



ESTUDO PALEOMAGNÉTICO E DE ANISOTROPIAS DE SUSCETIBILIDADE MAGNÉTICA DE SILLS MÁFICOS DA REGIÃO DE RIO BRANCO – MT (SE DO CRATON AMAZÔNICO)

Marcelo V. B. Queiroz¹, Manoel S. D'Agrella-Filho¹, Ricardo I.F. Trindade¹, Wilson Teixeira², Amarildo S. Ruiz³

¹Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas,
São Paulo, Brasil.

²Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo, Brasil.

³Universidade Federal do Mato Grosso, Mato Grosso, Brasil.

RESUMO

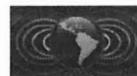
Realizou-se o estudo paleomagnético e de ASM em sills maficos pré-cambrianos que cortam rochas sedimentares na região de Rio Branco (MT) (Cráton Amazônico). Datações obtidas através do método U-Pb (zircões) forneceram idades de 1471 ± 8 Ma e 1427 ± 10 Ma para um gabbro e um granófiro, respectivamente, pertencentes a suíte máfico-felsica Rio Branco. 108 amostras pertencentes a 11 sítios foram estudadas, dos quais 3 correspondem a rochas sedimentares coletadas nas proximidades de três sills para o teste contato cozido. Após desmagnetizações AF e térmica, determinou-se uma direção característica média para os sills $D_m = 208.2^\circ$, $I_m = 68.5^\circ$ ($N = 8$, $\alpha_{95} = 6.4^\circ$), com o polo paleomagnético localizado em 46.4° S; 277.0° E. ($A_{95} = 10.2^\circ$). As direções encontradas são muito próximas das determinadas em estudos anteriores para sills maficos coletados na mesma região. Consequentemente uma nova direção média determinada para estas rochas ($D_m = 197.4^\circ$, $I_m = 62.9^\circ$, $N = 18$, $\alpha_{95} = 5.7^\circ$) definiu o polo paleomagnético 56.0° S; 278.5° E ($A_{95} = 7.9^\circ$). A mineralogia magnética indica magnetita PSD como principal portador magnético. Embora o teste de contato cozido tenha sido inconclusivo, a semelhança com outros polos de mesma idade em intrusivas básicas desta porção cratônica, sugere que a magnetização dos sills de Rio Branco representa uma MTR adquirida na época de intrusão destas rochas, por volta de 1430 Ma atrás.

Palavras chaves: Mesoproterozóico, teste de contato cozido, Sills, Cráton Amazônico, rochas sedimentares mais antigas.

ABSTRACT

We present a paleomagnetic and AMS study on mafic sills cutting sedimentary rocks from the Rio Branco region, Mato Grosso state (Amazonian Craton). U-Pb (zircons) dating on a gabbro and a granophyre from the mafic-felsic Rio Branco Suite yielded ages of 1471 ± 8 Ma and 1427 ± 10 Ma, respectively. 108 samples from 11 sites were sampled, from which 3 sites are represented by sedimentary rocks collected close to three sills for a baked contact test. After AF and thermal demagnetization southwestern, steep positive inclination characteristic remanent magnetization (ChRM) directions were isolated for the sills $D_m = 208.2^\circ$, $I_m = 68.5^\circ$ ($N = 8$, $\alpha_{95} = 6.4^\circ$), which yielded the paleomagnetic pole at 46.4° S; 277.0° E. ($A_{95} = 10.2^\circ$). These directions are very close to those found on prior studies on mafic sills in the same region. Consequently a new mean direction was calculated encompassing 18 sites ($D_m = 197.4^\circ$, $I_m = 62.9^\circ$, $\alpha_{95} = 5.7^\circ$) which defined the paleomagnetic pole at 56.0° S; 278.5° E ($A_{95} = 7.9^\circ$). Magnetic mineralogy study indicates PSD-magnetite grains as the main magnetic carrier of ChRM directions. Although the baked contact test is considered to be inconclusive, paleomagnetic poles from other similar in age, basic intrusive rocks from the same cratonic fragment, suggest that the Rio Branco sills' ChRM directions represent a thermoremanent magnetization (TRM) acquired during rock intrusion, at about 1430 Ma.

Keywords: Mesoproterozoic, Baked contact test, sills, Amazonian Craton.



Introdução

O estudo paleomagnético, especialmente em diques e sills máficos, associado a datações precisas, é fundamental no estudo da geodinâmica dos diversos blocos cratônicos existentes no Proterozóico, principalmente para estabelecer a paleogeografia destas unidades na formação e fragmentação de supercontinentes. Nesse contexto, o Cráton Amazônico, considerado com uma das maiores áreas cratônicas do mundo, assume papel fundamental para reconstrução paleogeográfica do Proterozóico. Recentemente, alguns pólos paleomagnéticos foram obtidos para o Cráton Amazônico, com implicações importantes para a evolução do supercontinente Columbia (Bispo-Santos *et al.* 2008, 2012; D'Agrella-Filho *et al.*, 2012; Reis *et al.* 2013) e do supercontinente Rodinia (D'Agrella-Filho *et al.* 2008, Elming *et al.* 2009).

