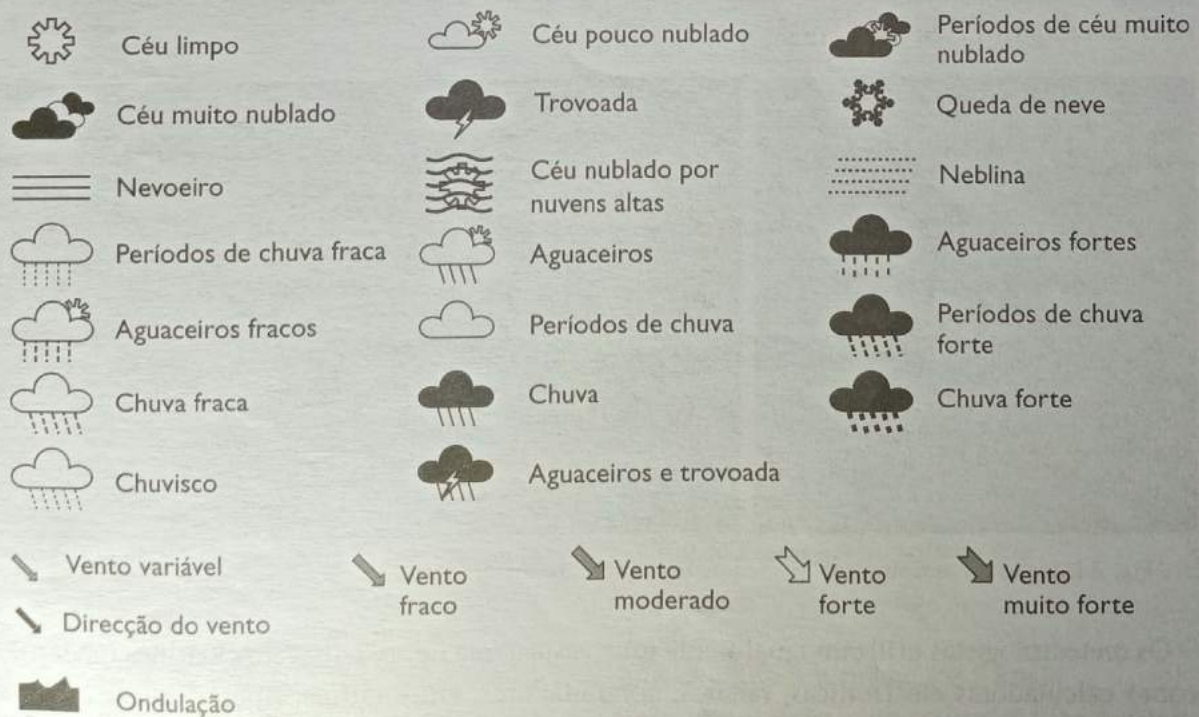


Fig. 1 Símbolos meteorológicos.

3.2 Evolução do conhecimento científico da atmosfera

O planeta Terra está envolvido por uma camada de gases – a atmosfera –, que o acompanha no seu movimento de rotação.

Os fenómenos meteorológicos que nela se verificam influenciam significativamente toda a vida na Terra. Por isso, desde a Antiguidade até aos nossos dias, o Homem tem manifestado preocupação no que respeita à previsão do tempo.

Na Antiguidade, em algumas comunidades, recorria-se não só à observação da forma e do aspecto das nuvens e às características dos ventos, mas também a outros fenómenos, como a posição da Lua, para efectuar a previsão do tempo. Ainda hoje há comunidades (de caçadores, pescadores e camponeses) que fazem as suas previsões meteorológicas baseando-se em sinais deste tipo. Mais ainda, são igualmente utilizados indicadores de tipo pessoal, como as dores no corpo, os formigueiros nas pernas, as dores nas articulações, nas pernas e na cabeça, entre outros, para prever o tempo.

Na mitologia grega existiam numerosos deuses que personificavam e controlavam todas as coisas celestes e terrenas, incluindo o tempo. O soberano dos céus era Zeus, que governava as nuvens, a chuva e os trovões. O seu irmão Poseidon era o deus dos mares. Hélio era deus do Sol e os ventos obedeciam às ordens de Éolo.

Do ponto de vista histórico, o estudo do tempo como ciência iniciou-se com os Gregos, que foram pioneiros na observação regular dos ventos. No século XIX, a Meteorologia constituiu-se como ciência, após uma longa evolução.

As informações e os dados (observações e previsões meteorológicas) que se encontram presentemente à disposição dos meteorologistas são reunidos e fornecidos por aparelhos instalados em postos meteorológicos, em balões-sonda, em navios e através de satélites meteorológicos (geoestacionários e de órbita polar).



Fig. 2 Estação meteorológica.

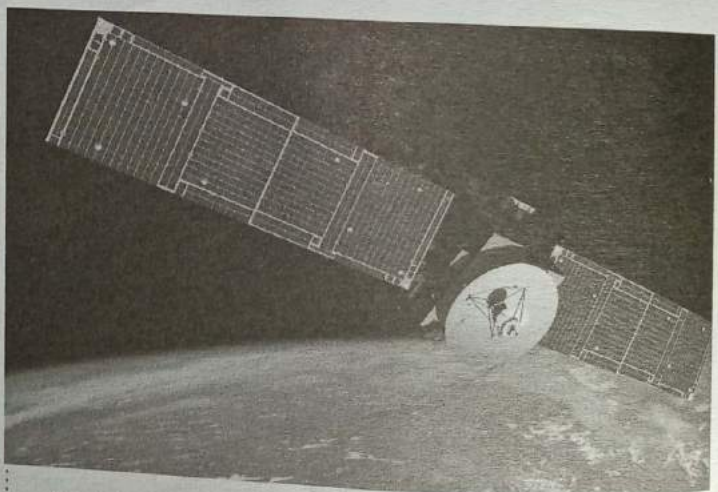


Fig. 3 Satélite meteorológico.

Os meteorologistas utilizam igualmente uma vasta gama de aparelhagem científica moderna, como calculadoras electrónicas, radares, computadores, entre outros. Apesar de existir uma grande variedade de recursos tecnológicos de ponta disponíveis, a previsão do tempo ainda não está isenta de falhas.

3.3 Estrutura e composição da atmosfera

As observações meteorológicas decorrentes de processos tradicionais e os recentes dados fornecidos por satélites permitiram concluir que a atmosfera não é homogênea, ou seja, esta é composta por várias camadas mais ou menos concêntricas.

Definição de atmosfera

A **atmosfera** é uma fina camada de gases que envolve a Terra, composta também por poeiras retidas pela força da gravidade. Observada do espaço, a Terra parece uma esfera de coloração azul devido à dispersão da luz solar sobre a atmosfera.

O limite inferior da atmosfera é definido pela superfície terrestre. Como a passagem da atmosfera para o espaço interplanetário é gradual, é difícil marcar um limite superior.

A atmosfera pode ser caracterizada de acordo com o critério térmico, a composição, a ionização, a actividade química, o estado dinâmico, etc.

A estrutura vertical da atmosfera

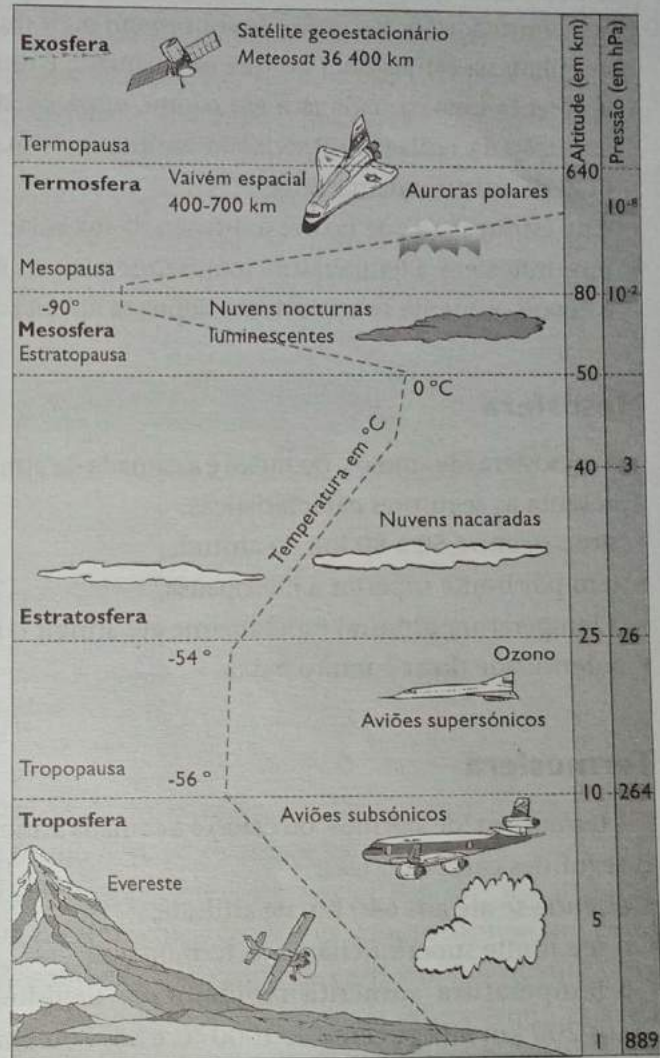
Segundo o critério térmico, na estrutura vertical da atmosfera há diversas camadas.

Troposfera

A troposfera (de «tropa», ou movimento, e «esfera») é a camada inferior, da superfície do solo até uma altitude média de 10 km. Possui as seguintes características:

- a sua espessura é variável, tendo cerca de 7 km nos pólos e 17 km no equador;
- o limite superior é a tropopausa;
- a distância da tropopausa em relação ao solo varia conforme as condições climáticas da troposfera, a temperatura do ar, a latitude, a altura do ano e outros factores;
- é a camada mais agitada, pois nela ocorrem as principais perturbações e fenómenos meteorológicos (ventos, nuvens e precipitação) que definem os vários estados do tempo;
- a sua temperatura diminui com a altitude, cerca de 6,5 °C por cada quilómetro;
- a sua pressão diminui com a altitude;
- contém todo o vapor de água;
- comporta cerca de 80% da massa atmosférica, estando 50% nos primeiros 5 km.

É possível individualizar grandes volumes de ar, ou seja, as massas de ar, que se caracterizam pela sua mobilidade e pela distribuição uniforme, na horizontal, da temperatura e da humidade.



..... Fig. 4 Estrutura da atmosfera.

Estratosfera

A estratosfera (de «estrato», ou camada) é a camada que se localiza acima da troposfera, entre a tropopausa e até cerca de 50 km de altitude, sendo a estratopausa o seu limite superior. Possui as seguintes características:

- a ausência de grandes perturbações permite que as camadas de ar se disponham segundo a sua densidade decrescente e se conservem mais ou menos estratificadas (muitos aviões a jacto circulam na estratosfera porque esta camada é muito estável);
- apresenta uma camada rica em ozono, entre os 20 e os 35 km, cuja importância assenta na absorção da radiação ultravioleta emitida pelo Sol. Se não se verificasse esta absorção, não poderia existir vida na Terra;
- é na estratosfera que ocorre a difusão da luz solar que origina a cor azul do céu;
- na estratosfera, a temperatura mantém-se mais ou menos constante nos primeiros quilómetros e depois aumenta relativamente depressa até alcançar os 0 °C na mesosfera.

Mesosfera

A mesosfera (de «meso», ou meio) é a camada da atmosfera que se localiza acima da estratopausa. Apresenta as seguintes características:

- situa-se entre 50 a 80 km de altitude;
- tem por limite superior a mesopausa;
- a temperatura diminui rapidamente até atingir o mínimo de cerca de -90 °C;
- a densidade do ar é muito baixa.

Termosfera

A termosfera (de «termo», ou calor) é a camada atmosférica situada após a mesopausa e apresenta as seguintes características:

- estende-se até aos 640 km de altitude;
- o seu limite superior chama-se termopausa;
- a temperatura aumenta rapidamente devido à absorção das radiações ultravioletas. Aos 200 km atinge cerca de 1000 °C e aos 800 km cerca de 1800 °C;
- é uma camada muito rarefeita, daí que as temperaturas elevadas não tenham o mesmo significado que teriam nas camadas baixas da atmosfera;
- é uma camada caracterizada por uma grande ionização do ar devido à baixa densidade e à intensa radiação solar, o que produz auroras boreais e austrais. Por esta razão, a termosfera também pode ser designada por ionosfera.

Exosfera

A exosfera (de «exo», para fora) é a parte superior da atmosfera e apresenta as seguintes características:

- Situa-se a partir dos 6 km de altitude;
- A densidade do ar é extraordinariamente baixa;
- Não tem um limite superior definido.

Composição da atmosfera

A composição química da atmosfera e a sua estrutura vertical permitiram o desenvolvimento da vida no planeta Terra.

Na baixa atmosfera até à mesopausa, o ar que respiramos é uma mistura em que predominam o azoto (78,08%) e o oxigénio (20,95%), contendo também partículas sólidas e líquidas. O azoto actua como suporte dos demais componentes e é de capital importância para os seres vivos, uma vez que fixado no solo pela acção das bactérias e outros microrganismos é absorvido pelas plantas, sob a forma de proteínas vegetais. Em contrapartida, o oxigénio é responsável pelos processos respiratórios dos seres vivos.

Na alta atmosfera, o ar atmosférico apresenta características diferentes das da baixa atmosfera. Com o aumento da altitude, os gases predominantes são o azoto molecular, o oxigénio atómico, o hélio e o hidrogénio. Em termos de volume, a atmosfera apresenta as seguintes percentagens:

N.º	Constituinte	Símbolo químico	% do volume
1	Azoto	(N ₂)	78,08
2	Oxigénio	(O ₂)	20,95
3	Árgon	(Ar)	0,93
4	Dióxido de carbono	(CO ₂)	0,03
5	Total	—	99,99

..... Fig. 5 Composição do ar seco até 25 km de altitude.

A parte restante, cerca de 0,01%, constitui-se de gases raros, nomeadamente o néon (Ne), o hélio (He), o crípton (Kr), o xénon (Xe), o ozono (O₃), entre outros gases residuais.

O dióxido do carbono, apesar de existir em pequenas quantidades, é um dos mais importantes componentes da atmosfera, sendo um dos principais reagentes da fotossíntese, processo bioquímico determinante para as plantas clorofiladas. O dióxido de carbono desempenha um papel fulcral nas trocas energéticas entre o sistema Terra e a atmosfera, absorvendo energia solar e terrestre de certos comprimentos de onda. Conjuntamente com o vapor de água, é um dos gases de estufa existentes, garantindo o equilíbrio térmico da Terra.

O vapor de água entra na composição do ar em quantidades muito variáveis, dependendo do tempo e do lugar, e exerce um importante papel de regulador da acção do Sol sobre a superfície da Terra. Encontra-se, principalmente, nas camadas baixas da atmosfera, uma vez que provém da evaporação das águas do mar e da transpiração das plantas. Cerca de 75% está abaixo dos 4000 metros de altitude. Contrariamente aos outros gases, o vapor de água muda de estado com muita facilidade e frequência. No estado gasoso é invisível, no estado líquido apresenta-se sob a forma de gotas de água, que dão origem às nuvens, ao orvalho e à precipitação. No estado sólido, constitui-se de cristais de gelo, que formam as nuvens altas, a neve, a saraiva e a geada.

A atmosfera é igualmente composta por impurezas (poeiras, fuligem e partículas de sais), assim como de pólen, bactérias, fungos, esporos e microrganismos em suspensão. A presença destas

partículas sólidas na atmosfera é de capital importância, pois estas funcionam como núcleos de condensação, garantindo a formação das nuvens e a precipitação.

Funções da atmosfera

A atmosfera tem, relativamente à Terra, uma função semelhante à de um filtro. Uma das funções mais importantes da atmosfera é proteger a Terra das radiações ultravioletas e, assim, garantir que o planeta seja habitável.

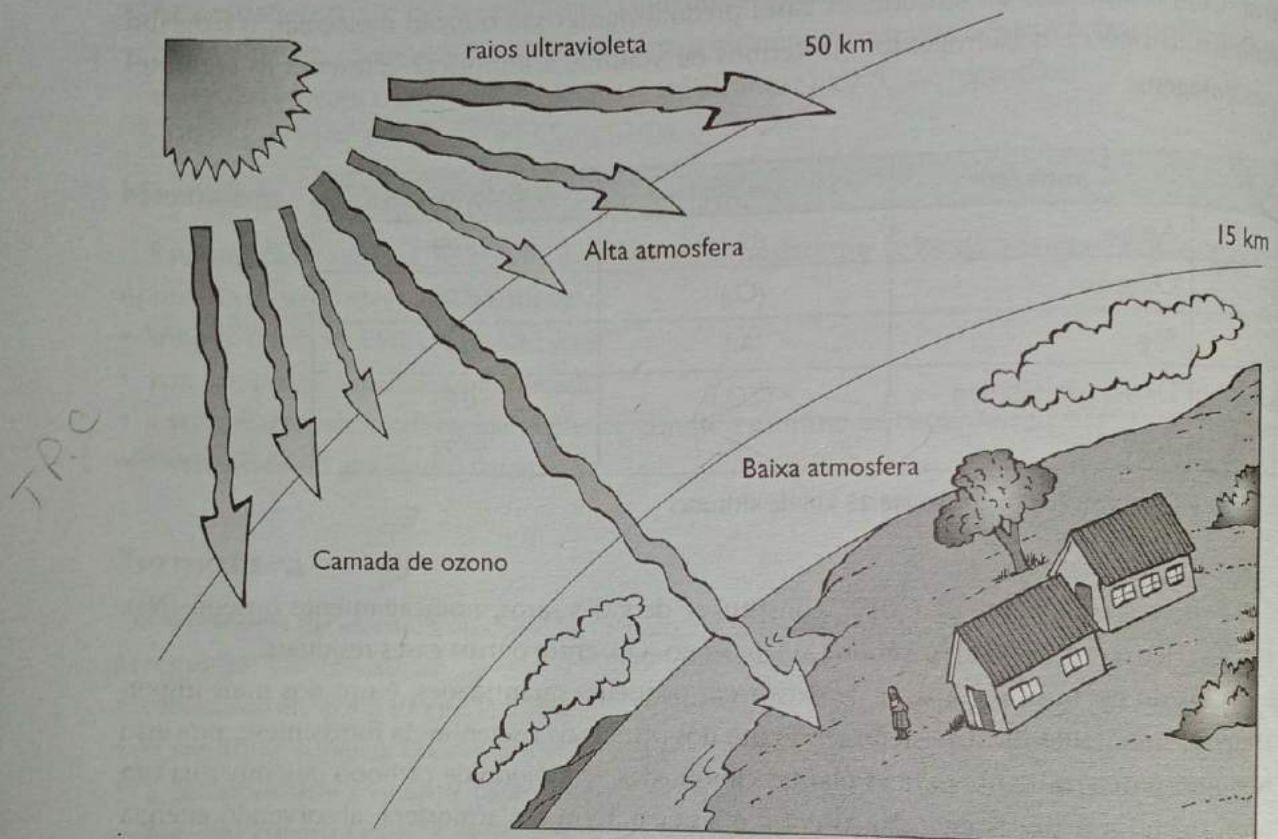
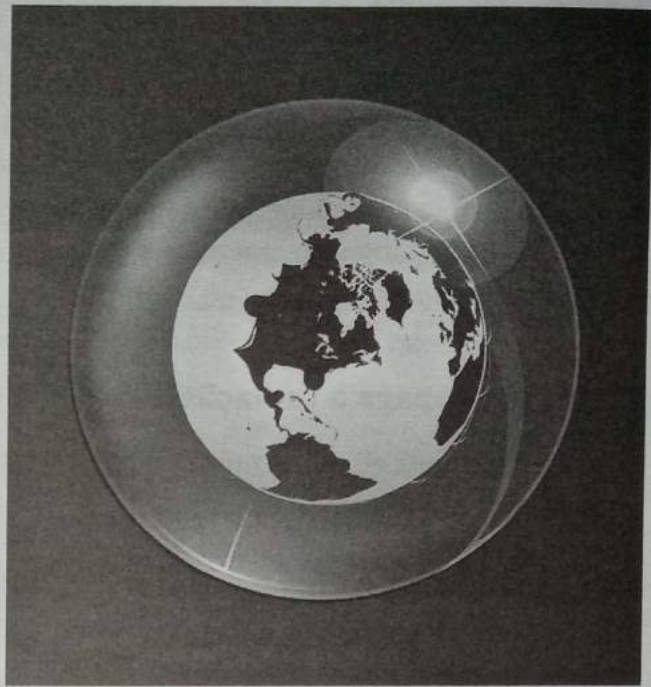


Fig. 6 Uma das funções da atmosfera.

Apresentam-se em seguida outras das suas funções:

1. Opera como uma capa protectora ou barreira de entrada de corpos estranhos na atmosfera, protegendo a superfície terrestre da acção nociva destes corpos, através de dois processos:
 - actua como uma superfície de ricochete onde embatem os corpos celestes que, assim, não chegam a entrar na atmosfera;
 - incinera os corpos que conseguem entrar na atmosfera, os quais não chegam a alcançar o solo. Este fenómeno pode ser facilmente observado em noites de céu limpo, em que se vêem traços luminosos a riscar a abóbada celeste – as estrelas cadentes.

2. Absorve e filtra uma parte significativa da radiação ultravioleta através da camada de ozono.
3. Fornece oxigénio para a manutenção dos seres aeróbios (microconsumidores e macroconsumidores).
4. Origina o efeito de estufa.
5. Mantém as temperaturas das camadas mais próximas da superfície terrestre estáveis através da movimentação e da dinâmica das massas de ar.
6. Evita que a radiação solar se perca nas altas camadas da atmosfera.



..... Fig. 7 Modelo com localização da camada de ozono.

Importância da conservação da atmosfera

O Homem introduz deliberadamente consideráveis quantidades de partículas e gases nocivos na atmosfera, provocando a sua degradação. São exemplos disto o lançamento para a atmosfera do monóxido de carbono proveniente da combustão dos automóveis, do dióxido de enxofre da combustão do carvão e dos hidrocarbonetos, do metano proveniente, por exemplo, das plantações de arroz, do dióxido de carbono resultante das queimadas deliberadas de extensas florestas, a utilização de clorofluorcarbonetos, entre outros.

A atmosfera desempenha um papel muito importante na preservação da vida na Terra (filtragem dos letais raios ultravioletas), na manutenção da água na Terra (ciclo hidrológico), na conservação do equilíbrio térmico e na defesa do planeta da acção de corpos estranhos provenientes do espaço.

O lançamento de poluentes, resultantes da actividade humana, para a atmosfera está a criar perturbações graves, nomeadamente o aumento da temperatura do globo (reforço do efeito de estufa), a ocorrência de chuvas ácidas e a redução da camada do ozono, cujas consequências são extremamente negativas para o planeta Terra.

Actividades

1. Representa esquematicamente as principais camadas da atmosfera.
2. Explica, resumidamente, de que modo o Homem tem contribuído de forma negativa para a degradação da atmosfera.
3. Recolhe excertos de notícias nos meios de comunicação (jornais, revistas e Internet) que abordem o tema da pergunta anterior e analisa-os criticamente.

3.4 Equilíbrio térmico da Terra

A radiação solar

O Sol emite constantemente energia para o espaço, a que se dá o nome de radiação solar. A radiação solar ocupa um lugar de destaque entre todos os elementos meteorológicos, porque é o motor que impulsiona a atmosfera e porque a Terra só mantém a troca de energia com o espaço através da radiação.

Como se propaga a radiação solar?

Já experimentaste atirar uma pedra a um lago? No local onde esta cai, formam-se ondas que se deslocam a uma dada velocidade. Da mesma maneira, a radiação solar é formada por ondas que viajam a uma velocidade constante de 300 000 km por segundo – as ondas electromagnéticas. Estas formam uma colecção ou um espectro de ondas de diversos comprimentos.



..... Fig. 8 Espectro da luz solar.

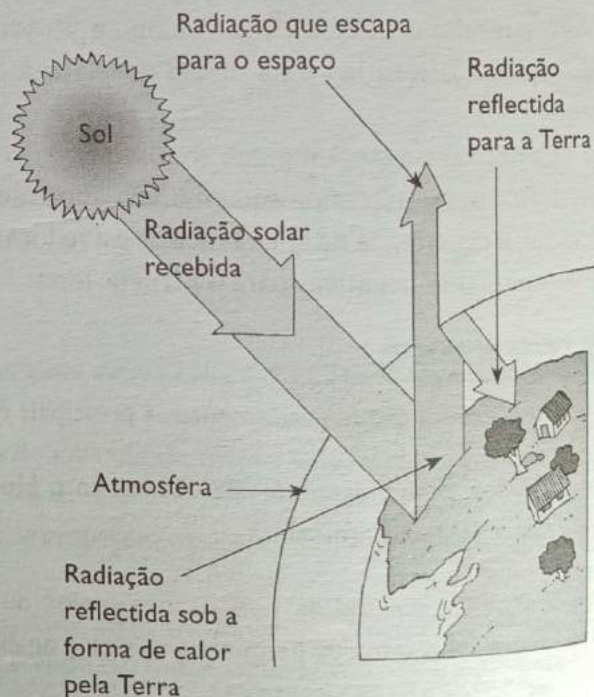
O espectro electromagnético é constituído por ondas curtas e por ondas longas. Das ondas curtas fazem parte os raios ultravioletas (invisíveis) e a luz visível. Os raios infravermelhos fazem parte das ondas longas.

Acção da atmosfera e do solo sobre a radiação solar

As modificações sofridas pela radiação na atmosfera decorrem da sua composição, que não é a mesma em toda a sua espessura. Esta funciona como um filtro, impedindo que toda a radiação solar atinja a superfície terrestre.

Os gases (o vapor de água, o dióxido de carbono e o ozono) desempenham um papel determinante na absorção da radiação solar.

O ozono que se encontra na estratosfera absorve a radiação ultravioleta, tornando possível a existência de vida na Terra. O dióxido de carbono e o vapor de água que estão na troposfera absorvem a radiação de grande comprimento de onda, ou seja, os raios infravermelhos (calor). A radiação solar, além de absorvida, é reflectida (devolvida novamente para o espaço) – por exemplo, pelas nuvens.



..... Fig. 9 Fenómeno de reflexão.

A troposfera é aquecida durante o dia pela radiação directa (e também pela difusa) do Sol. Durante a noite, é aquecida pela irradiação terrestre. Quando o céu está coberto de nuvens, a proporção de calor libertado pela Terra para o espaço é menor, sendo absorvido e reflectido pelas nuvens, o que provoca um efeito semelhante ao de uma estufa.

É, pois, possível estabelecer um balanço dos ganhos e perdas de radiação de onda curta (radiação solar) e da radiação de onda longa emitida pela Terra e pela atmosfera. Os componentes deste balanço, considerando os seus valores médios anuais, apresentam um equilíbrio para a Terra no seu todo. Este equilíbrio entre os ganhos e as perdas de energia explica o valor da temperatura média da Terra, que não se tem alterado significativamente.

Assim, do total de energia que chega ao limite superior da atmosfera, representando 100%:

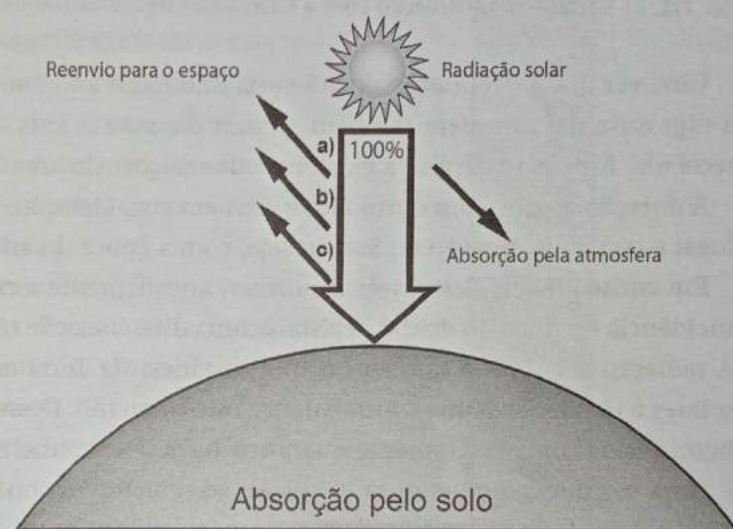
- 40% da energia é imediatamente reflectida para o espaço, ou seja, perde-se por reflexão;
- 15% da energia é absorvida directamente pela atmosfera;
- 35% da energia penetra no solo;
- 10% da energia é reflectida pelo solo.

Variação da radiação na superfície terrestre

A radiação solar recebida na superfície terrestre depende da espessura da atmosfera, do ângulo de incidência dos raios e da duração do dia. A espessura da atmosfera que os raios solares atravessam na sua longa caminhada até atingirem o solo tem o nome de massa atmosférica (m). Segundo a lei de Bouguer, a energia solar recebida na superfície terrestre diminui segundo uma progressão geométrica, quando a massa atmosférica aumenta segundo uma progressão aritmética.

Por outro lado, a energia recebida na superfície terrestre depende da inclinação dos raios solares. A lei de Lambert afirma que a energia recebida diminui segundo uma proporção crescente quando aumenta o ângulo de incidência (o ângulo que os raios solares fazem com a vertical do lugar).

Assim, conclui-se que a quantidade de calor recebida à superfície varia, por um lado, com a latitude do lugar e, por outro, com a declinação do Sol. À medida que a latitude aumenta, aumenta o ângulo de incidência e a espessura, e diminui a energia recebida. Este facto é importante, pois está na origem da repartição dos climas (quentes, temperados e frios) em latitude. Nos lugares da zona intertropical (climas quentes), o Sol mantém sempre uma altura elevada acima do horizonte. Os valores médios anuais da radiação global e da insolação são sempre altos. Nas latitudes médias (climas temperados) e elevadas (climas frios), o Sol nunca atinge uma altura tão elevada acima do horizonte, apresentando, assim, a radiação e a insolação valores inferiores aos registados na zona intertropical.



a) Difusão
b) Reflexão pelas nuvens
c) Reflexão pelo solo
..... Fig. 10 Equilíbrio térmico.

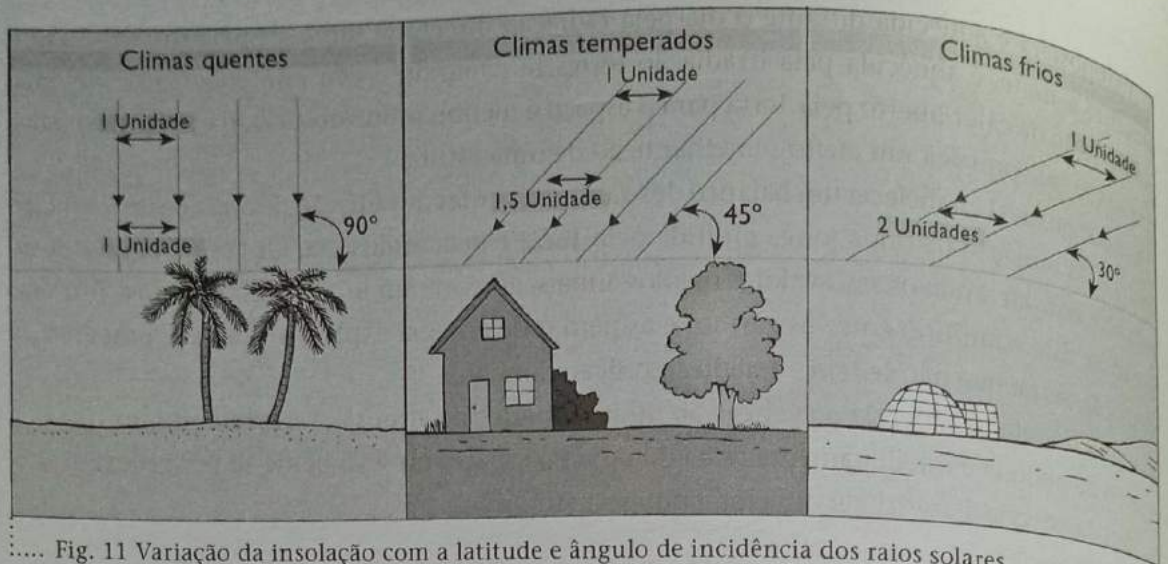


Fig. 11 Variação da insolação com a latitude e ângulo de incidência dos raios solares.

Uma vez que a declinação do Sol varia durante o ano entre $23^{\circ} 27'$, o ângulo de incidência e a espessura da atmosfera também variam durante o ano, assim como a quantidade de calor recebida. Este facto explica a existência de estações do ano à medida que a latitude aumenta.

A duração do dia é um outro factor a ter em consideração. Varia igualmente com a latitude do lugar e com a declinação do Sol, ou seja, com a época do ano.

Em consequência destes três factores, nomeadamente a espessura da atmosfera, o ângulo de incidência e a duração do dia, regista-se uma diferenciação térmica em latitude ao longo do ano. A radiação solar varia também com a distância da Terra ao Sol, mas a obliquidade dos raios solares é tão decisiva que contrabalança este elemento. Deste modo, o aquecimento é menor no hemisfério norte, exactamente quando a Terra se encontra mais próxima do Sol.

Uma vez que a temperatura média anual se mantém constante em todo o globo (em média, 15°C), tem de haver necessariamente um equilíbrio entre a energia solar recebida e a energia irradiada pela Terra para o espaço. Caso contrário, a Terra arrefeceria ou aqueceria continuamente. No entanto, como a radiação solar é máxima na região equatorial e mínima nas regiões polares, só poderá haver equilíbrio térmico se existir um transporte importante de calor das baixas latitudes para as altas latitudes, e isto acontece graças aos ventos e às correntes marítimas.

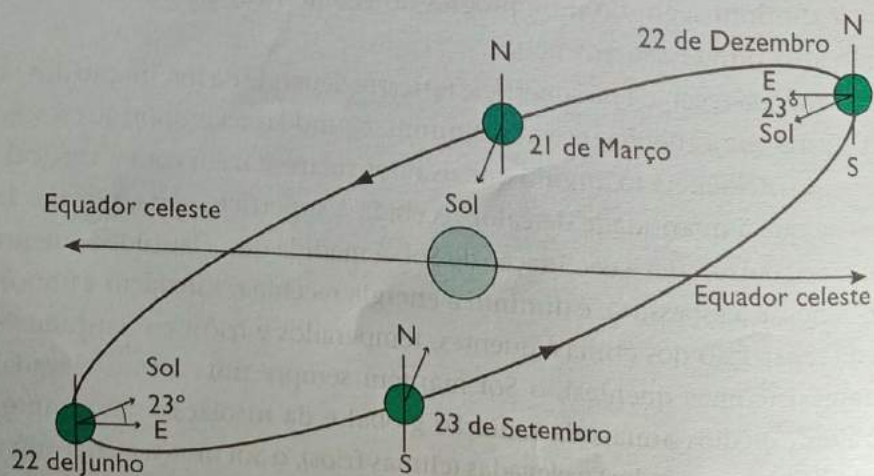


Fig. 12 A radiação solar e a rotação da Terra.

A temperatura

A temperatura é o estado de aquecimento ou arrefecimento dos corpos. A medição da temperatura do ar faz-se por meio de termómetros. O aparelho que regista continuamente a temperatura numa folha de papel tem o nome de termógrafo e o gráfico dele resultante chama-se termograma.

A escala termométrica mais usada é a escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$), em que, à pressão normal, a temperatura de 0°C corresponde ao ponto de fusão do gelo e a temperatura de 100°C equivale ao ponto de ebulição da água. Nos países de língua inglesa ainda continua a ser usada a escala de Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), em que a temperatura de 32°F corresponde ao ponto de fusão do gelo e a temperatura de 212°F equivale ao ponto de ebulição da água. Outra escala com importância na Meteorologia, ou na ciência em geral, é a escala absoluta ou de Kelvin ($^{\circ}\text{K}$), em que o zero corresponde à temperatura mais baixa possível, ou seja, $-273,15^{\circ}\text{C}$.

Para se obterem temperaturas correctas do ar, é imperioso que se tomem precauções, visto que uma série de factores pode afectar os resultados. Por essa razão, são utilizados abrigos internacionalmente aprovados. Tais abrigos são colocados dois metros acima do solo, devendo ser bem arejados e pintados de branco.

Variação da temperatura

O aquecimento da superfície terrestre provém directa ou indirectamente da radiação solar. Contudo, durante o dia e ao longo do ano, um mesmo local não recebe a mesma quantidade de calor. Qual é a razão da variação diurna e anual da temperatura?

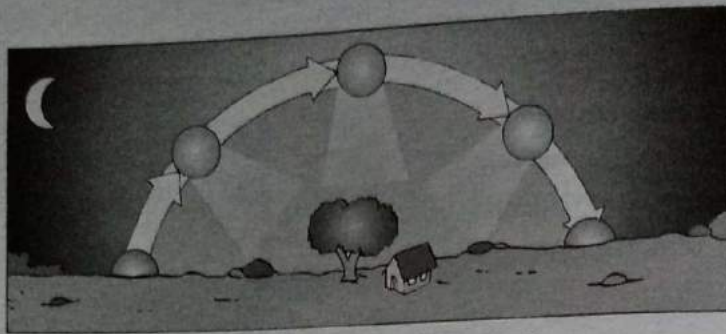
Variação da temperatura diurna

Como consequência do movimento de rotação da Terra temos a sucessão dos dias e das noites. Este movimento tem a duração de 24 horas. Assim, o aquecimento de um lugar, ou seja, a sua temperatura, varia conforme a inclinação dos raios solares ao longo de 24 horas. Verifica-se que as temperaturas são mais elevadas durante o dia do que durante a noite.

A partir da observação da figura 14, facilmente se conclui que é ao nascer e ao pôr-do-sol que os raios solares incidem com maior inclinação. Assim, ao atravessarem a atmosfera, os raios vão perdendo mais energia, quer por reflexão, quer por absorção. Portanto, além de chegar menos calor à Terra, este é distribuído por uma superfície maior.



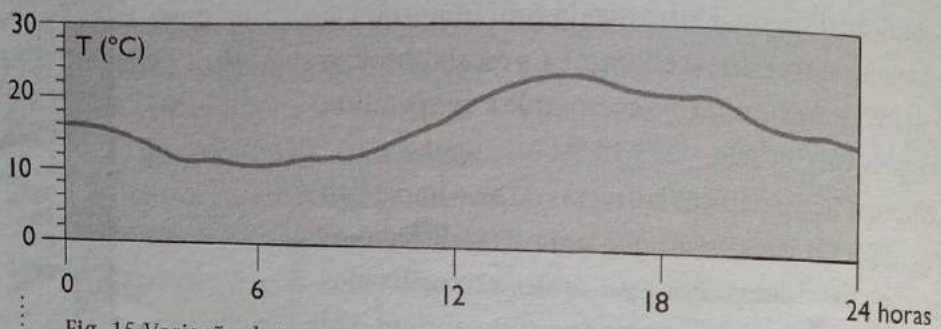
..... Fig. 13 Termómetro com as escalas Celsius ($^{\circ}\text{C}$) e Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$).



..... Fig. 14 Variação da insolação ao longo do dia.

Quando o sol está bem alto acima do horizonte, a área de recepção do feixe solar é mais reduzida e a quantidade de energia por unidade de superfície é maior (o que acontece ao meio-dia, em que a inclinação é mínima, ainda que o valor máximo de temperatura só se registre por volta das 14h).

Quanto menor for a elevação do Sol no horizonte (raios solares mais oblíquos), menos intensa é a radiação recebida porque a área de recepção é mais alargada e ocorrem mais perdas no trajecto pela maior massa atmosférica a atravessar (o que ocorre no início e no final do dia). Porém, há vários factores, como o vento, a nebulosidade e as massas de ar, que podem alterar profundamente esta variação diurna, a tal ponto que a temperatura pode ser mais elevada durante a noite do que durante o dia.



..... Fig. 15 Variação da temperatura ao longo do dia.

Como se processa o aquecimento da superfície terrestre durante a noite?

A Terra absorve uma parte da radiação durante o dia, armazenando-a e libertando-a para a atmosfera durante a noite sob a forma de calor. Antes do nascer do Sol, quando a maior parte desse calor já se perdeu por irradiação, registam-se os valores mínimos de temperatura. O ciclo recomeça com o novo dia, quando a Terra é novamente aquecida.

Portanto, durante o dia existe uma temperatura máxima e uma temperatura mínima. A diferença entre estas temperaturas chama-se amplitude térmica diurna. Esta oscilação varia com a época do ano, a latitude, a proximidade do mar, a altitude, a nebulosidade e outros factores locais.

A partir das várias temperaturas registadas ao longo do dia, calcula-se a média diurna. Geralmente fazem-se leituras a determinadas horas e não em todas as 24 horas do dia. A média diurna é calculada a partir da média entre as temperaturas extremas, ou seja, a máxima e a mínima das temperaturas registadas durante o dia.

A temperatura varia durante o ano em estreita relação com o movimento anual do Sol. Por isso, a partir das médias diurnas, calcula-se a média mensal para cada mês. A diferença entre as temperaturas médias diurnas extremas, máxima e mínima, representa a amplitude térmica mensal.

Partindo das médias mensais pode determinar-se a temperatura média anual. A amplitude térmica anual calcula-se a partir das médias mensais extremas (máxima e mínima), ou seja, tomando como base a diferença entre a temperatura média do mês mais quente e a temperatura média do mês mais frio verificadas ao longo do ano.

Variação da temperatura à superfície

A distribuição da temperatura à superfície da Terra depende da latitude, da distribuição dos continentes e oceanos, da continentalidade, das correntes marítimas, do relevo e da sua exposição, da vegetação e da altitude.

As linhas isotérmicas são linhas que representam a distribuição da temperatura à superfície da Terra e unem pontos ou lugares com igual temperatura média. De um modo geral, a temperatura diminui à medida que a altitude aumenta. As temperaturas médias mensais apresentam maiores valores nas regiões próximas do equador e diminuem com a aproximação das regiões polares, verificando-se temperaturas muito baixas durante todo o ano nestas regiões. Pode registar-se um Verão curto, em que os valores térmicos não ultrapassam os 10 °C, devido ao facto de os raios solares incidirem com grande obliquidade, e um Inverno muito longo, com temperaturas sempre negativas.



Fig. 16 Temperaturas médias da Terra em Julho.

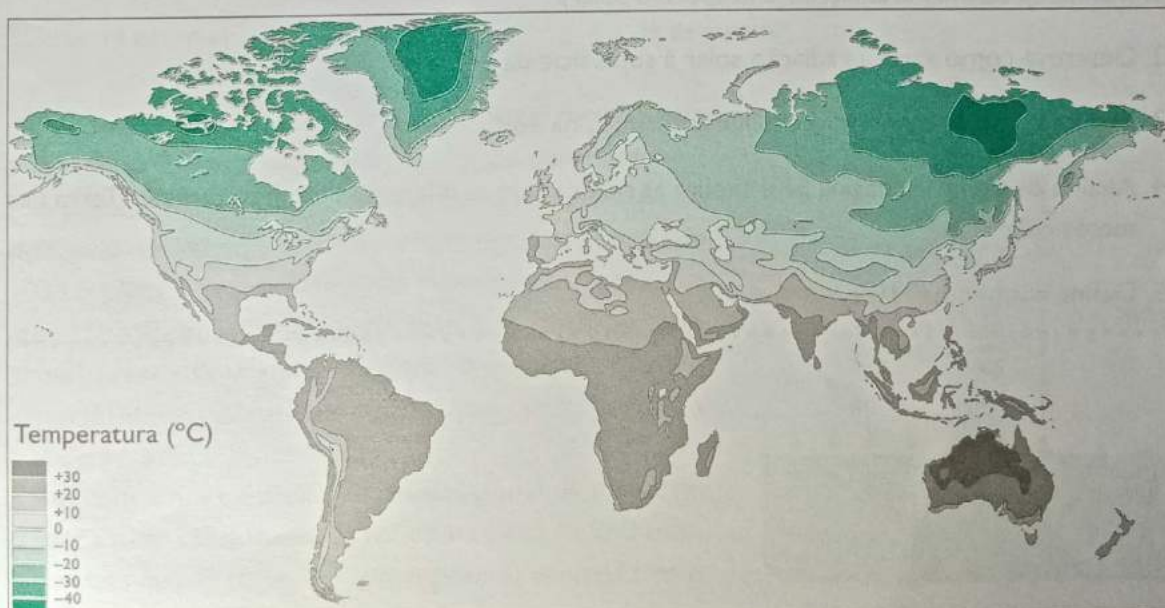


Fig. 17 Temperaturas médias da Terra em Janeiro.

A temperatura pode variar com a exposição geográfica ou com a disposição do relevo. A diferente orientação do relevo origina, assim, contrastes térmicos entre vertentes devido à diferente exposição solar. Por exemplo, as vertentes do hemisfério sul que estão voltadas para norte recebem mais insolação (vertentes soalheiras) do que as vertentes que estão voltadas para sul (vertentes umbrias). No caso do hemisfério norte, acontece precisamente o contrário.

A variação da temperatura à superfície da Terra também depende da vegetação. As florestas são autênticos moderadores das amplitudes térmicas, pois não só protegem o solo da radiação solar directa, como também absorvem grandes quantidades de energia solar.

A temperatura varia igualmente com a altitude, diminuindo à medida que esta aumenta. Regra geral, essa diminuição é de $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cada 100 metros, recebendo a designação de gradiente térmico da atmosfera. Mas qual é a razão desta diminuição?

À medida que a altitude aumenta, o ar vai tendo cada vez menos capacidade de absorção da radiação de ondas longas, o que provoca uma diminuição de temperatura.

Quando a temperatura aumenta com a altitude, existe uma inversão térmica. Este fenómeno é frequente durante as noites calmas e límpidas de Inverno, quando o solo arrefece mais depressa do que a atmosfera, assim como as camadas de ar, que se encontram em contacto directo com este. Também é comum este fenómeno ocorrer no fundo dos vales, onde o ar é mais frio, portanto mais pesado na zona das vertentes, quando estas arrefecem rapidamente ao anoitecer.

A temperatura varia ainda com a continentalidade ou o afastamento do mar.

Os lugares que se encontram no interior dos continentes apresentam quase sempre uma maior amplitude térmica anual comparativamente com os lugares que, situando-se à mesma latitude, se encontram próximo da costa. A explicação reside no facto de os continentes aquecerem mais rapidamente do que os oceanos, mas também porque perdem calor mais rapidamente. O mar funciona, por isso, como um regulador da temperatura, não estando as regiões que sofrem a sua influência sujeitas a variações de temperatura tão extremas.

Actividades

1. Define os termos «radiação» e «espectro solar».
2. Descreve como varia a radiação solar à superfície da Terra.
3. Explica como se mantém o equilíbrio térmico na Terra.
4. Analisa os mapas da página 57 e explica as razões para as diferentes temperaturas na Terra nos meses referidos.
5. Define continentalidade.

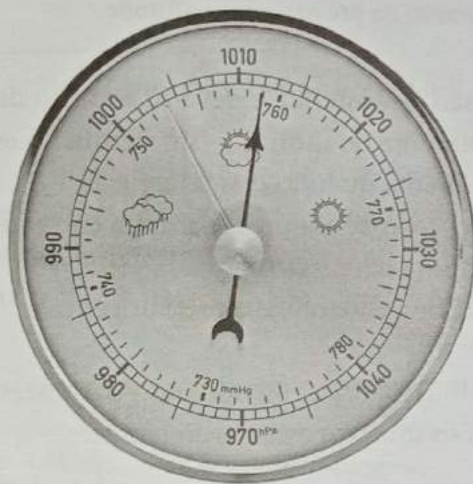
3.5 Circulação geral da atmosfera

A circulação geral da atmosfera é um processo muito complexo. Portanto, convém estudar primeiro a distribuição da pressão atmosférica e os ventos que dela resultam.

Pressão atmosférica

A pressão atmosférica é a pressão exercida pela atmosfera sobre as superfícies, devido à acção da gravidade sobre a coluna de ar. A pressão atmosférica difere de local para local, de acordo com as condições de temperatura e altitude dos lugares e com a época do ano. A experiência de Torricelli, que data de 1643, além de ter demonstrado a existência dessa força, permitiu também medi-la.

A pressão é avaliada com instrumentos – os barómetros. Os barómetros de maior precisão chamam-se barómetros de mercúrio. Os barómetros mais práticos, mas de menor precisão, denominam-se barómetros metálicos ou aneróides. Quando registam continuamente a pressão, chamam-se barógrafos e os seus gráficos barogramas.



..... Fig. 18 Barómetro.

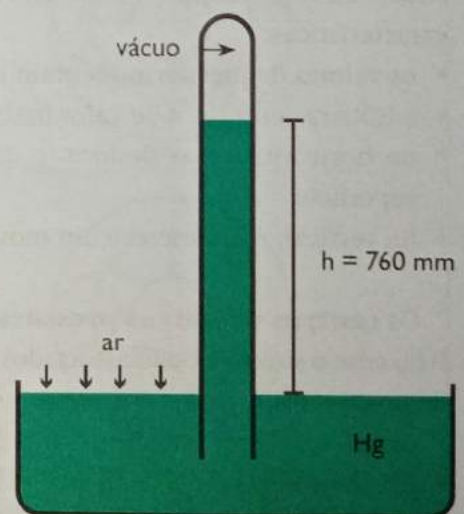


..... Fig. 19 Barógrafo.

A figura à direita evidencia que a pressão é medida pela altura da coluna de mercúrio (Hg), que a equilibra.

A pressão é normal quando equilibra uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura, equivalendo à pressão de $1033,6 \text{ g/cm}^2$. Assim, tornou-se hábito medir a pressão atmosférica em milímetros de mercúrio (mmHg). Mas actualmente usa-se outra unidade, o dine/cm^2 e muito especialmente o milibar (mb), que corresponde a 103 dine/cm^2 .

Em condições médias, a altura da coluna de mercúrio contida num cilindro de 1 cm^2 de secção é de 760 mm. É por isso que se considera que a pressão normal tem o valor de 760 mmHg.



..... Fig. 20 Pressão atmosférica normal, medida pela altura de 760 mm da coluna de mercúrio.

Variação da pressão

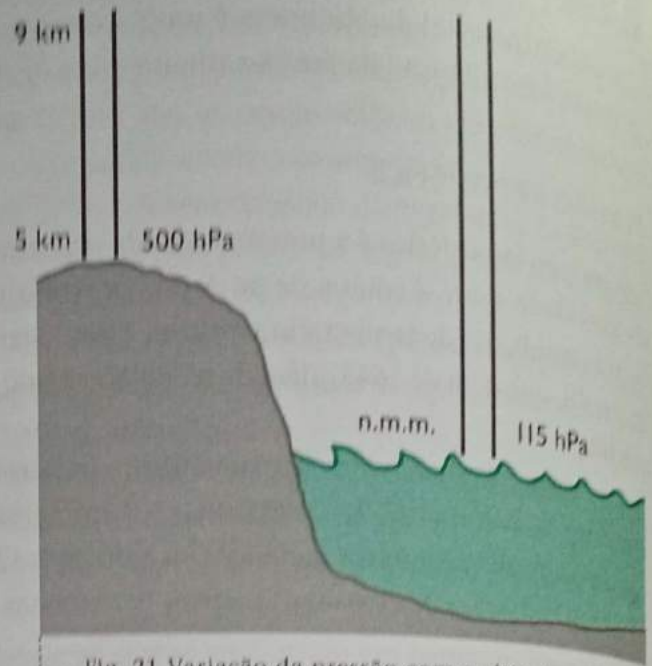
Variação da pressão com a altitude

A pressão varia com a altitude.

Quanto menor é a altitude, mais próximas se encontram umas das outras as partículas de ar, por dois motivos:

- nas baixas altitudes a densidade do ar é maior;
- quanto menor é a altitude, maior é a coluna de ar.

Assim, a pressão atmosférica vai diminuindo à medida que a altitude aumenta, uma vez que o ar se vai tornando mais rarefeito, mais leve e, por isso, vai exercendo uma menor pressão.



.... Fig. 21 Variação da pressão com a altitude.

Variação da pressão com a temperatura

A temperatura é o principal factor de variação da pressão atmosférica e deve-se ao facto de o gás se expandir ou contrair quando a sua temperatura aumenta ou diminui. Isto significa que a sua densidade diminui quando o ar se expande e que aumenta quando o ar se contrai.

O ar menos denso do que o das zonas vizinhas tende a elevar-se e a provocar uma corrente ascendente. É assim criado um centro de baixa pressão ou uma depressão.

O ar mais denso tende a descer e a provocar uma corrente descendente, o que dá origem a um centro de alta pressão.

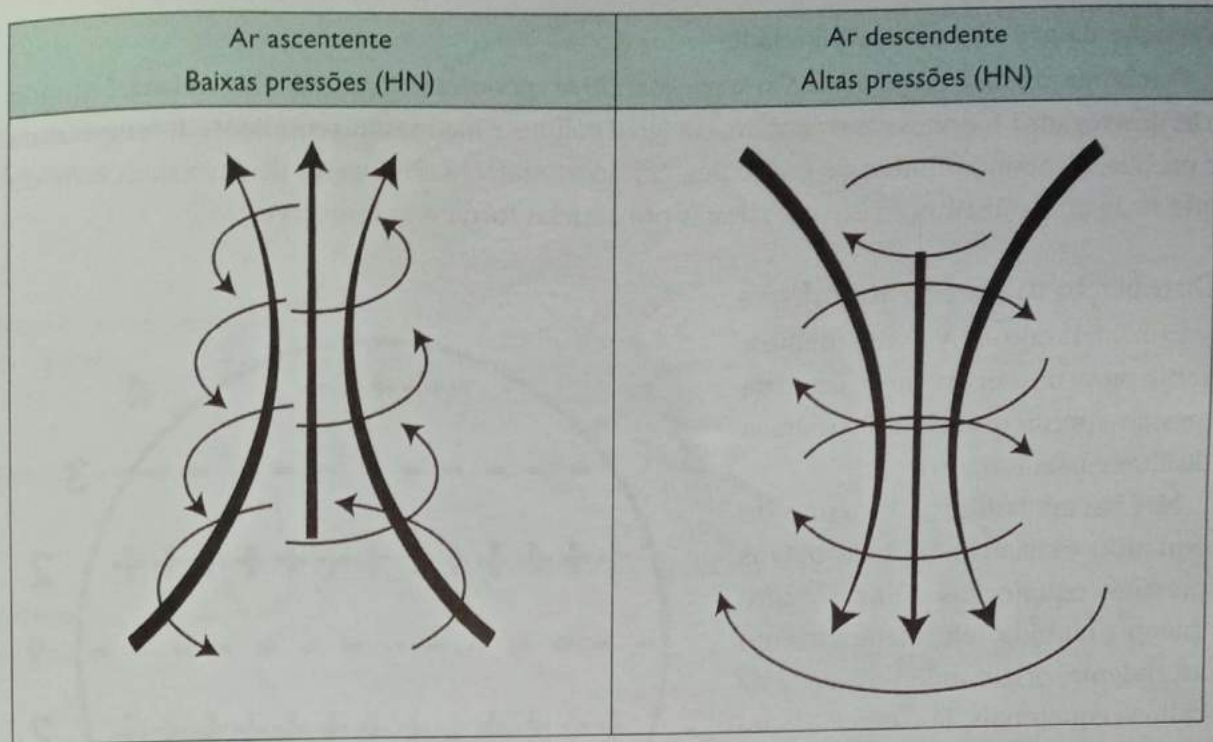
À superfície, a variação da pressão é evidenciada pelas linhas isobáricas ou isóbaras. As isóbaras definem formações típicas intimamente relacionadas com os diversos estados do tempo.

Os **centros de altas pressões**, também conhecidos por **anticiclones**, assinalam-se com a letra A ou com o sinal + e estão associados a tempo estável (céu limpo). Apresentam as seguintes características:

- os valores de pressão aumentam da periferia para o interior;
- a isóbara central é a de valor mais elevado;
- na horizontal, o ar desloca-se do interior para a periferia, num movimento divergente à superfície;
- na vertical, o ar descreve um movimento descendente.

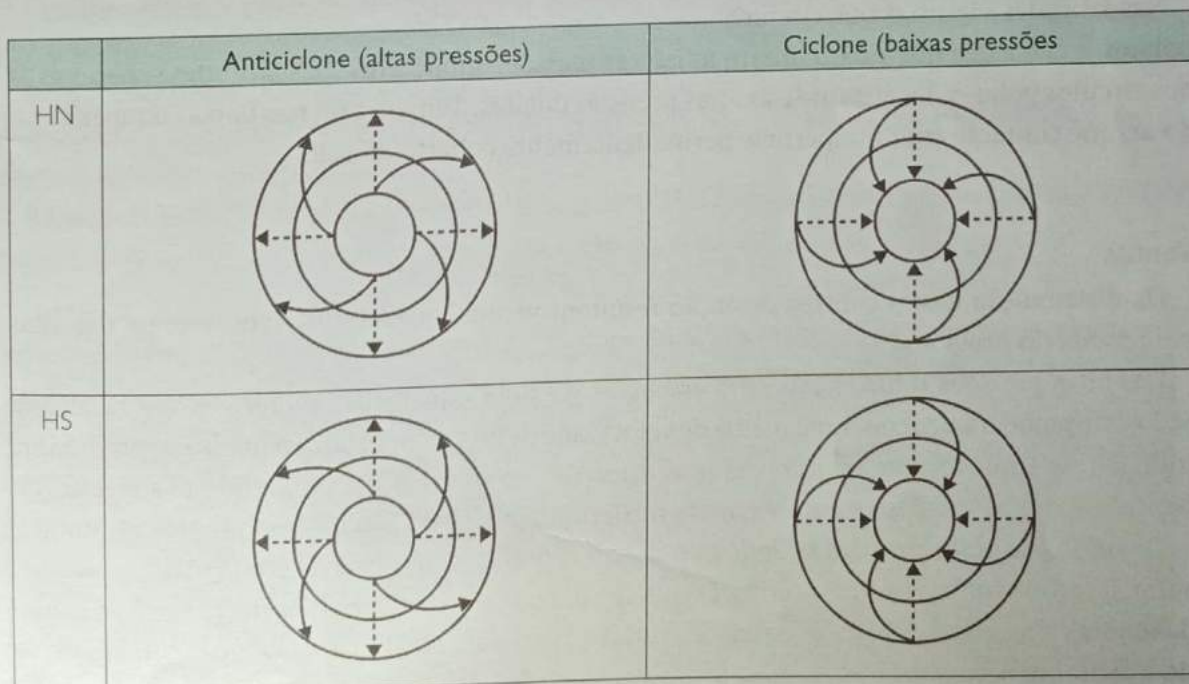
Os **centros de baixas pressões**, ou **depressões barométricas**, assinalam-se com a letra B ou com o sinal - e estão associados a tempo instável (céu nublado e possibilidade de ocorrência de precipitação). Estes centros apresentam as características seguintes:

- os valores de pressão diminuem da periferia para o interior;
- a isóbara central é a de menor valor;
- à superfície, o ar desloca-se, na horizontal, da periferia para o centro;
- na vertical, o ar descreve um movimento ascendente.



..... Fig. 22 Movimento vertical do ar nos centros barométricos no HN.

A deslocação do ar, na horizontal, não se faz em linha recta como está representado, para simplificar, no esquema da figura anterior. Na realidade, como consequência do movimento de rotação da Terra, todos os corpos que se encontram em movimento sofrem um desvio da sua trajetória: para a direita, no hemisfério norte, e para a esquerda, no hemisfério sul.



..... Fig. 23 Deslocação do ar nos centros barométricos nos hemisférios norte e sul. As setas a tracejado indicam o sentido teórico da deslocação do ar. As setas a cheio correspondem ao sentido da deslocação, tendo em conta o desvio provocado pelo movimento de rotação da Terra.

Variação da pressão com a humidade

O ar húmido é mais leve do que o ar seco, quando se encontram à mesma temperatura. Segundo a lei de Avogadro, todos os gases contam, em igual volume e nas mesmas condições de temperatura e pressão, o mesmo número de moléculas. Sendo as moléculas de vapor de água mais leves do que as do ar, a substituição de parte destas por aquelas torna o ar mais leve.

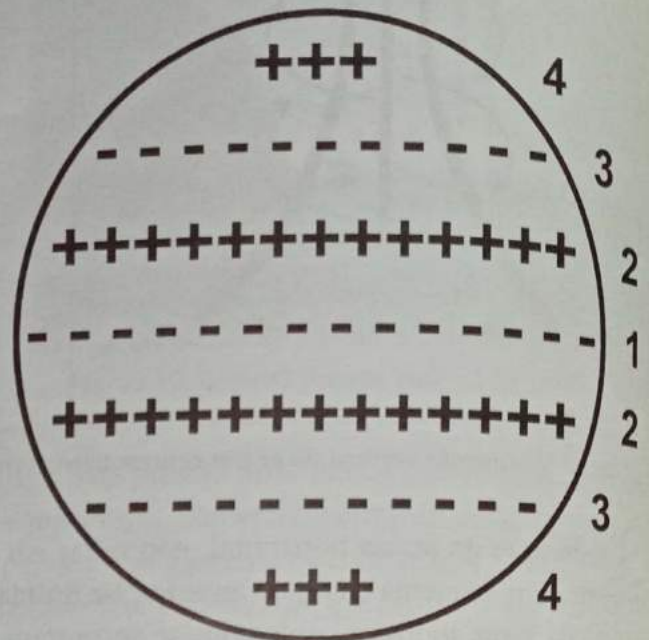
Distribuição da pressão atmosférica

Considerando os valores médios, verificou-se uma distribuição zonal da pressão atmosférica, com alternância de altas e baixas pressões.

Nas baixas latitudes, próximo do equador, existem zonas de baixas pressões equatoriais. O ar é muito quente e húmido, tem um movimento ascendente, originando uma zona de calmas equatoriais, já conhecidas no tempo da navegação à vela.

Perto de cada um dos trópicos, a uma latitude entre os 30° e os 35°, dispõem-se as altas pressões subtropicais. Têm origem em movimentos descendentes do ar, que se comprime e acumula de encontro ao solo.

