

Carlos A. Brochado de Almeida
Pedro Miguel D. Brochado de Almeida
(Coord.)

a **Arte** *de*
Trabalhar
a **Pedra** *em*
Ponte *de* **Lima**

FICHA TÉCNICA

Título

A Arte de Trabalhar a Pedra em Ponte de Lima

Coordenação

Carlos A. Brochado de Almeida / Pedro Miguel D. Brochado de Almeida

Coordenação Editorial

José Velho Dantas

Edição

Município de Ponte de Lima

Design Gráfico

Márcio Folha

Impressão e Acabamentos

Graficamares

Ano de Edição

2020

Tiragem

300 Exemplares

Número de Páginas

248pp.

Depósito Legal

466637/20

ISBN

978-972-8846-79-4

Todos os direitos reservados.

A reprodução total ou parcial, sob qualquer forma, dos textos e das fotografias contidas neste livro, carece de aprovação prévia dos respectivos Autores e do Município de Ponte de Lima.

01 /

**ORIGEM DOS
GRANITOS DE
PONTE DE LIMA**

Pedro Pimenta Simões

Origem dos Granitos de Ponte de Lima

PEDRO PIMENTA SIMÕES (Universidade do Minho)

1. Introdução

O termo granito vem do latim *granum*, que significa grão e foi, ao que se pensa, utilizado pela primeira vez pelo italiano Andrea Caesalpino em 1596. São rochas magmáticas que se formam no interior da crosta da Terra, a vários quilómetros de profundidade, geralmente entre 15 a 5 km, sendo por isso consideradas como rochas plutónicas. Os magmas a partir do qual se forma o granito resultam da fusão parcial de rochas pré-existentes, situadas a profundidades ainda maiores, na crosta ou no manto da Terra. O magma granítico, menos denso do que as rochas envolventes, sofre um processo de ascensão através da crosta e acaba por cristalizar no seu interior formando o granito.

No concelho de Ponte de Lima o granito é a rocha dominante, à disposição das suas gentes, tendo a sua utilização ocorrido desde os tempos pré-históricos até à actualidade, sendo visível nas edificações do concelho, em estradas e pontes. Ao leitor pretendemos que fique com uma ideia sobre os vários tipos de granito do concelho, as suas idades, como e porque

se formaram, qual a natureza das rochas que fundiram para originar os magmas graníticos.

2. Mineralogia dos granitos

Os granitos são rochas que apresentam tonalidades esbranquiçadas, cinzentas, azuladas, avermelhadas ou rosadas. Os diferentes tons são o reflexo da cor dos seus minerais, que na sua maioria são de cores claras. Há contudo granitos que podem apresentar tons amarelados devido à sua alteração.

As rochas graníticas são formadas por três minerais essenciais (FIG. 1): i) quartzo, de cor cinzenta e brilho vítreo; ii) feldspato alcalino, essencialmente potássico, cor branca ou rosa e iii) plagioclase (feldspato calco-sódico), de cor branca. Seguem-se em termos de abundância os minerais característicos, sendo os mais frequentes nos granitos portugueses as micas, biotite (cor negra) e moscovite (cor cinza alumínio) (FIG. 1). Em menor abundância, ocorrem os minerais acessórios, cuja soma no seu conjunto não ultrapassa os 5%, como

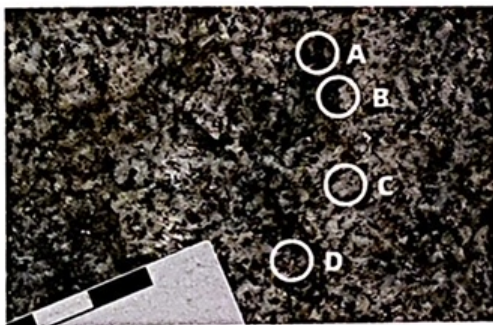


FIGURA 1. Minerais constituintes do granito (granito de Santo Ovídio, Ponte de Lima). Os dois tipos feldspato (alcalino e plagioclase) apresentam a mesma cor branca

- A.** Biotite - negra; forma pequenas lamelas brilhantes
- B.** Quartzo - cinzento; brilho vítreo
- C.** Feldspato - branco; mineral mais abundante no granito
- D.** Moscovite - cinzenta; forma pequenas lamelas brilhantes

zircão, apatite, monazite, alanite, turmalina e granada, entre outros.

O atributo de ser mineral acessório ou característico depende da sua abundância na rocha; a biotite é geralmente considerada como mineral característico mas passa a ser um mineral acessório se a sua abundância for inferior a 5%. Na designação das rochas graníticas é regra associar ao nome do granito o nome do mineral característico, como por exemplo, granito biotítico ou granito moscovítico. No caso de haver dois minerais característicos coloca-se em primeiro lugar o mais abundante, por exemplo granito biotítico-moscovítico. É frequente a denominação de granitos de duas micas, como a maio-

ria dos granitos que ocorrem no concelho de Ponte de Lima. Neste caso trata-se de granitos em que ambas as micas se observam e que ocorrem em quantidades semelhantes, embora possa haver predomínio de uma das micas.

3. Textura

Os granitos são rochas faneríticas, isto é, observa-se o grão quando olhamos a rocha. Isto acontece porque o arrefecimento do magma no interior da crosta é lento, permitindo que os minerais se formem e se desenvolvam ao ponto de os podermos ver e identificar a olho nú. A dimensão do

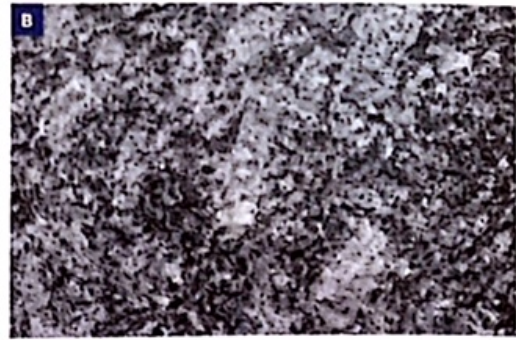
FIGURA 2. Tipos de textura em granitos:

A. textura granular (granito de Santo Ovídio)

B. textura porfiróide (granito de Refoios do Lima)



Textura (equi)granular



Textura porfiróide

grão pode variar de fino (1 mm) a grosseiro (± 5 mm), podendo apresentar megacristais no seio da matriz granular. Nas rochas graníticas os megacristais mais frequentes são de feldspato, de forma rectangular a circular, com dimensões que variam geralmente entre 1 a 5 cm de comprimento, podendo atingir alguns casos os 15 cm.

Os granitos apresentam dois tipos de textura (FIG. 2): i) **textura granular**, em que o grão da rocha tem aproximadamente o mesmo tamanho, podendo variar de fino a grosseiro, e ii) **textura porfiróide**, definida pela presença de megacristais numa matriz granular de grão inferior. Os granitos de duas micas do concelho de Ponte de Lima têm uma textura granular com tendência porfiróide, isto é, apresentam alguns megacristais de feldspato (entre 1 a 2.5 cm) dispersos numa matriz de grão mais fino. Já os granitos biotíticos que ocorrem no concelho, como é o caso do granito de Refoios do Lima, revelam uma textura francamente porfiróide.

