

**ALGUMAS IDADES Rb/Sr E K/Ar DE ROCHAS
GRANITÓIDES DA REGIÃO DE VILARINHO DA
CASTANHEIRA-FOZ DO SABOR (CARRAZEDA DE
ANCIÃES-NORDESTE DE PORTUGAL)**

POR

ANTERO FERREIRA DA SILVA & KOJI KAWASHITTA

Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, IP
2005

ALGUMAS IDADES Rb/Sr E K/Ar DE ROCHAS GRANITÓIDES DA REGIÃO DE VILARINHO DA CASTANHEIRA-FOZ DO SABOR (CARRAZEDA DE ANCIÃES-NORDESTE DE PORTUGAL)

Antero Ferreira da Silva* & Koji Kawashita**

Palavras Chave: Zona Centro-Ibérica; Antiforma de Alijó-Carviçais; Geocronologia; Ciclo Varisco; Rochas Granitóides Variscas; Carbonífero/Permiano; Nordeste de Portugal.

Resumo: Neste trabalho apresentam-se algumas determinações isotópicas Rb/Sr e K/Ar de idades absolutas em rochas granitóides do antiforma de Alijó-Carviçais, correspondente à região es-sudeste de Carrazeda de Anciães (Vilarinho da Castanheira-Foz do Sabor).

A rocha total de duas amostras dos granitos de Castedo-Cabanas de Cima e Zêdes-Cabeça Boa-Especiarias, indiferenciados localmente, proporcionaram as idades convencionais Rb/Sr de 361.1 ± 23.8 e 404.7 ± 22.3 M.a., com razão inicial $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.705 \pm 0.002$. As suas biotites forneceram as idades aparentes K/Ar de 284.5 ± 9.3 e 313.9 ± 8.3 M.a.

O granito de Vilarinho da Castanheira, muito cisalhado durante a fase de deformação D₃ varisca, forneceu um diagrama isocrónico Rb/Sr verdadeiro, na rocha total de quatro amostras, computado em 326.3 ± 59.2 M.a., com razão inicial $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7112 \pm 0.0059$ (limite de confiança 95%) e MSWD=0.151158. As suas biotites forneceram a idade aparente K/Ar de 306.4 ± 11.0 M.a.

Uma das idades aparentes K/Ar (284.5 ± 9.3 M.a.) reflecte o final do metamorfismo regional varisco, permitindo precisar o final da consolidação das rochas granitóides variscas e a influência dos cisalhamentos variscos tardios. Porém, as outras duas parecem confirmar a idade isocrónica Rb/Sr do granito de Vilarinho da Castanheira.

Keywords: Centre-Iberian Zone; Alijó-Carviçais Antiforme; Geochronology; Variscan Cycle; Variscan Granitoids Rocks; Carboniferous/Permian; Northeastern Portugal.

Abstract: In this work present some Rb/Sr and K/Ar isotopic determinations of absolute ages in granitoids rocks of the Alijó-Carviçais antiforme, correspondent to the region at east-southeast of Carrazeda de Anciães (Vilarinho da Castanheira-Foz do Sabor)

The whole rock of the Castedo-Cabanas de Cima and Zêdes-Cabeça Boa-Especiarias granites, placement indiferenciated, furnished the Rb/Sr conventional ages of 361.1 ± 23.8 and 404.7 ± 22.3 M.a., with initial rate $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.705 \pm 0.002$. Their biotites gave the K/Ar apparent ages of 284.5 ± 9.3 and 313.9 ± 8.3 M.y.

The Vilarinho da Castanheira granite, very sheared during the D₃ variscan phase deformation, furnished a whole rock Rb/Sr exact isochron diagram, in four samples, computed in 326.3 ± 59.2 M.y., with initial rate $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7112 \pm 0.0059$ (errors 95% confidence level) and MSWD=0.151158. Their biotites gave the K/Ar apparent age of 306.4 ± 11.0 M.y.

One of the K/Ar apparent ages (284.5 ± 9.3 M.y.) reflect the finished of the variscan regional metamorphism, possibiliting to give the finish of the consolidation of the variscan granitoids rocks and the influence of the late variscan shears. However, the other two seem to confirm the Rb/Sr isochronic age of the Vilarinho da Castanheira granite.

