

INTRODUÇÃO

No granito da praia de Lavadores (V. N. de Gaia) é possível observar formas naturais únicas que podem despertar ou aprofundar a curiosidade de todos que se interessam por saber e compreender um pouco mais sobre geologia.

A acção dos agentes de meteorização e de erosão, nomeadamente a água, o vento, a temperatura, os seres vivos, o alívio de pressão e o crescimento de minerais parecem ter sido influentes na formação e modelação dos aspectos geomorfológicos de pormenor que se podem observar, tais como: marmitas litorais, blocos graníticos, caos de blocos, tafoni, etc.

No entanto, este local de grande interesse científico-didáctico, de diversão e de lazer está sujeito a agressões ambientais que não podem passar despercebidas. A proximidade a dois grandes centros urbanos tornam esta área muito sensível e permeável do ponto de vista ambiental.

Em suma, esta pequena zona costeira de Portugal apresenta uma riqueza e uma clareza geológica e geomorfológica que importa divulgar e preservar, que a torna num local privilegiado para aprender algo mais sobre a dinâmica e evolução do nosso planeta.

1. Localização geográfica

A praia de Lavadores localiza-se algumas dezenas de metros a Sul da Foz do Rio Douro e constitui um sector rochoso de costa “alta” com uma topografia irregular (Ferreira et al. 1995). A intensa rede de fracturação existente na zona delimita superfícies rochosas aplanadas em contraste com morros rochosos de vertentes íngremes (Gomes & Ferreira, 1995).

Este ambiente litoral situa-se na orla costeira da freguesia de Canidelo, do concelho de Vila Nova de Gaia, distrito do Porto, sendo coberta pela Carta Militar n.º 122, escala 1/25 000.



Fig. 1a e 1b – 1a - Localização da Praia de Lavadores (Extracto da Carta Militar n.º 122, escala 1/25000); 1b – fotografia aérea da praia de Lavadores e parte do Cabedelo.

2. Clima da região

A praia de Lavadores insere-se numa região onde predomina um clima temperado húmido, fortemente influenciado pelo Atlântico, bastante favorável à evolução geomorfológica deste ambiente litoral.

A amplitude térmica não é muito acentuada em virtude da proximidade do Oceano Atlântico, contudo a humidade atmosférica existente praticamente todo o ano é bastante elevada, assim como a nebulosidade. A grande nebulosidade e a forte humidade que se faz sentir, são as principais responsáveis pela temperatura no Verão nunca ser muito elevada. De referir ainda um sistema de ventos vindo do quadrante

Este (do interior) predominante, assim como as famosas nortadas dos meses de Verão. A pluviosidade é intensa, mas, é repartida regularmente por todo o ano com ligeiro predomínio no Inverno.

Todos estes factores climáticos característicos deste tipo de clima favorecem uma meteorização química e física, promovendo um fácil desgaste das rochas e a formação de um modelado típico.

3. Enquadramento geológico

Segundo Julivert et al. (1974) a Península Ibérica está dividida em várias zonas geotectónicas com características paleogeográficas, tectónicas, litológicas distintas. O contacto entre duas dessas zonas, a Zona Centro-Ibérica (ZCI) e a Zona de Ossa Morena (ZOM) é feito através de uma sutura que se estende do Porto até Córdova (Fig.1), passando por Coimbra, Tomar, Arronches e Badajoz, com uma orientação de NO para SE (Ribeiro et al. 1980).