4. Classificação

São vários os critérios utilizados para a identificação e classificação de rochas magmáticas, onde se incluem os granitos. Os granitos são rochas ácidas, isto é, com

valores de SiO_2 superiores a 66%. Esta é uma classificação química, com base na percentagem em sílica que a rocha apresenta. Contudo, o critério mais válido para determinar o tipo de rocha é um critério mineralógico-quantitativo, isto é, com base na abundâncias dos minerais essenciais das rochas magmáticas, recorrendo ao diagrama Q-A-P-F para rochas plutónicas (FIG. 3). Os granitos pertencem à família dos granitoides, isto é, rochas que no diagrama têm entre 20 a 60% de quartzo (Q). Os granitos podem ser divididos ainda em monzogranitos e sienogranitos, atendendo à relação de abundância entre feldspato alcalino (A) e plagioclase (P). Os sienogranitos são mais ricos em feldspato alcalino e mais pobre em plagioclase do que os monzogranitos. Existem ainda os granitos alcalinos, ricos em feldspato alcalino, sem ou com reduzida plagioclase.

Ao nome "granito" é adicionado o mineral característico, por exemplo granito biotítico, ou ainda o tipo textural, como monzogranito biotítico porfiróide de grão médio, sendo que o tamanho do grão se refere ao grão da matriz.

Além desta classificação são ainda utilizadas classificações químicas, estruturais ou genéticas. Nas classificações genéticas é frequente a referência a granitos do tipo S, que resultam da fusão parcial de rochas

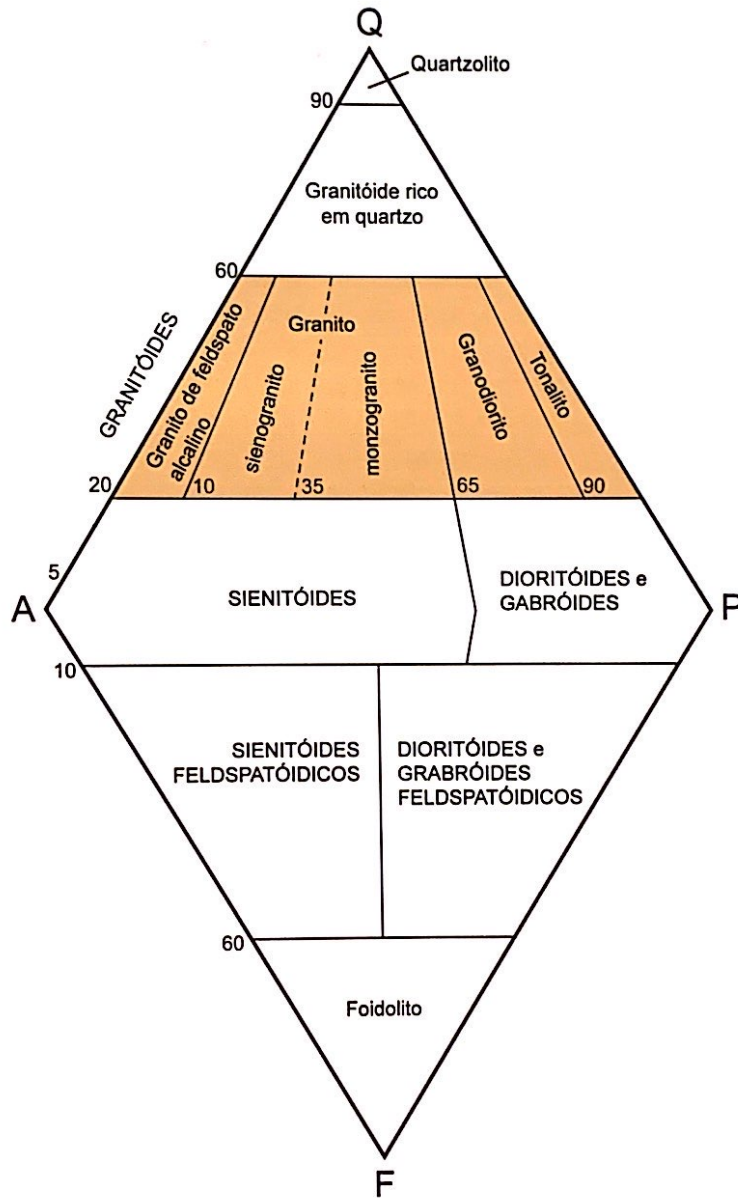


FIGURA 3. Representação dos granitóides no diagrama de classificação de rochas plutônicas. Q = quartzo; A = feldspato alcalino; P = plagioclase (%An < 5); F = feldspatóides

metassedimentares supracrustais e a granitos do tipo I, formados a partir da fusão parcial de rochas (meta)ígneas da crosta inferior.

5. Ascensão dos magmas graníticos

Os granitos resultam da cristalização de magmas que ascendem e se instalam na crosta. Os magmas são gerados por fusão parcial de rochas pré-existentes a grandes profundidades. A ascensão do magma ocorre porque a sua densidade é inferior à das rochas envolvidas que atravessa, muitas vezes facilitada pela deformação e fraturação dessas rochas. A subida do magma termina quando se atinge uma situação de equilíbrio entre a pressão do magma e das rochas encaixantes, acabando por solidificar no inte-

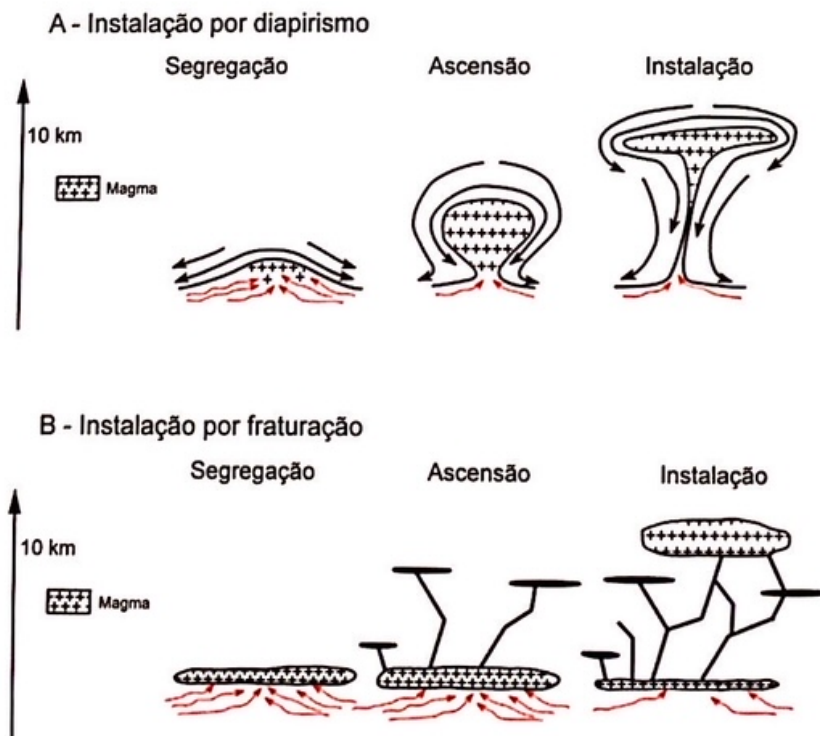
rior da crosta, formando o granito.

