

## RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS PRELIMINARES DO GRUPO SANTA FÉ (PALEOZÓICO DA BACIA SANFRANCISCANA): IMPLICAÇÕES SOBRE A IDADE E PALEOLATITUDE DA SEDIMENTAÇÃO GLACIAL

Daniele Brandt e Marcia Ernesto

Recebido em 5 dezembro, 2005 / Aceito em 28 junho, 2006  
Received on December 5, 2005 / Accepted on June 28, 2006

**ABSTRACT.** A paleomagnetic study was performed on the Late Paleozoic Floresta Formation (Santa Fé Group) of the Sanfranciscana Basin, central Brazil. Thirty nine individual sites were sampled throughout a ten meters section near Santa Fé de Minas city. After detailed demagnetization procedures a unique characteristic remanence component was identified which was carried by both magnetite and hematite. Considering the indication of a previous investigation that hematite was formed during the initial stages of diagenesis it is concluded that magnetization is primary. This characteristic magnetization direction is of reversed polarity as expected for remanences acquired during the Permo-Carboniferous Reversed Superchron (PCRS, 260–315Ma), and the mean inclination indicates a paleolatitude of 44°S for the sediment deposition. The corresponding paleomagnetic pole is located at 326.0°E 62.0°S ( $\alpha_{95} = 5.1^\circ$ ;  $k = 23$ ), and the age interval (260–280Ma) is constrained by the normal polarity events within the PCRS.

**Keywords:** Paleomagnetism, Permo-Carboniferous, Sanfranciscana Basin.

**RESUMO.** Foi realizado estudo paleomagnético em amostras da Formação Floresta (Grupo Santa Fé) do Paleozóico Superior da Bacia Sanfranciscana, Brasil Central. Foram amostrados trinta e nove sítios independentes ao longo de cerca de dez metros da uma seção estratigráfica localizada próximo à cidade de Santa Fé de Minas. Após procedimentos detalhados de desmagnetização, foi identificada uma única componente de magnetização cujos portadores foram a magnetita e a hematita. Estudos anteriores indicaram que a hematita foi formada nos estágios iniciais da diagênese e, portanto, conclui-se que a magnetização é de origem primária. A magnetização remanente característica apresenta polaridade reversa compatível com o Superchron de Polaridade Reversa do Permo-Carbonífero (Kiaman, 260–315Ma) e a inclinação média indica uma paleolatITUDE de 44°S para a deposição dos sedimentos. O pólo paleomagnético correspondente está situado a 326, 0°E 62, 0°S ( $\alpha_{95} = 5, 1^\circ$ ;  $k = 23$ ) e o intervalo de idade (260–280Ma) é definido por eventos de polaridade normal dentro do PCRS.

**Palavras-chave:** Paleomagnetismo, Permo-Carbonífero, Bacia Sanfranciscana.

## INTRODUÇÃO

As curvas de deriva polar aparentes (CDPA) para os diversos blocos continentais devem ser construídas a partir de pólos paleomagnéticos que atendam aos critérios de qualidade reconhecidos atualmente (p. ex. Van der Voo, 1990). Para o Paleozóico Superior existem poucos pólos paleomagnéticos da América do Sul que possam ser considerados pólos de referência (Gilder et al., 2003), isto é, atendam à maioria dos critérios de qualidade. Na compilação feita por McElhinny et al. (2003) foram selecionados apenas 11 pólos da América do Sul e apenas 2 obtiveram índice  $Q=6$  (numa escala de 0 a 7). Um dos problemas mais freqüentes e graves na determinação da CDPA é a falta de controle geocronológico das formações sedimentares estudadas.

Determinações de idade absolutas para formações sedimentares são raras e o controle de idade mais comum é a identificação de horizontes bioestratigráficos. Entretanto, as zonas bioestratigráficas às vezes são inexistentes ou mal definidas e, neste caso, a incerteza da informação inviabiliza a datação relativa. Neste caso, os dados paleomagnéticos aliados aos dados estratigráficos são os mais precisos para a definição da idade. Embora a CDPA da América do Sul seja ainda insatisfatória, CDPAs construídas a partir de dados de outros blocos do Gondwana (p. ex. McElhinny et al., 2003) fornecem boas indicações nesse aspecto.

O método paleomagnético permite a quantificação dos deslocamentos de um bloco continental ao longo de sua história geológica. Desta forma, permite o cálculo da paleolatidade ocupada por um certo local de amostragem, na época em que a formação geológica em estudo adquiriu a magnetização remanente. Em particular, formações glaciais do intervalo Carbonífero-Permiano, aparentemente depositaram-se em latitudes relativamente baixas, quando se toma o padrão climático atual como referência. Desta forma, informações paleomagnéticas confiáveis de registros geológicos glaciais são altamente relevantes para se estabelecer um modelo climático pretérito.