Nas latitudes vizinhas dos círculos polares, a cerca dos 60°, predominam as baixas pressões subpolares. Nas latitudes superiores aos círculos polares, localizam-se as altas pressões polares. Têm origem nas baixas temperaturas do ar, que contacta com a superfície permanentemente coberta de gelo.



..... Fig. 24 Esquema da distribuição da pressão atmosférica à superfície terrestre.

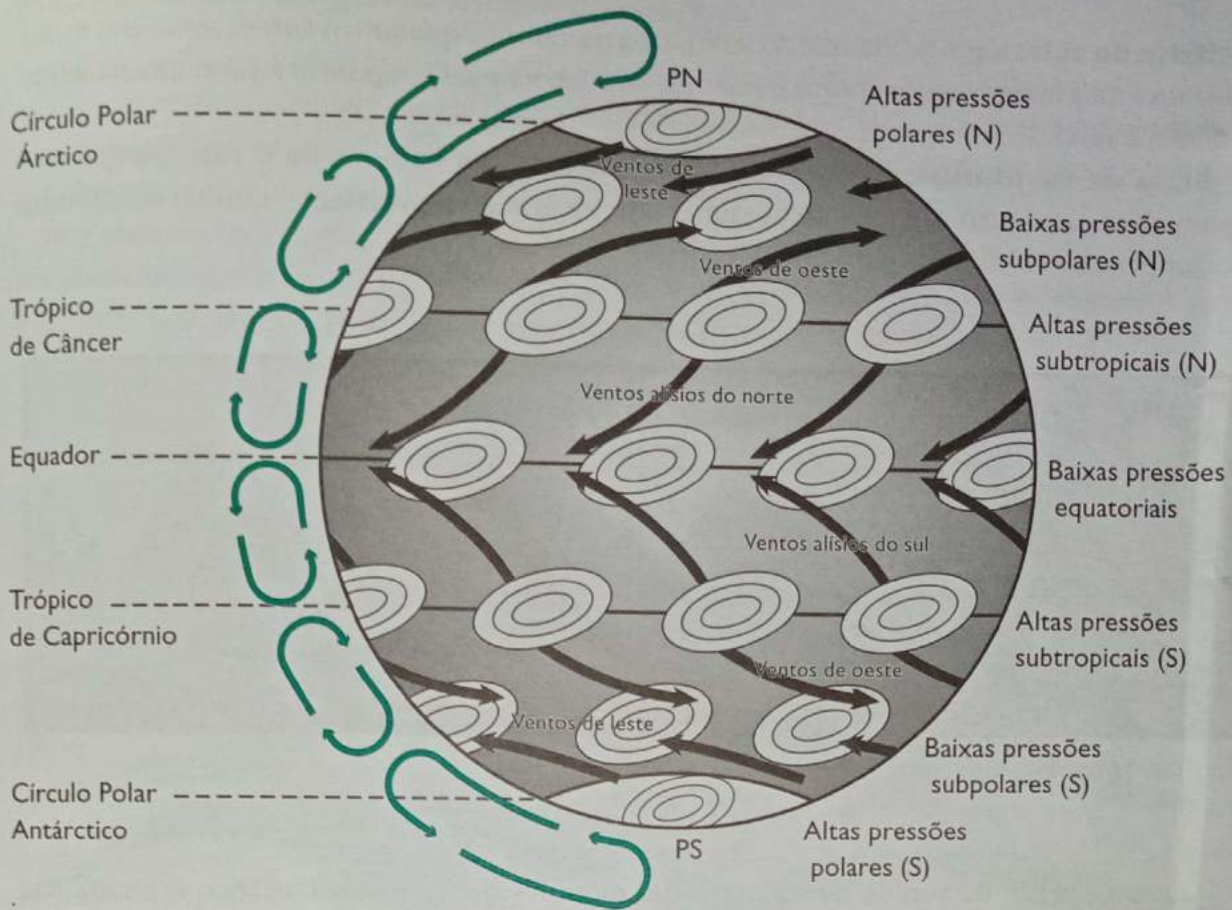
Ventos

Da distribuição destes centros de acção resultam ventos, que, como sabes, sopram das altas para as baixas pressões.

Das altas pressões subtropicais para as baixas pressões equatoriais sopram os ventos alísios. São ventos moderados, com uma média de velocidade de 20 km/h, e sopram praticamente durante todo o ano. Uma vez que mantêm as suas direcções no decurso do ano, nordeste-sudoeste, no hemisfério norte, e sudeste-noroeste, no hemisfério sul, são classificados como ventos constantes.

Os ventos de oeste também se deslocam das altas pressões subtropicais para as baixas pressões subpolares, em ambos os hemisférios. Estes ventos, que tanta influência exercem sobre os climas das regiões temperadas, são de intensidade e direcção variáveis, embora soprem predominantemente do quadrante oeste.

Os ventos de leste sopram, por vezes com intensidade, das altas pressões polares para as baixas pressões subpolares.

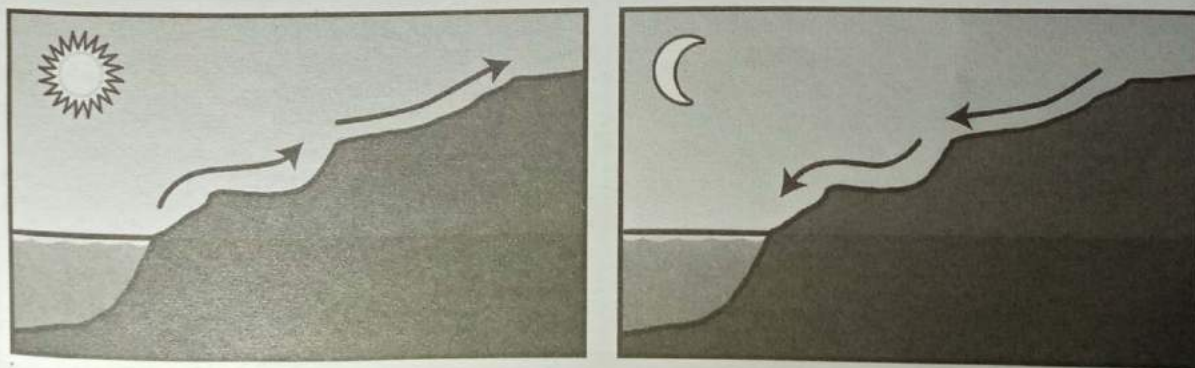


..... Fig. 25 Pressão atmosférica e ventos na Terra.

Ocasionalmente, registam-se nas regiões costeiras e nas regiões montanhosas ventos periódicos que sopram, alternadamente, em sentidos opostos. São as brisas.

Brisa marítima: durante o dia, o continente está mais quente do que o oceano. Sobre este, o ar arrefece, pelo que a pressão atmosférica se torna mais elevada do que no continente. O ar desloca-se, então, do mar para a terra.

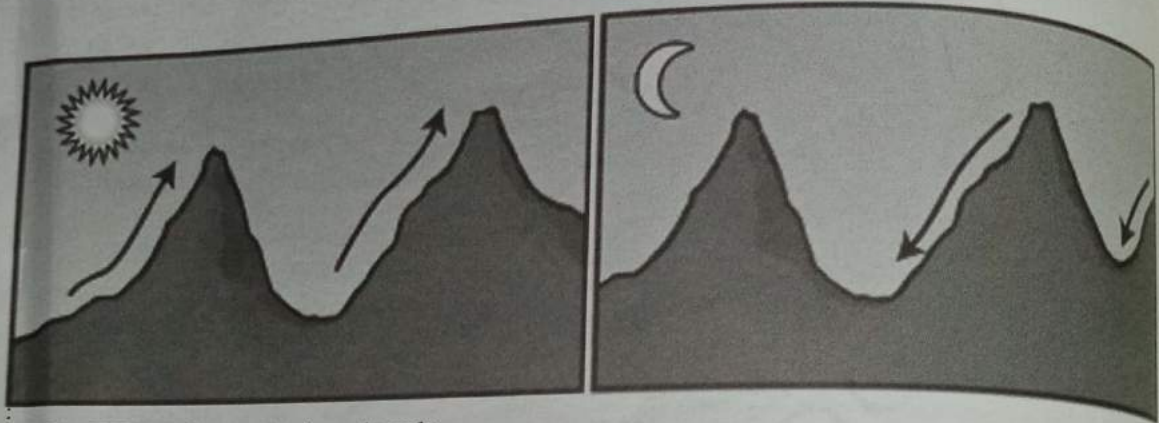
Brisa terrestre: de noite, é o continente que está mais frio do que o oceano. As altas pressões localizam-se, então, no continente e o vento sopra na direcção do mar.



..... Fig. 26 Brisa marítima e brisa terrestre.

Brisa do vale: sopra de manhã, do vale para a montanha, quando os cumes aquecidos ficam sujeitos a uma menor pressão do que o vale, que permanece mais tempo sem receber directamente energia solar.

Brisa da montanha: ao anoitecer, o ar desloca-se dos cumes para o vale, porque este permanece mais quente, enquanto os cumes arrefecem mais rapidamente, resultando daí uma maior pressão atmosférica.

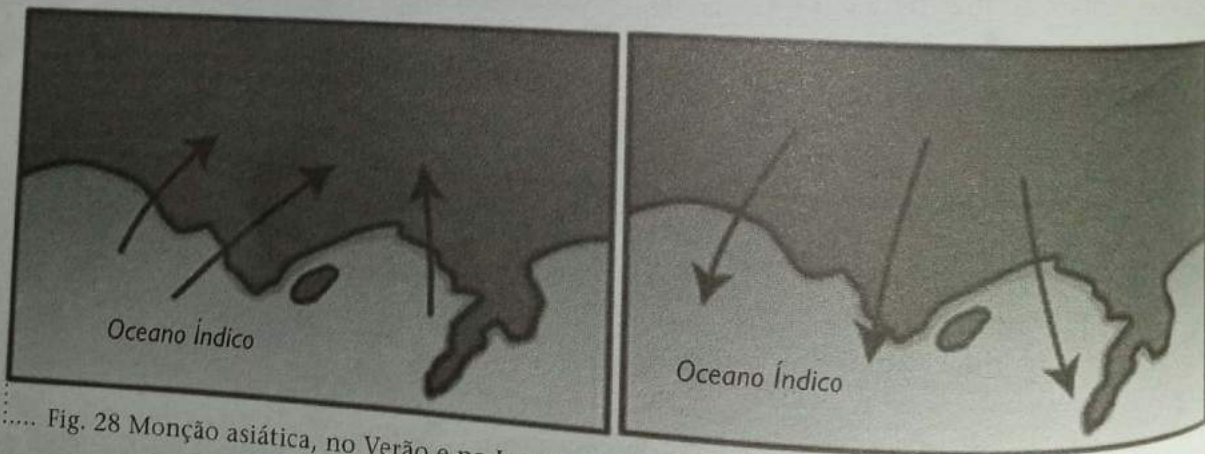


..... Fig. 27 Brisa da montanha e do vale.

Outro exemplo de ventos sazonais é o das monções do sudeste/sul asiático e resulta das diferenças térmicas entre o oceano e as regiões continentais adjacentes.

No Verão, o ar desloca-se do mar para a terra. Como estes ventos são muito húmidos, provocam a queda de muita precipitação sobre o continente. É a monção marítima ou de Verão, que sopra de sudoeste.

No Inverno, o vento que sopra do continente é seco e frio. É a monção de Inverno ou continental que sopra de nordeste.

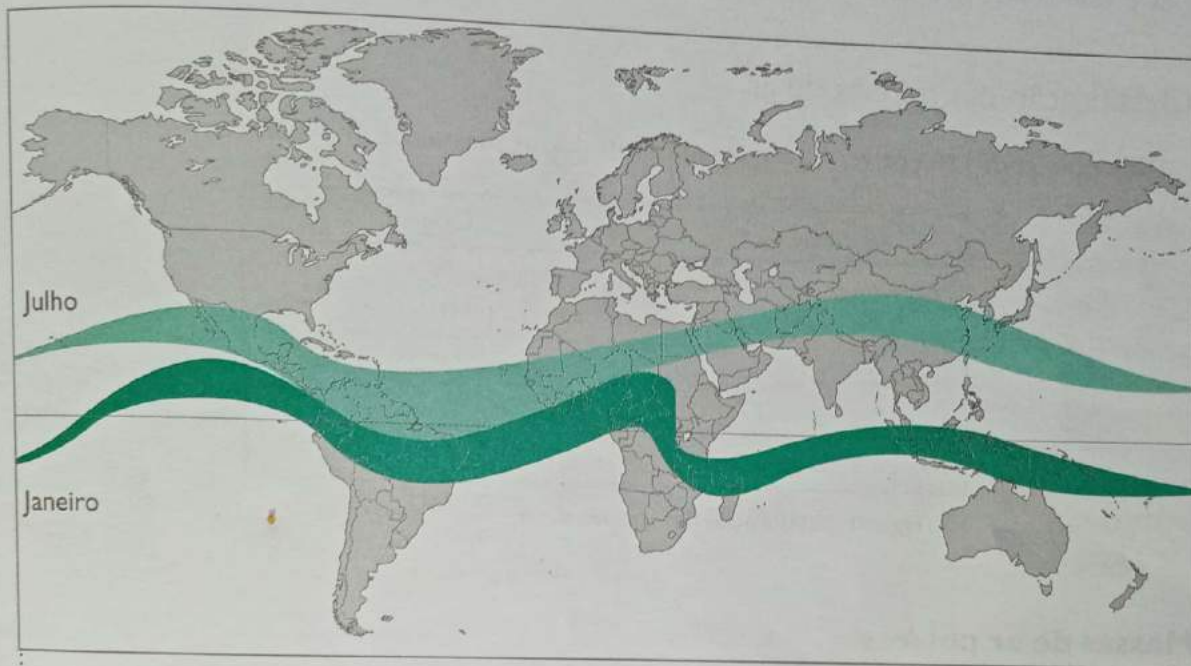


..... Fig. 28 Monção asiática, no Verão e no Inverno.

A Zona de Convergência Intertropical (CIT)

A Zona de Convergência Intertropical é a estreita faixa constituída pela confluência dos ventos alísios, de ambos os hemisférios, em torno do equador. É caracterizada por intensa nebulosidade devido aos movimentos ascendentes do ar, que contém muita humidade, o que provoca intensa precipitação.

Nos meses mais quentes, a Zona de Convergência Intertropical desloca-se para norte, em resultado do aquecimento do continente. Nestas circunstâncias, o alísio do hemisfério sul ultrapassa o equador e muda de direcção, soprando de sudoeste no continente. No Inverno, o vento continental é, simplesmente, o alísio de nordeste, do hemisfério norte.



..... Fig. 29 A Zona de Convergência Intertropical.

Actividades

1. Define pressão atmosférica.
2. Identifica a unidade usada para exprimir a pressão atmosférica.
3. Descreve como varia a pressão atmosférica à superfície.
4. Refere os fenómenos que são responsáveis pela circulação dos ventos.
5. Classifica os ventos.

3.6 Massas de ar e seu dinamismo

Massas de ar

Uma massa de ar é uma porção considerável de ar em que a temperatura e a humidade são praticamente constantes a um mesmo nível. Se uma massa de ar possui características particulares de temperatura e humidade, ela é responsável pelo tempo e, portanto, pelo clima de uma certa zona. As massas de ar não se conservam durante muito tempo nas regiões de origem, encontrando-se constantemente em movimento sobre a superfície terrestre, devido à diferença de temperatura e de pressão entre as regiões frias e as regiões quentes do globo terrestre.

Classificação das massas de ar

De acordo com a sua origem (posição em latitude), as massas de ar classificam-se em:

Massa de ar	Origem
Polar	Continental (PC) Marítima (PM)
Tropical	Continental (TC) Marítima (TM)
Equatorial (E)	

..... Fig. 30 Classificação das massas de ar.

Massas de ar polares

Geralmente, estas massas são provenientes das latitudes elevadas, sendo constituídas por ar frio e seco, principalmente no Inverno, e pouco húmido, sobretudo se forem de origem continental (PC).

Em contrapartida, se tiverem origem no oceano, nomeadamente no Atlântico Norte e no Pacífico Norte, são frias e muito húmidas (PM).

Massas de ar tropicais

Estas massas têm origem nas baixas latitudes. São quentes, secas ou húmidas, conforme sejam provenientes do continente (TC) ou do oceano (TM).

Massas de ar equatoriais

Na região equatorial existe formação de massas de ar que são constituídas por ar quente e húmido.

A deslocação das massas de ar de um local para o outro provoca a alteração das suas características iniciais, tornando-as estáveis ou instáveis.

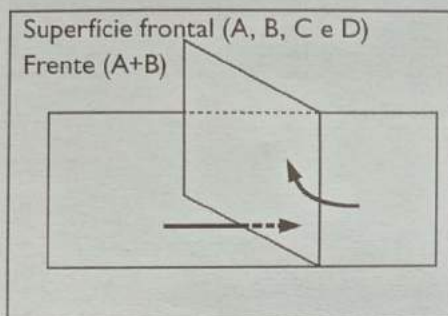
O comportamento das massas de ar varia grandemente de acordo com a distribuição vertical da temperatura e da humidade no seu interior. Considera-se o ar estável quando, forçado a subir, tende a descer e a voltar à sua posição inicial. O ar é instável quando, obrigado a subir, forma correntes verticais ascendentes, originando nuvens e precipitação.

Resumindo, uma massa de ar, quando se desloca, vai perdendo as suas características iniciais e adquirindo outras da superfície terrestre por onde passa, ou seja, consoante o seu trajecto se faz sobre o oceano ou sobre o continente.

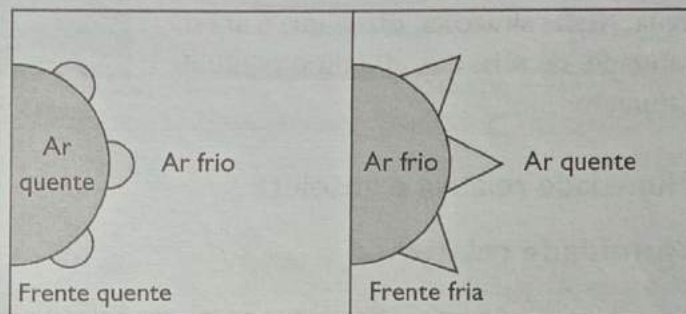
Perturbações frontais

Quando se movimentam, as massas de ar de temperatura e humidade diferentes encontram-se e ficam separadas por uma superfície de descontinuidade que se designa por superfície frontal. Estas superfícies são tanto mais bem definidas quanto maior for o contraste entre as massas de ar que se confrontam.

A intersecção de uma superfície frontal com a superfície terrestre é uma linha, mais ou menos sinuosa, denominada frente. A superfície frontal é bastante inclinada e, devido ao atrito do ar frio com o solo, o ar nas camadas superiores tem tendência para se deslocar rapidamente, favorecendo a instabilidade.



..... Fig. 31 Superfície frontal e frente.



..... Fig. 32 Frentes quente e fria.

Tal como acontece com as massas de ar, as frentes não permanecem fixas no mesmo lugar durante muito tempo. Por isso, dependendo da origem, estas tornam-se quentes ou frias, se o ar quente, menos denso, avança sobre o ar frio, que é mais denso, e vice-versa.

As frentes mais importantes são:

- **a frente intertropical**, CIT, que estabelece a separação entre a massa de ar tropical do hemisfério norte e a massa de ar tropical do hemisfério sul. Existe um certo contraste entre as massas de ar, pois a do hemisfério sul é levemente mais quente e húmida do que a do hemisfério norte. Esta resulta da convergência das massas de ar tropicais, transportadas pelos ventos alísios para a região equatorial;
- **as frentes polares**, existindo uma em cada hemisfério. Resultam da convergência das massas de ar tropicais e das massas de ar polares. Uma vez que os contrastes de temperatura e humidade são muito pronunciados, as frentes polares são muito marcadas e constituem zonas de grandes perturbações atmosféricas.

3.7 Humidade atmosférica

A quantidade de vapor de água existente na atmosfera é variável. O peso total do vapor de água contido num dado volume de ar é a humidade atmosférica e exprime-se em g/m^3 .

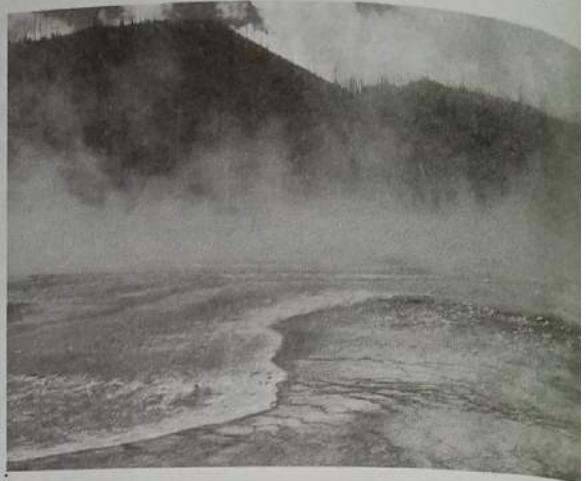
O vapor de água tem como principal origem os oceanos, que cobrem cerca de 71% da superfície da Terra. A água do mar, ao evaporar-se, volta de novo ao oceano, após a condensação e através da precipitação. Apenas uma pequena porção é transferida para o interior dos continentes, por intermédio dos ventos. Isto significa que o vapor de água presente nos continentes provém da evaporação dos rios e dos lagos, da água presente no solo e da evapotranspiração.

O principal factor de que depende a quantidade de água na atmosfera é a temperatura.

Com efeito, de um aumento de temperatura resultará:

- uma maior evaporação;
- um afastamento das partículas existentes num determinado volume de ar, o que permitirá que os espaços assim criados possam ser ocupados pelo vapor de água.

Porém, um determinado volume de ar possui um limite de absorção de vapor de água. Nestas situações, diz-se que o ar está saturado, ou seja, que atingiu o ponto de saturação.



..... Fig. 33 Vapor de água.

Humidade relativa e absoluta

Humidade relativa

Define-se humidade relativa como a relação entre o peso de vapor de água existente num certo volume de ar e o que satura esse mesmo volume de ar, à mesma temperatura. Exprime-se em percentagem (%), podendo variar de 0% a 100%.

É a partir do cálculo da humidade relativa que se determina a quantidade de vapor de água que um certo volume de ar pode conter.

A humidade relativa (HR) pode calcular-se através de uma fórmula, desde que seja conhecida a humidade absoluta (HA) e a humidade de saturação (HS) correspondente à mesma temperatura:

$$HR = HA/HS \times 100$$

Analogamente, a humidade específica define-se como sendo o peso de vapor de água por unidade de peso de ar. Portanto, a humidade específica é a razão do vapor de água para o ar num determinado volume de ar. É expressa em quilogramas de vapor de água por quilograma de ar.

Humidade absoluta

A humidade absoluta varia na razão directa da temperatura. Esta é mais elevada de dia do que à noite e é mais elevada no Verão do que no Inverno.

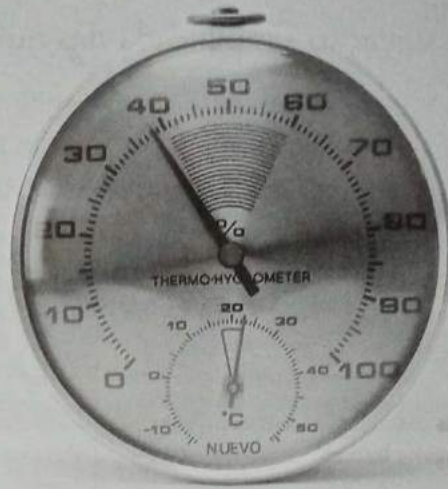
Diminui com a altitude e é mais elevada sobre os oceanos do que sobre os continentes.

Variação da humidade

A humidade relativa varia na razão inversa da temperatura; daí que esta seja mais elevada durante a noite do que durante o dia. É igualmente mais elevada durante o Inverno do que durante o Verão.

Vários instrumentos permitem determinar a humidade atmosférica. Podemos destacar os seguintes:

- o psicómetro, constituído por dois termómetros, um dos quais está sempre humedecido por uma musselina embebida em água destilada;
- o higrómetro de cabelo, que tem por base a propriedade que os cabelos possuem de se alongarem ou de se contraírem quando a humidade varia. Os instrumentos que registam continuamente a humidade chamam-se higrógrafos e os seus gráficos higrogramas.



..... Fig. 34 Higrómetro.

Nuvens e nevoeiros

Na Natureza, a condensação ocorre quando, por diminuição da temperatura, é ultrapassado o ponto de saturação. O excesso de vapor de água condensa-se em pequenas gotículas que se mantêm em equilíbrio na atmosfera, formando nuvens, ou junto à superfície, dando origem aos nevoeiros.



..... Fig. 35 Nevoeiro.

Classificação simplificada das nuvens

As nuvens apresentam uma grande variedade de formas. É possível distinguir dez grupos principais, designados por géneros. As formas das nuvens, juntamente com a altitude a que formam e os estados do tempo a elas associadas, permitem a sua classificação em:

	Altitude	Género
Nuvens altas	Acima dos 6 mil metros	Cirros, cirro-cúmulos, cirro-estratos
Nuvens médias	Entre os 2 e os 6 mil metros	Altos cúmulos, altos estratos
Nuvens baixas	Abaixo dos 2 mil metros	Estrato-cúmulos, estratos, nimbo-estratos
Nuvens de desenvolvimento vertical	Podem atingir os 12/16 mil metros	Cúmulos, cúmulo-nimbos

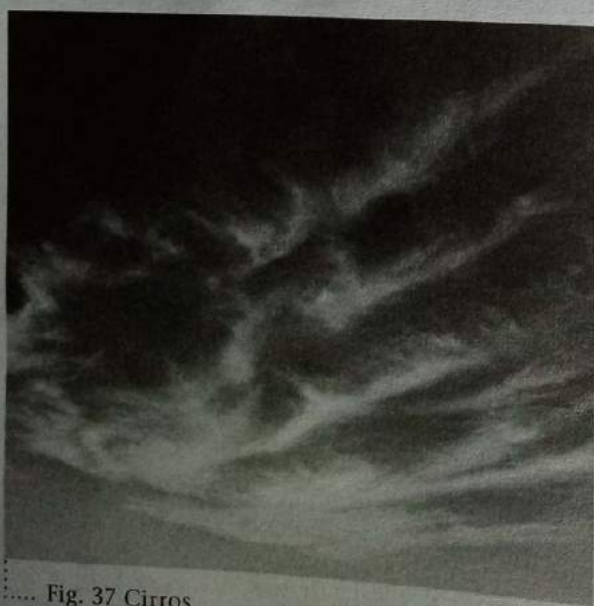
..... Fig. 36 Classificação das nuvens.

Descrição de alguns géneros de nuvens

Cirros – têm a forma de filamentos brancos, de aspecto fibroso e brilho sedoso.

Nimbo-estratos – formam uma camada quase sempre de cor cinzenta escura que dá origem à queda de precipitação, mais ou menos abundante.

Cúmulos – apresentam um grande desenvolvimento vertical, o que faz com que o seu topo atinja a tropopausa. São nuvens isoladas, densas, de contornos nítidos, fazendo lembrar, no topo, uma couve-flor. O topo, iluminado pelo Sol, é de um branco brilhante. A base é sombria.



..... Fig. 37 Cirros.



..... Fig. 38 Cúmulos.

Cúmulo-nimbos – têm um grande desenvolvimento vertical, o que faz com que o seu topo atinja, normalmente, a tropopausa. São quase sempre mais escuros do que os cúmulos, mas apresentam, tal como eles, o topo em forma de couve-flor. Por vezes, o topo alarga-se lateralmente, dando-lhe a conhecida forma de bigorna. Dão origem a precipitações de forte intensidade (aguaceiros, granizo ou saraiva), ocasionalmente acompanhadas de trovoadas.



..... Fig. 39 Cúmulo-nimbos.

A precipitação ocorre quando diversos processos físicos actuam sobre o vapor de água ou sobre os cristais de gelo que formam as nuvens. Isto pode acontecer devido a dois processos, os quais podem produzir-se de forma separada ou combinada.

O primeiro processo chama-se coalescência e costuma ocorrer em nuvens cumuliformes quando a temperatura do ar é superior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. As gotículas de vapor de água das nuvens são geralmente tão pequenas que se mantêm no alto, devido à resistência do ar ascendente, e apesar dos efeitos da gravidade. Porém, se a turbulência no seio da nuvem provocar a colisão das gotículas, estas podem fissionar-se entre si e formar gotas maiores, até adquirirem peso suficiente para caírem da nuvem. Ao caírem, colidem com outras gotas e continuam a aumentar de tamanho, até chegarem ao solo sob a forma de chuva.

Para que o segundo processo Bergeron-Findeisen (assim chamado em homenagem aos cientistas sueco e alemão que o estudaram durante a década de trinta do século XX) se verifique, é necessário que na nuvem existam cristais de gelo. Costumam produzir-se em nuvens largas nas latitudes médias ou altas, quando as gotículas sobrearrefecidas (água arrefecida abaixo de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, mas não gelada) coexistem com cristais de gelo. Os cristais de gelo e as gotículas líquidas sobrearrefecidas têm diferentes pontos de saturação, pelo que, quando coexistem numa nuvem, as moléculas de água passam das gotículas para os cristais de gelo. Nestas condições, os cristais de gelo crescem rapidamente à custa das gotículas de água, até alcançarem o tamanho suficiente e caírem. Quando caem, tendem a crescer cada vez mais, devido ao processo de coalescência, e fundem-se ou mantêm-se geladas consoante a temperatura do ar situado por baixo da nuvem.

Curiosidade: Que tamanho tem uma gota de chuva?

O diâmetro médio de uma gotícula numa nuvem é de cerca de 20 microns (0,02 mm). O diâmetro médio de uma gota de chuva é de cerca de 2000 microns, ou 2 milímetros.

Classificação das precipitações

As precipitações classificam-se de acordo com a forma que têm ao chegar ao solo, a qual depende dos processos de formação e das temperaturas do ar no interior e abaixo da nuvem.

Tipos de pluviosidade

Ao ascender, o ar acaba por, em altitude, se expandir e arrefecer. Se este arrefecimento for suficiente para ser ultrapassado o ponto de saturação, ocorre a condensação do vapor de água que ficou em excesso e, portanto, dá-se a formação de nuvens. Estas podem provocar a queda de chuva ou outras formas de precipitação.

A chuva define-se como sendo a precipitação que alcança o solo sob a forma líquida após vencer a resistência do ar. De acordo com o mecanismo que provoca o arrefecimento do ar distinguem-se vários tipos de chuva, que passaremos a expor.

Chuvas de convecção ou convectivas

Estas chuvas são características de regiões intertropicais e do interior dos continentes na estação de temperaturas mais elevadas. Resultam do arrefecimento do ar em altitude, após ter ascendido rapidamente devido ao aquecimento provocado pelo contacto com o solo muito quente. O vapor de água condensa-se, dando lugar à formação de nuvens e à queda de chuva, quase sempre sob a forma de aguaceiros, e muitas vezes acompanhada de granizo ou saraiva. Este tipo de chuva costuma ocorrer nas tardes quentes de Verão e ser breve, mas muito abundante.



Fig. 40 Chuvas convectivas.

Chuvas frontais

Quando duas massas de ar de temperaturas diferentes entram em contacto, a mais fria, porque é mais pesada, situa-se por baixo da mais quente, obrigando-a a subir e a arrefecer. Seguem-se as fases anteriormente descritas, dando origem a nuvens e conseqüentes formas de precipitação. Este tipo de chuva é característico de regiões temperadas, onde é grande a instabilidade atmosférica, e das regiões tropicais, onde ocorrem os furacões, os tufões e os ciclones.

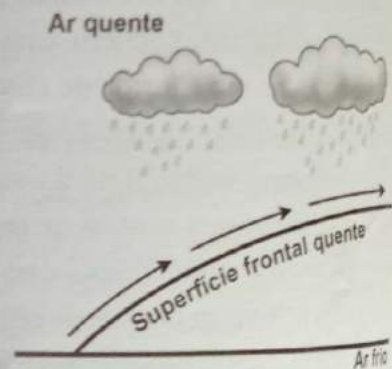


Fig. 41 Chuvas frontais.

Chuvas orográficas

Têm origem no arrefecimento do ar quando este é obrigado a subir uma encosta ou a vertente de uma montanha. Com o arrefecimento, criam-se as condições de condensação do vapor de água, formando-se nuvens e havendo grande probabilidade de ocorrência de precipitação. Conclui-se facilmente que, nas montanhas, as vertentes expostas aos ventos húmidos registam valores mais elevados de precipitação do que as vertentes situadas do lado oposto. São chuvas características das zonas montanhosas da Ásia meridional e oriental sujeitas a monção marítima durante o Verão.



Fig. 42 Chuvas orográficas.

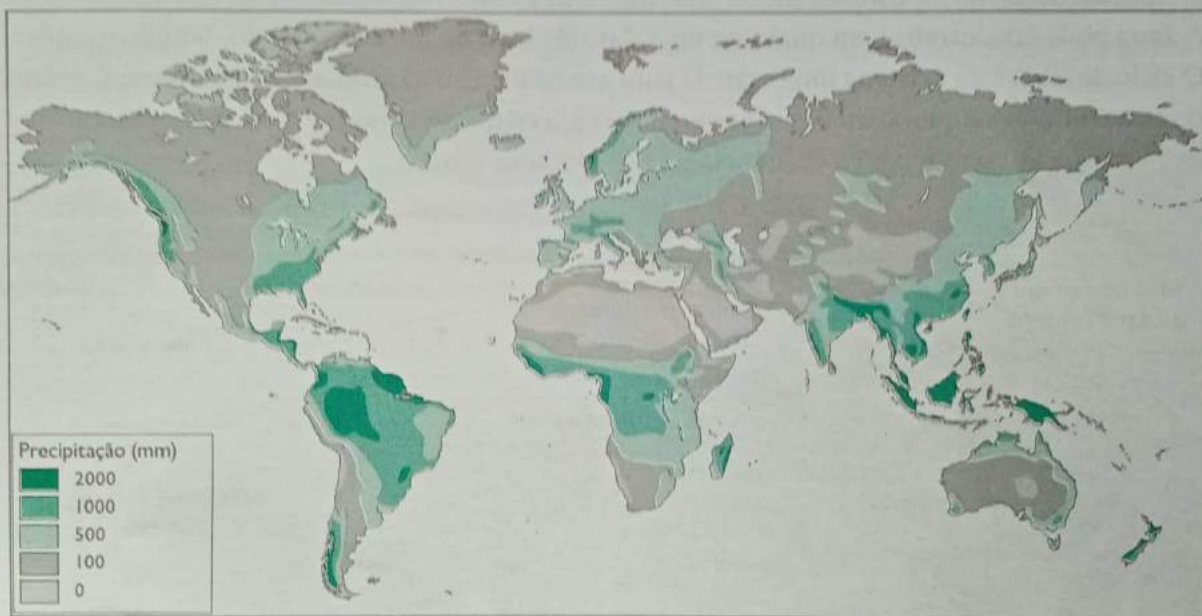
Distribuição geográfica da pluviosidade

A observação da figura seguinte permite verificar que, em traços gerais, a precipitação se distribui segundo zonas paralelas ao equador.

É na região equatorial e no Sul e Sudeste da Ásia que se registam os valores mais elevados de precipitação (mais de 2000 mm), e também na Amazônia, na América Central, na bacia do Congo, na bacia do Ganges e na região das ilhas do Pacífico, nomeadamente a Papua-Nova Guiné, a Indonésia e Sumatra. Nestas regiões, as chuvas são quase sempre regulares e do tipo convectivo.

Nas zonas tropicais existe um período de chuvas bastante distinto. Um período do ano é chuvoso (estação húmida) e outro é seco (estação seca). As chuvas são igualmente do tipo convectivo.

A norte e sul destas zonas localizam-se vastas áreas desérticas, cujos valores são inferiores a 250 mm. Trata-se das regiões do deserto da Califórnia, do Sara, da Arábia e da Ásia Central no hemisfério norte, e dos desertos do Chile, do Peru e da Austrália e do deserto de Caláari, no hemisfério sul.



..... Fig. 43 Distribuição geográfica da precipitação.

Nas latitudes médias, nas fachadas ocidentais dos continentes e, sobretudo, quando aí se localizam cadeias montanhosas, registam-se valores elevados de precipitação (mais de 1000 mm), sendo disto exemplo as cordilheiras costeiras no Canadá, Alasca, Irlanda e Noruega, no hemisfério norte, e o sul da cordilheira dos Andes e os Alpes do Sul na Nova Zelândia, no hemisfério sul.

Nas regiões polares, as precipitações são reduzidas, quase sempre inferiores a 500 mm, e ocorrem geralmente sob a forma de neve.

A quantidade de água que cai num dado local avalia-se por meio de pluviómetros. A água recolhida é medida com uma proveta graduada em milímetros. No caso de se tratar de neve ou saraiva, mede-se a água resultante da sua fusão. Os aparelhos que medem continuamente as variações da queda de chuva chamam-se pluviógrafos e os seus gráficos pluviogramas.

3.9 Ciclo da água: processos e importância

Teoricamente, a quantidade de água existente no globo terrestre é constante. Parte dessa água evapora-se. No entanto, é restituída à Terra através da precipitação, de modo a manter-se em equilíbrio entre a água perdida e a água ganha. O balanço da evapotranspiração e da precipitação denomina-se **balanço hídrico** (ou hidrológico).

O calor do Sol faz evaporar a água da superfície da Terra, que passa para o estado gasoso (o vapor de água). A evaporação é maior nos oceanos do que nos continentes. Parte desse vapor condensa-se e origina as precipitações, que caem nos oceanos, restituindo-lhe parte da água evaporada. Outra parte das precipitações ocorre sobre os continentes, de onde a água se precipita novamente evaporar, infiltrar no solo ou correr para o mar, através dos rios. Deste modo, é restituída ao oceano mais uma porção da água evaporada.

A esta sucessão de fenómenos e processos, que se produzem sempre da mesma forma e ordem com retorno à fase inicial, dá-se o nome de ciclo (do grego «*kiklos*» = círculo). Neste caso, trata-se do **ciclo da água** ou **ciclo hidrológico**.

A água, desde que existe no globo terrestre, tem estado submetida a este circuito fechado. A água pode encontrar-se em qualquer uma das três fases da matéria – sólido, líquido e gasoso. O ciclo da água é de extrema importância para a manutenção da vida no planeta Terra. É através do ciclo hidrológico que ocorrem a variação climática, a criação de condições para o desenvolvimento de plantas e animais e para a existência de rios, oceanos e lagos.

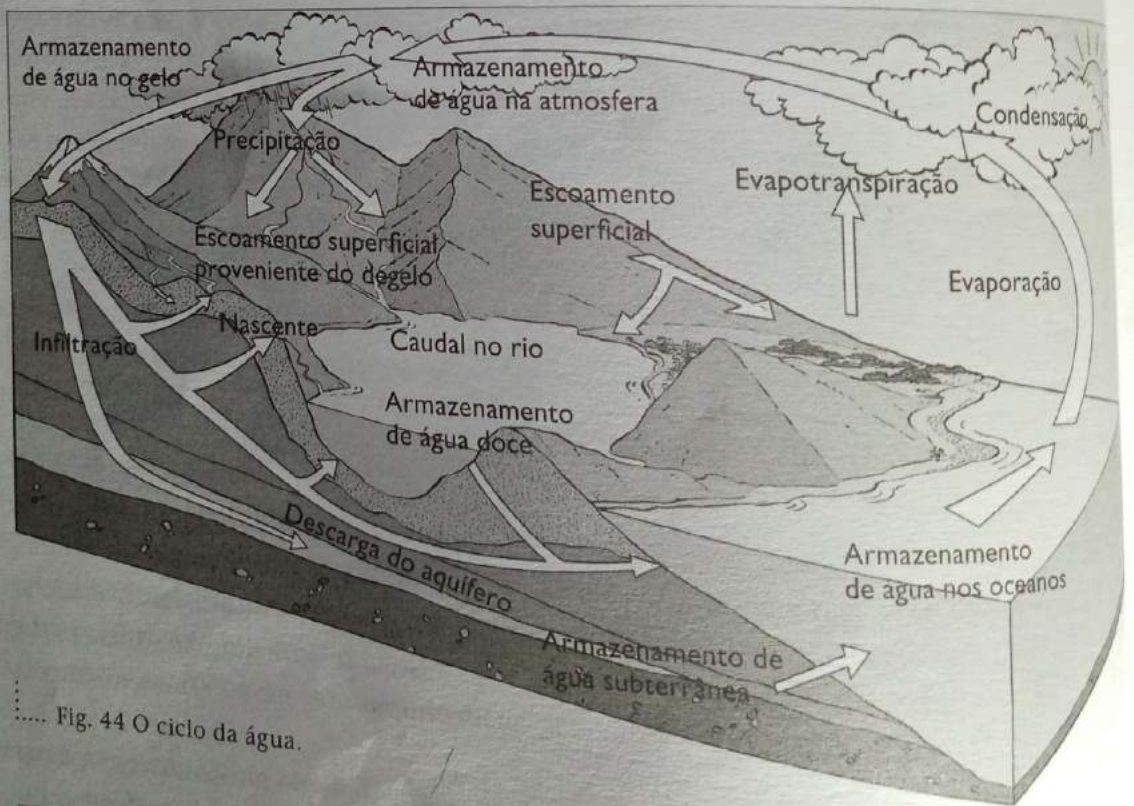


Fig. 44 O ciclo da água.

Actividade

Explica a importância do ciclo hidrológico para a preservação da vida na Terra.

3.10 Tempo e clima

Relação entre o tempo e o clima

Chama-se **tempo** ao estado da atmosfera, que se encontra em contacto com a superfície terrestre, num dado momento e num dado lugar. Este estado da atmosfera é uma combinação de valores de temperatura, nebulosidade, pressão atmosférica, vento, entre outros. Todos os dias se podem obter informações sobre o estado do tempo através de informações meteorológicas veiculadas na rádio, na televisão ou nos jornais. As situações meteorológicas que se repetem frequentemente chamam-se tipos de tempo. Os diferentes tipos de tempo repartem-se ao longo do ano, com uma determinada sucessão. À sucessão dos vários tipos de tempo duráveis, característicos de uma região, chama-se **clima**.

O tempo é uma combinação passageira, momentânea e bastante variável que acontece durante um curto período de tempo (dia, semana, ou mês), enquanto o clima é uma sucessão dos estados de tempo duráveis ou que permanecem geralmente constantes, ou que apresentam pequenas variações de tempo durante um longo período de tempo. A nível mundial distinguem-se as seguintes zonas climáticas: a zona intertropical (a mais quente), a zona fria e a zona temperada (intermédia entre as anteriores).



..... Fig. 45 Cheias: situações meteorológicas típicas do Verão também em Moçambique.

Actividade

Explica porque é tão importante o conhecimento das previsões do tempo.

O problema da classificação dos climas

Não é tarefa fácil fazer uma classificação dos climas. Não basta considerar os elementos climáticos (temperatura, precipitação, pressão atmosférica, velocidade dos ventos, etc.), porque a média não espelha a realidade completa da atmosfera. É preciso considerar sobretudo a maneira como a temperatura e as precipitações (chuva, granizo e neve) se distribuem e se combinam ao longo do ano, assim como os seus valores máximos e mínimos.

Houve várias tentativas de classificação ao longo dos tempos. Já na Grécia Antiga os Gregos tinham observado diferenças climáticas. Na Grécia, os Verões são quentes e secos e os Invernos são chuvosos e a temperatura é suave. Assim sendo, consideraram o clima grego como o clima ideal, devido à sua moderação (sem excessos), o que fez surgir o termo «temperado».

As áreas do Norte de África, onde os raios solares incidem quase perpendicularmente e são portanto, muito quentes, os Gregos deram o nome de tórridas. Servindo-se dos relatos de viajantes que regressavam do Norte da Europa, que afirmavam que nesses locais o frio era intenso e os ventos sopravam de norte, surgiu a designação de clima frio. Os Gregos apresentaram a primeira divisão ou classificação climática, ainda que fosse imperfeita, em climas temperados, tórridos e frios.

O termo «clima» foi criado pelos Gregos e significa inclinação. Para fazer a divisão dos climas os Gregos basearam-se apenas na temperatura. Na verdade, desde a Antiguidade Clássica até aos nossos dias, muitas classificações climáticas foram desenvolvidas. Estudiosos como Wilhelm Köppen (professor de climatologia na Áustria), Emmanuel Martonne (professor francês de Geografia Física), Arthur Strahler (professor de Geografia Física nos Estados Unidos da América e Inglaterra) e muitos outros levaram a cabo a classificação dos climas. Todas as classificações propostas apresentam diferenças entre si, pois a classificação dos climas é de facto uma tarefa complexa. Contudo, iremos descrever duas das classificações mais usadas nos tempos modernos: a classificação de Köppen e a de Thornthwaite.

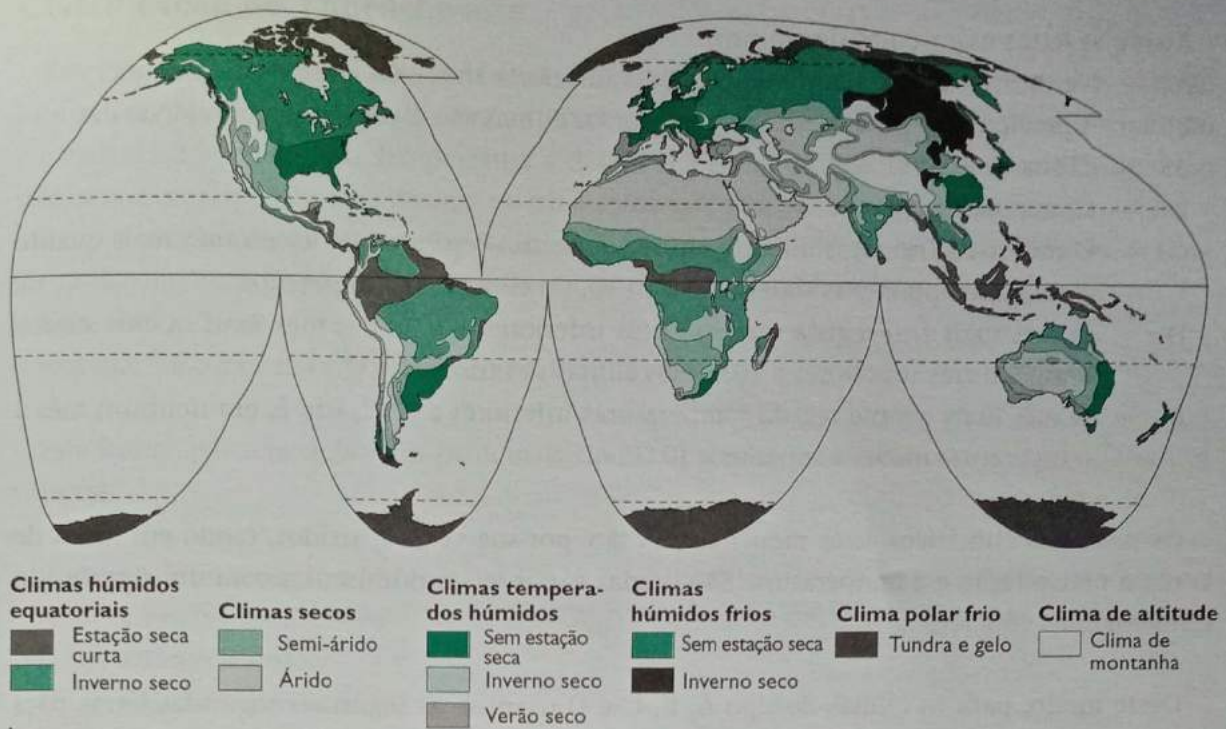
A classificação climática segundo Köppen e Thornthwaite

Classificação de Köppen

A classificação climática de Köppen-Geiger, mais conhecida por classificação climática de Köppen, é o sistema de classificação global dos tipos climáticos mais utilizado em Climatologia, Geografia e Ecologia. Esta classificação foi proposta em 1900 pelo climatologista alemão Wilhelm Köppen, tendo sido aperfeiçoada em 1918, 1927 e 1936 com a publicação de novas versões preparadas por Rudolf Geiger, daí o nome Köppen-Geiger.

A classificação baseia-se no pressuposto, com origem na Fitosociologia e na Ecologia, de que a repartição natural de cada região à superfície da Terra expressa sobretudo o clima nela existente. Desta maneira, as fronteiras entre as regiões climáticas foram seleccionadas para corresponder, tanto quanto possível, às áreas de predominância de cada tipo de vegetação. Por esta razão, a distribuição global dos tipos climáticos e a distribuição da vegetação apresentam uma correlação estreita.

Na determinação dos tipos climáticos são considerados a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação. Cada grande tipo climático é representado por um código, constituído por letras maiúsculas e minúsculas, cuja combinação denota os tipos e subtipos considerados.



..... Fig. 46 Distribuição actualizada dos tipos de clima segundo a classificação de Köppen-Geiger.

Nesta classificação, distinguem-se os tipos climáticos principais, que em seguida se descrevem:

- A – Climats tropicais húmidos;
- B – Climats secos;
- C – Climats temperados húmidos;
- D – Climats boreais;
- E – Climats polares;
- F – Climats de regiões geladas.

A classificação climática de Köppen-Geiger divide os climats em seis grandes grupos e em diversos tipos e subtipos.

Cada clima é representado por um conjunto variável de letras com dois ou três caracteres com o seguinte significado:

Primeira letra – uma letra maiúscula (A, B, C, D, E, F) que denota a característica geral do clima de uma região, do equador em direcção aos pólos, constituindo o indicador do grupo climático mundial.

Segunda letra – uma letra minúscula que estabelece o tipo de clima dentro do grupo, o qual denota as particularidades do regime pluviométrico, ou seja, a quantidade e a distribuição da precipitação, que é utilizada apenas caso a primeira letra seja A, C ou D. Nos grupos em que a primeira letra é B ou E, a segunda letra é igualmente maiúscula, representando a quantidade de precipitação total anual (no caso da letra B) ou a temperatura média anual do ar (no caso da letra E).

Terceira letra – uma minúscula que denota a temperatura média mensal do ar dos meses mais quentes (nos casos em que a primeira letra é C ou D) ou a temperatura média anual do ar (no caso de a primeira letra ser B).

- Assim, as letras maiúsculas significam:
- A - Nenhum mês tem temperatura média inferior a 18 °C. Os climas são quentes.
 - B - A precipitação é inferior à evaporação. Os climas são secos. Este subdivide-se em:
 - BS - Clima de estepe.
 - BW - Climas desérticos.
 - C - O mês mais frio regista temperaturas entre os -3 °C e os 18 °C e o mês mais quente regista temperaturas superiores a 10 °C. Os climas são temperados.
 - D - O mês mais frio regista temperaturas inferiores a 3 °C e o mês mais quente regista temperaturas superiores a 10 °C. Os climas são frios.
 - E - O mês mais quente regista temperaturas inferiores a 0 °C, isto é, em nenhum mês a temperatura média é superior a 10 °C.

Os seis tipos climáticos atrás mencionados são, por sua vez, repartidos, tendo em linha de conta a precipitação e a temperatura. São usadas várias letras minúsculas com um significado climatológico concreto.

Deste modo, para os climas de tipo A, B, C e D usam-se as seguintes segundas letras de classificação:

- W - Estação seca no Inverno (*w = winter = Inverno*).
- S - Estação seca no Verão (*s = summer = Verão*).
- F - Nenhuma estação seca (*f = falta de seca*).
- M - Estação seca e curta no Inverno (*monsim = monção*).

Para os restantes tipos climáticos C e D usam-se as seguintes terceiras letras:

- a - A temperatura do mês mais quente é superior a 22 °C.
- b - A temperatura do mês mais quente é inferior a 22 °C, mas pelo menos quatro meses registam uma temperatura superior a 10 °C.
- c - Apenas um a quatro meses registam uma temperatura superior a 10 °C.

No caso dos climas B, usam-se as seguintes terceiras letras:

- h - Temperatura superior a 18 °C (de *heiss*, que significa quente).
- k - A temperatura anual é inferior a 18 °C, registando o mês mais quente uma temperatura superior a 18 °C (de *kalt*, que significa frio).

Já foi referido anteriormente que na classificação de Köppen cada tipo de clima é representado por um conjunto de letras, possuindo cada uma o seu significado.

Assim, no caso de Moçambique verifica-se o tipo climático Awa, ou seja, um clima tropical húmido no litoral, em que a temperatura do mês mais frio é superior a 8 °C, com duas estações ao longo do ano, uma fria e seca e outra quente e húmida, sendo a temperatura no Verão superior a 22 °C. Estão também representados no país o tipo climático Csw - o clima de altitude e o clima Bsh - o clima semidesértico.

Classificação de Thornthwaite

Esta classificação é muito complexa e baseia-se indirectamente na temperatura, na precipitação e no balanço hídrico dos solos, que varia conforme o tipo climático. A relação entre a precipitação e a evaporação depende da temperatura e determina se há excesso ou deficiência de água no solo, a que corresponde uma recarga ou uma utilização por parte da vegetação.

Com a introdução do factor evapotranspiração potencial (EP), que se obtém através de uma fórmula complexa, pode calcular-se o índice de humidade (IH), mediante a expressão:

$$IH = 100 (S-D)/EP$$

(em que S é o excesso e D a deficiência de água no solo).

Este índice permite definir os principais tipos climáticos de acordo com os seus diferentes valores.

Deste modo, temos:

- A** – Climas per-húmidos.
- B** – Climas húmidos.
- C** – Climas sub-húmidos.
- D** – Climas semi-áridos.
- E** – Climas áridos.

A concentração anual deste índice é expressa através de várias letras, nomeadamente:

- r** = Húmido durante todo o ano.
- d** = Seco durante todo o ano.
- s** = Verão mais seco do que o Inverno.
- w** = Inverno mais seco do que o Verão.

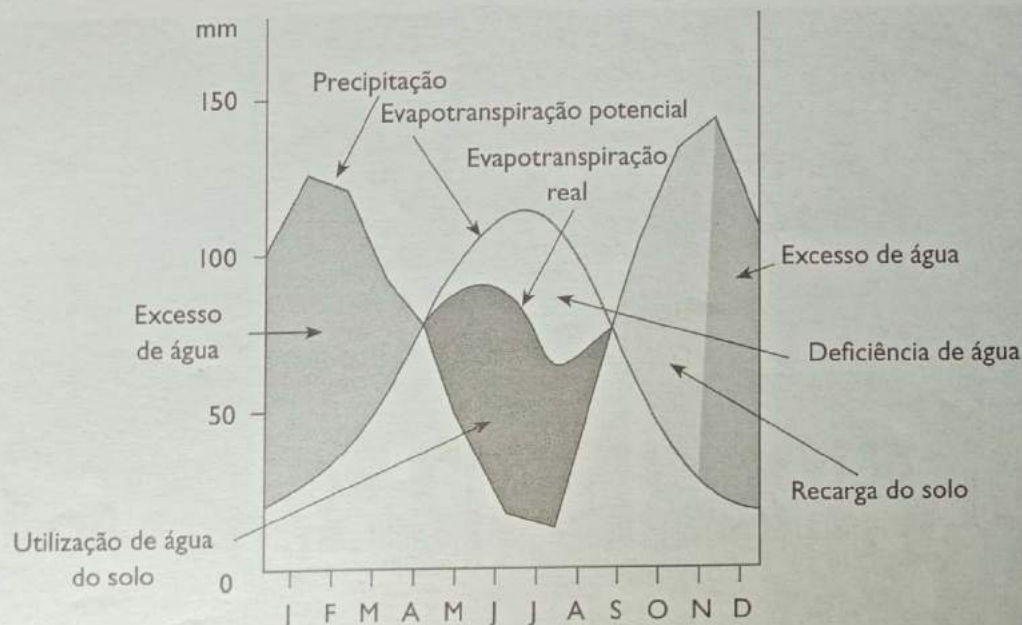


Fig. 47 Representação esquemática de um balanço hídrico.

A eficiência térmica (ET) consiste na soma das temperaturas positivas de cada mês. Este índice permite subdividir os climas de acordo com os seus diferentes valores:

- A' - Climas megatermais.
- B' - Climas mesotermais.
- C' - Climas microtermais.
- D' - Climas de tundra.
- E' - Climas de regiões geladas.

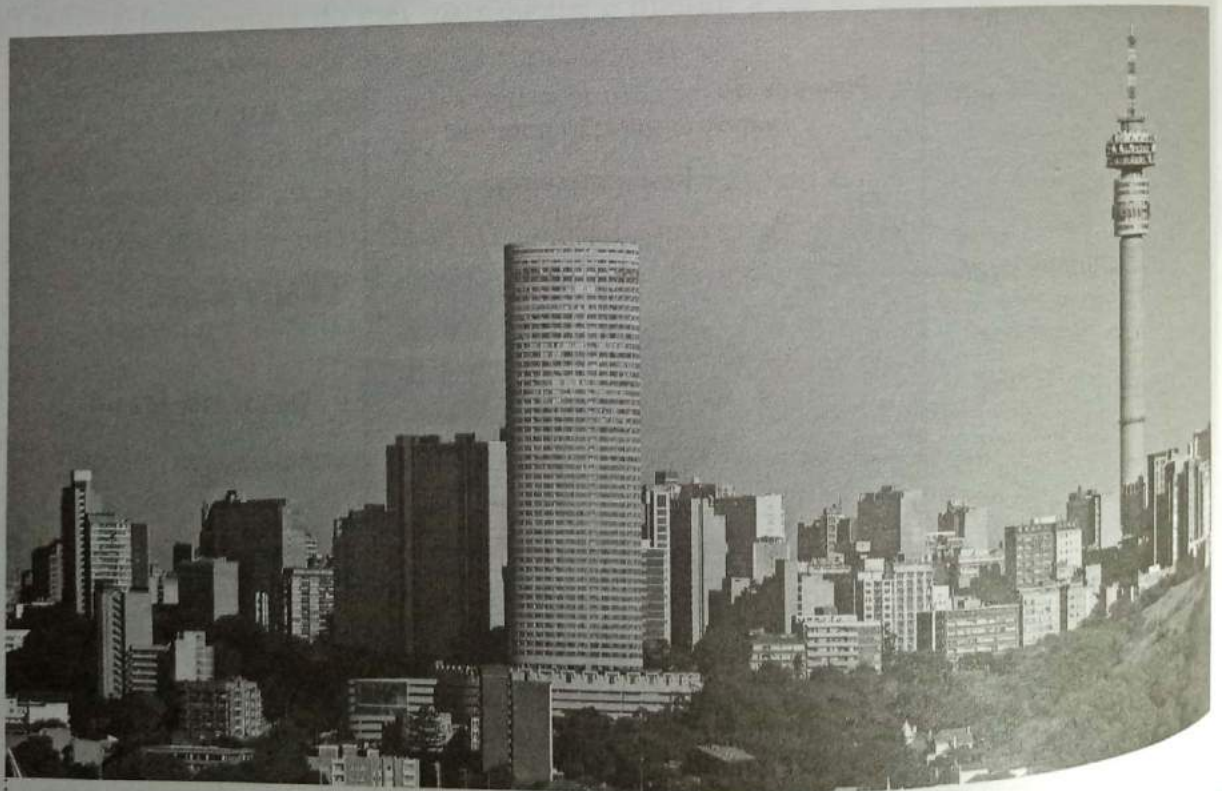
A concentração anual deste índice de eficácia térmica é dada pelo cálculo da percentagem dos três meses mais quentes em relação ao total anual.

Das 120 combinações possíveis, Thornthwaite reteve apenas 32 tipos climáticos, mas ultrapassou largamente a classificação de Köppen, alcançando, assim, um maior rigor na regionalização climática. Cada tipo climático é, portanto, representado por um conjunto de letras com um significado preciso. Contudo, têm sido feitas duras críticas a este tipo de classificação.

Os principais tipos de clima

Numa mesma região climática é possível distinguir climas locais. É o caso da cidade de Maputo e da vila da Namaacha. Ambas possuem um clima tropical, mas Namaacha está localizada numa zona montanhosa. Daí que se considere que Namaacha tem um clima tropical de altitude. Também existem os microclimas, ou seja, climas particulares de pequenas áreas.

Por exemplo, os edifícios altos dificultam a circulação dos ventos e constituem barreiras para os raios solares atingirem o solo ou o asfalto. Estes factores e outros, como a escassez de vegetação e a poluição, alteram o clima local e dão origem a microclimas.



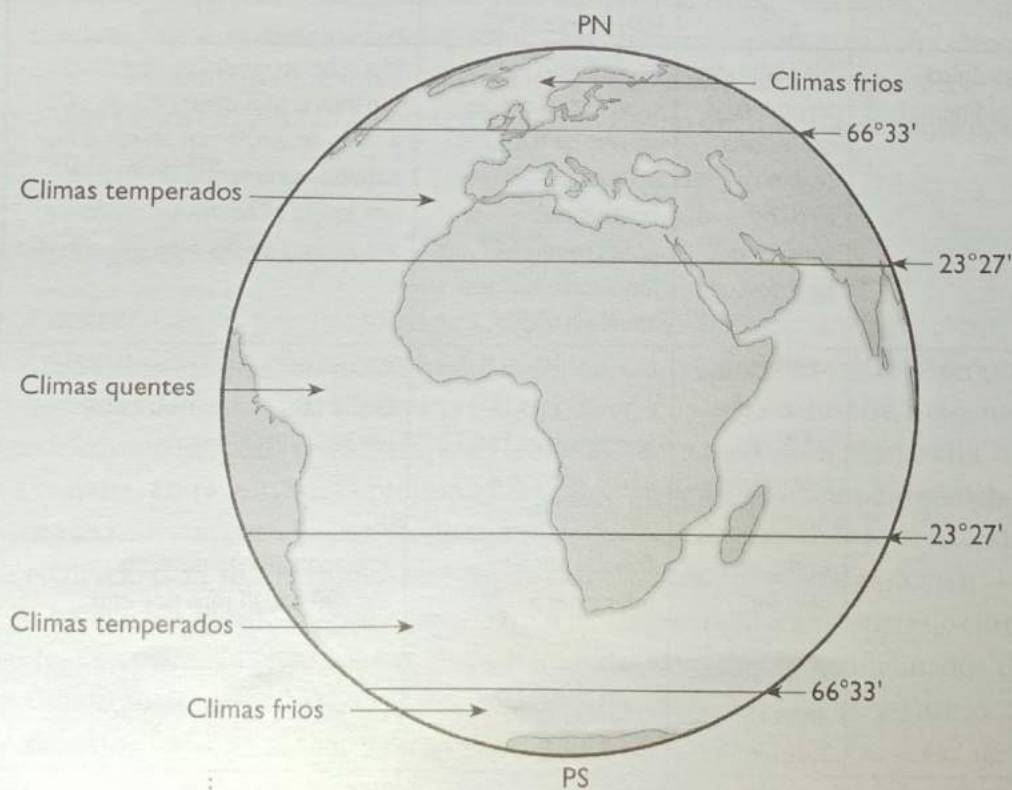
..... Fig. 48 Cidade de Joanesburgo.