A ascensão e instalação dos magmas graníticos podem ser explicadas através de dois modelos. O **diapirismo** é um dos modelos e consiste na ascensão do magma sob a forma de um diapiro ígneo que se assemelha à forma de um cogumelo (FIG. 4A). Neste modelo a ascensão é muito lenta e é conseguida à custa da deformação dúctil da rocha encaixante, a qual se desloca para baixo enquanto o diapiro sobe. O outro processo de ascensão é referido como fraturação + insuflação ou **balloning**. Neste modelo o magma ascende através de fraturas ou zonas de fraqueza da rocha e ao encontrar resistência por parte das rochas envolvidas a movimentação cessa e ocorre um processo de insuflação da câmara magmática, com aumento de volume, motivado pela chegada de mais magma (FIG. 4B).

FIGURA 4. Mecanismos de instalação de magmas graníticos:

A. Diapirismo

B. Fracturação + insuflação



6. Formação do granito

Os granitos são fundamentais para conhecer a evolução da Terra, dado que se geram em zonas de colisão entre placas tectónicas, que levam à formação de cadeias montanhosas. Estes processos colisionais, designados por orogénias, contribuem para a formação dos continentes, marcando por isso etapas do crescimento crustal do planeta. Os granitos estão associados a estes processos orogénicos, dominados por forças compressivas e que envolvem dois tipos de placas tectónicas. Um dos tipos envolve o choque entre placa oceânica e placa continental, com mergulho (subducção) da placa oceânica, mais densa, sob a placa continental (FIG. 5A). Exemplo deste tipo de ambiente é a actual colisão da placa Sul Americana com a placa de Nazca e que levou à formação da cordilheira dos Andes. O outro tipo de ambiente compressivo, mas diferente, é dado pela colisão de duas placas continentais, sem que haja mergulho de qualquer placa, dado que ambas têm a mesma densidade (FIG. 5B). Os granitos dos Himalaias são o resultado do choque de duas placas continentais, neste caso da placa Indiana com a placa Euroasiática.

É frequente termos um processo evolutivo contínuo das duas situações referidas anteriormente, com uma fase inicial que se inicia pela subducção da placa oceânica sob a placa continental, seguida de posterior colisão das massas continentais (FIG. 5A → 5B).

As rochas graníticas são o resultado da cristalização de magmas provenientes da crosta ou da mistura de magmas crustais com magmas mantélicos ou, raramente, apenas de magmas mantélicos. Considera-se que a maioria dos granitos resultam da fusão parcial da crosta continental. Durante os processos de colisão a crosta continental é deformada, podendo atingir 70 km de profundidade. Devido a este espessamento a temperatura do interior da crosta aumenta, levando à fusão dos seus materiais e conseqüente formação de magma. A crosta também pode sofrer um incremento de temperatura devido ao calor dos magmas mantélicos, mais quentes, que se acumulam preferencialmente na sua base. A fusão pode ser ainda facilitada pela adição de água proveniente da desidratação de minerais de rochas do manto ou da própria crosta. Esta adição permite que o ponto de fusão dos materiais crustais diminua e seja inferior à temperatura

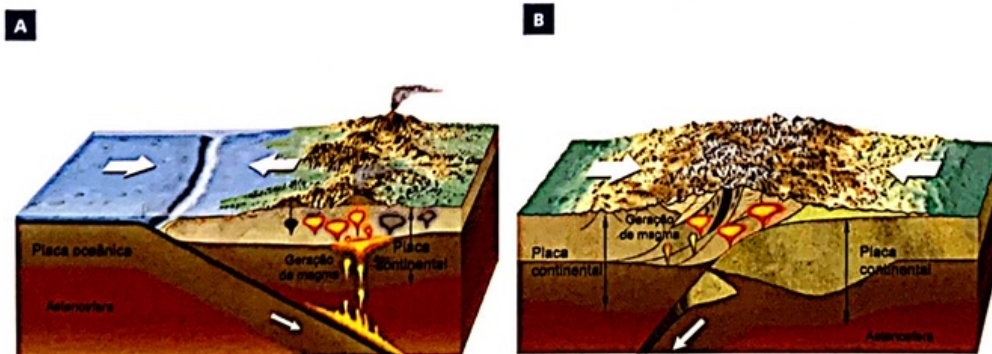


FIGURA 5. Formação de granitos colisionais, associados a processos tectónicos em limites convergentes:

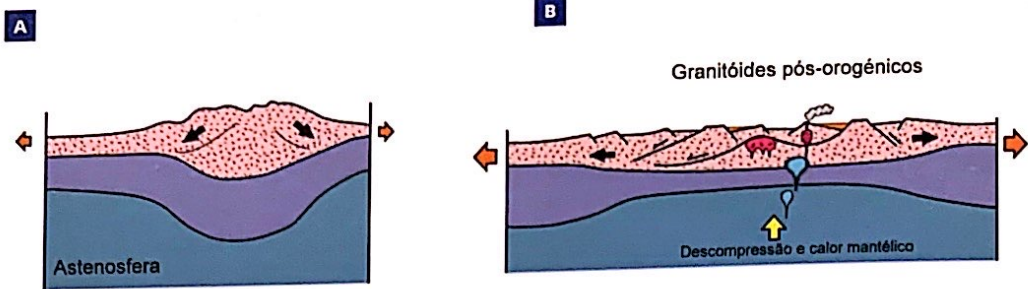
A. colisão entre placa oceânica e placa continental

B. colisão entre placas continentais

FIGURA 6. Formação de granitos pós-colisionais, pós-orogénicos, associados a forças distensivas, com adelgaçamento da crosta continental e contribuição de magmas mantélicos

A. Início da fase distensiva

B. Ascensão de magmas mantélicos devido à descompressão, podendo originar granitos



à sua volta, resultando na sua fusão.

A maioria dos granitos estão associados a processos colisionais compressivos, contudo também há formação de rochas graníticas relacionadas com a fase pós-colisional (pós-orogénica) envolvendo forças distensivas, que levam ao adelgaçamento da crosta continental e à ascensão de magmas do manto (FIG. 6), e que podem originar granitos com importante contributo mantélico. Os granito de Gerês e de Vila Pouca de Aguiar são o exemplo de granitos pós-orogénicos, cujos magmas se instalaram em fracturas resultante da fase distensiva.

