

# ACAFA

Nº 10 (2015) On-line

## ANÁLISE PETROGRÁFICA E QUÍMICA MINERAL DO “APLITO DE GARDETE”: ORIGEM DAS CANTARIAS DO CASTELO DE RÓDÃO?

Petrographic and mineral chemistry analysis of the  
“Gardete Aplite”: source for the stonemasonry of the  
Castle of Ródão

Patrícia Moita, Luis Dias, José Mirão e Carlos Neto de  
Carvalho



Vila Velha de Ródão, 2015

## ANÁLISE PETROGRÁFICA E QUÍMICA MINERAL DO “APLITO DE GARDETE”: ORIGEM DAS CANTARIAS DO CASTELO DE RÓDÃO?

**Petrographic and mineral chemistry analysis of the “Gardete Aplite”: source for the stonemasonry of the Castle of Ródão?**

Patrícia Moita<sup>1</sup>, Luis Dias<sup>2</sup> José Mirão<sup>3</sup> e Carlos Neto de Carvalho<sup>4</sup>

**Palavras-chave:** Granito moscovítico; petrografia; química mineral; Castelo de Ródão; Aplito de Gardete; Vila Velha de Ródão

**Keywords:** Moscovitic granite; petrography; mineral chemistry; Castle of Ródão; Gardete Aplite; Vila Velha de Ródão

<sup>1</sup> Geóloga. Dep. de Geociências, Laboratório Hércules (Universidade de Évora).

<sup>2</sup> Químico. Laboratório Hércules (Universidade de Évora).

<sup>3</sup> Geólogo. Dep. de Geociências, Laboratório Hércules (Universidade de Évora).

<sup>4</sup> Geólogo. Geopark Naturtejo da Meseta Meridional – Geoparque Mundial UNESCO.

[carlos.praedichnia@gmail.com](mailto:carlos.praedichnia@gmail.com)

### Resumo

O presente faz a análise petrográfica e química mineral do Aplito de Gardete (Fratel, Vila Velha de Ródão) com o objectivo de o comparar com as cantarias medievais empregues na construção do Castelo de Ródão, durante o séc. XII.

### Abstract

This work presents the petrographic and mineral chemistry analysis of the Gardete Aplite to compare with the medieval stonemasonry applied for the building of the Castle of Ródão, during the 12<sup>th</sup> century.

### Introdução e metodologia

O Castelo de Ródão constitui uma das estruturas defensivas da fronteira do Tejo, construída no séc. XII ou em período anterior, com reutilização durante os sécs. XVIII-princípios do XIX (Caninas *et al.*, 1997; Henriques *et al.*, 2008).

A sua localização espectacular, alcandorada no ombro direito das Portas de Ródão, a cerca de 300 metros de altitude e 200 m de vertigem sobre o Rio Tejo, oferece-lhe vistas largas sobre Leste e Sul, bem como as defesas naturais que facilitaram sobremaneira a construção de um conjunto defensivo simples e de pequena escala.

Deste subsiste a torre principal rodeada de muralhas, hoje integrando um conjunto classificado como de Interesse Público desde 1993.

A construção das infraestruturas foi realizada fundamentalmente com o duro metaquartzito local, fácil de obter nas escarpas e encostas da Serra do Perdigão. Não obstante, o pórtico original de acesso à torre, com uma decoração de assinatura templária, apresenta uma composição granítica.

Numa região onde os granitos afloram sob a forma de plutonitos zonados por diferentes fácies litológicas, atingindo extensões de centenas de quilómetros quadrados, em Castelo Branco, Mação e Nisa, qual seria a proveniência destas cantarias que são um testemunho físico da herança templária nas terras da Açafa?

Olhando à lupa a composição mineralógica das cantarias do Castelo de Ródão observamos uma composição mineralógica marcada pelos feldspatos, pelo quartzo e pela moscovite, mas o que ressalta à vista é a sua textura fina, própria de uma boa cantaria.

Seria necessário uma comparação com outras fácies graníticas de grão fino existentes na região e uma análise mais detalhada, suportada por uma comparação petrográfica ao microscópio da associação mineralógica e um estudo geoquímico. Fez-se uma amostragem tão pouco invasiva quanto possível da cantaria e procurou-se a fácies granítica de grão fino mais próxima do Castelo de Ródão, começando por se fazer a comparação das rochas em amostra de mão.

O candidato mais óbvio seria a pequena mancha de rochas magmáticas intrusivas localizada em pequeno cabeço a SE de Gardete, a cerca de 20 km do Castelo de Ródão, pelas charnecas do Fratel e zonas de separação de águas entre os rios Ocreza e Tejo, que serviram de via de penetração no território por milhares de anos. Um aplito é uma rocha granítica que se caracteriza por ter uma granularidade fina uniforme e uma composição simples de feldspato, quartzo e moscovite (mica branca). Verificando-se a aparente semelhança mineralógica e textural do Aplito de Gardete com a cantaria do Castelo de Ródão, duas amostras seguiram para o Laboratório HERCULES, da Universidade de Évora, para tratamento laboratorial, coordenado pelos drs. Patrícia Moita e José Mirão.

Para a caracterização mineralógica dos compostos inorgânicos foram efectuadas análises por Microscopias Óptica (OM) e Electrónica de Varrimento (SEM) com um sistema de Espectrometria de raios-X por dispersão de energias (EDS), assim como por Difração de Raios-X (DRX). A composição mineralógica foi obtida por difração de raios-X, num sistema Bruker D8 Discover equipado com um detetor linear Lynxeye, numa geometria DaVinci. As medições foram efetuadas dos 3° até aos 75°, com um passo de 0.05° e um tempo de medição de 1 segundo em cada ponto.