..... Fig. 49 Poluição atmosférica.

Como os climatologistas têm manifestado grandes dificuldades na elaboração de uma classificação dos climas e na sua representação num mapa, optaram por apresentar uma classificação mais geral que abrangesse grandes espaços da superfície terrestre, não se detendo tanto nos pormenores e nas particularidades existentes nos vários locais do globo.

Os principais tipos de climas estão representados no mapa seguinte e no quadro da página 82.



..... Fig. 50 Zonas climáticas da Terra.

Os grandes tipos de clima	Subtipos	Áreas de ocorrência	Características	
			Temperatura	Humidade
Clima equatorial		Nas latitudes da faixa equatorial ou baixa latitude	Média anual de cerca de 25 °C e pequena amplitude térmica anual	Chuvas abundantes, com um índice pluviométrico sempre superior a 2000 mm
Clima tropical	De altitude Monções (Índia e Sudeste Asiático)	Entre os trópicos	Excluindo a altitude, a temperatura média anual é superior a 20 °C e a média do mês mais frio não é inferior a 18 °C	Nas regiões próximas do litoral ocorrem maiores quantidades de precipitação e nas regiões do interior registam-se secas prolongadas, com um índice pluviométrico de 1000 a 2000 mm
Clima desértico		Nas latitudes tropicais e temperadas	Média anual de 20 a 30 °C. Grande amplitude térmica anual (de 15 a 25 °C)	Precipitação com um índice pluviométrico inferior a 200 mm por ano sem um padrão regular
Clima temperado	Mediterrânico	Nas latitudes temperadas	Média anual de 15 a 20 °C; amplitude térmica de 13 a 20 °C; Verões quentes e alguns meses de Inverno com temperaturas inferiores a 0 °C	Chuvas concentradas no Inverno
Clima temperado	Oceânico Continental	Nas latitudes temperadas ou médias (entre os círculos polares e os trópicos)	No subtipo oceânico, a média anual é de 8 a 13 °C; no subtipo continental, existe uma grande amplitude térmica anual (40 °C)	No subtipo oceânico regista-se um índice pluviométrico de 800 a mais de 2000 mm anuais e no subtipo continental verifica-se um índice pluviométrico inferior a 600 mm anuais
Clima frio		Nas latitudes superiores a 50, no hemisfério norte	Inverno muito frio e Verão fresco; temperatura média anual inferior a 10 °C	Baixo índice pluviométrico, de 200 a 500 mm, e outros trechos de 500 a 1000 mm
Clima polar		Entre os círculos polares e os pólos ou nas áreas de alta latitude	Médias anuais inferiores a 0 °C	Precipitação de neve de cerca de 100 a 200 mm por ano

..... Fig. 51 Os principais tipos de clima do mundo.

A importância do clima e a sua influência

O estudo do clima reveste-se de grande importância. Existem inúmeros exemplos na história da Humanidade que retratam a importância do clima e do conhecimento do estado do tempo. A invasão da Europa continental pelas tropas aliadas, no dia 6 de Junho de 1944, conhecida pelo «dia D», mudou o curso da Segunda Guerra Mundial e esteve dependente da precisão da informação meteorológica para ser levada a cabo com sucesso.

O clima influencia directamente a maioria das actividades humanas, em especial a agricultura, definindo o nível de produtividade agrícola, o qual se encontra condicionado principalmente pela disponibilidade hídrica.

As influências do clima sobre a paisagem natural

Os animais e as plantas distribuem-se pela superfície da Terra tendo em conta a sua relação com o clima. As associações vegetais são compostas de seres vivos que, para se desenvolverem, necessitam de certas condições naturais. Dependendo da espécie, exigem uma certa quantidade de luminosidade, de humidade, de uma determinada temperatura e de certas características do solo.

Tendo em consideração que a cada tipo de clima corresponde um tipo de paisagem vegetal, nas regiões de alto índice pluviométrico existem grandes áreas florestais (equatoriais e tropicais), enquanto nas regiões de baixo índice pluviométrico surgem estepes ou desertos.

O solo também é influenciado pelo clima. Nos climas húmidos, como é o caso do equatorial e tropical, os solos são profundos, devido à elevada alteração das rochas. Nas regiões temperadas e frias, a camada do solo é pouco profunda.

Quando o solo não possui cobertura vegetal, a precipitação provoca erosão e transporta a camada superficial do solo (erosão laminar). Se a precipitação for muito intensa pode provocar uma erosão mais profunda, como é o caso das ravinas (erosão em sulcos).

O relevo, isto é, as desigualdades de formas existentes na superfície da Terra (depressões, planícies, planaltos e montanhas), é, pois, influenciado pelo clima, uma vez que a temperatura e a água nos seus vários estados são agentes da erosão. Realizam um trabalho de construção e de destruição da crosta terrestre.

Influência do clima sobre o ser humano

A distribuição da população na superfície da Terra é influenciada pelo clima.

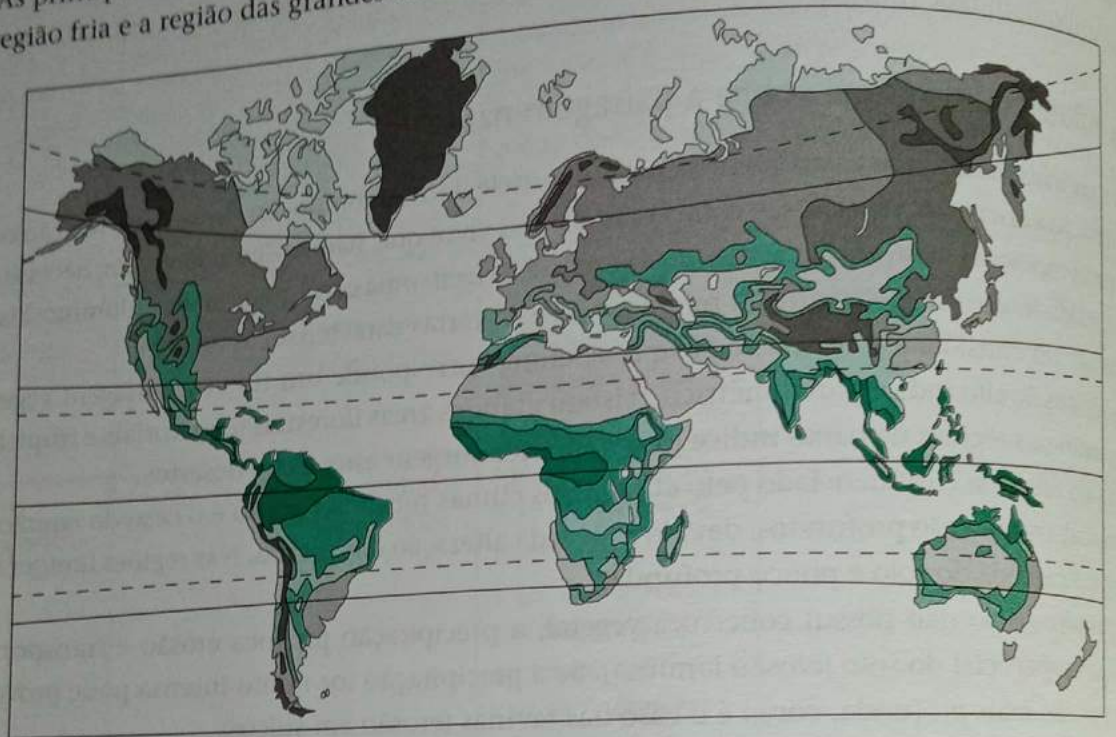
A agricultura depende das características climáticas. Há produtos agrícolas próprios de ambientes temperados e subtropicais (como a aveia, o centeio, a cevada e a oliveira, entre outros) e produtos agrícolas específicos das zonas tropicais (como o café, a cana-de-açúcar, o chá, o cacau, o tabaco e a banana, entre outros). O próprio clima criou entre os povos uma interdependência tal, ao ponto de nenhum país produzir tudo aquilo de que precisa, passando a recorrer sistematicamente ao comércio para suprir as necessidades de determinados produtos agrícolas.

As habitações escolhidas pelos povos também demonstram a influência do clima. Por exemplo, nas regiões sujeitas a queda de neve, os telhados das casas são muito inclinados, de modo a evitar a acumulação de neve. A influência do clima manifesta-se igualmente no vestuário, na armazenagem de produtos, no tipo de construção de estradas (a técnica usada em áreas de clima quente e chuvoso diferem das utilizadas em climas frios e secos), no nível de deterioração dos materiais, na saúde dos animais e do próprio ser humano.

3.11 Distribuição geográfica das regiões bioclimáticas

Estudos efectuados sobre os principais ambientes bioclimáticos mundiais relacionam as áreas de distribuição das principais formações vegetais e a respectiva vida animal dominante com características de natureza climática dessas mesmas áreas. É, portanto, crucial conhecer tais elementos para se poder aferir as características físicas dessas mesmas áreas e do mundo animal e vegetal.

As principais regiões bioclimáticas do mundo são a região intertropical, a região temperada, a região fria e a região das grandes altitudes.



Climas tropicais chuvosos

- de floresta densa
- de savana

Climas secos

- de estepe
- desérticos
- subtropicais
- modificados pela altitude

Climas temperados

- marítimos
- continentais com precipitação em todas as estações
- continentais com Inverno seco

Climas frios

- de tundra
- polar e de montanha

..... Fig. 52 Distribuição geográfica dos climas na superfície terrestre.

A região intertropical

A região intertropical é a faixa que se estende do equador até cerca de 30° de latitude N e 30° de latitude S e que cobre vastas áreas da América, África e Ásia.

Os regimes térmicos e o movimento anual aparente do Sol

Entende-se por regime térmico a variação das temperaturas médias mensais ao longo do ano. Observando a figura 53, que representa a variação da temperatura durante o ano em duas estações meteorológicas localizadas na zona intertropical, nomeadamente Douala, situada perto do equador (4° N), e Bamako, um pouco mais afastada (12° 40' N), constata-se que em

ambas as estações a temperatura média anual é elevada (26,4 °C em Douala e 28,4 °C em Bamako). Porém, Bamako apresenta grandes variações anuais de temperatura (varia entre 33,1 e 25,4 °C). Partindo destes dados, pode concluir-se que a amplitude térmica anual é pouco elevada, embora os contrastes térmicos se acentuem à medida que a latitude aumenta.

Então, como se poderá explicar o comportamento térmico na região intertropical?

A unidade climática dos climas quentes

resulta da ausência de arrefecimento sensível ao longo do ano. Portanto, não existe um Inverno genuíno. Todos os dias, ao longo do ano, o Sol, no seu movimento anual aparente, atinge a sua altura máxima ao meio-dia. Como a obliquidade dos raios solares é pouco pronunciada, a quantidade de calor que chega à Terra é sempre elevada, sendo a temperatura média anual superior a 20 °C.

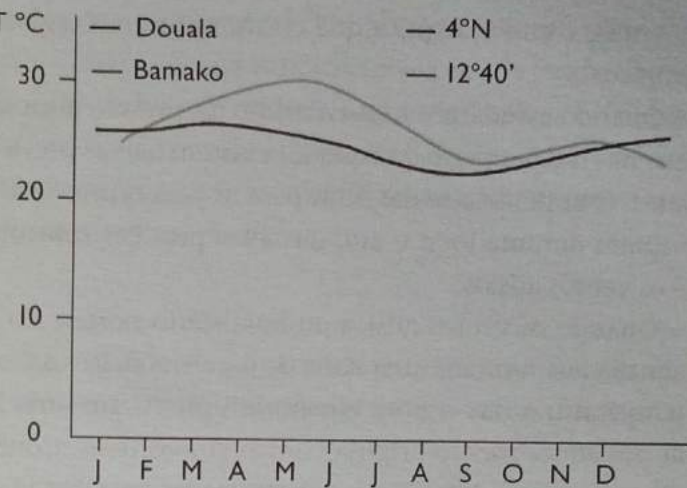
No equador, a duração dos dias e das noites é sempre igual, enquanto noutras regiões quentes a diferença entre o dia e a noite é sempre relativamente pequena (nos trópicos, a diferença não ultrapassa as 3h 20m). Deste modo, a amplitude térmica anual é fraca, geralmente inferior a 10 °C, exceptuando as regiões desérticas.

Pelo contrário, a amplitude térmica diurna é grande, uma vez que o aquecimento durante o dia é intenso e a diferença entre a temperatura máxima e a temperatura mínima é substancial, particularmente nos trópicos, onde o céu, limpo de nuvens, permite uma grande insolação durante o dia e uma forte irradiação nocturna.

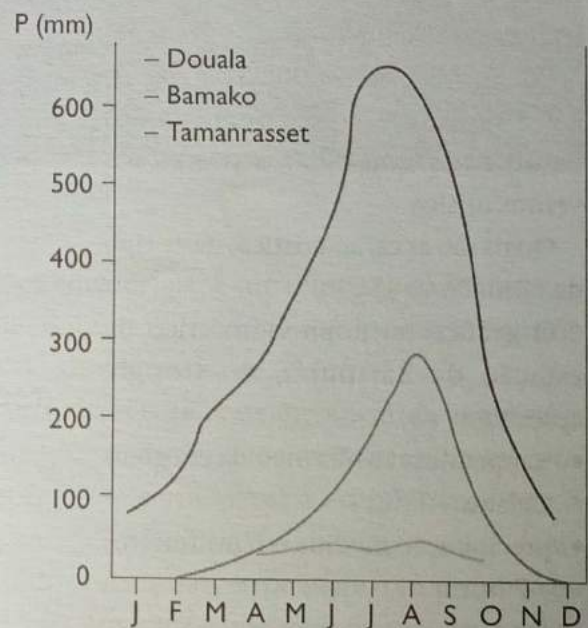
Regime pluviométrico

A região intertropical apresenta grandes contrastes no que diz respeito aos regimes pluviométricos, devido à existência de zonas pluviosas e de zonas áridas.

Observa o gráfico ao lado, que representa a variação da precipitação ao longo do ano em Douala, Bamako e Tamanrasset, estações situadas em latitudes diferentes. Tanto em Douala como em Bamako, a precipitação total ao longo do ano é elevada, cerca de 4109 mm e 1076 mm respectivamente, mas enquanto em Douala chove todo o ano, em Bamako chove de Abril a Outubro. Em contrapartida, em Tamanrasset, a precipitação é muito baixa, apresentando valores pluviométricos na ordem dos 59 mm.



..... Fig. 53 Regime térmico de duas estações meteorológicas na zona intertropical.



..... Fig. 54 Variação da precipitação em Douala, Bamako e Tamanrasset.

Então, como se explica que chova muito nas regiões equatoriais e relativamente menos nos trópicos?

Quando estudamos a distribuição da pressão atmosférica na superfície terrestre, verificamos que nas regiões perto do equador existem baixas pressões, enquanto nos trópicos as pressões são altas. O ar desloca-se das altas para as baixas pressões, dando origem à formação de ventos que sopram durante todo o ano das altas pressões subtropicais para as baixas pressões equatoriais – os ventos alísios.

Quando os ventos alísios do hemisfério norte e do hemisfério sul se encontram nas regiões equatoriais formam uma zona de convergência – a Convergência Intertropical ou CIT. As altas temperaturas das regiões equatoriais provocam uma forte evaporação e a constante subida do ar por aquecimento origina chuvas convectivas. Contrariamente, nos trópicos, a existência de altas pressões subtropicais, caracterizadas pela descida do ar, originam céu limpo e ausência de precipitação.

A Convergência Intertropical (CIT) e as altas pressões subtropicais deslocam-se para norte ou para sul, acompanhando o Sol no seu movimento anual aparente e condicionando a época e a extensão das chuvas nas regiões intertropicais. Quando a CIT se encontra no hemisfério de um determinado lugar, decorre nesse lugar a estação húmida. Quando a CIT se encontra no hemisfério contrário, esse lugar fica sob a influência dos anticiclones tropicais, resultando então a estação seca. No equador chove todo o ano, porque a CIT nunca se afasta muito dessa região, embora os máximos pluviométricos se registem nos equinócios, altura em que a CIT está localizada sobre o equador.

Regiões de clima equatorial

O clima equatorial está circunscrito a uma faixa que se situa em redor do equador, sendo limitada pelos paralelos 5° N e 5° S, principalmente nas bacias dos rios Congo e Amazonas, nas costas do Golfo da Guiné, nas ilhas da Insulíndia, na América Central e nos arquipélagos do Índico e do Pacífico.

Em certos casos, pode alcançar os 25° S ou N, nas costas orientais dos continentes que estão expostas aos ventos alísios.

Quais são as características deste tipo de clima?

O gráfico termopluiométrico da estação de Barumbu, no Congo, apresenta:

- temperatura média medida em graus Celsius – T °C;
- precipitação medida em milímetros – P (mm).

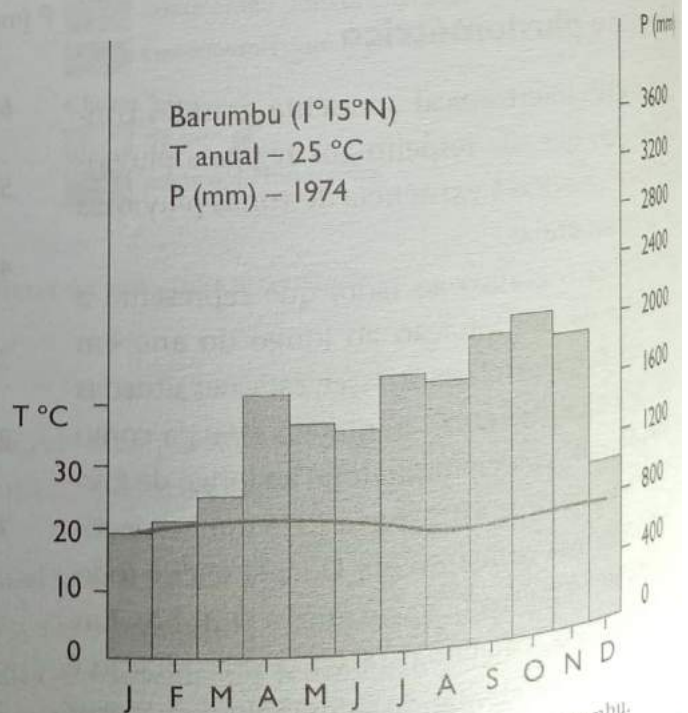


Fig. 55 Gráfico termopluiométrico de Barumbu.

Da análise do gráfico pode concluir-se que neste tipo de clima as temperaturas são altas durante todo o ano e praticamente sempre superiores a 20 °C. Não há variação estacional da temperatura, pois as amplitudes térmicas são baixas. Chove durante todo o ano e os índices máximos pluviométricos são atingidos quando a CIT se localiza sobre o lugar (nos equinócios). O clima equatorial possui ainda outras características que não são observáveis neste gráfico, como forte evaporação, humidade, nebulosidade e chuvas convectivas e frontais.

Vegetação

No domínio equatorial, predomina a floresta equatorial, vulgarmente conhecida como floresta virgem, a que também se atribuem as denominações de floresta densa, sempre-verde, pluvissilva, ombrófila ou floresta de chuvas.



..... Fig. 56 Floresta densa.

A floresta densa cobre imensos espaços nas regiões equatoriais. É uma floresta estratificada e apresenta uma vegetação exuberante e «sempre-verde» durante todo o ano, onde existe competição pela luz, devido à sombra provocada pelas árvores de grande porte (de 25 até 60 m).

Os elevados índices de calor e humidade são responsáveis pela exuberância da vegetação. Enroladas nos troncos das árvores, encontra-se uma grande diversidade de lianas com mais de 200 metros e plantas parasitas. Existem ainda espécies de elevado valor económico, como a madeira de mogno e de ébano.

A fauna é muito variada, mas é constituída sobretudo por animais de pequeno porte, que regra geral, vivem nas árvores, como é o caso de diversas aves, insectos e macacos, ou que ocupam os pequenos espaços do solo, como sucede com alguns répteis. O maior carnívoro que vive nestas florestas é o jaguar americano.

Regiões de clima tropical

Para perceberes melhor as características climáticas desta região, observa atentamente seguinte.

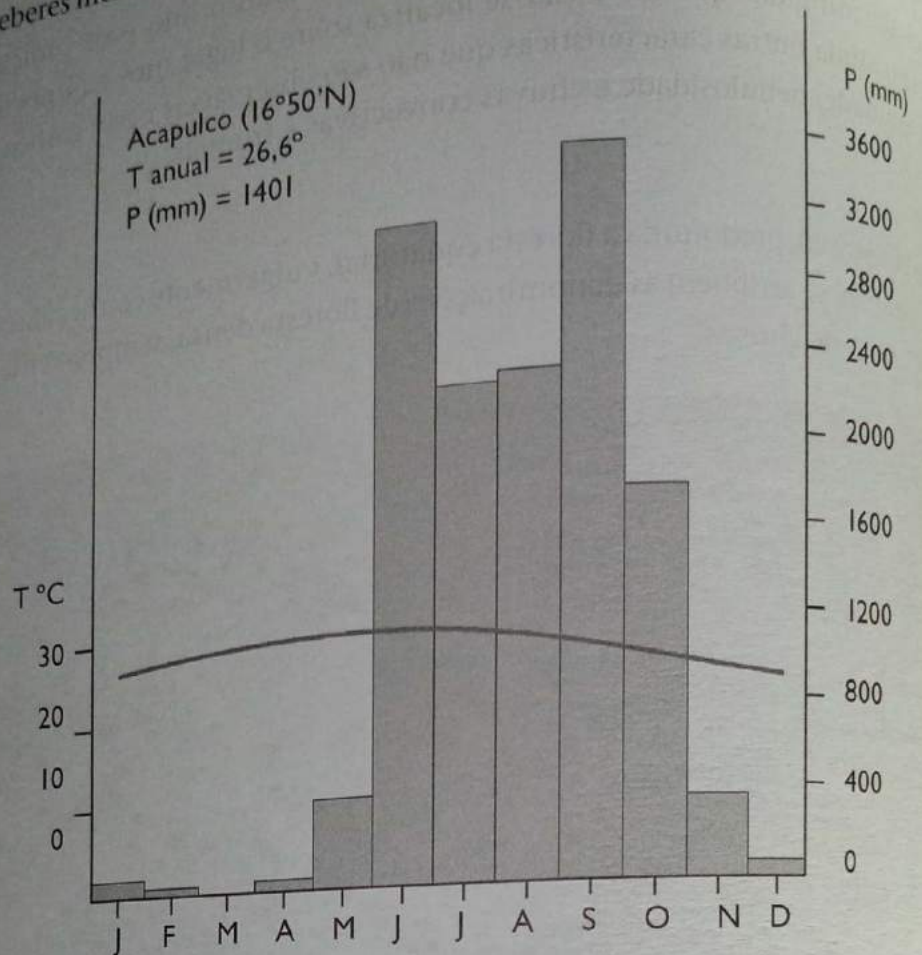


Fig. 57 Gráfico termopluviométrico de Acapulco, no México.

Repara que o clima de Acapulco se caracteriza principalmente pela manutenção de temperaturas elevadas durante todo o ano, sempre superiores a 20 °C, e por amplitudes térmicas baixas. A precipitação ao longo do ano está concentrada em certos meses, nomeadamente Junho a Outubro, definindo, por isso, duas estações: a chuvosa, quente e húmida, e a seca, que é mais fresca. Quanto mais afastado fica um lugar do equador, mais curta é a estação chuvosa, pois a influência da CIT sobre esse lugar é menor.

Deste modo, se a estação chuvosa é maior do que a estação seca, considera-se que o clima é tropical húmido; se, pelo contrário, a estação seca é maior do que a estação chuvosa, o clima é tropical seco.

Os climas tropicais situam-se em ambos os hemisférios, entre a faixa dos climas equatoriais e a faixa dos climas desérticos (seguem-se os climas tropicais húmidos, os climas equatoriais e os climas tropicais secos, próximos dos climas desérticos).

Regra geral, a precipitação no clima tropical é menos abundante do que no clima equatorial, excepto na Ásia das monções, onde a queda pluviométrica pode alcançar e ultrapassar os valores pluviométricos do clima equatorial.

Os climas tropicais distribuem-se, para além da Ásia das monções, nos planaltos da Venezuela e Antilhas, no Norte e Nordeste da Austrália, em algumas ilhas da Indonésia e algumas áreas de África.

Vegetação

A existência de uma grande diversidade de climas tropicais leva a que haja uma maior diversidade de formações vegetais. No domínio tropical estão marcadamente presentes a floresta de galeria, a savana e a estepe.

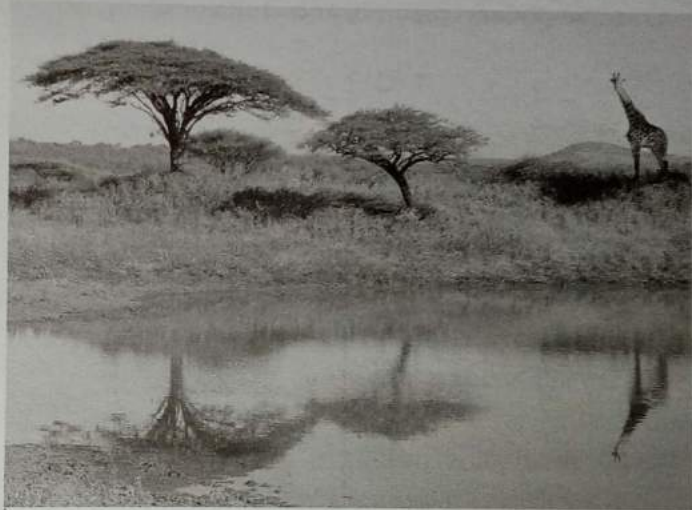
A **floresta de galeria** é uma formação vegetal arbórea, exuberante, que se desenvolve nas margens dos cursos de água, acompanhando-os, constituindo frequentemente uma espécie de prolongamento da floresta equatorial.

As **savanas** apresentam um estrato herbáceo heterogêneo, com vastos tapetes de ervas altas e densas, onde predominam as gramíneas e as plantas espinhosas. As árvores surgem de uma forma dispersa.

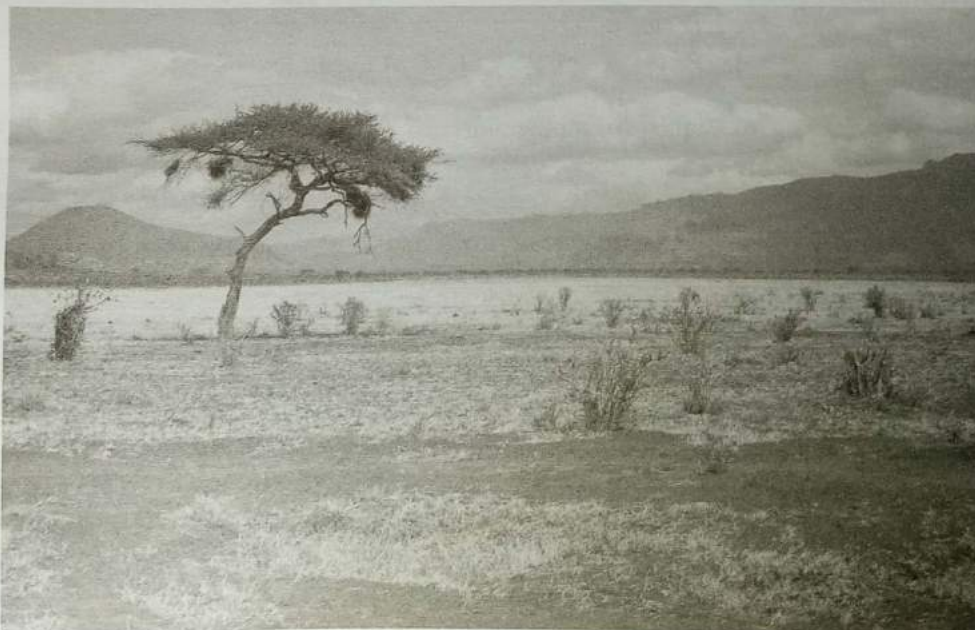
À medida que nos afastamos da savana, o número de árvores diminui e o manto vegetal torna-se cada vez menos denso, predominando as plantas espinhosas e as manchas de solo nu. É a **estepe**, que se estende por milhares de quilómetros quadrados.



..... Fig. 58 Floresta de galeria.



..... Fig. 59 Savana.



..... Fig. 60 Estepe.

A distribuição das paisagens vegetais depende da duração da estação seca, que aumenta com a latitude e a altitude, o que evita as perdas de água. As plantas adaptam-se à secura, tornando-se espinhosas. Os arbustos espinhosos são providos de raízes compridas que penetram profundamente no solo em busca de água. A vida animal está representada predominantemente pelos herbívoros (elefantes, búfalos, zebras, gazelas) e pelos grandes carnívoros (leões, hienas, leopardos, entre outros), principalmente nas savanas, graças à sua abundante vegetação herbácea.

Regiões de clima desértico quente

As regiões desérticas estendem-se aproximadamente entre os 20° e 35° de latitude e localizam-se à latitude dos trópicos, coincidindo com a faixa de anticiclones subtropicais. O tipo de clima associado a estes anticiclones é céu limpo, ar estável e ausência de precipitação. Como se poderá caracterizar o clima desta região? Observa o gráfico seguinte.

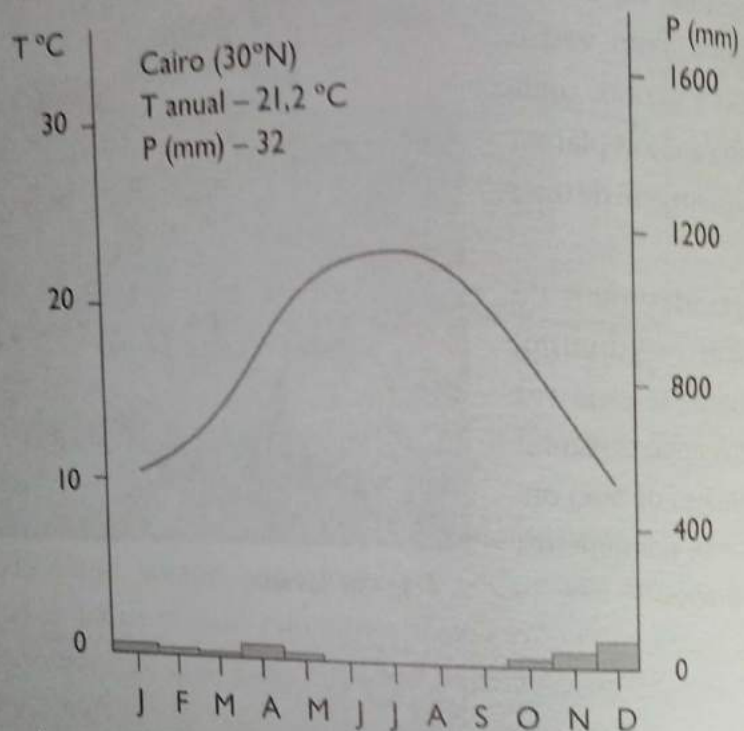
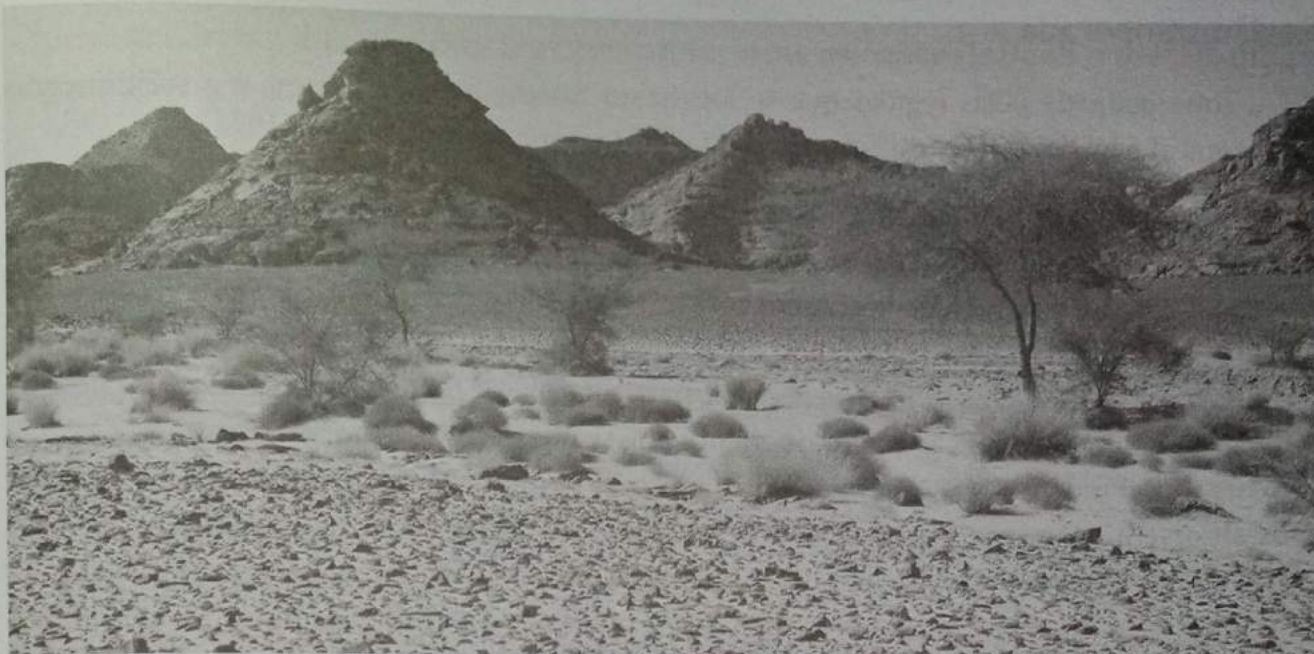


Fig. 61 Gráfico termopluriométrico do Cairo, no Egipto.

As temperaturas médias anuais são altas (temperaturas superiores a 20 °C) e as amplitudes térmicas anuais são mais elevadas do que nos climas anteriormente analisados (16°C). A diferença da duração entre o dia e a noite é aqui mais acentuada e os raios solares incidem obliquos na altura do ano em que o Sol está no hemisfério oposto. As amplitudes térmicas são também muito elevadas. Durante o dia, o solo aquece muito, pois a ausência de nuvens impede a absorção da radiação solar. Os termómetros chegam a atingir os 50 °C. Durante a noite, e não havendo nuvens, o calor irradiado pela superfície terrestre perde-se na atmosfera e as temperaturas descem a valores negativos. A humidade e a nebulosidade são baixas. As chuvas são raras (com índices pluviométricos inferiores a 250 mm), mas ocorrem muito esporadicamente, podem ocorrer com alguma intensidade. Os climas desérticos ocorrem pelo Sara, Namíbia, Calaári, Arábia, Síria, Austrália Central, Baixo Colorado, Chile central e Gobi, na China.



..... Fig. 62 Deserto.

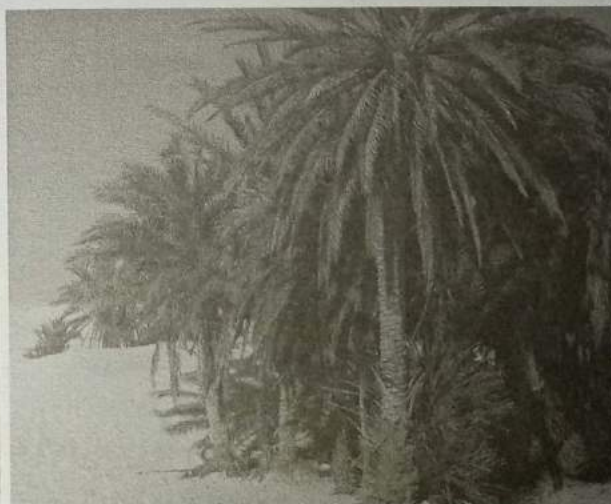
Vegetação

A degradação da vegetação acentua-se neste tipo de ecossistema, onde chega inclusivamente a escassear ou a desaparecer totalmente. A constante falta de água limita substancialmente a vida nos desertos.

No deserto, a flora, a fauna e o ser humano têm de se adaptar à secura extrema para sobreviverem. As plantas têm de evitar a evapotranspiração e constituir reservas de água. Algumas plantas têm raízes muito profundas, para atingirem a água existente nos aquíferos subterrâneos. Por exemplo, as plantas xerófilas possuem raízes compridas, caules adaptados para conservar água, folhas reduzidas, espinhosas, também adaptadas para reter água; outras germinam rapidamente quando alguma chuva cai, desaparecendo em seguida, como o *acheb*, o alimento dos camelos.

Os locais mais favoráveis, onde a água se concentra e se regista um agrupamento de vegetais, podem constituir um oásis. Os oásis são ilhas de plantas onde os povos sedentários se agrupam, utilizando da melhor forma possível a água existente para desenvolver as culturas.

A vida animal é variada, havendo camelos, dromedários, antílopes, aves corredoras, répteis, roedores e insectos.



..... Fig. 63 Oásis.

Região temperada

É a zona ocupada pelas regiões que se localizam imediatamente a norte e a sul da linha intertropical e que se estende até às proximidades dos círculos polares.

Regimes térmicos e a influência da localização geográfica

Um dos aspectos que diferenciam os climas temperados dos climas quentes é a existência de Inverno e, conseqüentemente, de grandes contrastes térmicos durante o ano. Estes contrastes de temperatura são explicados pelo movimento anual aparente do Sol. Porém, deve-se ter em conta, devido à sua influência decisiva, particularmente no hemisfério norte, a localização geográfica, no que se refere ao maior ou menor afastamento em relação aos oceanos.

Existe um grande contraste térmico entre o litoral e o interior dos continentes. O oceano absorve e retém energia solar, não permitindo que as temperaturas se elevem e baixem muito. As amplitudes térmicas, quer diurnas quer anuais, apresentam valores pouco elevados.

No interior dos continentes, o ar é mais seco, pelo que as temperaturas aumentam rapidamente durante o dia ou no Verão, baixando muito durante a noite ou no Inverno. Deste facto resultam amplitudes térmicas diurnas e anuais muito elevadas, cujos valores, de um modo geral, aumentam em função do aumento da distância do lugar ao litoral.

Assim, podemos definir os seguintes regimes térmicos:

- **regime térmico oceânico:** as temperaturas médias mensais são sempre positivas, os Invernos não são muito frios, sendo as amplitudes térmicas anuais raramente superiores a 15 °C;
- **regime térmico continental:** os Verões são quentes ou muito quentes e os Invernos são frios, existindo temperaturas médias mensais negativas, pelo que as amplitudes térmicas anuais são elevadas.

Regimes pluviométricos em função das situações meteorológicas predominantes

Segundo Queiroz e Semedo (1991), é sobre o domínio temperado que as perturbações das frentes polares mais fazem sentir os seus efeitos, originando tipos de tempo em que as chuvas são abundantes. Embora a posição das frentes polares dependa do movimento anual aparente do Sol, como a CIT, existem áreas que, durante quase todo o ano, estão sujeitas à acção das frentes. Isto acontece nas latitudes médias, sobretudo nos litorais ocidentais dos continentes.

As latitudes inferiores apresentam um período seco bem definido, que coincide com o período de temperaturas médias mais altas, o que sucede quando as frentes polares se deslocam para latitudes mais elevadas.

No interior dos continentes, a época dominante das chuvas costuma ser o Verão, devido à acção da frente polar norte e dos ventos marítimos carregados de humidade. As chuvas frontais de Verão são reforçadas pelas chuvas de convecção, que estão relacionadas com o aquecimento dos continentes. Nos litorais orientais dos continentes, a latitudes que variam entre 30° S e N e 35° S e N, também se podem fazer sentir os efeitos das frentes polares. Assim, é possível definir os seguintes regimes pluviométricos:

- **regime pluviométrico oceânico:** precipitação durante todo o ano, mas mais abundante no Inverno, devido à frente polar;
- **regime pluviométrico continental:** chuvas frontais no Verão, reforçadas pela convecção, e precipitação sob a forma de neve no Inverno;
- **regime pluviométrico mediterrânico:** precipitação concentrada no Inverno e período seco no Verão.

Tipos de climas das regiões temperadas, suas características e distribuição espacial

Clima subtropical húmido

Caracteriza-se por Verões muito quentes e pluviosos e Invernos suaves com precipitação.

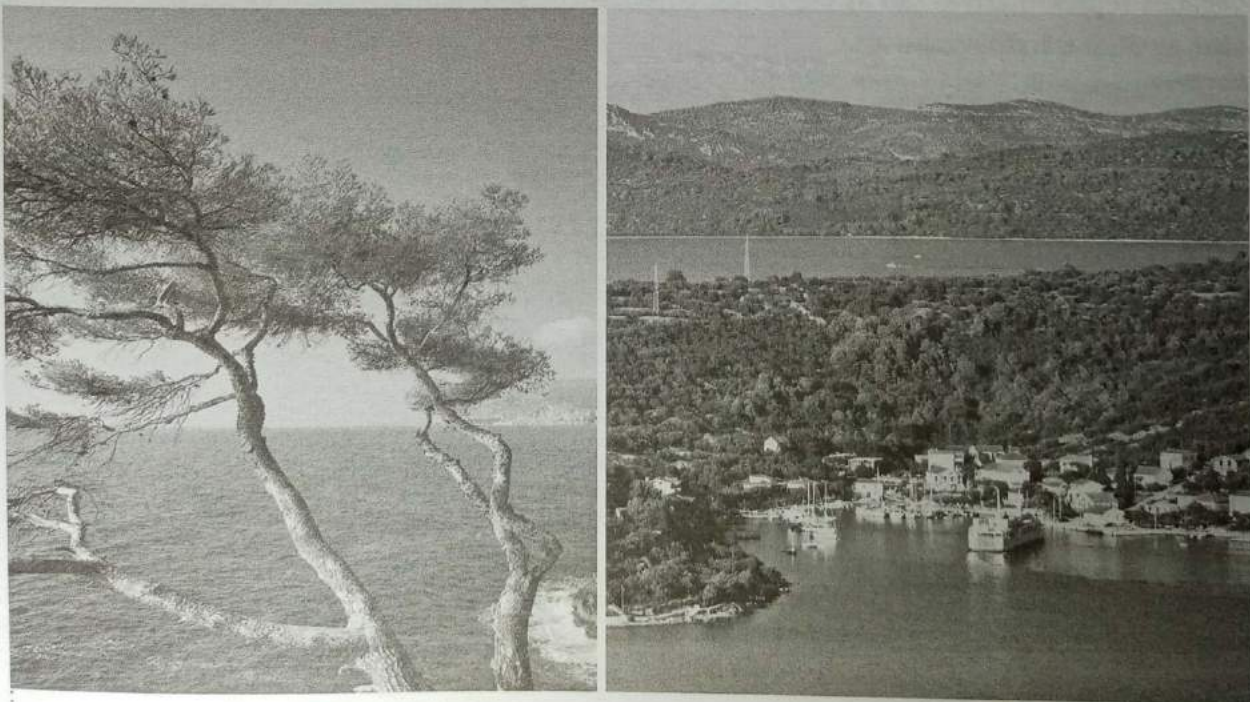
Distribui-se pelo litoral dos continentes, abrangendo o centro e o Sul da China, o Sudeste dos Estados Unidos da América, Uruguai e Sudeste da Austrália. O calor e a humidade permitem o desenvolvimento de uma floresta mista, onde as espécies tropicais (magnólias, camélias e bambus) se associam a árvores de folhagem caduca (castanheiros, carvalhos, faias) e a árvores de folhagem persistente (pinheiros).

Clima mediterrânico

Caracteriza-se por Verões secos e quentes e Invernos suaves com precipitação.

Estende-se pelas regiões litorais do Mediterrâneo, África do Sul, Sudoeste da Austrália, Califórnia e Chile Central. A floresta mediterrânica é típica das áreas com este tipo de clima, ainda que a acção antropogénica a tenha degradado (devido aos fogos e ao sobrepastoreio). Predominam as azinheiras, os sobreiros e os pinheiros mansos. Os sobreiros distribuem-se pelos terrenos húmidos, enquanto as azinheiras se encontram em terrenos mais secos. Observa-se uma tendência para o aparecimento de plantas xerófilas.

Duas formações vegetais têm vindo a instalar-se em áreas outrora ocupadas pela floresta mediterrânica: o maquis e o garrigue. O maquis é uma associação vegetal muito fechada, constituída por arbustos e matagal, que chega a atingir dois metros de altura. Encontra-se sobretudo em solos siliciosos. O garrigue, menos exuberante, é uma vegetação densa e surge em zonas onde dominam os arbustos espinhosos, como os carrascos, e os arbustos aromáticos, como as estevas, o tomilho, a alfazema e o alecrim, não atingindo uma altura superior a um metro. É comum nos solos de tipo calcário.

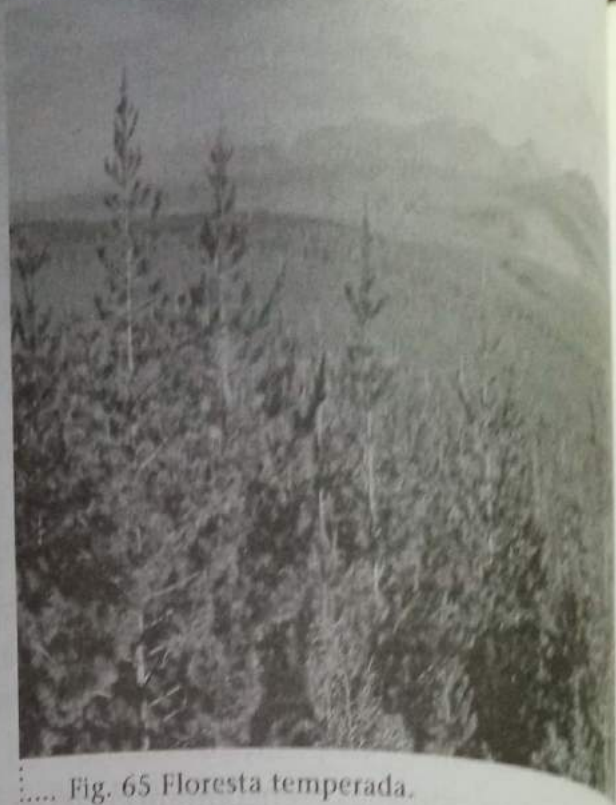


..... Fig. 64 Aspectos da paisagem mediterrânica.

Clima temperado oceânico
 Caracteriza-se por Verões quentes, com alguma precipitação, e Invernos amenos com precipitação abundante. Verificam-se pequenas amplitudes térmicas. Observa-se igualmente elevada humidade e forte nebulosidade.

Localiza-se nas costas ocidentais da Europa, desde o norte da Península Ibérica até à Noruega, nas costas ocidentais da América do Norte, desde o norte da Califórnia até ao Alasca, no Chile meridional e na Nova Zelândia.

A formação mais característica deste domínio é a floresta caducifólia ou de folha caduca. É constituída principalmente por carvalhos, faias e tílias, que podem atingir entre 30 e 35 metros de altura. Perdem grande parte da folhagem durante o Outono e o Inverno. A fauna é composta por grandes e pequenos mamíferos, como veados, cabritos-montês, javalis, coelhos, e aves diurnas.



..... Fig. 65 Floresta temperada.

Clima temperado continental

Caracteriza-se por Verões quentes e pluviosos, Invernos frios e com precipitações abundantes, quase sempre de neve. Registam-se grandes amplitudes térmicas anuais.

Cobre extensas áreas dos Estados Unidos da América, Canadá, Europa e Ásia. As formas vegetais representativas são as pradarias, cujas espécies podem atingir dois ou três metros de altura na estação mais chuvosa.



..... Fig. 66 Pradaria americana.

Durante o Inverno, a paisagem modifica-se devido à neve, mas as fortes raízes das plantas resistem no solo gelado. Na Primavera, a pradaria torna-se verde e cobre-se de flores. Existem também florestas de folhagem persistente. A fauna é abundante, sendo composta por raposas, cavalos selvagens e bisontes da pradaria norte-americana.

Clima desértico de Verão quente e Inverno frio

Caracteriza-se por fraca precipitação anual e grandes amplitudes térmicas anuais.

Nos meses mais quentes, as temperaturas médias são semelhantes às dos climas desérticos quentes, mas nos meses mais frios tornam-se negativas. Este clima distribui-se maioritariamente pela Ásia.

Regiões frias

As regiões frias abrangem o espaço correspondente às altas latitudes que envolvem os pólos terrestres. Situa-se entre os círculos polares e os pólos, mas não correspondem a um limite rígido dos climas frios. Dos climas temperados passa-se gradualmente aos frios, sendo as temperaturas cada vez mais baixas à medida que o afastamento em relação ao equador é maior.

Os regimes térmicos: a carência de energia solar

A estas latitudes, a quantidade de energia solar recebida não permite que a temperatura se eleve muito. A obliquidade dos raios solares resulta num fraco aquecimento dos diversos locais. Por outro lado, durante as longas noites de Inverno não se recebe qualquer insolação, havendo apenas perda de calor por irradiação.

No entanto, é possível distinguir dois regimes térmicos, um subpolar e outro polar:

- **regime térmico subpolar:** caracteriza-se por Invernos muito frios, com médias mensais negativas muito baixas, mas com um ou mais meses de médias superiores a 10 °C, de que resultam grandes amplitudes térmicas anuais;
- **regime térmico polar:** conta com temperaturas médias negativas durante todo o ano; quando muito regista-se um ou outro mês de média positiva, mas nunca superior a 10 °C.

Regimes pluviométricos

As regiões frias situam-se a latitudes muito elevadas relativamente às frentes polares, pelo que não beneficiam das chuvas frontais que estas provocam.

A precipitação é muito fraca durante todo o ano. As precipitações dominantes são a neve, registando-se, no entanto, chuvas de Verão nas áreas subpolares.

As fracas precipitações devem-se à escassa evaporação, que se deve às baixas temperaturas e ao facto de serem regiões em que dominam as altas pressões polares.

Tipos de climas frios – as suas características e distribuição espacial

Clima subpolar ou continental de Inverno

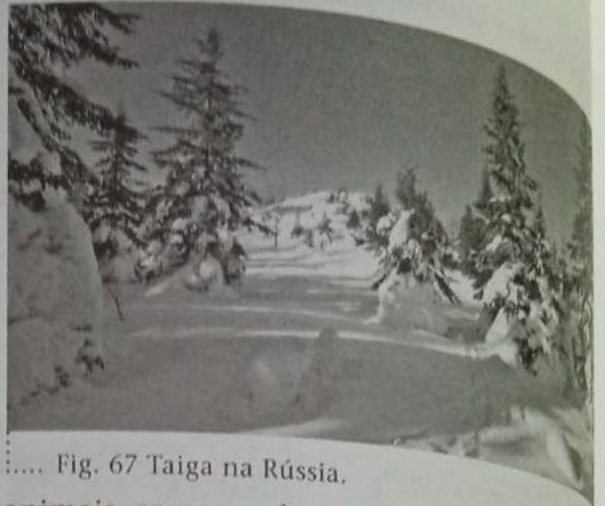
Caracteriza-se por temperaturas muito baixas e com médias mensais negativas durante a maior parte do ano, sendo o Inverno muito frio. Há pelo menos um mês em que se regista uma média mensal positiva superior a 10 °C. As amplitudes térmicas anuais são elevadas.

As precipitações são pouco abundantes, podendo, contudo, chover nos meses mais quentes. Estende-se pelo Alasca, Canadá e Sibéria.

Vegetação

À medida que o frio e a aridez do inverno se acentuam, a floresta de folha caduca dá lugar à floresta de coníferas, denominada taiga. Este tipo de floresta é composto por árvores de folhagem persistente durante todo o ano e bem adaptadas ao frio, como os abetos e os pinheiros.

A estação vegetativa prolonga-se durante três meses e o solo degela à superfície durante esse período. Na



..... Fig. 67 Taiga na Rússia.

floresta canadiana predominam certos animais, como os alces e os caribus. No geral, a fauna é bastante variada, encontrando-se desde o alce, a lontra, a lebre, o lince, a raposa, o lobo até ao urso.

Clima polar ártico

Caracteriza-se por temperaturas médias mensais negativas durante quase todo o ano, formando assim, o gelo e a neve um deserto branco. O mês mais quente apresenta uma temperatura média inferior a 10 °C, mas superior a 0 °C. A precipitação é fraca. Abrange o extremo norte do Canadá e a Sibéria.

Vegetação

Nesta região, o solo pode congelar até uma centena de metros de profundidade. No período de Verão, o degelo verifica-se numa camada superficial do solo. Nesta região ocorre uma formação vegetal denominada tundra. Encontram-se também musgos e líquenes que são associados a certas árvores de pequena dimensão, como os salgueiros árticos e certos arbustos.

O mundo animal compõe-se, sobretudo, de renas e caribus, mas também existem focas marinhas e ursos brancos.



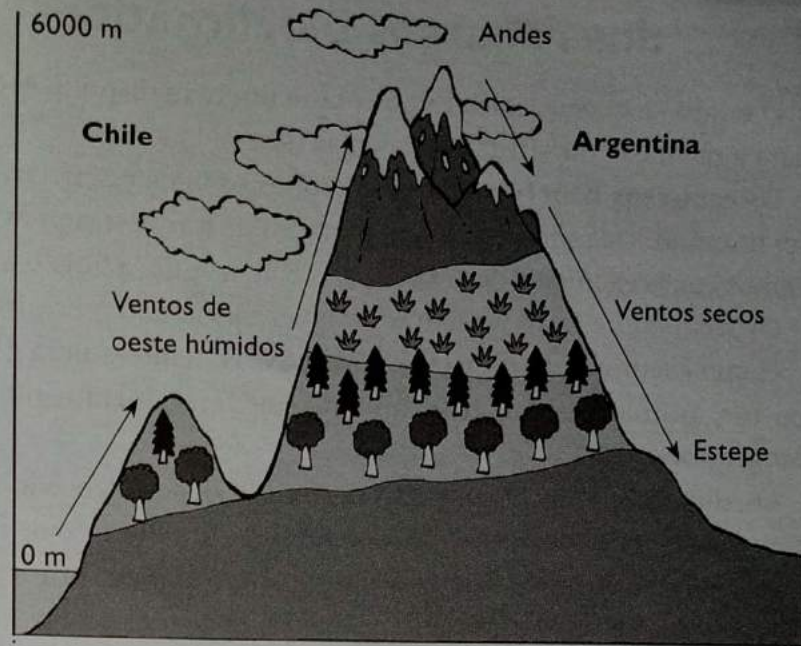
..... Fig. 68 Tundra.

As regiões de montanha

Inseridas nas outras regiões já estudadas, as altas montanhas apresentam ambientes bioclimáticos diferentes das áreas vizinhas.

Características e influência da altitude no clima

Nas regiões montanhosas, com o aumento da altitude a temperatura vai diminuindo (cerca de 0,6 °C por cada 100 metros, em média). Com a descida de temperatura, verifica-se a rarefacção do ar, acentuando-se as amplitudes térmicas, quer diurnas, quer anuais.



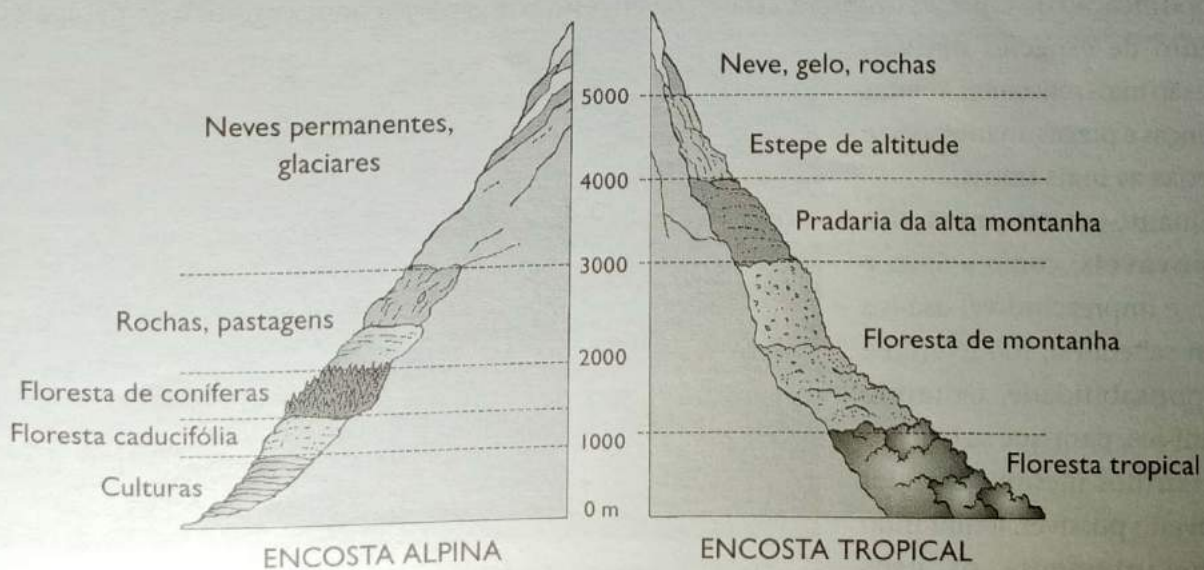
..... Fig. 69 Contrastes e andares de vegetação nos Andes.

Os relevos expostos aos ventos provocam a subida do ar húmido e aumentam as precipitações, que caem sob a forma de neve, granizo ou chuva, conforme as temperaturas sejam inferiores ou não a 0 °C. Por oposição, os relevos contrários ao vento são pouco húmidos. Por exemplo, nos Andes, a vertente voltada para o vento recebe mais precipitação (cerca de 2000 mm) comparativamente com a outra, a oriental (que recebe apenas 500 mm).

Regra geral, a vegetação dispõe-se em andares, segundo seqüências diferentes, de acordo com o espaço em que se encontra.

O esquema seguinte permite-nos identificar essas seqüências em duas áreas, ao mesmo tempo que estabelece a correspondência entre as formações vegetais e os vários níveis de altitude.

A vida animal é muito variada, dependendo da área em que se encontra a montanha.



..... Fig. 70 Distribuição da vegetação em andares numa área temperada e numa área tropical.

3.12 Importância da protecção e conservação dos recursos bioclimáticos

O termo «recurso» significa que existe um bem disponível a que o ser humano pode recorrer para a obtenção ou satisfação das suas necessidades.

Os **recursos bioclimáticos** são todos os bens essenciais à vida que a Natureza oferece ao ser humano. Quando estes são explorados de forma sustentável, permitem a sua sobrevivência. Temos como exemplos destes recursos o ar, a água, a flora e a fauna.

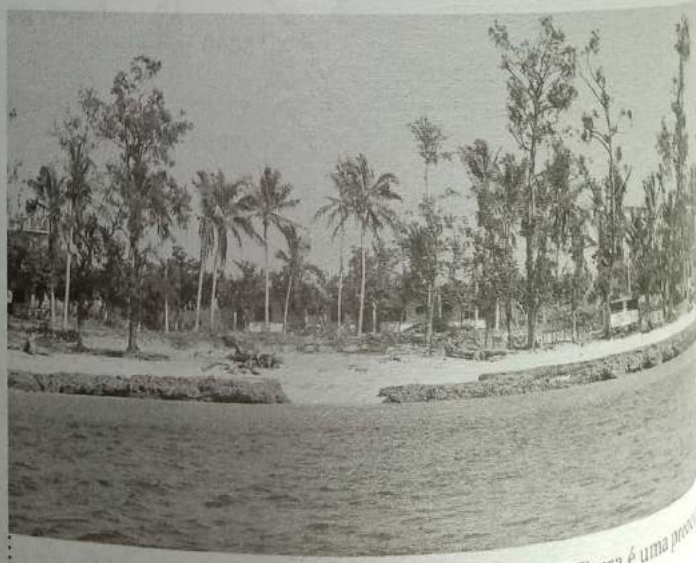
Os recursos naturais podem ser renováveis ou não renováveis. Como exemplos de **recursos renováveis**, temos a flora e a fauna, uma vez que uma planta ou um animal podem, teoricamente, ser reproduzidos de forma infinita a partir dos seus progenitores.

Os minerais, como o minério de ferro e o petróleo, são classificados como **recursos não renováveis**, pois, devido ao seu uso intenso, um dia esgotar-se-ão no planeta Terra.

Proteger e conservar recursos naturais implica, em primeiro lugar, defendê-los, porque são importantes e essenciais. Simultaneamente, devem ser usados de uma forma económica e racional de modo que os recursos renováveis não desapareçam por utilização indevida e os recursos não renováveis não se extingam rapidamente. Daí que a gestão destes recursos pressuponha a protecção e conservação no processo de utilização, uma vez que estes se revelam cada vez mais determinantes para a sobrevivência humana. Trata-se de usar, de forma racional (sustentável), os recursos, evitando a sua exaustão, de forma a garantir a satisfação das necessidades básicas da actual geração sem, no entanto, comprometer os usos futuros das gerações vindouras.