Na região de Rio Branco (estado do Mato Grosso), sills máficos cortam rochas sedimentares, tradicionalmente consideradas como pertencentes à Formação Vale da Promissão (unidade intermediária do Grupo Aguapeí) que aflora a oeste ao longo da fronteira Brasil-Bolívia. Os primeiros resultados paleomagnéticos e geocronológicos para estes sills foram apresentados para 10 sítios por Elming *et al.* (2009). Os tratamentos de laboratório revelaram direções sudoeste (nordeste) com inclinações positivas (negativas) ($D_m = 11.3^\circ$; $I_m = -57.9^\circ$; $\alpha_{95} = 8.1^\circ$; $K = 37$), resultando no pólo paleomagnético localizado em 64.3°S ; 271.0°E ($\alpha_{95} = 9.2^\circ$). Uma idade $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ em biotita para um dos sills investigados forneceu uma idade plateau de 981 ± 2 Ma (Elming *et al.* 2009). Embora a magnetização remanente característica (MRC) obtida para os sills, muito provavelmente, represente uma magnetização termorremanente adquirida durante a intrusão destas rochas (Elming *et al.* 2009), nenhum teste de contato cozido com os sedimentos foi realizado neste estudo para demonstrar o caráter primário da magnetização.

Neste trabalho, novos sítios pertencentes aos sills máficos foram amostrados com o objetivo de melhorar a estatística do pólo paleomagnético anteriormente obtido. Em três afloramentos, boas exposições dos sills máficos cortando o pacote sedimentar propiciaram coletas para o teste de contato cozido, na expectativa de demonstrar o caráter primário da MRC isolada. Por fim, será discutida a interpretação geodinâmica apresentada por Elming *et al.* (2009) com relação a formação do supercontinente Rodinia.

Aspectos Geológicos e amostragem

O Cráton Amazônico expõe-se em duas grandes áreas, as quais correspondem ao Escudo das Guianas ao norte e o Escudo do Brasil Central ao sul, sobreposta pela Bacia Amazônica (Santos *et al.* 2000). De acordo com a síntese de Cordani e Teixeira (2007) a sua evolução é marcada por um embrião primitivo (Arqueano) a partir do qual eventos sucessivos de acrescção com maior ou menor envolvimento de crosta juvenil ocorreram no Proterozoico. A área de estudo, situada na porção SW do Cráton, engloba uma série de arcos acrecionários proterozoicos superpostos sobre a província Rio Negro-Juruena, ali representada pelo terreno Jauru em cuja extremidade oriental situa-se o pacote sedimentar com intercalações dos sills máficos estudados.

O Grupo Aguapeí (fig. 1), cuja área tipo situa-se na região fronteiriça do Brasil com a Bolívia, representa uma bacia com rochas sedimentares predominantemente clásticas e tipicamente plataformais, relacionadas a um ambiente marinho com fases transgressivo-regressivas (Menezes *et al.* 1991; Saes *et al.* 1992). É subdividido, da base para o topo, nas Formações Fortuna, Vale da Promissão e Morro Cristalino (Saes e Fragoso Cesar 1994). Estes autores propuseram, a partir de estudos faciológicos, que a história deposicional do Grupo Aguapeí passou por três estágios: estágio rift; estágio marinho com subsidência; e estágio de inversão com retrabalhamento. Uma idade de 1150 Ma foi obtida em xenotíma, desenvolvida diagêneticamente em zircão detritico, a qual foi interpretada como sendo a idade de diagênese dos sedimentos da Formação Fortuna (D'Agrella-Filho *et al.* 2008). Na região de Rio Branco, afloram rochas sedimentares siliciclasticas, não deformadas, assemelhadas à Formação Vale da Promissão que são invadidas por sills de diabásio.