A análise por microscopia óptica foi efectuada utilizando um microscópio óptico de campo claro LEICA DM2500P a várias ampliações. Já as análises de EDX foram efectuadas usando um Microscópio de Varrimento Electrónico HITACHI S3700N com um espectrómetro de energia dispersiva de raio-X Bruker Xflash 5010 acoplada. As análises pontuais e os mapeamentos composicionais foram realizadas a 20 kV e em pressão variável (40Pa).



Figura 1. Localização do Aplito de Gardete (fonte: GoogleEarth).



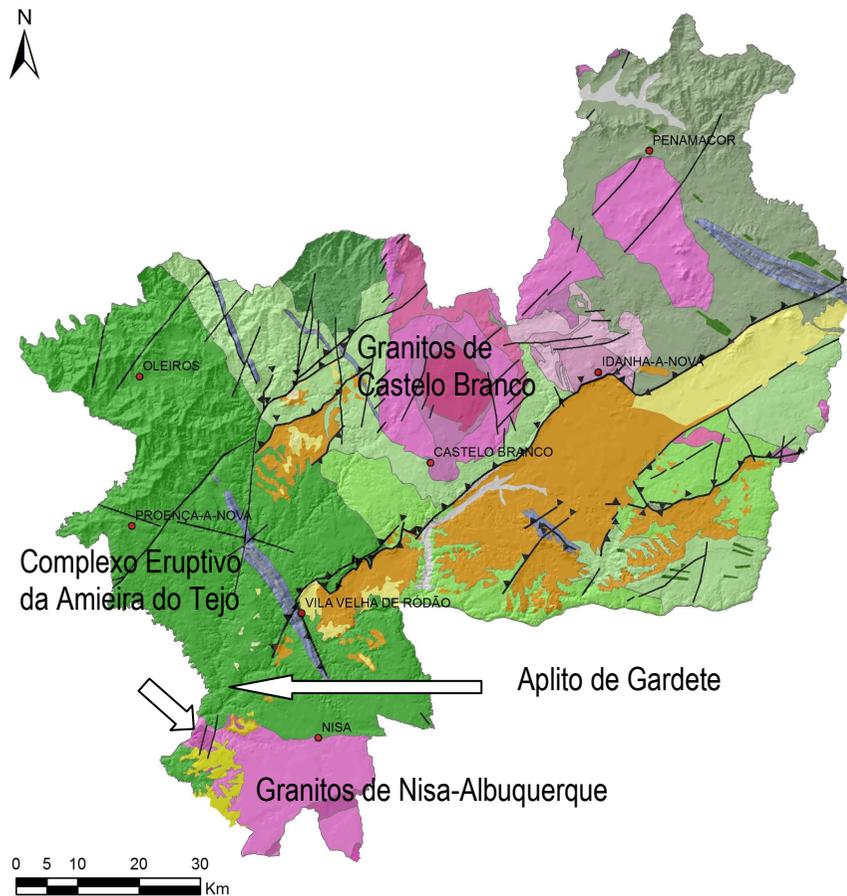
Figura 2. Aspecto do pequeno cabeço aplítico de Gardete, junto ao Rio Tejo nas proximidades da Barragem do Fratel.

## Caracterização

### Localização

O Aplito de Gardete, inventariado como Sítio de Importância Geológica do Geopark Naturtejo da Meseta Meridional – Geoparque Mundial UNESCO (Neto de Carvalho et al., 2009), aflora num pequeno cabeço situado a 1200m a SE da localidade de Gardete, sobre a margem direita do Rio Tejo (Figura 1). O cabeço tem uma orientação NNE-SSW e 550m segundo esta orientação, por cerca de 350m na sua perpendicular, com uma altitude máxima de 256m.

O Aplito aflora numa área circular francamente mais restrita, com cerca de 250m de diâmetro, rodeado por uma auréola de metamorfismo de contacto que afectou as rochas metassedimentares do Grupo das Beiras envolventes. O relevo cónico eleva-se cerca de 200 m acima do leito do Rio Tejo e impressiona pela suas vertentes íngremes, sobretudo aquela voltada ao Rio Tejo (Figuras 2 e 3). No seu topo observam-se vestígios de um povoado proto-histórico.



**Figura 3.** Mapa da Geodiversidade do Geopark Naturtejo da UNESCO, com a localização dos principais corpos intrusivos (identificados pelos tons de rosa) em comparação no presente trabalho.

### Caracterização geológica e geomorfológica

O Cabeço de Gardete irrompe das unidades metassedimentares envolventes enquanto relevo residual controlado por falha de extensão quilométrica do tipo desligamento direito, com orientação NNE-SSW e abatimento do bloco oriental. Está localizado na bordadura do “Complexo Eruptivo de Amieira do Tejo” (Ribeiro et al., 1993), mais antigo, composto maioritariamente por granitos, sendo o aplito considerado tardi-orogénico por ser afectado pela falha por onde terá ascendido o magma granítico (Romão, 2001).

É um granito moscovítico, de tons claros, de granularidade fina a média e textura hipídio-xenomórfica, com uma mineralogia composta por moscovite, feldspatos e quartzo. Ao intruir nas rochas metassedimentares originou uma auréola de metamorfismo de contacto composta sobretudo por xistos mosqueados, com um comprimento de 350 metros (Romão, 2006).