I – INTRODUÇÃO

As rochas granitóides analisadas isotopicamente pelos métodos Rb/Sr e K/Ar, quer na sua rocha total quer nas suas biotites, respectivamente, localizam-se a es-sudeste de Carrazeda de Anciães. Situam-se, pois, na região sul-sudeste do antiforma de Alijó-Carviçais.

Estes litotipos variscos enquadram-se numa região mais ampla, pertencente à bacia hidrográficoado rio Douro inferior, por sua vez incluída na Zona Centro-Ibérica (JULIVERT *et al.*, 1974 - Fig. 1). Por outro lado suas exposições ocorrem na área centro-sudeste (Fig. 2) da região correspondente à carta geológica da folha 11-C (Torre de Moncorvo), na escala 1/50.000 (SILVA *et al.*, 1987/1989).

* Departamento de Geologia do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI), Estrada da Portela-Zambujal, Apartado 7586, 2720 Alfragide (Lisboa), Portugal.

** Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP), Cidade Universitária, São Paulo, Brasil.

A es-nordeste da região em apreço, em diversas rochas granitóides do mesmo antifórma varisco, considerados contemporâneos dos agora estudados, MENDES (1967/1968) obteve as idades convencionais Rb/Sr de 350M.a. (moscovite) e 468M.a. (rocha total) na área de Carviçais, 298 ± 9 M.a.(biotite) na área de Fornos, 307 ± 7 e 296 ± 13 M.a. (biotite) na área de Lagoaça.

O objectivo deste trabalho foi conseguir obter algumas idades Rb/Sr (convencionais e isocrónica) e K/Ar (aparentes), em rocha total e biotites, respectivamente, de modo a reflectirem a idade final, o soerguimento, o resfriamento e a correspondente consolidação das rochas granitóides variscas.

2 - GEOLOGIA

A região relativa ao presente estudo geocronológico insere-se na bacia do rio Douro, por sua vez integrante da Zona Centro-Ibérica (Figs. 1 e 2). Ali, apenas se caracterizam dois grandes conjuntos geológicos distintos, embora a leste e norte ocorra também um terceiro (sinclínios ordovícico-silúricos). Um dos conjuntos distribui-se pelos metassedimentos turbidíticos das sub-bacias dos grupos do Douro (SOUSA, 1982) e de Arda-Marofa (SILVA *et al.*, 1995; SILVA, 2005, processado), de idade do Ediacariano terminal ao Cámbrico superior, que, por sua vez, se integram no Supergrupo Dúrico-Beirão (Complexo Xisto-Grauváquico) (SILVA *et al.*, 1987/1989). O outro conjunto, constituído pelas rochas granitóides variscas, encontra-se representado pelo antifórma de Alijó-Carviçais, de idade do Carbonífero superior ao Pérmico.

As rochas granitóides analisadas situam-se contiguamente, a oeste, da falha da Vilariça (Fig. 2). Este cisalhamento tardi a pós-varisco e de desligamento esquerdo, apresenta um rejeito local horizontal de cerca de 5,5km. Também evidencia uma movimentação vertical do seu bloco ocidental elevando-se, supostamente em tempos finais do Cenozóico, mais de 300m em relação ao bloco oriental.

Constatou-se que a metassequência litostratigráfica do Grupo do Douro (SOUSA, *op. cit*) se encontrava duplicada devido a carreamentos sin-sedimentares inferidos durante a fase distensiva sarda (SILVA & RIBEIRO, 1985). Assim, as formações alóctones (Rio Pinhão, Pinhão e Desejosa) sobrepuseram-se às formações autóctones (Bateiras e Ervedosa do Douro). Deste modo as formações de Bateiras e Rio Pinhão são equivalentes, tais como as de Ervedosa do Douro e Pinhão o são igualmente. Actualmente a Formação de Desejosa faz parte do grupo de Arda-Maofa (Silva, 2005, processado). De acordo com a cartografia geológica apresentada (Fig. 2) os metassedimentos anteriores encaixam as rochas granitóides variscas pelo sul, embora o façam também pelo norte, fora da área exposta. Junto ao contacto com estas últimas, as rochas da Formação de Pinhão exibem elevado metamorfismo de contacto, expresso pela biotite e pela andaluzite, e, ainda, pelo dobramento isoclinal. Mais para sul ocorrem as litologias das formações de Rio Pinhão e Ervedosa do Douro, ambas subjacentes àquela, em anticlinal, e da Formação de Desejosa, sobrejacente àquelas, embora em contacto tectónico com as duas primeiras.