Este trabalho apresenta resultados paleomagnéticos preliminares das rochas sedimentares glaciais do Grupo Santa Fé (Noroeste do Estado de Minas Gerais), de idade permo-carbonífera. O interesse particular em se realizar estudo paleomagnético nessas rochas reside no fato de se tratar de *redbeds*, ou seja, rochas de coloração avermelhada devido à presença de hematita, cuja origem data do início da diagênese dos sedimentos, no Permo-Carbonífero conforme verificado por Campos & Dardenne (1994). Essa hematita pigmentar aparece envolvendo os grãos detríticos e que, devido à alta coercividade magnética, deve preservar a magnetização adquirida nessa época. Portanto, essas rochas se-

dimentares do Grupo Santa Fé são potencialmente muito adequadas para a obtenção de um pólo paleomagnético capaz de satisfazer vários dos critérios de qualidade desejáveis para um pólo paleomagnético de referência.

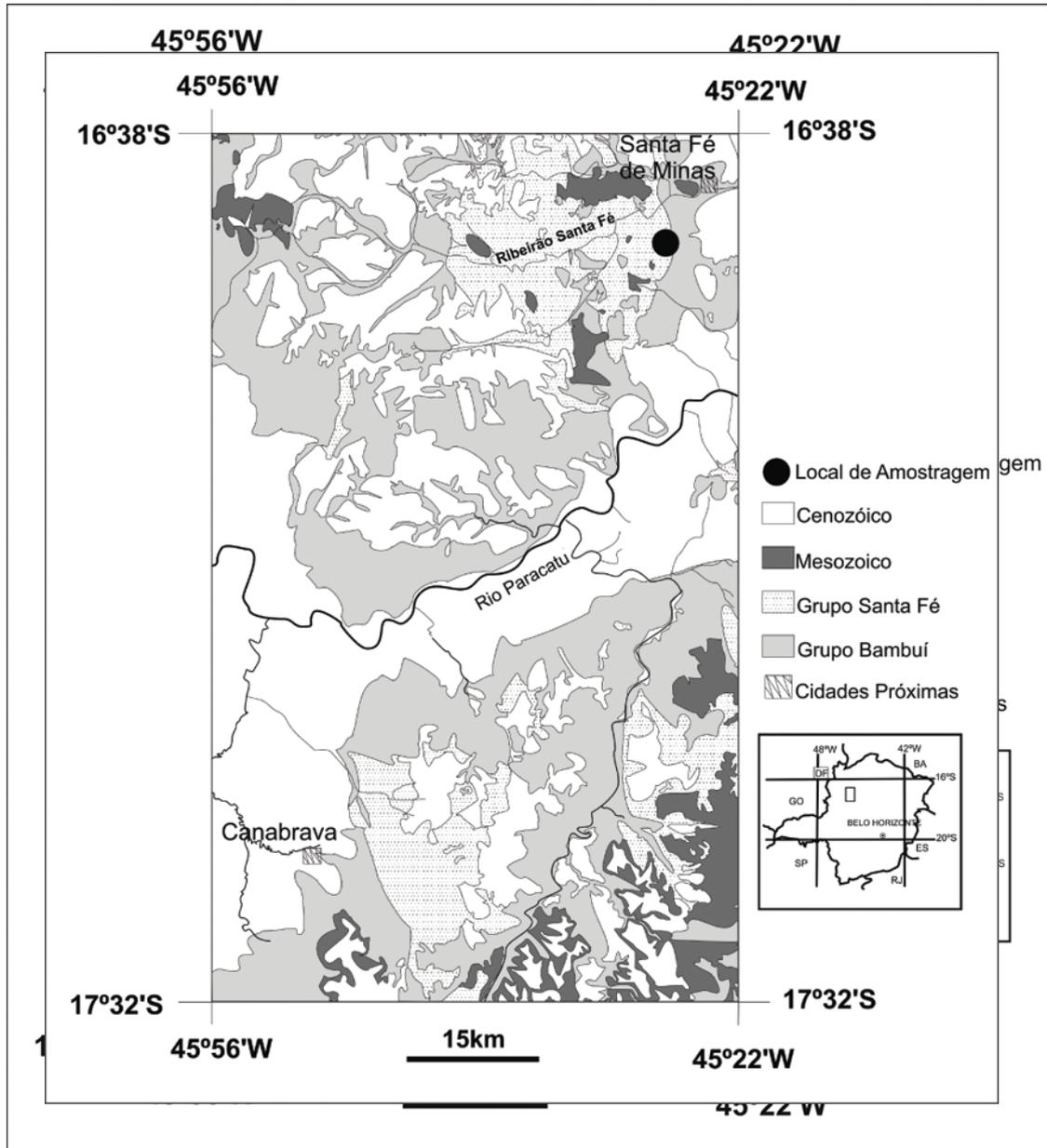
## ASPECTOS GEOLÓGICOS

O Grupo Santa Fé aflora na porção meridional da Bacia Sanfranciscana (cobertura Fanerozóica do Cráton São Francisco) que se estende da região noroeste de Minas Gerais até o Sul do Piauí (Fig. 1). De acordo com Campos & Dardenne (1997) o Grupo Santa Fé se depositou na calha formada por um baixo relativo entre as faixas Brasília, Araçuaí e Espinhaço Setentrional.