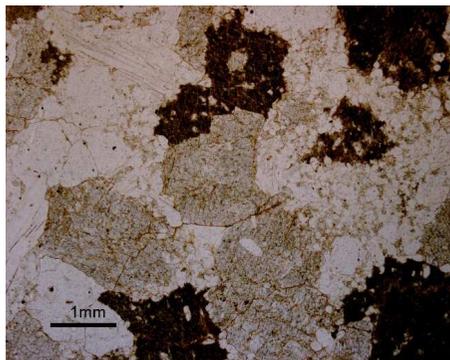
A idade do Aplito de Gardete será próxima da do Granito de Nisa (Romão, 2001), ou seja, cerca de 300 milhões de anos.

### Amostra *Castelo 1*<sup>5</sup>

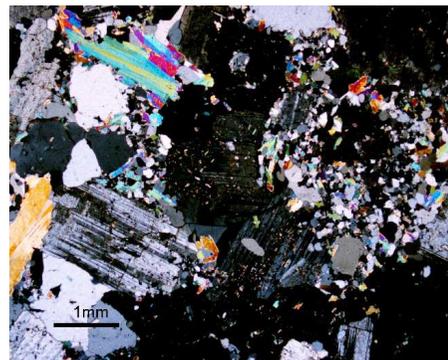
A cantaria apresenta textura granular média, alotriomórfica a hipidiomórfica. A textura é condicionada pelos cristais anédricos dos feldspatos entre os 2-3 mm de comprimento. A composição mineralógica primária é dada por quartzo (30-

<sup>5</sup> Ver Tabelas 1 a 3 no final do texto.

35%), feldspato potássico (30-40%), plagioclase (20-25%), moscovite (5-10%) e rara apatite (Figura 8), correspondendo a uma rocha de cor clara - hololeucocrata. Como mineralogia secundária regista-se sericite e argila (Figuras 4 e 5).



**Figura 4.** Aspeto geral (microfotografia em nicóis paralelos)



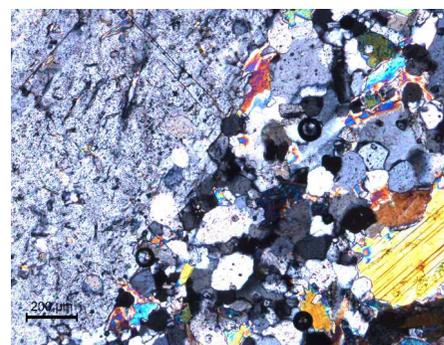
**Figura 5.** Aspeto geral (microfotografia em nicóis cruzados)

A plagioclase ocorre sob a forma de cristais anédricos a sub-euédricos, com dimensões médias de 1-2mm apresentando uma sericitização incipiente. O feldspato potássico ocorre sob a forma de cristais anédricos de ortose exibindo maclas simples e com raras inclusões de plagioclase. Estes surgem frequentemente com uma pátina de cor escura justificada pela alteração para minerais de argila. Tendem a apresentar dimensões ligeiramente superiores às plagioclases.

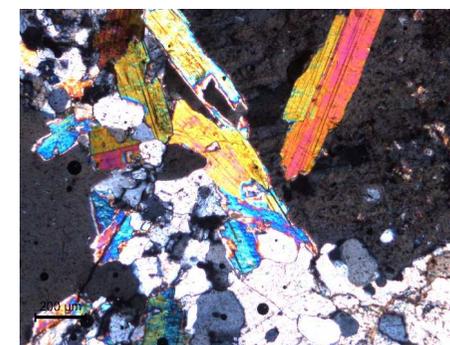
O quartzo anédrico ocorre quer sob a forma de cristais de maiores dimensões 1-1.5mm quer sob a forma de quartzo microcristalino (~0.1mm) preenchendo

os espaços inter-cristalinos em associação com moscovite de granularidade semelhante (Figura 6).

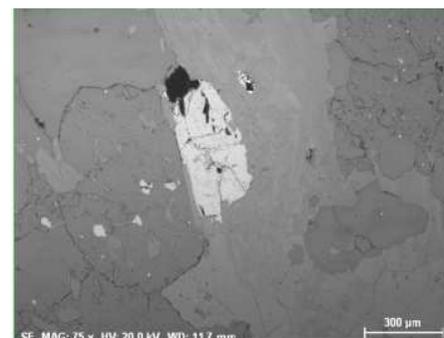
A moscovite subeuédrica a anédrica exhibe cristais pequenos associados ao quartzo mas desenvolve cristais de maiores dimensões que chegam a atingir os 4mm de comprimento máximo (Figuras 7, 10 e 11).



**Figura 6.** Pormenor de quartzo intersticial



**Figura 7.** Moscovite sob a forma de cristais grandes e intersticiais.



**Figura 8.** Imagem SEM. Aspeto geral com cristal de apatite ao centro.

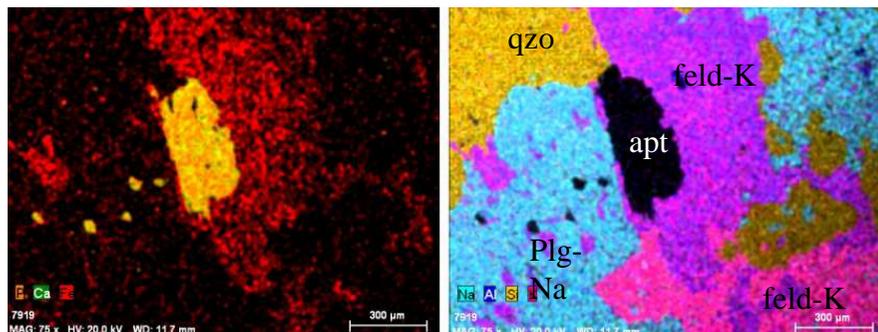


Figura 9. Mapeamento geral EDS da área representada na figura 7: apatite (apt), quartzo (qzo) e feldspatos (plg e F-K).

