



CARACTERIZAÇÃO DA FÁBRICA MAGNÉTICA DOS DIQUES MÁFICOS DO DOMO SERRA DOS MEIRAS - BA

Caio A. Deiroz Amaral^{1*}, Eric Tohver¹, Stefano Zincone², Ricardo I. F. Trindade¹

¹ Departamento de Geofísica, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

² Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Morro do Cruzeiro, 35400-000 Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

*e-mail: caio.amaral@usp.br

ABSTRACT

The Archean eon (2.5 – 4.0 Ga) comprises the formation of the earliest continental crust, mainly composed of grey gneiss of tonalite, trondjemite, granodiorite (TTG) composition. The São Francisco Craton, Brazil, preserves well-exposed Paleoproterozoic rocks in its interior. We are studying undated mafic dykes that crosscut the ~ 3.3 Ga Serra dos Meiras dome, located in the Gavião Block. We report preliminary results from the characterization of the Anisotropy of Magnetic Susceptibility of mafic dykes and sills, and the country rock sampled in this region. The dyke's trend (when visible in the field) varies from NW to NNE. Our preliminary results indicate most magnetic lineation points either to the east or vertically (in the dykes) and contrast with that observed in the country rocks. We interpret the magnetic lineation as indicating the magmatic flux during magma intrusion.

Keywords: Magnetic fabric, Anisotropy of Magnetic Susceptibility, São Francisco Craton, Serra dos Meiras.

RESUMO

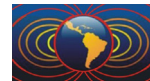
O éon Arqueano (2.5 – 4.0 Ga) foi marcado pelo início da formação de crosta continental, composta principalmente por rochas caracterizadas como TTG's (tonalitos, trondjemitos e granodioritos). O Cráton São Francisco, localizado no NE e SE do Brasil, apresenta uma grande quantidade de rochas Paleoproterozoicas, sendo um dos principais alvos de estudo para rochas desse período. Neste trabalho serão apresentados resultados de anisotropia magnética em soleiras e diques máficos provenientes do domo Serra dos Meiras localizado no interior do estado da Bahia. O domo apresenta uma idade de aproximadamente 3.3 Ga e os diques não são datados. A orientação dos diques (quando observada em campo) varia de NW a NNE. Os resultados apresentados aqui mostram uma certa variabilidade nos dados de ASM, desde lineações verticais (em parte dos diques) até lineações horizontais, que contrastam com os resultados obtidos na encaixante. Os dados de lineação magnética são interpretados como indicação do fluxo magmático das intrusões.

Palabras Chave: Fábrica Magnética, Anisotropia de Suscetibilidade Magnética, Cráton São Francisco, Serra dos Meiras.

1. Introdução

O estudo da suscetibilidade magnética das rochas e de sua fábrica magnética vem sendo realizados há várias décadas por geólogos e geofísicos (Khan, 1962; MacDonald, Ellwood, 1987). O estudo de rochas ígneas, especialmente fluxo de lavas e diques, é capaz de fornecer informações sobre a direção do fluxo magmático, se houve a ocorrência de imbricação de cristais nas bordas dos diques, se a fábrica magnética é normal ou inversa e contextualizar o esforço tectônico da região (Chadima *et al.*, 2009; Hrouda, 1982; Knight, Walker, 1988; Rochette *et al.*, 1999).

No Cráton São Francisco (NE e SE Brasileiro) são encontradas algumas das rochas mais antigas do continente sul-americano (Almeida, 1977, Oliveira *et al.*, 2019). A caracterização da fábrica magnética de enxames de diques arqueanos já foi realizada na porção Sul do Cráton (Raposo *et al.*, 2007). Este trabalho



busca caracterizar a fábrica magnética de uma nova região do Cráton, o domo Serra dos Meiras localizado na porção sudeste do Bloco Gavião.

2. Contexto geológico

Os maciços Paleoarqueanos de Serra dos Meiras, Sete Voltas e Boa Vista (Figura 1) estão associados ao cinturão vulcano-sedimentar Contendas-Mirante (Marinho *et al.*, 1993). Estes maciços correspondem a domos do embasamento (Bloco Gavião) soerguidos no Paleoproterozóico após a formação da sequência vulcano-sedimentar devido a processos tectônicos, uma vez que os sedimentos se encontram verticalizados nas bordas dos domos (Marinho *et al.*, 1993; Martin *et al.*, 1997; Zincone, Oliveira, 2017).

