

Do
tuf
ga

.....

de an
tes da
Histó
ria

.....
.....





Í N D I C E

Agradecimentos	7
Prefácio por António Ribeiro	9
Prefácio por Teresa Ponce de Leão	13
Quadro das divisões estratigráficas; o calendário geológico	17
.....	
PARTE_A _ Mapas Geológicos; um olhar de conjunto	22
.....	
I _ Uma introdução necessária	23
.....	
II _ Alguns conceitos fundamentais	
II.1 _ Dos montes e vales aos mapas topográficos; planificar a tridimensionalidade	25
II.2 _ Das estruturas geológicas aos mapas geológicos; um quebra-cabeças a 4 dimensões	33
II.2.1 _ Uma questão de geometrias	35
II.2.2 _ Do campo aos mapas	49
II.2.3 _ Das rochas aos mapas	55
.....	
MI _ <i>Há xistos e xistos e... outros que nem tanto...</i>	67
.....	
III _ Do mapa geológico de Portugal aos grandes ciclos; a sobreposição de processos tectónicos	83
III.1 _ Sedimentares, metamórficas e magmáticas; a primeira pista	87
III.2 _ Rochas plutónicas; rumo aos zonamentos pré-mesozóicos	97
.....	
MII _ <i>Olhar para a Lua para... ver a Terra...</i>	119
.....	
III.3 _ Metamórficas pré-mesozóicas; uma história atribulada	141
III.4 _ Zonando o pré-Mesozóico; uma forma de... arrumar ideias	159
III.5 _ Sedimentos mesozóicos; de volta ao fundo do mar	162
III.6 _ Sedimentos cenozóicos; uma história a dois tempos	195
III.7 _ Sintetizando as sínteses...	209
.....	
MIII _ <i>Fechando o Atlântico para... perceber o pré-Mesozóico...</i>	209
.....	





PARTE B *Do mapa geral aos mapas regionais; um olhar de maior pormenor* 229

IV *Da Gondwana à formação da Pangeia; do ciclo Cadomiano ao ciclo Varisco* 233

IV.1 *O Anticlinal de Valongo* 242

IV.2 *O Maciço de Morais* 254

IV.3 *Os mantos tectónicos de Celorico de Basto* 279

IV.4 *O Sinclinal da Amêndoa* 292

IV.5 *O Anticlinal de Estremoz* 310

IV.6 *Pelos oceanos de Beja* 322

IV.7 *Dos mantos tectónicos de Mértola ao Anticlinal do Pomarão* 340

V *Da fragmentação da Pangeia às bacias mesozóicas; do Tétis ao Atlântico* 353

V.1 *Das Caldas da Rainha ao rio Tejo* 358

V.2 *A Serra de Sintra* 372

V.3 *Das serras aos mares do Algarve* 386

VI *Do confronto com África às bacias cenozóicas; interior versus litoral* 399

VI.1 *A Cadeia da Arrábida* 402

VI.2 *Da Bacia de Castelo Branco ao Sinclinal de Vila Velha de Ródão* 422

VII *Há ilhas oceânicas e ilhas oceânicas; dois arquipélagos duas origens* 439

VII.1 *A ilha do Pico* 442

VII *Blocos-diagrama; um olhar tridimensional para a geologia regional* 463

Anexo I *Da bússola de geólogo à orientação de planos e linhas* 469

AI.1 *O sistema de referência* 460

AI.2 *Utilizando a bússola de geólogo* 472

AI.3 *Uma questão de nomenclaturas* 476

AI.4 *Concretizando...* 478

Anexo II *Dos afloramentos à sua génese* 489

AII.1 *A discordância do Telheiro* 490

AII.2 *Dobramentos da Foz dos Ouriços (Almogrove)* 503

AII.3 *Dobras de Torre de Moncorvo (Cabeço da Mua)* 507

AII.4 *Dobras do Porto da Arrifana* 511

Onde ler 521

Í N D I C E



Rui Dias, Manuel Lemos de Sousa, João Mata, António Ribeiro, Cristina Rodrigues, António Galopim de Carvalho, Edite Bolacha, Ana Salgado (2023). Há xistos e xistos e... outros que nem tanto... *in: Rui Dias, (2023), Dos Mapas Estáticos a uma Geologia de Portugal Dinâmica, segundo volume da trilogia "Portugal de Antes da História", 540 páginas, 290 figuras originais, Centro Ciência Viva de Estremoz. ISBN-978-989-53841-0-5*



MI

HÁ XISTOS E XISTOS E...
OUTROS QUE NEM TANTO...

Rui Dias^{1,2}, Manuel Lemos de Sousa^{2,3}, João Mata⁴, António Ribeiro⁴, Cristina Rodrigues^{2,3}, António Galopim de Carvalho⁵, Edite Bolacha⁶, Ana Salgado^{2,7}

¹ Universidade de Évora, Centro Ciência Viva de Estremoz, Instituto de Ciências da Terra (ICT)

² Academia das Ciências de Lisboa (ACL)

³ I3ID-Fundação, Universidade Fernando Pessoa

⁴ Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Instituto Dom Luíz (IDL)

⁵ Universidade de Lisboa

⁶ Escola Secundária de D. Diniz, Lisboa

⁷ Centro de Linguística da Universidade NOVA de Lisboa (CLUNL)

••••• A EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO PROVOCA, POR VEZES, UM **DESAJUSTE** ENTRE O QUE SE SABE E AS DESIGNAÇÕES UTILIZADAS PARA DESCRIVER ESSE SABER. FREQUENTEMENTE ESTE DESAJUSTE PERDURA DURANTE MUITO TEMPO POR UMA QUESTÃO DE INÉRCIA. Contudo, em certos casos, a justificação para o referido desajuste reside na dificuldade em encontrar soluções alternativas consensuais. Esta inércia não deve ser encarada como sinónimo de preguiça intelectual, antes, porém resultando frequentemente do facto de um mesmo termo ser utilizado em diferentes áreas do saber, podendo o desajuste apenas ocorrer em algumas dessas áreas. Mudar uma designação tradicionalmente utilizada que deixou de ser adequada de uma perspetiva global, implica, pois, um ato de juntar e conciliar vontades entre cientistas de áreas distintas do conhecimento, o que nem sempre é fácil.