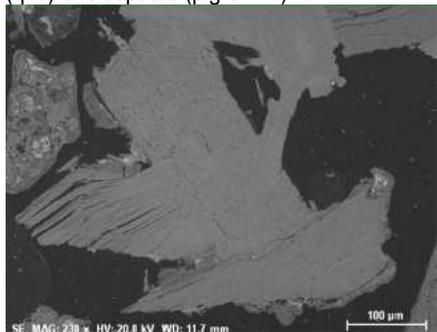


Figura 10. Imagem SEM; pormenor de moscovite.

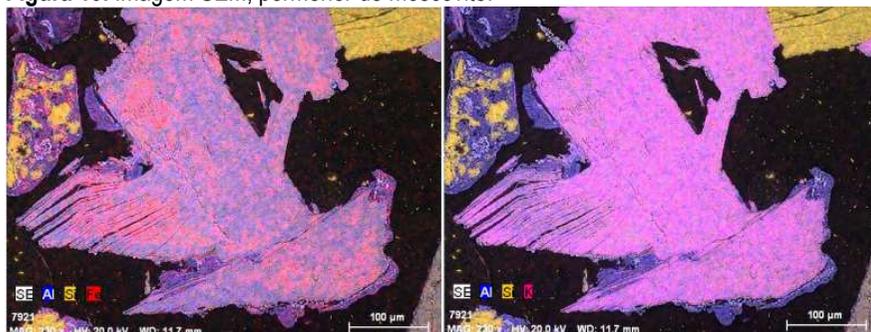


Figura 11. Mapa EDS de cristais de moscovite.

### Amostra Gardete 1<sup>6</sup>

O aplito apresenta textura alotriomórfica a hipidiomórfica de granularidade média ligeiramente heterogranular com dimensões entre 2-3mm que podem atingir os 5mm (Figuras 12, 13 e 18). A mineralogia primária principal corresponde a quartzo (30-35%) feldspatos potássicos (30-35%), plagioclase (15-20%), biotite (5-8%), moscovite (10-15%) e turmalina (<1%) (figs. 13 e 14). Corresponde a rocha leucocrata. Como fases acessórias verifica-se ainda a presença de zircão, opacos, apatite e como fases secundárias sericite, clorite e minerais de argila.

A plagioclase sódica ocorre sob a forma de cristais subeuédricos de dimensão média aproximada de 2mm. Apresenta ligeira sericitização e substituição por minerais de argila. O feldspato potássico ocorre quer sob a forma de microclina quer sob a forma de feldspato perítico ambos de contornos irregulares. Apresentam inclusões de plagioclase. A sericitização pode ser intensa nos cristais de microclina.

A biotite ocorre sob a forma de cristais bastante alongados exibindo frequentemente halos pleocróicos. A cloritização é muito desigual na biotite desde inexistente, parcial (associada a opacos) ou total.

A moscovite ocorre associada à biotite sob a forma de um crescimento posterior sobrepondo-se/truncando a biotite ou intercrystalina relativamente às fases félsicas. Por vezes mostra uma tendência poiquilítica atingindo os 2.5-3mm (Figuras 16 e 17; Figura 20).

<sup>6</sup> Ver Tabelas 6 a 9 no final do texto.

O quartzo é uma fase abundante, apresenta cristais anédricos que chegam a atingir os 4mm. A turmalina de cor amarela-laranja pleocróico, relevo e birrefringência elevada, uniaxial positivo desenvolve-se de modo mais tardio incluindo às várias fases ígneas (figs. 13 e 14).

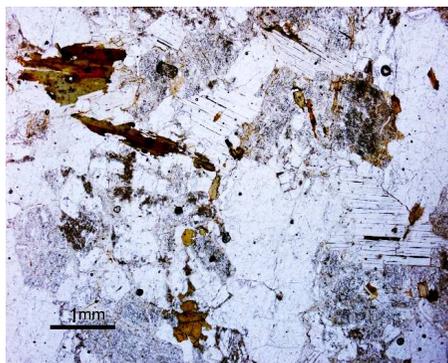


Figura 12. Aspeto geral (nicóis paralelos).

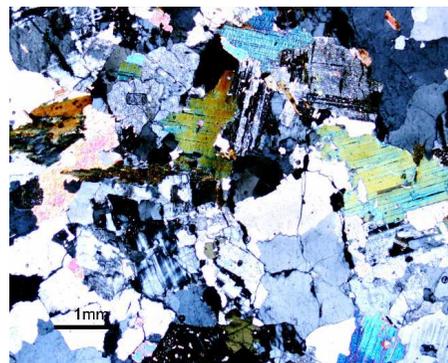


Figura 13. Aspeto geral (nicóis cruzados).

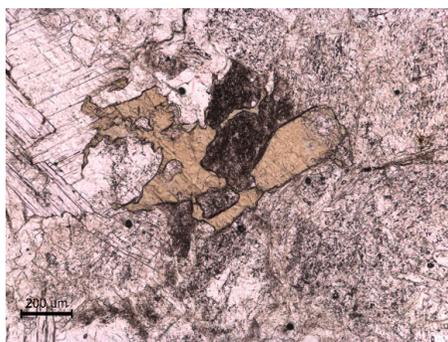


Figura 14. Turmalina de cor amarela (nicóis paralelos).

