

## ANISOTROPIA DE SUSCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA EM DERRAMES BASÁLTICOS E SILL DA FORMAÇÃO SERRA GERAL (SC)

THAIS CAROLINE MACKEY<sup>1</sup>; VITER MAGALHÃES PINTO<sup>1</sup>; JAIRO FRANCISCO  
SAVIAN<sup>2</sup>; KARINE DA ROSA ARENA<sup>2</sup>; LÉO AFRANEO HARTMANN<sup>2</sup>; RICARDO  
IVAN FERREIRA DA TRINDADE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [thaismackey\\_@hotmail.com](mailto:thaismackey_@hotmail.com); [viter.pinto@gmail.com](mailto:viter.pinto@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul – [jairosavian@gmail.com](mailto:jairosavian@gmail.com); [karinearena@gmail.com](mailto:karinearena@gmail.com);  
[leo.hartmann@ufrgs.br](mailto:leo.hartmann@ufrgs.br)

<sup>3</sup>Universidade de São Paulo – [rtrindad@iag.usp.br](mailto:rtrindad@iag.usp.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho aborda um estudo realizado em derrames basálticos e *sill* da Província Magmática do Paraná, Formação Serra Geral. A região está localizada na Serra do Faxinal na SC-450, sul de Santa Catarina, Brasil. O estudo consiste na realização de medidas de anisotropia de susceptibilidade magnética, medido para curvas de histerese, curvas de magnetização remanescente induzida e curvas termomagnéticas, permitindo a interpretação do mineral magnético presente nas rochas.

A Província Magmática Paraná-Etendeka (PMPE) foi a responsável pela formação das rochas vulcânicas e sub-vulcânicas da Formação Serra Geral da Bacia do Paraná e da Formação Etendeka. Atualmente, a PMPE está dividida em Província Magmática do Paraná (PMP) no continente sul-americano, e Província Magmática Etendeka (PMK) a noroeste de Namíbia. Durante o Mesozóico, há 130 Ma, estas duas províncias eram unidas no supercontinente Gondwana. Uma intensa atividade magmática deu origem a extensos derrames em diversas regiões do Gondwana. Segundo MILNER *et al.* (1995), na PMP estima-se estarem 95% de todo o volume de magma produzido, estendido por cerca de 1,2 Mkm<sup>2</sup>, o que equivale a 75% da superfície da Bacia do Paraná. Desse volume de lavas toleíticas registrado, cerca de 90% são de basaltos e o restante de natureza félsica (dacitos e riodacitos).

A Serra do Faxinal está inserida na Formação Serra Geral, Bacia do Paraná, Província Magmática do Paraná. Localizada ao sul do Estado de Santa Catarina, Brasil, apresenta uma sequência vulcânica abrangendo um *sill* e 14 derrames de lavas em afloramentos descontínuos ao decorrer da SC-450 (ARENA, 2011).

A susceptibilidade magnética é uma grandeza adimensional da Física que relaciona a magnetização induzida num material com o campo magnético que atua sobre esse material. A anisotropia magnética tem como principal característica a orientação preferencial da magnetização espontânea do material magnético. Geralmente, essa orientação apresenta-se estável, porém pode ser aplicado um campo magnético externo e, assim, ser retirada a magnetização deste estado.

O procedimento para curvas de histerese consiste em medir a magnetização induzida na amostra por um campo magnético, podendo ser revertido para produzir um ciclo de histerese completo. Ao aplicar um campo magnético na rocha saturando-a, atingindo a Magnetização de Saturação ( $M_s$ ). Quando se retira o campo

magnético, ocorre a magnetização remanescente de saturação ( $M_{rs}$ ). Se induzir um campo contrário, quando o campo for igual ao campo coercivo ( $H_c$ ), a magnetização será nula. A magnetização será nula ao se retirar o campo de magnitude  $H_{cr}$ , coercividade de reminiscência. Portanto, se obtém os parâmetros  $M_s$ ,  $M_{rs}$ ,  $H_c$ ,  $H_{cr}$  dos minerais ferromagnéticos, possibilitando determinar a estrutura de domínio da rocha pelo Diagrama de DAY *et al.* (1977).