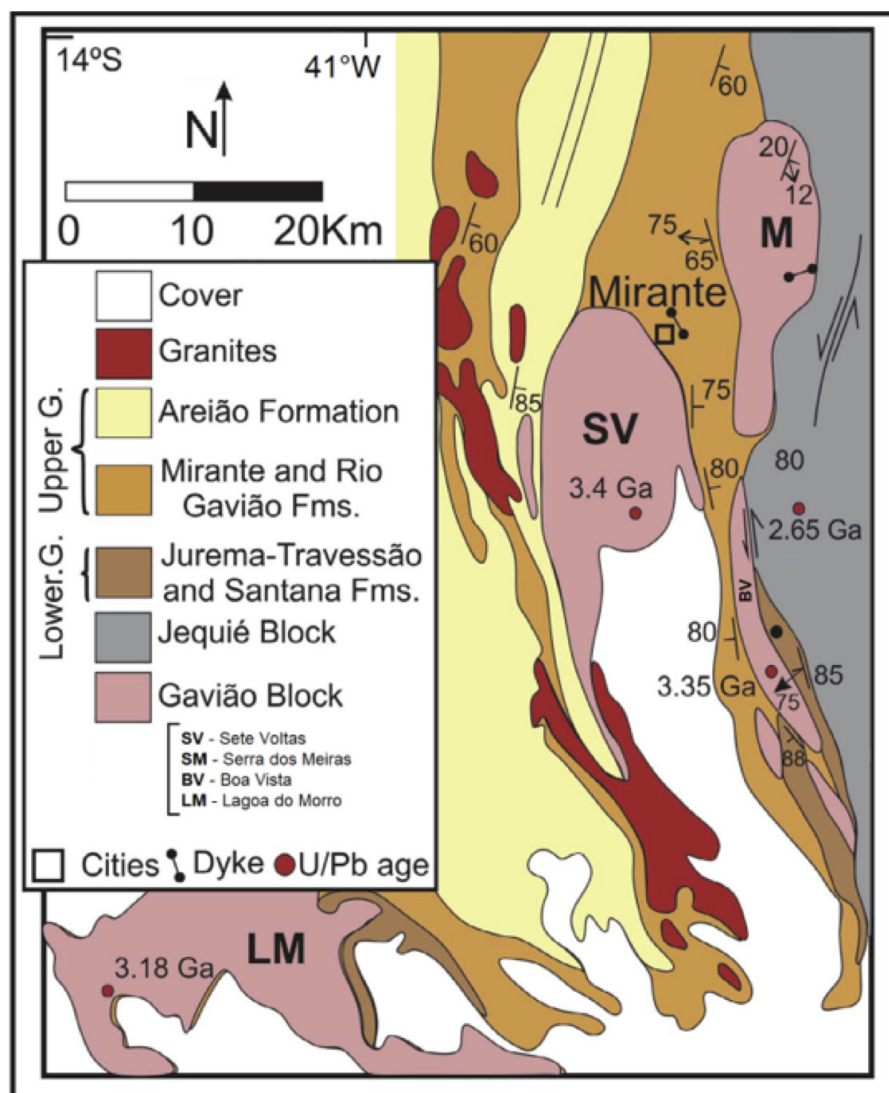


Figura 1. Mapa geológico da região estudada (Adaptado de Zincone e Oliveira (2017))

O domo Serra dos Meiras é composto por tonalito e granodiorito e monzogranito que se encontram bandados nas bordas e isotrópicos no centro, sendo cortados por diques máficos, graníticos e pegmatíticos. O estudo geocronológico U-Pb em zircão forneceu idade de aproximadamente 3.3 Ga para rochas félsicas do domo Serra dos Meiras (Marchesin, 2015). No entanto, não foi realizado nenhuma datação dos diques. De acordo com o autor, os diques máficos em questão são caracterizados como meta diabásio de coloração verde-escuro, granulação fina e compostos essencialmente por plagioclásio, piroxênio e quartzo. Zincone e



Oliveira (2017) interpretam que o surgimento dos domos foi contemporâneo ao magmatismo granítico de aproximadamente 2.0 Ga intrusivo na sequência Contendas-Mirante.