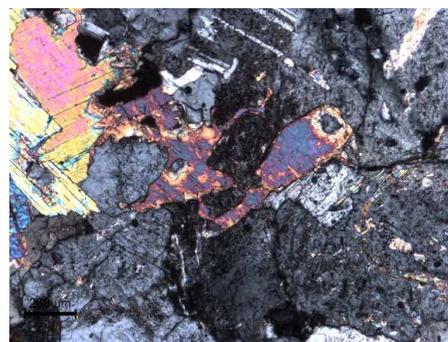


Figura 15. Idem (nicóis cruzados).

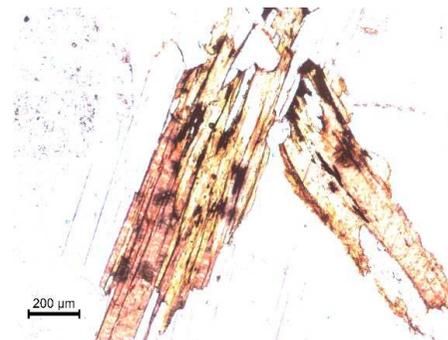


Figura 16. Associação moscovite após biotite (nicóis paralelos).

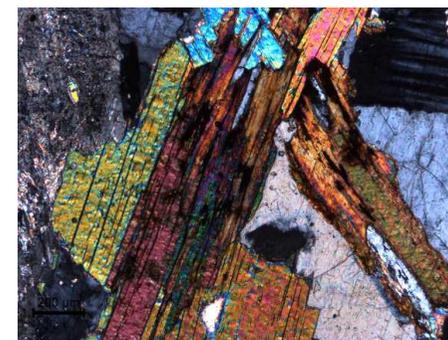


Figura 17. Idem (nicóis cruzados).

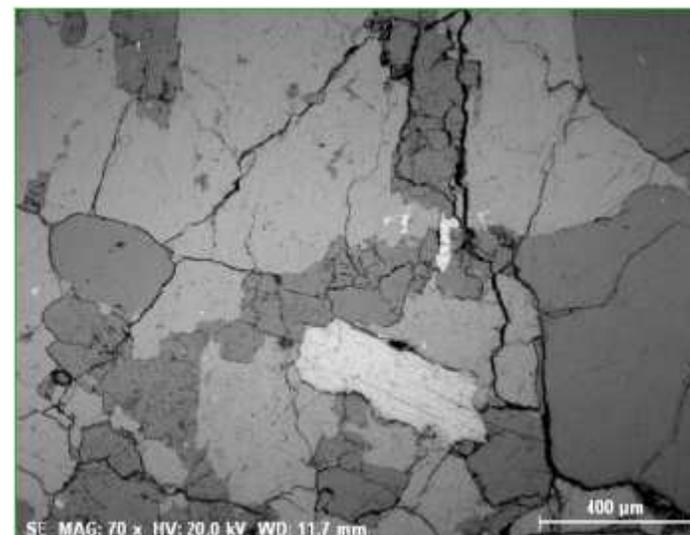


Figura 18. Imagem SEM aspeto geral.

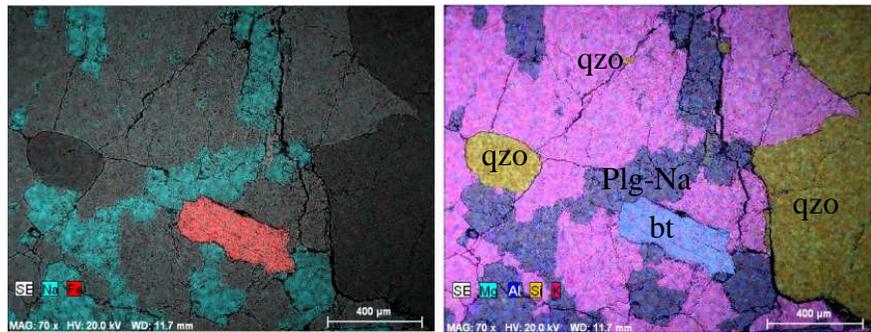


Figura 19. Mapeamento EDS a partir da área da Fig. 17; Biotite (bt), quartzo (qzo) e plagioclase sódica (plg-Na).

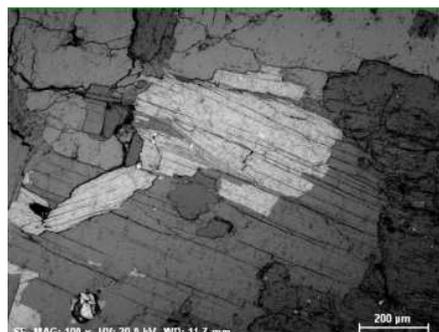


Figura 20. Imagem SEM mostrando a relação textural entre moscovite e biotite.