As curvas termomagnéticas possibilitam a identificação de minerais magnéticos por meio de suas temperaturas de Curie ( $T_c$ ), indicadas através de pontos de inflexões nas curvas enquanto se aquece e resfria a rocha.

A magnetização remanescente induzida (MRI) é obtida quando uma amostra de rocha fica exposta a um campo magnético em uma temperatura constante. É aplicado um campo magnético na rocha a uma temperatura constante e é medida a magnetização remanescente, o campo vai aumentando até realizar uma saturação da rocha. Contudo, as curvas de MRI possibilitam o auxílio na identificação da coercividade do mineral magnético.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia consistiu em duas etapas: os procedimentos de campo, e as análises em laboratório para tratamento dos dados. Em campo, foram coletadas 119 amostras (12 sítios denominados de SF1 à SF12), realizadas através de uma perfuratriz portátil movida a gasolina e que possui uma broca que retira testemunhos cilíndricos de rocha de 2,5 cm de diâmetro. As amostras foram orientadas com uma bússola magnética. Medidas de cintilometria foram executadas para medidas radiométricas. Os equipamentos foram cedidos pela UFRGS. A metodologia em laboratório foi realizada na Universidade de São Paulo (USP). Em laboratório, os testemunhos foram cortados com uma serra elétrica em espécimes de 2,2 cm de altura. Para as medidas magnéticas foi utilizado o susceptômetro Kappabridge MFK-1-FA da AGICO e foram analisados, no total, 226 espécimes. Para a medida de curvas de histerese foi utilizado o equipamento MicroMag 3900, Magnetômetro de Amostra Vibrante (VSM). As medidas foram realizadas em 12 fragmentos de rocha representante de cada local. A medida das curvas termomagnéticas foi realizada no equipamento Kappabridge KLY-4 da AGICO, em que foram utilizadas 12 amostras transformadas em pó.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados obtidos da análise de susceptibilidade magnética a susceptibilidade média  $K_m$  varia entre  $1.03 \times 10^{-2}$  e  $5.17 \times 10^{-2}$  SI. Os diagramas estereográficos polares obtidos (Figura 1) representam as direções dos padrões de lineação magnética da rocha: NE em SF1, SF2, SF3, SF4, SF5, SF9, SF11; NW em SF8; SE em SF10; SW em SF6, SF7, SF12. O grau de anisotropia  $P$  obtido é relativamente baixo, variando de 1.004 a 1.039. Nos gráficos  $T$  vs  $P$  (Figura 1) o parâmetro  $T$  define que as amostras apresentam tanto elipsoides oblatos (SF1, SF2, SF5, SF8, SF9, SF10) como prolatos (SF3, SF4, SF6, SF7, SF11, SF12).

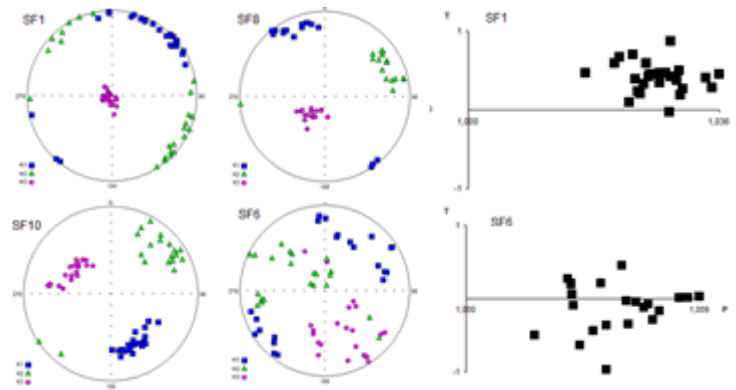


Figura 1. Histogramas de anisotropia magnética (SF1, SF8, SF10 E SF6) e gráficos T vs P (SF1 oblato e SF2 prolato).