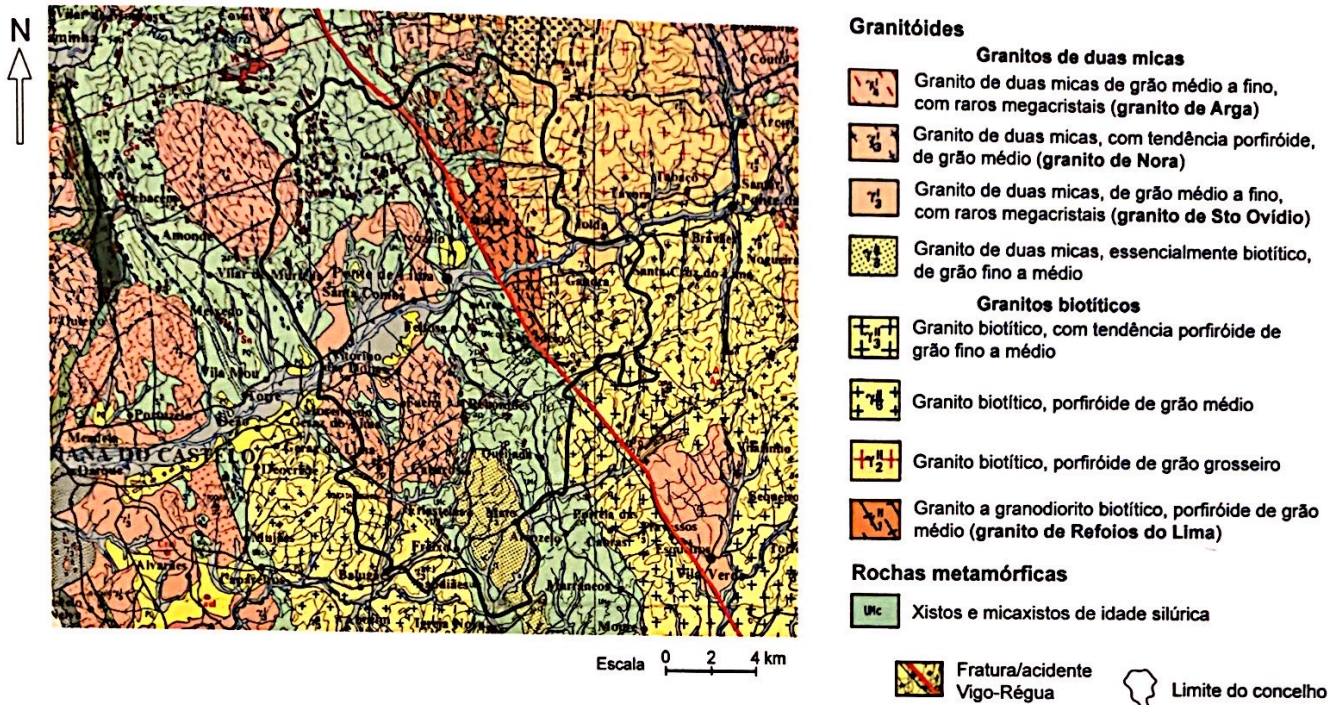
7. Granitos de Ponte de Lima

Introdução

Os granitos são um importante recurso local por parte das gentes do concelho de Ponte de Lima, como suporte artístico ou para a construção, pavimentação, brita e outras formas de utilização. O uso do granito está bem patente ao longo dos tempos, desde o megalitismo até à actualidade, assumindo nos dias de hoje uma importante vertente económica. Uma questão que se coloca na abordagem dos granitos ou de outras rochas, é o que entendemos pela sua origem. A maioria das

peças, quando se pergunta qual a origem do granito utilizado numa dada construção, está geralmente à espera que se identifique a proveniência da rocha, por exemplo, qual o local de extração do granito que foi aplicado numa igreja, castelo, muralha, ponte, casa, etc... Para o geólogo, contudo, falar sobre a origem do granito é conhecer o ambiente tectónico em se formou, quais as rochas que fundiram para dar origem ao magma, como evoluiu a sua cristalização, qual a idade da rocha granítica.

O concelho de Ponte de Lima é dominado essencialmente por rochas graníticas, seguindo-se as rochas metassedimentares, na sua maioria xistos (FIG. 7). A morfologia do relevo do concelho é controlada pela fracturação das rochas e pela erosão diferencial dos diferentes tipos de granitos e xistos em resposta aos agentes de meteorização (alteração), sendo os relevos mais vigorosos e elevados dominados pelas rochas graníticas, mais resistentes. A fracturação principal das rochas tem direcção NE-SW e NNE-SSW, ocorrendo ainda uma importante fractura na crosta de direcção NW-SE conhecida como acidente Vigo-Régua, com mais de 200 km de extensão e que teve importância na instalação de magmas graníticos. Aquela grande fractura, da idade paleozóica, divide duas zonas com características geoló-



gicas distintas, incluindo a nível dos granitos. Na área situada a Este do acidente dominam os granitóides biotíticos, com textura porfíroide, enquanto que a Oeste os granitos de duas micas são os granitóides predominantes. É ainda de referir a ocorrência de um granito de duas micas de forma “linear”, com 20 km de comprimento e com menos de 1 km de largura e que materializa o acidente Vigo-Régua.

Os vários granitos do concelho apresentam diferentes aspectos estruturais, texturais, granulométricos e mineralógicos, permitindo identificar diferentes tipos de granitos. Estas diferenças, a par da variação de cor resultante da alteração do granito, e da fracturação, podem ser determinantes para o tipo de aproveitamento, função da finalidade a que se destinam.

A fracturação que apresentam, resultante da sua história geológica, impede a obtenção de blocos de grandes dimensões, razão pela qual se destinam essencialmente a serem utilizados para pavimentação, revestimentos de paredes, fachadas, esteios, lareiras, estatuária e brita. Actualmente os granitos de cor amarelada têm uma grande procura, sobretudo no revestimento de casas, dado que transmitem uma maior sensação de conforto. A cor daqueles granitos deve-se à oxidação de minerais ricos em ferro, como a biotite e a pirite, resultando na cor amarelada das rochas, preferencialmente nas zonas mais superficiais e ao longo de fracturas. Os granitos do concelho podem ser divididos em dois grupos: i) granitos de duas micas e ii) granitos biotíticos.

FIGURA 7. Extrato da carta geológica de Portugal, Folha 1 (Pereira, 1989)

Granitos de duas micas

Os granitos de duas micas (biotite + moscovite) são dominantes na área ocidental do concelho, a Oeste do acidente Vigo-Régua e distinguem-se entre eles com base em pequenas diferenças texturais, incluindo o tamanho do grão, que pode variar de fino a grosseiro. Os granitos apresentam uma textura granular ou com tendência porfiróide, com megacristais de feldspato potássico. Trata-se de granitos enriquecidos em sílica relativamente aos biotíticos, com valores de SiO_2 superiores a 69%, com idades compreendidas entre 333 e 305 milhões de anos.