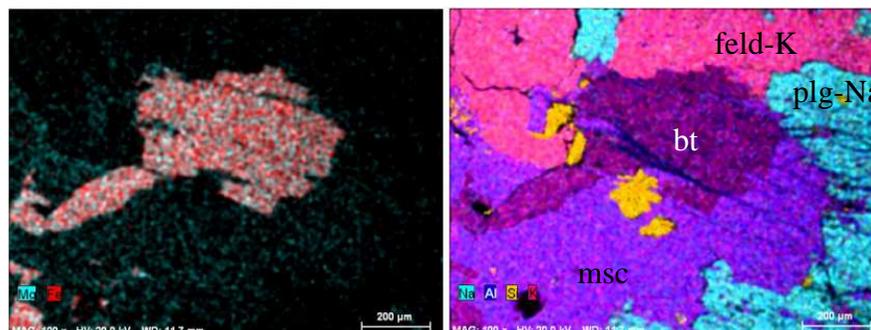


Figura 21. Mapeamento EDS a partir da área da Fig. 11; Biotite (bt), feldspato potássico (feld-K), quartzo (qzo) e plagioclase sódica (plg-Na).

## Difracção de Raios-X

As duas amostras são muito semelhantes no que concerne à composição mineralógica, mas na amostra Gardete a proporção de plagioclase é maior (Fig. 21). A difracção de raios-x não consegue diferenciar moscovite e biotite. Pelo que a identificação de uma moscovite deve ser interpretada como “moscovite ou biotite”.

Commander Sample ID (Coupled TwoTheta/Theta)

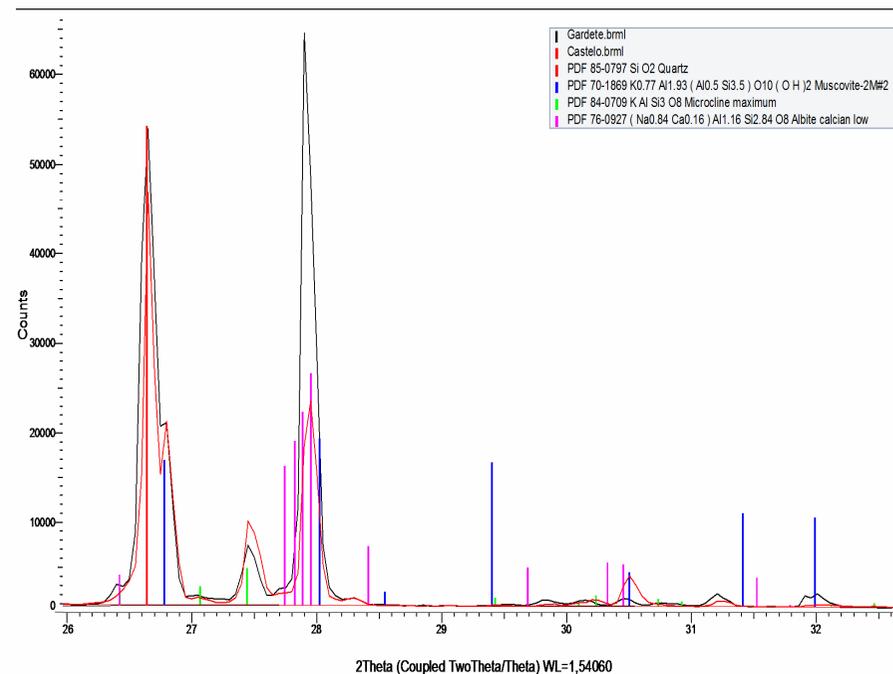


Figura 22. Secção de difratograma mostra o pico correspondente a Plagioclase (albite), como mais intenso em Gardete.

## Discussão

A caracterização mineralógica através de análise petrográfica, DRX e química mineral mostra que existem algumas discrepâncias entre as Cantarias de Ródão e o Aplito de Gardete. De facto, a difracção de raios-X (Figura 22) mostra que as duas amostras seleccionadas são semelhantes do ponto de vista mineralógico e textural, mas identifica um pico para a plagioclase albitica, verificando que o Aplito de Gardete é mais rico neste mineral que a Cantaria do Castelo de Ródão.

Outra diferença marcante é a ocorrência de uma percentagem reduzida de biotite no Aplito de Gardete que não existe na Cantaria do Castelo, sendo que a moscovite presente na primeira rocha resulta da alteração hidrotermal da biotite (presença do elemento titânio em ambas as micas: tabelas 6, 8 e 9; ausente na moscovite da Cantaria do Castelo).

Como minerais acessórios, o Aplito de Gardete mostra a presença de turmalina muito rara, único mineral acessório que não ocorre na Cantaria do Castelo, que contém apatite e que está de acordo com a presença do elemento P (fósforo) na moscovite analisada (Tabela 3).

A alteração das duas rochas, manifestada pela argilização e sericitização, é complementada no Aplito de Gardete pela cloritização das biotites.

Pelas razões apresentadas e apesar das fortes semelhanças de campo encontradas entre as Cantarias do Castelo e o Aplito de Gardete, assim como a proximidade geográfica e a potencial facilidade de transporte das cantarias

através de uma orografia favorável, poderemos não ter descoberto a origem dos granitos aplicados no Castelo de Ródão durante a sua construção, algures durante o séc. XII, ou anterior. Não obstante, atendendo a Romão (2001) sabemos existirem variações de fácies no Aplito de Gardete, com a presença de fácies aplíticas sem biotite, mais diferenciadas.

Se procurarmos a origem dos granitos do Castelo de Ródão em outros complexos ígneos localizados nas proximidades verificamos diferenças mais claras.