Como a flora e a fauna são recursos renováveis, urge ressaltar a importância daquilo que se designa por biodiversidade ou diversidade biológica. A conservação da biodiversidade é crucial para que a Humanidade tenha tempo de descobrir a utilidade das espécies e para assegurar a sua sobrevivência. A cura para muitas doenças e males, que existem actualmente e que ainda podem surgir no futuro, é passível de ser encontrada em plantas e animais que correm risco de extinção ou que já estão extintos. É de suma importância conservar e manter espécies originais e não modificadas pelo homem nas reservas biológicas, de modo a evitar a erosão genética. A modificação de espécies originais através da engenharia genética pode conduzir ao desaparecimento de espécies nativas, que são mais resistentes a certas doenças e pragas, mantendo-se apenas as mais fracas.

Quanto aos **recursos não renováveis**, como a água e o ar, é imprescindível usá-los com sabedoria, moderação e responsabilidade, evitando poluí-los, para que se consiga extrair dos mesmos o maior proveito possível, lembrando constantemente os usos futuros.



..... Fig. 71 A conservação da biodiversidade da Terra é uma preocupação séria e urgente para o futuro da Humanidade.

Vamos recordar...

A atmosfera é uma camada fina composta de gases, de espessura variável e que cobre a superfície da Terra.

A atmosfera está dividida em camadas e, segundo o critério térmico, distinguem-se: a troposfera, a estratosfera, a mesosfera, a termosfera e a exosfera. Os respectivos limites designam-se: tropopausa, estratopausa, mesopausa e termopausa.

Os principais gases que compõem a atmosfera são o azoto, o oxigénio, o árgon e o dióxido de carbono.

As principais funções da atmosfera relativamente à Terra são:

- filtrar os raios solares;
- garantir o efeito de estufa natural;
- controlar a temperatura;
- absorver os raios ultravioletas e proteger a Terra dos corpos celestes.

É importante proteger e conservar a atmosfera porque esta desempenha inúmeras funções de defesa e protecção da Terra e de todos os seres que nela vivem, por forma a manter e perpetuar a vida no nosso planeta.

Os principais modelos de classificação climática são: a classificação de Köppen e a de Thornthwaite.

Os principais ambientes bioclimáticos da Terra são: a região intertropical, a região temperada, a região fria e as regiões de grandes altitudes.

É importante proteger os recursos bioclimáticos, pois constituem uma fonte de satisfação material, económica e espiritual de todas as comunidades.

Ficha de avaliação

1. Observa, de novo, o mapa da página 84.
 - 1.1 Identifica os principais ambientes bioclimáticos do mundo.
 - 1.2 Descreve, de forma sumária, as suas principais características.
2. Diferencia climatogeografia de climatologia.
3. Elabora uma relação das aplicações da meteorologia.
4. Apresenta as funções da atmosfera e indica a que consideras ser mais importante.
5. Distingue superfície frontal de frente.
6. Relaciona a obliquidade dos raios solares com a variação diurna da temperatura.
7. Explica por que razão se registam, durante o dia, os valores máximos de temperatura das 14 horas e não ao meio-dia.
8. Considera os valores médios mensais de temperatura e precipitação apresentados na seguinte e calcula:

Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
T °C	26,3	26	25,2	25	23	20	20,5	20,2	21	25	28
P (mm)	400	350	200	100	110	150	100	250	250	350	450

- a) a amplitude térmica anual;
 - b) a temperatura média anual;
 - c) a precipitação média anual.
9. Explica como se formam as chuvas convectivas.
 10. Esclarece por que motivo é menor a precipitação nas encostas situadas no lado oposto de onde sopra o vento.
 11. Diz por que razão a pressão atmosférica diminui com a altitude.
 12. Define isóbara.
 13. Justifica a existência de baixas pressões equatoriais.
 14. Fundamenta a existência de altas pressões subtropicais.
 15. Explica porque são constantes os ventos alísios.
 16. Desenha o esquema da circulação geral da atmosfera.
 17. Recolhe notícias que consigas obter a partir da rádio, televisão, revistas ou jornais relacionadas com as alterações climáticas e analisa-as, em grupo.

Trabalho de campo

Procura conhecer melhor o ambiente bioclimático da região ou do país onde vives.

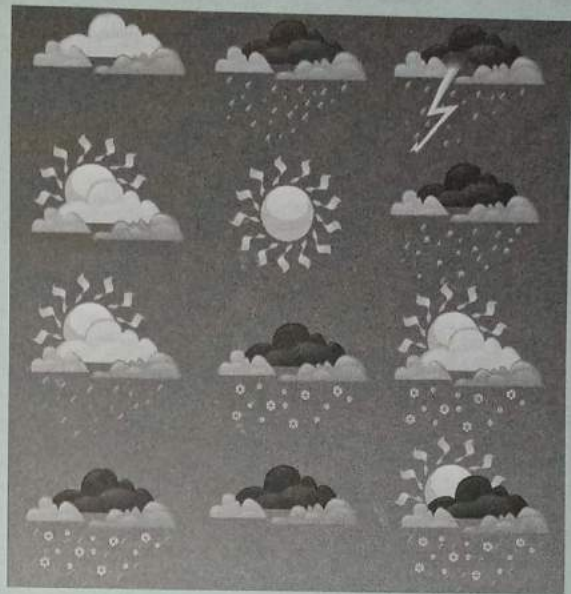
▶ Investigação

1. Investiga sobre:

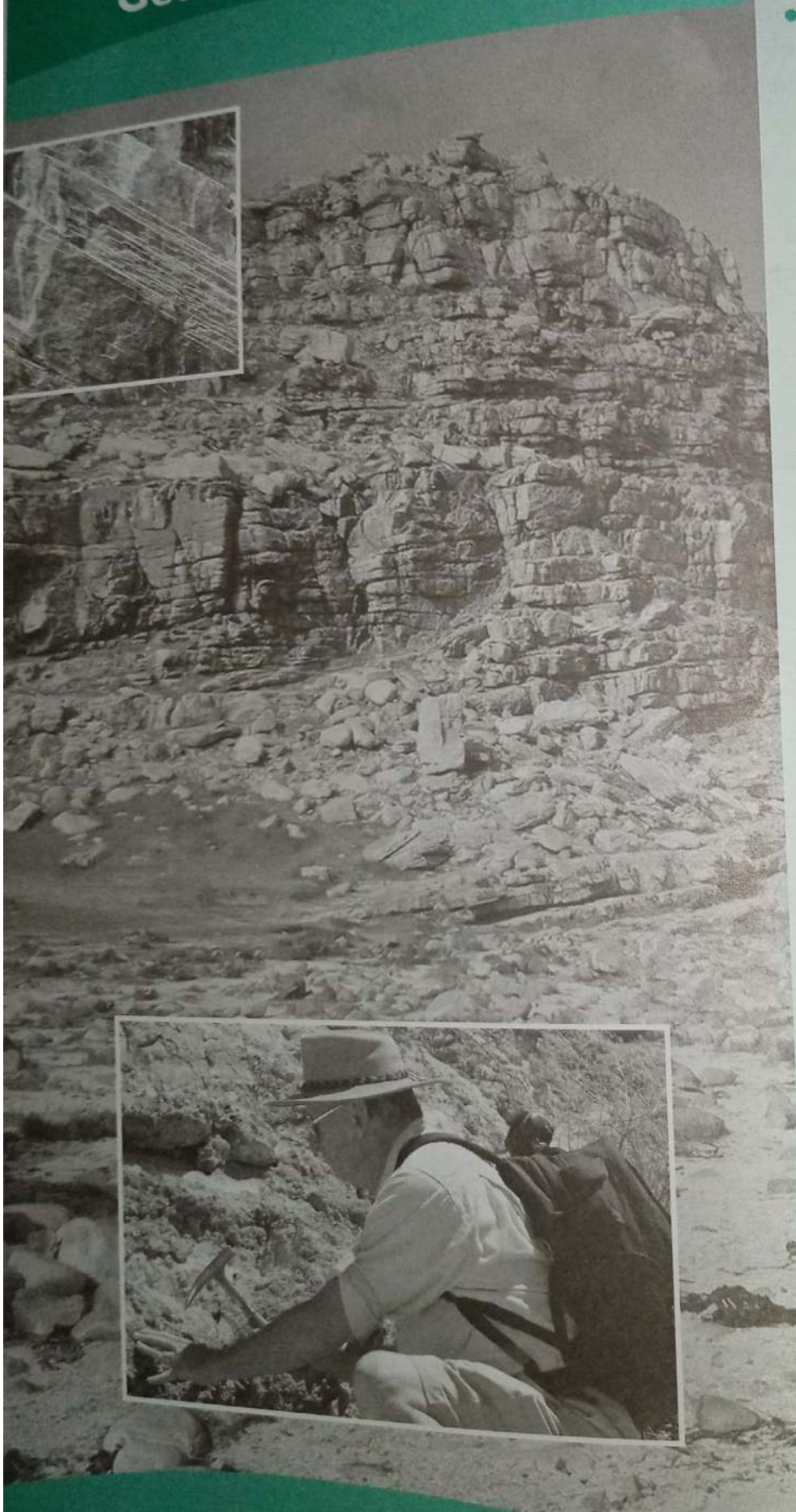
- o tempo que habitualmente faz;
- o clima típico da região ou do país;
- os principais factores e elementos que influenciam o clima.

▶ Registo

Resume toda a informação que recolheres, regista-a e compara-a com a obtida pelos restantes colegas de turma.



Geomorfologia



- No final da unidade, deverá ser capaz de:
- definir os conceitos de Geologia e Geomorfologia;
 - identificar e descrever os principais tipos de rochas;
 - caracterizar as camadas da estrutura interna da Terra;
 - analisar os argumentos apresentados por Wegener para justificar a Teoria da Deriva dos Continentes;
 - explicar a Teoria da Tectónica de Placas e das Correntes de Convecção;
 - explicar as formas decorrentes dos movimentos tectónicos;
 - caracterizar sismos e vulcões;
 - relacionar a expansão dos fundos oceânicos com o vulcanismo;
 - distinguir os tipos de actividades vulcânicas e as suas manifestações;
 - explicar a influência dos agentes geodinâmicos externa e interna em diversos ambientes bioclimáticos;
 - explicar os fenómenos de erosão, assentamento de terras e os fenómenos modelados costeiros;
 - explicar a influência das actividades humanas na transformação do relevo;
 - descrever o ciclo geológico;
 - descrever o processo de formação do solo;
 - caracterizar os principais tipos de solo;
 - explicar a acção dos principais poluentes do solo.

4.1 Definição de Geologia e de Geomorfologia

A diversidade de paisagens que caracteriza a superfície terrestre actual é o resultado de um processo de formação, desenvolvimento e evolução bastante longos. Caracterizar e explicar as formas de relevo actuais requer, por isso, que se recue no tempo. A análise da paleogeomorfologia do planeta Terra está intrinsecamente ligada à Geologia. Assim, o estudo da morfoestrutura actual pressupõe a consideração de algumas noções básicas de Geologia.

Geologia

A Geologia estuda a Terra sob diversos aspectos: estrutura geral, história, propriedades físicas, composição química, litológica e mineralógica das diferentes partes que a constituem. Para que este estudo se efectue de uma forma completa, a Geologia recorre a outras ciências auxiliares, como a Física, a Química, a Matemática, a Astronomia, a Geografia e a Biologia.

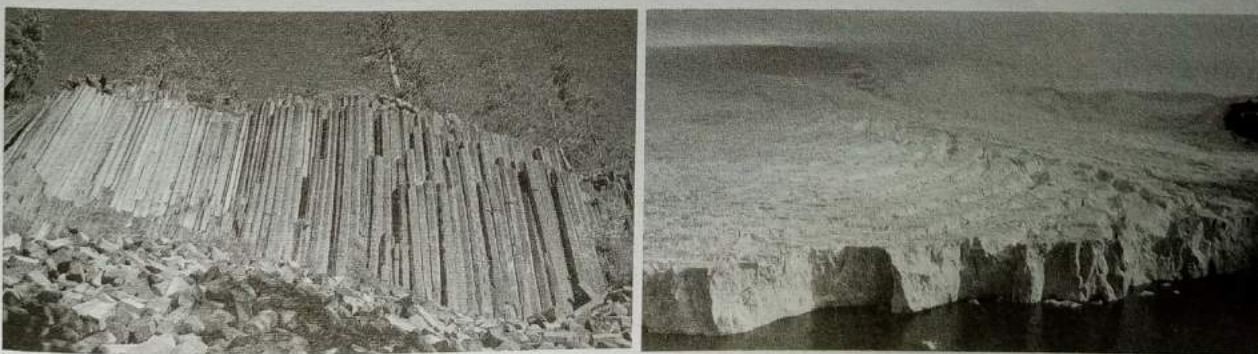
Geomorfologia

A Geomorfologia (do grego «*Gea*» = Terra, «*morphé*» = forma e «*logos*» = tratado, ciência ou estudo) consiste no estudo dos processos que originam e transformam as formas de relevo terrestre. As formas representam a expressão espacial de uma superfície, compondo as várias configurações da paisagem morfológica. É o seu aspecto visível, a sua configuração, que caracteriza o modelado topográfico de uma área. As formas de relevo constituem o objecto de estudo da Geomorfologia.

De acordo com a escala geológica da Terra, há duas classes primordiais de formas de relevo no nosso planeta: formas de relevo resultantes da acção dos agentes da geodinâmica externa ou exógenos (precipitação, vento e erosão, entre outros) e formas de relevo criadas pelas forças actuantes dos agentes da geodinâmica interna ou endógenos (sismos e erupções vulcânicas).

A Geomorfologia identifica, descreve, determina e explica de forma pormenorizada a origem das formas observadas na superfície terrestre.

A **Geomorfologia Estrutural** estuda a formação do relevo tendo em conta a acção dos agentes internos, donde resultam dobras, falhas, maciços ou bacias sedimentares.



..... Fig. 1 Formas de relevo resultantes da acção de agentes endógenos e exógenos, estudadas pela Geomorfologia Estrutural: colunas de basalto resultantes de uma erupção vulcânica (à esquerda); glacial (à direita).

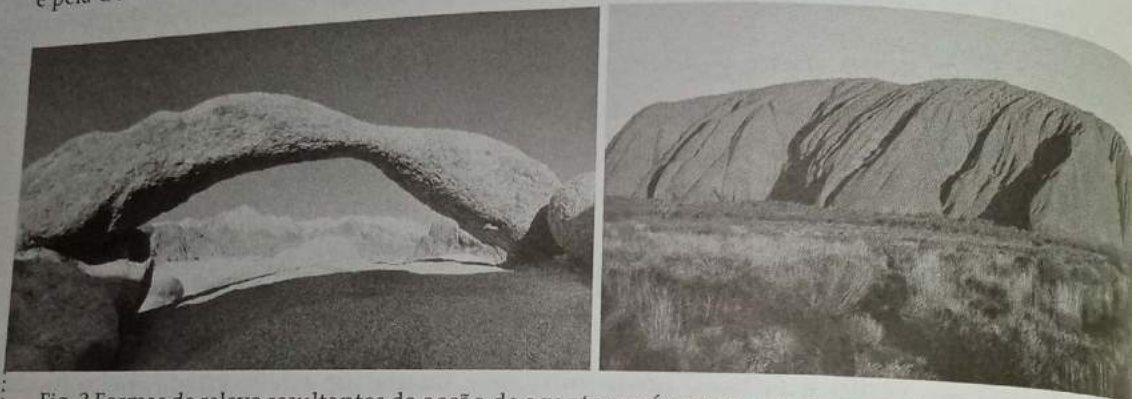
A **Geografia Litorânea** estuda os processos morfogénéticos resultantes da acção do mar sobre o continente.

A **Geografia Fluvial** estuda os processos decorrentes da acção dos rios sobre a paisagem.

A **Geomorfologia Climática** estuda a influência do clima no modelado do relevo, nomeadamente o ciclo erosivo e o surgimento de inselbergues nas regiões onde predomina a vegetação de savana, por exemplo.



.... Fig. 2 Formas de relevo estudadas pela Geomorfologia Litorânea (à esquerda, resultado da acção do mar) e pela Geomorfologia Fluvial (à direita, resultado da acção do rio).



.... Fig. 3 Formas de relevo resultantes da acção de agentes exógenos, estudadas pela Geomorfologia Climática: arco formado pela acção do vento (à esquerda); inselbergue (à direita).

Importância do estudo da Geologia e da Geomorfologia

O estudo da Geologia e da Geomorfologia permite conhecer, analisar e interpretar diversos processos e fenómenos relacionados com a evolução e aproveitamento económico da Terra, com o intuito de promover o desenvolvimento das sociedades actuais.

- A aquisição de conhecimentos geológicos e geomorfológicos permite compreender:
- os processos endógenos e exógenos que dão origem às diferentes formas de relevo;
 - as diversificadas formações rochosas que constituem o relevo terrestre;
 - os dinamismos do manto animal e vegetal;
 - a estrutura, a propriedade física e a composição química dos minerais;
 - os tipos de jazigos minerais e a sistematização das rochas;
 - as estruturas que compõem a crosta (ou crosta) terrestre, as deformações e as deslocações das rochas e a explicação das suas relações;
 - a morfologia dos fundos oceânicos;
 - a génese e características das águas, tanto subterrâneas como superficiais;
 - o estudo, a avaliação e a exploração económica e sustentável dos jazigos minerais;
 - as técnicas de pesquisa ou a prospecção dos recursos minerais.

4.2 Rochas

Conceito e sua classificação

As formas do relevo terrestre dependem, em grande medida, da natureza do material geológico que constitui a crosta terrestre. Por conseguinte, cada tipo de rocha reage de forma diferente à ação dos agentes erosivos.

As rochas são agregados de diferentes minerais em proporções variáveis, podendo ser compostas, no entanto, apenas por um único mineral.

Tendo em conta a sua gênese, consideram-se três tipos de rochas: **rochas magmáticas** ou **ígneas**; **rochas sedimentares** e **rochas metamórficas**.

A tabela seguinte ilustra os tipos de rochas existentes, as suas principais características e alguns exemplos.

Rochas	Principais características	Alguns exemplos
Rochas magmáticas ou ígneas	Resultam da subida e consolidação do material (magma) proveniente do interior da Terra, a maior ou menor profundidade. Podem ser plutónicas ou intrusivas e vulcânicas ou extrusivas.	Plutónicas: granito, sienito, gabros, dioritos. Vulcânicas: basalto, riólito, andesito.
Rochas sedimentares	Resultam da acumulação, compactação e cimentação de materiais depositados pelas águas dos rios, dos glaciares, vento e outros provenientes da alteração de outras rochas pré-existentes. Originam-se, por isso, à superfície do planeta.	Calcário, siliciosas, grés, margas, areias, conglomerados, argilas.
Rochas metamórficas	Têm origem na alteração das rochas magmáticas ou sedimentares ou mesmo metamórficas, quando sujeitas a variações de pressão e de temperatura no interior da Terra.	Mármore, micaxistos, ardósias, quartzitos, gnaisses.

..... Fig. 4 Tipos de rochas, principais características e exemplos.

Actividade

Preenche o quadro seguinte, colocando um X no rectângulo apropriado, de modo a relacionar as rochas com as suas aplicações.

Rochas \ Aplicação	Cerâmica	Construção de edifícios	Pavimentação de ruas e/ou passeios
Granito			
Calcário			
Argila			
Xisto			
Areia			

4.3 A estrutura interna da Terra

Os cientistas têm-se deparado com grandes e inúmeros obstáculos nas suas tentativas de resposta às várias questões relacionadas com a Terra, entre as quais se destaca a seguinte inquietante: *Qual é a constituição interna do nosso planeta?*

Se considerarmos que o centro da Terra se encontra a cerca de 6371 km da superfície terrestre e que a profundidade máxima alcançada ainda não foi além de uns modestos 12 km, conclui-se que o ser humano apenas tomou contacto com a película superficial do planeta que habita. Apesar das grandes dificuldades com que os cientistas se têm debatido, o conhecimento do interior da Terra tem registado progressos assinaláveis, graças à utilização, de forma incessante, de métodos de investigação muito diversificados, uns directos e outros indirectos.

Métodos directos

A observação, junto à superfície, de materiais oriundos de zonas mais ou menos profundas, erguidos pelos movimentos tectónicos e posteriormente descobertos pela erosão e outros transportados para a superfície, ou para perto dela, através de erupções vulcânicas, tem fornecido informações deveras interessantes.

Embora de forma limitada, face à pequena profundidade alcançada, as sondagens, realizadas através de perfurações, têm igualmente permitido obter informações determinantes para o conhecimento mais pormenorizado do interior do nosso planeta.

Métodos indirectos

Sem menosprezar os métodos de pesquisa directos, são, no entanto, os métodos de investigação indirectos que mais têm contribuído para a formulação de hipóteses sobre a constituição interna do globo terrestre. As hipóteses formuladas até ao momento baseiam-se, fundamentalmente, na contribuição:

- da Sismologia;
- das anomalias gravimétricas;
- da variação da intensidade com a profundidade;
- das variações térmicas em profundidade;
- do magnetismo terrestre;
- dos meteoritos.

As grandes zonas constituintes da Terra ou estrutura interna da Terra

Os diversos métodos de investigação utilizados, com especial relevância para o método sismológico, permitiram conceber um modelo de constituição interna da Terra que, à luz do estado actual dos conhecimentos científicos, é hoje universalmente aceite.

De acordo com este modelo, a Terra é composta por três grandes zonas concêntricas nomeadamente: **crusta**, **manto** e **núcleo**.

Porém, é importante realçar que estas camadas são separadas por grandes superfícies de descontinuidade, igualmente concêntricas, que constituem a base da divisão do globo terrestre naquelas zonas.

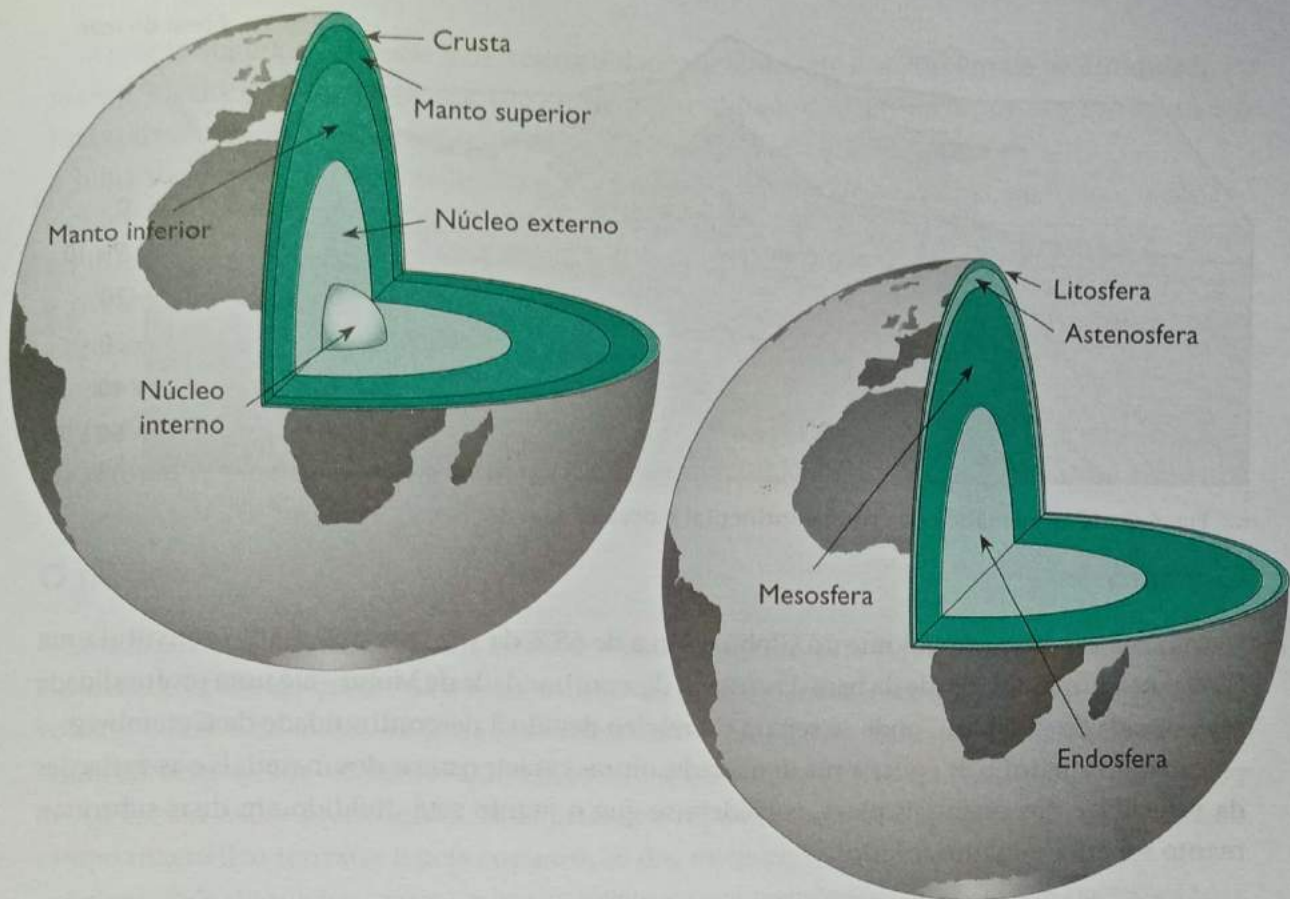


Fig. 5 Estrutura interna e dinâmica da Terra.

A crosta terrestre

A crosta é a primeira zona externa do Globo terrestre, aquela cuja superfície está submetida à ação dos múltiplos agentes erosivos que, lenta mas continuamente, alteram a sua fisionomia. A sua espessura varia entre 30 e 40 km nos continentes e entre 6 e 7 km nos fundos oceânicos. A sua densidade oscila entre $2,6 \text{ g/cm}^3$ e $3,1 \text{ g/cm}^3$, sendo maior sob os oceanos do que sob os continentes.

A base da crosta caracteriza-se pela refração e por um aumento brusco da velocidade das ondas sísmicas, o que revela a existência de uma importante descontinuidade, conhecida como descontinuidade de Mohorovicic ou, simplesmente, de Moho, que separa a crosta do manto. Devido às características que a diferenciam, torna-se imperioso distinguir a crosta continental da oceânica.

A crosta continental apresenta duas camadas distintas sobrepostas, separadas por uma superfície de descontinuidade pouco nítida – descontinuidade de Conrad: a externa é designada por crosta continental superior e a interna, por crosta continental inferior. Não obstante a sua grande heterogeneidade, geologicamente, a crosta continental superior é constituída essencialmente por rochas graníticas. Como os principais elementos mineralógicos que compõem a crosta continental superior são, basicamente, o silício (Si) e o alumínio (Al), que compõem as rochas graníticas, a camada superior é conhecida por SIAL.

A crosta oceânica, bastante densa, é constituída sobretudo por rochas basálticas e, por essa razão, designa-se por camada basáltica. Os seus componentes principais são o silício (Si) e o magnésio (Ma), de onde deriva o termo SIMA.

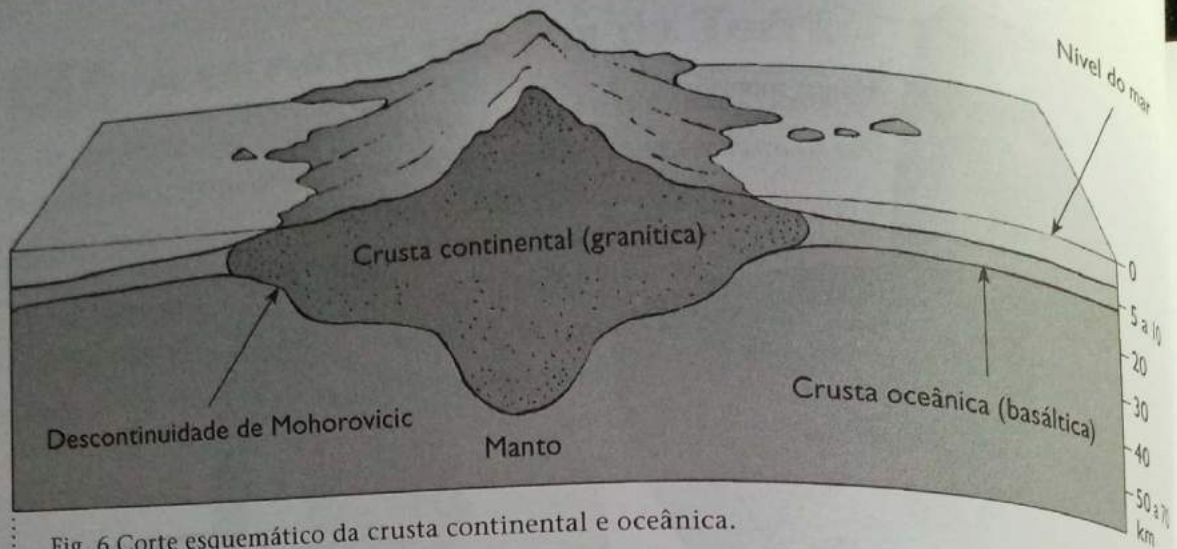


Fig. 6 Corte esquemático da crosta continental e oceânica.

O manto

Com cerca de 82% do volume do Globo e cerca de 68% da sua massa, o manto constitui uma zona espessa, que se estende da base da crosta – descontinuidade de Moho – até uma profundidade aproximada de 2900 km, onde se separa do núcleo devido à descontinuidade de Gutenberg.

Tomando em linha de conta a sua densidade, outras características dos materiais e as variações da velocidade das ondas sísmicas, considera-se que o manto está dividido em duas subzonas: manto superior e manto inferior.

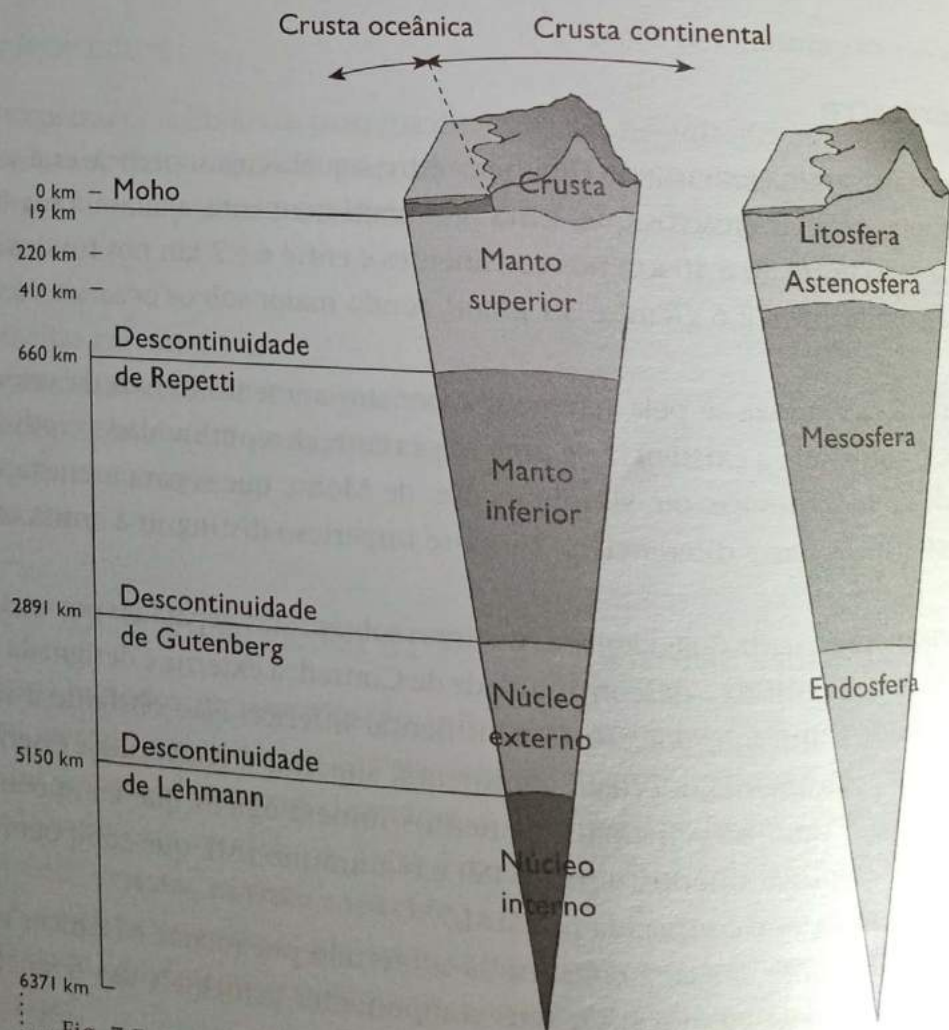


Fig. 7 Estrutura interna da Terra – corte esquemático.

O manto superior vai desde a descontinuidade de Moho até aos 700 km de profundidade e o manto inferior inicia-se a cerca de 700 km de profundidade e vai até ao limite externo do núcleo. Estas duas zonas encontram-se separadas pela descontinuidade de Repetti.

Julga-se que o manto é constituído por rochas ultrabásicas (rochas ricas em ferro e magnésio e pobres em silício). A densidade aumenta com relativa rapidez no manto superior e lentamente no inferior, passando de $3,1 \text{ g/cm}^3$ na base da crosta para $5,5 \text{ g/cm}^3$ na zona de contacto com o núcleo. Nos primeiros 100 km, o manto é bastante rígido, constituindo, em conjunto com a crosta terrestre, a zona designada por litosfera. Contrariamente, entre os 100 e os 300 km, intercala-se uma zona onde o gradiente térmico dos materiais se aproxima muito do seu ponto de fusão (atingido quando a sua pressão é mais baixa). Por isso, nesta zona, os materiais encontram-se parcialmente fundidos e são dotados de uma certa mobilidade.

O núcleo

Localizado abaixo dos 2900 km, onde se separa do manto pela já referida descontinuidade de Gutenberg, o núcleo constitui a zona central do nosso planeta, correspondendo-lhe 16,4% do volume e 31,6% da massa da Terra. Desde há muito que se considera que o núcleo é composto essencialmente pelos elementos químicos ferro (Fe) e níquel (Ni), o que lhe valeu a designação de NIFE, com maior predominância do primeiro, hipótese que é corroborada pela existência do campo magnético terrestre e pela composição dos meteoritos.

A densidade do núcleo aumenta bruscamente na sua parte superior, passando de 5,5 na base do manto para mais de 10 g/cm^3 na sua zona periférica, a partir da qual continua a aumentar, embora mais lentamente, até ao centro da Terra.

Apesar disso, a densidade do núcleo é considerada bastante baixa. Se tomarmos em consideração a sua composição ferroniquilina e as altas pressões a que está submetido, julga-se que este contém igualmente elementos mais leves, como sulfuretos, carbonetos e silício.

O meio líquido ou viscoso constitui um sério obstáculo à propagação de ondas sísmicas, provocando o desaparecimento de umas e a diminuição de velocidade de outras. Estas discrepâncias permitem subdividir o núcleo em duas zonas: o núcleo externo e o núcleo interno.

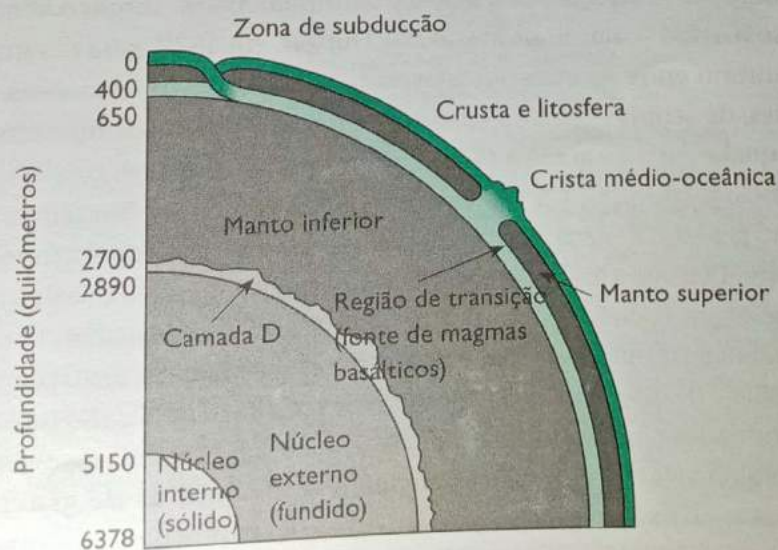


Fig. 8 Corte esquemático do interior da Terra.

O núcleo externo encontra-se no estado líquido, enquanto o núcleo interno se encontra no estado sólido e estão separados por uma superfície que se denomina descontinuidade de Lehmann. É, contudo, no núcleo externo que se gera o campo magnético terrestre, por interacção das correntes de circulação da liga fluida ferroniquélica e das correntes eléctricas.

Litosfera

É constituída pela crosta terrestre (continental e oceânica) e por uma parte do manto superior, actuando como uma unidade rígida. Tem uma espessura de aproximadamente 100 km. É composta por um mosaico de placas rígidas móveis – as placas litosféricas.

Astenosfera

A astenosfera é uma zona plástica que varia entre 70 e 150 km (oceanos) ou entre 300 e 850 km (continentes). É constituída por rochas em fusão e encontra-se posicionada entre a dura litosfera e a zona rígida do manto superior. A sua existência é demonstrada pelo decréscimo da velocidade de propagação das ondas sísmicas (ver fig. 7, pág. 108).

Esta espessa camada é também caracterizada pela existência de movimentos de convecção, cuja origem provável se deve às diferenças de temperatura e de densidade dos materiais que a compõem.

Equilíbrio isostático e anomalias de gravidade

Estudos científicos comprovaram que porções mais ou menos extensas da crosta terrestre estão sujeitas a movimentos verticais, muito lentos, ascendentes e descendentes. São exemplos disso os maciços da Escandinávia e da Finlândia, que se elevam cerca de um metro por século, e as ilhas rochosas correspondentes a protuberâncias, antes submersas, da plataforma continental, que emergiram em torno das costas setentrionais da baía de Hudson, no Canadá.

Estes e muitos outros factos levaram os cientistas a supor que a litosfera não se comporta como uma zona absolutamente estática, homogénea e contínua. Assim, surgiu o conceito de isostasia – **equilíbrio isostático** –, termo proposto por Dutton, em 1889, para designar precisamente o estado de equilíbrio entre os extensos blocos da crosta terrestre, que se elevam e afundam a níveis diferentes, de acordo com a sua densidade e com a densidade do substrato viscoso que os suporta e no qual mergulham mais ou menos profundamente.

O equilíbrio isostático implica a existência de um nível de profundidade mínima onde a pressão, devido ao peso dos materiais subjacentes, se iguala à superfície de compensação isostática.

O equilíbrio isostático está intimamente ligado às anomalias de gravidade da superfície terrestre. A topografia, a não esfericidade absoluta da Terra, a densidade dos materiais, tanto à superfície como em profundidade, influenciam a gravidade (força de atracção para o centro da Terra). Para comparar a gravidade de diversos pontos à superfície terrestre é necessário introduzir correcções relativas a determinados parâmetros (altitude, latitude, etc.), pois seria de esperar que esta fosse igual em todo o globo. A estas diferenças chamam-se **anomalias de gravidade**. Acima de zero são positivas e abaixo de zero são negativas. Nos continentes encontram-se anomalias negativas e nos oceanos, anomalias positivas.

4.4 Migração dos continentes

A Terra não é nem nunca foi um planeta estático. Estudos científicos comprovaram que porções mais ou menos extensas da crosta terrestre estão sujeitas a movimentos muito lentos, ascendentes, descendentes e laterais. Em seguida iremos analisar de forma cuidada algumas teorias que, de uma ou de outra forma, comprovam estes factos.

A teoria de Wegener sobre a translação dos continentes

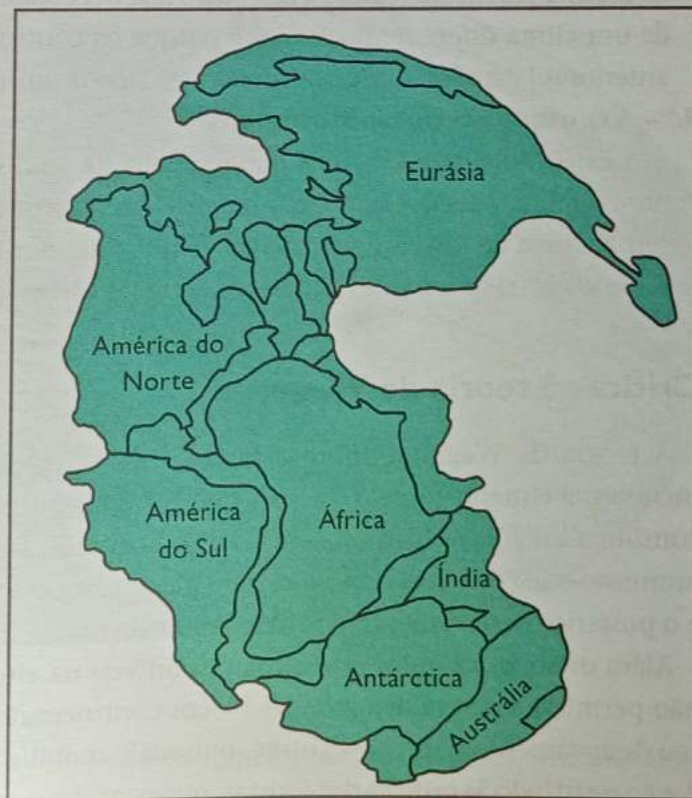
A translação dos continentes ou, por outras palavras, a deriva dos continentes, como é vulgarmente conhecida, é uma ideia bastante antiga e cujo intuito era explicar o paralelismo das margens ocidental e oriental do oceano Atlântico.

Com efeito, nas primeiras décadas do século XVII, quando os contornos dos continentes se tornaram suficientemente conhecidos, diversos cientistas interrogaram-se sobre as razões das semelhanças das formas da linha das costas em ambos os lados do oceano Atlântico, admitindo, então, que a América do Sul e África teriam estado unidas em épocas bastante recuadas.

No entanto, até finais do século XIX, a influência da religião cristã e a sua teoria criacionista da criação do Universo, constituíram um grande obstáculo a todas as tentativas de demonstrar que os continentes teriam estado outrora ligados entre si. Entretanto, em 1912, o meteorologista alemão Alfred Wegener propôs um modelo de deriva dos continentes.

Segundo este modelo, o Globo terrestre consistia num supercontinente, a que chamou **Pangeia**, parcialmente coberto por mares pouco profundos e rodeado por um único oceano, que designou por Pantalassa. Cobrindo cerca de 60% da área total da superfície terrestre, a Pangeia ter-se-á então fragmentado em enormes blocos: a norte, o continente Laurásia (América do Norte, Europa e Ásia); a sul, o continente Gondwana (América do Sul, África e Austrália, Índia e Antárctica), formando os continentes e assumindo as posições que actualmente ocupam.

Relativamente aos mecanismos que terão levado ao desmembramento da Pangeia e à deriva dos respectivos blocos continentais, Wegener admitiu a hipótese de que a crosta daquele supercontinente estaria submetida a duas forças, nomeadamente: a força centrífuga, resultante do movimento de rotação da Terra, e a força de atracção exercida pelo Sol e pela Lua sobre o nosso planeta.



..... Fig. 9 O supercontinente Pangeia.

Para Wegener, a conjugação destas duas forças teria dado origem, por um lado, à fragmentação da Pangeia e, por outro, ao deslocamento dos blocos continentais em direcção ao equador, devido à força centrífuga, e em direcção ao oeste, como resultado da atracção luminosa e solar.

Argumentos apresentados por Alfred Wegener em defesa da sua teoria

1.º - Argumentos topográficos

Ao observar os contornos dos continentes, Wegener verificou que as costas atlânticas da América do Sul e de África apresentavam uma configuração de tal forma semelhante que se podiam justapor quase perfeitamente, o mesmo acontecendo, embora de um modo menos nítido, entre as costas atlânticas da América do Norte e da Europa.

2.º - Argumentos geológicos

O reconhecimento das semelhanças e do ajustamento de muitos tipos de rochas e das estruturas geológicas nas bordaduras dos continentes opostos levaram Wegener a supor que faziam parte das mesmas formações geomorfológicas, as quais se haviam verificado antes da separação dos blocos continentais.

3.º - Argumentos paleoclimáticos

A Paleoclimatologia ocupa-se da reconstituição das antigas zonas climáticas, com base nos dados contidos em rochas de idades conhecidas (eras geológicas). Com efeito, dado que vários tipos de rochas sedimentares, quer pelas suas próprias características, quer pelos fósseis que incorporam, fornecem informações sobre as condições climáticas do local e do tempo em que tiveram origem, é possível reconstituir a distribuição geográfica dos climas em épocas antigas.

Admitindo que com o decorrer do tempo geológico as zonas climáticas se dispuseram sempre na mesma ordem em relação à latitude, Wegener concluiu que se existem regiões com evidências de um clima diferente do actual é porque os continentes se deslocaram em relação às suas anteriores latitudes, onde dominava esse tipo de clima.

4.º - Argumentos paleontológicos

A Paleontologia é a ciência que se ocupa da análise dos fósseis, que constituem preciosos documentos para o estudo pormenorizado da história da Terra. Wegener, ao reconhecer a semelhança de fósseis de animais e plantas nas bordaduras dos continentes, admitiu que os mesmos corresponderiam à fauna e à flora de áreas geográficas outrora ligadas entre si.

Críticas à teoria de Wegener

A teoria de Wegener sobre a alteração da posição relativa dos continentes apresenta incontestavelmente pontos fracos. Por um lado, alguns dos argumentos que a sustentam foram considerados inconclusivos e, por outro, a intensidade das forças centrífugas e da atracção luminoso-solar não parecem suficientes para provocar a fracturação do supercontinente (Pangeia) e o posterior deslocamento dos blocos continentais.

Além disso, os cálculos geofísicos disponíveis na altura mostram que a viscosidade do SIMA não permitia a deriva dos grandes blocos continentais, visto que a força de atrito se oporia ao seu deslocamento. Por conseguinte, o modelo mobilístico de Wegener foi duramente criticado e, não resistindo às críticas dos fixistas, que consideravam a Terra rígida e imóvel, foi abandonado ou simplesmente ignorado pela larga maioria dos cientistas da época.

Entretanto, apesar de abandonada durante longos anos, a deriva continental ressurgiu e impôs-se a partir de meados do século XX, embora explicada pela nova e aliciante **Teoria da Tectónica de Placas**.

Teoria da tectónica de placas e correntes de convecção

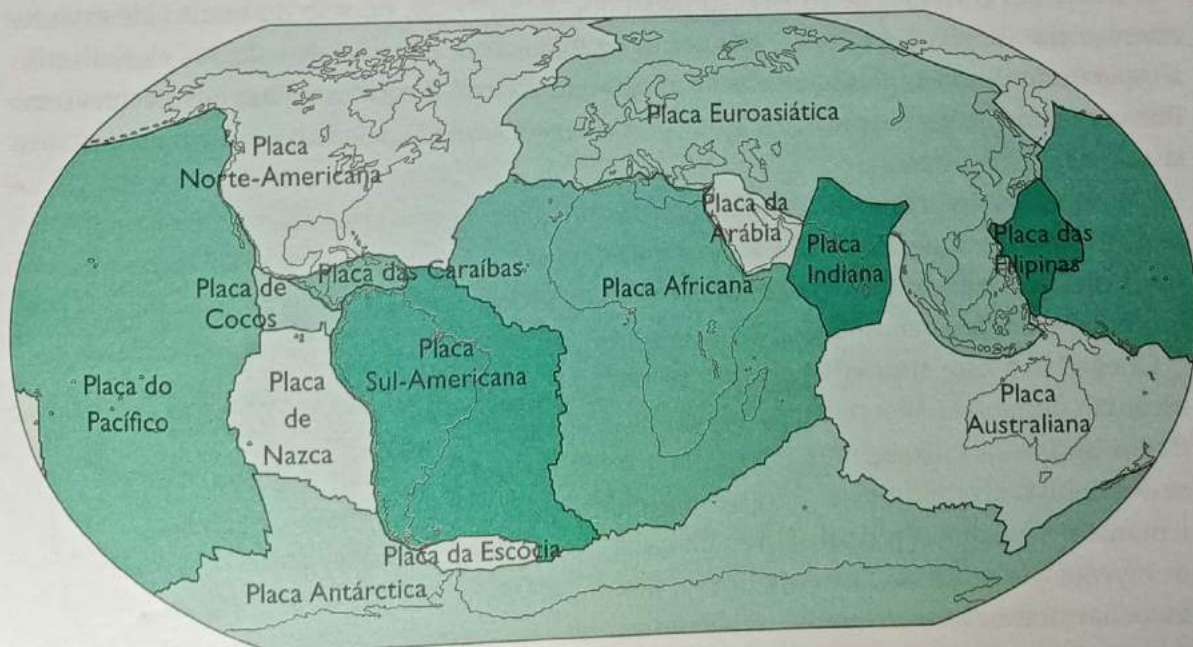
Em 1967, surgiu a Teoria da Tectónica de Placas ou a nova Tectónica Global que, aglutinando uma série de evidências «reais» e concepções geológicas e geofísicas, como a deriva dos continentes, as correntes de convecção, a expansão dos fundos oceânicos, as estruturas da crosta terrestre e as actividades sísmica e vulcânica, procura para as mesmas uma explicação global e coerente.

Principais placas tectónicas ou litosféricas

A litosfera, constituída pela crosta e pela parte superior do manto e com uma espessura que ronda os 100 km, não é uma massa contínua, apresentando-se antes compartimentada numa série de grandes blocos independentes, rígidos e em contínuo movimento, quer em relação uns aos outros, quer em relação ao eixo de rotação da Terra. São as chamadas placas litosféricas.

De dimensões e espessuras bastante variadas, que oscilam entre os 70 e os 150 km, as placas assentam sobre um material plástico da astenosfera que, desempenhando o papel de um tapete rolante, por intermédio das correntes de convecção, as arrasta lentamente, transportando consigo os continentes, que delas fazem parte integrante.

Actualmente, consideram-se sete placas principais, designadamente a Africana, a Euro-Asiática, a Norte-Americana, a Sul-Americana, a Indo-Australiana, a do Pacífico e a da Antárctica.



..... Fig. 10 As placas litosféricas.

Porém, a maior parte das placas que se observam na figura anterior são mistas (continentais e oceânicas), enquanto a Placa Pacífica é exclusivamente oceânica. Os limites das placas e os eventos geológicos com elas relacionados são apresentados na tabela que se segue.

Limites das placas	Descrição de eventos geológicos associados
Construtiva ou divergente	Quando duas placas se movem separadamente uma da outra e em sentido contrário, a partir da cadeia mesoceânica, uma nova crosta é formada.
Destrutiva ou convergente	Quando duas placas se movem mutuamente, uma na direção da outra, formam uma zona de subducção (se uma das placas mergulha sob a outra) podendo formar uma cadeia montanhosa. Exemplo: a placa de Nazca subductando sob a Placa Sul-Americana, no Pacífico, formando uma cadeia montanhosa.
Colisional ou sutura	São regiões de convergência de placas do mesmo tipo (por exemplo: continental-continental). Exemplo: a cadeia montanhosa do Himalaia, formada pela colisão da Placa Indiana e da Placa Euro-Asiática.
Transformante	Formada ao longo de uma falha transformante, onde o movimento relativo da placa é horizontal e paralelo ao seu limite. Exemplo: a falha de Santo André, na Califórnia, onde o lado do Pacífico se desloca para o norte, em relação ao bloco continental a este.

..... Fig. 11 Limites de placas e eventos geológicos.

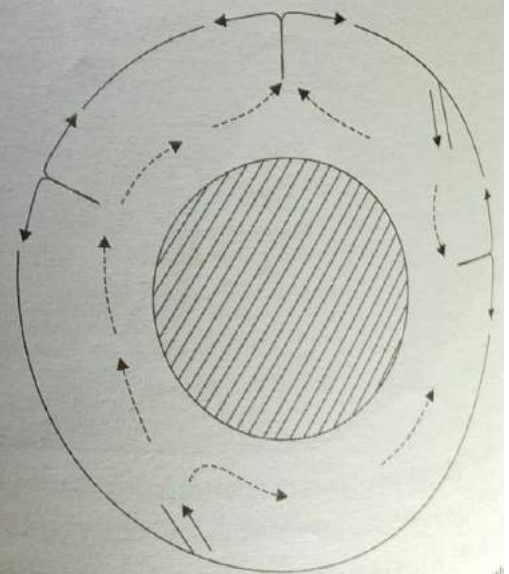
As correntes de convecção

As correntes de convecção constituem um dos grandes suportes da teoria da tectónica das placas, procurando dar uma resposta exhaustiva ao problema do mecanismo gerador das forças que fazem mover os continentes.

A teoria das correntes de convecção pressupõe a existência, no seio do manto, de extensos reservatórios de energia térmica. Nas zonas de maior concentração de calor, as elevadíssimas temperaturas dos materiais não só os tornam menos densos do que as rochas envolventes como lhes conferem um carácter plástico, o que parece ser confirmado pela baixa velocidade das ondas sísmicas na astenosfera.

Em resultado desta diferença de densidades, os materiais sobreaquecidos tendem a ascender, por influência da força de gravidade, até ao limite superior da astenosfera.

Chegados a este limite, os materiais em ascensão derramam lateralmente, originando fluxos horizontais divergentes. À medida que se deslocam horizontalmente, vão arrefecendo lentamente, até que, a certa distância da zona de divergência, se tornam mais densos do que as rochas circundantes, o que os faz mergulhar de novo. Em profundidade, migram em direcção à zona mais quente, onde se iniciou o movimento ascensional, fechando um círculo, designado por célula de convecção.



..... Fig. 12 Representação esquemática das correntes de convecção.

4.5 Acção dos agentes da geodinâmica interna na construção do relevo

4.5.1 Movimentos tectónicos

Os movimentos tectónicos são movimentos lentos e prolongados da crosta terrestre que provocam deformações nas rochas, resultantes da actuação de forças internas. Os movimentos tectónicos dividem-se em orogénicos e epirogénicos.

Os **movimentos orogénicos** (orogénese ou orogenia) constituem movimentos lentos e tangenciais (horizontais) da crosta terrestre, que, por compressão lateral das camadas rochosas, as deformam e sobrelevam, gerando cadeias montanhosas, como os Andes, os Alpes, os Himalaias, entre outros.

O termo «orogénese» refere-se aos processos de construção de relevos montanhosos continentais e envolve actividades associadas, como o dobramento e o falhamento das rochas, os sismos, as erupções vulcânicas, as intrusões e o metamorfismo.

Uma faixa orogénica (ou orógeno) é uma região longa e relativamente estreita, próxima de uma margem continental activa (zona de colisão de placas), onde existem muitos ou todos os processos formadores de relevo montanhoso.

Outra categoria de diatrofismo, termo genérico que se aplica a todos os movimentos lentos da crosta, produzidos por forças terrestres, é a **epirogénese**, que se caracteriza por movimentos verticais, em larga escala, nas áreas continentais, sem, no entanto, perturbar significativamente a disposição e estrutura geológica das formações rochosas afectadas.

Difere da orogénese, em que os esforços são tangenciais, por produzir grandes arqueamentos, rebaixamentos, abaulamentos ou flexuras da crosta, localmente conjugados com sistemas de falhas, devido aos esforços tensionais.

Geralmente, os movimentos epirogénicos têm as seguintes consequências: modelação da superfície terrestre, variação do nível do mar, alterações na configuração da drenagem continental, variação do nível de base de erosão, aparecimento de planos erosivos em vários níveis separados por degraus e surgimento de terraços em vales fluviais.

Um produto típico de movimento descendente ou epirogenético negativo é a bacia, uma depressão preenchida por sedimentos, como, por exemplo, as bacias sedimentares de Michigan e do Colorado, nos Estados Unidos da América, Parnaíba, no Brasil, entre outras.

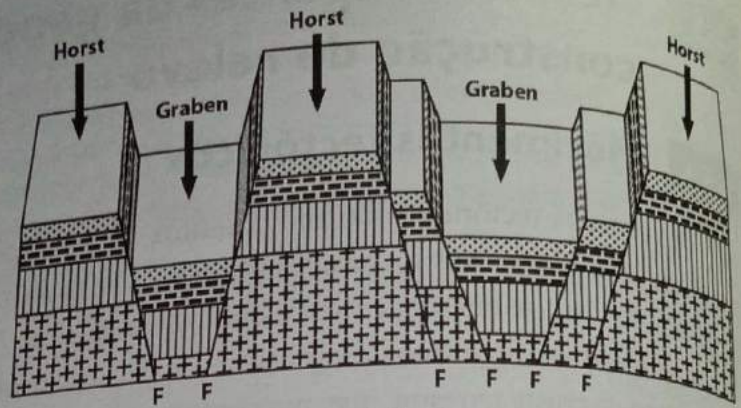
Estruturas falhadas e evolução do relevo falhado

Se as massas rochosas, submetidas aos esforços tectónicos, são muito rígidas, como é o caso das rochas cristalinas (granitos e gnaisses), naturalmente que estas oferecem uma grande resistência ao dobramento. Consequentemente, elas reagem a esses esforços fracturando-se.

A ruptura de material litológico resulta das forças horizontais e verticais produzidas pelos movimentos das placas através de sismos, erupções vulcânicas, etc. Quando os blocos resultantes da ruptura não sofrem qualquer deslocamento sensível, verifica-se uma simples fractura. Mas se os blocos rochosos sofrerem um deslocamento vertical ou horizontal, um mais elevado do que o outro, regista-se uma falha.

As falhas e as fracturas raramente se encontram isoladas, agrupando-se antes em feixes que retalham extensas regiões, originando uma sucessão de relevos salientes e deprimidos.

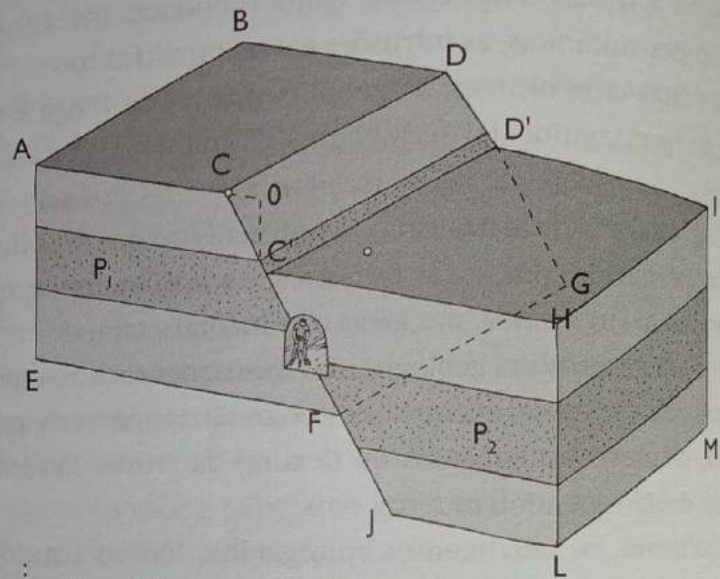
Várias falhas com superfícies voltadas para o mesmo lado formam um relevo em escadaria. Duas falhas ou duas séries de falhas em escadaria, com as superfícies voltadas em sentidos contrários, formam relevos salientes mais ou menos elevados, designados por *horst*, que correspondem aos blocos levantados, e a depressões (Niassa, Tanganhica, Alberto, Vitória) mais ou menos extensas e profundas, denominadas *graben* ou fossas tectónicas.



..... Fig. 13 Esquema do relevo falhado.

Elementos de uma falha

Uma falha é caracterizada a partir dos diversos elementos. A tabela seguinte apresenta uma descrição resumida e simplificada da sua constituição.



..... Fig. 14 Representação de uma falha.

Designação dos elementos	Descrição
Lábios (P_1 ; P_2)	São os compartimentos ou blocos deslocados, um em relação ao outro. Se o deslocamento for vertical, o bloco que fica num nível superior diz-se levantado ou sobrelevado e o que se situa num nível inferior recebe o nome de rebaixado ou descaído.
Plano de falha (C; D; C'; D')	É o plano de ruptura ou a superfície ao longo da qual deslizam os blocos.
Tecto (C'; D'; H; I) e muro (A; B; C; D)	Se o plano de falha for inclinado, dá-se o nome de tecto ao bloco suprajacente e de muro ao bloco subjacente ao mesmo plano.
Linha de falha (C'; D')	É a linha de intersecção do plano de falha com a superfície terrestre.
Pendor (C; D; C'; D'; H; I)	É a inclinação do plano de falha ou o ângulo que este plano faz com o plano horizontal.
Rejeição ou rejecto (C; O; C')	É a distância, medida na vertical, entre dois estratos correspondentes, num e noutro lado da falha, situados ao mesmo nível.

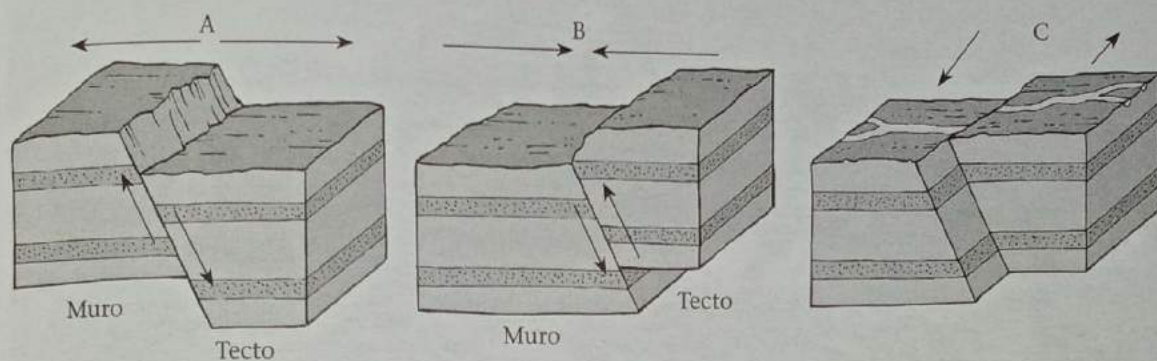
..... Fig. 15 Elementos de uma falha.

Tipos de falhas

A inclinação do plano de falha e as relações que estabelece com os estratos permite distinguir diversos tipos de falhas.