O Grupo Santa Fé assenta-se discordantemente sobre a Formação Três Marias do Grupo Bambuí (Proterozóico Superior) e é recoberta pela Formação Areado (Cretáceo Inferior). É composto por arenitos, siltitos, argilitos e diamictitos (tilitos e tilóides) e está localizado estratigraficamente na base da Bacia Sanfranciscana (Campos & Dardenne, 1994 e 1997; Sgarbi et al., 2001). É o grupo aflorante mais antigo encontrado, embora aqueles autores não descartem a possibilidade da existência de sucessões mais antigas subaflorantes.

O posicionamento cronoestratigráfico do Grupo Santa Fé no Permo-Carbonífero foi feito por Campos & Dardenne (1994) baseado na presença de icnofósseis (gêneros *Diplichnites* e *Isopodichnus*), embora, de acordo com Rocha-Campos (comunicação pessoal), estes icnotaxons não são indicativos de idade, pois têm uma ampla distribuição no Fanerozóico. Além disso, são sugestivas as semelhanças litológicas entre esta unidade e o Grupo Itararé do Permo-Carbonífero (Bacia do Paraná).

O Grupo Santa Fé é subdividido nas Formações Floresta e Tabuleiro. A Formação Floresta compreende os membros Brocotó, Brejo do Arroz e Lavado (nomenclaturas dadas com base em feições geográficas e geomorfológicas da região) que se interdigitam lateral e verticalmente. A Formação Tabuleiro recobre os membros da Formação Floresta. Várias evidências apontam para uma origem glacial das rochas desse grupo (Campos & Dardenne, 1994; Dardenne & Campos, 2003; Rocha-Campos et al., 2003): presença de pavimentos estriados com estruturas de roches moutonnées na Formação Três Marias; seixos pingados com presença de estrias e faces polidas (Membro Brejo do Arroz); diamictitos não homogêneos e não estratificados (Membro Brocotó); a ocorrência dos sedimentos em vales largos em "U" (indicadores de escavações das capas de gelo).



**Figura 1** – Mapa geológico simplificado baseado em Projeto São Francisco – CPRM (2002). O círculo cheio indica o ponto de amostragem.

## TRABALHO EXPERIMENTAL

Foi amostrada e analisada uma seção do Membro Lavado da Formação Floresta, situada nas proximidades da cidade de Santa Fé de Minas, noroeste de Minas Gerais (Fig. 1). As amostras orientadas foram coletadas em 39 níveis estratigráficos compreendendo cerca de dez metros da coluna estratigráfica. De cada nível foram retirados pelo menos dois cilindros orientados com auxílio de um amostrador portátil. A orientação foi feita através

de bússola magnética e solar. Dos 79 cilindros orientados obtidos preparou-se, em geral, 3 espécimes cilíndricos de 2,5 cm de diâmetro e 2,2 cm de altura que foram submetidos às análises de laboratório.

Para se identificar as possíveis componentes de magnetização as amostras foram submetidas aos processos de desmagnetização graduais. Uma amostra de cada sítio (nível) foi submetida primeiramente a uma desmagnetização por campos magnéticos alternados (c.a.) no desmagnetizador acoplado

ao magnetômetro criogênico 2G. A desmagnetização foi realizada em passos de 5mT até o campo máximo de 170mT. Ao final do processo a intensidade de magnetização diminuiu em média apenas 35% (Fig. 2), o que indica a presença de minerais magnéticos altamente coercivos. A seguir as mesmas amostras foram submetidas a desmagnetização térmica utilizando-se o forno blindado MMTD60. O processo foi realizado em etapas entre 150°C e 680°C. As curvas de variação da intensidade de magnetização em função da temperatura (Fig. 2) mostraram quedas iniciais para temperaturas variando entre 580°C e 620°C e eliminação total da magnetização a 680°C. Esse comportamento indica a presença de magnetita e da hematita, respectivamente, como principais minerais portadores da remanência.