A utilização dos granitos de duas micas é predominante em numerosos edifícios e estruturas do concelho, tanto em casas antigas e recentes como em igrejas (FIG. 8), muralhas, pontes, pavimentos e estatuária. A sua grande utilização deve-se ao facto de ser material local, disponível para extração e fácil de trabalhar, ao contrário do granito biotítico. A facilidade em trabalhar este tipo de granito deve-se ao grão fino a médio que a rocha apresenta e por estarem fracturados, nalguns casos com alinhamentos internos, com fácil obtenção de lajes que podem ser aproveitadas para os diversos fins.

Actualmente o maior aproveitamento dos granitos de duas micas ocorre na Serra de Antelas, sendo conhecido comercialmente como granito das Pedras Finas. Além deste granito é ainda de referir os granitos da Serra da Nora e Serra de Arga, que foram explorados no passado mas de uma forma bastante menor.

Granito de Santo Ovídio (granito das Pedras Finas)

O maciço de Santo Ovídio (FIG. 7) é composto por um granito de duas micas de grão fino a médio, com fraca tendência porfiróide, isto é, com alguns megacristais de feldspato potássico dispersos na matriz e que raramente excedem 2.5cm (FIG. 9A). O granito faz parte da Serra de Antelas, sendo conhecido como granito das Pedras Finas. Ocorrem no granito encraves de xisto, encraves micáceos com 2 a 3 cm (FIG. 9B) e raros encraves microgranulares máficos, geralmente de dimensão centimétrica a decimétrica, conferindo heterogeneidade ao granito.

FIGURA 8. Fachada poente da Igreja Matriz de Ponte de Lima (A) e pormenor dos blocos talhados em granito de duas micas (B)

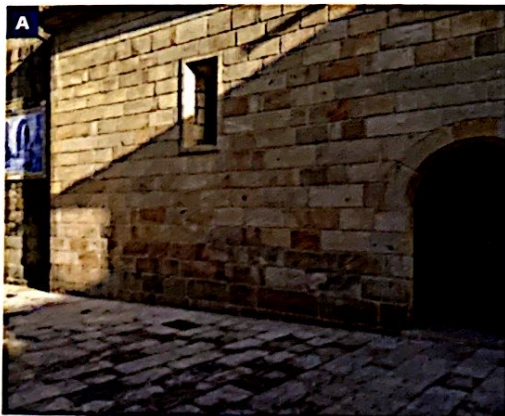




FIGURA 9. Aspecto macroscópico do granito de Santo Ovídio (Pedras Finas) de grão médio a fino

A. textura de tendência porfiróide com megacristais de feldspato potássico

B. ocorrência de encraves micáceos de cor mais escura

O granito apresenta uma coloração que varia entre os tons de cinza, granito fresco e os amarelos do granito alterado (FIG. 10), mais evidente à superfície e nos planos de fractura.

Observa-se ainda na rocha uma orientação interna, dada pelo alinhamento dos encraves e por vezes dos megacristais de feldspato, mais evidente na zona de bordadura do maciço granítico, no contacto com os xistos. Esta orientação, nem sempre visível a olho nu, é designada pelos trabalhadores das pedreiras como “fio da pedra”, sendo aproveitada para partir o granito segundo essa direção, dado que é um plano de fraqueza. O maciço granítico tem a forma de ferradura, com a parte aberta virada para Ponte de Lima, apresentando no seu interior uma zona de associação granito-xisto. Na zona Este do maciço existe uma pequena mancha de um granitóide, designado por granodiorito biotítico de Bertianos. Trata-se de uma rocha de grão mais fino e mais escura, com pequenas concentrações de biotite e plagioclase, que não excedem os 3 mm, dispersas na matriz. A idade de 333 milhões de anos obtida para o granito de Santo Ovídio faz deste granito o mais antigo do concelho.

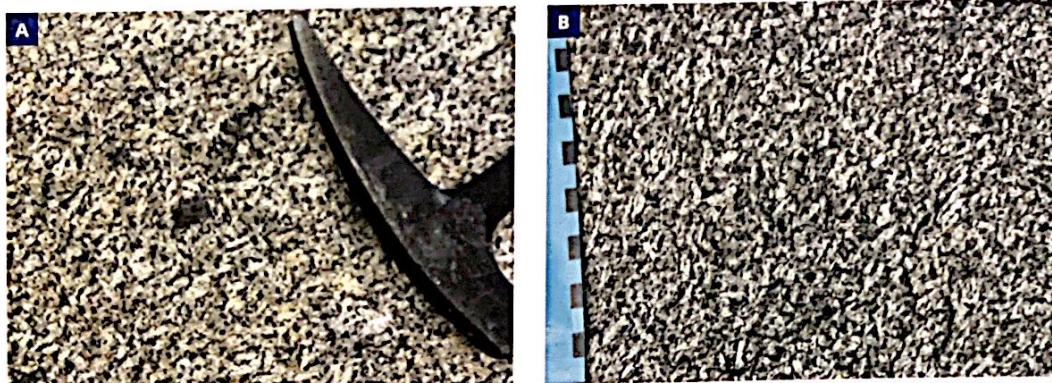


FIGURA 10. Granito de Santo Ovídio de cor amarelada devido à oxidação de minerais ricos em ferro (biotite e pirite)

Granito de Nora

O granito que ocorre na Serra da Nora é um granito de duas micas, de grão médio a fino, de tendência porfiróide, marcada pela ocorrência de megacristais de feldspato potássico, inferiores a 2.5 cm, por vezes finos (FIG. 11). Esta tendência porfiróide é mais evidente do que no granito de Santo Ovídio, o que permite distinguir os dois tipos de rocha. Contudo, tanto o granito de Nora como o granito de Santo Ovídio apresentam variações, quer no tamanho do grão, quer na maior ou menor tendência porfiróide, o que por vezes dificulta a distinção entre estes dois tipos de granito utilizados na construção de edifícios e outros tipos de estruturas no concelho.

FIGURA 11. Aspectos macroscópicos do granito de Nora. (A) granito de duas micas, evidenciando textura porfiróide, nalguns casos marcada por finos megacristsais de feldspato potássico (B)



Evidencia também a presença de encraves micáceos, encraves de rochas metassedimentares e raros encraves microgranulares máficos. Cartograficamente tem uma forma arredondada (FIG. 7), no interior da qual ocorre uma zona de associação granito-xisto, à semelhança do que se verifica no granito de S^o Ovídio.