Os metaturbiditos destas sucessões apresentam os traços axiais das suas dobras da fase de deformação varisca D_1 orientados segundo WNW-ESE com mergulhos suaves (10° - 15°), em regra para ESE. Estas dobras de plano axial originaram-se durante aquela fase de deformação varisca simultaneamente com cisalhamentos dúcteis esquerdos WNW-ESE, considerados sin-xistosos. Mais tarde, com a implantação das rochas granitóides variscas, durante a fase de deformação D_3 varisca, originou-se a xistosidade de plano axial S_3 , que, geralmente transpôs a xistosidade S_1 e a estratificação S_0 , embora apenas nas auréolas do metamorfismo de contacto. A fase de deformação varisca D_2 não se evidencia bem na área do presente trabalho.

Relativamente às rochas granitóides da região de Vilarinho da Castanheira-Foz do Sabôr, integrantes do antifórma de Alijó-Carviçais, dir-se-á que se originaram em dois períodos sequencialmente contínuos da mesma fase de deformação D_3 . Um, onde se incluem as rochas granitóides pertencentes à série antiga e, o outro, mais tardiamente, integrando a série tardia. Todas estas rochas granitóides, durante sua génese e consolidação, comportaram-se como mesocrustais e sub-autóctones. O granito de Castedo-Cabanas de Cima (F 130/161 e F130/19G) evoluiu, após perfeita homogeneização e feldspatização, para o granito de Zêdes-Cabeça Boa-Especiarias. Este último envolve-o, havendo passagens graduais entre si. Porém, o granito de Vilarinho da Castanheira (F 129/188) encontra-se, na sua maior parte, cisalhado segundo N60W. É uma das

rochas granitóides mais antigas da série tardia da mesma fase de deformação D_3 varisca. Seu cisalhamento dúctil esquerdo processou-se nesta fase de deformação. Outros granitos, tais como os de textura fina, média, grosseira e porfiróide, contíguos ou não àquele, com passagens entre si, integram também a referida série tardia

3 – CARACTERIZAÇÃO MACROSCÓPICA E MICROSCÓPICA

O granito de Castedo-Cabanas de Cima (F 130/161) é uma rocha granitóide heterogênea com predomínio de matriz pouco evoluída no sentido granítico e/ou xenólitos e, portanto, pouco homogeneizado. Exibe uma matriz escura, muito biotítica, com megacristais de feldspato, em regra esparsos. É interpenetrado, com passagens entre si, pelo granito de Zêdes-Cabeça Boa-Especiarias, também biotítico, mas de matriz granítica e grosseira e com grande concentração de megacristais de feldspato. Estes megacristais e as biotites apresentam-se bem orientados segundo N20-60W, refletindo a foliação D_3 , bem como uma certa orientação fluidal. Em ambas as fácies e correspondentes transições foram colhidas várias amostras que não permitiram a obtenção de um diagrama isocrônico Rb/Sr, pelo que nos limitamos a apresentar duas idades Rb/Sr convencionais relativas ao granito de Castedo-Cabanas de Cima (F 130/161-F e F 130/161-B). Ambos os granitos são biotíticos, porfiróides, com megacristais de até 3,5cm de comprimento. Estes ocorrem, no primeiro granito, esparsos numa matriz muito fina, biotítica, de granulação menor que 2mm, contendo já megacristais menores que 1cm de comprimento. Ao microscópio sua textura é porfiróide com forte sub-granulação devida a cataclase, conforme observada na amostra F 130/161, talvez pela proximidade da zona da falha da Vilarça, ao contrário da amostra do outro granito, já bem distante. A sua matriz, de granularidade igual a maior que 0,1mm, exibe quartzo, microclina, albite, biotite castanha com inclusões de zircão, moscovite e apatite. Os megacristais nesta matriz são constituídos por quartzo com contornos sub-arredondados e albite com maclas finas e inclusões de plagioclase aparentemente mais cálcica e de sericite. A albite e as inclusões apresentam-se fortemente deformadas. Trata-se, pois, de um granito biotítico, de grão fino com megacristais, cataclasado, sem alteração apreciável (F 130/161) (SILVA *et al.*, 1987/1989).