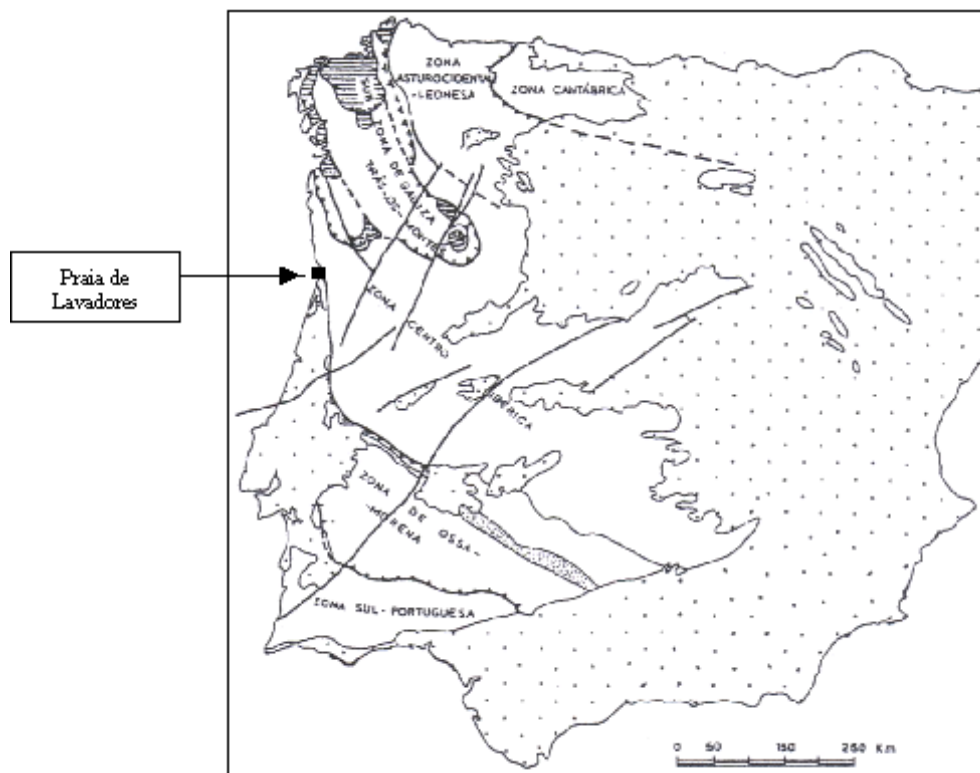


Figura 1 – Zonas paleogeográficas e tectónicas da Península Ibérica, modificado (Julivert et al. 1974)

Segundo Calejo et al. (1996) a praia de Lavadores é um dos locais onde provavelmente é possível ter a percepção deste acidente importante e o respectivo contacto entre as duas zonas referidas. A Norte e a Leste do contacto encontra-se o

granito de Lavadores, que possivelmente marcará a passagem para a ZCI; para Sul e para Leste ocorrem rochas do domínio metamórfico que talvez pertencerão à ZOM. Este contacto é brusco e bem marcado sendo possível a sua observação a cerca de 30 metros a Sul do restaurante “Casa Branca”. O contacto entre estas e outras litologias encontra-se muito perto da linha da maré sendo possível observar, apenas, em alturas de baixa-mar.

4. Granito de Lavadores

Na praia de Lavadores aflora um maciço granítico com características bem definidas e que se estende pelas regiões do Canidelo, Madalena e Valadares (Alves, 1966). Como já foi referido anteriormente, nesta zona ocorre o contacto entre a ZCI e a ZOM. O granito de Lavadores aproveitou precisamente esta zona de fraqueza da crosta terrestre para se instalar no seio de rochas mais antigas (Marques et al. 2000).

Mendes (1967/1968) através de estudos isotópicos obteve uma idade de 346 ± 14 milhões de anos (Ma) para este granito. Silva (1995) realizou novo estudo e obteve uma idade de 314 ± 11 Ma. Martins et al. (2001) apontam para uma idade de 298 ± 12 Ma, idade que se encontra em conformidade com o enquadramento geológico e tectónico da região onde o granito se instalou.

4.1 Textura e composição do granito de Lavadores

O granito de Lavadores pode ser descrito, quanto à sua textura, como sendo uma rocha holocristalina, fanerítica de grão médio a grosseiro e porfiróide. No que diz respeito à constituição mineralógica, visto de perto é possível observar os diferentes minerais que o constituem. Assim sendo, temos o quartzo, plagioclase e biotite que juntos formam uma matriz, onde se destacam grandes cristais de feldspato potássico (megacristais). No seio deste granito de cor rósea aparecem encraves melanocráticos essencialmente biotíticos e de tamanho variável. A erosão diferencial coloca-os, por vezes, em relevo positivo ou negativo, dada a sua maior ou menor resistência, respectivamente (Ferreira et al. 1995).