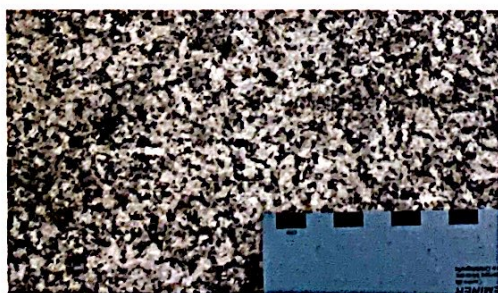
Granito de Arga

O granito de Arga distingue-se dos granitos de Santo Ovídio e Nora por apresentar uma maior granularidade, grão médio a grosseiro (FIG. 12) e menor tendência porfiróide, marcada por megacristsais de feldspato potássico. Tal como os restantes granitos, apresenta encraves micáceos e metassedimentares, mas de menores dimensões, não revelando a presença de encraves microgranulares máficos. O alinhamento dos encraves e dos megacristsais conferem ao granito uma orientação

interna, essencialmente na zona de bordadura, no contacto com o xisto. Cartograficamente o granito apresenta uma forma elíptica (FIG. 7), cujo eixo maior tem direcção NW-SE. Esta forma e a inclinação que as estruturas planares do granito apresentam no contacto com o xisto, sugerem que a ascensão do magma tenha ocorrido por diapirismo (FIG. 4), com deformação plástica das rochas envolventes, que se deslocavam para baixo, à medida que o magma em forma de cogumelo subia.

O granito é o principal responsável pela ocorrência de numerosos filões pegmatíticos, aplito-pegmatíticos e de quartzo, que se dispõem à volta do granito, no seio dos xistos (FIG. 7). Alguns destes filões mineralizados em W, Sn, Ta e Nb, foram explorados ao longo dos tempos, tendo no século XX existido pequenas explorações de cassiterite (estanho) e de volframite. O granito foi datado com uma idade de 305 milhões de anos, o que faz deste granito o mais recente dos granitos de duas micas do concelho.

FIGURA 12. Aspecto macroscópico do granito de Arga, de grão médio a grosseiro



Granitos biotíticos

A área situada a Este da grande fratura/acidente Vigo-Régua (FIG. 7) evidencia-se da zona Oeste devido à ocorrên-

cia de granitóides predominantemente biotíticos, com alguma moscovite e de textura porfiróide. Trata-se de três tipos de granitos biotíticos, mais precisamente monzogranitos a granodioritos, que se distinguem com base no tamanho do grão da matriz, que varia entre grosseiro, médio e fino. Os megacristais são de feldspato potássico com dimensão média de 4 - 5 cm, com formas rectangulares ou arredondadas. Podem observar-se ainda nos granitos alguns encraves metassedimentares e microgranulares máficos.

Atendendo ao tamanho do seu grão e à sua textura porfiróide, os granitos biotíticos são grosseiros, difíceis de serem trabalhados e talhados. Apesar de serem predominantes na zona oriental do concelho, e como tal disponíveis, actualmente têm vindo a ser preteridos pelos granitos de duas micas, de grão mais fino e fáceis de trabalhar. Utilizados durante a pré-história, em monumentos megalíticos e posteriormente na construção de casas e muros, a sua exploração foi diminuindo ao longo dos tempos, sendo hoje utilizados em muros e esteios.

Granito de Refoios do Lima

O granito de Refoios do Lima tem uma composição que varia entre o monzogranito e o granodiorito (FIG. 3). É um granitóide biotítico, com rara moscovite, apresentando uma textura porfiróide com matriz de grão médio (FIG. 13), ocorrendo associado ao acidente Vigo-Régua (FIG. 7).

Os megacristais de feldspato potássico, de forma rectangular, têm em média cerca de 4 a 5 cm de comprimento, po-

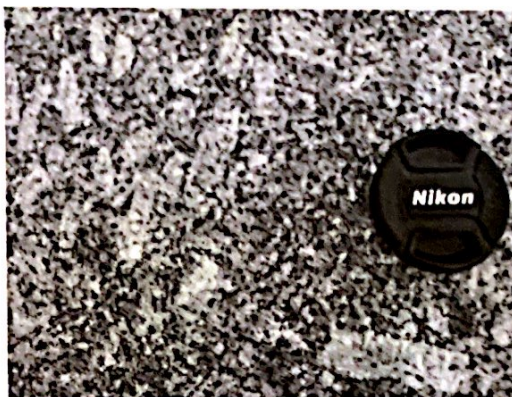


FIGURA 13. Aspecto macroscópico do granito biotítico de Refoios do Lima, com textura porfiróide de grão médio. Os megacristais são de feldspato potássico

dendo raramente atingir os 10 cm, com largura inferior a 1 cm. O granito é globalmente homogéneo, contudo é possível observar por vezes bandas de um granito menos porfiróide, mais escuro e com matriz mais fina. O granito apresenta encraves micáceos, encraves metassedimentares, chegando a constituir pequenos painéis de xisto de dimensões métricas, e raramente encraves microgranulares com cerca de 10 cm, raramente excedendo os 30 cm.

O corpo principal tem uma forma alongada de direcção aproximadamente NW-SE, com cerca de 20 km de comprimento por 2.5 km de largura. Ocorrem ainda algumas manchas do granito a NW do corpo principal em associação com um granodiorito biotítico de grão fino. Apresenta uma orientação interna que lhe é conferida pelo alinhamento dos megacristais de feldspato potássico e pela biotite da matriz, com direcção aproximadamente NW. A datação obtida para este granito foi de 319-317 milhões de anos, o que permite afirmar que se trata do granito biotítico mais antigo da região, tendo a ascensão do magma sido controlada pela grande fractura Vigo-Régua, num mecanismo de subida por fractura, com deformação da rocha encaixante e formação da câmara magmática.

8. Origem dos granitos do concelho de Ponte de Lima

Os granitos do concelho de Ponte de Lima, tal como a grande parte dos granitos portugueses, localizam-se no norte e centro de Portugal (FIG. 14), a maioria com idades compreendidas entre os 320 e 290 milhões de anos.

Os granitóides e rochas metamórficas que ocorrem em Portugal e em Espanha integram o Maciço Ibérico, de idade paleozóica, o qual faz parte do segmento Oeste de uma antiga cordilheira montanhosa, cujos vestígios se estendem desde Portugal até à República Checa, numa extensão de aproximadamente 2000 km (FIG. 15). A referida cordilheira é o resultado do choque de placas tectónicas com antigos continentes envolvidos, e que ficou conhecida como Orogenia Varisca na Europa.

Aquela orogenia foi o resultado da última grande colisão tectónica que levou à formação do supercontinente Pangea, há cerca de 280 milhões de anos, originando uma extensa cordilheira, repartida atualmente pela Europa e por terrenos que agora fazem parte do Norte de África e zona oriental da América do Norte.

A formação da Pangea envolveu o choque de dois grandes continentes, a Laurússia a norte e a Gondwana a sul, com pequenos continentes pelo meio (FIG. 16). Entre aqueles continentes havia um grande oceano, denominado Rheic, onde foram sendo depositados sedimentos finos, provenientes da erosão dos continentes, desde areias até argilas.

Por volta dos 380 milhões de anos tem início o fecho do oceano Rheic, devido a forças compressivas. Numa primeira fase vai ocorrer a subdução (mergulho) da placa oceânica, mais densa, sob o continente Gondwana. Após a destruição da crosta oceânica segue-se a fase de colisão dos continentes associados às respectivas placas tectónicas, sem que haja mergulho e destruição de qualquer uma das placas continentais envolvidas, dado que têm a mesma densidade. O fecho do oceano Rheic, com o choque dos continentes, implicou a deformação e metamorfismo dos sedimentos marinhos, dando origem a quartzitos e xistos, entre outros tipos de rochas.