O granito de Vilarinho da Castanheira (F 129/188) define, como se disse acima, na sua maior parte, um verdadeiro corredor de cisalhamento dúctil esquerdo segundo N60W. Foi nesta zona de cisalhamento que se procedeu à obtenção de amostras para o seu diagrama isocrônico Rb/Sr (Fig. 3). Trata-se de um granito de duas micas, orientado, de grão médio, com pequenos megacristais esparsos, deformado, com dois planos de clivagem (c e s) fazendo ângulos de aproximadamente 30°, sem alteração apreciável. Microscopicamente exibe textura granular com forte deformação. As faixas de cisalhamento correspondem a forte sub-granulação de todos os minerais. A pertite e a microclina pertítica apresentam-se em pequenos megacristais de aproximadamente 1cm, fortemente deformados com bandas de deformação. São geralmente policíclicos. O quartzo ocorre mais ou menos sub-granulado conforme está mais ou menos próximo dos planos de cisalhamento (c). A albite apresenta alguma sericitização. A biotite, com inclusões de zircão, por vezes passa a clorite. Ocorrem ainda moscovite, turmalina, relativamente abundante, e apatite. A biotite apresenta-se orientada em ambos os planos c e s (SILVA *et al.*, 1987/1989).

4 – MÉTODOS EXPERIMENTAIS

Analisaram-se seis amostras (F 129/188-A,B,D,F e F 130/161-B,F), em rocha total, pelo método Rb/Sr, que permitiram definir um diagrama isocrônico Rb/Sr verdadeiro (Fig. 3) e duas idades convencionais Rb/Sr (Tabela 1), cuja localização se indica na figura 2. O material granitóide utilizado foi esmagado em grão muito fino, com calibre inferior a 200 a 250Mesh.

As análises Rb/Sr foram obtidas no Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo (Brasil), tendo-se procedido ao tratamento químico preconizado por ALLSOPP *et al.* (1968), após a obtenção semi-quantitativa dos seus teores em Rb e Sr totais por fluorescência de Raios X.

As suas razões isotópicas foram obtidas num aparelho de marca Variant-Mat, modelo TH₅, usando filamento duplo de rénio com 10' (TORQUATO, 1974). Com tal espectrômetro de massa conseguiu-se como média de 36 determinações do padrão de Sr normal (SrCO₃ EIMER & AMEND) o valor de 0.7082±0.0003. Os cálculos

foram efectuados no Centro de Computação Electrónica da Universidade de São Paulo, tendo sido utilizados os programas identificados como PRBSR e PISOSP.

As idades convencionais Rb/Sr, em rocha total, foram calculados considerando-se a razão inicial $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i=0.705\pm 0.002$. A constante de desintegração usada para o Rb é igual a $1.42\cdot 10^{-11}$ anos⁻¹.

O cálculo do diagrama isocrónico Rb/Sr foi elaborado de acordo com YORK (1967), com erros no nível de confiança de 95%.

Relativamente à determinação aparente ou convencional K/Ar, em biotites (F129/188, F130/19G e F130/161), foi igualmente efectuada no Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo (Brasil). As biotites utilizadas foram concentradas num separador magnético isodinâmico Franz, a partir de granulometrias de 70 a 85Mesh (F130/161) e 80 a 100Mesh (F129/188 e F130/19G).

O teor de potássio das biotites foi obtido por meio do fotómetro de chama Baird-Atomic, com padrão interno de lítio. Nesta análise seguiu-se o processo descrito por BRANNOCK & BERTHOLD (1949) e a precisão na determinação do potássio é idêntica à de AMARAL *et al.* (1966).

Quanto às determinações do argón utilizaram-se as técnicas descritas por AMARAL *et al.* (*op. cit.*) e CORDANI (1970).

As constantes usadas para ⁴⁰K foram:

$$\lambda\beta=4.90\cdot 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

$$\lambda K \text{ total}=0.581\cdot 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

$$\% \text{ atm. de } ^{40}\text{K em K}^{\text{total}}=0.01167.$$

A análise isotópica do argón foi efectuada num espectrómetro de massa com raio de curvatura de 4.5 polegadas e 60° de reflexão iónica, fabricado pela Nuclide Corp., segundo desenho original de REYNOLDS (1956).

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As determinações isotópicas Rb/Sr e K/Ar convencionais, bem como o diagrama isocrónico Rb/Sr, obtidos, encontram-se expostos nas Tabelas 1 e 2 e na Figura 3, respectivamente, enquanto as suas localizações ocorrem na Figura 2.