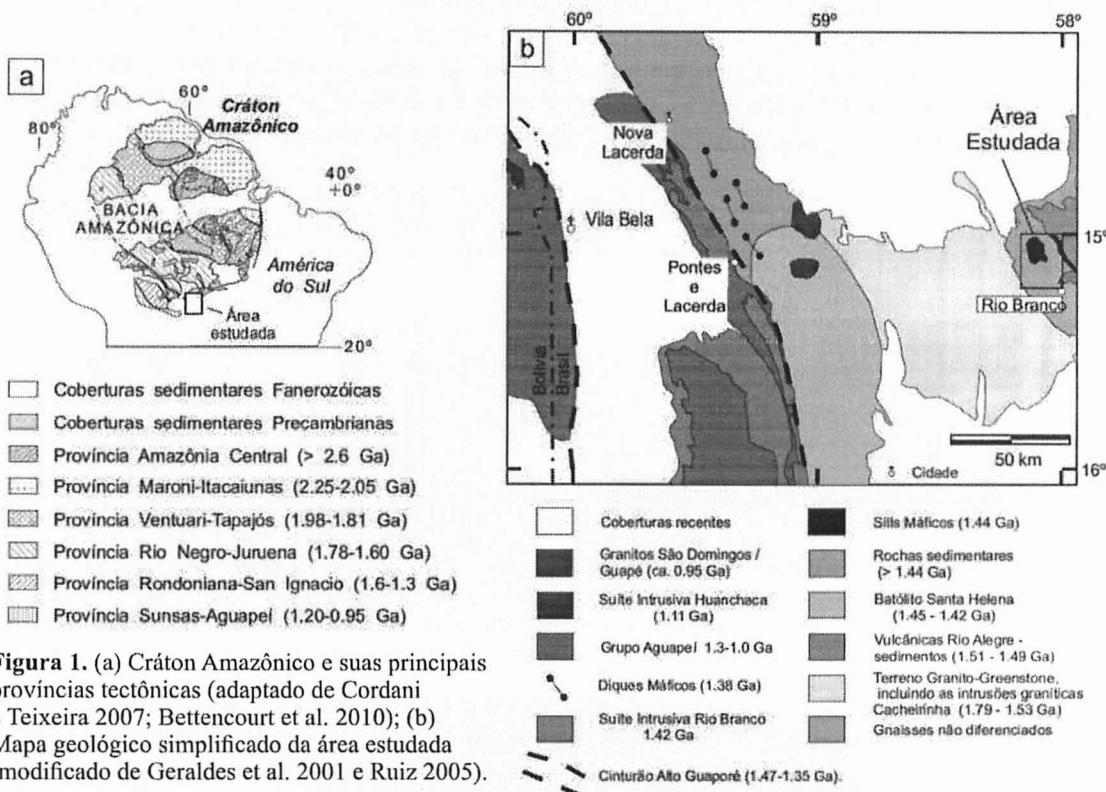


Figura 1. (a) Cráton Amazônico e suas principais províncias tectônicas (adaptado de Cordani e Teixeira 2007; Bettencourt et al. 2010); (b) Mapa geológico simplificado da área estudada (modificado de Geraldès et al. 2001 e Ruiz 2005).

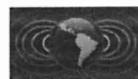
Uma idade plateau $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ em biotita de 980 ± 2 Ma foi obtida para um dos sills desta região (Elming *et al.* 2009). Entretanto, datações U-Pb em zircões apresentam idades de 1471 ± 8 Ma e 1427 ± 10 Ma obtidas para um gábrio e um granófiro, respectivamente, pertencentes à chamada suíte anorogênica máfico-félsica Rio Branco (Geraldès *et al.* 2001). Esta unidade, por sua vez, é coeva à suíte Santa Helena – produto de um dos arcos acrecionários gerados pela colisão entre o Terreno Paraguá e a província Rio Negro-Juruena (Bettencourt *et al.* 2010). Os sills de Rio Branco podem também pertencer a este evento, já que xenólitos de rochas sedimentares da região (nas quais os sills se encaixam) são encontrados em rochas da suíte Rio Branco (Ruiz 2005).

Para o trabalho paleomagnético, foram coletados 96 cilindros orientados pertencentes a 10 sítios (AZ250 a AZ259), englobando rochas maficas isentas de metamorfismo (diferentes sills) e rochas sedimentares encaixantes não deformadas. Destes sítios, 2 (AZ252 e AZ254) correspondem a 29 cilindros orientados de rochas sedimentares coletadas a diferentes distâncias do contato com dois dos sills investigados (sítios AZ251 e AZ250). Subsequentemente, foram amostrados mais 4 cilindros e um bloco de mão de rochas sedimentares (sítio AZ400-1) coletadas nas proximidades do sill representado pelo sítio 11 do trabalho de Elming *et al.* (2009). A coleta dos cilindros foi feita utilizando-se uma perfuratriz portátil, com orientação das amostras por bússolas magnética e solar. No laboratório de paleomagnetismo do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (Universidade de São Paulo), as amostras foram cortadas em espécimes de 2.2 cm de altura, tamanho padrão aceito pelos equipamentos.

Resultados e análises

Anisotropia de suscetibilidade magnética - ASM

Os valores obtidos para o grau de anisotropia (P) (fig. 2a) são todos inferiores a 7,5% com um valor de pico em torno de 3%. Considerando-se tratar-se de rochas sedimentares e rochas maficas intrusivas isentas



de metamorfismo e/ou deformações, esperava-se encontrar valores baixos de anisotropia, o que pode ser constatado. Pela distribuição dos valores de suscetibilidade magnética (K_m) (fig. 2b) é notável uma diferença entre os valores encontrados para os sills e para as rochas sedimentares. Estes últimos apresentam valores menores de K_m , entre 1×10^{-4} e 10×10^{-4} SI, com um pico em torno de 4×10^{-4} SI, enquanto os sills possuem valores, em geral, bem maiores, entre 10×10^{-4} e 316×10^{-4} SI, com um pico em torno de 160×10^{-4} SI.

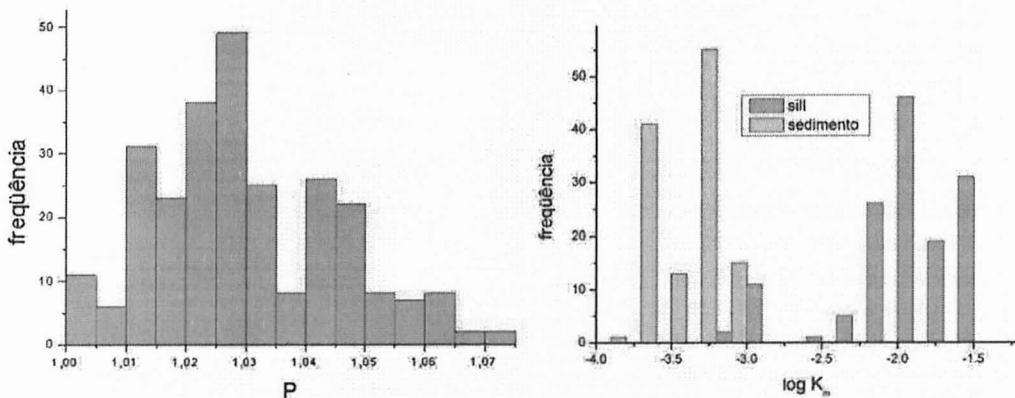


Figura 2. (a) Histograma de distribuição dos valores de grau de anisotropia (P); (b) Histograma de distribuição dos valores logarítmicos de suscetibilidade magnética ($\log K_m$).