4.2 Megacristais

Os megacristais distribuem-se irregularmente, havendo com frequência partes da rocha em que se acumulam em grande quantidade e outros pontos em que são esparsos (estampa 1a). Em certos locais, a rocha é constituída somente por eles (Ribeiro, 1970).

A forma dos megacristais é variada. Estes podem ser quer alongados, rectangulares e idiomórficos, quer de forma arredondada, originando por vezes, verdadeiras massas pegmatíticas (estampa 1b) de exclusiva constituição feldspática (Alves, 1966).

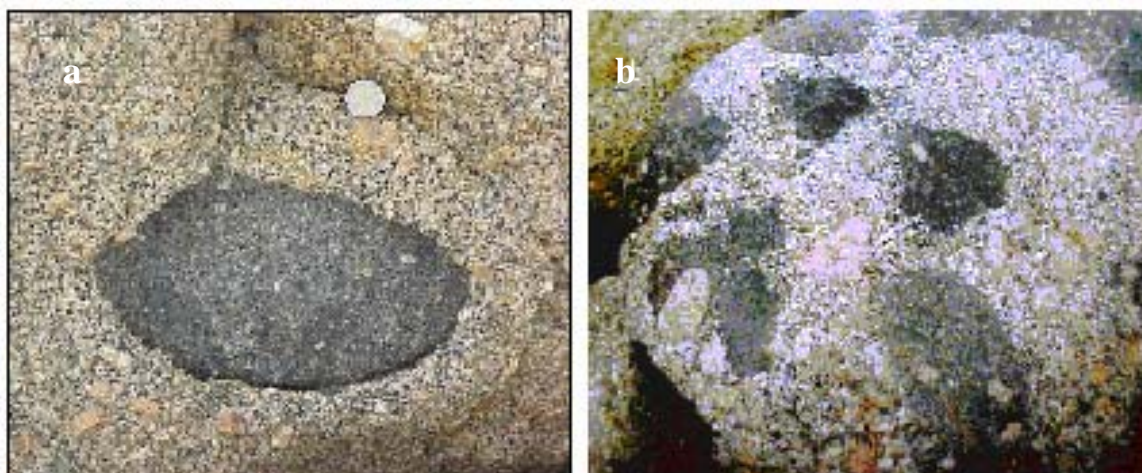
A maioria dos cristais aparece em relevo positivo, destacando-se da matriz, o que se deve ao facto de serem mais resistentes à erosão. No que diz respeito à cor, os feldspatos são, de uma maneira geral, de tonalidade rosa, sendo no entanto frequente a presença de fenocristais rosados com uma orla exterior branca (Calejo et al. 1996).



Estampas 1a e 1b – a – Megacristal no granito de Lavadores; b – enxame de megacristais.

4.3 Encraves

Relativamente à distribuição, os encraves melanocráticos do granito de Lavadores podem apresentar-se isolados no seio do granito (estampa 2a) ou formando enxames de encraves (estampa 2b) (Calejo et al. 1996).



Estampas 2a e 2b – a - Enclave negro isolado com relevo negativo no granito de Lavadores; b – Enxame de encraves no bloco granítico.

De um modo geral, pode distinguir-se dois tipos de encraves: uns microgranulares biotíticos e outros metassedimentares, sendo sem dúvida os primeiros que predominam na zona. Quanto à forma e dimensões destas estruturas são muito variadas. Em geral, observa-se uma forma arredondada, na maior parte dos casos elipsoidal, e as dimensões variam entre a decimétrica e a métrica (Alves, 1966).

No que diz respeito à constituição mineralógica, este tipo de estrutura é essencialmente constituída por quartzo, anfíbola, biotite, piroxena, feldspato potássico (ortoclase e microclina), hornblenda, actinolite, zircão, apatite, esfena e magnetite (Silva & Neiva, 1999).