As curvas de histerese apresentaram semelhança entre si, caracterizadas por curvas do tipo cintura fina (*narrow-waisted*), conforme representada na Figura 2a. O cálculo das razões  $H_{cr}/H_c$  e  $M_{rs}/M_s$  (parâmetros obtidos com a medida de histerese e IRM) possibilita a construção e interpretação dos domínios representativos de cada sítio, através do Diagrama de DAY *et al.* (1977), conforme a Figura 2b. No resultado das curvas termomagnéticas no processo de aquecimento e resfriamento as curvas apresentaram a mesma trajetória.

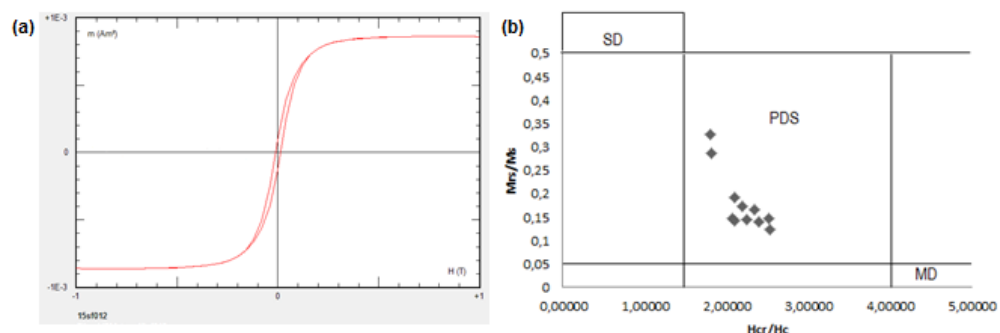


Figura 2. (a) Curva de histerese; (b) Representação do Diagrama de DAY *et al.* (1997).

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados de valores de susceptibilidade magnética obtidos entre  $1.03 \times 10^{-2}$  e  $5.17 \times 10^{-2}$  SI representam ser controlados por minerais ferromagnéticos (HROUDA 2007), provavelmente por magnetita. Através dos histogramas analisados, dois tipos de tramas magnéticas da rocha são identificados: a linear, em que o eixo  $k_1$  (azul) é bem agrupado e a lineação bem desenvolvida; e a planar, em que o eixo  $k_3$  (rosa) está bem agrupado e os eixos  $k_1$  e  $k_2$  dispersos, indicando uma foliação bem desenvolvida (que se confirma com os dados do gráfico T vs P com resultados oblatos). Segundo TARLING & HROUDA (1993), esse comportamento é efeito do estado do fluxo do magma, que quando a trama magnética está bem definida sugerindo que a rocha está próxima da fonte do fluxo, e, se pobremente definida, está longe da fonte do fluxo. As curvas de histerese do tipo cintura fina são típicas de presença de magnetita, compatível com o que sugere o resultado de valores de susceptibilidade magnética. O Diagrama de Day representado mostra que as

amostras estão localizadas no campo de estrutura de pseudo-domínio-simples (PSD), sendo, portanto, uma magnetização forte e estável.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARENA, K. R. Levantamento Geológico e Caracterização Geofísica e Química-estratigráfica dos Basaltos e Riodácios de Torres – Maquiné (RS). Porto Alegre, p.29, 2011.

DAY, R., FULLER, M., SCHMIDT, V. A. Hysteresis properties of titanomagnetites: grain-size and compositional dependence. Phys. Earth Planet. Interior 13, p. 260-267, 1997.

HROUDA, F. Anisotropy of Magnetic Susceptibility of Rocks in the Rayleigh Law Region: Modelling Errors Arising From Linear Fit to Non-Linear Data. Stud. Geophys.Geod., 51, p. 423-438, 2007.

MILNER, S. C., DUNCAN, A. R., WHITTINGHAM, A. M., EWART, A. Trans-atlantic correlation of eruptive sequences and individual silicic volcanic units within the Paraná-Etendeka Igneous Province. Journal of volcanology and geothermal research. v. 69, p. 137-157, 1995.

TARLING, D. H., HROUDA, F. The Magnetic Anisotropy of Rocks. Chapman and Hall, London, p. 217, 1993.