O Complexo Eruptivo da Amieira do Tejo, localizado nas proximidades entre Amieira do Tejo e S. José da Mata, é essencialmente constituído por granitos biotíticos mesocráticos de grão fino, deformados e fracturados, com baixos teores de sílica e elevados teores de alumina (Ribeiro et al., 1993), assim como uma idade K/Ar de 320 milhões de anos (Portugal Ferreira et al., 1984). A biotite mostra uma forte orientação preferencial de origem tectónica (Ribeiro et al., 1993). A maior mancha granítica da região reporta-se ao plutonito tardi-a pós-Varisco de Nisa-Albuquerque, com uma idade próxima dos 300-290 milhões de anos. É formado por cinco fácies graníticas, com mineralogia característica de duas micas e cordierite, andaluzite e turmalina, ou tonalitos e granodioritos caracterizados pela presença de biotite e anfíbola (González Menéndez, 2002; Solá, 2007). Ora, esta mineralogia distingue as fácies do Granito de Nisa das cantarias do Ródão.

O plutonito zonado de Castelo Branco contemporâneo do Aplito de Gardete é composto por fácies granitóides de duas micas, com tendência profiróide e

grão grosseiro (Antunes et al., 2008), características que também as distinguem claramente das Cantarias do Castelo de Ródão.

Tendo em conta as diferenças claras existentes com outros granitos da região, não se poderá descartar ainda o Aplito de Gardete como fonte original do granitos do Castelo de Ródão. Contudo, fica como contributo inovador do presente trabalho uma análise petrográfica e de química mineral do Aplito de Gardete, nunca antes realizada com este detalhe.

## Bibliografia

Antunes, I.M.H.R., Neiva, A.M.R., Silva, M.M.V.G. & Corfu, F. (2008). Geochemistry of S-type granitic rocks from the reversely zoned Castelo Branco pluton (central Portugal). *Lithos*, 103, 445-465.

Caninas, J., Henriques, F. & Gouveia, J. (1997). O Castelo de Ródão e a Capela da Nossa Senhora do Castelo (Vila Velha de Ródão). *Ibn Maruan – Revista Cultural do Concelho de Marvão*, 7.

González Menéndez, L. 2002. Petrología del batolito granítico de Nisa-Albuquerque. *Revista de la Sociedad Española de España*, 15(3-4), 233-246.

Henriques, F., Sabrosa, A. & Monteiro, M. (2008). Investigações arqueológicas na Capela da Senhora do Castelo e no Castelo de Ródão no âmbito do Projecto Vamba. *Açafa Online*, 1, 1-42.

Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J. & Metodiev, D. (2009). Inventário do Património Geológico do concelho de Vila Velha de Ródão: contributo para a caracterização do Geopark Naturtejo da Meseta Meridional. *Açafa Online*, 2, 1-53.

Portugal Ferreira, M., Macedo, C.A.R. & Ribeiro, M.A.M. (1984). Algumas idades radiométricas em rochas intrusivas na fronteira entre as Zonas de Ossa-Morena e Centro-Ibérica. VI Reunião do Grupo Ossa-Morena. Livro de Resumos, Coimbra.

Ribeiro, M.L., Palácios, T. & Munhá, J. (1993). O complexo eruptivo da Amieira do Tejo e sua diversidade petrogeoquímica. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, 79, 3-13.

Romão, J. (2001). Estudo tectono-estratigráfico de um segmento do bordo SW da Zona Centro-Ibérica, e suas relações com a Zona Ossa-Morena. Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 323pp.

Romão, J. (2006). Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 28-A Mação. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação. Lisboa, 77pp.

Solá, A.R. (2007). Relações petrogeoquímicas dos Maciços Graníticos do NE Alentejano. Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra, 405pp.

**Tabela 1 - Análise da Plagioclase sódica**

Spectrum: Acquisition

El AN	Series	unn. [wt.%]	C norm. [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (1 Sigma) [wt.%]	K fact.	Z corr.	A corr.	F corr.
Na 11	K-series	6.27	12.78	15.09	0.44	0.096	1.308	1.000	1.016
Al 13	K-series	10.28	20.97	21.09	0.52	0.121	1.683	1.000	1.034
Si 14	K-series	32.12	65.53	63.32	1.40	0.289	2.264	1.000	1.002
K 19	K-series	0.36	0.73	0.50	0.04	0.003	2.610	1.000	1.010
Total:		49.02	100.00	100.00					

**Tabela 2 - Análise Feldspato potássico**

Spectrum: Acquisition

El AN	Series	unn. [wt.%]	C norm. [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (1 Sigma) [wt.%]	K fact.	Z corr.	A corr.	F corr.
Na 11	K-series	0.27	0.49	0.64	0.05	0.005	1.043	1.000	1.015
Al 13	K-series	10.10	18.25	20.40	0.51	0.132	1.340	1.000	1.033
Si 14	K-series	29.77	53.77	57.75	1.30	0.297	1.801	1.000	1.006
K 19	K-series	15.22	27.49	21.21	0.50	0.132	2.070	1.000	1.008
Total:		55.37	100.00	100.00					

**Tabela 3 – Análise da moscovite**

Spectrum: Acquisition

El AN	Series	unn. [wt.%]	C norm. [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (1 Sigma) [wt.%]	K fact.	Z corr.	A corr.	F corr.
Na 11	K-series	0.24	0.45	0.59	0.05	0.004	1.120	1.000	1.014
Mg 12	K-series	0.62	1.15	1.43	0.07	0.009	1.315	1.000	1.027
Al 13	K-series	16.45	30.46	34.27	0.82	0.208	1.438	1.000	1.021
Si 14	K-series	23.67	43.83	47.37	1.04	0.226	1.932	1.000	1.004
P 15	K-series	0.63	1.17	1.14	0.06	0.007	1.739	1.000	1.005
S 16	K-series	0.28	0.52	0.50	0.04	0.003	1.943	1.000	1.008
K 19	K-series	5.83	10.79	8.38	0.21	0.048	2.216	1.000	1.012
Fe 26	K-series	6.28	11.62	6.32	0.22	0.052	2.148	1.000	1.043
Total:		54.01	100.00	100.00					