SPR	NºCa.	Mat	Rb (RX) ppm.	Sr (RX) ppm.	X= ⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	Y= ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	PESO X (*E+3)	RES.X (*E-2)	PESO Y (*E+6)	RES.Y (*E-4)	IDADE (M.a.)	RYO	N
8384	F129/188-F	RT	368.8	156.7	6.835±0.193	0.74290±0.00020	0.027	-0.944	25.000	0.022	389.4±23.4	0.705	1
8385	F129/188-A	RT	406.4	162.4	7.269±0.205	0.74450±0.00047	0.024	-7.991	4.527	0.904	381.7±22.5	0.705	2
8386	F129/188-D	RT	398.8	141.4	8.196±0.231	0.74954±0.00062	0.019	4.407	2.601	-0.684	381.7±20.9	0.705	3
8387	F129/188-B	RT	372.7	168.5	6.423±0.181	0.74125±0.00023	0.031	4.354	18.904	-0.151	396.4±24.6	0.705	4
8388	F130/161-F	RT	294.7 298.0	119.7 121.0	7.149±0.201	0.74175±0.00090	0.025	-29.354	1.235	10.115	361.1±23.8	0.705	5
8389	F130/161-B	RT	366.2 370.0	143.0 139.0	7.441±0.210	0.74788±0.00034	0.023	27.260	8.651	-1.228	404.7±22.3	0.705	6

Tabela 1 – Dados Rb/Sr dos granitos de Vilarinho da Castanheira (F 129/188), Castedo-Cabanas de Cima e Zêdes-Cabeça Boa-Espaciarias, estes dois últimos indiferenciados localmente (F 130/161) – Modelo Williamson.

SPK	NºCAMPO	MATERIAL	ROCHA	K (%)	$^{40}\text{Ar rad}/$ $/(10^{-6}\text{cc STP/g})$	$\text{Ar}^{\text{atmosf}}(\%)$	IDADE (M.a.) (COX-DARL.)	Erro analítico (máximo)
6099	F130/161	BIOTITE	GRANITO	6.9916±1.6428	83.66	2.42	284.5±5.6 (2.0%)	284.5±9.3 (3.3%)
6380	F129/188	BIOTITE	GRANITO	6.5621±0.5000	85.13	7.14	306.4±4.9 (1.6%)	306.4±11.0 (3.6%)
6381	F130/19G	BIOTITE	GRANITO	7.4295±1.1064	98.91	0.81	313.9±4.7 (1.5%)	313.9±8.3 (2.6%)

Tabela 2 – Dados K/Ar dos granitos de Castedo-Cabanas de Cima e de Vilarinho da Castanheira.

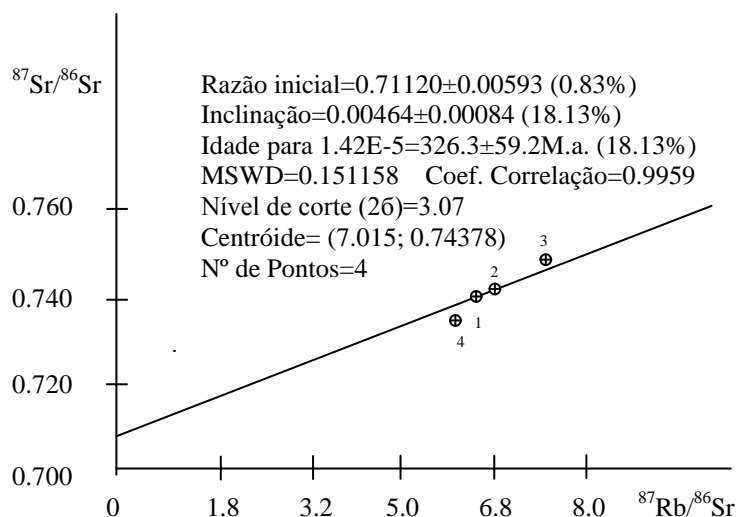


Fig. 3 – Diagrama isocrónico Rb/Sr do granito de Vilarinho da Castanheira (F129/188)

As idades convencionais Rb/Sr obtidas referem-se a dois locais de colheita das amostras, as quais permitiram caracterizar certa cogeneticidade a essas amostras em cada local (Fig. 2).