Na geologia em Portugal, o termo **xisto** é, sem dúvida, um dos que tem causado maior **confusão**: xisto; gás de xisto; petróleo de xisto; Aldeias de Xisto; xisto argiloso; xisto luzente; Complexo Xisto-Grauváquico; micaxisto; xisto mosqueado. As variantes são muitas e frequentemente utilizadas de forma inapropriada, o que se estende ao termo xistosidade. Duas situações estão na base desta confusão:

- Na língua geral ou corrente, o vocábulo xisto é utilizado para designar as rochas com aspeto foliado que tendem a fragmentar-se mecanicamente segundo superfícies subparalelas, individualizando-se em lajes. Por isso, os xistos são frequentemente utilizados nas construções tradicionais, não só em muros e paredes, mas até na cobertura das casas substituindo as telhas de barro. Este tipo de construção, que é frequente na zona centro e norte do país, está na origem das Aldeias de Xisto, onde, como veremos, há muito pouco xisto.

- A origem do termo xisto é anterior à compreensão dos processos tectonometamórficos que originam este tipo de rochas. Isto leva a que a lógica dos nomes anglo-saxónicos e os seus equivalentes franceses (os dois idiomas que muito influenciaram a terminologia geológica portuguesa) não seja comum.

Este texto representa uma tentativa de harmonizar, do ponto de vista científico, a nomenclatura deste tipo de rochas, pelo que foi elaborado por um grupo de geólogos trabalhando em ramos diferentes das geociências (e.g., geologia estrutural/tectónica, sedimentologia, petrologia metamórfica, do ensino) em conjugação com uma linguista.

Não vemos as coisas como são, vemos as coisas como somos.
ANAÏS NIN (1903-1977)

Tentar resolver os problemas associados à nomenclatura das rochas foliadas, na qual os xistos se integram, tal como é utilizada em Portugal, implica começar por definir alguns conceitos do ponto de vista científico, o que permitirá depois clarificar a nomenclatura deste tipo de rochas no contexto dos processos que as originaram. Tentando o equilíbrio entre as várias aproximações científicas, as definições procuram conciliar, quer as recomendações da *Subcommission for the Systematic of Metamorphic Rocks da International Union of the Geological Sciences* (Arkai et al., 2004; Brodie et al., 2004), quer uma perspetiva enfatizando a necessidade de poderem ser úteis nos estudos de campo conducentes à compreensão da evolução geodinâmica de uma região (e.g., Passchier e Trouw, 1995).

- A **diagénese** é o conjunto das mudanças químicas, mineralógicas, físicas e biológicas de um sedimento após a sua deposição inicial e durante e após a sua litificação, excluindo a alteração superficial (i.e., a meteorização) e o metamorfismo.

- O **metamorfismo** é o processo petrogenético, ocorrido predominantemente no estado sólido, envolvendo mudanças no conteúdo ou composição mineral e/ou na microestrutura de uma rocha, quando sujeita a condições distintas que, sendo diferentes das que condicionaram a sua formação, se caracterizam por pressões e temperaturas superiores às prevalecentes na diagénese. Este processo pode coexistir com a fusão parcial e pode envolver alterações na composição global da rocha. Havendo continuidade entre os processos diagenéticos e metamórficos, qualquer fronteira entre eles é sempre arbitrária, recorrendo-se normalmente a estudos de microscopia ou a metodologias variadas (e.g., cristalinidade da ilite, difração de raio-X da matéria orgânica, refletância da vitrinite ou termobarometria de inclusões fluidas). Esta aproximação tem duas desvantagens, pois, por um lado, implica que a sua distinção não pode ser feita à vista desarmada (dificultando os trabalhos de campo) e, por outro, diferentes metodologias tendem a apresentar propostas ligeiramente diversas para a fronteira entre estes tipos de rochas.

- A **foliação** pode ser encarada como um termo geral para descrever qualquer estrutura planar que ocorre de uma forma penetrativa num corpo rochoso (o que deixa de fora as diaclases, ou as falhas, por exemplo). Pode referir-se a um bandado fino rítmico em rochas sedimentares, a um bandado composicional nas rochas magmáticas ou à clivagem,

xistosidade ou outras estruturas planares nas rochas metamórficas.

- A **foliação primária** é uma foliação que estava presente numa rocha sedimentar ou magmática antes da deformação, incluindo a estratificação e o bandado magmático.

- A **foliação secundária** é uma foliação desenvolvida como resposta à deformação e/ou processos metamórficos numa rocha no estado sólido¹.

- O termo **xistosidade** é utilizado por vezes de uma forma abrangente para foliações secundárias definidas pela orientação de elementos de fábrica (*fabric*) achatados como sejam, por exemplo, minerais orientados com o eixo maior subperpendicular à direção de compressão. Numa perspetiva mais restrita, aplica-se apenas a este tipo de rocha com fábrica anisótropa mas de grão médio a grosseiro.

- Tal como a xistosidade, a **clivagem** é uma foliação secundária definida pela orientação de elementos de fábrica (*fabric*) achatados. No entanto, a sua utilização está normalmente restrita a rochas de grão fino não visíveis à vista desarmada.

- O **bandado gnáissico** caracteriza rochas de grão médio a grosseiro com uma foliação pouco desenvolvida refletindo variações composicionais, resultantes de processos metamórficos de médio a alto grau.

Tendo em consideração que este é um texto que pretende centrar-se na nomenclatura das rochas foliadas, em especial as associadas aos campos da diagénese e do metamorfismo de baixo a médio grau, iremos explorar em seguida apenas alguns dos conceitos anteriores.

● ● ● ● ● ● ● NÃO SENDO ESTE UM TEXTO SOBRE A SISTEMÁTICA DAS ROCHAS SEDIMENTARES, MAS APENAS SOBRE A INFLUÊNCIA DESTAS ROCHAS NA GÊNESE DE FOLIAÇÕES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS, A DISCUSSÃO CENTRAR-SE-Á EM TORNO DAS ROCHAS DETRÍTICAS DE GRÃO FINO, OU SEJA, ARGILITOS (*i.e.*, formados por partículas com dimensões inferiores a 1/256 mm) e siltitos (*i.e.*, compostos por partículas com dimensões médias entre 1/16 e 1/256 mm). O tratamento conjunto destas litologias, para além de fazer sentido quando o objetivo é a compreensão da génese das foliações, justifica-se ainda pela sua génese. Com efeito, os detritos resultantes do processo de meteorização e erosão das rochas expostas na superfície dos continentes são transportados ao longo das linhas de água para as bacias de sedimentação (essencialmente os oceanos, mas também os lagos e outras depressões interiores) onde se depositam. Sendo mais densos, os sedimentos só conseguem ser transportados por a água estar em movimento, mas a velocidade desta diminui drasticamente quando encontra os corpos de água oceânicos ou lacustres, o que induz a sua sedimentação. O processo de deposição dos sedimentos não ocorre de uma forma simultânea, sedimentando primeiro os cascalhos ou balastos (*i.e.*, partículas com dimensões superiores a

¹ Ao contrário dos textos que compõem o resto deste livro, por vontade de alguns dos autores, este foi escrito utilizando o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990.