Seguem-se os principais tipos de falha:

- normais ou extensivas** – quando o plano de falha se inclina para o lado do bloco levantado;
- inversas ou compressivas** – quando o plano de falha se inclina para o bloco descaído;
- desligamentos ou horizontais** – encontram-se associadas a movimentos tangenciais. Podem ser falhas de desligamento direito ou esquerdo dependendo do bloco que avança na nossa direcção.



.... Fig. 16 Principais tipos de falha.

Estrutura enrugada e evolução do relevo enrugado

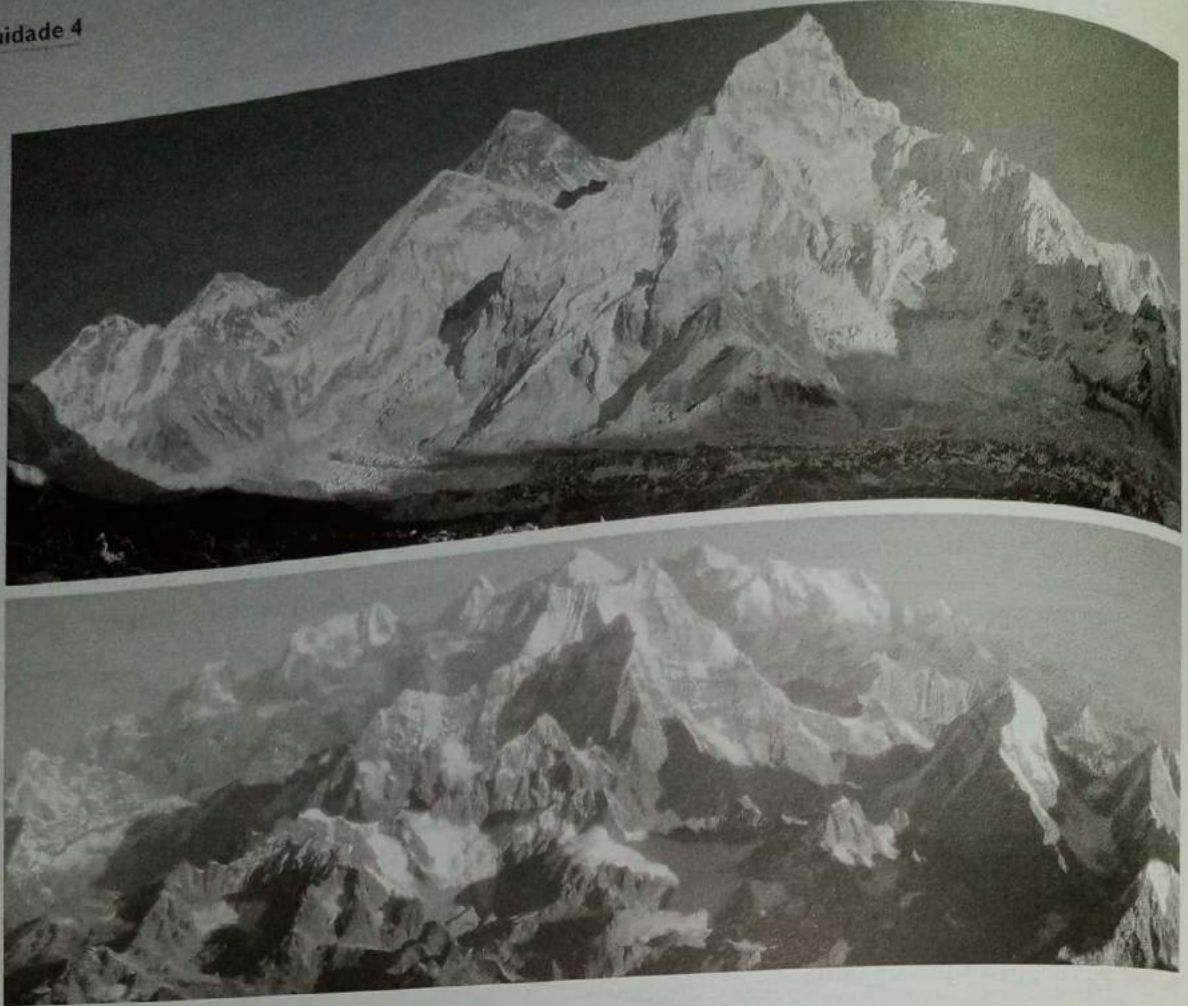
As grandes cadeias montanhosas enrugadas resultam dos movimentos orogénicos. A deposição de sedimentos nas fossas abissais (zona de convergência de duas placas, uma de bordo oceânico e outra continental) origina espessas camadas sedimentares sensivelmente horizontais.

Quando são submetidas às violentas forças compressivas tangenciais e às forças orogénicas, as camadas rochosas e o próprio bordo da placa continental sofrem profundas deformações, que se traduzem pelo seu enrugamento e subsequente sobrelevação. Desta forma, originam as estruturas enrugadas, ou dobras, como ilustra a figura 17.

Este foi o mecanismo que presidiu à formação das actuais cordilheiras dos Andes, das Montanhas Rochosas, do Atlas, dos Alpes, dos Himalaias, entre outras.

Para que o relevo enrugado se forme, é necessário que os materiais geológicos submetidos às forças compressivas tangenciais sejam plásticos (como, por exemplo, as rochas argilosas, calcárias, entre outras). Esta condição é fundamental e determina que o enrugamento afecte principalmente as grandes formações sedimentares.

A existência de fósseis marinhos em todas as grandes cadeias montanhosas de enrugamento constitui uma prova mais que evidente de que os materiais rochosos que as compõem estiveram outrora submersos.

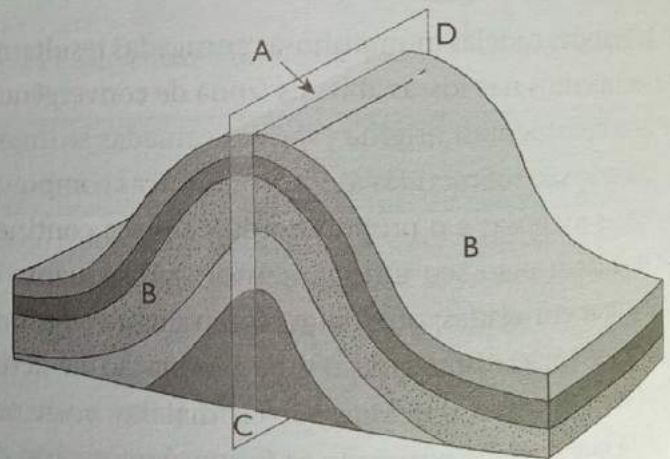


..... Fig. 17 Exemplos de estruturas enrugadas.

Elementos das estruturas enrugadas

Quando não é submetida à acção erosiva, uma cadeia enrugada assume um aspecto ondulatório, em que se sucedem alternadamente troços convexos, designados por anticlinais, e troços côncavos, denominados sinclinais.

Se se considerar uma estrutura enrugada ou dobrada, ou seja, uma dobra completa, isenta da intervenção dos agentes erosivos, esta é constituída pelos elementos seguintes:



..... Fig. 18 Elementos de uma dobra.

- flancos – superfícies inclinadas ou lados da dobra (B);
- pendor – inclinação das camadas ou o ângulo formado pela linha de maior declive com o plano horizontal (C);
- charneira – linha que separa os flancos, ou a linha ao longo da qual o pendor muda de sentido (a charneira pode ser anticlinal ou sinclinal) (D);
- plano axial – plano bissector do ângulo formado por dois flancos contíguos. Pode considerar-se igualmente o plano axial do anticlinal e o plano axial do sinclinal (A);
- direcção da dobra – direcção do seu plano axial.

Tipos de dobras ou pregas

Segundo o tipo de materiais sedimentares envolvidos e o grau de intensidade das forças orogênicas, as pregas podem originar diversas representações: dobra direita, dobra inclinada, dobra deitada, dobras isoclinais, dobras anticlinais, dobras sinclinais, dobra em leque e dobra falha. Observa com atenção as figuras seguintes, pois constituem exemplos do anteriormente referido.

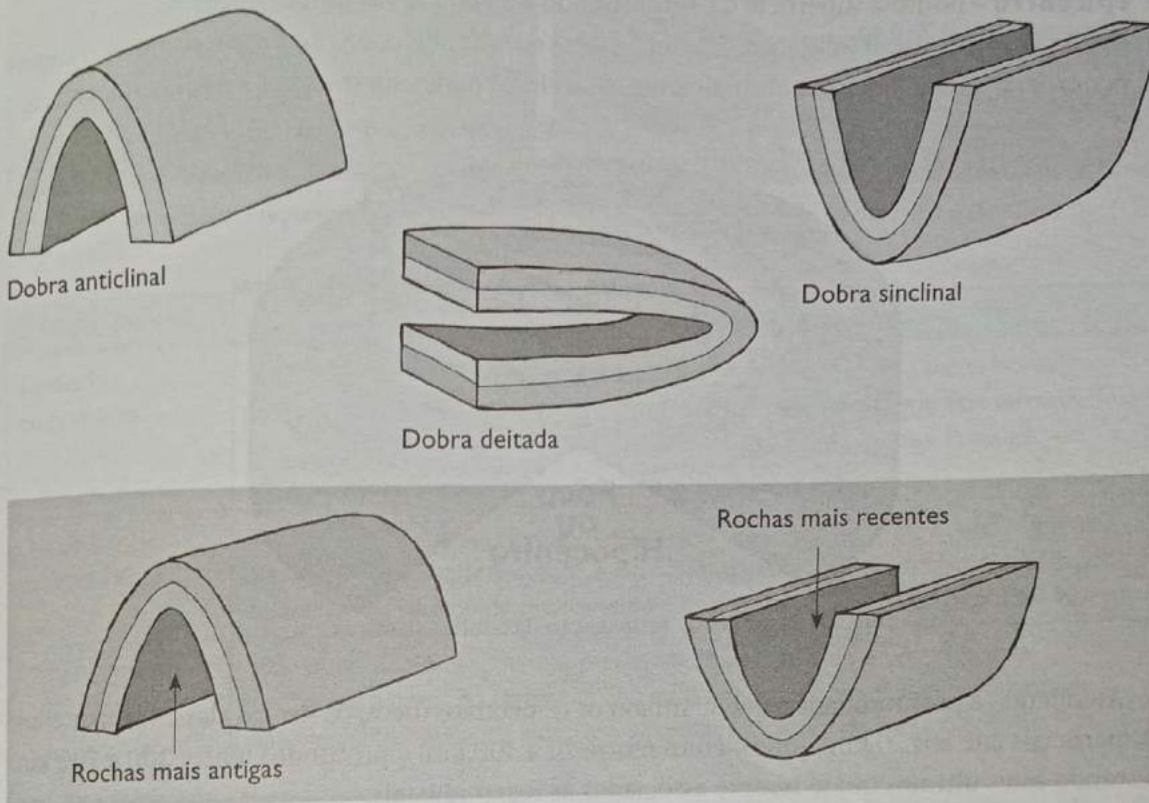


Fig. 19 Principais tipos de dobras.

Atividades

1. Identifica os tipos de deformações que sofrem as rochas em virtude da tectónica.
2. Apresenta as diferenças entre dobras e falhas.

4.5.2 Sismos

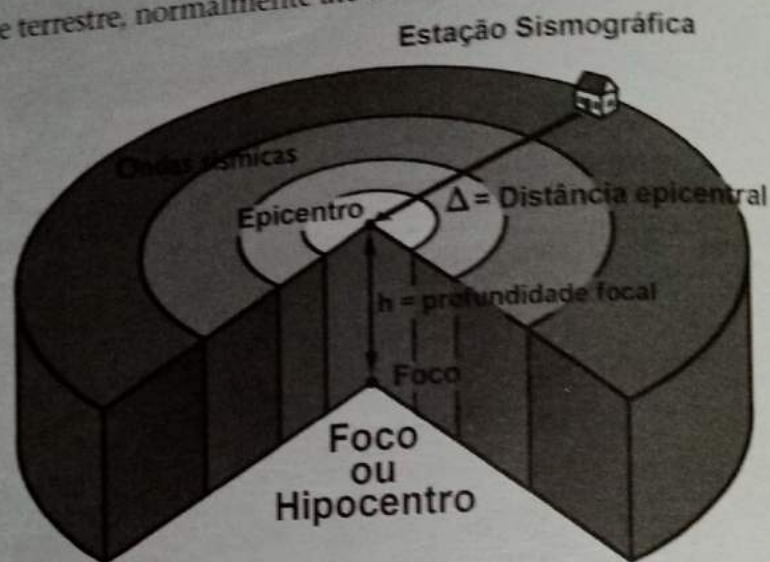
Conceito e causas dos sismos

Uma das indicações de que a crosta terrestre não está completamente estável é a ocorrência de tremores de terra ou sismos. Os sismos são movimentos bruscos, geralmente de curta duração, muitas vezes com efeitos desastrosos na superfície terrestre, produzidos pela libertação de energia sob a forma de ondas sísmicas. Estas vibrações têm como principais causas o vulcanismo, os movimentos tectónicos e os desabamentos. Os sismos têm origem no interior da crosta ou do manto, num local denominado hipocentro ou foco (sísmico). A ocorrência de sismos está frequentemente associada aos movimentos das placas tectónicas.

Intensidade sísmica e instrumentos de medição

Os tremores ou vibrações provocados pelos sismos propagam-se pelas rochas através das ondas sísmicas. Na figura 20 está representado o esquema da propagação das ondas sísmicas, ilustrando-se também os seus elementos:

- **foco ou hipocentro** - local do interior do Globo onde o sismo tem origem;
- **epicentro** - ponto à superfície da Terra situado na vertical do hipocentro;
- **distância epicentral** - distância (em quilómetros ou em graus de arco) entre o epicentro e qualquer ponto da superfície terrestre, normalmente até ao local onde está situada a estação sismográfica.



..... Fig. 20 Esquema da propagação das ondas sísmicas.

Atendendo à profundidade a que se situam os respectivos focos, os sismos classificam-se como superficiais (até aos 70 km), intermédios (entre 70 a 300 km) e profundos (entre 300 a 700 km), estando estes últimos quase sempre associados às fossas abissais.

Efectivamente, nem todos os abalos sísmicos são sentidos pelo ser humano, pois estes possuem intensidades variáveis segundo a quantidade de energia libertada pelo foco e a distância ao epicentro, assim como o tipo de materiais por onde se propagam as ondas sísmicas.

Preocupado em compreender este fenómeno que acontece no nosso planeta, o Homem concebeu um instrumento ou aparelho para medir a intensidade das ondas sísmicas, o sismógrafo.

Funcionamento do sismógrafo

Os sismógrafos são aparelhos formados por um corpo pesado (pêndulo) pendente de uma mola, que está preso a um braço de um suporte fixado num leito de rochas.

No pêndulo é colocado um equipamento que emite um raio de luz para um cilindro colocado na sua frente. O cilindro é movido por um mecanismo semelhante ao do relógio e possui um papel fotográfico sensível à luz emitida pelo equipamento situado no pêndulo.

Se a crosta terrestre é abalada por um sismo, o cilindro move-se e o pêndulo, pela inércia, manter-se-á imóvel e registará, no papel fotográfico existente no cilindro, as vibrações. O registo das vibrações ou ondas sísmicas (a tabela seguinte mostra o tipo de ondas e as suas características) no papel fotográfico dá origem a linhas onduladas. Os gráficos elaborados por sismógrafos denominam-se sismogramas.

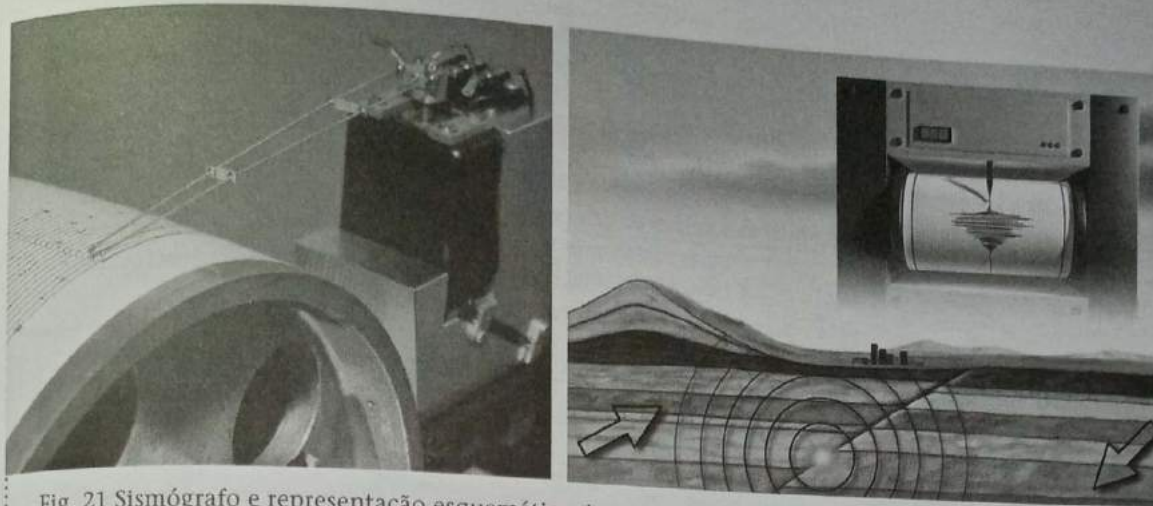


Fig. 21 Sismógrafo e representação esquemática de um terremoto (corte transversal e sismógrafo).

Ondas sísmicas	Principais características
Ondas P ou primárias	Originam-se no hipocentro e são de pequena amplitude, mas a sua velocidade aumenta com a profundidade, sendo as primeiras a atingir a superfície terrestre. Designam-se também por ondas de compressão ou longitudinais. Propagam-se tanto em meios sólidos como em meios líquidos.
Ondas S ou secundárias	Têm origem no hipocentro, permitindo uma amplitude superior às ondas P, mas a sua velocidade de propagação é inferior às ondas P. São designadas também por ondas transversais ou de cisalhamento e propagam-se apenas em meios sólidos.
Ondas L ou love	São ondas superficiais, ou seja, propagam-se à superfície do Globo (plano horizontal) a partir do epicentro. São ondas de grande amplitude, de velocidade sensivelmente constante, mas a sua velocidade é menor do que a das ondas P ou S.

Fig. 22 Tipos de ondas e as suas principais características.

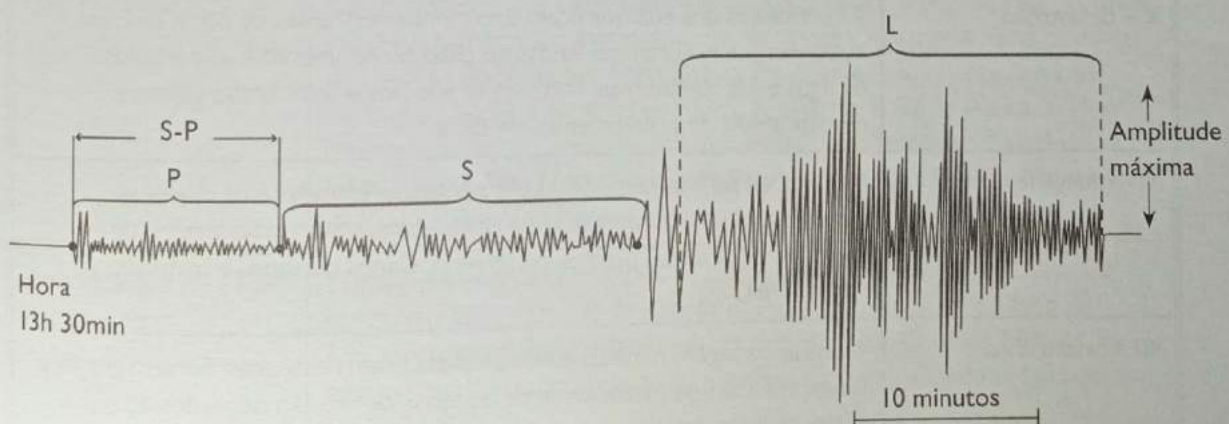


Fig. 23 Sismograma.

Consequências ou efeitos dos sismos

Um dos processos que permitem avaliar a intensidade do abalo sísmico consiste em atender aos seus efeitos sobre os objectos. Existem várias escalas de intensidade sísmica, entre as quais se destacam a de Rossi-Forel (em uso a partir de 1883) e a de Mercalli (a partir de 1902), sendo esta última a mais usada, devido à sua simplicidade.

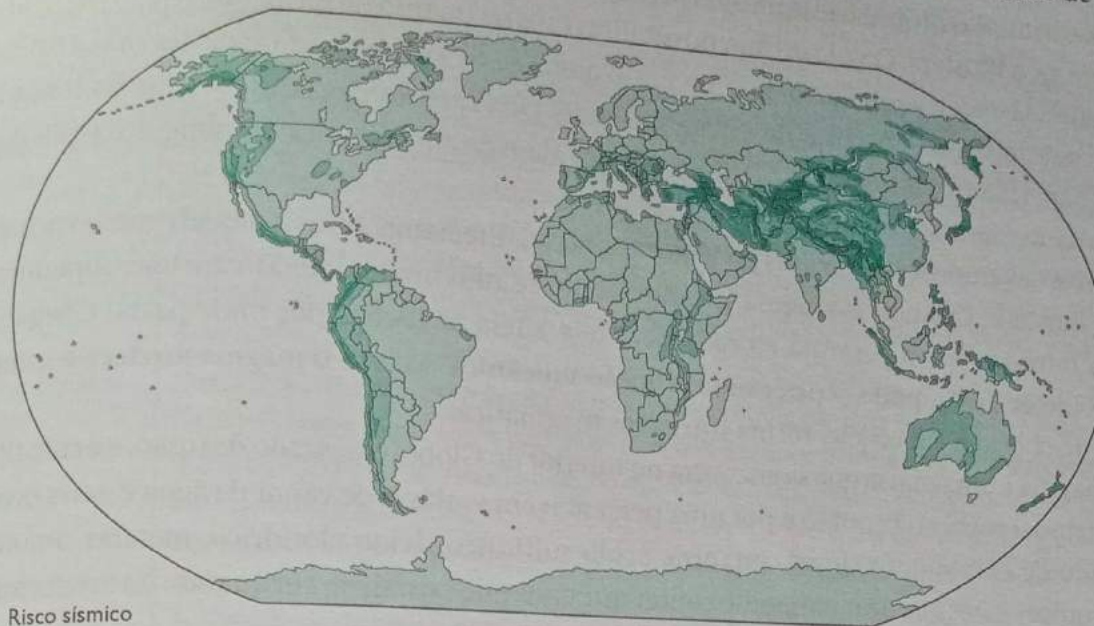
Escala – grau	Consequências ou efeitos
I – imperceptível	Detectado e registado apenas por sismógrafos.
II – muito fraco	Sentido por certas pessoas em completo repouso. Os objectos localizados em andares superiores dos edifícios oscilam.
III – fraco	Sentido por poucas pessoas e em geral durante a noite. Os objectos que estão parados, como os carros, podem deslocar-se.
IV – médio	Ao ar livre é sentido por poucas pessoas; no interior das casas algumas pessoas que estão em repouso acordam, a loiça entrechoca-se e o chão e as portas rangem.
V – pouco forte	A maioria das pessoas sente-o. Os móveis deslocam-se, os candeeiros de tecto oscilam, os pêndulos dos relógios param, os líquidos entornam-se e as portas e as janelas partem-se.
VI – forte	Sentido por todas as pessoas. A mobília desloca-se, os livros caem das estantes, a loiça parte-se e o estuque das paredes cai.
VII – muito forte	Abrem-se fendas nos edifícios de estruturas fracas, as paredes das habitações esburacam-se, partem-se os vidros e as janelas. É sentido nos carros em movimento. Formam-se ondas nos rios e lagos e as suas águas tornam-se turvas.
VIII – destruidor	Abrem-se enormes fendas nas paredes das casas, os móveis pesados são projectados com violência, as estátuas caem ou rodam sobre a sua base, as árvores oscilam fortemente e ocorrem deslizamentos em vertentes.
IX – ruinoso	Pânico geral. Destruição total ou parcial das habitações.
X – desastroso	As estruturas dos edifícios ficam totalmente destruídas, os carris torcidos, as pontes ruem, abrem-se fendas no chão ou pavimento e as condutas de água e gás rompem-se. Formam-se nos rios e lagos ondas gigantes e verificam-se desprendimentos de terra.
XI – muito desastroso	Não fica de pé nenhum edifício. As pontes, as estradas e os diques são destruídos. As linhas férreas ficam completamente torcidas e registam-se levantamentos e abatimentos do terreno. Danos humanos e materiais incalculáveis.
XII – catastrófico	Todas as paisagens naturais e humanizadas ficam destruídas. Surgem grandes falhas, verificam-se deslocamentos de terra, os rios são desviados do seu curso, os lagos desaparecem e formam-se outros.

..... Fig. 24 Escala de Mercalli.

A energia libertada pelo sismo também pode ser medida através da magnitude sísmica, pela escala de Richter. É uma escala logarítmica e corresponde ao logaritmo da medida da amplitude das ondas P e S a 100 km do epicentro.

Distribuição geográfica das regiões sísmicas

Os sismos não se distribuem uniformemente por toda a superfície terrestre, concentrando-se antes em faixas de extensão e largura variáveis. Estas faixas seguem sensivelmente as zonas de contacto das placas tectónicas.



Risco sísmico
 Baixo
 Moderado
 Elevado
 Muito elevado

..... Fig. 25 Mapa das principais áreas sísmicas do Globo.

Na tabela seguinte apresentam-se as regiões com maior intensidade sísmica à face da Terra.

Zona sísmica	Localização/Descrição
Zona circumpacífica ou anel de fogo do Pacífico	Corresponde a uma longa e estreita faixa que rodeia o oceano Pacífico, onde os abalos sísmicos são extremamente numerosos. Abrange a parte ocidental da América do Sul (Chile, Peru, Bolívia, Equador e Colômbia), a América Central (México), a América do Norte (Califórnia, o Sul do Alasca, as ilhas Aleútas e as ilhas Curilhas), o arquipélago do Japão, as Filipinas, a Indonésia, a Nova Zelândia, a Nova Guiné e muitas outras ilhas do Pacífico. Mais de 80% da energia sísmica planetária é libertada nesta região do Globo.
Zona Mesogea ou a Faixa Himalaio-Alpina	É uma zona mais larga, comparada com a anterior. Engloba todo o sistema Himalaio-Alpino. Estende-se a partir da Península Ibérica e do Norte de África. Afecta a faixa do Mediterrâneo (Argélia, Itália, Grécia e Turquia), Irão, Afeganistão, Paquistão, Tibete, Birmânia até à Indonésia, onde se liga à zona circumpacífica.
Zona da crista central do Atlântico	Estende-se desde a Península Ibérica até ao arquipélago dos Açores. Estabelece ligação com a zona Mesogea.
Zona do Vale do Rift ou Rift Valley (África Oriental)	Corresponde à zona de fracturas do Vale do Rift. Nesta zona, e ainda noutras de menor importância, liberta-se apenas 5% da energia sísmica.

..... Fig. 26 Zonas de intensa actividade sísmica do Globo.

4.5.3 Vulcanismo

Conceito de vulcão e causas de erupções vulcânicas

Vulcanismo é o processo que permite e provoca a ascensão de material magmático do interior da Terra até à litosfera. O vulcanismo possibilita o aparecimento de formas de relevo particulares denominadas relevo vulcânico. Este processo abrange os vulcões e as intrusões magmáticas.

Um vulcão é uma abertura da crosta terrestre, pela qual extravasam, vindos do interior da Terra, materiais fundidos – a lava vulcânica, para além de cinzas, gases e fragmentos lapili (Lapilli em italiano, significa «pedrinha»).

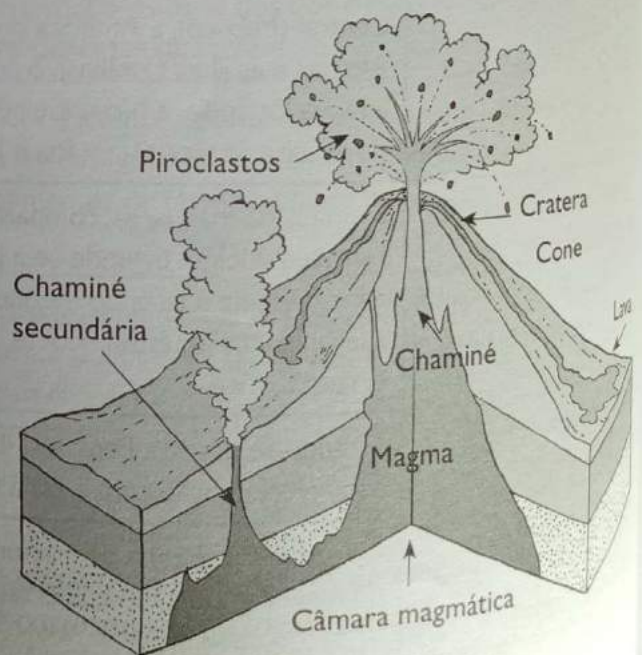
Através das erupções vulcânicas podemos conhecer, directamente, os materiais que se encontram sob a litosfera. Quando o magma incandescente se movimenta até às camadas superiores da crosta terrestre, a temperatura elevada derrete e altera as rochas por onde passa. Chegando à superfície da Terra, pode ocorrer uma erupção vulcânica. Mas se o magma arrefece e solidifica antes de chegar à superfície, forma intrusões magmáticas.

O magma é uma massa que se encontra no interior do Globo, em estado de fusão, e é constituído por material rochoso fundido e por uma percentagem variável de vapor de água e gases diversos (dióxido de carbono, óxidos de enxofre, ácido sulfídrico, ácido clorídrico, metano, amoníaco entre outros gases). Pode igualmente conter minerais que cristalizaram quando do arrefecimento da massa magmática, ou que não chegaram a fundir.

Estrutura ou aparelho vulcânico

O aparelho natural de evacuação ou «ejaculação» do material ígneo de origem interna designa-se por aparelho vulcânico, que, na sua forma mais simples, corresponde à figura seguinte. Observando atentamente a figura, pode concluir-se que um aparelho vulcânico simples possui os seguintes elementos:

- edifício vulcânico** – relevo mais ou menos elevado, quase sempre de forma cônica (cone vulcânico), resultante da acumulação dos materiais expelidos do interior do Globo;
- chaminé** – abertura (fissura ou fenda) por onde ascende o magma, geralmente de forma tubular ou cilíndrica, com vários quilómetros de comprimento;
- cratera** – depressão de forma aproximadamente circular, situada na parte superior da chaminé, onde as lavas se acumulam e por onde as mesmas extravasam para os flancos do edifício vulcânico;
- câmara magmática** – depósito do magma no interior da Terra; encontra-se em comunicação com o exterior através da chaminé.

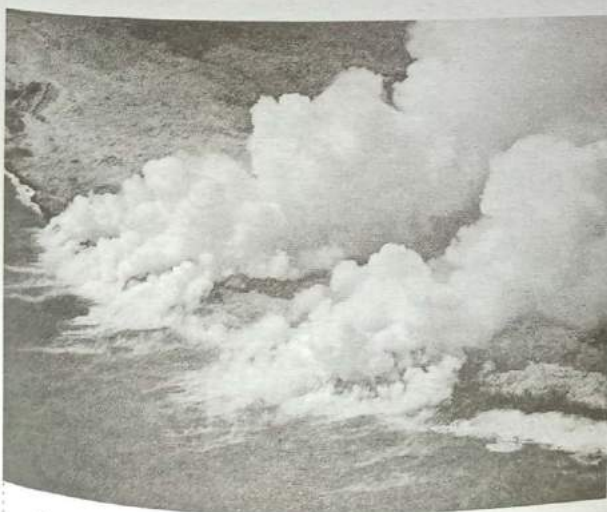


..... Fig. 27 Esquema de um aparelho vulcânico.

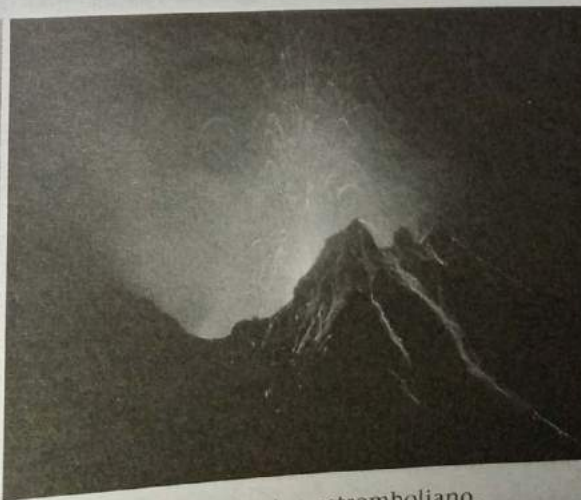
Com base no carácter efusivo ou explosivo das emissões, podemos identificar quatro tipos de actividade vulcânica, o que não significa, de modo algum, quatro tipos de vulcões, porque o mesmo vulcão pode possuir períodos de actividade eruptiva diferentes.

Tipos de actividade vulcânica	Descrição
Havaiano	De tipo efusivo, caracteriza-se pela emissão tranquila de lavas abundantes e fluidas, raramente ocorrendo explosões ou projecção. Os cones vulcânicos havaianos, porque foram edificados por lavas muito fluidas, são baixos (fig. 29), de flancos arredondados, de fraco declive e de base muito larga. São vulcões típicos das ilhas do Havai, daí a sua designação.
Estromboliano	Designação devida ao vulcão Stromboli (situado numa das ilhas de Lipari, a norte da Sicília). É essencialmente de tipo efusivo. A lava é menos fluida e mais rica em gases do que a de tipo havaiano. Registam-se, no material lávico da cratera, frequentes explosões de fraca a moderada violência, em resultado da rápida libertação dos componentes gasosos acumulados no seu seio. Devido à maior viscosidade da lava, os cones vulcânicos estrombolianos são mais altos, com um maior declive e base estreita (fig. 30). A alternância de emissões efusivas e explosivas explica que os edifícios vulcânicos sejam constituídos por camadas sobrepostas alternadamente de lava e de piroclastos.
Vulcaniano	Deve o seu nome ao vulcão Vulcano, situado na parte meridional da ilha Lipari. Material lávico bastante viscoso, solidificando rapidamente na cratera e sobre a chaminé, formando um tampão e ocasionando erupções explosivas e violentas. O cone vulcânico apresenta vertentes abruptas e é essencialmente constituído por cinzas (fig. 31).
Peleano	O termo deriva do vulcão da Montanha Pelada, na Martinica-Antilhas. É igualmente de tipo explosivo, tal como o vulcaniano e a sua lava é de elevada viscosidade e de solidificação muito rápida. As erupções, separadas por longos intervalos, iniciam-se por uma fase preliminar caracterizada por emissões de fumos e cinzas, seguindo-se gigantescas explosões, durante as quais se formam nuvens ardentes, constituídas por cinzas incandescentes, piroclastos e por gases que se encontram a altas temperaturas e que são difundidos por toda a massa expelida – nuvem piroclástica (fig. 32).

..... Fig. 28 Tipos de actividade vulcânica e sua descrição.



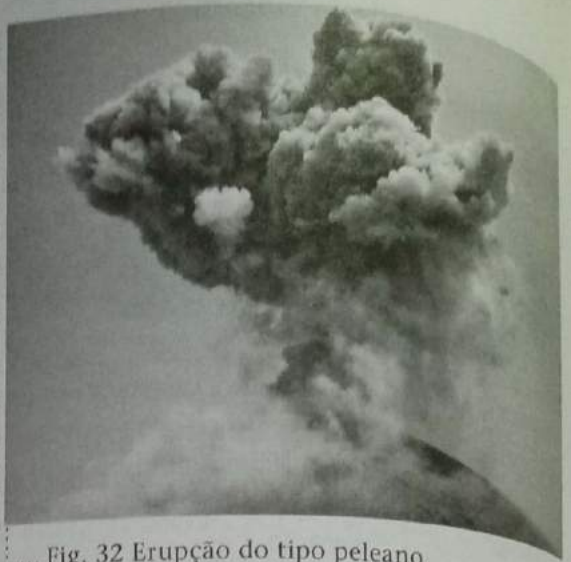
..... Fig. 29 Erupção do tipo havaiano.



..... Fig. 30 Erupção do tipo estromboliano.



.... Fig. 31 Erupção do tipo vulcaniano.



.... Fig. 32 Erupção do tipo peleano.

Fenómenos secundários de vulcanismo

O vulcanismo não se resume apenas à emissão efusiva ou explosiva de material lávico. Nos períodos de calma entre duas fases activas, o vulcanismo pode continuar a manifestar-se sob diversas formas (ditas secundárias ou residuais), das quais se destacam: as fumarolas, os géiseres e as nascentes termais.

Manifestações secundárias de vulcanismo	Descrição
Fumarolas	São emanações contínuas, regulares e mais ou menos silenciosas de vapor de água e gases diversos, que se escapam por pequenas aberturas do solo que se encontram em contacto com zonas mais ou menos profundas e bastante quentes, pois as temperaturas oscilam entre os 100 e os 300 °C. Considerando a predominância dos produtos gasosos libertados, encontramos dois tipos de fumarolas: as sulfataras e as mofetas. As primeiras são emanações essencialmente constituídas por gases sulfurosos (ácido sulfídrico e óxidos de enxofre), enquanto as segundas são emanações de vapor de água e de dióxido de carbono.
Géiseres	São emissões de água e vapor muito quente. A sua periodicidade varia de alguns minutos a alguns dias e a sua altura pode atingir os 80 metros. São frequentes na Islândia, na Nova Zelândia e nos Estados Unidos da América (Parque Nacional de Yellowstone).
Nascentes termais	São emissões contínuas de água muito quente. Se o percurso for suficientemente longo, o vapor de água arrefece e perde calor, por condução, nas rochas vizinhas. Quando se condensa, o vapor transforma-se em água muito quente que brota à superfície sob a forma de fonte termal, originando águas termais, ricas em sais minerais.

.... Fig. 33 Manifestações secundárias do vulcanismo.

Impacto do vulcanismo

A actividade vulcânica está associada a um conjunto de riscos e de benefícios com impacto na Natureza e no nosso quotidiano. A erupção de um vulcão pode resultar num desastre natural, por vezes com consequências planetárias. Foi o caso do vulcão Krakatoa (na ilha de Krakatoa, estreito de Sunda, na Indonésia), que, em Agosto de 1883, entrou em erupção. A explosão fez

desaparecer dois terços da ilha e matou cerca de 36 000 pessoas, devido sobretudo ao tsunami que desencadeou e que originou ondas com cerca de 35 metros de altura (Adas, 1985¹). Há relatos de alterações atmosféricas visíveis a olho nu em locais tão distantes como Londres nos anos que se seguiram. A erupção do vulcão Pinatubo (nas Filipinas) também assumiu repercussões mundiais. Em Junho de 1991, o vulcão entrou em actividade provocando a morte a cerca de 800 pessoas. Expeliu grandes quantidades de cinza e gases, como dióxido de enxofre (SO₂), para a estratosfera, produzindo «aerossóis» de ácido sulfúrico, espalhando-se por todo o Globo durante os meses que se seguiram e tendo implicações no clima. As temperaturas globais desceram ligeiramente nos dois anos seguintes, cerca de 0,5 °C no hemisfério norte. Mais recentemente, a intensa actividade sísmica na Islândia provocou grandes embaraços e enormes prejuízos à aviação comercial europeia.

As áreas que rodeiam os vulcões são geralmente compostas por solos bastante férteis para a agricultura e podem ter impactos económicos importantes. O turismo de aventura leva as pessoas a visitar vulcões, como é caso do Vesúvio (em Itália), do Kilauea (no Hawai), do Fuji (no Japão), do Kilimanjaro (na Tanzânia), entre outros. Outro impacto positivo dos vulcões é a energia geotérmica que as manifestações secundárias de vulcanismo podem gerar.

Distribuição geográfica das regiões vulcânicas

Uma observação cuidada do mapa da figura 35 mostra que as grandes áreas vulcânicas da Terra coincidem, grosso modo, com as grandes áreas sísmicas. Mais ainda, sobrepondo este mapa ao mapa da figura 25 (pág. 123), rapidamente se conclui que as mesmas correspondem às zonas de grande instabilidade tectónica, associadas aos bordos das placas, dando, por conseguinte, uma visão geral sobre a tectónica das placas e os fenómenos geológicos e geofísicos a ela associados.

Da observação e análise do mapa da figura 35 (na página seguinte), depreendemos que a quase totalidade da actividade vulcânica se concentra em quatro grandes áreas, apresentadas na tabela seguinte.

Áreas vulcânicas	Descrição
Anel de fogo do Pacífico	É a maior e mais importante faixa vulcânica do mundo. Nela se localizam cerca de 500 dos 800 vulcões actualmente activos, além de uma enorme quantidade de vulcões adormecidos e extintos. Abrange as ilhas Aleútas, o Alasca, as Montanhas Rochosas, o México e a América Central, as Antilhas, a cordilheira dos Andes, a Nova Zelândia, as ilhas Fiji, as ilhas Salomão, as Filipinas, o Japão, as ilhas do Havai e a península de Kamchatka.
Faixa Himalaio-Alpina	Engloba as margens do Mediterrâneo, nomeadamente a cordilheira do Atlas, no Norte de África, a Itália continental e insular (vulcões Etna, Vesúvio, Vulcano, Stromboli), a Grécia e as ilhas do mar Egeu, a Ásia Menor, o Cáucaso, o Irão, a Indonésia e o Decão, na Índia.
Zona da Crista Central do Atlântico	Situada nas zonas de divergência entre a placa Africana e a Sul-Americana, por um lado, e entre a placa Eurasiática e a Norte-Americana, por outro. Inclui o Ártico, a Islândia, a Irlanda, a Escócia, os Açores, as Canárias e muitas outras ilhas vulcânicas do Atlântico Sul.
Zona da África Oriental e do Médio Oriente	Em África, domina a faixa vulcânica ligada às grandes fossas tectónicas, como os montes Kilimanjaro, Quénia e Ruwenzori, e ainda as ilhas Comores, Madagáscar, Reunião e Maurícias. No Médio Oriente, destaca-se a Arábia e o Líbano.

Fig. 34 Distribuição das áreas vulcânicas da Terra.

¹ Melhem Adas, *Geografia Geral: As Grandes Paisagens da Terra e o Aproveitamento dos Recursos Naturais*, São Paulo, Editora Moderna, 1985.



Fig. 35 Principais áreas vulcânicas do globo.

Importância dos sismos e dos vulcões

A actividade sísmica permite estabelecer um equilíbrio de forças na Terra, através da dissipação das tensões que se vão acumulando ao longo dos tempos.

Os movimentos sísmicos aceleram as transformações morfológicas da superfície terrestre criando novas fendas e novas formas de relevo, deslocando blocos e rejuvenescendo normalmente o aspecto do Globo (Nanjolo & Abdul, 2003).

As erupções vulcânicas provocam igualmente transformações na morfogénese. As alterações das lavas originam solos muito férteis, indicados para a prática da agricultura, fonte de sustentabilidade de milhões de pessoas a nível mundial.

Por exemplo, devido à actividade vulcânica, por vezes formam-se minerais e pedras preciosas como é o caso dos diamantes de Kimberley, na África do Sul.

Actividades

1. Utilizando desperdícios diversos, constrói um sismógrafo.
2. Procura descobrir, inquirindo várias pessoas, a frequência de sismos na região em que vives e qual o seu impacto ambiental.
3. Discute com os teus colegas de turma as precauções a tomar em caso de ocorrência de um sismo.

4.6 Acção dos agentes da geodinâmica externa na construção do relevo

São vários os agentes que, no âmbito da geodinâmica externa, influenciam as formas do relevo da superfície terrestre: a meteorização, os deslocamentos de terra e o mar são alguns exemplos.

4.6.1 Meteorização

A Terra é um planeta dinâmico. As rochas, sob a acção dos agentes atmosféricos (chuva, vento, granizo, temperatura...), alteram-se por meio de processos físicos ou mecânicos e bioquímicos, que constituem a meteorização, ou seja, as alterações das rochas *in situ*, por acção dos agentes atmosféricos.

Os processos de meteorização

Existem três tipos de processos fundamentais: físico (ou mecânico), biológico ou químico.

Alterações mecânicas

As rochas, quando submetidas a grandes variações térmicas, dilatam e contraem-se. Por causa destas oscilações térmicas, as rochas fracturam e partem-se. A este processo de meteorização mecânica dá-se o nome de termoclastia («*termo*» = calor, «*clastia*» = partir). Assim, pode observar-se a desagregação de fragmentos de dimensões diferentes e formas variáveis ou em grãos dos minerais que a constituem. Isto acontece principalmente nas regiões desérticas.

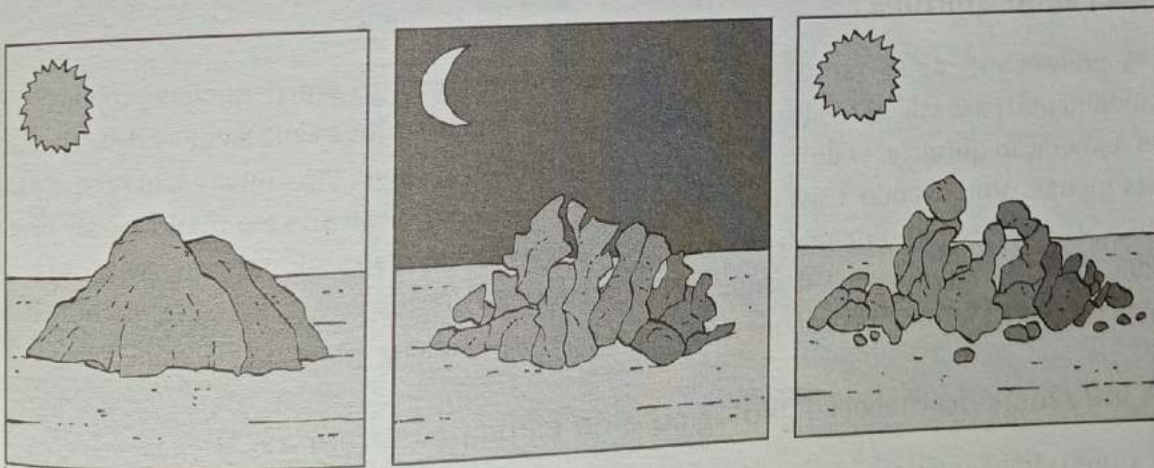


Fig. 36 Representação esquemática da termoclastia.

A desagregação ou alteração mecânica pode verificar-se igualmente na alternância de congelação e fusão da água que penetra nos interstícios das rochas. Quando ocorre a congelação, aumenta o volume da água e a rocha, comprimida, acaba por fracturar e partir. Este fenómeno denomina-se crioclastia («*crio*» = gelo, «*clastia*» = partir) e ocorre com mais frequência nas zonas periglaciárias.

Alguns sais, como o cloreto de sódio, podem encaixar-se nos poros das rochas, podendo dissolver-se quando chove. Depois, devido à evaporação da água, esses sais cristalizam e aumentam de volume, podendo conduzir à desagregação das formações rochosas. Este fenómeno designa-se por haloclastia.



Fig. 37 Representação esquemática da gelifração ou crioclastia.

Alteração biológica

Os animais escavadores, como é o caso dos vermes e dos roedores, desempenham um papel fundamental na desagregação mecânica das rochas. As minhocas, por exemplo, ingerem grandes quantidades de matéria mineral para obterem alimentação, evacuando, com os excrementos, as partículas não digeríveis; por este processo, muitas dezenas de toneladas de material rochoso são revolvidas na superfície terrestre. Por sua vez, as plantas (sobretudo as suas raízes) alargam as fendas das rochas, contribuindo deste modo para a alteração mecânica das mesmas.

As actividades humanas, sobretudo a destruição de extensas áreas de vegetação para a prática da agricultura ou da pastorícia numa dada região, expõem as rochas, deixando-as bastante vulneráveis à acção dos agentes externos, o que provoca a sua desagregação mecânica.

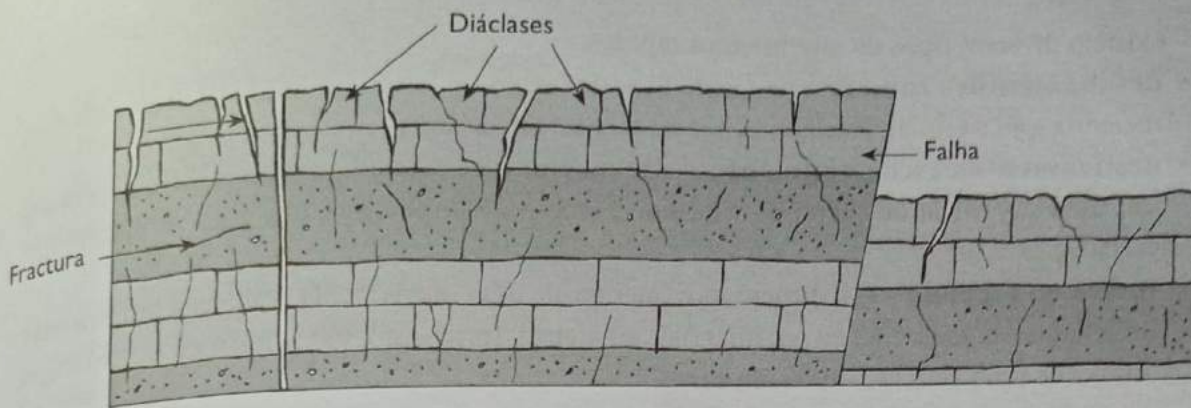
Alteração química

A presença de água, tanto em grandes quantidades quanto em pequenas proporções, é fundamental para a desagregação mecânica das rochas, uma vez que a água facilita a decomposição ou a alteração química. O dióxido de carbono dissolvido na água das chuvas actua como ácido nas rochas, promovendo a sua dissolução. As rochas, como o calcário e o mármore, são muito susceptíveis a este tipo de meteorização. A oxidação resulta da combinação da água da chuva com oxigénio e promove a desintegração dos minerais ferrosos. A hidratação, outro tipo de meteorização química, ocorre quando a água é incorporada na estrutura dos minerais.

A influência do material geológico e do clima na meteorização

Como vimos anteriormente, os materiais rochosos da crosta terrestre, sobre os quais se esculpem as formas do relevo, diferem uns dos outros, quer pela sua origem, quer pelos seus múltiplos atributos físicos e químicos: presença ou ausência de diáclases, de xistosidade, de fractura, de dureza e de permeabilidade, de estrutura e de textura, de homogeneidade e de heterogeneidade de composição química e mineralógica, entre outros. Estas características têm influência na meteorização, dando origem a diferentes estruturas, como se pode observar na figura 38.

A influência do clima na meteorização manifesta-se fundamentalmente na acção da temperatura e da precipitação. Quanto à temperatura, já referimos que as repetidas alternâncias entre dilatação e contracção das rochas e a expansão térmica diferencial dos seus minerais provocam a sua desagregação.



..... Fig. 38 Representação esquemática de diáclases, fractura e falha.

A precipitação tem uma importância capital. Primeiro, porque quanto mais água circular através das massas rochosas, mais facilmente ela é renovada e mais rapidamente são evacuados os produtos da meteorização, o que torna mais rápida e profunda a alteração. Segundo, porque as reacções químicas exigem a presença da água (o principal dissolvente natural), facilitando o processo de meteorização das rochas.

4.6.2 Deslocamentos de terra por acção da gravidade

Por acção da força de gravidade, os detritos ou sedimentos, ou mesmo as próprias rochas não decompostas, tendem a ceder e a deslizar ao longo das superfícies inclinadas (vertentes). Existem dois tipos de movimentos: os movimentos lentos e os movimentos rápidos.

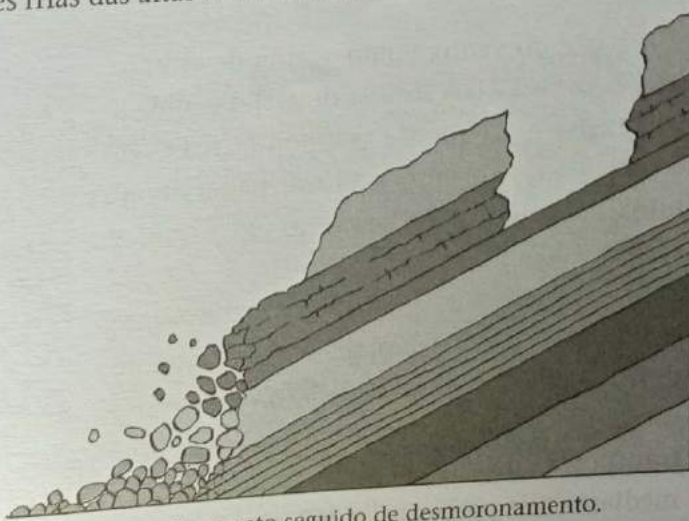
Movimentos lentos

Os movimentos lentos são movimentos do solo, imperceptíveis, que ocorrem ao longo das vertentes. Aparentemente, eles se verificam quando vemos postes eléctricos e postes telefónicos inclinados, fendas nas estradas e fendas em muros. A este tipo de movimento dá-se o nome de reptação ou *creeping*.

O fenómeno denominado solifluxão é o movimento de massa do solo ou de detritos rochosos superficiais e saturados de água. Embora possa acontecer em qualquer clima, este fenómeno é essencialmente característico das regiões frias das altas latitudes e das altas montanhas, devido à alternância frequente entre congelação e fusão de água saturada no solo. Foi mais notório no Quaternário, época de grandes glaciações na história da Terra.

Movimentos rápidos

A diminuição de coesão pode levar ao rompimento e desprendimento de terras e rochas sob a forma de avalanche, movimentando enormes volumes de materiais ao longo das vertentes abruptas.



..... Fig. 39 Deslizamento seguido de desmoronamento.

- Existem diversos tipos de movimentos rápidos:
- **desabamentos** – consistem na queda livre de blocos rochosos por acção da gravidade após meteorização e erosão. Formam cones ou taludes de detritos;
- **deslizamentos/escorregamentos** – são movimentos do solo ou das rochas que ocorrem sob uma superfície ou plano de ruptura. A massa deslocada tem um grau de deformação variável;
- **fluxos ou escoada** – constituem movimentos de uma massa fluida composta por materiais finos (areias, argilas, etc.) ou por materiais grosseiros (fragmentos de rocha, rochas, etc.) e água através de uma vertente ou de um canal.

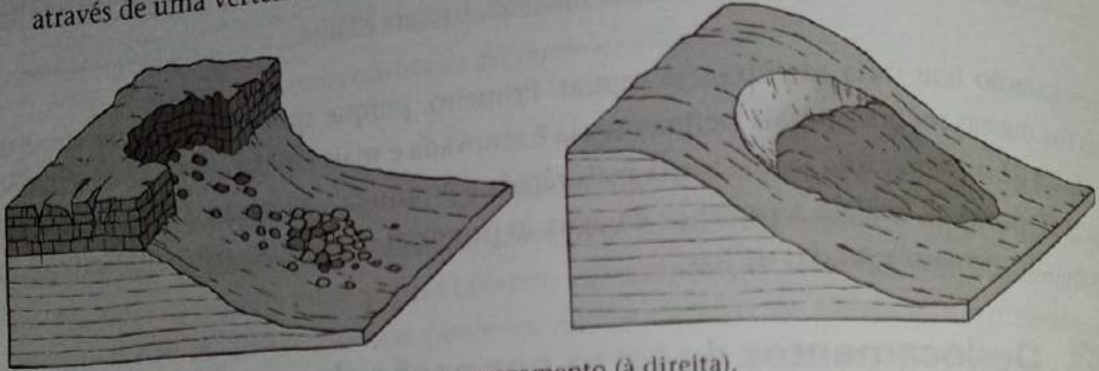


Fig. 40 Desabamento (à esquerda) e escorregamento (à direita).

Agentes erosivos

A acção dos agentes erosivos ou forças exteriores (chuva, neves, rios, mares, entre outros) originam o desgaste da superfície terrestre.

As formas de modelado dependem em grande medida das propriedades físicas e químicas das rochas. Quanto mais homogéneas e compactas forem as rochas, mais facilmente resistem à erosão. A diferença de resistência das rochas à erosão provoca mudanças de declive: os declives abruptos correspondem a rochas duras e à inclinação suave equivalem as rochas brandas.

Neste contexto, podemos depreender que o processo erosivo é claramente facilitado: nas rochas brandas, nas rochas de composição heterogénea, nas rochas de diferentes texturas e nas rochas permeáveis. O clima é, por isso, um aspecto importante a considerar nas formas de modelado terrestre.

A erosão eólica

A acção do vento, como agente de erosão, não é exclusiva das regiões desérticas, onde a vegetação e as quedas pluviométricas são escassas, mas desempenha um papel determinante, associado à água, no desgaste das rochas e do modelado do relevo.

Nestas regiões, onde o solo está desprotegido e desnudado, e frequentemente desagregado devido à ausência de humidade, o vento exerce um trabalho que corresponde ao desgaste, transporte e deposição. Para o efeito, a acção modeladora do vento – erosão eólica – manifesta-se mediante três processos: a deflação, a corrasão e a acumulação.



Fig. 41 Forma esculpida pela acção eólica.

A deflação

A deflação consiste na remoção das poeiras e dos pequenos detritos soltos, soprados e varridos pelo vento. Quando a deflação ocorre sobre uma superfície de depósitos heterogêneos, limpa-a dos materiais finos, deixando os fragmentos maiores (calhaus e cascalho), que o vento não é capaz de desalojar e arrastar, resultando em superfícies designadas por *regs* ou desertos pedregosos.

Outro resultado característico da deflação, sobretudo nas regiões de substrato argiloso ou arenoso não consolidado, é a formação de depressões em forma de bacias, mais ou menos extensas, e, muitas vezes, de vertentes abruptas de rocha dura e muito resistente, onde encontramos frequentemente implantados os oásis.

O transporte

O transporte sólido assume formas diferentes, segundo as dimensões e quantidades dos detritos. Há, no entanto, uma relação directa entre a intensidade do vento e o volume e tamanho dos sedimentos a serem movimentados pela sua acção.

As partículas bastante finas são transportadas a grande altura ou mesmo a alguns quilómetros de distância, em suspensão. Frequentemente, estas poeiras vão depositar-se longe das regiões áridas, acabando por formar uma espessa camada de material fino designada por *loess*, de grande fertilidade agrícola, como acontece na Ásia Central.

Por sua vez, as areias, levantadas quase na vertical por movimentos turbilhonares, descrevem trajectórias parabólicas mais ou menos longas, devido à acção conjugada da energia eólica e da força de gravidade. Isto significa que o vento as transporta até uma certa altura e as empurra para diante, ao mesmo tempo que por acção da gravidade são forçadas a descer.

Chegadas ao solo, embatem noutras, que se encontram em repouso, o que as obriga novamente a elevar-se, e assim sucessivamente até que a redução da velocidade do vento ou algum obstáculo paralise o processo e as faça depositar. Esta forma de deslocamento designa-se por saltação.

Quanto aos fragmentos maiores, o vento é incapaz de os levantar, movimentar ou transportar. Contudo, os sucessivos embates a que são sujeitos pela queda dos mais pequenos obrigam-nos a deslocar-se progressivamente no sentido do vento. A este deslizamento dá-se o nome de reptação.

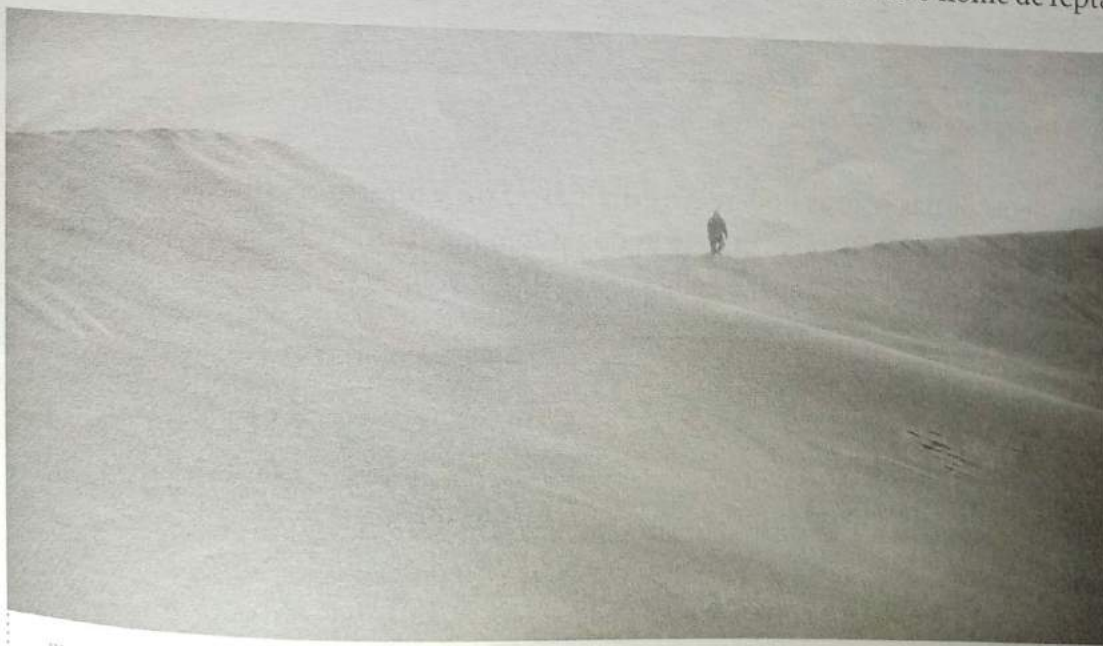


Fig. 42 Deslocamento de detritos por suspensão.

Neste processo, o vento é um elemento altamente selectivo, sobretudo quanto ao tamanho do material transportado, visto que as dimensões dos detritos que é capaz de remover dependem da sua velocidade, o que se reflecte no carácter calibrado dos grãos que formam as acumulações arenosas dos desertos.

Corrasão

A corrasão consiste, basicamente, no desgaste das rochas por acção do vento, que, armado de detritos, especialmente areias quartzosas, as atira contra as superfícies rochosas. Assim, a rocha viva, exposta à acção da areia eólica, pode ser intensamente escavada, esfarelada, alveolada, polida ou estriada, conforme a sua textura, dureza e coerência. Este processo de desgaste é mais violento nas rochas brandas ou pouco coerentes e menos violento nas rochas não brandas.