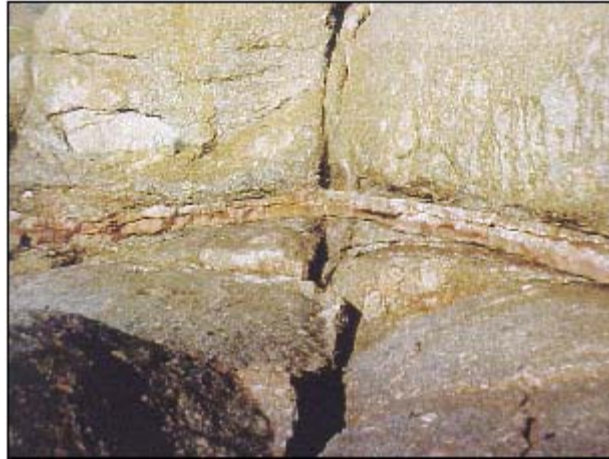
A cortar o contacto de alguns encraves com o granito existem cristais de feldspato, que correspondem a megacristais do granito parcialmente inclusos pelo magma dos encraves (estampa 3).



Estampa 3 – Megacristal a penetrar um enclave do granito de Lavadores.

4.4 Filões

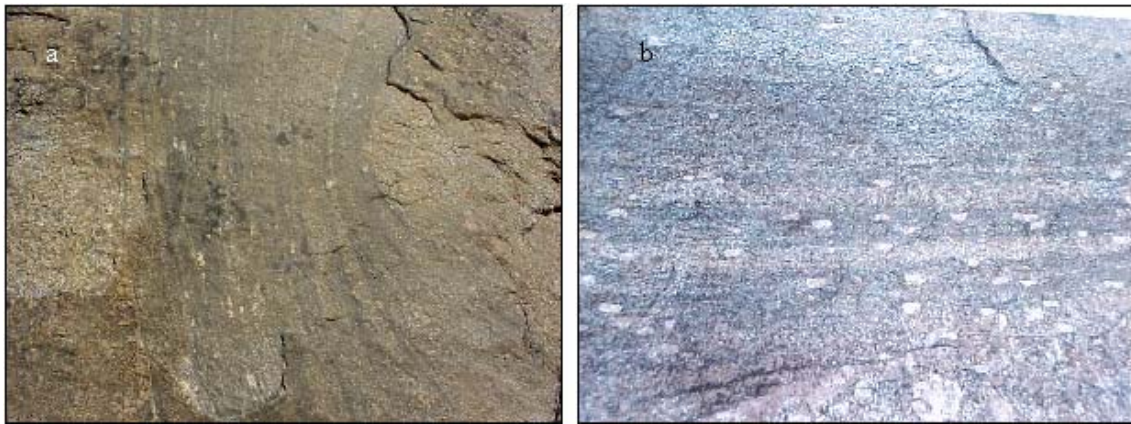
Segundo Calejo et al. (1996), em vários locais da praia de Lavadores é possível observar longos filões de grão fino que cortam o granito. Estas estruturas são, em geral, de pequena espessura, sendo a sua atitude de horizontal a sub-horizontal. A natureza destes filões é considerada aplítica ou aplito-pegmatítica e os minerais que os constituem são basicamente o feldspato e o quartzo.



Estampa 4 – Filão sup-horizontal aplito-pegmatítico no granito de Lavadores.

4.5 Estruturas fluidais

Este tipo de estrutura caracteriza-se pelo aparecimento, em certos locais, de bandas escuras de biotite alternado com bandas mais claras do próprio granito (Teixeira, 1970). Junto destas estruturas surgem, por vezes, grandes concentrações de megacristais de feldspato, que se apresentam alinhados com estas (estampas 5a e 5b).



Estampas 5a e 5b – Estruturas de fluxo magmático marcadas pelo alinhamento dos cristais de biotite e de megacristais de feldspato.

5. Alteração das rochas

As observações realizadas em afloramentos e construções realizadas pelo Homem, levam-nos à conclusão de que mesmo a rocha mais resistente, firme e compacta acaba por ceder e por se alterar no decorrer dos tempos. Este fenómeno ocorre porque as rochas, quando expostas na superfície terrestre, são constantemente alteradas por diversos fenómenos ambientais.