MI.1

FOLIAÇÕES SEDIMENTARES

2 mm) e as areias (com dimensões entre os 1/16 e os 2 mm), que, por isso, tendem a acumular-se nas zonas externas dessas bacias. As partículas de menores dimensões (*i.e.*, os siltes e as argilas) conseguem manter-se mais tempo em suspensão, pelo que tendem a acumular-se nas zonas mais internas e profundas das bacias, sob a forma de camadas horizontais com continuidade lateral², definidas por **superfícies de estratificação** que são a principal superfície de referência na interpretação geológica de uma região. Esta estreita relação genética entre as partículas detríticas mais finas leva a que as argilas e os siltes sejam, por vezes, incluídos numa mesma unidade, a dos **pelitos** (do grego *pelós*, 'lodo; argila'). O que é importante salientar é que a generalidade das partículas que constituem estas rochas são invisíveis a olho nu, ou mesmo com o auxílio de uma lupa. Por isso, embora as camadas possam ser observáveis nas sequências pelíticas (para o que basta que tenham ocorrido ligeiras variações do ambiente de sedimentação) dificilmente se conseguem observar laminações no interior das camadas (Figura MI_1A). No entanto, à medida que o processo de sedimentação vai continuando e novas camadas se vão sobrepondo às mais antigas, a situação vai-se alterando. Os processos diagenéticos acentuam-se, e a **pressão litostática** (que é o resultado da ação da gravidade sobre as camadas subjacentes) aumenta. Isto leva a que a espessura das camadas pelíticas mais profundas diminua por processos de compactação, essencialmente pela expulsão dos fluidos intersticiais e pela rotação das partículas achatadas que tendem a ficar sub-horizontais. Neste processo, são fundamentais as partículas formadas por minerais de argila as quais, por serem filossilicatos, tendem a ocorrer sob a forma de partículas microscópicas planares. Por isto, os pelitos posicionados nas zonas mais profundas das sequências sedimentares começam a adquirir uma **foliação** interna **sub-horizontal** (*i.e.*, paralela às superfícies de estratificação) irregular, mas bem marcada, denominada **foliação diagenética**³, que, em casos específicos (tal como no paper shale, passível de ser separado em folhas), se pode designar por **fissilidade**. Quando esta foliação primária (pois foi gerada durante os processos de sedimentação) se torna predominante, a rocha passa a ser considerada um **shale** (na perspetiva anglo-saxónica), termo que tem vindo a ser traduzido em português de Portugal como xisto argiloso ou xisto pelítico (Figura MI_1B). Estas são as rochas sedimentares mais abundantes, representando cerca de 70% das rochas deste tipo na crosta terrestre. O que é fundamental salientar é que os shales são rochas sedimentares cuja foliação, subparalela à estratificação, foi gerada durante os processos diagenéticos sem a ocorrência significativa de processos de recristalização. Com efeito, como a generalidade da profundidade das bacias de sedimentação não permite a acumulação de espessuras de sedimentos superiores a 5 km, em situações de gradiente geotérmico normal (*i.e.*, cerca de 30°C/km), não é possível atingir as temperaturas de 150°C a 200°C necessárias para que os processos de recristalização permitam a formação de minerais metamórficos.

² Ver páginas 367 a 376 do primeiro volume desta trilogia onde é feita a revisão dos princípios básicos da Geologia e dos limites da sua aplicabilidade.

³ Para mais detalhes ver páginas 241 e 242 do primeiro volume desta trilogia.