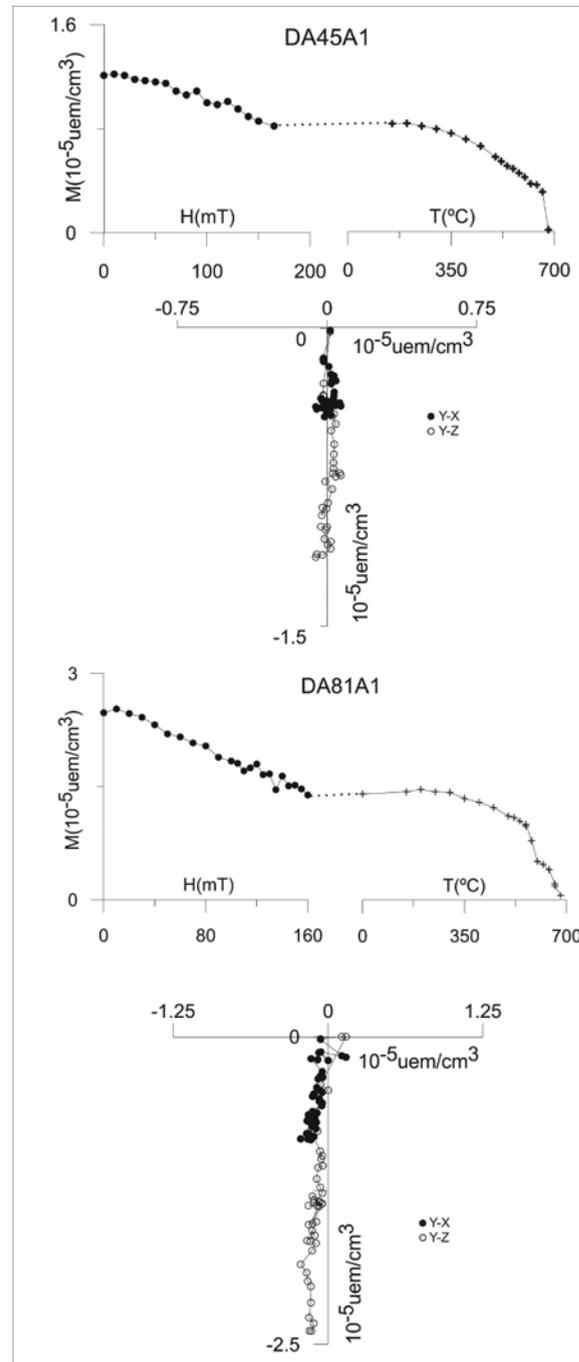
Ao final dos dois procedimentos verificou-se a presença de uma única componente de magnetização através da análise vetorial (Fig. 2) pelo método de Kirschvink (1980). Considerando que a desmagnetização térmica é um processo lento e que pode produzir alterações químico-mineralógicas nas amostras, procurou-se avaliar a necessidade de se efetuar a desmagnetização térmica em todas as demais amostras. Para tanto se comparou a componente de magnetização identificada entre 10–180mT e a componente identificada entre 150–680°C para as 39 amostras inicialmente analisadas (Fig. 3). As direções médias calculadas para os dois grupos resultaram iguais dentro do erro estatístico. Desta forma concluiu-se que tanto os minerais com baixa coercividade (provavelmente magnetita) como os de alta coercividade (hematita), são portadores da mesma direção de magnetização adquirida contemporaneamente, e que, portanto, a desmagnetização c.a. é suficiente para isolar e identificar a única componente de magnetização.

Foram ainda desmagnetizadas termicamente mais 32 amostras e as restantes 46 amostras foram submetidas somente a desmagnetização c.a., obtendo-se, assim, resultados de três amostras por sítio.