O granito de Vilarinho da Castanheira, muito cisalhado ductilmente durante a fase de deformação D_3 varisca, apresenta uma idade isocrónica Rb/Sr verdadeira, na rocha total de quatro amostras, computada em 326.3 ± 59.2 M.a. (Fig. 3), com uma razão inicial $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.71120 \pm 0.00593$ e um $\text{MSWD} = 0.151158$ bastante bom. O valor elevado do erro da sua idade reflecte, porventura, a intensa mobilização dos fluidos durante o processo de cisalhamento dúctil. Este teria facilitado a sua veiculação e ascensão, propiciando o transporte dos elementos, tais como Rb e Sr, entre outros, estranhos ao sistema constituído por esta rocha granitóide. Originou-se, assim, uma total alteração da sua razão inicial $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$, pelo que foi afectado, desse modo, o verdadeiro valor da sua idade absoluta. Isso teria também contribuído para tão elevado erro, pois não era de esperar que tal acontecesse em rochas com tão elevados teores em Rb total em relação ao Sr total (Tabela 1).

As idades convencionais Rb/Sr, em rocha total, obtidas no granito de Castedo-Cabanas de Cima (F130/161-F,B) que, por vezes, se associa indiferenciadamente ao granito de Zêdes-Cabeça Boa-Especiarias, evidencia valores (361.1 ± 23.8 e 404.7 ± 22.3 M.a.), conforme apresentados na Tabela 1, muito semelhantes aos obtidos no granito de Vilarinho da Castanheira, cuja idade isocrónica Rb/Sr obtida foi anteriormente comentada. No entanto, procedeu-se à projecção de uma isócrona Rb/Sr utilizando os dados convencionais das seis amostras apresentadas na Tabela 1, relativas aos granitos de Vilarinho da Castanheira e de Castedo-Cabanas de Cima que, no terreno, não são amostras de rochas cogenéticas, pois, além de serem granitos diferentes, foram colhidas em pontos geograficamente distintos. Deste modo obteve-se uma idade isocrónica Rb/Sr projectada muito elevada, computada em 408.6 ± 78.2 M.a. (19.5%), com uma razão inicial $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.70287 \pm 0.00794$ (1.13%) e um $\text{MSWD} = 1.719934$. Esta idade isocrónica Rb/Sr assim obtida mostra elevadas imprecisões na

idade e na razão inicial. Relativamente às citadas seis amostras utilizadas para esta última isócrona constatou-se que evidenciam uma dispersão muito pequena na razão Rb/Sr, concentrando-se todas ao redor da amostra F130/161-F. Pelas posições relativas dessa duas amostras (F130/161-F,B) no diagrama isocrónico Rb/Sr projectado e referido há pouco não houve possibilidade de conseguir uma isócrona com as várias amostras colhidas do granito de Castedo-Cabanas de Cima, pelo facto de serem demasiado homogéneas isotopicamente. Tentaram-se fazer novas colheitas no terreno mas o resultado voltou a ser insatisfatório, pelo que se desistiu de continuar nessa persistência.

Na região de Carviçais, localizada a es-nordeste da área estudada, MENDES (1967/1968) obteve as idades convencionais Rb/Sr de 350M.a., em moscovites, e 468M.a., em rocha total, de rochas granitóides deste mesmo antifforma, as quais são consideradas contemporâneas das anteriormente analisadas neste estudo, por terem sido geradas no mesmo antifforma e durante a mesma terceira fase de deformação D₃ varisca. Ora estes resultados mostram-se inaceitáveis devido a que um é anterior e o outro é contemporâneo da primeira fase de deformação D₁ varisca, época em que não se geraram rochas granitóides variscas nesta região.

As três idades aparentes K/Ar obtidas encontram-se referidas na Tabela 2. São análises isotópicas K/Ar das biotites extraídas dos granitos de Vilarinho da Castanheira (306.4±11.0M.a.) e de Castedo-Cabeça Boa (284.5±9.3 e 313.9±8.3M.a.). O penúltimo resultado, relativo ao granito de Castedo-Cabeça Boa (Fig. 2), parece indicar o momento final do metamorfismo regional da fase de deformação D₃ varisca, isto é, do fecho do sistema, logo após o soerguimento, resfriamento e consolidação da cadeia varisca, ao mesmo tempo que poderá também reflectir os efeitos tardios da grande zona de cisalhamento da falha da Vilarça, pois a localização da sua amostragem ocorre bastante próximo desse acidente tectónico. As outras idades aparentes K/Ar, relativas aos dois granitos antes citados, cuja amostragem (Fig. 2) se processou longe da proximidade de zonas de cisalhamentos tardi a pós-variscos, parecem reflectir, embora com grande margem de intervalo, a idade isocrónica Rb/Sr verdadeira do citado granito de Vilarinho da Castanheira. Do mesmo modo parecem evidenciar ainda o pleno desenvolvimento dos metamorfismos de contacto e regional da fase de deformação D₃ varisca.