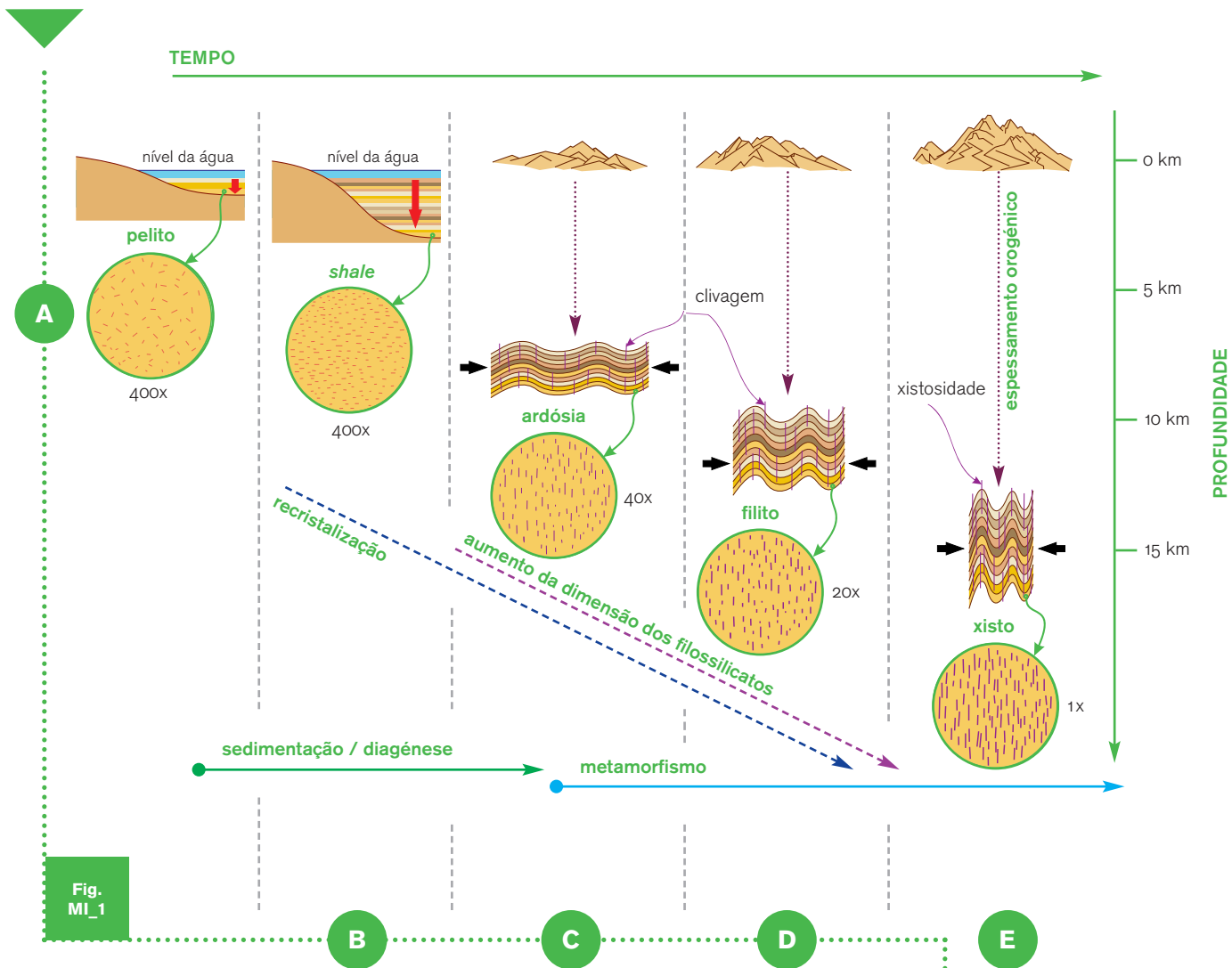





Fig. MI_1

 **tensão isostática**
 **tensão tectónica**
 **detalhe da rocha com indicação da ampliação da observação**

_Evolução esquemática dos principais processos associados à génese de foliações primárias e secundárias em rochas pelíticas a várias escalas (ver texto para mais detalhes):

- A** - Deposição de pelitos em ambiente aquático;
- B** - Continuação do processo de deposição e evolução diagenética;
- C** - Início do processo de deformação orogénica e de blastese;
- D** - Continuidade dos processos de deformação/metamorfismo;
- E** - Estádio mais avançado do espessamento crustal e dos processos metamórficos.

MI.2

FOLIAÇÕES METAMÓRFICAS

_Representação esquemática da distribuição das rochas foliadas da sequência pelítica em função das fácies metamórficas para condições de gradiente geotérmico normal.

SE, GERALMENTE, A ESPESSURA DE SEDIMENTOS NUMA BACIA SEDIMENTAR NÃO PERMITE A GERAÇÃO DE MINERAIS METAMÓRFICOS, A DEFORMAÇÃO ASSOCIADA AOS PROCESSOS OROGÊNICOS (Figuras MI_1C a MI_1E) facilmente induz nas sequências as condições de pressão e temperatura mais elevadas, necessárias à ocorrência dos processos de recristalização metamórfica. A sua gênese foi abordada com detalhe no volume 1 desta trilogia, pelo que aqui apenas se irá rever alguns dos processos relacionados com a formação de foliações metamórficas a partir das rochas pelíticas. Um aspeto importante é que o tipo de foliação vai depender da intensidade dos fatores de metamorfismo, isto é, essencialmente das pressões e temperaturas existentes, o que depende do gradiente geotérmico. Em condições crustais normais, este gradiente é da ordem dos 30°C/km e, por isso, enquanto uma rocha pelítica vai sendo submetida a profundidades mais elevadas as condições de pressão e temperatura seguem a linha tracejada indicada na Figura MI_2.