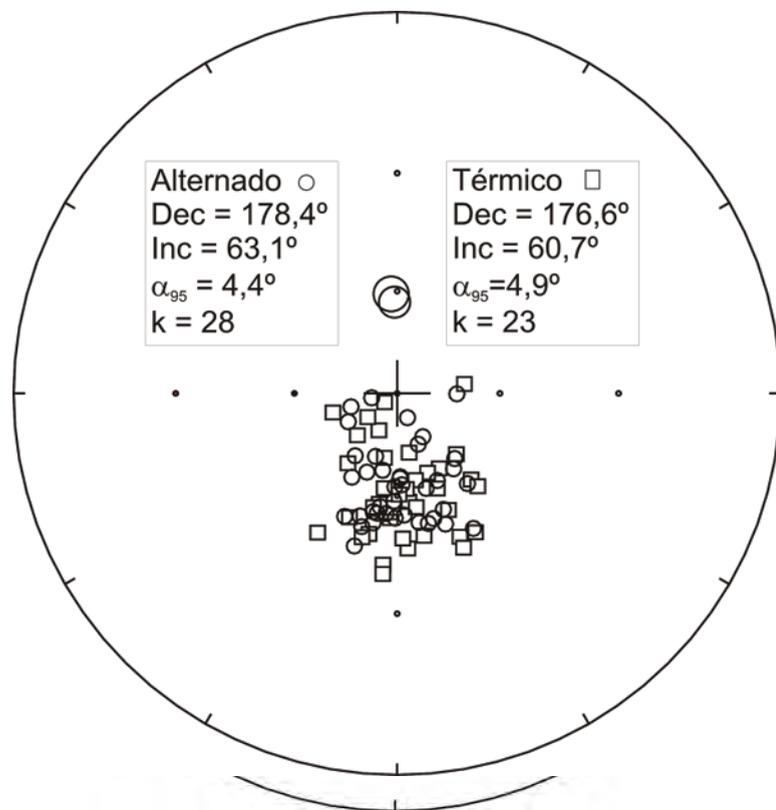
## RESULTADOS

As direções características médias para cada sítio estão apresentadas na Tabela 1 e representadas em rede estereográfica (Fig. 4) e correspondem a campo paleomagnético de polaridade reversa. A maioria dos sítios apresentou dispersão relativamente elevada (parâmetros de Fisher, 1953) devido ao baixo número de dados no cálculo da média ( $N=3$ ); além do mais, cada espécime analisado representa o registro de um instante diferente do campo geomagnético e que varia dependendo da velocidade de sedimentação. A declinação magnética apresenta variações

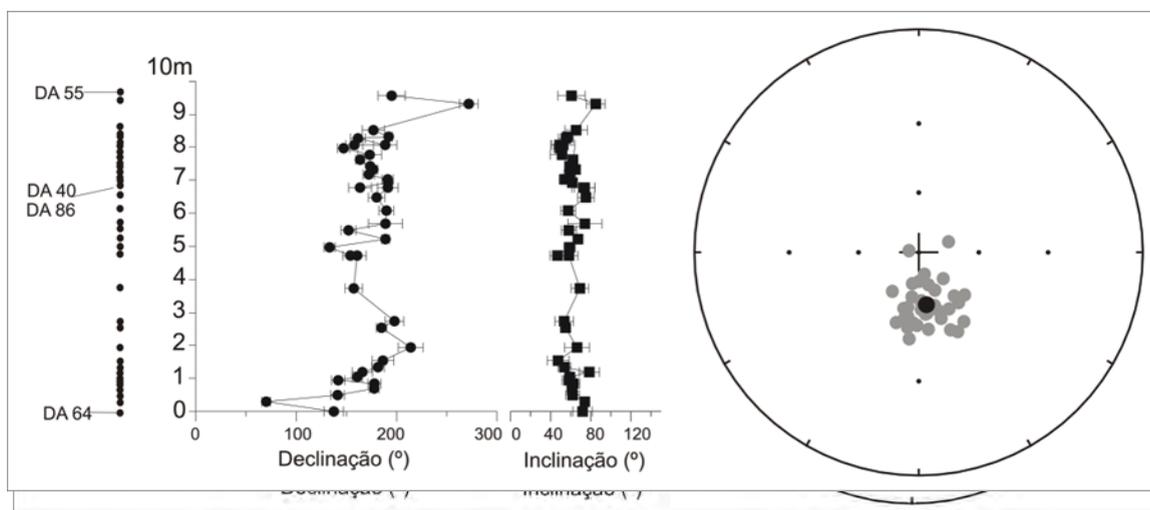
de grande amplitude ao longo da coluna estratigráfica (Fig. 4), principalmente na base e topo da seção e pode refletir variações do campo magnético terrestre ou variações nas condições de sedimentação.



**Figura 2** – Exemplos do comportamento das amostras durante desmagnetizações por campos magnéticos alternados e desmagnetizações térmicas. Os diagramas correspondem às projeções de Zijderveld (1967) e às variações da intensidade da magnetização em função do campo alternado e das temperaturas.



**Figura 3** – Comparação das componentes de magnetização identificadas através de desmagnetizações por campos magnéticos alternados (círculos) e por desmagnetizações térmicas (quadrados). As direções médias calculadas para cada conjunto estão representadas pelos círculos de confiança e foram rotacionadas de 180° por questão de clareza.



**Figura 4** – Variação da declinação e inclinação magnéticas ao longo da estratigrafia, com as respectivas incertezas ( $\alpha_{95}$ ). O estereograma mostra a distribuição das direções características e a direção média da seção, representada pelo círculo de confiança (círculo cheio).