A Figura 3 mostra as tramas magnéticas obtidas para todos os sills e rochas sedimentares em um mesmo diagrama, o qual indica tramas do tipo planar para todos os sítios investigados, visto que os eixos de suscetibilidade máxima (K1) e intermediária (K2) situam-se aproximadamente no plano horizontal, e o eixo de mínima suscetibilidade (K3) situa-se perpendicular a ele. Este resultado é compatível com o esperado para sills e sedimentos. Pelo gráfico do parâmetro de Jelinek (T) em função do grau de anisotropia (P), é possível verificar a predominância de elipsóides oblato-sínticos ($0 < T < 1$) em comparação aos prolato-sínticos ($-1 < T < 0$).

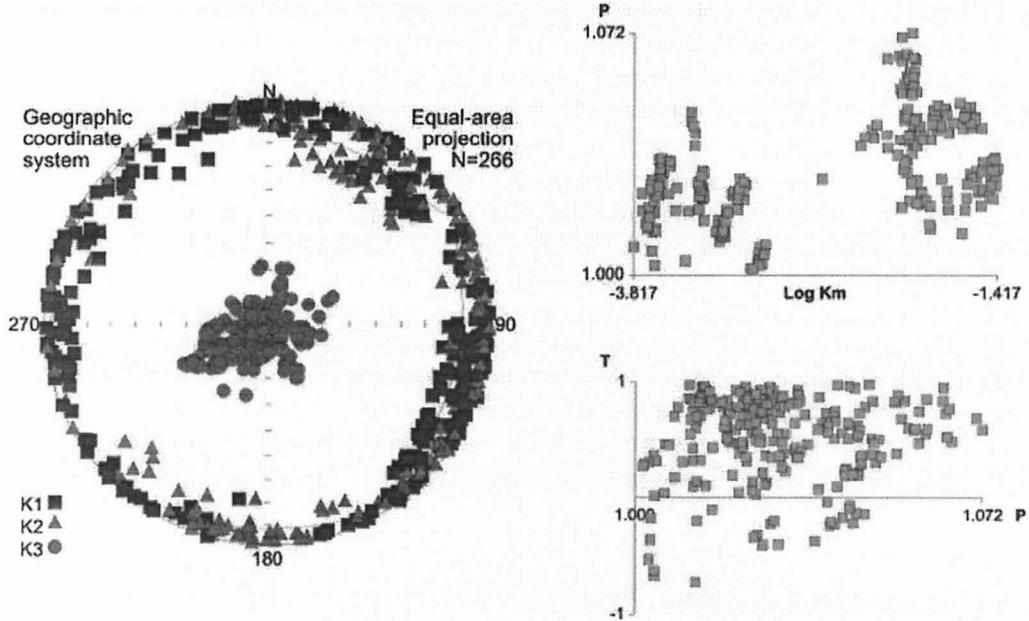


Figura 3. Estereograma com as direções de suscetibilidades principais e gráficos P x Log K_m e T x P para todas as amostras analisadas. Através do estereograma é possível verificar a presença de trama do tipo planar.



Paleomagnetismo

Foram analisadas 108 amostras pertencentes a 11 sítios, incluindo sills e rochas sedimentares encaixantes. Após os procedimentos de desmagnetização por campos magnéticos alternados e térmico, pode-se notar que, a menos do sítio AZ400-1 (rocha sedimentar), as amostras possuem magnetização com direções sudoeste e inclinações positivas altas coerentes entre si. A Figura 4 mostra exemplos de desmagnetização AF encontrados para as rochas máficas (a) e para as rochas sedimentares (b), em que esta direção coerente foi isolada.

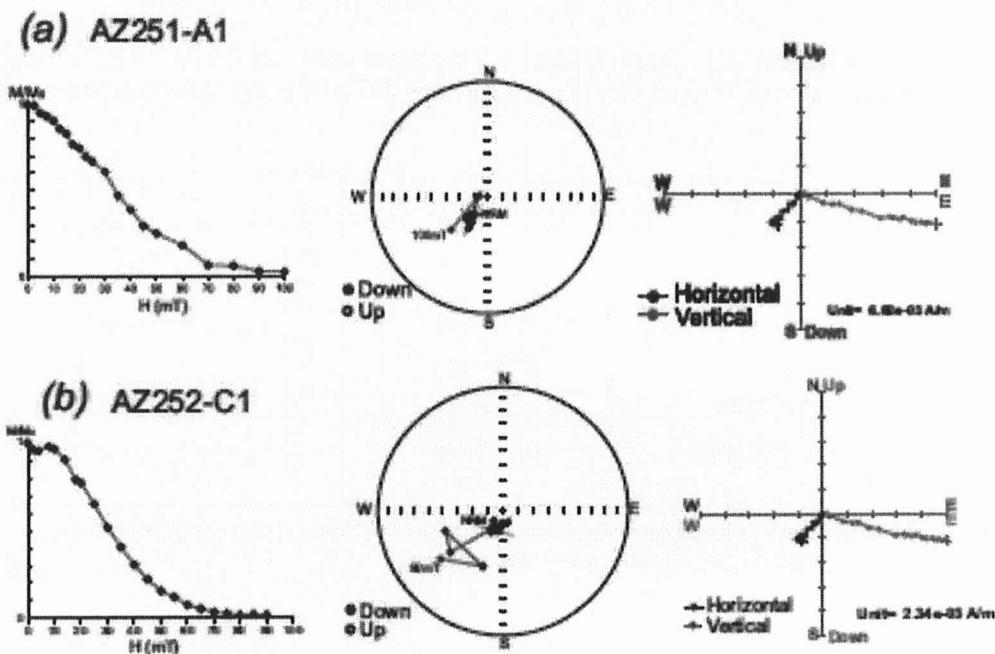


Figura 4. Exemplos de desmagnetização AF – (a) máfica (b) sedimentar. São mostradas da esquerda para a direita: curva de intensidades relativas (M/M_0 versus H); projeção estereográfica e projeção ortogonal.