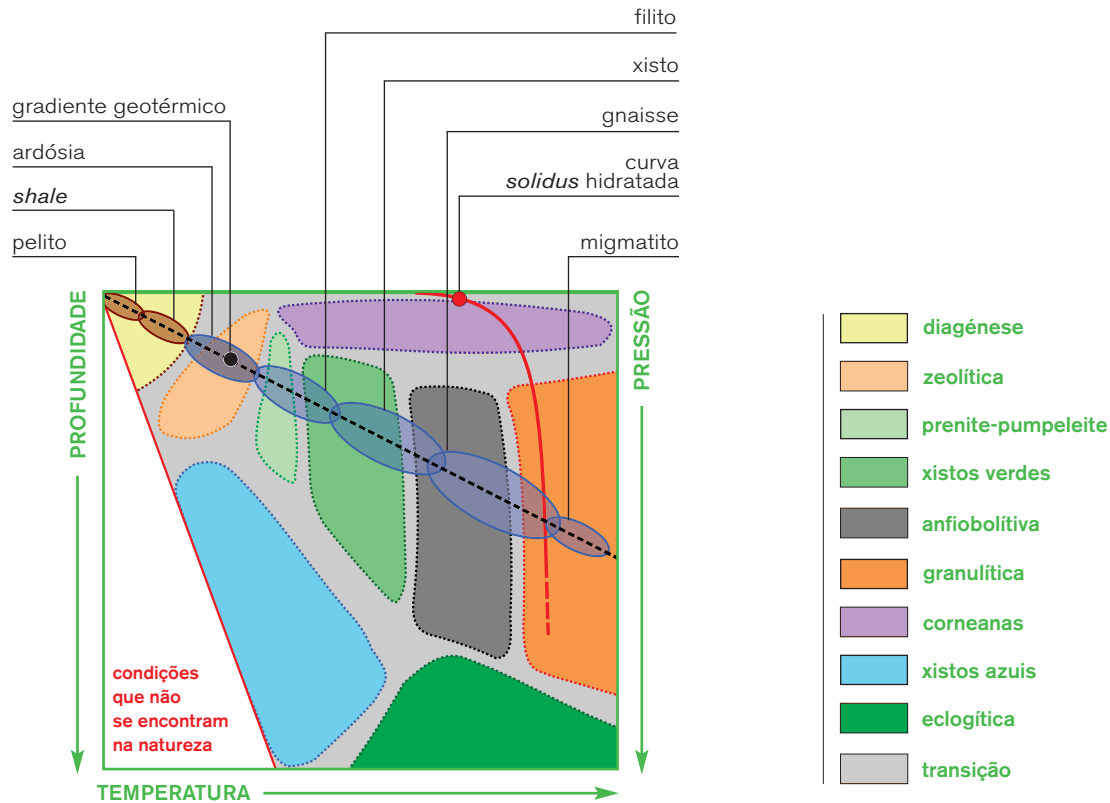


Fig. MI_2

Estabelecamos de forma simplificada as relações entre cristais e deformação. A generalidade dos minerais existentes na rocha inicial (que por serem anteriores à deformação se dizem **antecinemáticos**) deixa de ser estável, sofrendo processos de **recristalização** (*i.e.*, rearranjos da malha cristalina sem alteração da associação mineralógica existente) e/ou **blastese** (*i.e.*, formação de novos minerais a partir dos minerais preexistentes) em estado sólido. Como seria de esperar, os novos minerais são condicionados, entre outros fatores, pela composição da rocha original e pelas condições de temperatura e pressão típicas das fácies metamórficas em que ocorre a sua formação (Figura MI_2). Como estes processos ocorrem enquanto a rocha está a ser deformada pela ação de um campo de tensões relacionado com o processo orogénico (Figuras MI_1C a MI_1E), os novos minerais (que por estarem a formar-se durante a deformação se designam **sincinemáticos**) tendem a crescer com a sua direção de alongamento e o seu plano de achatamento perpendicular à direção de compressão máxima. Este processo leva à formação de **foliações** metamórficas **obliquas** em relação à estratificação, que tendem a ser **ortogonais** na zona de charneira. Como os minerais sincinemáticos que definem estas foliações vão crescendo durante o processo de metamorfismo, o aspeto destas estruturas planares vai variando⁴. Esta diversidade tende a refletir-se na sistemática das rochas metamórficas, embora não exista consenso sobre as nomenclaturas a utilizar, principalmente entre geocientistas de diferentes áreas. Numa perspetiva mais abrangente, que tem vindo a ser favorecida pela *Subcommission for the Systematic of Metamorphic Rocks*, o termo xisto (do francês *schiste*, que, por sua vez, vem do latim *schistos* 'dividido, separado' pelo grego *skhistós* 'fendido, rachado) pode ser encarado como uma rocha possuindo uma xistosidade vista na sua perspetiva mais abrangente, isto é, independentemente da granularidade da rocha. No entanto, a necessidade de uma sistemática mais fina e a utilização tradicional de nomes como ardósias e filitos levou esta comissão a considerar a possibilidade da sua utilização como nomes específicos. No mesmo sentido aponta a utilização, muito enraizada entre os geólogos estruturais, de uma terminologia que consiga descrever a diversidade da morfologia das foliações secundárias, o que gerou uma profusão de nomes (*e.g.*, clivagem, clivagem xistenta, clivagem de fratura ou xistosidade) nem sempre utilizados da mesma forma por todos. Neste texto, muito orientado para a sistemática deste tipo de rochas, esta problemática pode ser bastante simplificada, considerando três tipos de foliações secundárias desenvolvidas a partir de protólitos pelíticos que refletem intensidades de metamorfismo diferentes.

- Numa fase inicial, os planos de foliação são bem marcados, mas a pequena dimensão dos minerais achatados que os definem torna-os invisíveis à vista desarmada, não permitindo observar a luz neles refletida, pelo que a superfície da foliação é baça. Este tipo de foliação é denominado **clivagem**, e, se nos estádios mais precoces estes planos são pouco penetrativos, a progressão da deformação aumenta a sua penetrabilidade e a rocha tende a adquirir o aspeto de massa folhada. Uma rocha com estas características indicadoras de

⁴ Ver página 244 do primeiro volume desta trilogia para mais detalhes.

regimes metamórficos de baixo grau é denominada **ardósia** ou lousa (Figura MI_2). No caso de um protólito ser muito rico em matéria orgânica, as ardósias têm uma coloração negra, como acontece com as ardósias de Valongo.

- O continuar do processo de metamorfismo leva ao crescimento dos minerais sincinemáticos, o que permite que a luz que refletem comece a ser visível, apesar de eles ainda não serem visíveis à vista desarmada. A superfície da foliação (que, por vezes, começa já a ser designada de **xistosidade**) adquire um brilho sedoso, passando as rochas a serem designadas por **filitos** ou xistos luzentes. O aparecimento dos filitos é típico da passagem aos ambientes metamórficos de grau intermédio (Figura MI_2).

- Numa fase mais avançada, os minerais tornam-se visíveis à vista desarmada, pelo que a foliação é mais grosseira e passa a denominar-se de **xistosidade stricto sensu**. A rocha passa a designar-se de **xisto**, sendo mais difícil de lascar ao longo da foliação. Os xistos formam-se em situações de grau metamórfico intermédio a alto, sendo frequentes em situações de fácies dos xistos verdes e anfibolítica (Figura MI_2).