Entende-se por meteorização como todo o conjunto de processos físicos e químicos que ocorrem à superfície da Terra e que levam à alteração das características iniciais das rochas. O fenómeno de meteorização é um processo que ocorre com uma lentidão extraordinária e a duração da vida humana não é suficientemente longa para que tal fenómeno se possa acompanhar e observar na Natureza.

É importante distinguir os conceitos de meteorização e erosão. Assim sendo, os processos de meteorização alteram as características primárias das rochas e a erosão corresponde ao conjunto de processos físicos que permitem remover os materiais resultantes da meteorização. A meteorização ajuda a “partir” em porções pequenas as rochas mais sólidas, que posteriormente serão erodidas.

A acção conjunta de fenómenos de meteorização e alteração são, também, responsáveis pelas formas e paisagens que ocorrem à superfície terrestre.

5.1 Factores que condicionam a meteorização das rochas

Uma análise atenta, permite afirmar que as rochas não são materiais tão resistentes e impenetráveis, como parecem ser à primeira vista.

Por vezes, as massas rochosas são sujeitas a variações de forma e de volume, que recebem a designação de deformações. Estas deformações podem originar diversos tipos de “fracturas”, que facilitam a alteração das rochas.

Quando um bloco rochoso parte em dois, a superfície que os separa designa-se de fractura ou diaclase; se os dois blocos assim formados deslizarem um em relação ao outro, aquela superfície é, então, designada por uma falha.

Assim, quando mais densa for a rede de fracturas, mais vulnerável será a rocha à alteração pois a área de exposição é maior (Ferreira & Vieira, 2000).

Outra característica das rochas que condiciona a maior ou menor velocidade de alteração é a composição mineralógica. Alguns minerais quando expostos a novas condições físicas e químicas, diferentes das que presidiram à sua formação, alteram-se mais facilmente do que aqueles que se formaram em condições mais próximas das que ocorrem à superfície terrestre.

5.2 Tipos de meteorização

As rochas quando sujeitas a processos que alteram as suas características podem ser meteorizadas (alteradas) de dois modos distintos: física e quimicamente. A meteorização física ou mecânica inclui os diversos processos que fragmentam a rocha em pedaços cada vez mais pequenos sem que no entanto ocorram transformações químicas que alterem a sua composição. Na meteorização química verifica-se uma alteração quer na composição química quer na composição mineralógica; alguns minerais são destruídos e outros são formados, com estruturas cristalinas que são mais estáveis nas condições que dominam na superfície terrestre.

Na natureza, a acção combinada dos processos de alteração mecânica com os processos de alteração química levam a que uma rocha sólida se transforme em fragmentos individualizados.

Meteorização mecânica

Neste tipo de meteorização incluem-se processos tais como: acção do gelo, acção do calor, acção do vento, acção da água, acção dos seres vivos, crescimento de sais e alívio de pressão.

O quadro seguinte fornece algumas indicações do modo de actuação de cada agente de alteração, tendo por referência o contexto litoral em que se enquadra a praia de Lavadores.