A corrasão é sobretudo importante junto ao solo, porque a carga progressiva, mais eficaz, transportada pelo vento, diminui a partir de certa altura, normalmente entre um a dois metros do solo. Por isso, os grandes blocos apresentam-se, frequentemente, corroídos da base para o topo, o que lhes confere a forma de cogumelo, daí a designação de rochas-cogumelo.

A acumulação: as dunas eólicas

Quando o vento diminui de velocidade/intensidade ou encontra algum obstáculo (bloco rochoso ou tufo vegetal), larga a sua carga e deposita-a, dando origem a extensas superfícies de acumulação de areia, mais ou menos rugosas ou onduladas, tomando, no seu conjunto, a designação de dunas.

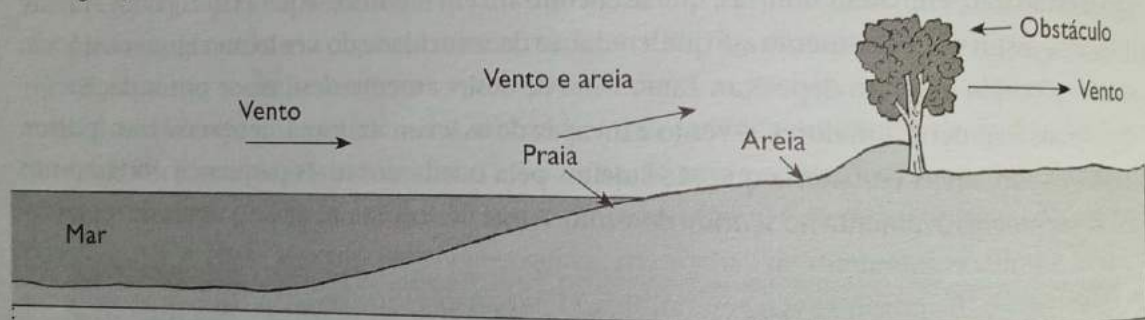


Fig. 43 Esquema de uma duna.

Apesar de as dunas eólicas poderem assumir aspectos e dimensões diversos, consideraremos aqui dois tipos principais: as barkanes e as dunas longitudinais. As barkanes são dunas móveis, em forma de crescente (meia-lua) e com a convexidade voltada para o vento.

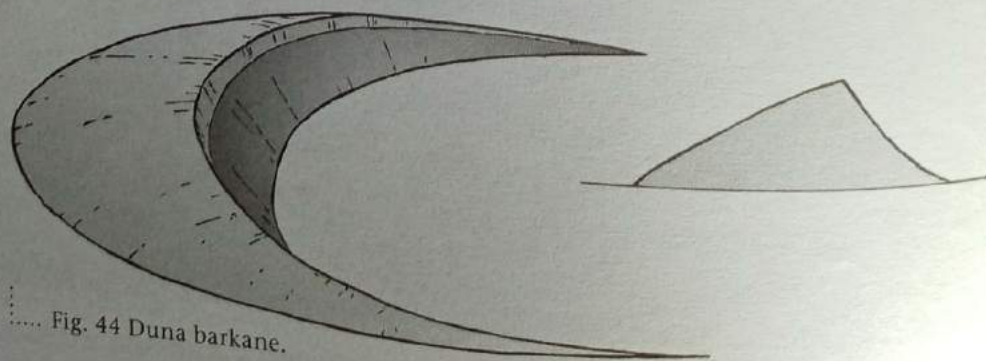


Fig. 44 Duna barkane.

Construídas a partir da acumulação de areia transportada pelos ventos dominantes, o perfil transversal das dunas barkanes apresenta três secções bem distintas: uma vertente suave – voltada para o lado onde sopra o vento (barlavento); outra abrupta – voltada para o lado oposto onde sopra o vento (sotavento) e a terceira aguda – que corresponde à intersecção das duas vertentes.

As dunas longitudinais são geralmente muito extensas e altas, chegando a atingir os 100 metros de comprimento e mais de 200 metros de altura. Alongadas na direcção dos ventos dominantes e praticamente imóveis, dispõem-se paralelamente entre si e cobrem vastas superfícies dos desertos.

Quando a velocidade do vento abranda e, portanto, a sua capacidade de transporte diminui, as dunas podem ser colonizadas pela vegetação, que passa a constituir um obstáculo à deflação. O enfraquecimento deste processo de trabalho eólico favorece o incremento da ocupação vegetal, que acaba por imobilizar as dunas, as quais passam, desta forma, a designar-se por dunas fixadas.

Geralmente, os grãos de areia encontram-se cimentados uns nos outros por uma película calcária, argilosa ou outra, originando dunas consolidadas.

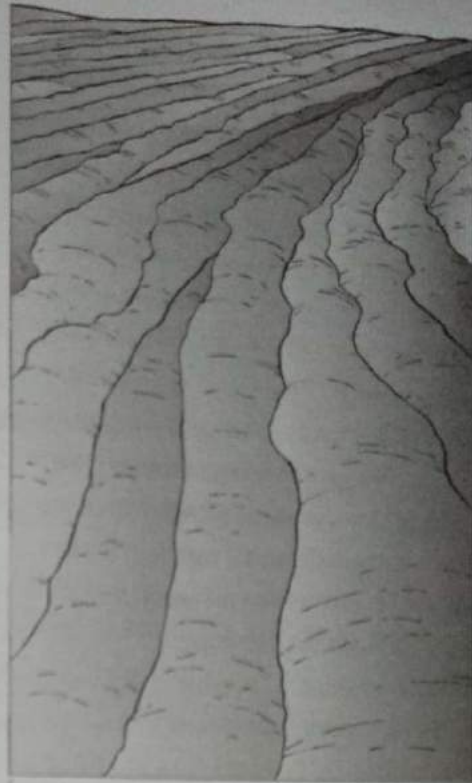


Fig. 45 Esquema de dunas longitudinais.



Fig. 46 Esquema de uma duna consolidada.

A erosão hídrica

O poder erosivo da água advém, sobretudo, da intensa meteorização que a precede, do carácter concentrado e torrencial das chuvas e da escassez ou ausência de vegetação.

A escorrência constitui um poderoso agente erosivo, podendo transformar mais profundamente o relevo em algumas horas do que qualquer outro agente durante um período longo.

Fora das torrentes e de outros cursos de água, de leito mais ou menos bem definido, a escorrência superficial das águas pluviais assume duas formas. Por um lado, quando as chuvas não são abundantes, a água escoar ao longo de múltiplos sulcos pouco profundos – é a escorrência difusa. Por outro lado, quando as chuvas são de carácter torrencial, curtas e muito abundantes, o que é comum nas regiões montanhosas e temperadas, onde a escorrência se faz sob a forma de uma espessa toalha líquida, geralmente carregada de detritos, esta designa-se por manto de inundação.

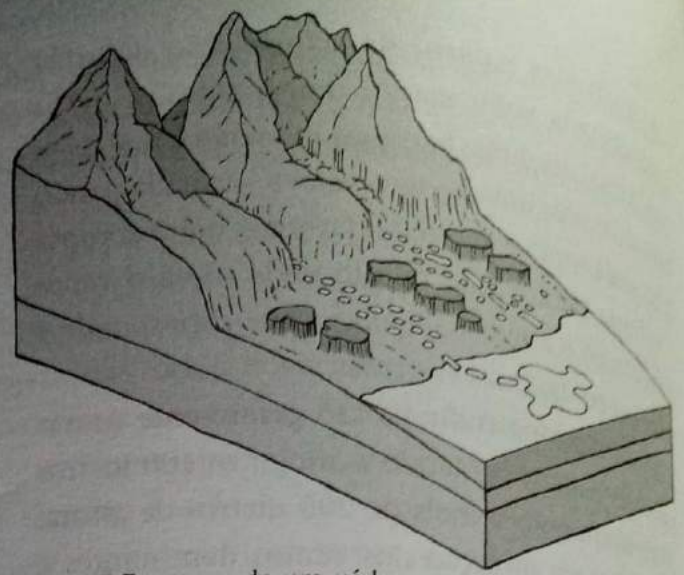


Fig. 47 Esquema de um uêde.

Em relação ao escoamento fluvial, este assume duas dimensões: uma, em que os cursos de água são curtos e intermitentes e cujo caudal diminui, regra geral, de montante para jusante, devido à evaporação e à infiltração da água, designada por uêdes; outra em que os cursos de água são permanentes, apresentando um caudal grande, o que lhes permite atingir o mar, apesar das enormes perdas provocadas pela evaporação e pela infiltração. É o caso do rio Nilo, alimentado pelas abundantes chuvas monçónicas da Etiópia, e do rio Colorado, cuja alimentação advém das chuvas moderadas das Montanhas Rochosas.

A erosão marinha

O mar constitui um poderoso agente de erosão. Modela o relevo de duas formas: erosão e deposição. A acção modeladora do mar faz-se sentir sobretudo na linha de costa, que pode ser considerada como a superfície de contacto entre o mar e a terra. No sentido geomorfológico do termo, esta área abrange:

- toda a área compreendida entre a maré alta e a maré baixa;
- a zona situada acima do nível da maré alta directamente influenciada pelas águas marinhas: arribas e superfície atingida pelos chuviscos provocados pelo rebentamento das ondas durante os temporais violentos;
- a superfície permanentemente submersa, onde se fazem sentir os efeitos das ondas.

Na **erosão**, as ondas (deformações móveis da superfície da água, regra geral provocadas pelo vento) actuam através da força hidráulica e por compressão do mar dentro das fendas das rochas.

Contudo, mais eficaz é a abrasão levada a cabo com materiais arrancados à costa e novamente arremessados contra ela, num ciclo vicioso. Outro aspecto a considerar está relacionado com a dissolução que as águas expelidas pelas ondas desempenham no modelado litoral, sobretudo nas costas calcárias.

Quanto à **deposição**, esta verifica-se quando a agitação das águas diminui, e é naturalmente selectiva pois os detritos de maiores dimensões são os que ficam em repouso e os de menor dimensão continuam a ser transportados pela força das ondas ou pelas correntes.

A erosão glacial

Nas altas montanhas e nas zonas polares, as precipitações atmosféricas ocorrem geralmente sob a forma de neve. Formam-se nessas regiões, deste modo, grandes acumulações de neve que dão origem a grandes massas sólidas de gelo: os mantos de gelo, ou *inlandsis*, e os glaciares alpinos.

Os glaciares são o mais activo dos agentes de erosão. No processo de desgaste, a erosão glaciária processa-se através dos materiais rochosos que os glaciares transportam e que lhes são fornecidos pelo leito e pelas vertentes do vale glaciário. Outro processo de escavamento efectuado pelos glaciares consiste no arrancamento de blocos ao leito e às margens, principalmente quando o declive é acentuado.

A acumulação dos glaciares obedece às diferentes leis da acumulação fluvial, o que se explica pela diferença do estado físico da água. Ou seja, enquanto a água no estado líquido, pela sua característica de fluidez, contorna e ultrapassa facilmente os obstáculos, a água no estado sólido (gelo) exerce constantemente sobre estes uma força de pressão elevada no sentido do movimento.

Concluindo, a acção dos glaciares dá origem às diferentes formas do modelado glaciário, sendo de destacar os circos glaciários, os vales glaciários, os vales suspensos e os fiordes.

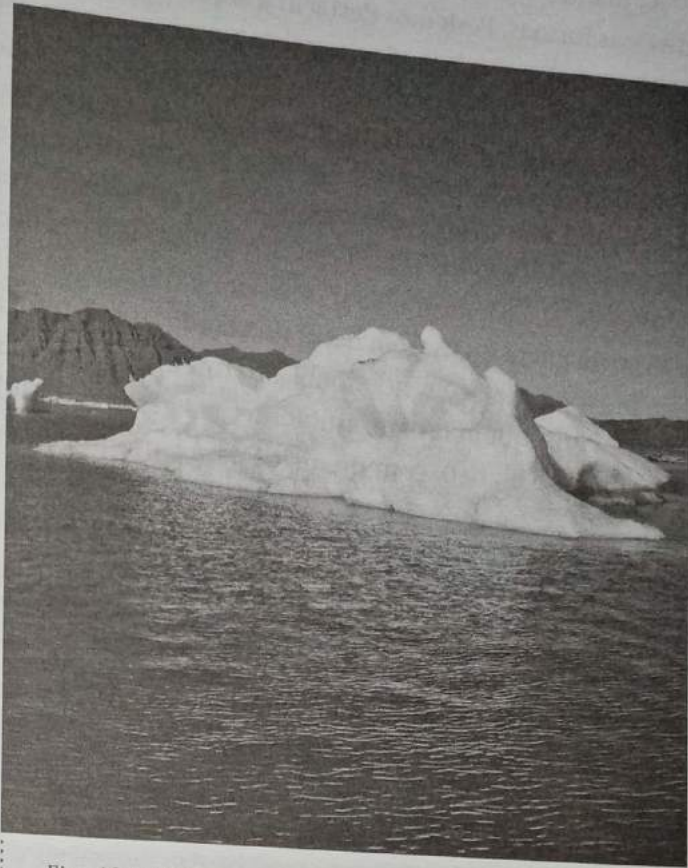


Fig. 48 Icebergues a flutuar no mar.

A erosão biológica

Os seres vivos, animais, plantas e o próprio Homem, agem no modelado terrestre, criando ou transformando o relevo.

Muitos animais abrem fendas ou orifícios no solo e nas rochas, facilitando a penetração da água. Tal acto exacerba o processo de decomposição dos materiais rochosos. É o caso das minhocas, do tatu e de várias formigas, além dos moluscos que vivem à beira-mar.

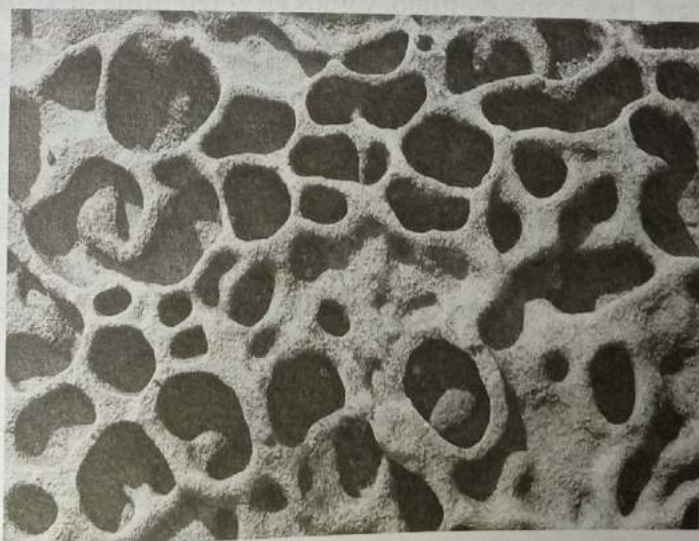


Fig. 49 Erosão de rocha provocada por moluscos.

As plantas também participam na transformação do modelado. A sua acção manifesta-se de diversas formas. Podemos destacar a acção mecânica do crescimento das raízes, que exerce força sobre as rochas, acelerando a sua desagregação – acção destrutiva. Entretanto, a cobertura vegetal realiza também um trabalho de conservação do modelado, dificultando a erosão do solo e protegendo-o da acção destruidora de outros agentes erosivos, como as chuvas e o vento.

Evidentemente, o Homem é o maior agente de transformação do modelado, passando a actuar cada vez mais sobre o relevo terrestre de forma directa ou indirecta.

Através da agricultura, da indústria, da construção de habitações, estradas, ferrovias e portos, o Homem altera a paisagem natural, criando, assim, uma nova paisagem, a paisagem humanizada, que provoca alterações no modelado. Infelizmente, e com muita frequência, a sua acção produz graves consequências no ambiente, ao gerar desequilíbrios climático-ecológicos (como o aquecimento global), com prejuízos para a própria espécie humana.

Actividades

1. As formas de modelado dependem das propriedades físicas e químicas das rochas. Justifica esta afirmação.

2. O clima é um aspecto importante a considerar nas formas de modelado terrestre. Porquê?

4.6.3 A acção do mar

A costa e o modelado litoral

O actual traçado do litoral resulta dos movimentos tectónicos da crosta terrestre, das oscilações do nível do mar durante as glaciações da Era Quaternária e da erosão marinha.

Principais tipos de costas e suas características

Várias são as classificações das costas de acordo com os diversos critérios que lhes servem de base. Para o nosso estudo, vamos levar em linha de conta os critérios genéticos e morfológicos.

Principais tipos de costas	Principais características
Costas de rias	São costas muito recortadas e de traçado extremamente regular. Trata-se de costas estuarinas, de imersão parcial do antigo relevo costeiro devido à subida do nível do mar ou ao afundamento das massas continentais adjacentes ao litoral.
De fiordes	São costas que remontam aos períodos glaciares ocorridos na Era Quaternária e caracterizam-se por ser geralmente altas e abruptas, rochosas e entalhadas por numerosos e profundos vales glaciários inundados pelo mar. De grande irregularidade estas costas estão bem representadas no extremo norte da Europa e da América do Norte (Noruega, Escócia, Patagónia, Alasca, Terra Nova e Labrador, Islândia, Sul do Chile e Nova Zelândia).

Costas neutras	Formam-se através do processo de acumulação de sedimentos marinhos originários de acumulação, vulcânicas e de falha.
Costas estruturais	Resultam da disposição do relevo como consequência da subida do nível do mar ou do abaixamento da parte continental. Ao subir de nível, as águas invadem as depressões (sinclinais, no relevo dobrado e graben, na estrutura falhada), que se transformaram em golfos, baías ou canais. Por seu lado, a parte superior dos anticlinais e dos horsts emerge da água, constituindo cabos, penínsulas e ilhas. Se as linhas de relevo continental adjacente ao mar forem paralelas à costa (estrutura longitudinal), a costa diz-se dálmata, e caso as linhas sejam perpendiculares à costa (estrutura transversal), a costa diz-se ansa ou atlântica.
De planícies	Constituem costas de emersão resultantes do levantamento da plataforma continental, assim como da descida do nível do mar. Devido à pequena profundidade do mar e à fragilidade do relevo costeiro, a acumulação torna-se dominante. Como se verifica intensa acumulação de aluviões, formam-se praias e cordões litorais. As dunas também constituem morfologias dominantes neste tipo de costas, principalmente onde o vento sopra do mar para terra. Este género de costas está bem representado nas bordaduras dos golfos da Guiné e do México, no mar Báltico, no mar do Norte e em Madagáscar.
Costas de vertentes escarpadas	Resultam da emersão de uma área submersa e apresentam um relevo de vertentes altas e íngremes, situado a pouca distância da linha da costa. Estas costas formam-se através do processo de regressão e de transgressão marinha. São características da região oriental da Suécia e da Finlândia.
De acumulação	Estas podem ser costas de leques fluviais e de deltas. As primeiras têm origem na deposição de sedimentos arrancados pela acção dos rios, apresentando uma forma curva, com características de cone de dejecção. No caso das costas em delta, os rios transportam muitos sedimentos erodidos ao longo do seu percurso e, devido à fraca energia marinha, os materiais acumulam-se quando chegam à foz. Os detritos acumulados dão origem ao aparecimento de pequenas áreas com um amontoado de sedimentos, que pouco a pouco vão formando ilhas.
Costas vulcânicas	Resultam de um erupção vulcânica que pode ocorrer junto à costa. Esta apresenta formas semelhantes às dos vulcões, adquirindo, na maior parte dos casos, o aspecto de ilhas.
De falha	Resulta de uma falha. Esta estrutura falhada surge quando acontece um afundamento do bloco continental virado para o mar, ou se se registar uma elevação do bloco levantado.
De calanques	São costas de submersão talhadas sobre os relevos costeiros calcários. Apresentam-se sob a forma de depressões profundas, mas pouco extensas, e fechadas, a montante, por um abrupto calcário, que corresponde, em geral, a dobras ou falhas, porque os cursos de água que nelas se instalaram e as rebaixaram não tiveram tempo suficiente para regularizar os perfis dos respectivos vales, antes da invasão das águas marinhas. São costas típicas do Mediterrâneo.
De arribas	São costas altas, mais ou menos rectilíneas e muito íngremes, talhadas em rochas brandas, como areia e argila, ou muito fissuradas e facilmente escavadas na base.

Fig. 50 Principais tipos de costas e suas características.

4.7 Características do relevo nas diferentes regiões bioclimáticas

Ao longo das eras geológicas, a crosta terrestre sofreu múltiplas deformações, com a consequente edificação de estruturas muito diversificadas, a que correspondem formas de relevo variadas, em função não só dessas estruturas como também da acção modeladora de vários agentes erosivos, com especial relevância para a chuva, o gelo, o mar, os rios, as oscilações térmicas e os seres vivos, entre os quais se destaca o próprio Homem.

Essas estruturas, e os relevos a elas associados, não se distribuem ao acaso, agrupando-se em regiões segundo os tipos de climas que aí vigoram:

Regiões bioclimáticas	Principais características do modelado
Intertropicais	Nestas regiões, as quedas pluviométricas variam de fortes a moderadas, a cobertura vegetal é pouco densa e notam-se duas estações nítidas: uma chuvosa e outra seca, sendo comum o fenómeno de termoclastia. Estas condições favorecem o processo erosivo (desgaste, transporte e deposição dos sedimentos). Observam-se formas residuais de vertentes abruptas e escarpadas, que atingem, por vezes, centenas de metros de altitude, os inselbergues ou montes-ilhas, mais comuns em Manica e em Nampula (Moçambique).
Temperadas	O clima temperado apresenta, nos seus aspectos gerais, características intermédias entre os climas quentes e frios. Nesta zona climática, a desagregação das rochas processa-se a uma velocidade média, comparativamente com outras zonas climáticas. A acção das águas correntes é mais notória do que quaisquer outros agentes erosivos. Após a sua queda, a água das chuvas toma, de acordo com o tipo de rocha e a cobertura vegetal, três destinos distintos: uma parte infiltra, outra regressa à atmosfera por evaporação e outra escorre à superfície, constituindo águas de escorrência. Em resultado da força desenvolvida pelo seu movimento, estas águas constituem poderosos agentes erosivos e, conseqüentemente, originam diversas formas de relevo, como as ravinas, agrupamentos de blocos e chaminés de fada.
Frias	O clima destas regiões caracteriza-se por temperaturas baixas (valores negativos). Os Invernos são longos e rigorosos, enquanto os Verões são quase inexistentes. As precipitações ocorrem com mais frequência sob a forma de neve, que o relativo calor não consegue fundir, e a neve perpétua acumula-se formando grandes blocos de gelo - os glaciares. Os glaciares deslocam-se em direcção às áreas mais baixas, erodindo e transportando, conforme o volume, os materiais que encontram ao longo do trajecto, para finalmente os depositarem nas áreas mais baixas.
Áridas e semi-áridas	Regiões caracterizadas essencialmente por temperaturas elevadas, grandes amplitudes térmicas diárias, grande escassez de precipitações e reduzida cobertura vegetal. Devido a estas características, o processo de meteorização química afigura-se lento e longo, sendo uma zona dominada fundamentalmente pela meteorização mecânica. Três fenómenos são responsáveis pela desagregação das rochas: a termoclastia, a haloclastia e a crioclastia. No entanto, o vento é o principal agente modelador do relevo e a sua acção traduz-se principalmente na deflação, corrosão e acumulação. O desenvolvimento da erosão eólica dá lugar a várias formas de relevo típicas destas regiões, como é o caso das dunas, dos regs, dos ergs, das hamadas, das rochas-cogumelos e dos inselbergues.

..... Fig. 51 Modelado das regiões bioclimáticas.

4.8 O ciclo geológico

Os agentes da geodinâmica externa e interna modelam constantemente a superfície terrestre mediante um conjunto de acções geológicas que se sucedem com um determinado ritmo e ordem. Esta sequência de acções transformadoras das rochas designa-se por ciclo geológico (fig. 52).

Cada ciclo geológico compreende três estágios essenciais: a orogénese, a gliptogénese e a litogénese.

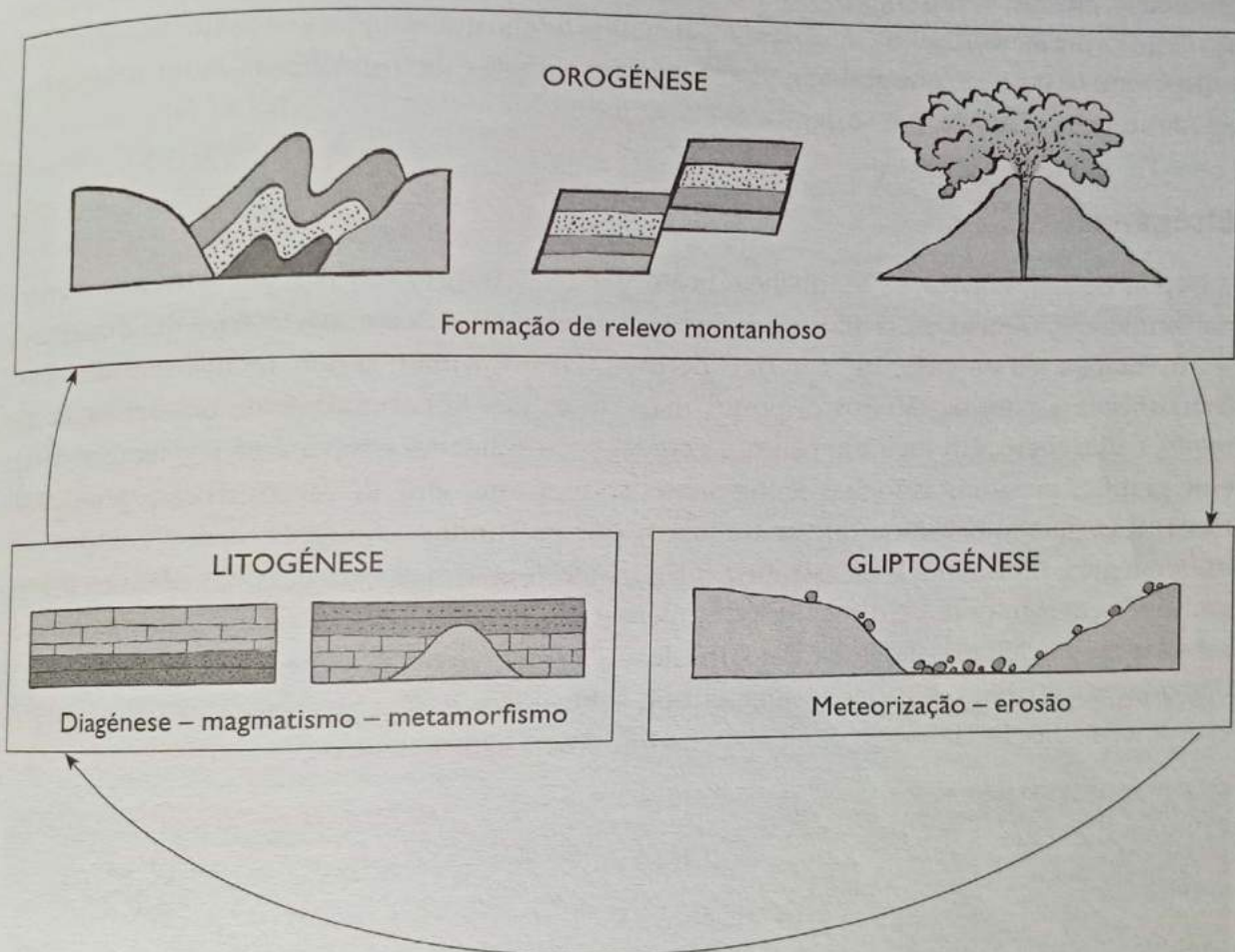


Fig. 52 Esquema simplificado do ciclo geológico.

Fases do ciclo geológico

Orogénese

Os agentes endógenos são os responsáveis pelos grandes acidentes da superfície terrestre. Os movimentos tectónicos, submetendo os materiais rochosos às enormes forças compressivas, provocam grandes deformações nos mesmos, que se manifestam pela edificação das grandes cadeias montanhosas enrugadas e pelos relevos falhados.

Os vulcões, ao expelirem para o exterior enormes quantidades de materiais em fusão, constroem extensos mantos basálticos, por vezes sob a forma de espessos planaltos e montes vulcânicos com formas e altitudes diversificadas. Por seu turno, os sismos estão na origem de estruturas falhadas.

Gliptogênese

A edificação dos grandes relevos de origem tectónica implica deslocamentos verticais ascendentes de materiais oriundos de zonas profundas da Terra, onde permaneciam provavelmente em equilíbrio com as características do ambiente onde se formaram.

Quando estes materiais emergem à superfície (onde as condições ambientais, sobretudo de pressão e de temperatura, são tão diferentes das da zona de origem), o equilíbrio rompe-se, passando a ficar sujeitos à intensa acção dos agentes exógenos (radiação solar, oscilações térmicas, humidade, chuvas, vento, águas correntes, mar, seres vivos e até o próprio Homem). As rochas são desta forma meteorizadas e desgastadas, ao mesmo tempo que as águas e os ventos transportam e dispersam os detritos, que acabam, por acção da gravidade e da insuficiência da força daqueles agentes transportadores, por se depositar e acumular.

Litogênese

Depois de acumulados, os sedimentos ficam sujeitos a transformações: primeiro a pequenas profundidades, onde ocorrem reajustamentos mineralógicos: a compactação, a desidratação e a cimentação. Neste caso, os materiais detríticos transformam-se em rochas sedimentares (estratificadas), com os estratos dispostos mais ou menos horizontalmente, ocorrendo, deste modo, a diagénese. Em segundo plano, a grandes profundidades e sob a acção de temperaturas e de grandes pressões, as rochas sedimentares sofrem uma série de acções físicas, químicas e mecânicas (metamorfismo), que se traduzem por profundas alterações na sua composição mineralógica, na textura e na estrutura, originando rochas metamórficas. Os oceanos são os grandes receptáculos dos sedimentos provenientes do desgaste dos continentes, a que se juntam substâncias precipitadas da água e restos insolúveis de seres vivos marinhos. Todos estes materiais dão origem a espessas camadas geológicas, que, submetidas às forças tectónicas, são de novo por elas deformadas, iniciando-se desta maneira um novo ciclo geológico.



..... Fig. 53 Rocha sedimentar vulcânica.

4.9 Importância do relevo

O relevo sempre foi um aspecto da superfície terrestre importante para o Homem, devido à sua beleza, imponência ou forma. Essa importância estende-se à influência que exerce na ocupação humana do solo, em especial na construção de habitações e outras edificações, de vias de comunicação, no exercício da prática agrícola e pecuária, entre outras.

O reconhecimento da importância do relevo pode ser inferido pela atenção que é dada actualmente ao seu estudo na elaboração de planos e projectos, essencialmente em matéria de ordenamento espacial e territorial, que necessitam, cada vez mais, de explicitar os possíveis impactos ambientais que serão decorrentes da sua implantação.

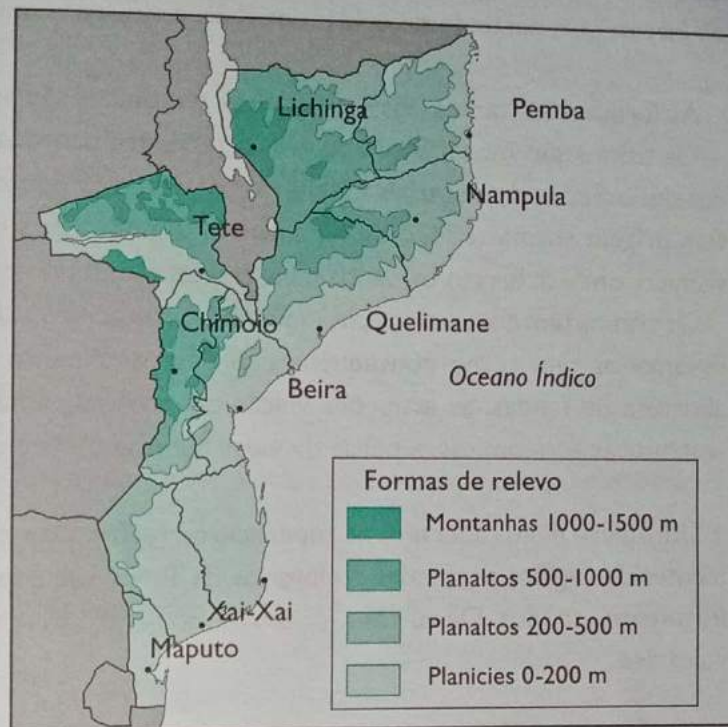


Fig. 54 O relevo em Moçambique.

Vamos recordar...

O estudo da Geologia e da Geomorfologia permite conhecer, analisar e interpretar diversos processos e fenómenos relacionados com a evolução e aproveitamento económico da litosfera.

As rochas, de acordo com a sua origem, classificam-se em três grandes grupos: rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas. As rochas magmáticas resultam do arrefecimento e da consequente solidificação dos magmas e dos materiais em estado de fusão existentes no interior do Globo. As rochas sedimentares são rochas exógenas resultantes da acumulação de materiais, em lugares imersos ou emersos, provenientes da desagregação de outras rochas. As rochas metamórficas têm origem na alteração das rochas ígneas e sedimentares submetidas a grandes pressões e a altíssimas temperaturas. O fenómeno que resulta da destruição das rochas chama-se erosão. Os agentes erosivos são o vento, a chuva, as águas correntes, o mar, alguns seres vivos, as variações de temperatura, entre outros.

A estrutura interna da Terra compreende a crosta, o manto e o núcleo.

A teoria da deriva dos continentes foi concebida por Alfred Wegener, em 1912. A essência desta teoria refere que, no princípio, a Terra era constituída apenas por um continente denominada Pangeia, rodeado por um oceano, que se chamava Pantalassa. Com a passagem do tempo,

o supercontinente Pangeia foi-se desmembrando e deu origem a blocos. O desmembramento foi continuando até que se formaram os actuais continentes. Em 1967, surgiu a Teoria da Tectónica de Placas, que, partindo de evidências reais e visíveis, explica a deriva dos continentes.

As formas resultantes dos movimentos tectónicos são as falhas e as dobras.

Os sismos são movimentos da crosta terrestre provocados pelas ondas sísmicas resultantes das deslocações de materiais no interior da Terra. O ponto no interior da Terra onde um sismo tem origem chama-se foco ou hipocentro. O ponto na superfície da Terra, na vertical do foco sísmico, onde ocorrem os danos mais graves, tem o nome de epicentro.

Os sismos têm como causas os movimentos tectónicos, o vulcanismo e os desabamentos. Estes fenómenos têm como consequência: o desprendimento de terras, as avalanches de neve, a abertura de fendas, as erupções vulcânicas e os tsunamis, provocando a destruição de infra-estruturas económicas, a perda de vidas humanas, entre outros.

Um vulcão é uma abertura na superfície terrestre. Da sua cratera libertam-se materiais provenientes de regiões profundas do interior da Terra, sob a forma de lavas, cinzas, gases, vapores e fragmentos sólidos. Os vulcões, de um modo geral, são compostos por chaminé, cratera e cone vulcânico.

A meteorização é o processo de alteração mecânica, química e biológica que as rochas sofrem devido à acção dos agentes atmosféricos. A alteração mecânica corresponde à desagregação das rochas, resultante da actuação desses agentes. A alteração química verifica-se quando existe transformação da rocha ao nível da sua constituição química. A alteração biológica está relacionada com o modo como os animais e as plantas agem no modelado terrestre, criando ou transformando o relevo. Estes, ao viverem nas rochas, pressionam-nas e originam fendas. Os detritos ou sedimentos desagregados, deslizam, sob a acção da gravidade, em superfícies inclinadas, lentamente, ocorrendo assim um fenómeno chamado reptação ou *creeping*. Em regiões de climas frios, o deslocamento pode atingir extensas áreas – a este fenómeno dá-se o nome de solifluxão.

O deslizamento de terras ocorre de duas formas: uma lenta e outra rápida.

As diferentes formas que a costa apresenta são resultado principalmente da erosão marinha. O modelado costeiro está intimamente relacionado com os períodos glaciares e interglaciares, o que concorre para a existência de diferentes tipos de relevo ao longo da franja litoral, nomeadamente as costas de emersão, as costas neutras e as costas de falhas.

Os agentes da geodinâmica externa e interna modelam constantemente a superfície terrestre mediante um conjunto de acções geológicas que se sucedem com um determinado ritmo e uma certa ordem. Esta sequência de acções transformadoras das rochas designa-se por ciclo geológico, que compreende três estágios essenciais: a orogénese, a gliptogénese e a litogénese.

Uma vez que a litosfera é importantíssima para a vida humana, é cada vez mais imperioso que o Homem assuma uma atitude de preservação e cuidado para com o ambiente que o cerca.

Ficha de avaliação

1. Procura definir os conceitos seguintes:
 - a) litosfera;
 - b) metamorfismo;
 - c) agentes de geodinâmica externa e interna.
2. Explica por que razão a Geologia recorre a ciências como a Física, a Química, a Matemática, a Astronomia, a Geografia e a Biologia para levar a cabo o estudo da Terra.
3. Justifica a importância dos minerais.
4. Compara, resumidamente, o processo de formação das rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas.
5. Dá exemplos de rochas sedimentares que conheças.
6. Explica a importância dos métodos de investigação indirectos para o estudo da constituição interna do Globo terrestre, atendendo aos contributos:
 - a) da sismologia;
 - b) das anomalias gravimétricas;
 - c) da variação da intensidade com a profundidade;
 - d) das variações térmicas em profundidade;
 - e) do magnetismo terrestre;
 - f) dos meteoritos.
7. Refere as principais características das três zonas que compõem a estrutura interna da Terra.
8. Descreve, resumidamente, a Teoria de Wegener sobre a deriva dos continentes.
9. Identifica os argumentos usados por Wegener para defender a sua tese.
10. Explica a razão pela qual a teoria de Wegener foi criticada por outros estudiosos da sua época.
11. Descreve o outro postulado que foi formulado para explicar a deriva dos continentes.
12. Esboça um Globo terrestre indicando, nele, o modelo da deriva dos continentes.
13. A Teoria das Placas Tectónicas, ao aglutinar uma série de evidências reais e concepções geológicas e geofísicas, gerou controvérsia no seio dos geólogos sobre a deriva dos continentes. Tenta explicar o porquê desta controvérsia.

14. Indica as placas litosféricas que conheces. Esboça um mapa da Terra identificando essas placas.
15. Refere os pressupostos básicos da Teoria das Correntes de Convecção.
16. Diz o que entendes por estruturas falhadas e dobradas. Explica os mecanismos da formação das falhas e das dobras.
17. Identifica os principais elementos de um relevo falhado.
18. Diferencia sismo de vulcão quanto ao conceito, às causas e às manifestações.
19. À luz da Teoria da Tectónica das Placas, explica a origem dos sismos e dos vulcões.
20. Estabelece a diferença entre epicentro e hipocentro.
21. Explica porque se diz que a distribuição das faixas sísmicas do Globo seguem sensivelmente as zonas de contacto das placas tectónicas.
22. Identifica o factor do qual depende a propagação das ondas sísmicas.
23. Há uma ligação estreita entre as zonas sísmicas e as zonas vulcânicas. Comenta esta afirmação.
24. Aponta as vantagens e as desvantagens dos sismos e dos vulcões.
25. Identifica os efeitos dos deslizamentos de terras.
26. Diferencia meteorização de erosão.
27. Identifica os principais agentes externos modeladores do relevo e explica-os.
28. As formas de modelado dependem das propriedades físicas e químicas das rochas. Justifica esta afirmação.
29. O clima é um aspecto importante a considerar nas formas de modelado terrestre. Explica a razão de ser da afirmação anterior.

30. Os seres vivos agem no modelado terrestre, criando ou transformando o relevo.
 - 30.1 Explica como é que o Homem interfere na génese e transformação do relevo.
 - 30.2 Identifica os principais agentes externos modeladores do relevo.
 - 30.3 Explica a acção das chuvas, mares e rios na modelação do relevo.
31. Compara as formas de relevo nas regiões bioclimáticas intertropicais e frias.
32. Define ciclo geológico.
 - 32.1 Esboça o esquema do ciclo geológico e explica o seu mecanismo de funcionamento.
33. Justifica a importância do estudo do relevo.

Trabalho de campo

- I. Na companhia do professor de Geografia, procura conhecer as rochas da região onde vives. Para tal, faz uma recolha de amostras de rochas em locais previamente identificados.

Colheita de amostras de rochas

Local: escavações, estradas em construção, pedreiras, litoral, afloramentos naturais.

Material: martelo (de preferência do tipo usado pelos geólogos), escopro, bloco de notas, folha de papel, caneta e sacola.

Procedimento:

- Regista, no bloco de notas, a localização das rochas e o modo como elas se apresentam.
- Tenta arranjar amostras pequenas, utilizando, se necessário, o martelo e o escopro. Colhe o material estritamente necessário, de modo a contribuíres para a conservação da Natureza.
- Embrulha cada amostra em papel branco e regista nele a data e o local da colheita.

Observação das amostras colhidas

Material: amostras de rochas, lupa, ácido clorídrico, vareta.

Procedimento:

- Investiga, em cada uma das amostras, com o tacto, o olfacto e a visão, e utilizando a lupa, as propriedades indicadas na coluna A do quadro seguinte.
- Para cada propriedade, compara a tua amostra com os exemplos da coluna B.
- Faz o registo das propriedades observadas em cada amostra de rocha, preenchendo os espaços respectivos na coluna C.

A	B		C		
	Exemplo de rochas para comparação		Amostras de rochas		
Algumas propriedades das rochas			1	2	3
Coerência – se a rocha é constituída por grãos soltos (não coerente) ou por grãos unidos (coerente)	Não coerente	Coerente			
Com aspecto maciço ou laminado	Laminada	Maciça			
Cor – apresenta com predominância a cor «cinzenta» quando observada a uma certa distância	Branca	Cinzenta			
Dureza – facilmente ou não facilmente riscável com a unha	Riscável com a unha	Não riscável com a unha			
Cheiro – com cheiro ou sem cheiro a barro, quando bafejado	Bafejando	Cheirando			
Reacção com ácido – se faz ou não efervescência. Atenção: utiliza ácido na presença do professor	Faz efervescência	Não faz efervescência			
Textura – com cristais visíveis a olho nu, ou sem cristais visíveis	Cristais visíveis a olho nu	Sem cristais visíveis			

Identificação de rochas

► Procedimento:

Descobre o nome de cada amostra de rocha observada utilizando a chave dicotómica.

Para utilizares a chave dicotómica:

- Repara que as frases se referem a propriedades das rochas e aparecem sempre duas a duas.
- Inicia a escolha verificando que frase se aplica à rocha que pretendes identificar.

O número que encontrares no final da frase escolhida indicar-te-á a chaveta que deves seguir e onde terás de escolher novamente uma das frases. Procede deste modo até encontrares o nome da rocha.

Tabela – Chave dicotómica para identificação de rochas

	Rocha constituída por grãos soltos _____	1
	Rocha não constituída por grãos soltos _____	2
1	Rocha constituída por grãos < 2 mm (em média) Rocha constituída por grãos > 2 mm (em média)	Areia Cascalho
2	Rocha fortemente laminada _____ Rocha maciça ou pouco laminada _____	Xisto 3
3	Rocha que, quando bafejada, cheira a barro _____ Rocha que, quando bafejada, não cheira a barro _____	4 5
4	Rocha que faz efervescência com ácidos _____ Rocha que não faz efervescência _____	Marga Argila
5	Rocha que faz efervescência com ácidos _____ Rocha que não faz efervescência _____	Calcário 6
6	Rocha geralmente de cor clara, com cristais visíveis _____ Rocha de cor escura, sem ou com raros cristais visíveis _____	Granito Basalto

II. Lê atentamente a frase e discute depois em grupo as questões seguintes.

A Terra, segundo os estudos mais recentes, é constituída por três camadas: crusta terrestre, manto e núcleo.

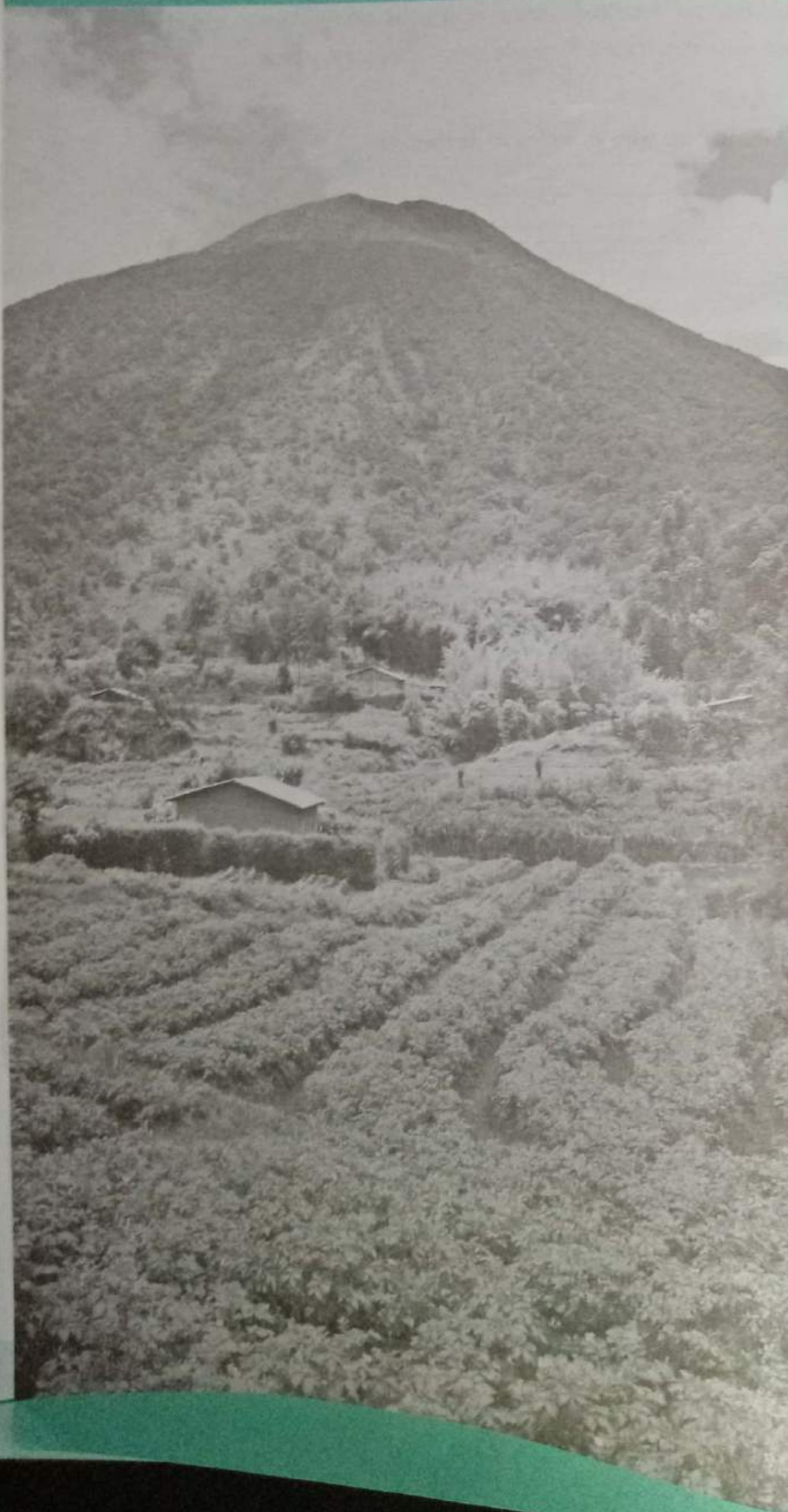
1. Explica onde se aplica o granito, o calcário, a argila, o basalto, o mármore e o xisto.
2. Lista as indústrias que utilizam areia.
3. Identifica as principais rochas existentes na tua região e as suas respectivas aplicações.
4. Faz a localização geográfica das principais rochas que abundam em Moçambique.

III. Utilizando plasticina de várias cores, ou barro, constrói um modelo que represente a Terra de acordo com a frase anterior.

1. Usando igualmente plasticina ou barro, constrói um modelo representando estruturas falhadas e enrugadas.
2. Utilizando um escantilhão, desenha um mapa-mundo, representando nele as principais regiões sísmicas e vulcânicas.

Unidade 5

Pedogeografia



No final desta unidade, deverá ser capaz de:

- definir os conceitos de Pedogeografia e solo;
- identificar o objecto e objectivos do estudo da Pedogeografia;
- conhecer o solo como componente da Geosfera;
- descrever o processo de formação do solo;
- identificar os factores de formação do solo;
- explicar a acção dos diferentes factores na formação do solo;
- caracterizar a composição, textura e estrutura do solo;
- classificar os diferentes tipos de solo segundo a sua zona de formação;
- explicar os critérios utilizados para a classificação dos solos;
- conhecer a localização e a distribuição geográfica dos solos;
- explicar a acção dos principais poluentes dos solos;
- identificar os principais problemas decorrentes das actividades humanas sobre o solo;
- propor e discutir medidas de mitigação dos problemas resultantes da poluição do solo;
- explicar a importância da conservação dos solos.

5.1 Os conceitos de Pedogeografia e de solo

A Pedogeografia é um ramo da Geografia Física. Ao estudar o solo, recorre a outras ciências, como a Geomorfologia, a Geologia, a Climatologia, a Química, a Biologia e, principalmente, a Pedologia.

A ciência que se dedica ao estudo dos solos, nomeadamente no que diz respeito à sua estrutura, composição, distribuição geográfica, propriedades e métodos da sua exploração sustentável designa-se Pedologia.

5.2 Formação e estrutura do solo

Sob a acção dos agentes externos (clima e seres vivos), as rochas alteram-se, dando origem ao solo, que constitui um complexo natural, mineral e orgânico resultante da desagregação e da decomposição química das rochas expostas à meteorização e de restos de matéria orgânica.

Embora apresentem uma composição variável, os solos são constituídos por uma parte sólida, formada por elementos minerais de diversos tamanhos e por elementos orgânicos, como bactérias, fungos, vermes, insectos e matéria orgânica em decomposição, e por uma parte líquida e outra gasosa que preenche os interstícios existentes entre as partículas rochosas.

Na formação de um solo a partir da rocha-mãe, de origem magmática (basalto, granito) ou de origem metamórfica (gneiss, xisto) ou sedimentar (calcário, arenito, areia), intervêm dois processos: a alteração da rocha-mãe e o fornecimento de matéria orgânica pelos seres vivos.

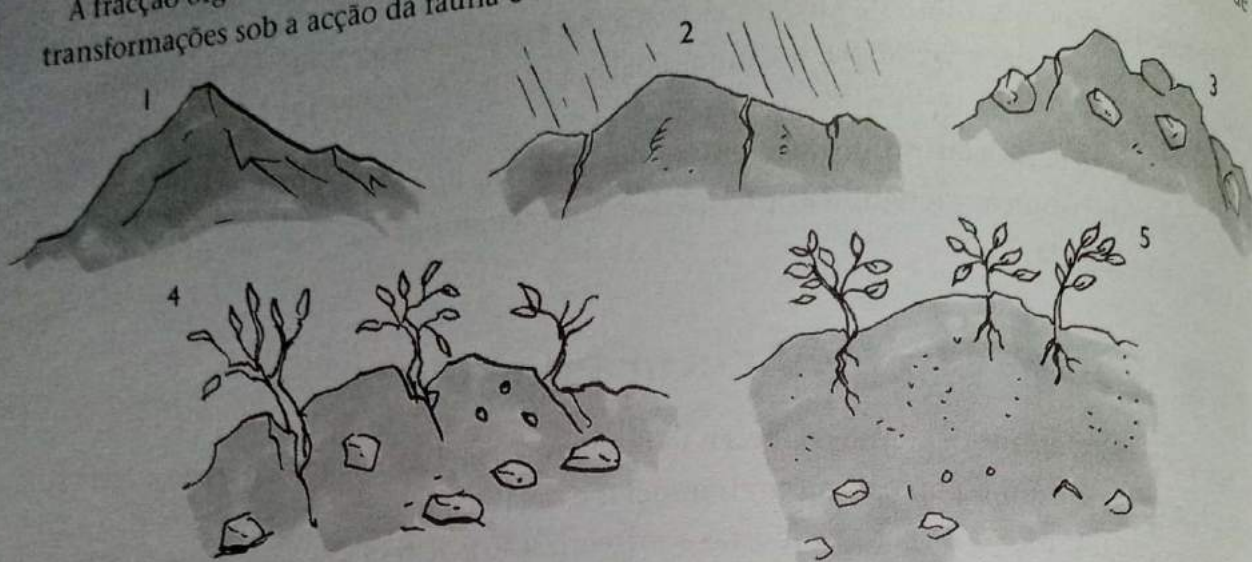
Formação do solo	Descrição
Alteração da rocha-mãe	A rocha-mãe sofre uma alteração segundo a sua natureza (composição química, estrutura), na qual a água, a temperatura e os seres vivos constituem os principais agentes desta alteração. A actuação conjunta destes agentes conduz a uma fragmentação da rocha-mãe e à transformação dos seus componentes iniciais em minerais simples. Por exemplo, a alteração da rocha-mãe granítica dá origem à areia e a formações de textura arenosa compostas por uma mistura de grãos de quartzo e de argilas, provenientes da hidrólise das micas e dos feldspatos, constituintes iniciais do granito.
Matéria orgânica dos seres vivos	A vegetação coloniza a rocha-mãe produzindo matéria orgânica através dos seus detritos, quer aéreos (folhas, ramos, caules, frutos), quer subterrâneos (raízes). Por exemplo, nas florestas equatoriais e temperadas, o fornecimento da matéria orgânica é abundante, pois a flora e a fauna destas regiões é muito desenvolvida.

Fig. 1 Descrição dos processos de formação do solo.

A reunião destes dois processos (alteração da rocha-mãe e fornecimento da matéria orgânica pelos seres vivos) conduz, lenta mas progressivamente, à combinação de fracções de matéria orgânica e mineral, em proporções variáveis, constituindo o complexo orgânico-mineral do solo.

A fracção mineral é composta por fragmentos da rocha-mãe, elementos coloidais (partículas muito finas de diâmetro inferior a 2 microns) provenientes da decomposição de silicatos da rocha-mãe e iões minerais, partículas móveis apresentando uma carga eléctrica negativa (aniões, exemplo: SO_4^{2-} e PO_4^{2-}) ou positiva (catiões, exemplo: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+), que se encontram quer em solução na água do solo, quer fixados nos elementos coloidais.

A fracção orgânica é fornecida ao solo pela vegetação e pelos animais, mas sofre uma série de transformações sob a acção da fauna e da microflora que se desenvolve no solo.



..... Fig. 2 Fases da formação do solo.

5.3 Factores que influenciam a formação do solo

Segundo Nanjolo e Abdul (2002), foi Dokuchaev, pedólogo russo e pai da Pedologia, quem determinou os solos como sendo um corpo natural e histórico resultante da interacção complexa de diferentes factores, como:

- **rocha matriz** ou **rocha-mãe** – pela sua composição química e estrutura;
- **clima local** – especificamente a precipitação e a temperatura, que exercem uma influência importante sobre a velocidade e o modo de decomposição das rochas, assim como sobre a intensidade dos fenómenos de migração. Os processos de alteração e de decomposição são geralmente tanto mais intensos quanto mais elevada for a temperatura, sendo a lixiviação mais acentuada quanto mais abundante for a precipitação;
- **organismos vivos** – plantas e animais são os principais fornecedores de matéria orgânica ao solo, o que é determinante para a sua fertilidade;
- **idade do lugar** – tempo que decorreu desde que o solo se começou a formar;
- **topografia do terreno** – factor que actua, essencialmente, sobre a drenagem.

A **acção antropogénica** influencia também a formação dos solos. Por um lado, facilita o desenvolvimento do solo ao revolver a terra, o que faz aumentar a proporção de ar no solo, permitindo que os diversos factores de formação do solo actuem nas camadas mais profundas. Por outro lado, estas actividades podem contribuir para retardar ou até mesmo impedir o desenvolvimento do solo.

A crescente utilização de fertilizantes e outros adubos químicos concorre sistematicamente para a poluição e para o desequilíbrio ecológico. Através da irrigação, eleva-se a salinidade dos solos, uma vez que os adubos



..... Fig. 3 Factores de formação de solos.

sintetizam os sais, que são levados para os canais e, por fim, para as represas. Posteriormente, ao usar-se essa água nas regas, os adubos serão transferidos para os solos (Nanjolo e Abdul, *op. cit.*, 2003).

Um vez destruído o manto vegetal natural, os solos ficam expostos à acção dos diversos agentes externos, como a água e o vento, que provocam e aceleram a erosão dos solos, que é, actualmente, um dos principais problemas ambientais com que se depara a nossa sociedade moderna.

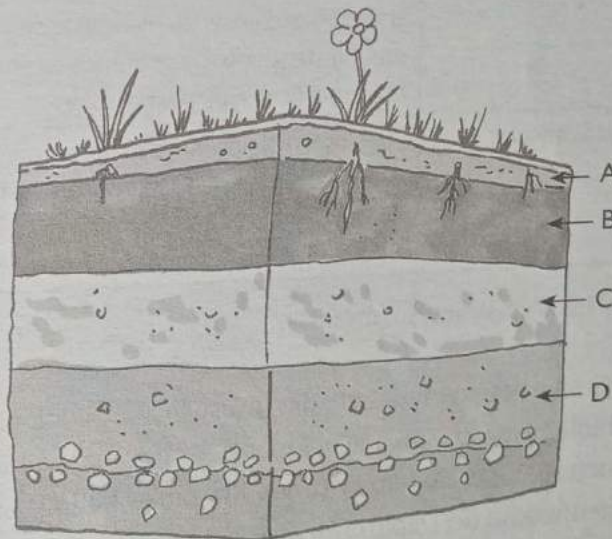


..... Fig. 4 Solo erodido.

5.4 Evolução de um solo

Como resultado da circulação da água no solo, os diferentes componentes minerais e orgânicos são submetidos a movimentos diversos com maior ou menor intensidade. Estes movimentos vão permitir a mistura e a migração dos produtos resultantes de um para outro horizonte do solo, conduzindo ao desenvolvimento de um perfil – o conjunto de horizontes do solo.

Assim, num solo bem evoluído (resultado da interacção dos cinco factores já mencionados), podem distinguir-se quatro horizontes (camadas homogéneas com as mesmas características desde a superfície até à rocha subjacente):



..... Fig. 5 Horizontes de um solo.

- **horizonte A** – é um horizonte superficial, escuro, rico em matéria orgânica e empobrecido em elementos solúveis e partículas que são arrastadas pela água por infiltração para os horizontes interiores. É considerada a zona de eluviação e designa-se por horizonte eluvial;
- **horizonte B** – é um horizonte intermédio, de acumulação de matéria mineral oriunda do horizonte eluvial; por vezes encontram-se níveis de crostas salinas ou couraças ferruginosas, pois concentram-se os óxidos de alumínio e de ferro, o que lhe confere uma coloração avermelhada ou amarelada. Nalguns casos, pode verificar-se uma cimentação, que origina uma carapaça laterítica completamente estéril. Constitui a zona de iluviação e toma o nome de horizonte iluvial;
- **horizonte C** – é o nível superior da rocha-mãe em vias de alteração, onde se encontram os fragmentos da rocha-mãe;
- **horizonte D** – é constituído pela rocha-mãe (rocha consolidada).

5.5 Classificação dos solos

A questão da classificação dos solos é complexa, pois pressupõe que se agrupem os solos segundo as suas semelhanças e diferenças. Não obstante, têm sido conjugados esforços no sentido de ultrapassar este problema.

Tomando em consideração que o clima é um factor de formação e evolução dos solos, Dokuchaev e Glink, pedólogos russos, classificaram os solos reunindo-os em três grandes grupos: solos zonais, solos intrazonais e solos azonais.

Classe dos solos	Descrição
Solos zonais	São solos bem desenvolvidos, maduros, profundos, de horizontes claramente diferenciados e com boas condições de drenagem, sendo indicados para a prática da agricultura. Nas regiões de climas frios, temperados e húmidos encontram-se os solos de tundra e os solos podzólicos; nas regiões desérticas com precipitação sazonal abundam os solos chernozem, os solos dos desertos continentais e os solos vermelhos dos desertos; em clima quente (tropical húmido e equatorial) observam-se os solos ferrálticos e latossolos.
Solos intrazonais	Estes solos formam-se em áreas onde a drenagem é deficiente, ou seja, em regiões áridas ou próximas do mar, onde se regista a presença de enormes quantidades de sais. Neste grupo encontramos os solos salinos ou halomórficos, os solos hidromórficos e os grumessosos.
Solos azonais	Constituem solos que não apresentam um perfil típico, não apresentando todos os horizontes, e que são pouco desenvolvidos ou imaturos, devido à sua formação recente. Entre os solos azonais destacam-se os litossolos e os regossolos. Os aluviais e os cambissolos podem ser incorporados nesta lista.

..... Fig. 6 Classificação dos solos.

Com o desenvolvimento das investigações pedológicas, surgiram características físicas, químicas e biológicas dos solos relacionadas com a sua evolução. É o caso das classificações francesas de Duchaufour e dos americanos Marbut e Kellog. Existem ainda outras classificações, como a classificação do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América.

Actividades

1. Identifica o objecto e os objectivos da Pedogeografia.
2. Explica os processos de formação de um solo.
3. Menciona os constituintes essenciais de um solo.
4. Explica como os organismos vivos, entre os quais o Homem, influenciam a formação de um solo.
5. Descreve os solos intrazonais.
6. Investiga sobre os tipos de solos que se podem encontrar em Moçambique.

5.6

Distribuição geográfica dos solos

A distribuição geográfica dos solos é irregular. Os solos não se distribuem da mesma forma na superfície terrestre, sendo o clima um factor determinante desta distribuição.