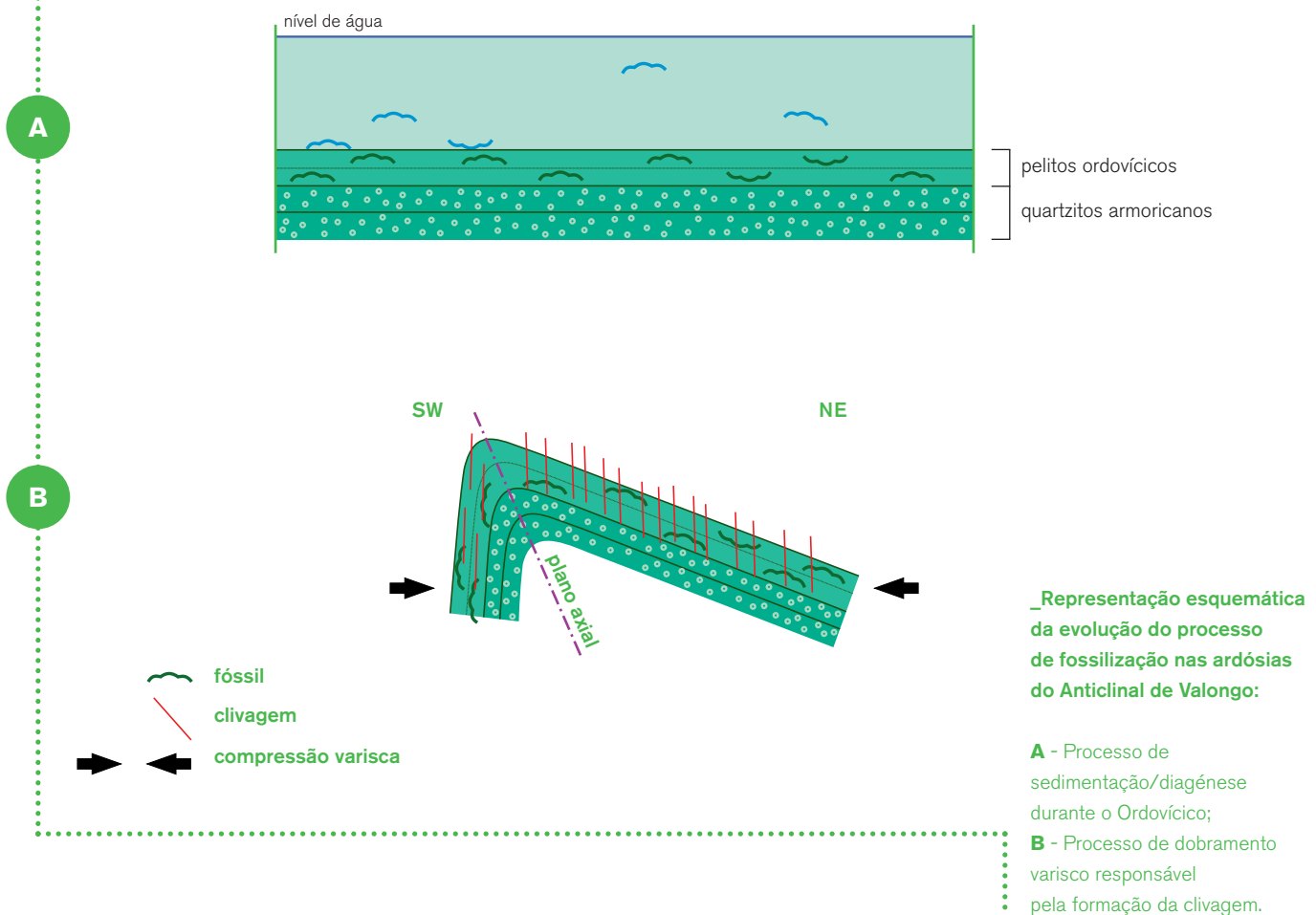
Independentemente da foliação metamórfica ser uma clivagem ou uma xistosidade, ao contrário da laminação dos shales, a foliação metamórfica desenvolve-se de forma **obliqua** em relação à estratificação. Esta obliquidade é quase sempre possível de ser evidenciada, mesmo quando a sequência litológica é tão homogénea que a estratificação não é aparente. O que acontece com as ardósias ordovícicas no **Anticlinal de Valongo** é um bom exemplo desta situação. Durante a fase de sedimentação dos pelitos, os animais que viviam na coluna de água (e.g., trilobites e braquiópodes) ao morrerem depositam-se no fundo da mesma, tendendo a dispor-se sub-horizontalmente por ser a posição de maior estabilidade (Figura MI_3A). À medida que o processo de sedimentação continuava, eles eram incorporados nos sedimentos pelíticos e, durante a litificação induzida pela evolução diagenética, o mais provável é que a maior parte da matéria orgânica desses seres vivos tenha sido degradada pela ação bacteriana, ficando preservado o seu registo como **fósseis**. O fecho do oceano onde estes pelitos se estavam a depositar produziu o dobramento das sequências paleozoicas durante a fase orogénica varisca, altura em que se formou o anticlinal de Valongo, particularmente evidente pelo dobramento das camadas da Formação dos Quartzitos Armorianos subjacentes às sequências pelíticas. Os processos metamórficos de baixo grau, associados a esta deformação, levaram à formação de uma clivagem nas sequências pelíticas originando-se as **Ardósias de Valongo**.

Se, no início se trataria de um anticlinal aberto, no qual esta clivagem faria um ângulo elevado com a superfície de estratificação, o continuar da deformação foi gerando um anticlinal fortemente assimétrico vergente para SW (Figura MI_3B). A rotação dos flancos, durante o processo de dobramento, foi mais acentuada no flanco SW, que passou a fazer um ângulo muito forte com a compressão tectónica responsável pela deformação. Isto levou a que, no flanco longo NE, a clivagem se tornasse bastante oblíqua em relação à estratificação, enquanto, no flanco SW manteve-se subparalela (i.e., existe uma situação de transposição neste flanco⁵).

⁵ Ver páginas 252-254 do primeiro volume desta trilogia para perceber o desenvolvimento da transposição da estratificação pela clivagem/xistosidade.

Como as ardósias de Valongo fraturam sempre pelo plano de clivagem (pois a estratificação não é visível devido à homogeneidade dos pelitos originais), os fósseis que se posicionam nas superfícies de estratificação são fáceis de se observar no flanco inverso (onde a clivagem coincide com a estratificação). É evidente que, no flanco NE do anticlinal, os fósseis são tão abundantes como no flanco SW, só que como eles são subparalelos à estratificação e as fraturas que se desenvolvem acompanham a clivagem, eles não se veem, pois são sempre truncados por estas superfícies. O predomínio das jazidas fossilíferas no flanco SW do Anticlinal de Valongo e a aparente ausência/extrema raridade de fósseis no outro flanco prova (se existissem dúvidas) que estas ardósias são o resultado de uma clivagem gerada pelos processos tectonometamórficos variscos e não de uma laminação diagenética.

Fig. MI_3



MI.3

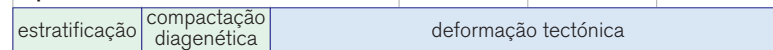
XISTOS ARGILOSOS... UMA PROPOSTA ALTERNATIVA...

REVISTOS OS PRINCIPAIS ASPETOS RELACIONADOS COM A GÉNESE DAS FOLIAÇÕES NAS ROCHAS SEDIMENTARES E METAMÓRFICAS, É POSSÍVEL ABORDAR A UTILIZAÇÃO DO TERMO **XISTO** NA SISTEMÁTICA DESTE TIPO DE ROCHAS. Para facilitar esta abordagem, é importante sintetizar numa tabela (Figura MI_4) as características destas foliações e a sua relação com a nomenclatura das rochas envolvidas.

I. tipo de rocha



II. processo mesoestrutural dominante



III. grau metamórfico



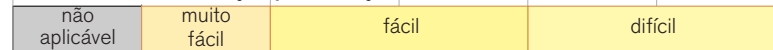
IV. tipo de foliação



V. relação da foliação com a estratificação



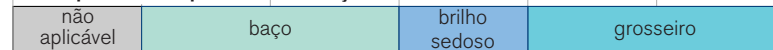
VI. facilidade da fraturação pela foliação



VII grãos visíveis



VIII aspecto da superfície da foliação



inglês	<i>pelite</i>	<i>shale</i>	<i>slate</i>	<i>phyllite</i>	<i>schist</i>	<i>gneiss</i>
francês	<i>pelite</i>	<i>shale schiste argileux</i>	<i>ardoise</i>	<i>phyllite schiste lustré</i>	<i>achiste</i>	<i>gneiss</i>
português	<i>pelito</i>	<i>xisto argiloso</i> <i>xisto pelítico</i> <i>pelito laminado</i>	<i>ardósia lousa</i>	<i>filito xisto lusente</i>	<i>xisto</i>	<i>gnaisse</i>
	rochas sedimentares		rochas metamórficas			

Fig. MI_4

_Síntese das características principais das foliações desenvolvidas a partir de rochas pelíticas e nomenclatura das rochas associadas.