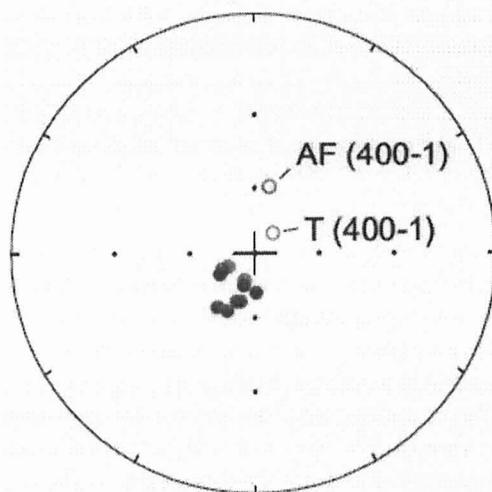


Figura 5. Direções médias por sítio: sedimentos em azul e máficas em vermelho. Símbolos cheios (vazios) representam inclinações positivas (negativas).

O sítio AZ400-1 foi o único a apresentar polaridade “normal” (inclinação negativa). Entretanto, os tratamentos por campos magnéticos alternados (AF) e o térmico forneceram direções de magnetização distintas. A Figura 5 mostra as direções médias obtidas para cada um destes tratamentos: o tratamento AF forneceu direções semelhantes às obtidas para amostras do sill (Elming *et al.*, 2009), enquanto o tratamento térmico forneceu inclinações mais altas e mais coerentes com as inclinações altas obtidas para rochas sedimentares pertencentes aos outros dois sítios desta unidade analisada.



Após os processos de desmagnetizações, as direções de magnetização foram identificadas nas projeções ortogonais e as direções de magnetização em cada amostra foram então determinadas pelo ajuste por mínimos quadrados aos pontos que definiam estas direções (análise por componentes principais). Após o cálculo da direção característica de cada amostra, as direções médias por sítio (fig. 5) foram calculadas utilizando a estatística de Fisher. As direções médias por sítio encontradas tanto para os sills, quanto para as rochas sedimentares, agrupam-se em torno da direção média $D_m = 210.9^\circ$, $I_m = 70.9^\circ$ ($N=11$, $\alpha_{95}=5.3^\circ$, $K=76.4$), a qual fornece o polo paleomagnético 42.5°S e 278.8°E ($A_{95}=8.4^\circ$, $K=30.4$). Se considerarmos somente as amostras de sills no cálculo das médias, os valores encontrados são $D_m = 208.2^\circ$, $I_m = 68.5^\circ$ ($N=8$, $\alpha_{95}=6.4^\circ$, $K=75.6$), com o polo paleomagnético localizado em 46.4°S e 277.0°E ($A_{95}=10.2^\circ$, $K=30.3$).

O principal portador magnético das rochas maficas é a magnetita (grãos SD/PSD), como demonstram as curvas de magnetização remanente isotérmica (fig. 6a), o gráfico de Day (fig. 6b) e as curvas termomagnéticas (fig. 6c).

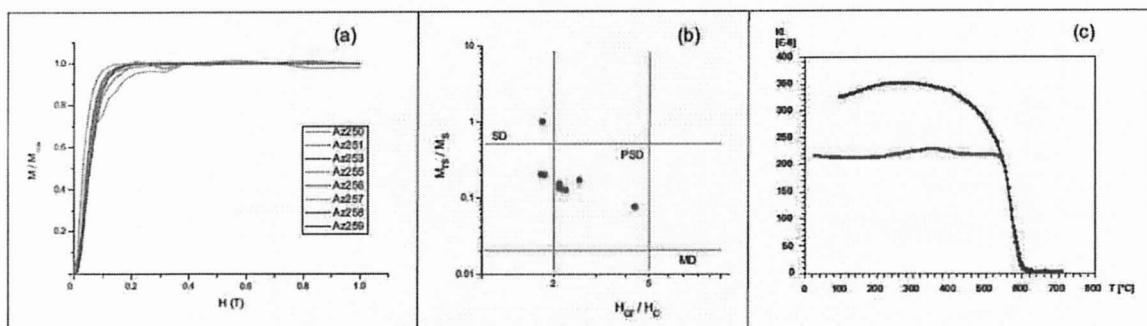


Figura 6. (a) curvas de magnetização remanente isotérmica (MRI); (b) Gráfico de Day; (c) curva termomagnética (vermelho – aquecimento; azul – resfriamento).

Discussão e conclusões

Um dos objetivos deste trabalho é o de fazer a análise paleomagnética de sills maficos da região de Rio Branco e, com isso, melhorar a estatística do polo paleomagnético obtido por Elming *et al.* (2009) para estas rochas. A Figura 7a apresenta as direções médias por sítio das amostras analisadas por estes autores, para as quais polaridades normais e reversas, em igual proporção, foram obtidas. Na Figura 7b foram incluídas as direções médias obtidas neste trabalho, os quais corroboraram os dados obtidos anteriormente, embora, somente uma polaridade (“reversa”) foi obtida para as novas amostras. Dessa maneira, após inverter as direções com inclinações negativas foi calculada uma direção média $D_m = 197.4^\circ$, $I_m = 62.9^\circ$ ($N = 18$, $\alpha_{95} = 5.7^\circ$, $K = 37.8$), a qual forneceu o polo paleomagnético localizado em 56.0°S e 278.5°E ($A_{95} = 7.9^\circ$; $K = 19.9$).