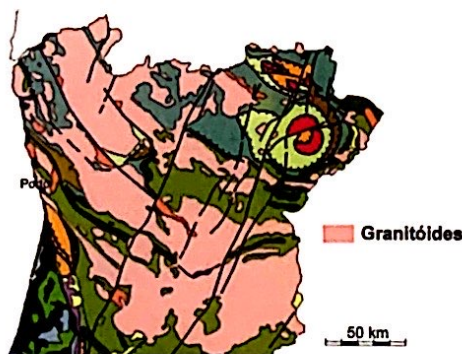


FIGURA 14. Extrato da carta geológica de Portugal com destaque para a concentração de granitóides no norte e centro do país. (fonte: LNEG)

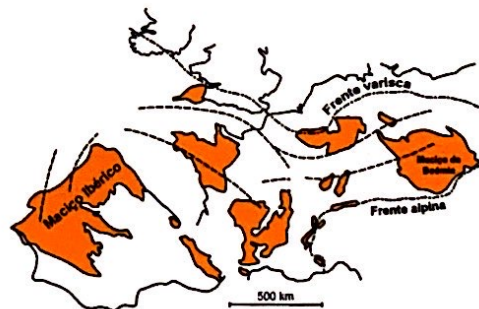


FIGURA 15. Terrenos antigos, de idade paleozóica (440 - 280 Ma), formados pela orogenia Varisca

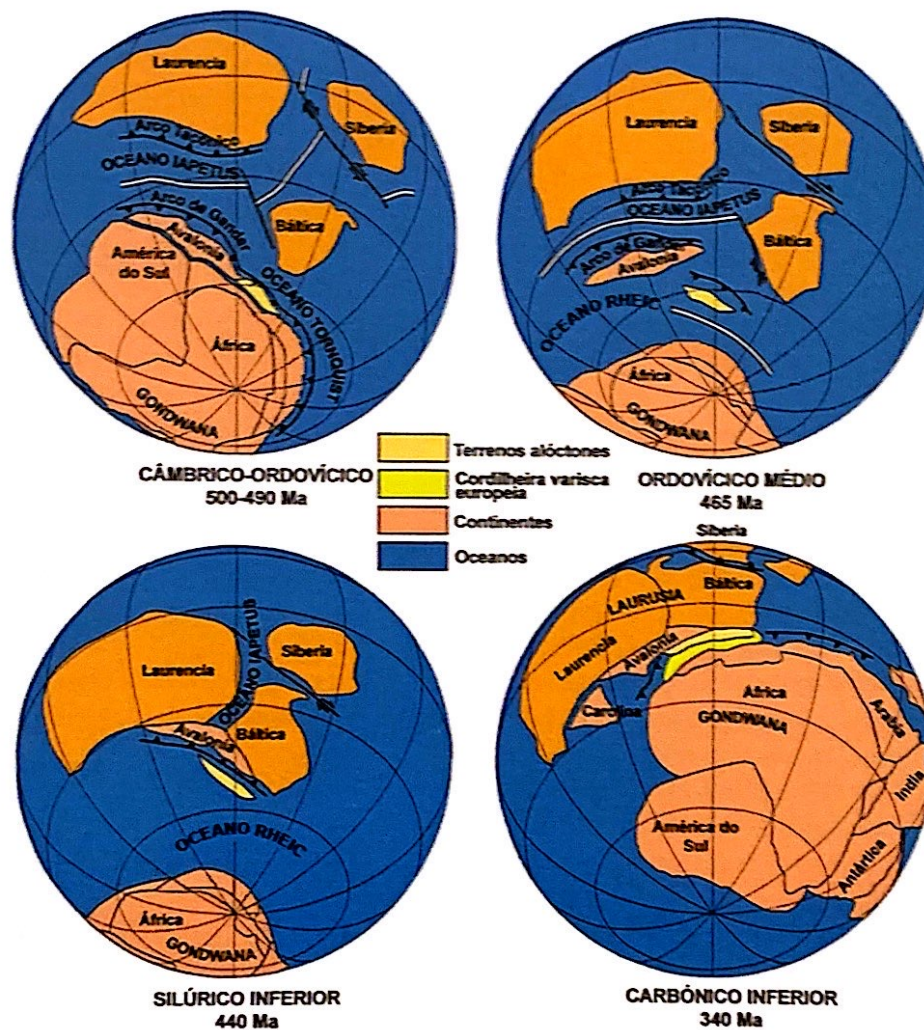


FIGURA 16. Colisão dos continentes que levou à formação do supercontinente Pangea, com formação de extensa cordilheira montanhosa na zona de sutura entre os continentes. A amarelo a localização da cordilheira varisca (Europa)

Na sequência da colisão, a crosta continental na zona de contacto das placas tectónicas sofreu um processo de encurtamento e espessamento (maior profundidade) de que resultou o aumento da sua temperatura e pressão e ainda um incremento adicional de calor proveniente de magmas do manto. O aumento de temperatura levou à fusão parcial da crosta, gerando ao longo de um período de 50 milhões de anos (330 – 280 Ma) um enorme volume de magmas, de composições diferentes, nalguns casos com misturas, incluindo magmas provenientes do manto. A orogenia Varisca foi assim a grande responsável pela formação da maioria dos granitos portugueses, a partir de magmas essencialmente crustais, como é o caso dos granitos de Ponte de Lima. Os granitos formaram-se por arrefecimento e cristalização dos magmas que ascenderam e se instalaram entre 15 a 10 km de profundidade.

Alguns milhões de anos após a formação da cordilheira varisca, semelhante ao que hoje são os Himalaias, ocorreu a fracturação da Pangea, há cerca de 250 milhões de anos, e teve início a abertura do oceano Atlântico. Lentamente a meteorização (alteração) das rochas e a atuação dos agentes erosivos, associados à fracturação dos maciços rochosos, levaram gradualmente ao arrasamento da cordilheira montanhosa, com os materiais resultantes da alteração a serem transportados para o oceano. Foram precisos cerca de 300 milhões de anos para que os granitos, formados a 15 – 10 km de profundidade, ficassem finalmente expostos à superfície.

Os granitos de duas micas como Santo Ovídio, Arga e Nora, terão tido uma origem em materiais crustais, por fusão parcial de rochas metassedimentares aluminosas, predominantemente metapelíticas,

a diferentes níveis crustais (crosta média a inferior). Aquelas rochas metapelíticas foram antigas rochas sedimentares detriticas, de grão muito fino (pelitos), englobando argilitos, que se depositaram no oceano e que posteriormente sofreram deformação e metamorfismo durante a colisão tectónica, passando a fazer parte da crosta continental. A ocorrência de encraves metassedimentares e micáceos nos granitos de duas micas podem representar o resíduo das rochas metapelíticas que foram a fonte daqueles granitos.