3. Métodos

A suscetibilidade magnética de uma rocha fornece a relação entre o vetor de magnetização (M) e o vetor do campo magnético (H) que o material está sujeito. A relação é dada pela matriz $(i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3)$. Usualmente, adota-se um sistema de coordenadas em que só existem k_{11} , k_{22} e k_{33} (autovetores da matriz de suscetibilidade), comumente chamadas de suscetibilidades principais, respectivamente suscetibilidade máxima (K_1), média (K_2) e mínima (K_3). Essas componentes representam os eixos ortogonais do elipsoide de suscetibilidade ($K_1 \geq K_2 \geq K_3$) que descreve o comportamento anisotrópico da rocha (Hrouda, 1982; Rochette *et al.*, 1992).

A fábrica magnética é controlada pelos minerais dia-, para- e ferromagnéticos da rocha e através dela é possível obter informações sobre o formato e orientação do elipsoide de suscetibilidades (Rochette *et al.*, 1992; Tarling, Hrouda, 1993). As medidas de Anisotropia de Suscetibilidade Magnética (ASM) fornecem parâmetros para caracterizar o elipsoide de suscetibilidade. Os principais parâmetros são a suscetibilidade média ($K_m = (K_1 + K_2 + K_3) / 3$), a lineação magnética ($L = K_1 / K_2$), a foliação magnética ($F = K_2 / K_3$), o grau de anisotropia ($P = K_1 / K_3$) e o fator de forma ($T = 2 \ln (K_2 / K_3) / \ln (K_1 / K_3) - 1$) que define se a trama magnética é oblata ($0 < T \leq 1$), prolata ($0 > T \geq -1$) ou triaxial ($T = 0$). (Borradaile, 1988; Hrouda, 1982; Jelínek, 1981; Rochette *et al.*, 1992; Tarling, Hrouda, 1993; Borradaile, Jackson, 2010).

O estudo da fábrica magnética de rochas vulcânicas (fluxos de lavas e diques) evidenciou que as fábricas podem apresentar um comportamento normal, inverso ou intermediário (Cañón-Tapia, 2004). Uma fábrica magnética normal apresenta K_1 paralelo à lineação e K_3 perpendicular à foliação, já a fábrica magnética inversa apresenta K_3 paralelo à lineação e K_1 perpendicular à foliação e na fábrica magnética intermediária K_1 e K_2 ou K_2 e K_3 estão invertidos, sendo que o comportamento da fábrica será determinado pela mineralogia magnética (presença de grãos monodomínio) ou por fluxo não laminar, ou por deformação pós-magmática (Rochette *et al.*, 1999; Chadima *et al.*, 2009).

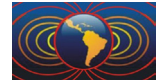
4. Análise e resultados

Todos os dados de ASM aqui apresentados foram adquiridos num Kappabridge MFK-1A (Agico Ltd.) com campo de 200 A/m e frequência de 976 Hz e a visualização dos dados foi realizada através do software Anisoft 4.2 (Chadima, Jelínek, 2008) que utiliza a estatística proposta por Jelínek (1977) e Jelínek e Kropáček (1978).

Os resultados obtidos para os sítios SM02 e SM06 estão demonstrados na Tabela 1 e na Figura 2. O sítio SM06, que representa um anfibolito da rocha encaixante, apresenta uma direção horizontal para K_1 e o diagrama P-T indica que a trama metamórfica possui uma forma triaxial e oblata. O sítio SM08, representando o dique de diabásio que apresentava uma orientação 017°NE em campo, apresenta K_1 numa orientação vertical com erro associado dentro do limite aceitável (<25° de acordo com Jelínek, 1978). Interpretado como registro do fluxo magmático do dique, estas amostras apresentam fábrica normal e o diagrama P-T indica tanto formato oblato quanto prolato para os espécimens.

5. Conclusões

Os diques da Serra dos Meiras são descritos como sendo meta-diabásios de idade mais recente que 3.3 Ga. A análise de ASM indicou que os diques possuem uma orientação vertical. A lineação magnética vertical da maior parte dos diques sugere proximidade da fonte de magma. É interessante notar que os enxames de



diques estudados por Raposo *et al.* (2007) no mesmo craton tem orientação de K_1 subhorizontal e inclinada, sugerindo uma distância significativa da fonte de magma. Estudos geoquímicos e geocronológicos são necessários para que se possa efetuar correlações entre o enxame de diques estudado e outros já descritos para a mesma região.