Alguns dos principais tipos de solos encontram-se assim distribuídos:

- **solos ferralíticos** – predominam nas regiões onde o clima é quente (tropical húmido e equatorial), sobretudo na África Oriental e Ocidental, no Brasil e no Sul da Índia;
- **solos castanho-avermelhados florestais** – são mais abundantes nas regiões de clima subtropical seco ou mediterrânico. Abrangem a bacia do Mediterrâneo, Inglaterra, França, Austrália, Nova Zelândia, Califórnia, Chile e o extremo sul da África Austral;
- **solos castanhos-pardos florestais** – solos típicos das regiões onde predomina o clima temperado húmido e a floresta caducifólia. Estão bem representados no Sul dos Estados Unidos da América, China, Argentina, Uruguai, Paraguai, Brasil, costa oriental da África do Sul e da Austrália, entre outras regiões;
- **solos podzólicos** – localizam-se em regiões de climas temperados frescos e moderados. Abrangem a Europa Ocidental, desde o Norte de Espanha até ao Sul da Escandinávia, os Estados Unidos da América, Canadá, Chile, México, Japão e o norte da Ásia;
- **solos chernozem** – encontram-se em regiões de clima semidesértico com vegetação própria de estepe e de pradaria. Localizam-se na pradaria russa e norte-americana, no Canadá e na pampa argentina.

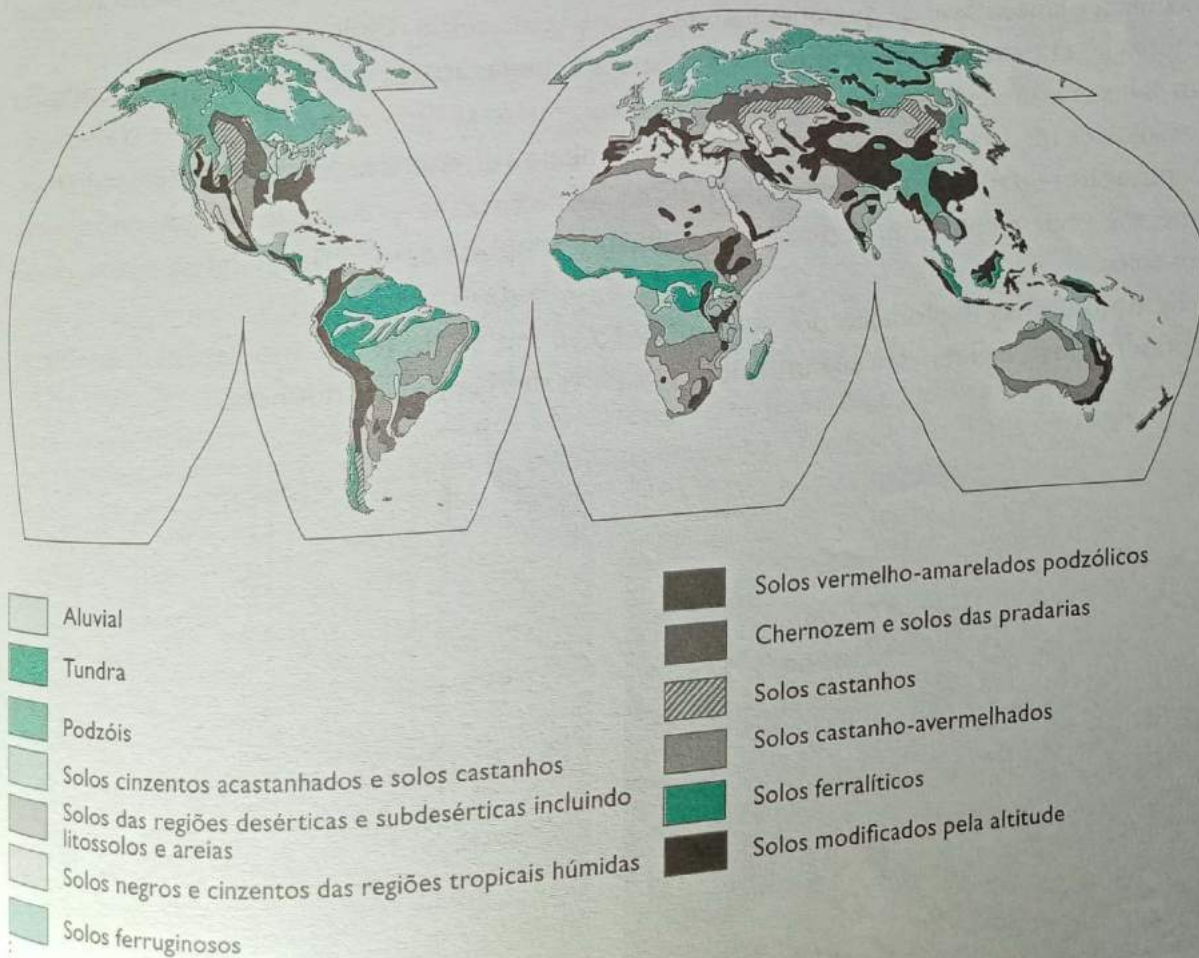


Fig. 7 Distribuição geográfica dos solos.

5.7 Importância, defesa e conservação dos solos

Os solos desempenham um papel muito importante na existência e sobrevivência da Humanidade, pois estão na base da produção alimentar, através da agricultura, da implantação de diversas obras de engenharia civil, como a construção de edifícios para habitação, comércio e indústria e vias de comunicação, entre outros. Resumindo, os solos permitem o desenvolvimento da maior parte das actividades económicas realizadas pelos seres humanos.

Na indústria, o solo é aproveitado como matéria-prima para a produção de vidro, de cerâmica e de materiais de construção. No sector dos transportes, são fundamentais os conhecimentos pedológicos para a localização e construção de vias de comunicação.

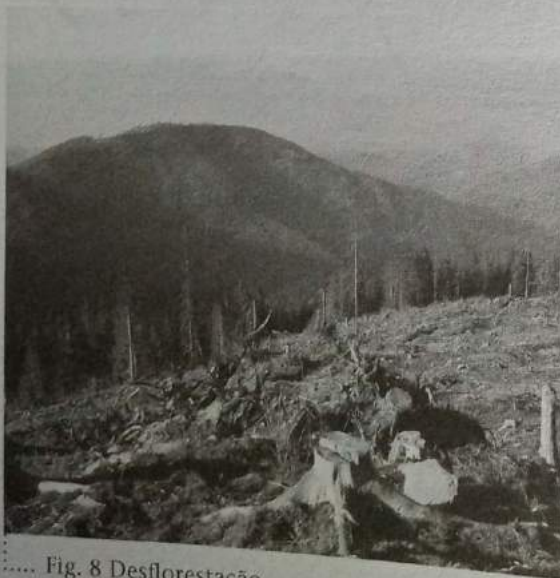
Do ponto de vista da economia política, o solo representa, por um lado, um objecto de trabalho e, por outro, um meio de produção. Os meios de produção utilizados pelo Homem correspondem a todos os objectos materiais usados (enxadas, charruas, fertilizantes, entre outros) na modificação da Natureza, isto é, tudo aquilo que os seres humanos colocam entre si e a Natureza, com o intuito de actuarem sobre esta (Nanjolo e Abdul, *op. cit.*, 2003).

Como consequência da actividade agrícola e de outras áreas económicas, os solos são modificados, como, por exemplo, na desflorestação, no cultivo das plantas, na drenagem e irrigação dos campos, no plantio de árvores, na adubação, entre outras.

A obtenção de informação necessária, no que diz respeito ao tipo de solo, a sua fertilidade, a relação entre o solo e as culturas a praticar, é de capital importância para o desenvolvimento adequado e sustentável de qualquer actividade realizada sobre o solo.

Todavia, a tarefa mais importante não se restringe apenas ao uso e aproveitamento quantitativo dos solos em diferentes condições e situações, mas refere-se igualmente à defesa e conservação dos solos, de modo a não os poluir e destruir. O combate à erosão, o uso de queimadas controladas, a aplicação regrada de fertilizantes, a rotação de culturas, a prática de pousio, entre outros aspectos, podem constituir algumas das medidas a adoptar em matéria da defesa e conservação dos solos.

Resumindo, na exploração dos solos deve ter-se em conta o seu uso racional, por forma a preservá-los e a garantir a sua utilização por parte das gerações vindouras.



..... Fig. 8 Desflorestação.



..... Fig. 9 Queimada.

Actividades

1. A distribuição geográfica dos solos é bastante irregular. Explica o sentido desta frase.
2. Apresenta os principais agentes erosivos responsáveis pela degradação dos solos.
3. Indica alguns processos que permitem tornar o solo mais produtivo.
4. Enuncia os efeitos da erosão sobre os solos.
5. Comenta a seguinte afirmação: «O solo é um dos bens mais preciosos da Humanidade. Permite a vida dos vegetais, dos animais e do Homem à superfície da Terra.»
6. Expõe alguns procedimentos a implementar tendo em vista a conservação dos solos.

Vamos recordar...

A Pedogeografia é um ramo da Geografia Física que recorre à Pedologia para estudar a estrutura, a composição, a distribuição geográfica, as propriedades e os métodos de exploração sustentável dos solos.

Os solos formam-se através da acção conjunta de diversos processos e são constituídos por matéria orgânica, elementos minerais, ar e água.

Há três grandes grupos de solos:

- zonais, que se formam em áreas extensas;
- intrazonais, que surgem em áreas com deficiente drenagem;
- azonais, que não possuem um perfil específico.

Os solos desempenham um papel muito importante na existência da Humanidade, pois deles dependem directamente diversos ramos socioeconómicos, como a agricultura e alguns sectores da indústria, influenciando outros, como os transportes, por exemplo.

Os principais tipos de solo existentes na Terra são:

- solos ferralíticos;
- solos castanho-avermelhados florestais;
- solos castanho-pardos florestais;
- solos podzólicos;
- solos chernozem.

Na exploração dos solos, deve ter-se sempre em conta o seu uso racional, por forma a preservá-los e a garantir a sua utilização pelas futuras gerações. Para isso, é necessária uma planificação territorial do uso e de aproveitamento dos solos, reduzindo a sua poluição e o desequilíbrio ecológico.

Ficha de avaliação

1. Diz o que entendes por solo.
2. Explica os processos de formação de um solo.
3. Identifica os principais factores que influenciam a formação dos solos.
 - 3.1 Escolhe um e explica como este actua na formação dos solos.
4. Diferencia os solos zonais, intrazonais e azonais.
5. Refere os principais tipos de solo, fazendo a ligação à sua distribuição geográfica.
6. Identifica os tipos de solo existentes nas regiões temperada, mediterrânica, desértica e tropical.
7. Resumidamente, explica a importância dos solos.
8. Apresenta algumas medidas a implementar na defesa e conservação dos solos.

Trabalho de campo

1. Em grupo, esbocem um esquema do perfil de solo que existe na região em que vivem. Para diferenciar os horizontes, utilizem lápis de cores diferentes.
2. Com base no *Atlas Geográfico de Moçambique*, completa os tipos de solos que são predominantes nas regiões norte, centro e sul e completa o mapa seguinte.



3. Faz um levantamento sobre as formas de aproveitamento dos solos existentes na tua região. Seguidamente, em grupo, discutam se estas formas evitam ou não a degradação dos solos.
4. Caso as formas de aproveitamento dos solos utilizados na tua região degradem o ambiente, faz uma listagem de métodos adequados e propõe às pessoas da tua comunidade outras medidas de protecção e conservação dos solos.

Hidrogeografia



No final da unidade, deverás ser capaz de:

- identificar o objecto e os objectivos do estudo hidrogeográfico;
- indicar os principais ramos da Hidrogeografia;
- localizar os principais oceanos, rios e lagos no Planisfério;
- caracterizar os principais rios, mares, lagos e oceanos da Terra;
- explicar a dinâmica dos rios, mares, lagos e oceanos;
- identificar a influência do relevo e do clima na Hidrografia;
- descrever os principais elementos do ciclo hidrológico;
- explicar a importância dos recursos hídricos nas actividades socio-económicas;
- avaliar as disponibilidades hídricas existentes;
- assumir a necessidade da defesa e da conservação da hidrosfera;
- propor medidas de conservação e de protecção dos recursos hídricos na comunidade.

6.1 Conceito de Hidrogeografia

Conceito, objecto e objectivos

A Hidrogeografia faz parte integrante da Geografia Física. É a ciência que estuda as características físicas das águas continentais, superficiais e subterrâneas, e oceânicas.

O objecto de estudo da Hidrogeografia são os fenómenos que têm lugar na hidrosfera. Os seus objectivos centram-se exactamente no facto de esta ciência procurar descrever as características e as relações de cada um dos componentes da massa líquida, nomeadamente: as águas continentais superficiais (rios e lagos); as águas continentais subterrâneas (aquíferos); oceanos e mares.

Ramos da Hidrogeografia

As ciências hidrográficas, de acordo com o seu objecto de estudo, classificam-se em:

- **Potamogeografia** – ciência que estuda o comportamento dos cursos de água, tanto superficiais como subterrâneos, a sua localização e utilização;
- **Limnogeografia** – ciência que se ocupa do estudo e da descrição dos lagos e pântanos;
- **Oceanografia** – ciência que estuda os oceanos, procurando compreender, descrever e prever os processos que neles ocorrem.

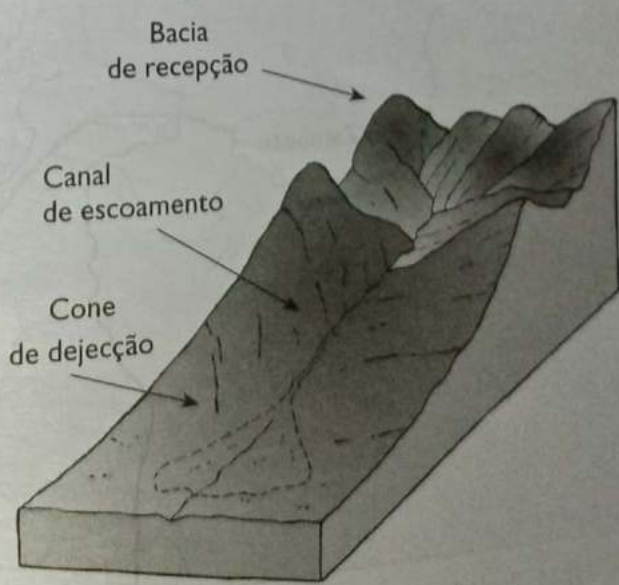
6.2 Rios

Os cursos de água superficiais

A precipitação, ao atingir o solo, vai-se diluindo em pequenos sulcos quebrados de um vale de recepção, reunindo-se no canal de descarga para formar uma torrente.

A água que resulta da queda da chuva junta-se em pequenos charcos e, mais tarde, concentra-se num único curso. As torrentes são compostas por bacias de recepção, onde as águas selvagens se concentram e a erosão é maior; por um canal de escoamento, onde a velocidade das águas é elevada; e por um cone de dejecção, onde o material transportado é acumulado.

As bacias de recepção resultam da acção erosiva realizada pela escorrência da água. Esta decorre da queda de água sobre o solo, da qual resultam películas difusas de grande poder erosivo. Porém, devido à irregularidade do terreno, formam-se fios de água que mudam constantemente de direcção, ligando-se uns aos outros. Estas concentrações desordenadas constituem as águas selvagens, que, depois de concentradas, formam as torrentes – cursos de água curtos, impetuosos e temporários, que surgem geralmente em regiões montanhosas (onde há fortes declives).



..... Fig. 1 Constituição de uma torrente.

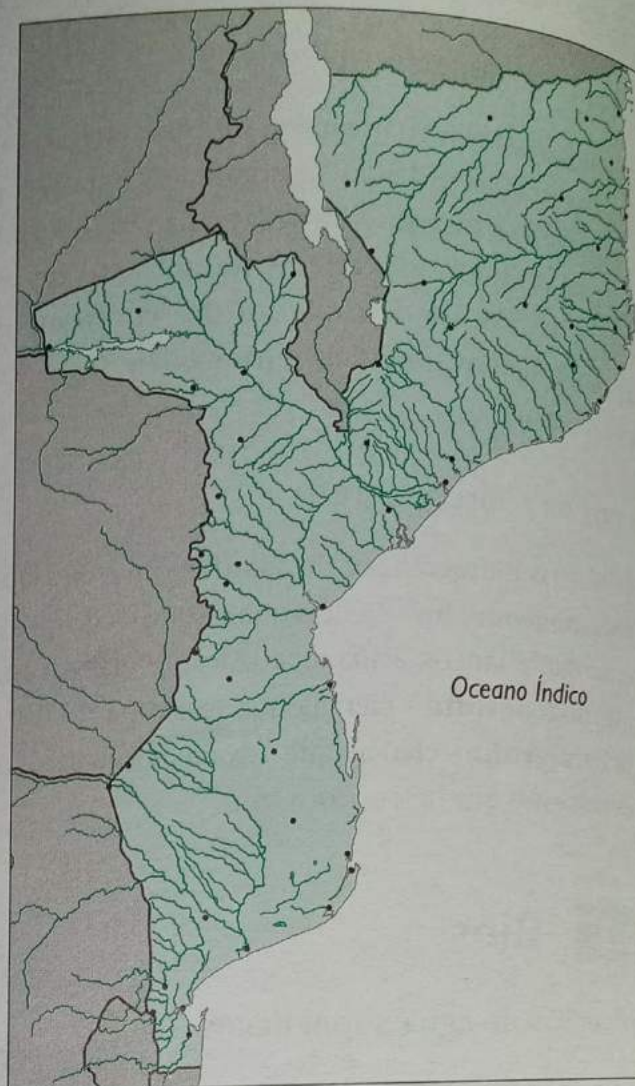
Rios

As águas das chuvas, depois de escoarem desordenadamente sob a forma de águas selvagens e torrentes, acabam por se concentrar em cursos cada vez mais definidos e persistentes, que recebem a denominação de ribeiros e rios. O rio é um curso de água permanente ou não, que desagua num outro curso de água, num lago ou no mar.

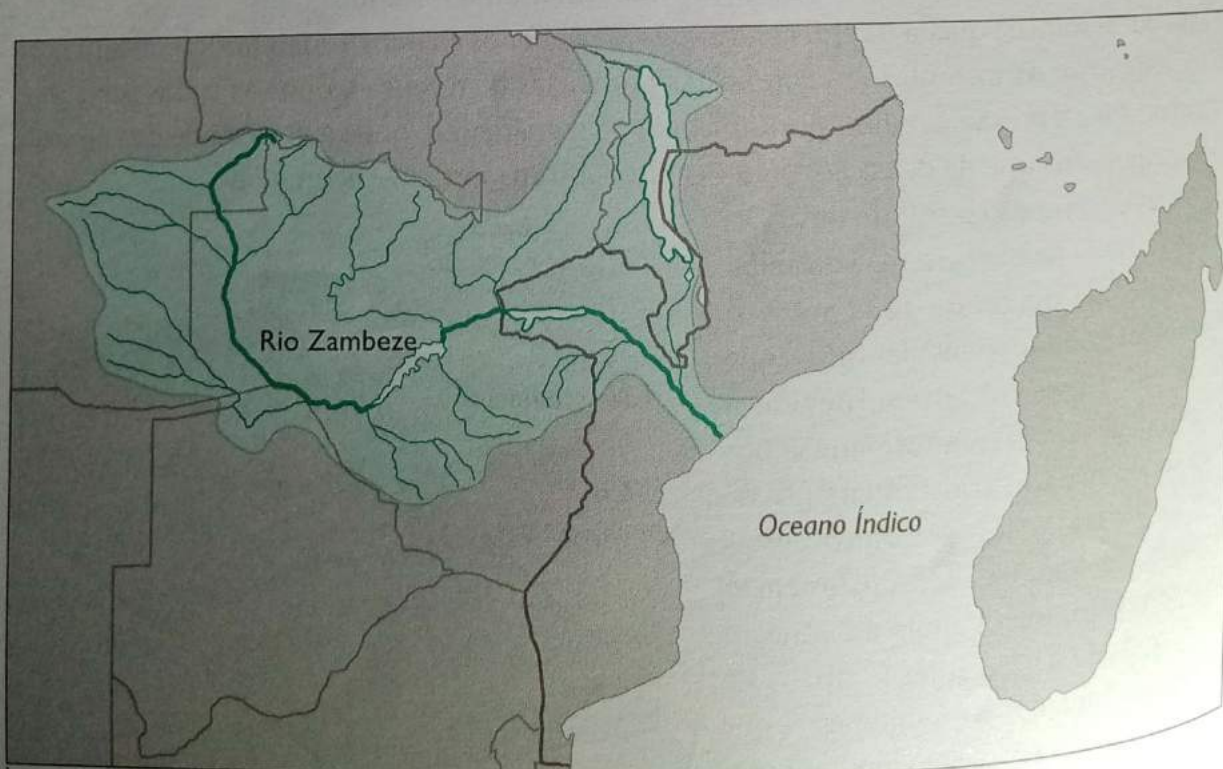
Os rios têm geralmente afluentes. Os afluentes são cursos de água mais pequenos que se juntam a outros cursos de água de maiores dimensões.

O conjunto formado pelo rio e pelos seus afluentes e subafluentes chama-se **rede hidrográfica** (figura 2).

O conjunto de terras que fazem a drenagem da água (rede hidrográfica) denomina-se **bacia hidrográfica** (figura 3). A bacia hidrográfica é limitada pela linha divisória de água, que é uma linha imaginária que divide duas bacias hidrográficas vizinhas.



..... Fig. 2 Rede hidrográfica de Moçambique.



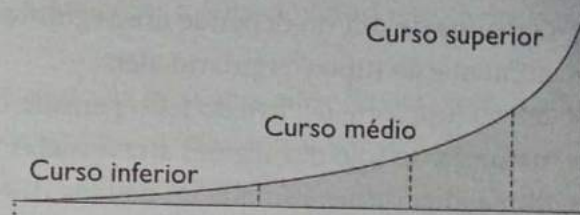
..... Fig. 3 Bacia hidrográfica do rio Zambeze.

Importância das bacias hidrográficas

As bacias hidrográficas são muito importantes para o desenvolvimento de certas actividades económicas, como o transporte de pessoas e mercadorias; o fornecimento de água para a irrigação na agricultura, a indústria e o consumo doméstico; o aproveitamento do potencial hidroeléctrico; a actividade piscatória; o turismo e o lazer. É ainda nos rios que são baptizados os fiéis de algumas religiões. Para certas sociedades, os rios constituem uma divindade (como, por exemplo, o rio Ganges, na Índia, que é venerado pelos hindus).

O curso dos rios realiza-se desde a nascente até à foz. Para compreenderes o percurso dos rios, há uma série de conceitos que importa apresentar e definir:

- **declive ou gradiente** – diminui desde a nascente até à foz, sendo muito acentuado no curso superior (junto à nascente) e decrescendo ao longo dos cursos médio e inferior (junto à foz);
- **velocidade (V)** – esta não é constante em todo o percurso, estando directamente relacionada com o declive, ou seja, diminui globalmente da nascente até à foz. A velocidade das águas dos rios é expressa em metros por segundo (m/s);
- **caudal (Q)** – é a quantidade de água que circula numa secção do leito do rio. O caudal depende do comportamento da alimentação do rio (chuvas, neve, gelo), da extensão da bacia e do curso do rio. O cálculo do caudal de um rio (expresso em metros cúbicos por segundo (m^3/s)) obtém-se multiplicando a velocidade média das águas (V) pela respectiva secção (I): $Q = VI$ ou $Q = CVRI$, em que V é velocidade média, C é a constante típica do rio, I é a secção do rio e R é o raio hidráulico.



..... Fig. 4 Curso dos rios.

Importância ecológica dos rios

Os rios são agentes modeladores da paisagem terrestre. Têm um papel vital no equilíbrio térmico, pois tornam a temperatura amena (por reduzirem o teor de dióxido de carbono existente na atmosfera), atenuando, assim, os elevados índices da sua concentração. Constituem habitats com imensa biodiversidade. As águas dos rios dissolvem a matéria, permitindo, assim, o transporte desses nutrientes e servindo também como agente de limpeza. Por fim, os rios são reservatórios de água cuja evaporação é indispensável à manutenção do ciclo hidrológico, possibilitando a vida na Terra.

Regime dos rios

O regime é a relação das variações de um caudal durante o ano. É uma das variáveis que diferenciam o comportamento de um rio de outro. Em períodos com quedas pluviométricas elevadas, os caudais são altos, podendo existir um pico no caudal, o que dá origem a cheias. Nos períodos de estiagem, os caudais são baixos ou quase nulos. Contudo, convém salientar que tanto as cheias como as estiagens constituem situações extremas de caudal. A variação do caudal de um rio, ou seja, o seu regime, é representada por um gráfico denominado hidrograma.

Nas ordenadas colocam-se os caudais mensais ou os coeficientes mensais do caudal, que se obtêm dividindo os caudais mensais pelo caudal médio anual, e nas abcissas, os meses.

O regime de um rio depende dos seguintes factores:

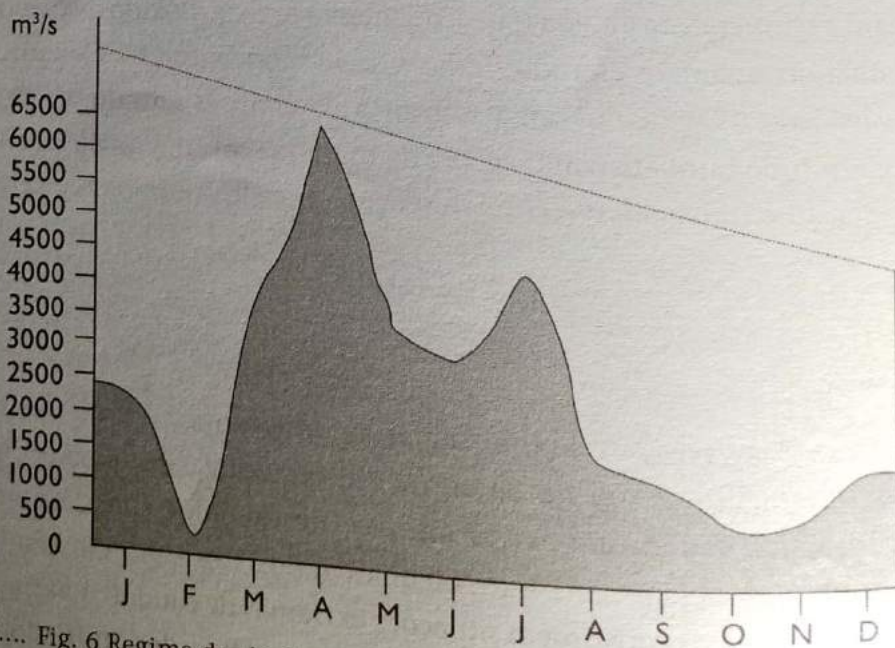
- alimentação (tipo e regularidade);
- relevo (um forte declive do leito permite o escoamento rápido das águas);
- natureza do solo das regiões atravessadas (mais ou menos impermeável);
- clima (determina a subida ou descida das águas);
- vegetação (mais ou menos densa).

De acordo com a regularidade do caudal, os rios classificam-se em:

- **rios de regime permanente ou constante** – regime particular dos rios que, devido à regularidade das chuvas, apresentam um caudal de água constante. Estes rios nunca secam. É o caso do rio Amazonas e do rio Congo, que são conhecidos como rios perenes;
- **rios de regime periódico** – regime próprio dos rios que registam variações nos caudais ao longo do ano. Têm maiores caudais nas estações do ano com maior pluviosidade. São os rios que correm nas regiões tropicais, como, por exemplo, o rio Zambeze, o rio Nilo, o rio Limpopo e o rio Ganges;
- **rios de regime irregular ou efémero** – regime típico dos rios das regiões desérticas, que possuem caudal quando chove. São exemplos os *oueds*, no Sara, e os *creeks*, na Austrália;
- **rios de regime sazonal** – regime de rios das regiões subtropicais e temperadas, cujo caudal depende das chuvas e do degelo. A fusão do gelo pode provocar cheias nas margens dos rios.



..... Fig. 5 Rio Zambeze.



..... Fig. 6 Regime do rio Zambeze na estação Matundo-Cais (1974-1975).

Dinâmica dos rios

Os rios exercem acções sobre a superfície terrestre (margens e leito dos rios) que se dividem em erosão, transporte e deposição.

- a **erosão** consiste no desgaste das rochas devido à acção da água corrente e da sua intensidade. À medida que o tempo passa, e em resultado do desgaste, o relevo inicial vai-se reduzindo até atingir uma superfície plana. Na erosão fluvial destacam-se três processos erosivos:
 - **abrasão** – é o desgaste das rochas provocado pelo material transportado pelo rio. O material arrastado pela água vai adquirindo movimentos rápidos giratórios e aos poucos vai escavando diversos pontos do fundo rochoso do rio. A continuidade deste movimento origina um alargamento sucessivo das superfícies do rio, provocando a formação de depressões, que adquirem a designação de marmitas de gigante. Os calhaus que realizam o trabalho de abrasão ficam perfeitamente rolados e polidos.
 - **levantamento** – efectuado a partir da pressão da água, que consegue arrancar do fundo do rio placas delgadas, já separadas da rocha por fendas.
 - **dissolução** – a água desgasta a rocha até dissolver os vários elementos que a compõem. O efeito depende da natureza da rocha e das características da água.
- o **transporte** consiste no carregamento do material de um ponto para o outro. Esta acção realiza-se através de três modalidades: a solução, a suspensão e a tracção.
 - **solução** – é um processo imperceptível, pois durante esta actividade o material transportado não é visível. Calcula-se que, juntamente com as águas de infiltração, esta acção seja responsável pelo transporte de cerca de 3000 toneladas de material por ano (cerca de 38% do total).
 - **suspensão** – o material mais fino é impedido de se depositar no fundo, devido aos movimentos turbilhonares da corrente. Deste modo, o material é arrastado para jusante, que se encontra a maior ou menor distância, conforme o peso do material transportado.
 - **tracção** – o material transportado sobre o leito é arrastado (reptação), ou obrigado a rolar (rolamento) ou a saltar (saltação) quando é apanhado pelos turbilhões de água mais fortes. As partículas são levantadas e projectadas para a frente pela corrente, caindo mais adiante devido ao seu peso.
- a **deposição** acontece quando ocorre uma diminuição da velocidade da água, ou seja, quando os rios entram no mar, formando-se, em geral, na foz uma barra que pode elevar-se do leito e aflorar à superfície.

A deposição dos materiais varia em função do tamanho e do peso dos materiais, ou seja, genericamente, os mais grosseiros são os primeiros a depositar-se e, por último, os mais finos. Por esta razão, o leito dos rios encontra-se geralmente coberto de material mais ou menos grosseiro (calhaus rolados) na parte superior e de material fino na parte inferior.

Estrutura dos rios

A estrutura de um rio está relacionada com as formas que este apresenta em toda a sua extensão, isto é, desde a nascente até à foz, e toma a designação de perfil. A estrutura dos rios compreende os vales, os meandros, os terraços e as capturas.

Os vales dos rios apresentam configurações diferentes, de acordo com as características do rio, o estado de evolução do relevo, a natureza das rochas e o tipo de clima. O perfil do rio pode ser longitudinal ou transversal.

O **perfil longitudinal** apresenta a forma de uma curva com concavidade virada para cima e tangente à horizontal, junto à foz, assemelhando-se a uma parábola ou hipérbole.

O perfil longitudinal ilustra a diminuição de gradiente a partir da nascente em direcção à foz. No início, o perfil de um rio apresenta muitas irregularidades, que vão desaparecendo aos poucos com a passagem do tempo, devido ao processo erosivo.

O nível abaixo do qual o rio não pode ser mais escavado tem o nome de nível de base. Um rio encontra-se numa situação de equilíbrio – perfil de equilíbrio –, quando apenas transporta todo o material que lhe é fornecido, não possuindo energia suficiente para erodir a sua superfície (margens e leito). Todas as secções de um perfil de equilíbrio são interdependentes, pois o que se passa numa das suas secções (montante ou jusante) repercute-se na situação de equilíbrio. Assim, se numa das secções do curso do rio ocorrer um abaixamento, o gradiente diminuirá a jusante, provocando uma deposição. Se aumentar a montante, provocará erosão. Esta erosão, que resulta da aceleração das águas pelo aumento do gradiente e que se realiza de jusante para montante, chama-se erosão regressiva. Se ocorrer um levantamento, então acontece o inverso.

A erosão regressiva observa-se sobretudo nas quedas de água. Recuando para montante, as quedas de água transformam-se em rápidos, acabando por desaparecer.

Os rios exercem simultaneamente uma erosão vertical ou erosão linear. Assim, o leito baixa ao mesmo tempo em todos os seus troços.

O **perfil transversal** é representado pela união dos diferentes pontos do curso de um rio de uma margem até à margem oposta. A sua forma típica é um V ou um U. À medida que a erosão escava o leito, o material das vertentes é arrastado pelas águas de escorrência difusa e depois é levado pelas águas dos rios. A este processo chama-se erosão areolar. O desgaste das vertentes e, portanto, o perfil transversal dependem, entre outros factores, da natureza das rochas. Assim, se estas forem suficientemente resistentes, a acção do rio resultará numa garganta ou canhão apertado, de paredes verticais. Caso contrário, o resultado será um vale muito aberto, de vertentes suaves.

Quando é atingido o perfil de equilíbrio, o rio deixa de escavar em profundidade e passa a escavar lateralmente, começando a alargar o seu leito. É desta forma que se inicia a formação de uma planície fluvial de erosão. No período das cheias, o rio inunda com facilidade toda a planície, que, por este motivo, se chama planície de inundação.

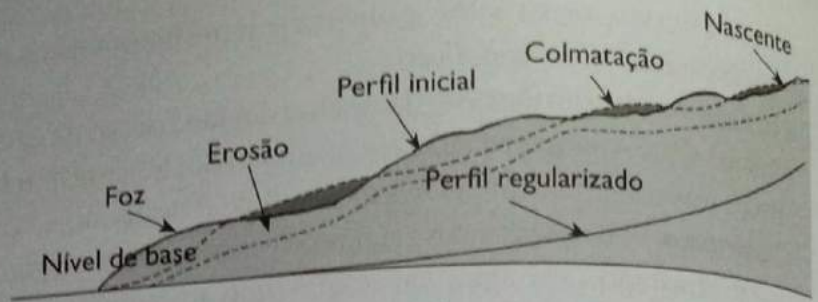


Fig. 7 Perfil longitudinal de um rio.

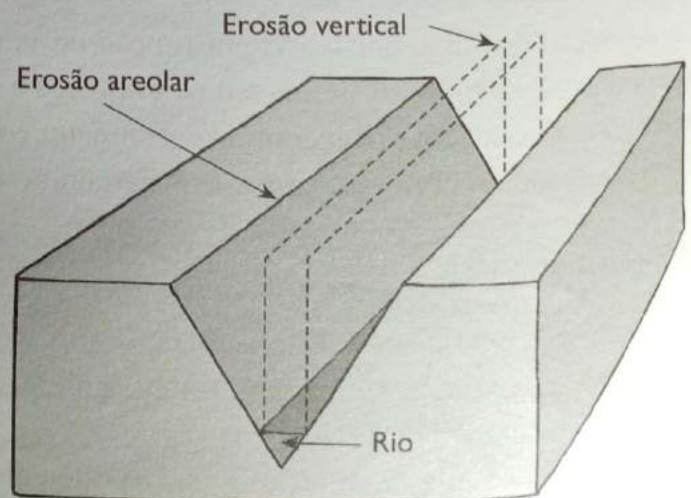


Fig. 8 Perfil transversal de um rio.

Meandros

São sinuosidades regulares descritas pelo leito dos rios, as quais dependem da energia e da carga fluvial.

Devido à força centrífuga, as águas correntes tendem naturalmente a alargar as curvas iniciais. No entanto, só algumas cedem desmedidamente e, por vezes, até descrevem voltas quase completas.

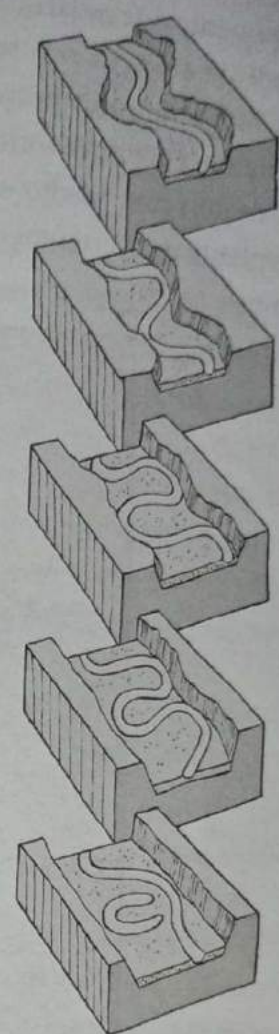
Distinguem-se dois tipos de meandros:

- **meandros livres** – têm a sua origem na dinâmica do próprio curso do rio, quando as sinuosidades são independentes do traçado do vale. Os declives afectados vão sendo deslocados constantemente rio abaixo e os arcos do meandro vão-se ampliando;

- **meandros encaixados** (meandros de vale) – aqueles cujas curvas coincidem com o traçado do vale, isto é, ocorrem quando o vale acompanha as sinuosidades do rio. Como resultado da erosão, a vertente mantém-se abrupta e recua, de modo a aumentar a concavidade.

Ao longo do tempo, os esporões que separam os vários ramos acabam por desaparecer, ficando meandros livres numa planície aluvial.

Pode acontecer que as curvas se intersectem, propiciando uma ligação mais curta, e, assim, os meandros ficam isolados, dando origem a lagos em forma de ferradura.



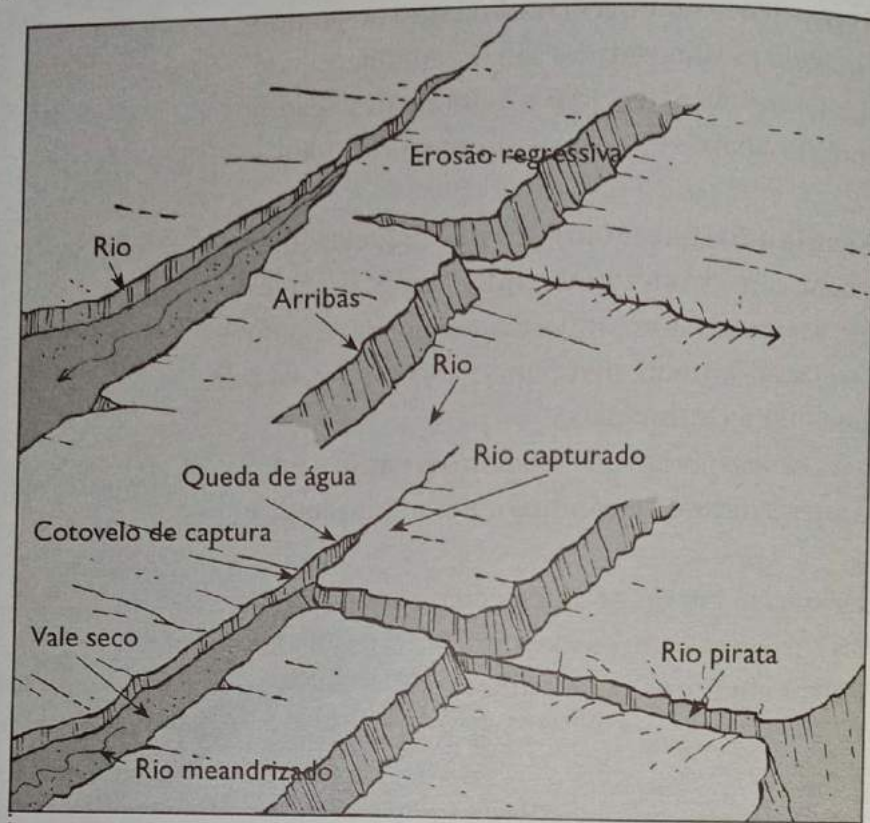
..... Fig. 9 Formação de meandros livres.



..... Fig. 10 Meandro do rio Limpopo.

Capturas

O aumento do caudal de alguns rios advém da captura de águas de outros rios. Uma das formas de captura entre os rios resulta da erosão regressiva, em que a nascente de um rio entra na bacia hidrográfica de outro, encurralando-o e desviando as águas do seu curso. No lugar da captura (de encontro) forma-se uma curva, chamada cotovelo de captura. Devido ao desnível entre os dois rios, produz-se um armazenamento de água. Perto do cotovelo de captura, a água proveniente das vertentes deixa de ser suficiente para manter o curso de água, que fica reduzido a um vale seco.



..... Fig. 11 Exemplo de uma captura.

Cursos de água subterrânea

As águas subterrâneas resultam, sobretudo, da infiltração da precipitação nos solos. Contudo, as águas de escorrência e a água dos rios também têm alguma influência. A infiltração ocorre em superfícies permeáveis ou rochas com fissuras, acumulando-se em locais com camadas impermeáveis.

A infiltração de água através das diáclases ou a penetração da água nos interstícios das rochas, quando atinge uma camada impermeável, concentra-se, formando lençóis de água, que se denominam aquíferos. Em relação a estas propriedades existem três tipos de aquíferos:

- **aquíferos porosos** – em que a água circula através de poros;
- **aquíferos fracturados** – em que a água circula através de fracturas ou pequenas fissuras;
- **aquíferos cárnicos** – em que a água circula em condutas que resultaram do alargamento de diáclases por dissolução.

O nível alcançado pelos aquíferos depende de uma série de factores, nomeadamente: da intensidade das precipitações; da estação do ano; do grau de humidade existente na região; do percurso da água; da proximidade do mar.

Quanto maior for o grau de humidade e de pluviosidade, a proximidade do mar e a existência de rios, mais alto será o nível do aquífero. Pelo contrário, o nível será mais baixo nas regiões de fraca humidade e durante a estação seca.

Fontes naturais e artesanais

As águas subterrâneas emergem à superfície formando nascentes ou fontes verdadeiras (mananciais) através de exurgência e ressurgência (nas regiões cársicas). A exurgência consiste em pontos de descarga ou emergência dos aquíferos, cuja água circula pelas condutas subterrâneas, sobretudo em maciço calcário, sem que anteriormente tivesse formado um curso subaéreo.

A fonte da ressurgência resulta da emergência de água subterrânea na superfície, depois de esta ter desaparecido a montante, como, por exemplo, numa gruta, numa zona rochosa ou num algar. Quando se abrem poços verticais até se atingir o aquífero, se o lugar se encontra sobre um nível superior do aquífero, a água mantém-se no poço até esse nível, sendo necessário, para a obter, a utilização de bombas ou de outros meios. Os poços artesanais surgem quando se fazem perfurações muito profundas e estreitas e a água sai à superfície, em jactos perenes de altura variável.

Ação erosiva das águas subterrâneas

Em terrenos calcários com muitas fissuras, a água infiltra-se até várias centenas de metros de profundidade. Ao infiltrar-se, a água, devido ao gás carbónico que contém, dissolve e mostra as partes friáveis da rocha calcária, formando, paulatinamente, bacias e grutas e passando a deslizar como rios subterrâneos, que criam uma rede de cavernas unidas, as quais, por vezes, entram em contacto com a superfície através de poços verticais e sinuosos. As águas carregadas de carbonato de cálcio edificam nessas grutas formas particulares, que se denominam estalactites (cones de calcário, com o vértice voltado para baixo, que se vão formando lentamente a partir do tecto de grutas ou cavernas) e estalagmites (formações idênticas às estalactites, mas que crescem a partir do chão de grutas ou cavernas). Tais águas subterrâneas reaparecem na base da camada calcária, por ressurgência, quando contactam com uma camada impermeável, em forma de nascente.

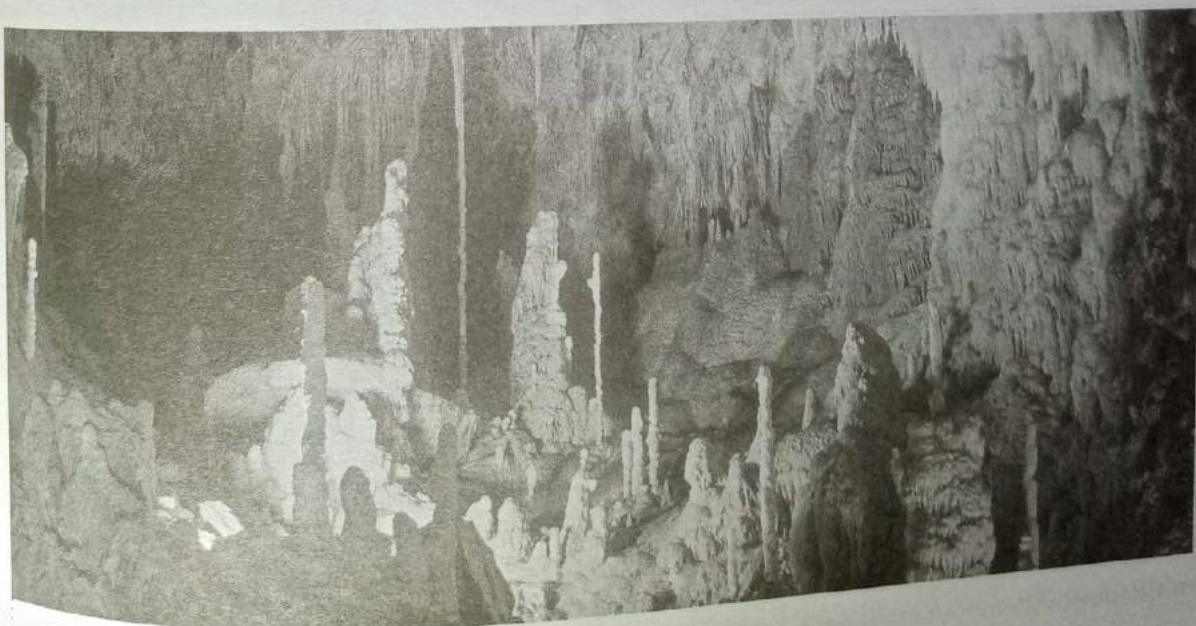


Fig. 12 Estalactites e estalagmites.

Balanço hídrico

A noção de balanço hídrico está intrinsecamente ligada ao ciclo hidrológico, ou seja, à quantidade de água que é evaporada, condensada e precipitada à escala da biosfera. A diferença registada entre a precipitação e a evaporação num determinado local e intervalo de tempo designa-se por balanço hídrico.

Quando se regista um índice de precipitação mais elevado do que o índice de evaporação, há uma quantidade maior de água que escoar ou que se infiltra e armazena nos solos e lagos e que está disponível para ser utilizada pelos seres vivos. Assim, a uma pequena escala, o balanço hídrico é importante para a agricultura e, numa escala regional, tem um impacto significativo na distribuição da vegetação natural. Finalmente, a uma escala global, deverá haver um balanço positivo entre a água evaporada e aquela que é reposta no sistema através da precipitação. A massa total de vapor de água na atmosfera é aproximadamente igual à quantidade de água precipitada durante uma semana no Globo terrestre. Não obstante, existem movimentos verticais e horizontais de vapor de água que concorrem para a manutenção do balanço global de água na biosfera.

Mês	Temperatura média (°C)	Pluviosidade média (mm)
J	25,7	66
F	26,2	166
M	26,4	255
A	26,6	219
M	26,0	432
J	25,2	472
J	24,5	256
A	24,4	235
S	25,1	490
O	25,1	628
N	25,8	270
D	26,0	166

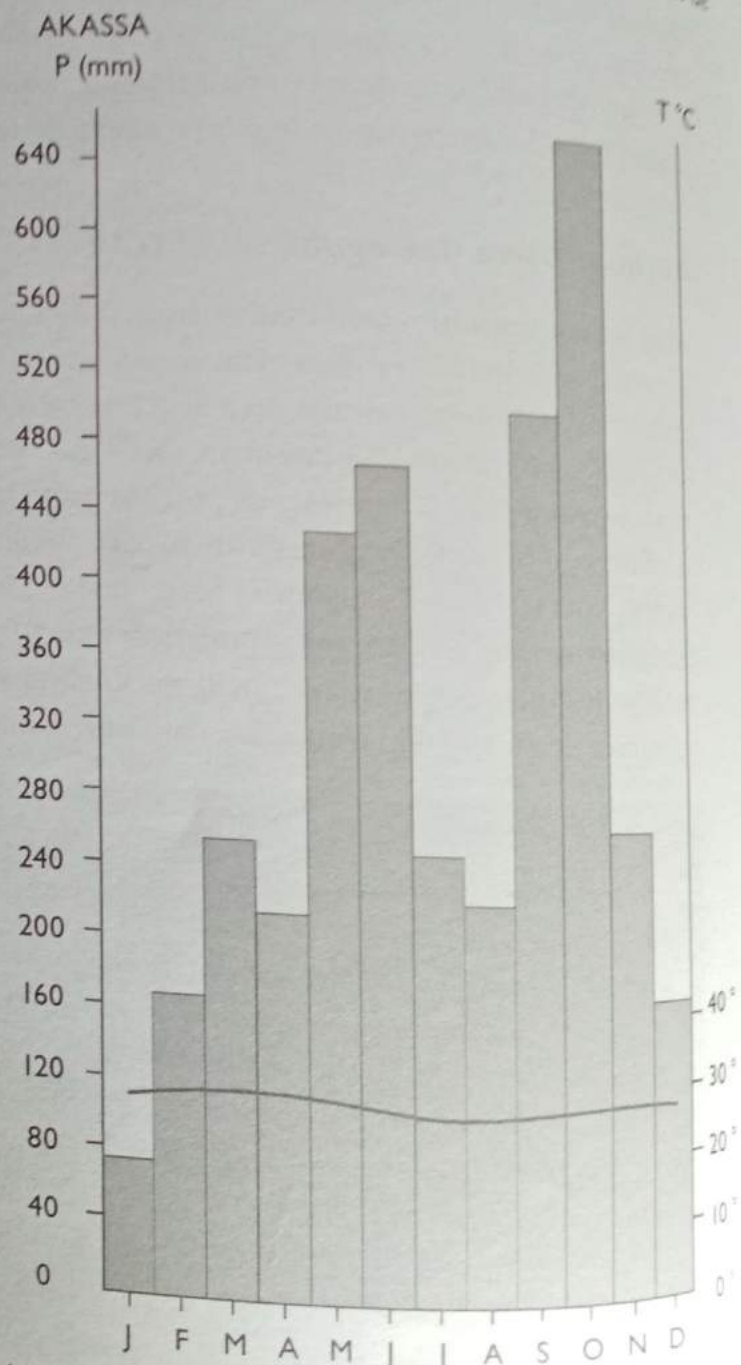


Fig. 13 Gráfico termopluiométrico com a média mensal da temperatura e da precipitação a uma escala anual.

Os maiores rios do Planeta

África

O rio Nilo, o maior rio do mundo em extensão, tem 6670 km de comprimento. Nasce no lago Vitória e desagua no mar Mediterrâneo, sob a forma de delta. Do lago Vitória, sai com o nome de Nilo Branco; dirige-se para norte, atravessando o Sudão e o maciço da Etiópia, onde recebe afluentes. O seu afluente principal é o Nilo Azul. Assim, consegue atravessar o deserto do Sara (cerca de 2000 km) sem receber mais nenhum afluente até chegar ao Mediterrâneo. A construção da barragem de Assuão, no Egipto, em 1902, permitiu reduzir e controlar as suas cheias.

O rio Congo (Zaire) tem uma extensão de 4600 km. É o segundo maior rio de África e o segundo do mundo em termos de volume. Desagua no oceano Atlântico. Apresenta um elevado potencial hidroeléctrico, pois é essencialmente um rio de planalto e com muitas quedas de água.



Fig. 14 O rio Nilo, o maior do mundo (Cairo, Egipto).

Europa

Os rios europeus são em geral de pequena extensão; todavia, desempenham um papel de relevo na vida económica e humana das áreas por onde passam. Os principais rios europeus são os seguintes:

- Volga – situa-se em território russo. Nasce no planalto de Valdai, atravessa a planície russa em direcção ao sul e desagua no mar Cáspio, após um percurso de 3600 km. É o rio mais extenso da Europa.
- Danúbio – banha terras de sete países e três capitais europeias: Viena, Budapeste e Belgrado. Nasce na Floresta Negra e desagua no mar Negro, percorrendo uma distância de 2900 km. É o segundo maior rio da Europa.
- Reno – apresenta uma pequena extensão, 1300 km, mas é o rio mais intensamente navegado da Europa. Nasce nos Alpes suíços e separa a Alemanha da França. Após atravessar a Alemanha e a Holanda desagua no mar do Norte. Tem grande importância económica (transportes de produtos), política

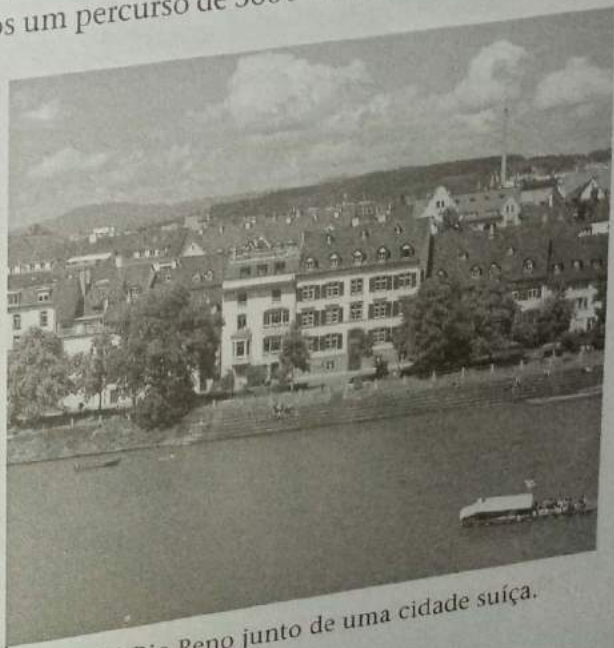
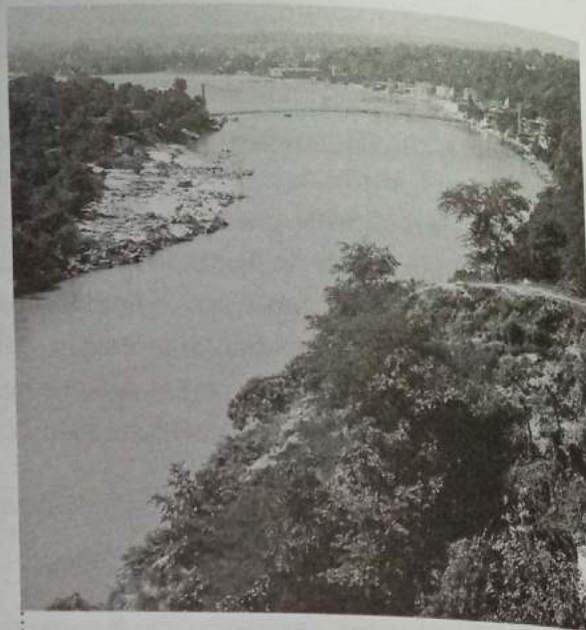


Fig. 15 Rio Reno junto de uma cidade suíça.

Ásia

A Ásia possui uma rede hidrográfica muito diversificada, apresentando desde rios que se mantêm congelados (rios que desaguam no Ártico), até rios de regime temporário, incluindo os extensos e caudalosos rios do sul e leste do continente. Os principais rios asiáticos são:

- Yenissei, Obi e Lena – atravessam a Sibéria e desaguam no Ártico.
- Indo, Ganges e Bramaputra – são rios extensos e nascem na região do Himalaias; após banharem a península indiana, desaguam no oceano Índico.
- Rio Azul (Yang-Tsé-Kiang) – é o maior rio asiático, com uma extensão de 5550 km.
- Rio Amarelo (Huang-Ho) – nasce no planalto do Tibete e desagua no Pacífico.

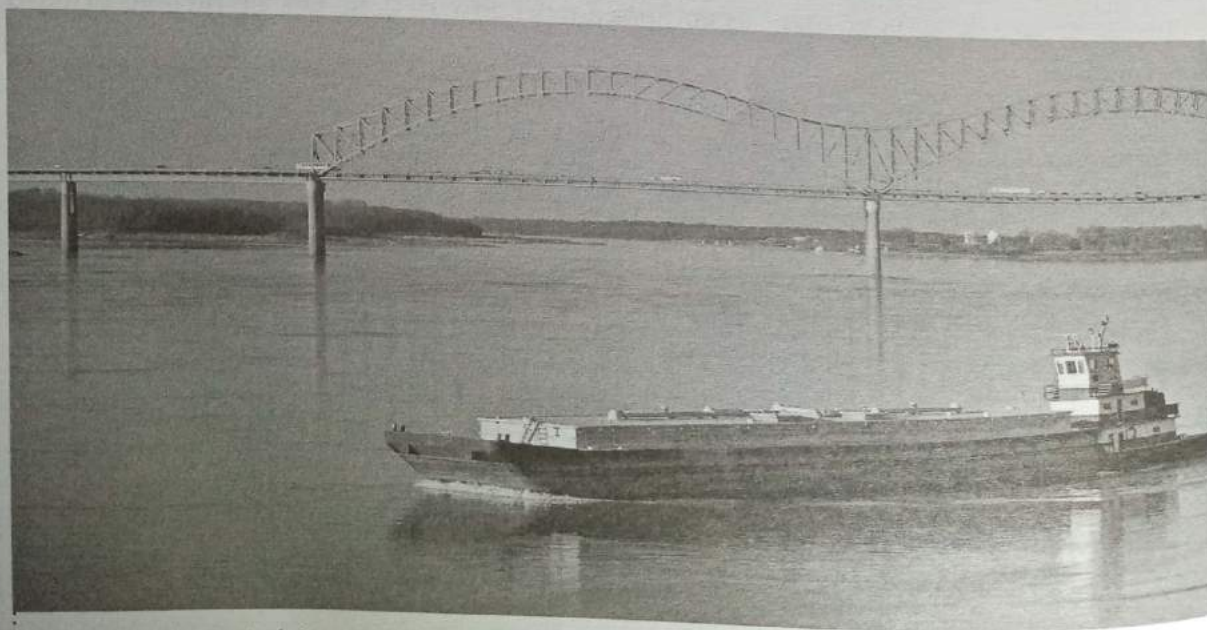


..... Fig. 16 Rio Ganges.

América do Norte

O rio Mississípi, com uma extensão de 4800 km, nasce no Minnesota e desagua no golfo do México, sob a forma de um grande delta. É um rio de planície, com uma boa localização geográfica, o que lhe permitiu, desde tempo idos, desempenhar um papel de relevo na área dos transportes e das comunicações. Os seus afluentes são o Missouri, o Arkansas e o Vermelho, na margem direita, e o Ohio, na margem esquerda. Constitui, juntamente com o rio Missouri, a maior e mais extensa bacia hidrográfica dos Estados Unidos da América, com 3 300 000 km².

O rio São Lourenço liga os Grandes Lagos ao oceano Atlântico e serve de escoadouro natural de grande parte da produção norte-americana e canadense.



..... Fig. 17 Rio Mississípi.

América do Sul

Nesta região localiza-se o segundo maior rio do mundo em extensão e o primeiro em volume de água, o rio Amazonas. Forma a maior bacia hidrográfica do globo, drenando uma área com 6 500 000 km². Revela-se uma importante via de comunicação no transporte de pessoas e mercadorias, bem como fonte de alimentação.

O rio Paraná tem uma extensão de 4000 km, nasce no Brasil e desagua no estuário do rio Prata, no Atlântico. Apresenta um grande potencial hidráulico, sendo o rio de maior aproveitamento hidroelétrico do mundo.

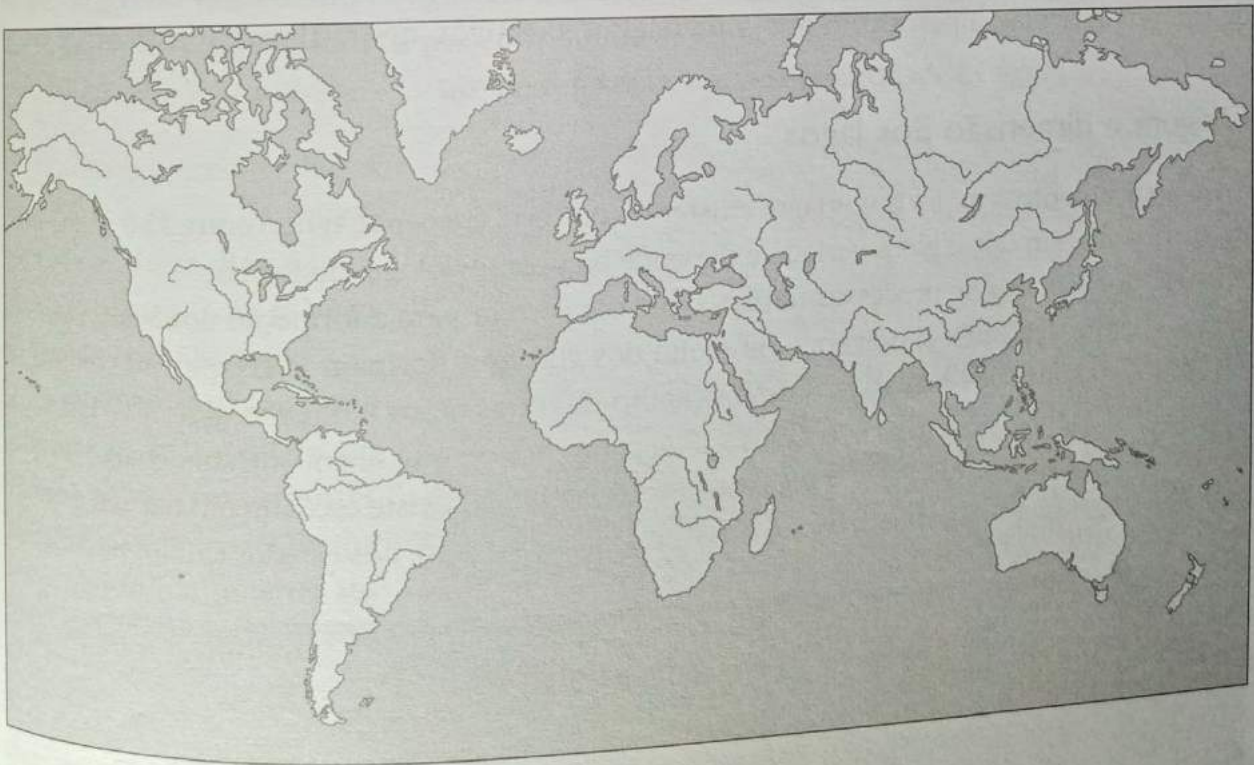
O rio Paraguai é um rio de planície, nasce na região central do Mato Grosso e desagua no rio Paraná. É facilmente navegável e reveste-se de grande importância económica no escoamento de produtos do centro-oeste brasileiro.