O quadro da Figura MI_4 mostra que alguma da sistemática que tradicionalmente é utilizada em Portugal (e que foi profundamente influenciada pela nomenclatura clássica de língua francesa) não é adequada, pois mistura conceitos científicos com noções populares. Com efeito,

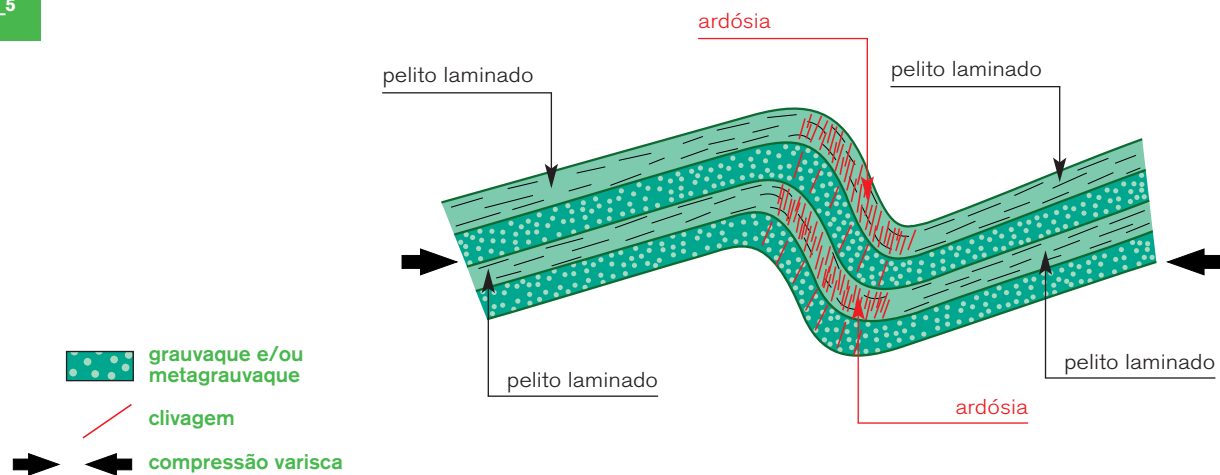
Portugal de antes da História //// 600 milhões de anos de Evolução
 //// Volume_2 //// Dos mapas estáticos a uma Geologia de Portugal dinâmica

os xistos argilosos/pelíticos não são xistos, pois a foliação que apresentam não é metamórfica e como tal não pode ser chamada **xistosidade** ou mesmo **clivagem**. Estas diferenças são particularmente evidentes na nomenclatura inglesa que utiliza termos distintos para denominar as diversas rochas, reservando o termo *schist* para quando a foliação é realmente uma xistosidade *stricto sensu*. Mesmo quando se olha para a nomenclatura francesa, verifica-se que atualmente ela tende a favorecer a utilização do termo inglês shale em vez de *schiste argileux* (consultar o termo na *Wikipédia* em língua francesa).

O que acontece na região de Almogrove ajuda a perceber melhor, não só a problemática relacionada com a sistemática das rochas pelíticas e metapelíticas, mas também o porquê da confusão que tantas vezes existe em relação às nomenclaturas utilizadas. As rochas que predominam nesta região resultam de uma sequência flihoide carbonífera de pelitos alternando com grauvaques e quartzovaques. Embora os processos associados à Orogenia Varisca tenham induzido um dobramento acentuado desta sequência, o grau metamórfico é aqui muito baixo, o que se traduz por a clivagem associada ser frequentemente pouco penetrativa tendendo a surgir apenas nas zonas mais deformadas das estruturas. Por isto, com alguma frequência, a clivagem apenas surge nos flancos curtos e nas zonas de charneira das dobras (Figura MI_5).

_Desenvolvimento pontual de clivagem em sequências pelíticas deformadas em situações de muito baixo grau metamórfico.

Fig.
MI_5



Estando a nomenclatura associada a protólitos pelíticos, essencialmente baseada na existência ou não de uma foliação metamórfica, o desenvolvimento localizado da clivagem em Almogrove cria uma situação curiosa. Com efeito, é possível encontrar camadas em que, ainda que originalmente tenha sido um pelito homogêneo, a rocha poderá ser classificada como um pelito

ou pelito laminado nos flancos longos e como ardósia nos flancos curtos e nas zonas de charneira das dobras após a deformação. Esta divergência resulta de que, embora na Figura MI_2B os campos que assinalam as várias rochas associadas a protólitos pelíticos tenham sido representadas como manchas isoladas, na realidade existe uma zona de sobreposição entre elas. Por isso, quando as condições de pressão e temperatura são típicas destas zonas de sobreposição, as heterogeneidades permitem encontrar numa mesma região a coexistência de mais do que um tipo de rocha como acontece em Almogrove.

Note-se que esta não é uma mera discussão de nomenclatura entre académicos. O problema é que alguns dos termos que são tradicionalmente utilizados em Portugal criam confusões desnecessárias limitando uma visão abrangente dos processos geológicos. Não resistimos a relembrar aqui a **novilíngua**, o idioma fictício criado por Georges Orwell na sua distopia 1984, em que, ao redefinir/limitar o significado de uma série de palavras, impedia a diversidade de pensamento dos cidadãos. Evidentemente que o uso e abuso dos termos xistos e xistosidade na nomenclatura científica portuguesa não se deve a qualquer tentativa intencional de controlar/limitar a aprendizagem ou a comunicação entre cientistas. No entanto, persiste uma série de situações que não são claras para todas as áreas das geociências e que tendem a limitar uma visão dinâmica dos processos geológicos:

- Os xistos argilosos não são xistos.
- A foliação que se observa nos xistos argilosos não é uma foliação metamórfica, mas sim uma laminação sedimentar resultante da compactação diagenética.
- Mesmo a foliação que se observa nos xistos luzentes, embora seja de origem metamórfica na perspetiva dos geólogos estruturais, frequentemente não é uma xistosidade, mas sim uma clivagem. Contudo, tendo em consideração a perspetiva mais abrangente da definição de xistosidade, consideramos não ser um erro a utilização de xisto luzente.