**Tabela 1** – Resultados paleomagnéticos para a seção do Membro Lavado (Formação Floresta).

Sítio		Direção de Magnetização Média				Pólo Geomagnético Virtual	
Nome	Alt. Rel. (m)	Dec (°)	Inc (°)	$\alpha_{95}$ (°)	k	Plong (°E)	Plat (°S)
DA64	0	137,3	71,8	19,3	42	343,1	38,9
DA65*	0,3	70,2	74	8,5	210	342,6	5,1
DA66	0,5	141,1	61,8	13,7	82	357,8	47,9
DA67	0,7	177,6	61,2	9,6	167	318,7	64,4
DA68	0,85	177,8	62,6	12,9	92	318	62,7
DA69	0,95	141,7	58,0	13,4	86	3,5	50,1
DA70	1,05	160,7	59,0	10,1	150	346,8	61,5
DA71	1,2	165,8	78,5	20,1	39	321,3	38,1
DA72	1,35	181,4	53,7	12,5	98	310,7	72,5
DA73	1,55	186,3	47,4	21,6	33	289,5	76,9
DA74	1,95	214,0	66,2	24,7	26	281,1	47,8
DA75	2,55	184,9	54,8	10,2	147	302,3	70,9
DA76	2,75	197,8	53,4	18,5	45	275	66,5
DA77	3,75	157,2	69,1	17,3	52	336	49,9
DA78	4,75	160,6	58,1	18	48	348,3	62,2
DA79	4,75	153,9	46,8	14,9	69	14,8	63,4
DA80	5	133,1	58,8	11,1	124	5,4	43,5
DA81	5,25	188,8	67,1	7,7	256	304,3	56,2
DA82	5,52	152,0	58,0	14,9	69	357,1	57,2
DA83	5,72	188,8	74,1	33,8	14	308,3	46
DA84	6,12	189,8	57,4	14,7	71	294,4	67,1
DA85	6,52	180,0	75,1	16,4	57	314,6	44,8
DA86	6,82	191,2	73,8	20,6	37	306,5	46,1
DA40	6,82	163,5	72,7	22,8	30	327,2	46,9
DA41	6,97	191,4	61,7	7,0	310	296,5	62,1
DA42	7,07	191,0	54,2	11,1	124	288	69,5
DA43	7,22	172,2	59,2	11,5	117	329,2	65,8
DA44	7,37	176,7	64,8	8,7	199	319,1	59,9
DA45	7,47	173,6	58,9	4,6	705	326,9	66,4
DA46	7,67	163,5	62,2	8,8	196	338,8	59,8
DA47	7,82	173,1	51,5	23,7	28	335,4	73,4
DA48	8,02	147,1	49,4	12,4	100	14,3	57,1
DA49	8,12	157,8	48,9	17	53	7,4	65,9
DA50	8,12	188,5	52,4	23,4	29	290,9	72
DA51	8,32	161,4	55,3	14,8	70	351,9	64,8
DA52	8,37	192,0	56,9	7,7	255	289,9	66,7
DA53	8,57	176,8	65,5	22,4	31	318,7	59
DA54*	9,37	271,9	85,0	18,5	45	304,2	16,2
DA55	9,62	195,0	60,8	27,1	22	290,4	61,8
<b>Média</b>	<b>N = 37</b>	<b>172,4</b>	<b>61,9</b>	<b>3,6</b>	<b>44</b>	<b>326,0</b>	<b>62,0</b>

\*Sítios descartados da média; Dec = declinação, Inc = inclinação,  $\alpha_{95}$  e k = parâmetros estatísticos de Fisher (1953), Plong = longitude do pólo, Plat = latitude do pólo.

A direção média geral obtida para o Membro Lavado, dando-se peso um por sítio é  $Dec = 171, 8^\circ$ ,  $Inc = 63, 4^\circ$  ( $N = 39$ ;  $\alpha_{95} = 4^\circ$ ;  $k = 34$ ). Neste caso a dispersão é baixa e compatível com o esperado para uma distribuição de dados devida unicamente à variação secular do campo geomagnético. Para cada direção encontrada, calculou-se o pólo geomagnético virtual (PGV) correspondente (Tabela 1 e Fig. 5) e o pólo paleomagnético foi calculado dando-se peso um aos PGVs individuais. Alguns PGVs afastam-se mais de  $30^\circ$  do pólo médio e devem ser descartados da média porque não representam o comportamento padrão do campo geomagnético dipolar. Para melhor se avaliar essa dispersão, o pólo médio foi rotacionado até coincidir com o pólo sul geográfico (Fig. 5B); os dados situados além do círculo de colatitudes de  $30^\circ$  foram então rejeitados; o novo pólo paleomagnético foi calculado (Fig. 5C) e situa-se a  $326, 0^\circ E$  e  $62, 0^\circ S$  ( $N = 37$ ;  $\alpha_{95} = 5, 1^\circ$ ;  $k = 23$ ).