..... Fig. 18 Rio Amazonas.

Actividades

1. Com a ajuda de um atlas geográfico, identifica os principais rios do mundo representados no mapa seguinte.



2. Diferencia rede hidrográfica de bacia hidrográfica.

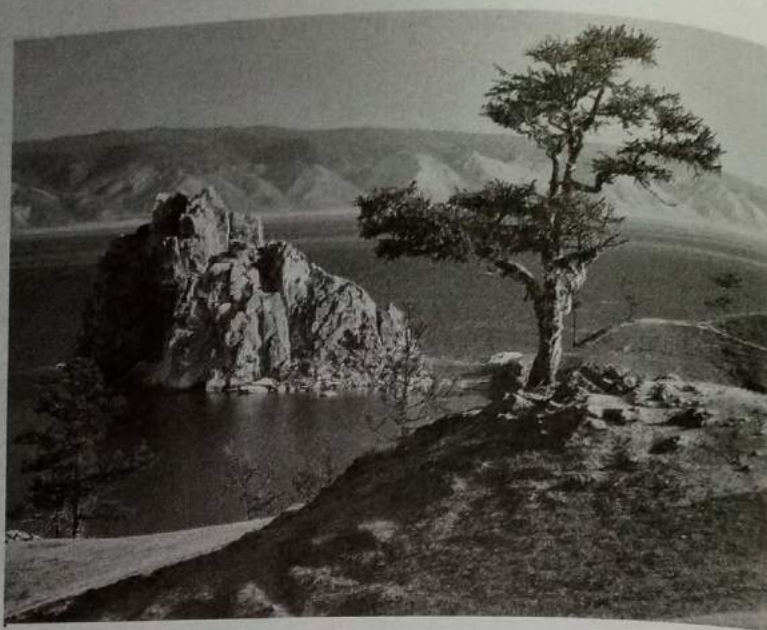
3. Refere a importância económica ou social dos rios em Moçambique.

6.3 Lagos

Um lago é uma depressão natural da superfície terrestre que possui uma massa permanente, mas variável, de água. Esta depressão não tem comunicação imediata com o mar. A água dos lagos pode ser oriunda de uma nascente local, de um curso de água e de glaciares que desaguem numa depressão.

A quantidade de água que um lago contém está em estreita relação com o clima regional.

Os lagos têm dimensões variáveis, sendo uns constituídos por alguns metros e outros por centenas de quilómetros (como os Grandes



..... Fig. 19 Lago Baikal.

Lagos da América do Norte ou os Grandes Lagos de África). A sua profundidade também varia entre alguns centímetros e várias centenas de metros. O lago Baikal, localizado na Sibéria, Rússia, é o mais profundo do mundo e mede 1680 metros.

Da mesma forma que os rios, os lagos desempenham um papel vital nas actividades humanas e económicas. A sua utilidade pode variar, desde o transporte de diversos produtos à irrigação de campos agrícolas, à pesca com fins comerciais, recreativos, desportivos e turísticos.

Origem e dimensão dos lagos

Geologicamente, a maioria dos lagos existentes na Terra é recente, tendo entre 25 a 30 milhões de anos. A origem dos lagos é variada e depende da geomorfologia do terreno.

Existe um número de processos naturais que concorrem para a formação dos lagos, como os levantamentos tectónicos, o avanço ou recuo dos glaciares (formam lagos que são comuns na Escandinávia, Sibéria e Canadá), o deslizamento de terras ou os bloqueios glaciares. Em zonas como a Antárctida, podem existir lagos subglaciares, isto é, que se encontram debaixo do gelo, como o lago Vostok. Os lagos salgados formam-se onde não existe escoamento natural e onde a água se evapora rapidamente. É o caso do Grande Lago Salgado, nos Estados Unidos da América.



..... Fig. 20 Grande Lago Salgado.

Os lagos pequenos em forma de arco poderão formar-se nos vales de cursos de água, em resultado dos meandros. Os rios cuja velocidade das águas é reduzida tomam formas sinuosas, e os lados externos das suas curvas são erodidos mais rapidamente do que os internos. Podem, então, adquirir uma forma semelhante a uma ferradura e o rio muda o seu leito através de uma nova passagem, fazendo surgir na região da antiga passagem um lago arqueado.

O lago Baikal, na Ásia, e o lago Tanganica, em África, são os lagos mais antigos e mais profundos do mundo e localizam-se em áreas de Rift continental. A sua origem deve-se à subsidência da crosta terrestre e à fricção de duas placas tectónicas. Também existem lagos de origem vulcânica, como a lagoa das Sete Cidades, nos Açores, que ocupa a antiga caldeira do complexo vulcânico das Sete Cidades.

De acordo com a sua origem, os lagos podem ser classificados como **lagos de origem interna** ou **lagos de origem externa**. Vamos ver as principais características de cada um destes tipos.

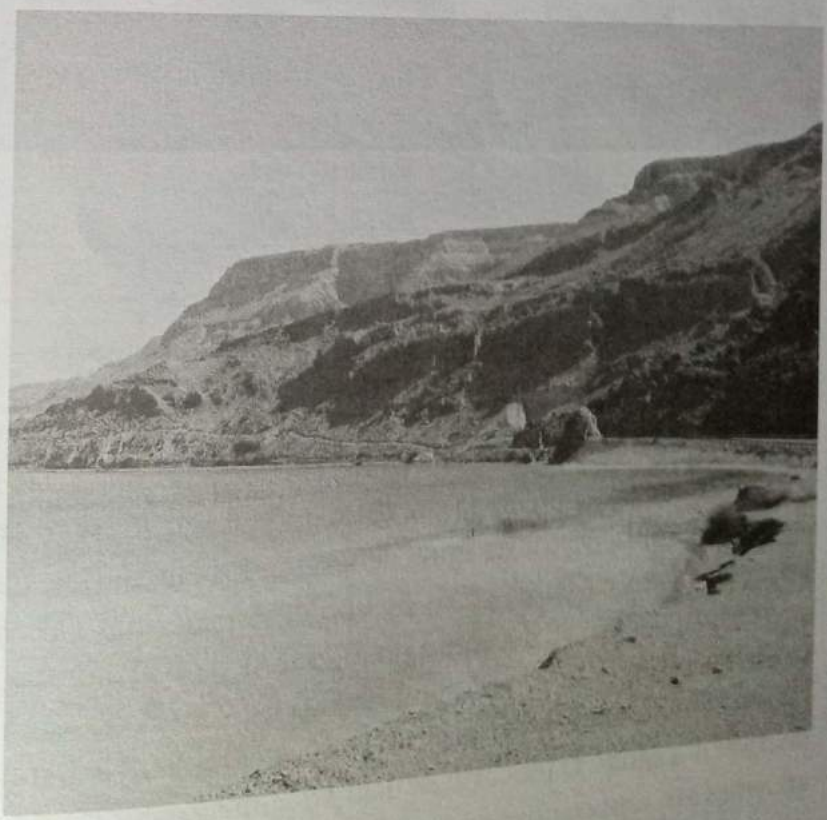
- Os **lagos tectónicos** surgem em resultado do abatimento ou do desabamento de cavidades subterrâneas. Podem também ter origem em fracturas no terreno ou em inflexões ocorridas na crosta terrestre.
- Os **lagos vulcânicos** situam-se em crateras de vulcões ou em depressões originadas por erupções vulcânicas.

Os lagos de origem externa podem ser de erosão, residuais, de depressão ou de origem mista.

- Os **lagos de erosão** são originados pelas chuvas, vento ou glaciares.
- Os **lagos residuais** foram, em tempos, mares ou bacias marinhas e contêm água salgada.
- Nos **lagos de depressão** as águas encontram-se acumuladas em depressões.
- Os **lagos de origem mista** podem resultar da combinação de diversos factores, os quais, em conjunto, levam a que se acumule uma determinada quantidade de água.

Existem igualmente lagos artificiais, como o da barragem de Cahora Bassa, em Moçambique, também designados por albufeira.

Normalmente, a água dos lagos é doce, mas existem no mundo alguns importantes lagos salgados, como o Grande Lago Salgado (na América do Norte), o mar de Aral (na Ásia Central), o mar Cáspio (o maior lago do mundo, que banha a Rússia, o Azerbaijão, o Turquemenistão, o Cazaquistão e o Irão) e o mar Morto (no Médio Oriente, banhando Israel e a Jordânia).



..... Fig. 21 Mar Morto.

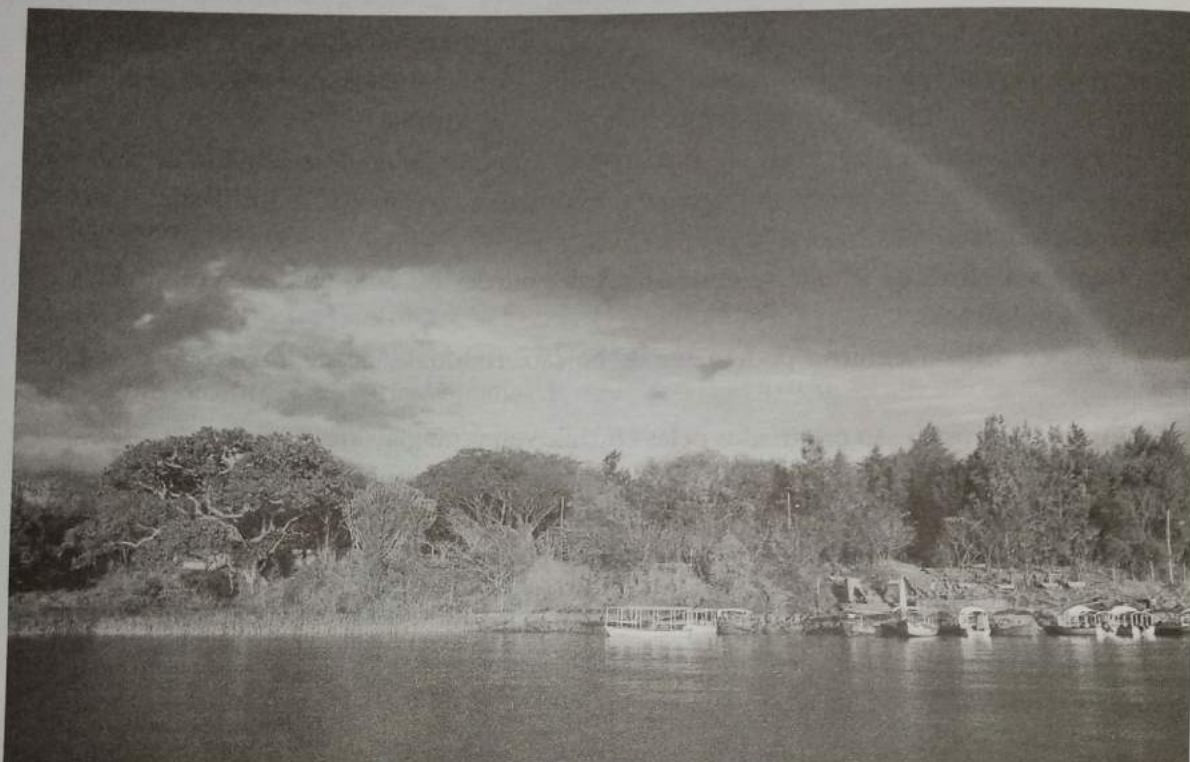
Relações entre rios e lagos

Os lagos mantêm relações recíprocas com os rios. Assim, existem lagos emissores, transmissores e receptores.

Os lagos emissores são alimentados pelas chuvas, pela fusão do gelo ou pela escorrência superficial, originando rios. São exemplos o lago Vitória (rio Nilo) e o lago Tana (rio Nilo Azul).

Os lagos transmissores são reguladores do caudal dos rios. São exemplos o lago Constança e o lago Genebra, atravessados pelos rios Ródano e Reno, respectivamente.

Os lagos receptores são alimentados pelos rios, não têm escoamento e a sua massa de água estabelece-se através de um equilíbrio regulado pela evaporação. É exemplo o mar Morto.



..... Fig. 22 Lago Tana.

Comportamento e dinâmica do caudal dos lagos

Os lagos alimentados sobretudo por afluentes ou por nascentes têm um comportamento semelhante aos cursos de água. Há um aumento do nível das águas no momento do degelo ou em consequência da precipitação. Estes podem transbordar e provocar inundações. A partir do lago, originam-se cursos de água, denominados emissários, que escoam regularmente as águas em excesso. Em países de clima de tipo desértico, estas variações são muito pronunciadas (no lago Chade, em África, durante o período seco, o nível das suas águas pode reduzir para metade). Se a evaporação exceder a alimentação do lago, este pode secar e desaparecer.

Os sedimentos provenientes dos afluentes acumulam-se no fundo, contribuindo para o aumento do nível das águas. O processo de desaparecimento dos lagos é rápido e acontece quando os seus afluentes são capturados por outros rios.

Em geral, e em condições normais, os lagos encontram-se em equilíbrio, pois, quando as chuvas caem, o seu caudal e volume aumentam e, por conseguinte, a sua área também aumenta, mantendo deste modo o seu volume de água, desde que os processos naturais e outras forças não influam negativamente na sua dinâmica.

Os maiores lagos do mundo

Lago	Área total (aproximada) em km ²	Profundidade em metros (m)	Volume em km ³	Tipo de água	Localização
Mar Cáspio	371 000	1025	78 200	Salgada	Rússia, Cazaquistão, Irão, Turquemenistão e Azerbaijão
Superior	82 400	405	12 100	Doce	EUA e Canadá
Vitória	69 500	81-85	2 750	Doce	Tanzânia, Uganda e Quênia
Huron	59 596	229	3540	Doce	EUA e Canadá
Michigan	58 016	281	4918	Doce	EUA
Tanganica	32 893	1470	18 900	Doce	Rep. Dem. do Congo, Burundi, Zâmbia e Tanzânia
Baikal	31 500	1680	23 600	Doce	Rússia
Grande Lago do Urso	31 080	88	2236	Doce	Canadá
Grande Lago do Escravo	28 930	614	2090	Doce	Canadá
Érie	25 745	64	489	Doce	EUA e Canadá
Winnipeg	24 341	18	283	Doce	Canadá
Níassa	23 310	706	8400	Doce	Malawi, Tanzânia e Moçambique
Ontário	19 259	244	1639	Doce	Canadá
Balkash	18 428	26	106	Doce	Cazaquistão
Ladoga	17 703	255	908	Doce	Rússia
Onega	9891	120	280	Doce	Rússia
Titicaca	8135	281	893	Doce	Bolívia e Peru
Aral	> 6630	32	110	Salgada	Cazaquistão e Uzbequistão, na Federação Russa

Fig. 23 Os maiores lagos do mundo.

Atividades

1. Pesquisa e enumera os principais lagos do continente africano.
2. Resumidamente, descreve a relação que se estabelece entre os rios e os lagos.
3. Explica a importância socioeconómica dos lagos.

6.4 Oceanos e mares

A Terra é um planeta mais marinho do que continental, uma vez que o oceano ocupa quase três quartos da superfície terrestre. A água oceânica (cerca de 1370 milhões de km^3) representa 97% da massa total de água presente na Terra. Os restantes 3% estão presentes nos gelos da Antártida e nos glaciares, atingindo cerca de 24 milhões km^3 ; nos lagos, rios e aquíferos, perfazendo cerca de 24 milhões de km^3 ; na atmosfera, num total de 13 000 km^3 , e a água biológica cerca de 1120 km^3 .



..... Fig. 24 Os oceanos.

A hidrosfera é principalmente constituída por oceanos e mares, que ocupam 71% da superfície terrestre, ou seja, $\frac{3}{4}$ da mesma, o que equivale a uma área aproximada de 360,2 milhões de km^2 . Os oceanos e os mares têm significados geográficos diferentes: os mares são porções de oceanos situados junto à costa, em reentrâncias mais ou menos profundas, ou prolongamentos de oceanos comprimidos na massa continental ou entre continentes muito próximos uns dos outros.

Existe uma comunicação aberta entre os oceanos. No entanto, entre os mares e oceanos, a comunicação pode ser mais difícil, devido à sua localização geográfica e origem.

Assim, segundo a sua posição geográfica e origem, os mares classificam-se em:

- **mares litorais ou abertos** – ocupam amplas reentrâncias costeiras e estão em comunicação aberta e franca com os oceanos propriamente ditos. Entre outros, destacam-se o mar da China, do Japão, das Antilhas e do Norte;
- **mares continentais ou internos** – localizam-se no interior dos continentes e encontram-se em comunicação estreita com os oceanos. Temos como exemplo os mares Báltico, Mediterrâneo, Negro e Vermelho;
- **mares fechados** – não estabelecem qualquer espécie de comunicação com os oceanos. Correspondem actualmente a restos de antigos mares, reduzidos a verdadeiros lagos. Como exemplos elucidativos apontam-se o mar Morto e o mar Cáspio.

Na tabela seguinte podem observar as diferenças entre os oceanos e alguns dos principais mares mundiais no que diz respeito a áreas totais e profundidades médias. Existem algumas outras variações morfológicas entre os oceanos e os mares, como, por exemplo, a proporção de superfície que é ocupada pela região abissal e pela região pelágica, a percentagem da superfície ocupada por ilhas relativamente à superfície total do oceano ou mar, ou a largura da abertura, medida em percentagem.

Oceanos e mares	Área total aproximada (km ²)	Profundidade média (m)
Oceano Atlântico	78 900 000	2290
Oceano Índico	72 250 000	3590
Oceano Pacífico	152 440 000	3870
Mar Báltico	364 000	53
Mar da China	3 280 000	983
Mar das Antilhas	2 643 000	1970
Mar do Japão	904 000	945
Mar do Norte	570 000	95
Mar Mediterrâneo	2 446 000	1400
Mar Negro	461 000	1250
Mar Vermelho	450 000	490

Fig. 25 Áreas totais e profundidades médias dos oceanos e de alguns dos principais mares mundiais.

Os oceanos, num sentido vertical, apresentam diversas regiões que são definidas pela profundidade: plataforma continental, situada entre 0 e -200 metros de profundidade; talude continental, localizado entre -200 metros e -2000 metros de profundidade; região pelágica, situada entre -2000 e -6000 metros de profundidade; região abissal, localizada abaixo de -6000 metros de profundidade.

Em linhas gerais, o fundo dos oceanos apresenta planaltos, montanhas e depressões de grande profundidade, estas últimas em número insignificante (apenas 1,5% do fundo oceânico apresenta profundidades superiores a 6000 metros).

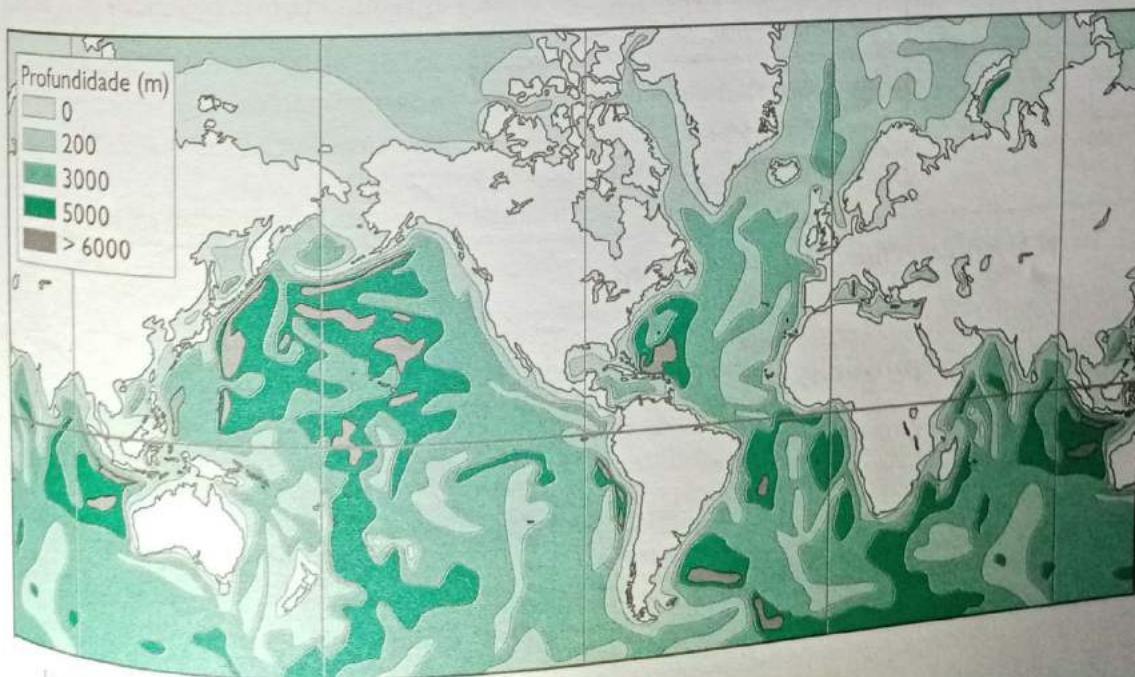


Fig. 26 A profundidade dos oceanos.

Apresentam-se, de seguida, as características mais relevantes dos fundos oceânicos.

- **Plataformas continentais** – são planaltos submarinos de inclinação suave, limitados pelo talude continental, com declive pronunciado, cuja profundidade não ultrapassa os 200 metros.
- **Dorsais** – são cadeias montanhosas, como as que se desenvolvem a meio do Atlântico e nas costas euro-africanas.
- **Planícies abissais** – ocupam uma grande extensão oceânica, de relevo relativamente plano e com profundidades médias de 4000 metros.
- **Fossas abissais** – localizam-se próximo dos continentes ou de grupos de ilhas, em geral junto de costas abruptas e muito instáveis. São mais numerosas no oceano Pacífico, onde se localiza a Fossa das Marianas, a fossa mais profunda do mundo, com cerca de 11 000 m de profundidade.

Propriedades físicas e químicas das águas marinhas

Propriedades físicas

A temperatura, a densidade e a cor constituem propriedades físicas e permitem caracterizar as águas marinhas. Na tabela que se segue, estão descritas algumas destas propriedades.

Propriedades físicas	Descrição
Temperatura	A temperatura depende da intensidade dos raios solares e varia de acordo com a latitude, a profundidade e as estações do ano, sendo: <ul style="list-style-type: none"> • mais elevada no equador do que nos pólos; • mais elevada à superfície do que em profundidade; • mais elevada no Verão do que no Inverno.
Densidade	A densidade da água do mar varia em função da temperatura, da salinidade e da profundidade, sendo que esta aumenta: <ul style="list-style-type: none"> • na razão inversa da temperatura; • com o aumento da salinidade; • com a profundidade (por isso é que a água mais fria, mais profunda e mais salina é também mais densa).
Cor	A cor depende da quantidade e da origem dos sedimentos: <ul style="list-style-type: none"> • próximo da costa é esverdeada (sedimentos vegetais e detritos animais); • no alto-mar é azul-escura (poucos sedimentos); • perto da foz dos rios é avermelhada ou amarelada (sedimentos em suspensão).

..... Fig. 27 Propriedades físicas das águas marinhas.

Propriedades químicas

Os principais componentes das águas são os cloretos, os sulfatos e os carbonatos.

Tipo de água	% de carbonatos	% de sulfatos	% de cloretos
Água dos rios	80	13	7
Água do mar	0,2	10	89

..... Fig. 28 Propriedades químicas das águas marinhas.

O sabor salgado da água do mar deve-se à composição química desta e sobretudo ao seu grau de salinidade. A salinidade é a quantidade de sais existentes num litro de água. Este valor varia entre 33 g/l e 37 g/l. Nos oceanos, o valor de salinidade média é de 35 g/l (ou 35‰) – isto é, cada litro de água contém 35 g de sais (em suspensão e sobretudo dissolvidos).

A permilagem de sais por um litro de água do mar é a que se apresenta na figura 30.

O cloreto de sódio, ou sal de cozinha, é o sal que surge em maior quantidade.

A influência directa de diversos factores, como a temperatura, a precipitação atmosférica e a contribuição fluvial e glacial, faz com que a salinidade não seja a mesma em todos os oceanos e mares, como se verifica no quadro da figura 31.

Sais	g/litro	‰ de sais
Cloreto de sódio	27,2	77,5
Cloreto de magnésio	3,8	10,8
Sulfato de magnésio	1,6	4,7
Sulfato de cálcio	1,3	3,6
Sulfato de potássio	0,9	2,5
Carbonato de cálcio	0,1	0,3

..... Fig. 29 Permagem de sais por um litro de água do mar.

Mar	Salinidade
Mar Báltico	10‰
Mar Negro	15‰
Mar Mediterrâneo	38‰
Mar Vermelho	40‰
Mar Morto	250‰

..... Fig. 30 Exemplos de permagem de salinidade.

Dinâmica das águas do mar

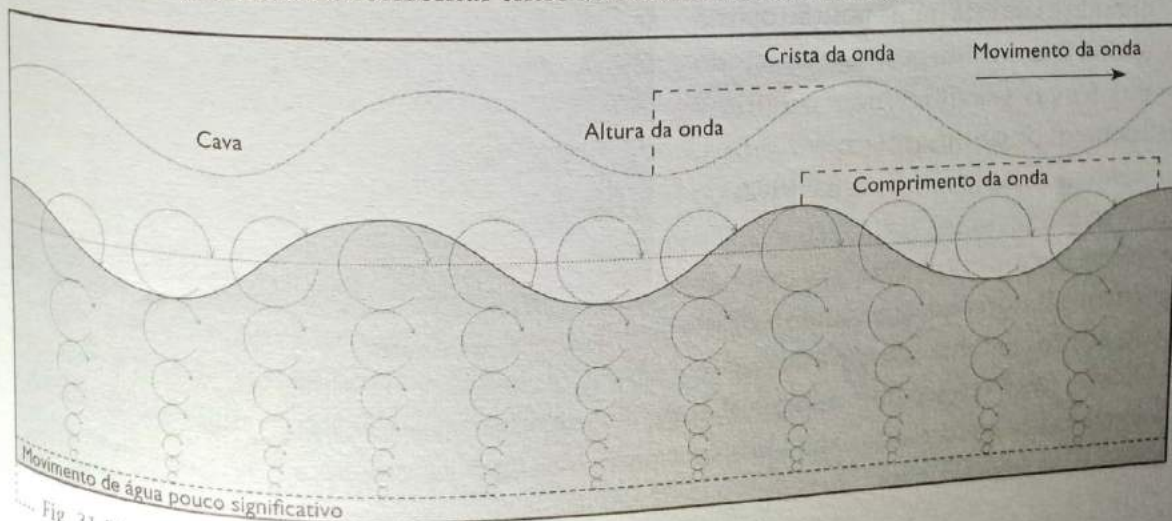
As águas do mar nunca estão em absoluto repouso e apresentam três movimentos gerais: ondas, marés e correntes marítimas.

As ondas

As ondas são movimentos superficiais das águas oceânicas. A sua causa principal é a acção do vento sobre as águas, que gera movimento. Quando o vento sopra sobre a superfície dos oceanos, empurra a água, formando cristas, cuja altura e periodicidade reflectem a intensidade dos ventos.

Os elementos que constituem uma onda são os seguintes:

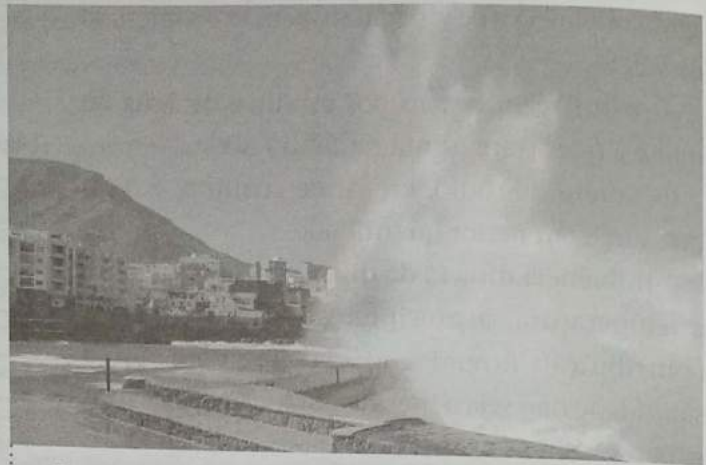
- crista (a parte mais alta da onda);
- cava (a parte mais baixa da onda);
- comprimento (a distância horizontal entre as duas cristas sucessivas).



..... Fig. 31 Elementos de uma onda.

No que se refere à tipologia das ondas, estas classificam-se em:

- **ondas oscilatórias** – formam-se no alto-mar, onde a massa líquida não é deslocada, existindo apenas um movimento circulatório das moléculas de água;
- **ondas translativas** – formam-se onde a massa líquida é deslocada e arremessada de encontro ao litoral. Devido à sua pequena profundidade, a parte inferior da onda (cava) esbarra no fundo e provoca um desequilíbrio, obrigando a massa de água a projectar-se para diante, o que ocasiona as rebentações ou *surf*;
- **ondas tsunami** – são provocadas por sismos, deslizamentos e erupções vulcânicas, com origem nos fundos submarinos, e caracterizam-se por uma grande concentração de energia, um grande comprimento de onda e uma velocidade de propagação elevada. Quando atingem o litoral, apresentam um elevado poder de destruição.



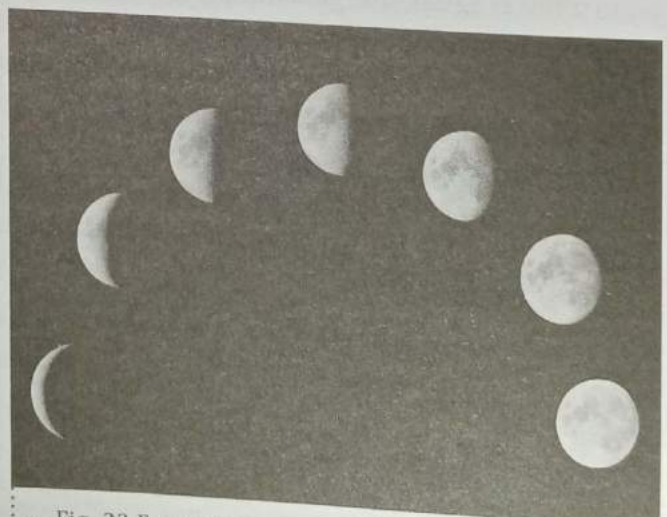
..... Fig. 32 Onda translativa.

Marés

As marés consistem em movimentos periódicos das águas e são provocadas pela atracção gravitacional da Lua e do Sol sobre a Terra. O tempo decorrido entre o nível mais baixo das águas (maré baixa) e o nível mais alto (maré alta) é de 6h 12min, donde se conclui que em pouco mais de um dia (24h 48min) há duas marés altas (praia-mar) e duas marés baixas (baixa-mar).

Dependendo das fases da Lua e, consequentemente, da influência dos três astros, as marés poderão apresentar menores ou maiores amplitudes.

- numa primeira situação, os três astros estão alinhados, caracterizando duas fases, que são: a lua nova ou conjunção, quando a Lua se encontra entre o Sol e a Terra; e a Lua cheia ou oposição, quando a Lua está numa posição oposta ao Sol. Quando isto ocorre, o somatório das forças gravitacionais origina a formação de marés mais altas, denominadas marés de águas vivas ou de sizígia.
- numa segunda situação, os astros estão em quadratura, caracterizando as fases de quarto crescente e quarto minguante.



..... Fig. 33 Fases da Lua.

Nestes casos (crescente e minguante), verifica-se a formação de marés mais baixas, também designadas águas mortas, devido à subtracção das forças gravitacionais.

Correntes marítimas

As correntes marítimas são grandes massas de água salgada que circulam pelos oceanos. Influenciam o clima e apresentam direcção e constância bem definidas.

Do ponto de vista didáctico, classificá-las-emos sob diferentes aspectos:

1. Quanto à origem – as correntes marítimas devem-se a factores internos ou intrínsecos, ou seja, diferenças de temperatura, salinidade e densidade, e também a factores externos ou extrínsecos, isto é, a acção dos ventos e da pressão atmosférica.
2. Quanto à direcção – é influenciada por duas forças: os ventos e a rotação da Terra.
3. Quanto à profundidade – existem correntes de superfície e correntes de profundidade. As correntes de profundidade são formadas nas regiões ártica e antárctica, onde a água, muito fria e densa, afunda e se dirige lentamente para as regiões equatoriais pelo fundo dos oceanos.
4. Quanto à temperatura – podem ser quentes ou frias, conforme a região onde se formam. As correntes marítimas são quentes, quando se formam na região equatorial, e são frias, quando se formam nas regiões polares.

No mapa seguinte, estão assinaladas as principais correntes marítimas.

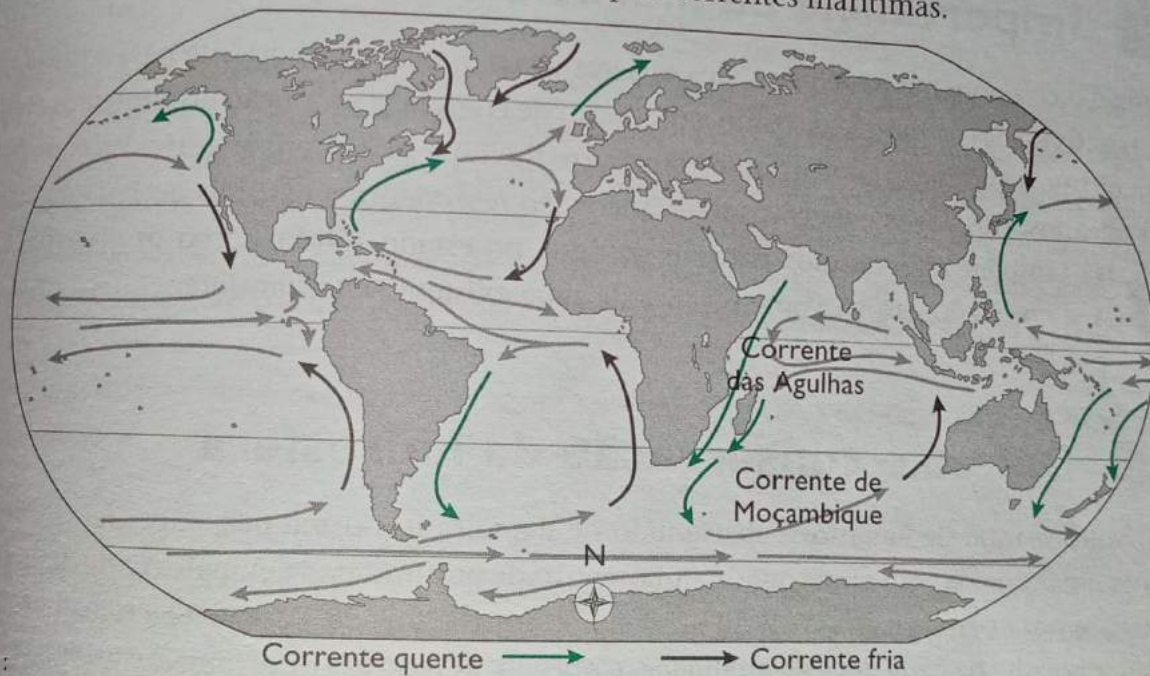


Fig. 34 As principais correntes marítimas do globo.

Importância das correntes marítimas

Do ponto de vista biológico, as correntes realizam o transporte e a disseminação de espécies animais e vegetais pelas regiões por onde passam.

Do ponto de vista climático, transportam e distribuem o calor das baixas para as altas latitudes. Por exemplo, a corrente do Golfo, ao transportar as suas águas quentes (28 a 30 °C) para o Atlântico Norte, ameniza os rigores do Inverno no litoral europeu. Por seu turno, a corrente quente do canal de Moçambique é responsável pelo transporte de massa húmida para a faixa costeira, provocando precipitação em toda a franja litoral do país.

As correntes frias, além de acentuarem os rigores climáticos das regiões por onde circulam, efectuam o transporte de icebergues, que constituem um perigo real para a navegação. É o caso das correntes do Labrador e das Maldivas.

Principais oceanos e mares

Atenta na tabela dos principais oceanos e mares litorais e continentais.

Oceanos	Mares
Oceano Atlântico	Mar das Antilhas
Oceano Pacífico	Mar da China
Oceano Índico	Mar da Irlanda
Oceano Glaciar Ártico	Mar do Japão
	Mar Mediterrâneo
	Mar Báltico
	Mar Negro

Fig. 35 Principais oceanos e mares litorais e continentais.

6.5 Importância da hidrosfera

A água é o componente básico de todos os seres vivos. É muito importante para a nossa vida e para as actividades económicas, como a produção de energia, a produção de alimentos através da agricultura, a produção industrial, o transporte fluvial e marítimo, as actividades de lazer, etc. Os oceanos, rios, lagos e lençóis subterrâneos são reservatórios naturais de água no estado líquido. Há também reservatórios naturais de água no estado sólido, como os glaciares e os icebergues, e no estado gasoso, como o vapor de água existente na atmosfera.

6.6 Defesa e conservação da hidrosfera

Se o volume total de água fosse distribuído de maneira uniforme pela superfície da Terra, formaria uma camada com quase quatro quilómetros de profundidade. A maior parte desta água encontra-se nos oceanos (cerca de $\frac{3}{4}$ ou 97%) e, portanto, é salgada. Para viver e trabalhar, o ser humano necessita de água doce de qualidade. Contudo, as reservas directamente utilizáveis são muito diminutas, pois a maior parte da água doce existente à face da Terra (cerca de 70%) encontra-se sob a forma de glaciares e neve nas regiões polares. Além disso, uma grande quantidade das reservas de água são águas subterrâneas, o que levanta problemas quanto à sua exploração e captação. Assim, os rios e os lagos continuarão a ser a principal fonte de água potável para o consumo humano. O crescimento populacional, o desenvolvimento da indústria e da agricultura, a par da poluição deliberada destes corpos hídricos pelo Homem, através do lançamento nos mesmos de dejectos, material orgânico doméstico e industrial, lixo tóxico, entre outros, estão a degradar e a esgotar as reservas disponíveis.

Várias medidas de combate à poluição das águas têm sido levadas a cabo em todo o mundo, como o tratamento de resíduos industriais e de esgotos, campanhas de educação ambiental, legislação sancionatória e outras medidas. Contudo, estas medidas ainda não são suficientes para erradicar este problema, pois os interesses económicos envolvidos são muito grandes e têm-se sobreposto. Todavia, alguns governos e movimentos ecológicos e de conservação da Natureza têm vindo a desencadear acções em prol da defesa e preservação destes recursos.

Vamos recordar...

A Hidrogeografia estuda os componentes da hidrosfera (oceanos, mares, rios, lagos, pântanos e águas subterrâneas), as suas características e a relação existente entre estes e outros componentes da geosfera.

A Hidrogeografia, enquanto ramo da Geografia Física, subdivide-se em: Potamogeografia, que estuda as águas continentais, superficiais e subterrâneas; Limnogeografia, que trata do estudo dos lagos e pântanos; Oceanografia, que se ocupa do estudo dos oceanos e mares.

Grande parte da reserva mundial hídrica está nos oceanos e mares (cerca de 97%) e os restantes 3% são referentes a água doce (nos glaciares e nos continentes – rios, lagos e subsolo).

Os principais oceanos do mundo são: o Pacífico, o Atlântico, o Índico e o Glacial Ártico.

Os principais rios do mundo são: Nilo, Amazonas, Mississípi, Zaire, Zambeze, Volga, Danúbio, Reno, São Lourenço, Yenissei, Obi, Lena, Yang-tse-Kiang (rio Azul), Huang-Hoi (rio Amarelo), Ganges e Bramaputra.

Um lago é uma depressão natural da superfície terrestre que possui uma massa de água permanente ou variável. Quanto à origem, os lagos classificam-se em: lagos de origem interna – causados pela acção da geodinâmica interna (podendo, assim, subdividir-se em tectónicos e vulcânicos); lagos de origem externa – resultantes da acção da geodinâmica externa (categorizando-se em: lagos de erosão, residuais, de depressão e mistos). Os lagos mantêm relações de interdependência com os rios. Podem ser: emissores, transmissores e receptores.

As propriedades físicas das águas marinhas são: a temperatura, a densidade e a cor. As propriedades químicas são: a salinidade e a solubilidade.

O clima influencia a hidrografia através da precipitação, alimentando os caudais dos rios, lagos, pântanos e águas subterrâneas. O clima influencia ainda a hidrografia pela temperatura: durante a estação seca, em que a temperatura é elevada, o caudal dos rios tende a diminuir, atingindo a estagação. Por outro lado, o relevo (topografia) influi na disposição dos rios, ou seja, na sua orientação, de montante (nascente) a jusante (foz), podendo determinar a maior ou menor navegabilidade do rio.

Os recursos hídricos têm uma importância inestimável para a Humanidade dado o seu valor económico, social, cultural e ecológico.

É importante evitar a poluição da água porque ela é a fonte de vida da biosfera. A água desempenha um papel muito importante na vida de todos os seres vivos, pois serve para saciar a sede dos seres humanos e dos animais, como meio de comunicação, de alimentação das populações e de produção de energia, para irrigação na agricultura, etc.

O Homem só poderá continuar a dispor de água se proteger e favorecer o povoamento florestal, se construir reservatórios próprios para a armazenar, se controlar o seu consumo e evitar a poluição da mesma.

Ficha de avaliação

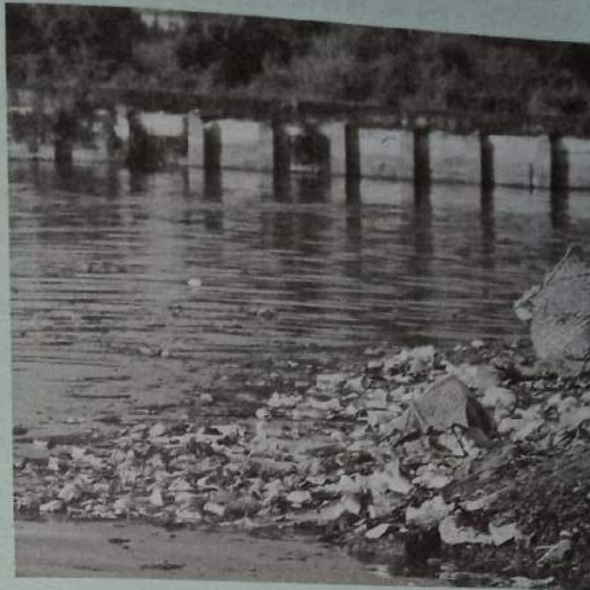
1. Explicita os conceitos de Hidrosfera e Hidrogeografia.
2. Estabelece a diferença entre rio e lago.
3. Identifica a opção que completa cada afirmação.
 - 3.1 As bacias hidrográficas africanas com maiores possibilidades de navegação são...
 - a) a bacia do Congo.
 - b) a bacia do Nilo.
 - c) a bacia do Zambeze.
 - d) a bacia do Rovuma.
 - 3.2 A expressão «bacia hidrográfica» pode ser entendida como...
 - a) o conjunto de terras drenadas ou percorridas pelo rio principal.
 - b) a área ocupada pelas águas do rio principal e seus afluentes no período normal das chuvas.
 - c) o conjunto de lagos isolados que se formam no leito dos rios quando o nível de água baixa.
 - d) um exagerado volume de um rio principal e seus afluentes provocado pela chuva acima do normal.
4. Refere o que entendes por perfil de equilíbrio de um rio.
5. Diferencia o perfil transversal e o perfil longitudinal de um rio.
6. Define balanço hídrico.
7. «O regime de um rio é a relação das variações de um caudal durante o ano.»
 - 7.1 Comenta a afirmação.
 - 7.2 Classifica os rios quanto à regularidade do seu caudal.
 - 7.3 Recorrendo a um atlas geográfico, identifica os principais rios da região da África Austral (SADC) e do teu país, referindo os seguintes aspectos: localização geográfica; extensão; regime.
 - 7.4 Explica as acções realizadas pelos rios.
8. Menciona os tipos de mares estudados. Diferencia cada um dos tipos, dando exemplos.
9. As águas oceânicas nunca estão em absoluto repouso, apresentando três movimentos principais. Indica-os.
10. Refere o que se pode fazer em casa para evitar o desperdício de água.
11. Indica três medidas conducentes à protecção dos recursos hídricos.

Trabalho de campo

Investigação

Se na localidade onde vives existir um curso de água, através de uma entrevista às pessoas responsáveis pelos recursos hídricos, investiga:

- no caso de este estar poluído, quais são as origens e consequências da sua poluição;
- se são tomadas algumas medidas para combater o problema.



Relatório

Elabora o relatório com os resultados que apuraste na investigação.

1. Compara os resultados que obtiveste com os alcançados pelos teus colegas de turma.
2. Com desenhos e recortes de jornais e revistas, faz um cartaz que alerte para os perigos da poluição das águas.
3. Envia, juntamente com os teus colegas, os trabalhos realizados pela turma às entidades responsáveis da localidade onde vives.

Glossário

- Abrasão** – Forma de erosão mecânica e desgaste das rochas ou dos solos devido à acção dos ventos e da água.
- Acumulação** – Deposição de materiais arrastados por águas correntes, águas do mar e dos oceanos, glaciares, vulcões e ventos.
- Aluvião** – Areia, terra, argila, lodo, depositados em determinado lugar pela acção das águas. Podem classificar-se em aluviões fluviais e marinhos.
- Ambiente** – Conjunto de elementos físicos, químicos e biológicos (solo, subsolo, clima, água e o conjunto de organismos vivos) e sua relação com os factores económicos, sociais e culturais, os quais afectam os ecossistemas e a vida dos seres humanos na Terra.
- Chernozem** – Palavra de origem eslava que designa um determinado tipo de solos: solos negros e profundos, ricos em matéria orgânica.
- CIT** – É uma faixa de convergência de ar localizada no equador. Esta faixa oscila segundo o movimento anual aparente do Sol.
- Clima** – É a sucessão dos vários estados de tempo ocorridos num mesmo lugar durante um período de tempo longo, geralmente de 30 anos.
- Climatologia** – Estudo dos climas na sua especificidade, como, por exemplo, as suas características e a sua relação com outros fenómenos e aspectos naturais.
- Coluvião** – Depósitos heterogéneos de fragmentos de rocha e de materiais do solo, acumulados na base de encostas relativamente inclinadas, por acção da força de gravidade.
- Conservação** – É a preservação ou manutenção planeada e de uso sensato dos recursos naturais numa base continuada, ou seja, consiste na gestão e utilização racionais da flora, da fauna e dos ecossistemas para o melhoramento das condições de vida da Humanidade.
- Decomposição** – Redução da matéria orgânica a compostos mais simples: putrefacção e separação de partículas elementares de um corpo.
- Degradação ambiental** – É a alteração adversa das características do ambiente e inclui, entre outras, a poluição, a desertificação, a erosão e a desflorestação.
- Depressão** – Forma de relevo escavada e de dimensões variadas, geralmente abaixo do nível médio das águas do mar.
- Desagregação** – Separação mecânica dos elementos duma rocha constituída por diferentes minerais.
- Desequilíbrio ecológico** – Degradação do ecossistema devido ao rompimento do seu equilíbrio dinâmico; pode ocorrer de forma natural ou ser provocado pela acção do Homem.
- Ecossistemas terrestres** – Complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais e de microrganismos e o seu meio ambiente, que interage como uma unidade funcional.

Eluviação – Movimento do material do solo de um horizonte para outro, em solução ou em suspensão, em lugares onde a precipitação excede a evaporação.

Equador térmico – É a linha que liga os lugares com as médias mais elevadas para cada meridiano.

Equinócios – São os momentos em que o dia é igual à noite, em termos de duração, em toda a superfície da Terra (21/22 de Março e 22/23 de Setembro).

Ergs – São grandes extensões de terreno constituídos por dunas. A sua presença é frequente no deserto do Sara.

Erosão – Processo de desgaste realizado pelos diversos agentes que exacerbam o processo – entre eles, o vento e o Homem, caracterizando-se pelo desgaste, transporte e acumulação.

Haloclastia – Desagregação das rochas devido à cristalização dos sais, como o cloreto de sódio, embutidos nas rochas pela acção do vento.

Humidade – É a quantidade de vapor de água existente no ar atmosférico num dado momento.

Geossinclinal – É uma fossa resultante das correntes de convecção que, ao divergirem depois da sua ascensão, originam um adelgaçamento da crosta continental.

Gradiente barométrico – É a diferença de pressão atmosférica por unidade de distância. Exprime-se em mb/100 km.

Icebergues – São blocos de gelo que se encontram a flutuar nos oceanos e que se fundem quando atingem áreas com temperaturas elevadas.

Iluviação – Conjunto de processos de acumulação de substâncias solúveis ou coloidais, conduzindo à formação do horizonte de acumulação ou iluvial.

Isóbaras – São linhas que unem lugares com o mesmo valor de pressão atmosférica.

Linhas isotérmicas – São linhas que unem pontos de igual temperatura média.

Lixiviação – É a remoção de sais minerais dos solos por acção das águas das chuvas, de que resulta a diminuição gradual de fertilidade dos solos.

Massas de ar – São grandes volumes de ar com as mesmas características físicas de temperatura e humidade.

Meteorização – É a alteração que a rocha sofre devido à acção dos agentes atmosféricos.

Meteorologia – É a ciência que estuda as mudanças e a previsão do estado de tempo.

Monções – São ventos periódicos que sopram, durante um período do ano, do mar para o continente, e, noutro período do ano, em sentido contrário. São ventos típicos da Ásia Meridional e Oriental (Índia).

Perfil longitudinal – Obtém-se unindo os vários pontos do fundo do leito, desde a nascente até à foz do rio.

- Perfil transversal** – Obtém-se ligando todos os pontos de uma secção do vale perpendicular ao curso de água.
- Périplos** – Antigos documentos geográficos que registavam todo o tipo de informação necessária à circum-navegação.
- Pressão atmosférica** – É a força exercida pelo ar sobre qualquer ponto da superfície da Terra, em todos os sentidos.
- Regime de um rio** – É a variação do seu caudal ao longo do ano; traduz o seu comportamento particular.
- Relevo** – Configuração física de uma região. Pode apresentar-se sob a forma de depressão, planície, planaltos e montanhas.
- Rift** – Zona onde ascendem lavas provenientes do manto superior, formando desta forma a crosta oceânica.
- Solifluxão** – Desprendimento do solo. Verifica-se ao longo das encostas, principalmente nas regiões polares, devido à acção do gelo.
- Superfície frontal** – É a superfície que separa duas massas de ar com características diferentes.
- Temperatura** – É o grau de aquecimento ou arrefecimento de um corpo.
- Tempo** – É o estado diário da atmosfera, ou seja, o estado em que a atmosfera se nos apresenta num dado momento e num determinado espaço.

Bibliografia

- AA. VV., *Ciências: Ecologia e Educação Ambiental*, São Paulo, 1991.
- AA. VV., *Enciclopédia do Conhecimento, Ciência e Tecnologia – A Terra: O Planeta*, Lisboa, Resomnia Editores, 1990.
- AA. VV., *Observar o Tempo*, Singapura, 1999.
- ADAS, Melhem, *Geografia Geral: As Grandes Paisagens da Terra e o Aproveitamento dos Recursos Naturais*, São Paulo, Editora Moderna, 1985.
- BARCA, Alberto da e SANTOS, Tirso dos, *Geografia de Moçambique*, Vol. I, Parte Física, Maputo, INDE, 1992.
- CARMO, Hermano, *Problemas Sociais Contemporâneos*, Lisboa, Universidade Aberta, 2001.
- CASTROGIOVANNI, António Carlos, et al., *Geografia em Sala de Aula: Práticas e Reflexões*, 2.ª ed., Porto Alegre, Editora da Universidade, 1999.
- CHRISTOFELETI, António, *Geomorfologia*, São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1974.
- CLAVAL, Paul, *História da Geografia*, Lisboa, Edições 70, 2007.
- COSTA, Rui e GARRIDO, Dulce, *Dicionário Breve de Geografia*, Lisboa, Editorial Presença, 1986.
- CRUZ, Manuel Machado, *Geografia 12 – 12.º Ano*, Lisboa, Areal Editores (Grupo Porto Editora), 1990.
- Geografia: Conhecer e Aprender – Importância da Geografia*, <http://www.uniblog.com.br/aprendergeografia>, consultado em 15/10/2009.
- Geografia Física: Manual da 11.ª Classe*, Maputo, Universidade Eduardo Mondlane, 1981.
- Geografia – Programa da 11.ª Classe*, Maputo, Ministério da Educação e Cultura, 2008.
- GUERRA, António José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da (org.), *Geomorfologia: Uma Actualização de Bases e Conceitos*, 8.ª ed., Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2008.
- HENDERSON-SELLERS, A. e ROBINSON, Peters, *Contemporary Climatology*, Londres, Longman, 1988.
- KNAPIC, Dragomir, *Geografia 1.º ano, I Volume: Curso Complementar do Ensino Secundário*, Lisboa, Editorial Aster.
- LEITÃO, Maria da Luz, *Geografia: O Homem Vive Aqui*, Lisboa, Plátano Editora, 1980.
- LEITE, Idalina, *Geografia – 12.º Ano*, Porto, Edições ASA, 1983.
- MEDEIROS, Carlos Alberto, *A Geografia no Sentir de Orlando Ribeiro*, Lisboa, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, 1998.
- MIDDLETON, Nick, *Atlas – Environmental Issues*, Londres, Oxford, 1988.
- MUCHANGOS, Aniceto dos, *Moçambique – Paisagens e Regiões Naturais*, Maputo, edição de autor, 1999.
- NAKATA, Hirome e COELHO, Marcos Amorim, *Geografia Geral*, 1.ª ed., São Paulo, Editora Moderna, 1986.
- NANJOLO, Luís e ABDUL, Ismael, *A Terra: Processos e Fenómenos*, *Geografia 11.º Classe*, Maputo, Diname, 2003.
- PERALTE, Catarina Rosa e CALHEU, Maria Beleza, *Investigar e Aprender a Terra, Ciências da Natureza*, Lisboa, Porto Editora, 1990.
- PIRES, Lurdes Leitão Bandeira e PEREIRA, Maria Gabriela, *Geografia 12.º Ano – Tema A*, Lisboa, Plátano Editora, 1995.
- SILVA, Amparo Dias da e CRUZ, Otilia, *O Homem na Biosfera*, 8.º Ano de Escolaridade. 2.ª ed. Lisboa, Porto Editora, 1988.
- UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE / FACULDADE DE GEOGRAFIA. *Geografia: Manual da 10.ª Classe*, Maputo, Universidade Eduardo Mondlane/Faculdade de Geografia, 1992.
- YESSENTINI, José William, *Geografia: Natureza e Sociedade*, 3.ª ed., São Paulo, Contexto, 1992. (www.editoracontexto.com.br)
- VIEIRA, Ernesto e MOURA, Alves de, *Compêndio de Geografia*, Porto, Porto Editora, 1974.
- WITHERICK, Michael e SMALL, John, *Dicionário de Geografia*, Lisboa, Publicações Dom Quixote, 1992.

Índice Remissivo

- Águas marinhas 136, 139, 180, 185
 Águas subterrâneas 168-169, 184-185
 Ambiente bioclimático 45
 Astenosfera 107-108, 110, 113-114
 Asteróides 32, 34-35, 41
 Atmosfera 34, 40, 45-56, 58-59, 68-69, 74-76, 90, 99, 140, 163, 170, 178, 184
 Bacia hidrográfica 162-163, 168, 172-173
 Balanço hídrico 74, 79, 170
 Brisa 63-64
 Ciclo da água 74
 Ciclo geológico 141, 144
 Fases 141-142
 Círculos polares
 Antártico 38
 Ártico 38
 Clima(s) 37, 45, 53-54, 62, 66, 75-90, 92-97
 Classificação de Köppen 76-78, 80
 Classificação de Thornthwaite 76, 79-80
 Região intertropical 84-85, 92, 99
 Região(ões) temperada(s) 62, 72, 83-84, 92, 93, 99
 Regiões de clima desértico quente 90
 Regiões de clima equatorial 86
 Regiões de clima tropical 88
 Relação entre o tempo e o clima 75
 Cometas 32, 34-35, 41
 Constelações 32-33
 Corrente corológica 26
 Corrente determinista 26
 Corrente possibilista 26
 Cosmos 32, 41
 Crusta terrestre 104-111, 113, 115, 119-120, 124, 130, 138, 140, 143-144, 175
 Cursos de água 89, 136, 139, 161-162, 168
 Deslocamentos de terra por acção da gravidade
 Movimentos lentos 131
 Movimentos rápidos 131-132
 Dobras 13, 117, 119, 139, 144
 Dunas 134-135, 139-140
 Erosão 83, 103, 106, 115, 132, 135-138, 140, 143-144, 153, 156, 161, 165-168, 175, 185
 Esfera celeste 31-32, 39-40
 Estratosfera 47-48, 52, 99, 127
 Estrelas 32-33, 39, 41
 Estrutura interna da Terra 106, 108, 143
 Exosfera 47, 48, 99
 Falhas 103, 115-117, 122, 139, 144
 Formação do solo 151-152
 Galáxias 32, 41
 Geografia
 Conceito 9
 Divisões 12
 Objectivos 11
 Objecto de estudo 11
 Geografia física 12, 27, 45, 76, 151, 157, 161, 185
 Geografia humana 12, 24, 26-27
 Geologia 12, 24, 27, 103-104, 143, 151
 Geomorfologia 103-104, 143, 151
 Geomorfologia estrutural 103
 Hidrogeografia 161, 185
 Hidrosfera 161, 178, 184-185
 Horizonte geocêntrico 32
 Horizonte geográfico 32
 Horizonte sensível 32
 Humidade atmosférica 68-69
 Lagos 68, 74, 122, 161, 167, 170, 174-178, 184, 185
 Caudal 176-177
 Litosfera 107-110, 113, 124, 143-144
 Manto 106-110, 113-114, 119, 136-137, 141, 143
 Mares 21, 24, 27, 111, 132, 161, 178-179, 184-185
 Marés 182
 Massas de ar 47, 51, 56, 66-67, 72
 Mesosfera 47-48, 99, 107-108
 Meteoritos 32, 34, 106, 109
 Meteorização 129, 132, 135, 140-141, 144, 151
 Método cartográfico 15-16, 27
 Método comparativo-geográfico 16, 27
 Método de observação 15
 Observação à distância 15
 Observação directa 15
 Observação indirecta 15
 Método descritivo 15, 16, 19, 27
 Método matemático 15, 16, 27
 Montanha 72, 83, 97, 131, 137, 179
 Movimento de rotação 31, 39-41, 46, 55, 61, 111
 Movimento de translação 39-41
 Movimentos tectónicos 106, 115, 119, 138, 141, 144
 Nebulosas 32-33
 Nevoeiro 45, 69
 Núcleo 106-110, 143
 Nuvens 45-46, 47, 49-50, 52-53, 67, 69-72, 85, 90
 Oceano(s) 21, 24, 37, 57-58, 63-64, 66-68, 74, 92, 107, 110-111, 123, 142-143, 161, 178-181, 183-185
 Ondas 136, 181-182
 Ondas sísmicas 107-110, 114, 119-121, 144
 Paralelos celestes 31
 Pedogeografia 151, 157
 Perturbações frontais 67
 Planetas 32-33, 35, 39, 41
 Pólos celestes 31
 Precipitações 71, 73-74, 76, 94-97, 137, 140, 168
 Pressão atmosférica 59-60, 62, 75, 76, 86, 183
 Princípios da geografia
 Actividade 10
 Analogia 10
 Causalidade 10
 Conexão (interacção) 10
 Extensão 10
 Radiação solar 37, 48, 51-55, 58, 90, 142
 Recursos bioclimáticos 98-99
 Rede hidrográfica 162, 172
 Rios 161-173
 Caudal 74, 136, 163-164, 168, 176, 185
 Rochas 83, 97, 104-105, 107, 109-110, 112, 114-115, 117, 119, 120, 124, 129-132, 134, 136-144, 151-152, 165-166, 168
 Satélites 32-35, 41
 Sismos 103, 115, 119-121, 123, 128, 141, 144, 182
 Sistema solar 31, 33, 35, 39, 41
 Solo(s) 12, 45, 49, 52-53, 58, 62, 67-68, 71-72, 74, 79, 83, 127-128, 131-134, 138, 143, 151-157, 161, 164, 168, 170
 Tectónica de placas 113, 144
 Temperatura(s) 37, 45, 47-48, 51, 53-60, 62, 66-69, 71-72, 75-80, 82-88, 90, 92, 95-97, 99, 110, 114, 124, 127, 129-130, 140, 142-143, 151-152, 163, 170, 180-181, 183
 Termosfera 47-48, 99
 Torrente(s) 136, 161-162
 Translação dos continentes 111
 Troposfera 47-48, 52-53, 99
 Vulcanismo 119, 124, 126-127, 144
 Regiões vulcânicas 127
 Zona de Convergência Intertropical (CIT) 65

Agradecimentos

A Pearson Education Africa gostaria de agradecer às entidades seguintes pela permissão concedida para a reprodução dos materiais indicados.

Editora Contexto: excerto da obra de José William Vesentini, *Geografia, Natureza e Sociedade*, 3.^a ed., São Paulo, Contexto (www.editoracontexto.com.br), 1992 (p. 11)

Grupo Almedina/Edições 70: excerto da obra de Paul Claval, *História da Geografia*, Lisboa, Edições 70, 2007 (p. 9)

Grupo Leya/Edições Asa: excertos da obra de Idalina Leite, *Geografia 12.º ano*, Porto, Edições Asa, 1983 (pp. 9 e 11)

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 978-06360-971-3-1



9 780636 097131