Um segundo objetivo deste trabalho é o de fazer um teste de contato cozido para comprovar a origem primária da magnetização característica encontrada para os sills, uma vez que cortam o pacote sedimentar. Resultados preliminares obtidos para seis sítios destas rochas foram apresentados por D’Agrella-Filho *et al.* (2008), cujas direções médias são reapresentadas na Figura 7c. Pode-se notar a similaridade destas direções com as obtidas para os sills (fig. 7b). A interpretação destes resultados permite considerar algumas hipóteses: (i) os sills remagnetizaram a unidade sedimentar; (ii) ambos foram remagnetizados em uma época posterior à formação destas rochas; (iii) a intrusão dos sills ocorreu não muito tempo após a deposição e consolidação dos sedimentos; (iv) o proto-Cráton Amazônico permaneceu quase estático entre a sedimentação e a intrusão dos sills; (v) o movimento do proto-Cráton Amazônico entre a época de sedimentação e a da intrusão dos sills ocorreu de tal forma que o polo de Euler correspondente situa-se próximo do polo geográfico.

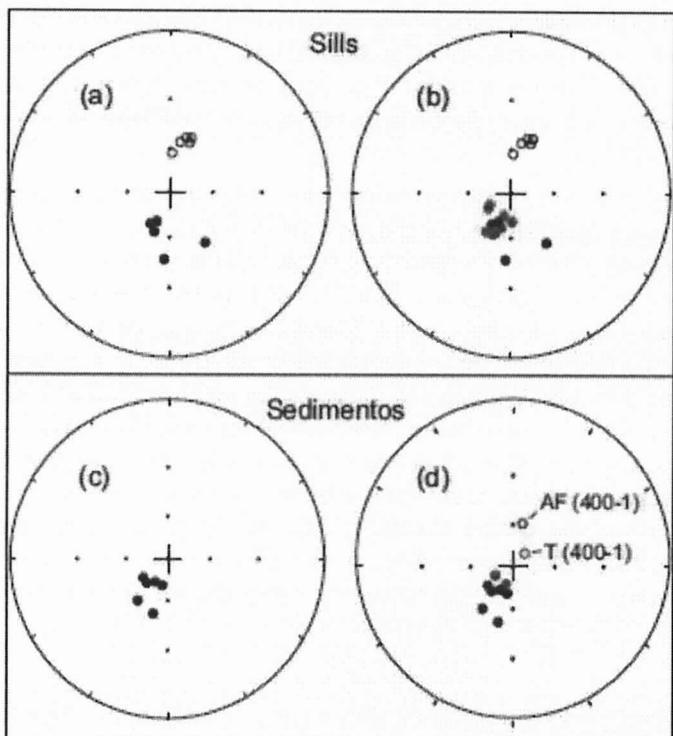
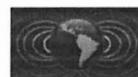


Figura 7. Direções de magnetização características encontradas: (a) sills analisados por Elming et al. (2009); (b) sills analisados por Elming et al. (2009) (preto) com as novas direções dos sills deste trabalho (vermelho); (c) sedimentos analisados por D'Agrella-Filho et al. (2008); (d) sedimentos analisados por D'Agrella-Filho et al. (2008) (preto) com as novas direções deste trabalho (vermelho) - para o sítio AZ400-1 são mostradas as direções médias obtidas após os procedimentos AF e térmico (T).

No caso da terceira hipótese, a identificação de uma inversão de polaridade ao longo de um perfil sedimentar, o qual tenha sido cortado por um sill, demonstraria a origem primária de ambos. Infelizmente, os dois sítios (AZ252 e AZ254) em que amostramos os sedimentos a várias distâncias em relação a dois sills com inclinações positivas, também apresentaram direções com inclinações positivas similares, sem, contudo, apresentar inversões de polaridade.

Entretanto, admitindo que o sill possa ter remagnetizado todas as amostras de rochas sedimentares analisadas e, ainda, tendo-se em vista que todas elas apresentaram direções “reversas”, foi feita mais coleta de amostras sedimentares (cilindros AZ400A a D e bloco AZ401) próximos ao contato com um sill que apresentou direções normais (sítio 11 de Elming et al. 2009). Infelizmente, este sill não se apresentava bem exposto, de modo que não foi possível definir a distância destas novas amostras coletadas em relação ao contato com o sill. A desmagnetização por campos alternados (AF) e a desmagnetização térmica mostraram resultados distintos para estas amostras. A primeira isolou direções próximas às obtidas para as amostras do sill, enquanto o tratamento térmico forneceu direções com inclinações mais altas, similares às obtidas para as amostras sedimentares dos sítios AZ252 e AZ254 (vide fig. 7). Este fato pode indicar que os sedimentos e os sills adquiriram suas magnetizações em épocas diferentes, contrapondo a hipótese (i) de que os sills remagnetizaram por completo o pacote sedimentar. Reunindo os dados das amostras sedimentares aqui estudados, com os de D'Agrella-Filho et al. (2008) (fig. 7d), foi calculada uma direção média $D_m = 212.7^\circ$; $I_m = 68.5^\circ$ ($N = 9$, $\alpha_{95} = 7.3^\circ$; $K = 50.2$), com o pólo paleomagnético localizado em 43.9°S e 274.6°E . ($A_{95} = 10.4^\circ$; $K = 25.5$).