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O pólo paleomagnético obtido (SF) embora baseado somente em uma seção do Membro Lavado representa consideravelmente bem o Grupo Santa Fé, uma vez que foi baseado em aproximadamente 10m de sedimentação, com um número grande de sítios de amostragem. Quando comparado à curva de deriva polar aparente (CDPA) da América do Sul sugerida por Gilder et al. (2003), o pólo SF não se superpõe a essa curva (Fig. 6), embora a idade sugerida para o Grupo Santa Fé esteja dentro do intervalo de idades compreendido por essa CDPA. Entretanto, deve-se levar em conta que a maioria dos dados considerados nessa CDPA têm problemas quanto à determinação de idade, baixo número de sítios de amostragem, e são provenientes de regiões afetadas por tectonismo. O pólo SF quando comparado à CDPA proposta por McElhinny et al. (2003) para o Gondwana, também não concorda com essa curva, uma vez que os círculos de confiança de SF (SF-1 na Fig. 6) e dos pólos médios não se superpõem total ou parcialmente. Entretanto, SF coloca-se na mesma linha de latitude do pólo médio correspondente a 260 Ma. Esta comparação, entretanto, não é perfeitamente diagnóstica, uma vez que os pólos paleomagnéticos disponíveis para o Gondwana também não atingem o maior grau de confiabilidade ( $Q \leq 4$ ).

O Superchron Reverso do Permo-Carbonífero (PCRS) situa-se no intervalo aproximado de 262-312Ma (p. ex. Alva-Valdivia et al., 2002) e alguns intervalos de polaridade normal já foram identificados na base do PCRS e também a aproximadamente 280Ma (Alva-Valdivia et al., op. cit.). Considerando que a seção analisada do Membro Lavado não contém inversões de polaridade,

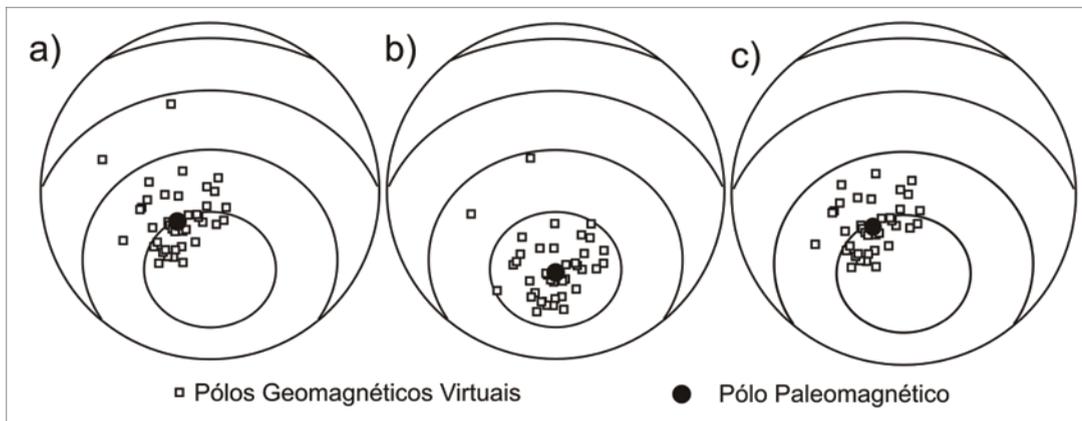
pode-se restringir sua idade provável ao intervalo 260–280Ma, uma vez que a seção estudada é exclusivamente de polaridade reversa. A inclinação da direção média de magnetização é proporcional à latitude ocupada pela região amostrada na época da aquisição da remanência magnética e equivale a uma paleolatidade de  $43, 9^\circ$ , portanto cerca de  $27^\circ$  mais ao sul do que se encontra atualmente.

Do ponto de vista da confiabilidade, este novo pólo paleomagnético satisfaz a pelo menos 4 ( $Q=4$ ) critérios estabelecidos por Van der Voo (1990):

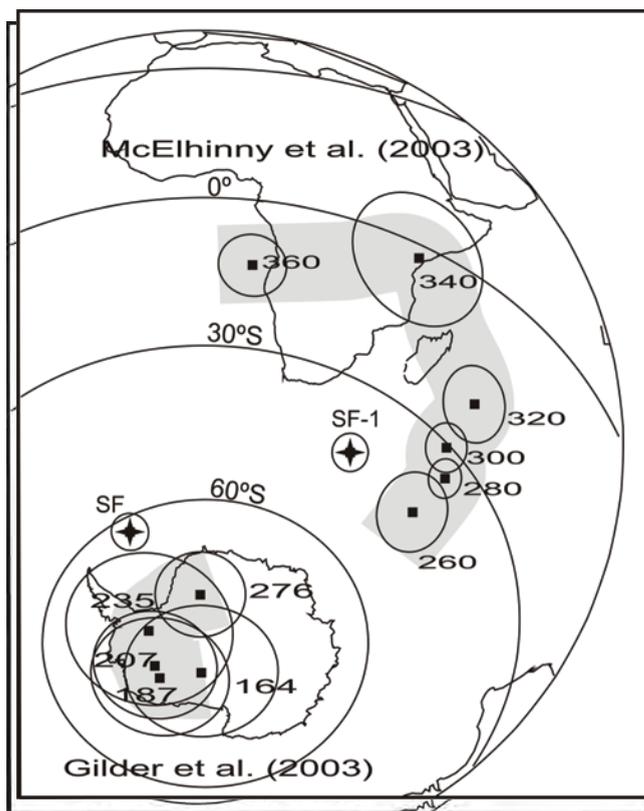
- 1) número de amostras e parâmetros estatísticos ( $N > 24$ ,  $k \geq 10$ ,  $\alpha_{95} \leq 16$ );
- 2) desmagnetização detalhada;
- 3) controle estrutural e coerência tectônica com o bloco cratônico envolvido, não há evidências de rotações do terreno intra-placa;
- 4) o pólo paleomagnético não se assemelha a paleopólos de idade mais jovem.