Os magmas que originaram os granitos biotíticos do concelho de Ponte de Lima, como no caso do granito de Refoios do Lima, tiveram uma origem mais profunda que os granitos de duas micas, em zonas da crosta continental inferior, mais quentes. A fusão envolveu materiais metassedimentares do tipo metagrauvasques (meta-arenitos finos com percentagem elevada de matriz silto-argilosa) e/ou metaígneos félsicos (rocha magmáticas de cor clara, de composição intermédia a ácida). A ocorrência de encraves microgranulares máficos naquele granito sugere que algum magma, de composição mais básica, mais pobre em sílica, pode ter estado envolvido, misturando-se com o magma granítico, mais ácido. Os magmas resultantes, gerados a grandes profundidades, percorreram um caminho superior aos magmas dos granitos de duas micas, acabando por se instalarem no mesmo nível crustal, razão pela qual os dois tipos de granito ocorrem lado a lado.

É ainda de referir que a grande fractura na crosta, designada como acidente Vigo-Régua, que passa a Este de Ponte de Lima, teve um contributo importante na ascensão de magmas, nalguns casos com eventuais misturas de magmas de origens diferentes, com formação de granitos es-

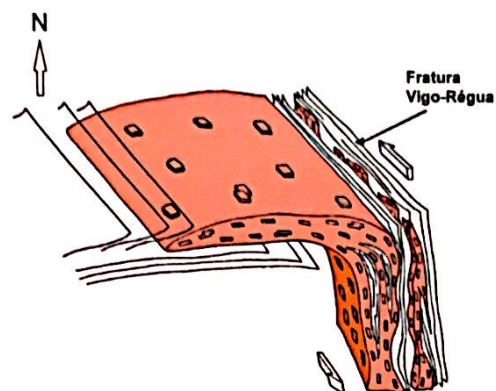


FIGURA 17. Modelo de instalação para o granito de Santo Ovídio, em forma de lâmina, associado à fratura/acidente Vigo-Régua, que facilitou a ascensão do magma

parcialmente associados, como é o caso dos granitos de Refoios do Lima e de Santo Ovídio, com uma estrutura em forma de lâmina (FIG. 17) gerada de Este para Oeste no caso deste último granito.

Numa 2ª fase, aquele acidente teve uma movimentação vertical, com a subida do bloco oriental relativamente ao ocidental. A subida do bloco Este e posterior erosão que afectou toda a zona, permitiu ter, lado a lado, rochas mais deformadas e granitos essencialmente biotíticos a par dos granitos de duas micas do sector ocidental do concelho.

Os granitos do concelho de Ponte de Lima representam pois o testemunho de um episódio importante na história da Terra e que levou à formação do supercontinente Pangea. Esse episódio, conhecido na Europa como orogenia varisca, resultou do choque de antigos continentes, teve início aos 380 milhões de anos e terminou por volta dos 280, originando um importante volume de magmas graníticos, cujas rochas graníticas resultan-

tes ocupam hoje grande parte do norte e centro de Portugal. Os granitos de Ponte de Lima, divididos entre granitos de duas micas e granitos biotíticos, geraram-se entre os 333 e os 305 milhões de anos. Os granitos biotíticos resultaram da fusão parcial de materiais da crosta continental inferior de origem metassedimentar (meta-gravavaques) ou metaígneo félsicos. Os granitos de duas micas formaram-se por fusão de materiais metassedimentares (metapelitos) de níveis crustais mais superficiais. A grande fratura na crosta, conhecida como acidente Vigo-Régua, que passa a Este de Ponte de Lima, terá tido um papel relevante ao facilitar a ascensão de alguns dos magmas graníticos do concelho. Os processos de meteorização e de erosão ao longo dos últimos 300 milhões de anos levaram ao arrasamento das montanhas antigas e permitiram que os granitos, formados entre os 15 e 10 km de profundidade, pudessem finalmente aflorar à superfície. A partir daqui a história dos granitos passou a ser outra.

Bibliografia

Cruden, A. R., & Weinberg, R. F. (2018). *Mechanisms of Magma Transport and Storage in the Lower and Middle Crust—Magma Segregation, Ascent and Emplacement. Volcanic and Igneous Plumbing Systems, 13-53.* doi:10.1016/b978-0-12-809749-6.00002-9.

Dias G. (1987). Mineralogia e petrologia de granitos hercínicos associados a mineralizações de Sn-W (Minho, Portugal). Tese de doutoramento não publicada. Univ. Minho, 304p.

Dias G., Boullier A.M. (1985). Évolution tectonique, métamorphique et plutonique d' un secteur de la chaîne hercynienne (Ponte de Lima, Nord du Portugal). *Bull. Soc. Géol. France*, 8 (1), 3, 423-434.

Dias, G.; Noronha, F.; Almeida, A.; Simões P.P.; Martins, H. C. B.; Ferreira, N. (2010). Geocronologia e petrogénese do plutonismo tardi-varisco (NW de Portugal): síntese e inferências sobre os processos de acreção e reciclagem crustal na Zona Centro-Ibérica. In: J.M. Coteló Neiva, A. Ribeiro, L. Mendes Victor, F. Noronha, M. Magalhães Ramalho (Edts.). *Ciências Geológicas: Ensino, Investigação e sua História*. Associação Portuguesa de Geólogos, Vol I, Cap. II, pp143-160.

Catalán, J.R. & Aller, Jesus & Alonso, J.L. & Bastida, Fernando. (2008). *The Iberian Variscan orogen in Contextos geológicos españoles*, Publisher: Instituto Geológico y Minero de España, Editors: A. García Cortés, pp.13-30.

H.-J. Behr, W. Engel, W. Franke, P. Giese, K. Weber (1984). The Variscan Belt in Central Europe: Main structures, geodynamic implications, open questions. *Tectonophysics*, Volume 109, Issues 1-2, pp. 15-40.

LNEG (Laboratório Nacional de Energia e Geologia). Carta Geológica de Portugal simplificada.

Pereira E. (coord.) (1989). Carta geológica de Portugal à escala 1:200.000, Folha 1. Serv. Geol. Portugal, Lisboa.

Simões P.P. (2000). Instalação, geocronologia e petrogénese de granitóides biotíticos hercínicos associados ao cisalhamento Vigo-Régua (ZCI, Norte de Portugal). Ph.D. Thesis, Universidade do Minho, Braga, Portugal/Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, França, 351p.

Stålfors, T. & Ehlers, C. (2006). Emplacement mechanisms of late-orogenic granites: structural and geochemical evidence from southern Finland. *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)*, 95: 557. <https://doi.org/10.1007/s00531-005-0049-3>.

Tarback E. J., Lutgens F.K., Tasa D.G (2013). *Earth: An Introduction to Physical Geology*. Pearson, 11th edition.

Winter J.D. (2014). *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology*. Pearson Ed, 737pp.