Estas idades aparentes K/Ar mostram-se semelhantes aos valores obtidos das idades convencionais Rb/Sr em biotites de rochas granitóides aflorando no mesmo antifforma nas regiões a es-nordeste da área estudada, precisamente em Fornos (298±9M.a.) e Lagoaça (296±13 e 307±7M.a.), conforme determinações radiométricas de MENDES (1967/1968).

6 - AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração prestada pelo Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo (Brasil), pela obtenção das análises isotópicas citadas neste trabalho, e ao Professor Doutor Umberto Giuseppe Cordani, responsável por este centro de investigação, pela sua autorização, e, ainda, a todo o pessoal técnico que colaborou nessas análises.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLSOPP, H. L.; ULRYCH, T. J. & NICOLAYSEN, L. O. (1968) – Dating some significance events in the history of the Swaziland System by the Rb/Sr isochron method, *Canadian Journal of Earth Science*, 5, 605.
- AMARAL, G.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K. & REYNOLDS, J. H. (1966) – Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil, *Geoch. et Cosmoch. Acta*, Pergamon Press L.^{td}, Oxford.
- BRANNOCK, W. & BERTHOLD, S. (1949) – The determination of sodium and potassium in silicate rocks by flame photometer, *U. S. Geol. Serv. Bull.*, Washington, 992, pp. 1-14.
- CORDANI, U. G. (1970) – Idade do vulcanismo no Oceano Atlântico Sul, *Sep. Inst. Geoc. Univ. São Paulo*, São Paulo, 1, pp. 9-75.
- JULIVERT, M.; FONTBOTÉ, J.; RIBEIRO, A. & CONDE, L. (1974) – Memória Explicativa del Mapa Tectónico de la Peninsula Ibérica y Baleares, *Inst. Geol. Min. España*, Madrid.
- MENDES, F. (1967/1968) – Contribution à l'étude géochronologique par la méthode au strontium des formations cristallines du Portugal, *Bol. M. L. M. G. Fac. Cênc. Univ. Lisboa*, Lisboa, 11(1), 155pp.

- REYNOLDS, J. H. (1956) – High sensibility mas spectrometer for noble gas analyses, *Rev. Sci. Instrum.*, 27, pp 928-934.
- SILVA, A. F. (2005, processado) – Litostratigrafia e Estrutura do Supergrupo Dúrico-Beirão (Complexo Xisto-Grauváquico), *Inst. Nac. Eng. Tecn. Inov. (INETI)*, Lisboa, 480pp.
- SILVA, A. F.; REBELO, J. A. & RIBEIRO, M. L. (1987/1989) – Carta Geológica de Portugal, na escala 1/50.000. Notícia Explicativa da folha 11-C (Torre de Moncorvo), *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 65pp.
- SILVA, A. F. & RIBEIRO, A. (1985) – Thrust Tectonics of Sardinian Age in the Alto Douro Region (Northeastern Portugal), *Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, **71**(2), pp.151-157.
- SILVA, A. F.; ROMÃO, J. M. C.; SEQUEIRA, A. J. & OLIVEIRA, J. T. (1995) – A sucessão litostratigráfica anté-ordovícica na Zona Centro-Ibérica (ZCI), em Portugal: Ensaio de interpretação com base nos dados actuais, *XIIIª Reunião de Geologia do Oeste Peninsular*, Univ. Salamanca, Salamanca, 1, pp. 71-72.
- SOUSA, M. B. (1982) – Litostratigrafia e Estrutura do Complexo Xisto-Grauváquico – Grupo do Douro (Nordeste de Portugal), *Dissertação de Doutoramento, Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, Coimbra, 223pp.
- TORQUATO, J. R. (1974) – Geologia do sudoeste de Moçâmedes e sua relação com a evolução tectónica de Angola, *Tese de Doutoramento, Inst. Geoc. Univ. São Paulo*, São Paulo, 243pp.
- YORK, D (1967) – The best isochron, *Earth Planet. Sci. Letter*, **2**(5), pp. 479-482.