**Tabela 4 - Análise feldspato potássico**

Spectrum: Acquisition

El AN	Series	unn. [wt.%]	C norm. [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (1 Sigma) [wt.%]	K fact.	Z corr.	A corr.	F corr.
Na 11	K-series	0.60	1.09	1.42	0.07	0.010	1.049	1.000	1.015
Al 13	K-series	10.19	18.43	20.54	0.52	0.132	1.348	1.000	1.033
Si 14	K-series	29.60	53.54	57.32	1.29	0.294	1.811	1.000	1.006
K 19	K-series	14.89	26.94	20.72	0.49	0.128	2.082	1.000	1.008
Total:		55.28	100.00	100.00					

**Tabela 5 - Análise plagioclase sódica**

Spectrum: Acquisition

El AN	Series	unn. [wt.%]	C norm. [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (1 Sigma) [wt.%]	K fact.	Z corr.	A corr.	F corr.
Na 11	K-series	6.02	12.34	14.68	0.42	0.093	1.306	1.000	1.016
Al 13	K-series	10.33	21.15	21.44	0.53	0.122	1.680	1.000	1.032
Si 14	K-series	30.90	63.28	61.63	1.35	0.279	2.260	1.000	1.002
K 19	K-series	1.22	2.51	1.75	0.07	0.010	2.605	1.000	1.010
Ca 20	K-series	0.35	0.72	0.49	0.04	0.003	2.493	1.000	1.012
Total:		48.83	100.00	100.00					

**Tabela 6 - Análise biotite**

Spectrum: Acquisition

El AN	Series	unn. [wt.%]	C norm. [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (1 Sigma) [wt.%]	K fact.	Z corr.	A corr.	F corr.
Na 11	K-series	0.79	1.24	1.80	0.09	0.013	0.924	1.000	1.009
Mg 12	K-series	3.87	6.08	8.35	0.25	0.055	1.084	1.000	1.014
Al 13	K-series	12.67	19.92	24.64	0.64	0.166	1.184	1.000	1.014
Si 14	K-series	19.50	30.66	36.44	0.86	0.192	1.589	1.000	1.005
K 19	K-series	8.31	13.07	11.16	0.29	0.071	1.814	1.000	1.019
Ti 22	K-series	1.64	2.57	1.79	0.08	0.015	1.641	1.000	1.048
Mn 25	K-series	0.18	0.29	0.18	0.04	0.002	1.786	1.000	1.054
Fe 26	K-series	16.65	26.18	15.65	0.49	0.145	1.748	1.000	1.035
Total:		63.61	100.00	100.00					

Tabela 7 - Análise de plagioclase sódica (2)

Spectrum: Acquisition

El AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (1 Sigma) [wt.%]	K fact.	Z corr.	A corr.	F corr.
Na 11	K-series	5.76	11.87	14.18	0.41	0.089	1.312	1.000	1.016
Al 13	K-series	10.62	21.89	22.27	0.54	0.126	1.688	1.000	1.031
Si 14	K-series	30.08	61.96	60.57	1.31	0.272	2.270	1.000	1.002
K 19	K-series	1.12	2.31	1.62	0.07	0.009	2.616	1.000	1.012
Ca 20	K-series	0.96	1.97	1.35	0.06	0.008	2.504	1.000	1.012
Total:		48.54	100.00	100.00					

Tabela 8 - Análise de biotite (2)

Spectrum: Acquisition

El AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (1 Sigma) [wt.%]	K fact.	Z corr.	A corr.	F corr.
Na 11	K-series	0.55	0.85	1.25	0.07	0.009	0.907	1.000	1.008
Mg 12	K-series	3.71	5.75	8.00	0.24	0.053	1.064	1.000	1.014
Al 13	K-series	12.98	20.11	25.19	0.65	0.171	1.162	1.000	1.013
Si 14	K-series	18.81	29.15	35.06	0.83	0.186	1.559	1.000	1.005
K 19	K-series	8.72	13.52	11.68	0.30	0.074	1.780	1.000	1.020
Ti 22	K-series	1.91	2.97	2.09	0.09	0.018	1.609	1.000	1.049
Mn 25	K-series	0.19	0.29	0.18	0.04	0.002	1.751	1.000	1.055
Fe 26	K-series	17.66	27.36	16.55	0.52	0.154	1.714	1.000	1.035
Total:		64.54	100.00	100.00					

Tabela 9 - Análise de moscovite (2)

Spectrum: Acquisition

El AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error (1 Sigma) [wt.%]	K fact.	Z corr.	A corr.	F corr.
Na 11	K-series	0.42	0.78	1.00	0.06	0.007	1.139	1.000	1.016
Mg 12	K-series	0.44	0.82	0.99	0.06	0.006	1.338	1.000	1.032
Al 13	K-series	18.50	34.50	37.84	0.91	0.231	1.463	1.000	1.021
Si 14	K-series	22.43	41.82	44.07	0.99	0.212	1.967	1.000	1.005
K 19	K-series	10.15	18.93	14.33	0.34	0.083	2.261	1.000	1.010
Ti 22	K-series	0.52	0.97	0.60	0.05	0.005	2.051	1.000	1.021
Fe 26	K-series	1.17	2.18	1.16	0.08	0.009	2.196	1.000	1.048
Total:		53.63	100.00	100.00					