Agente de alteração	Descrição
Acção do gelo ou crioclastia	<p>Por descida da temperatura, a água que penetra nas fracturas e poros da rocha pode gelar. A água ao mudar do estado líquido para o estado sólido expande-se e o seu acréscimo de volume exerce forças que aumentam as fissuras já existentes ou originam novas fissuras, contribuindo deste modo para a desagregação da rocha.</p> <p>De referir que este processo teve uma maior incidência na alteração das rochas num passado muito distante onde a temperatura seria muito inferior à actual</p>
Acção do calor ou insolação	<p>Este processo é muito comum nos desertos quentes e secos, onde a temperatura pode oscilar entre os 20º positivos e os 30º C negativos. Esta variação, por vezes muito brusca, implica uma variação do volume das rochas. Um aumento de temperatura implica dilatação, um arrefecimento implica contracção. Este movimento sistemático provocado por grandes amplitudes térmicas leva a uma grande fracturação das rochas com consequente formação de materiais soltos.</p>
Acção do vento	<p>O vento é um agente que actua preferencialmente em regiões áridas, sem vegetação onde as partículas do solo são facilmente levantadas, arrastadas e transportadas. Quando estas partículas em movimento vão de encontro a outras rochas, ocorre um fenómeno que se designa de abrasão. Neste processo, o vento em conjunto com as partículas que transporta, desgasta as rochas, agindo como se fosse uma lixa.</p>
Acção da água	<p>A água constitui o mais importante factor de alteração das rochas. No caso da praia de Lavadores, as ondas do mar em conjunto com partículas em suspensão são responsáveis pela degradação do litoral, fenómeno que se chama de abrasão.</p> <p>A água da chuva ao penetrar nas rochas através das fracturas irá promover uma maior alteração dos minerais que a constituem.</p>
Alívio de pressão	<p>A redução da pressão sobre uma massa rochosa pode causar a sua expansão e posterior fragmentação.</p> <p>As rochas formadas em profundidade sob grande pressão, a exemplo do granito, quando são aliviadas da carga litológica suprajacente, expandem-se, fracturam e formam diaclases.</p>
Acção dos seres vivos	<p>A implantação de sementes nas fracturas das rochas pode originar o aparecimento de plantas. As suas raízes são responsáveis pelo alargamento das fendas preexistentes, com consequente separação dos blocos rochosos.</p> <p>Por vezes, certos animais como minhocas formigas coelhos, texugos, e cavam tocas ou galerias que aumentam o grau de degradação da rocha ou expõe, ainda mais, as rochas aos agentes de meteorização</p>
Crescimento de minerais Ou Haloclastia	<p>Por vezes, a água contém sais dissolvidos que podem precipitar e iniciar o seu crescimento no seio dos minerais, contribuindo assim para uma maior desagregação das rochas. Um exemplo que ocorre nas áreas costeiras é o crescimento de halite (sal de cozinha).</p>

Quadro 1 – Modo de actuação do agentes físicos de alteração das rochas.

Meteorização química

O processo de meteorização química transforma as rochas e minerais em novos produtos químicos. A meteorização química das rochas inclui diversas reacções químicas, tais como a dissolução, a hidratação / desidratação, a hidrólise e a oxidação / redução. Estas reacções ocorrem mais facilmente na presença da água e do ar atmosférico.

O quadro 2 permite entender o modo de actuação de cada um dos principais processos químicos, bem como alguns dos materiais que eles originam.

TIPOS DE METEORIZAÇÃO QUÍMICA	MODO DE ACTUAÇÃO
Dissolução	Na dissolução ocorre a reacção dos minerais com a água ou com um ácido. A ligação entre os diferentes iões é quebrada e os iões livres ficam dissolvidos numa solução. Por exemplo, a halite (sal de cozinha) é um mineral extremamente solúvel, quando comparado com o quartzo. Ao colocar grãos de halite na água, obtemos água salgada com iões de sódio e cloro dissolvidos.
Hidratação / Desidratação	Este processo de meteorização envolve a combinação química de minerais com a água (hidratação) ou a sua remoção (desidratação) de outros.
Hidrólise	Este processo de meteorização envolve a combinação química de minerais com a água (hidratação) ou a sua remoção (desidratação) de outros. Por exemplo, os minerais félsicos, especialmente os feldspatos, dissolvem-se parcialmente, produzindo sílica dissolvida e minerais de argila.
Oxidação / Redução	Os processos de oxidação e redução estão extremamente ligados entre si: a oxidação não ocorre sem redução e vice-versa. A oxidação é o processo pelo qual um átomo ou um ião perde electrões; na redução ocorre um ganho de electrões. O exemplo mais significativo é o processo que leva à formação da ferrugem, substância de cor vermelha e castanha. Isto é o resultado da transformação do Fe^{2+} em Fe^{3+} .

Quadro 2 – Tipos e modo de actuação do agentes químicos de alteração das rochas (Prother & Schwab, 1996).