Tabela 1. Resultado de ASM das amostras SM06 e SM08 (N = Número de amostras; K_m = Suscetibilidade média; P = Grau de Anisotropia; T = Fator de forma; K_1 = Declinação/Inclinação das suscetibilidades principais; α_{95} = Erro associado a declinação/inclinação)

Sitio	N	Parâmetros escalares			Direção dos eixos principais					
		K_m (SI) E-04	P	T	K_1	α_{95} (K_1)	K_2	α_{95} (K_2)	K_3	α_{95} (K_3)
SM06	11	8.08	1.052	0.510	88.4/31.2	8.6/4.5	184.7/10.4	9.9/4.4	291/56.7	8.4/5.3
SM08	16	5.24	1.024	-0.053	318/81.6	12.8/7.7	151.4/8.1	32.7/8.4	61.1/1.9	33.1/10.5

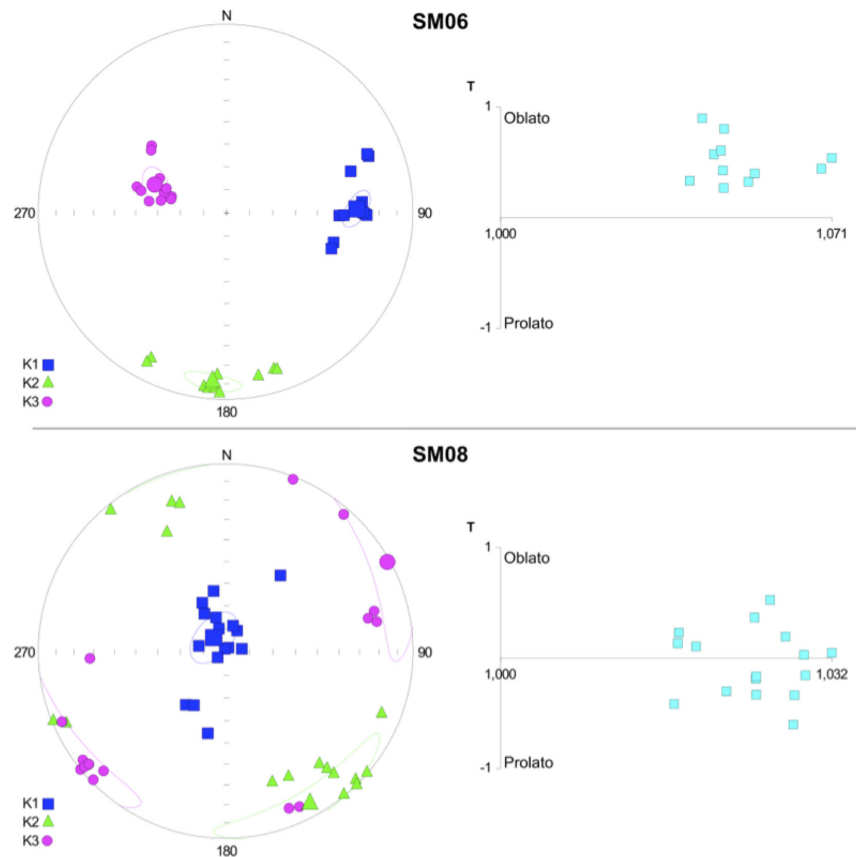


Figura 2. Resultado de ASM das amostras SM06 e SM08

Agradecimentos

Este trabalho recebeu suporte financeiro da CAPES PROEX. O trabalho de campo recebeu suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (proc. FAPESP 2016/06114-6). Agradeço aos colegas e técnicos do Laboratório de Paleomagnetismo e Magnetismo de Rochas da USP (USPMag), especialmente J. A. Carmo, F. Temporim e T. R. Moncinhatto.