A hipótese (ii) supõe que algum evento posterior pode ter remagnetizado tanto sills como as rochas sedimentares. Entretanto, os polos paleomagnéticos determinados para estas amostras e para os sills não coincidem com polos Paleozóicos disponíveis para a América do Sul (Font et al. 2011). Elming et al. (2009) atribuíram a idade plateau Ar/Ar de 980 Ma à época de aquisição da magnetização dos sills. Considerando esta a idade do polo obtido para estas rochas, foi feita uma reconstrução paleogeográfica que mostra a posição do Cráton Amazônico em relação à Laurentia há 980 Ma atrás (vide fig. 11 de Elming et al. 2009).



A reconstrução paleogeográfica da Figura 11 mostra que o Cráton Amazônico em 980 Ma teria sofrido uma rotação de aproximadamente 180° em relação à sua posição há 1150 Ma, estabelecida a partir do polo da Formação Fortuna (D'Agrella-Filho *et al.* 2008). Embora rotações deste porte possam ocorrer, a posição final do Cráton Amazônico em relação à Laurentia é muito diferente daquela que normalmente se admite nas reconstruções do Rodinia (vide Li *et al.* 2008).

Uma outra possibilidade seria a de que os sills de Rio Branco pertençam ao evento que originou a Suíte máfico-félsica (anorogênica) Rio Branco, para a qual datações U-Pb em zircões, apresentaram idades de 1471 ± 8 Ma e 1427 ± 10 Ma obtidas para um gábro e um granófiro, respectivamente (Geraldes *et al.* 2001). Uma idade mais antiga para os sills é possível, já que xenólitos de rochas sedimentares da região (nas quais os sills se encaixam) são encontrados em rochas da suíte Rio Branco conforme relatado por Ruiz (2005). Os polos paleomagnéticos obtidos para os sills e rochas sedimentares da região de Rio Branco também coincidem com polos Mesoproterozóicos obtidos para o enxame de diques Nova Guarita (1419 Ma) e para corpo máfico Indiavaí (1416 Ma) (fig. 8). O polo Nova Guarita (NG) foi obtido para diques da região norte do estado do Mato Grosso, cuja idade de 1419 ± 3 Ma é bem determinada através de datações $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (Bispo-Santos *et al.* 2012), e um teste de contato cozido positivo confirma o caráter primário da magnetização isolada. O polo Indiavaí (IND) tem uma idade bem definida de 1416 ± 7 Ma, obtida através de determinações U-Pb (D'Agrella-Filho *et al.* 2012, Teixeira *et al.* 2011). A proximidade de todos os polos da Figura 8, sugere idades similares para aquisição da magnetização remanente nas quatro unidades, incluindo os sills de Rio Branco aqui estudados.

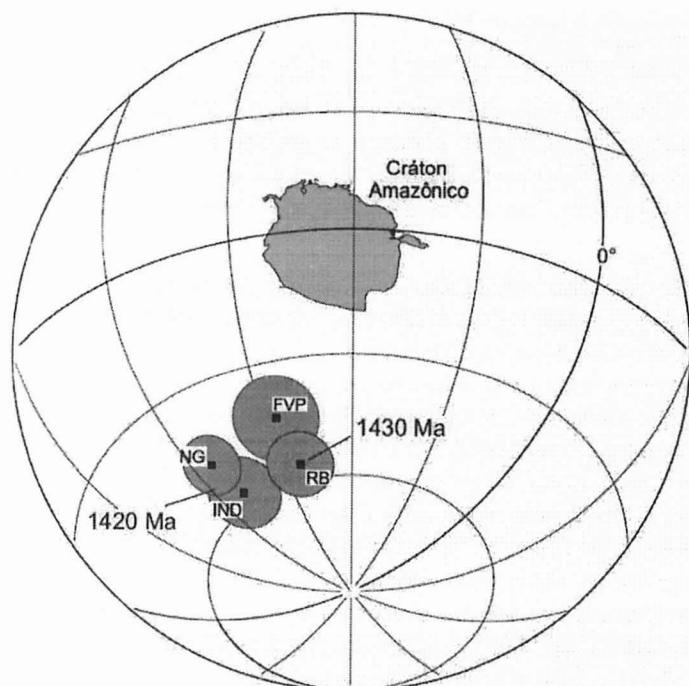


Figura 8. Polos paleomagnéticos do Mesoproterozóico obtidos para o Cráton Amazônico e respectivos círculos de confiança: NG – Nova Guarita; IND – Indiavaí; RB – Soleiras de Rio Branco; FVP – Formação Vale da Promissão. Cráton Amazônico na posição atual.

Agradecimentos:

À FAPESP (2011/50887-6) e ao CNPq pelo apoio financeiro. Este trabalho faz parte do projeto INCT-GEOCIAM.