Segundo esta perspetiva, consideramos ser:

- imprescindível **deixar de utilizar** as designações de xisto argiloso e xisto pelítico, pois são incorretas do ponto de vista científico, o que implica encontrar alternativas;
- importante que se deixe de utilizar clivagem e xistosidade como se fossem sinónimos, pois, como se viu anteriormente, refletem situações metamórficas diferentes.

A utilização abusiva da designação de xisto e uma certa pressa na tradução de novos termos tem vindo a propagar erros. Foi o que aconteceu, entre outros, com a designação de **xisto betuminoso** usado em todas as línguas latinas, por adaptação direta do francês *schiste bitumineux*, para traduzir o conceito anglo-saxónico de *oil shale*. Realmente em *oil shale* a designação corresponde à realidade, pois trata-se de um shale com petróleo bruto (oil) solidificado. Contudo, ao traduzir *oil shale* por xisto betuminoso chegou-se à solução caricata de tal designação corresponder a uma rocha que nem é xisto (já que é um shale), nem tem betume (já que, isso sim, tem petróleo bruto e não, cerogéneo ou betume da geoquímica orgânica). Por motivos semelhantes, é incorreto traduzir-se *shale gas* como gás de xisto, que os franceses traduzem igualmente por gaz de *schiste ou gaz de roche-mère* (embora na

província canadiana do Quebeque, onde a maioria da população fala francês, seja normalmente designado por *gaz de shale*).

A segunda situação é mais complexa de resolver, uma vez que não existe, em português, uma alternativa para xisto argiloso. Na ausência de uma designação alternativa, surgem três possibilidades:

1. Adotar, o termo anglo-saxónico **shale** sem tradução, tal como tem vindo a ser feito pelos franceses. Embora esta possibilidade possa parecer estranha, não seria uma situação única, uma vez que, com alguma frequência, se utiliza na nomenclatura geológica portuguesa palavras oriundas quer do inglês (*e.g.*, *horst* ou *rifting*) quer do francês (*e.g.*, *boudinage*), para as quais não temos equivalente em português. Noutras situações, existe um equivalente em português, mas a continuidade do uso leva a utilizar, por vezes, a designação original noutra língua, como acontece com fosso tectónico que é utilizado a par de *graben*.
2. Adotar o termo folhelho utilizado no Brasil.
3. Arranjar um termo português alternativo que não levante objeções em termos científicos pelos vários especialistas (*e.g.*, sedimentólogos, estruturalistas ou petrólogos). Esta não é uma tarefa fácil, pois, se uma primeira possibilidade que parecia óbvia, seria utilizar o termo laminito proposto na década de 60 do século passado pelo geólogo suíço Augustin Lombard, este já é utilizado pelos sedimentólogos para designar certas fácies sedimentares (*e.g.*, laminitos algais ou microbianos). Uma solução que nos parece consensual e que defendemos neste texto é que a designação de xistos argilosos seja substituída por **pelitos laminados**, o que respeita não só a composição granulométrica da rocha (*i.e.*, uma rocha sedimentar detrítica consolidada formada, essencialmente, por partículas da dimensão das argilas e dos siltes), mas também enfatiza a existência de uma textura planar no interior dos leitos subparalela à superfície de estratificação.

A proposta de utilização de **pelitos laminados** em substituição das designações de xistos argilosos e xistos pelíticos (que devem ser eliminadas) não é incompatível com a possibilidade de utilização em língua portuguesa do termo anglo-saxónico shale.

A terminar, é importante esclarecer algumas situações particulares de algum modo relacionadas com este assunto:

- A utilização do termo **micaxisto** que é utilizado frequentemente não levanta qualquer problema, pois trata-se de um xisto em que as micas são particularmente abundantes e bem visíveis. Ou seja, trata-se de um tipo particular de xisto em que a foliação é realmente uma xistosidade. Do mesmo modo, designações como xistos granatíferos ou xistos azuis também não criam problemas, pois trata-se de xistos na verdadeira aceção do termo, com mineralogias particulares.
- A designação de xisto mosqueado, também não parece ser motivo de disputa. Trata-se de uma rocha metamórfica foliada claramente inequigranular. Resultam, por vezes, dos efeitos da sobreposição de metamorfismo de contacto a rochas preexistentes geradas por metamorfismo regional (normalmente um filito ou uma ardósia), o que se traduz no

crescimento de minerais contemporâneos do processo plutónico. Neste caso, apesar de esta foliação ser frequentemente uma clivagem, os minerais de metamorfismo de contacto são visíveis à vista desarmada, pelo que, de algum modo esta tem características semelhantes a uma xistosidade. Por outro lado existem, também em Portugal, xistos (*stricto sensu*) mosqueados caracterizados pela presença de grandes cristais (porfiroblastos) gerados durante o metamorfismo regional.

- Nas **Aldeias de Xisto**, na realidade, há muito pouco xisto, pois a maior parte das rochas aí existentes são essencialmente ardósias e, por vezes, filitos. Contudo, a designação de Aldeias de Xisto é um termo tradicional e não científico que deriva, essencialmente, da capacidade das rochas lascarem em lajes planares passíveis de serem utilizadas como material de construção, pelo que a sua aplicação faz todo o sentido neste contexto.

- O **Complexo Xisto-Grauváquico** é, sem dúvida, uma das unidades cartográficas mais conhecidas do pré-Mesozoico de Portugal. Do ponto de vista formal, a utilização da palavra xisto neste contexto não é correta, pois a vastidão das áreas ocupadas por este complexo (que abrange extensas áreas nas Beiras) e a heterogeneidade acentuada da intensidade do metamorfismo varisco levam à coexistência de ardósias, filitos e xistos. No entanto, neste momento a designação de Complexo Xisto-Grauváquico tem apenas um valor histórico, pois a melhor compreensão da sua estrutura levou a que seja atualmente considerado como o Supergrupo Dúrico-Beirão.

LER MAIS:

Arkai, P., Sassi, F., Desmons, J., 2004. *A systematic nomenclature for metamorphic rocks. 5. Very low- to low-grade metamorphic rocks. Recommendations by the IUGS Subcommission on the systematics of metamorphic rocks.* SCMR website.

Brodie, K., Fettes, D., Harte, B., Schmid, R., 2004. *Towards a unified nomenclature of metamorphic petrology: 5. Structural terms including fault rock terms. Recommendations by the IUGS Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks.*

Passchier, C., Trouw, R., 1995. *Microtectonics*, Springer, 289 p.