Referências

- Almeida F. F.M., 1977. O Craton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências* 7, 349-364
- Borradaile, G. J., 1988. Magnetic susceptibility, petrofabrics and strain. *Tectonophysics* 156, 1–20.
- Borradaile, G. J., Jackson, M., 2010. Structural geology, petrofabrics and magnetic fabrics (AMS, AARM, AIRM). *Journal of Structural Geology* 32, 1519-1551.
- Cañón-Tapia, E., 2004. Anisotropy of magnetic susceptibility of lava flows and dykes: a historical account. In: Martín-Hernández, F., Lüneburg, C.M., Aubourg, C., Jackson, M. (Eds.), *Magnetic Fabric: Methods and Applications*. Geol. Soc, vol. 238. Special Publications, London, pp. 205–225.
- Chadima, M., Jelínek, V., 2008. Anisoft 4.2.—Anisotropy data browser. *Contributions to Geophysics and Geodesy* 38 (Special Issue), 38-41.
- Chadima, M., Cajz, V., Týcová, P., 2009. On the interpretation of normal and inverse magnetic fabric in dikes, Examples from the Eger Graben, NW Bohemian Massif. *Tectonophysics* 466, 47-63.
- Hrouda, F., 1982. Magnetic anisotropy of rocks and its application in geology and geophysics. *Geophysical Surveys* 5, 37-82.
- Jelínek, V., 1977. The statistical theory of measuring anisotropy of magnetic susceptibility of rocks and its application. Brno, Czech Republic: Geofyzika, 88pp.
- Jelínek, V., Kropáček, V., 1978. Statistical processing of anisotropy of magnetic susceptibility measured on groups of specimens. *Studia geophysica et geodaetica* 22 (1), 50-62.
- Jelínek, V., 1981. Characterization of the magnetic fabrics of rocks. *Tectonophysics*, 79, T63-T67.
- Khan, M. A., 1962. The anisotropy of magnetic susceptibility of some igneous and metamorphic rocks. *Journal of Geophysical Research* 67 (7), 2873-2885.
- Knight, M. D., Walker, G. P., 1988. Magma flow directions in dikes of the Koolau Complex, Oahu, determined from magnetic fabric studies. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 93 (B5), 4301-4319.
- MacDonald, W. D., Ellwood, B. B., 1987. Anisotropy of magnetic susceptibility: Sedimentological, igneous, and structural-tectonic applications. *Reviews of Geophysics*, 25(5), 905-909.
- Marchesin, W. F., 2015. Geologia, geoquímica e geocronologia do domo da Serra dos Meiras, Bloco Gavião, Bahia. Tese de Mestrado, Unicamp, Brasil, 92pp.
- Marinho, M. M., Sabaté, P., & Barbosa, J. S. F., 1994. The Contendas-Mirante volcano-sedimentary belt. *Petrologic and Geochronologic Evolution of the oldest segments of the São Francisco Craton, Brazil*. *Bol. IG-USP*, 17, 37-72.
- Martin, H., Peucat, J. J., Sabaté, P., Cunha, J. C., 1997. Crustal evolution in the early Archaean of South America: example of the Sete Voltas Massif, Bahia State, Brazil. *Precambrian Research*, 82, 1-2, 35-62.
- Oliveira, E., Mcnaughton, N., Zincone, S., Talavera, C., 2019. 3.6-3.7 Ga Gneisses of the São Francisco Craton, Brazil: South America's Oldest Rocks, in 2019 Goldschmidt Conference, Barcelona, Spain, 18-23 August.
- Raposo, M. I. B., D'Agrella-Filho, M. S., Pinese, J. P. P., 2007. Magnetic fabrics and rock magnetism of Archaean and Proterozoic dike swarms in the southern São Francisco Craton, Brazil. *Tectonophysics* 443 (1-2), 53-71.
- Rochette, P., Jackson, M., Aubourg, C., 1992. Rock magnetism and the interpretation of anisotropy of magnetic susceptibility. *Rev. Geophys.* 30, 209–226.
- Rochette, P., Aubourg, C., Perrin, M., 1999. Is this fabric normal? A review and case studies in volcanic formations. *Tectonophysics* 307, 219–234.
- Tarling, D.H., Hrouda, F., 1993. *The Magnetic Anisotropy of Rocks*. Chapman and Hall, London, 217 pp.
- Zincone, S. A., & Oliveira, E. P., 2017. Field and geochronological evidence for origin of the Contendas-Mirante supracrustal Belt, São Francisco Craton, Brazil, as a Paleoproterozoic foreland basin. *Precambrian Research* 299, 117-131.