Referências

- Bettencourt, J. S., Leite Jr., W. B., Ruiz, A. S., Matos, R., Payolla, B. L., Tosdal., R. M., 2010. The Rondonian-San-Ignacio Province in the SW Amazonian Craton: An overview, *J. South Amer. Earth Sci.*, 29, 28-46.
- Bispo-Santos, F., D'Agrella-Filho, M.S., Pacca, I. I. G., Janikian, L., Trindade, R. I. F., Elming, S.-Å., Silva, J. A., Barros, M. A. S. e Pinho, F. E. C., 2008. Columbia revisited: Paleomagnetic results from the 1790 Ma Colíder volcanics (SW Amazonian Craton, Brazil), *Prec. Res.*, 164, 40-49.
- Bispo-Santos, F., D'Agrella-Filho, M. S., Trindade, R. I. F., Elming, S. A., Janikian, L., Vasconcelos, P. M., Perillo, B. M., Pacca, I. G., Silva, J. A., Barros, M. A. S., 2012. Tectonic implications of the 1419 Ma Nova Guarita mafic intrusives paleomagnetic pole (Amazonian Craton) on the longevity of Nuna. *Prec. Res.*, 196-197, 1-22.
- Cordani, U. G. e Teixeira, W., 2007. Proterozoic accretionary belts in the Amazonian Craton, in Hatcher, R. D. Jr., Carlson, M. P., McBride, J. H. e Martinez-Catalan, J. R., editors, 4-D Framework of Continental Crust: Boulder, Colorado, *Geological Society of America Memoir 2000*, 297-320.
- D'Agrella-Filho, M. S., Tohver, E., Santos, J. O. S., Elming, S-A., Trindade, R. I. F., Pacca, I. I. G. e Geraldès, M. C., 2008. Direct dating of paleomagnetic results from Precambrian sediments in the Amazon craton: Evidence for Grenvillian emplacement of exotic crust in SE Appalachians of North America. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 267, 188-199.
- D'Agrella-Filho, M. S., Trindade, R. I.F., Elming, S. A., Teixeira, W., Yokoyama, E., Tohver, E., Geraldès, M. C., Pacca, I. I. G., Barros, M. A. S. e Ruiz, A. S., 2012. The 1420 Ma Indiavaí Mafic Intrusion (SW Amazonian Craton): Paleomagnetic results and implications for the Columbia supercontinent. *Gond. Res.*, 22, 956-973.
- Elming, S.-Å., D'Agrella-Filho, M. S., Page, L. M., Tohver, E., Trindade, R. I. F., Pacca, I. I. G., Geraldès, M. C. e Teixeira, W., 2009. A palaeomagnetic and 40Ar/39Ar study of Late Precambrian sills in the SW part of the Amazonian Craton: Amazonia in the Rodinia reconstruction. *Geophys. J. International*, 178, 106-122.
- Font, E., Ponte Neto, C. F. e Ernesto, M., 2011. Paleomagnetism and rock magnetism of the Neoproterozoic Itajaí Basin of the Rio de la Plata craton (Brazil): Cambrian to Cretaceus widespread remagnetizations of South America. *Gond. Res.*, 20, 782-797.
- Geraldès, M. C., Van Schmus, W. R., Condie, K. C., Bell, S., Teixeira, W., Babinski, M., 2001, Proterozoic geologic evolution of the SW part of the Amazonian Craton in Mato Grosso state, Brazil. *Prec. Res.*, 111, 91-128.
- Li, Z. X., Bogdanova, S. V., Collins, A. S., Davidson, A., De Waele, B., Ernst, R. E., Fitzsimons, I. C. W., Fuck, R. A., Gladkochub, D. P., Jacobs, J., Karlstrom, K. E., Lu, S., Natapov, L. M., Pease, V., Pisarevsky, S. A., Thrane, K. e Vernikovsky, V., 2008. Assembly, configuration, and break-up history of Rodinia: A synthesis. *Prec. Res.*, 160, 179-210.
- Menezes, R. G., Silva, P. C. S., Silva, L. C., Lopes Jr., I., Bezerra, J. R. L., Tagahashi, A. T., Ferreira, J. C. G., 1991. Geologia Arqueano-Proterozóica da Folha Fontes e Lacerda - Estado de Mato Grosso (SD.41-Y-C-II). Anais do III Simp. de Geol. do Centro-Oeste, Cuibá-MT, 131-143.
- Reis, N. J., Teixeira, W., Hamilton, M. A., Bispo-Santos, F., Almeida, M. E. e D'Agrella-Filho, M. S., 2013. The Avanavero mafic magmatism, a late Paleoproterozoic LIP in the Guiana Shield, Amazonian Craton: U-Pb TIMS Baddeleyite, geochemical and paleomagnetic evidence. *Lithos* 174, 175-195.
- Ruiz, A. S., 2005. Evolução geológica do Sudoeste do Cráton Amazônico na região limítrofe Brasil-Bolívia. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, 2005, 259 p.
- Saes, G. S., Leite, J. A. D. e Alvarenga, C. J. S., 1992. Evolução tectono-sedimentar do Grupo Aguapeí, Proterozóico Médio na porção meridional do Cráton Amazônico: Mato Grosso e Oriente Boliviano. *Rev. Bras. Geoc.*, 23, 31-37



- Saes, G. S. e Fragoso-Cesar, A. R. S., 1994. The Aguapeí basin (Southwest Amazonia): A Grenville age aulacogen of the Sunsas orogeny. 38º Congresso Brasil. Geologia, Balneário Camburiú - SC., 1, 207-209.
- Santos, J. O. S., Hartmann, L. A., Gaudette, H. E., Groves, D. I., McNaughton, N. J., Fletcher, I. R., 2000. A new understanding of the Provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. *Gond. Res.*, 3, 453-488.
- Teixeira, W., Geraldes, M. C., D'Agrella-Filho, M. S., Santos, J. O. S., Barros, M. A. S., Ruiz, A. S., Costa, P. C. C., 2011. Mesoproterozoic juvenile mafic-ultramafic magmatism in the SW Amazonian Craton (Rio Negro-Juruena province): SHRIMP U-Pb geochronology and Nd-Sr constraints of the Figueira Branca Suíte. *J. South Am. Earth Sci.*, 32, 309-323.