Entretanto, outro critério estabelecido mas que não pode ser atendido é quanto à presença de inversões de polaridade. Neste caso, a seção estudada insere-se dentro do longo intervalo de polaridade reversa do Permo-Carbonífero e, portanto, não foram observadas inversões. Por outro lado, o fato das amostras apresentarem magnetização reversa e nenhuma componente semelhante ao campo atual é um aspecto que reforça a qualidade dos dados obtidos. Além do mais, existem dois tipos de portadores magnéticos nessas rochas – magnetita e hematita, ambos tendo registrado a mesma direção de magnetização. A presença de hematita, quando a origem é deposicional ou data dos primórdios da diagênese, é uma garantia de que a magnetização primária deve ter sido preservada, uma vez que sua grande estabilidade magnética não permite remagnetizações por indução magnética, a não ser que eventos tectônicos ou hidrotermais tenham acontecido, o que não há registros na região de estudo.

Futuras investigações paleomagnéticas contemplando outras seções da Formação Floresta situadas em pontos distintos da Bacia, bem como uma seção do embasamento Grupo Bambuí, permitirão investigar possíveis deslocamentos relativos dos terrenos dentro da Bacia e também se houve eventos de remagnetização posteriores à sedimentação paleozóica. Esses trabalhos estão em desenvolvimento e os resultados serão divulgados futuramente.



**Figura 5** – a) Distribuição dos PGVs da seção estudada e localização do pólo paleomagnético (círculo cheio); b) PGVs rotacionados para que o pólo médio concorde com o pólo geográfico; c) distribuição dos PGVs incluídos no cálculo do pólo paleomagnético (círculo cheio) e restaurados às coordenadas originais.



**Figura 6** – Comparação do pólo paleomagnético obtido (SF) com a curva de deriva polar aparente (CDPA) para a América do Sul (Gilder et al., 2003) e a comparação de SF-1 com a CDPA para o Gondwana (McElhinny et al., 2003), mantendo a África como referência. O pólo SF-1 é o pólo SF rotacionado, segundo os mesmos parâmetros utilizados para a construção da CDPA do Gondwana.

## AGRADECIMENTOS

A Fapesp, pela concessão da bolsa de mestrado (processo 03/103-89) e aos professores Antonio Carlos Rocha Campos e Paulo dos Santos pela assistência durante os trabalhos de campo.

## REFERÊNCIAS

- ALVA-VALDIVIA LM, GOGUITCHAICHVILI A, GRAJALES M, DIOS AF de, URRUTIA-FUCUGAUCHI J, ROSALES C & MORALES J. 2002. Further constraints for Permo-Carboniferous magnetostratigraphy: case study of the sedimentary sequence from San Salvador – Pantlanoaya (Mexico). *C. R. Geoscience* 334: 811–817.
- CAMPOS JEG & DARDENNE MA. 1994. A Glaciação Neopaleozóica na Porção Meridional da Bacia Sanfranciscana. *Rev. Bras. Geoc.* 24: 65–76.
- CAMPOS JEG & DARDENNE MA. 1997. Origem e Evolução Tectônica da Bacia Sanfranciscana. *Rev. Bras. de Geoc.* 27(3): 283–294.
- CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2002. Projeto São Francisco. Folha SE.23-V-B-São Romão e Folha SE.23-V-D-João Pinheiro.
- DARDENNE MA & CAMPOS JEG. 2003. Glacigenic facies stratigraphy of the Santa Fé Group in the Sanfranciscana Basin. 3rd Latinamerican Congress of Sedimentology, Belém, PA. p. 18–19.
- FISHER RA. 1953. Dispersion on a sphere. *Proc. R. Soc. London Ser. A* 217, pp. 295–305.
- GILDER S, ROUSSE S, FARBER D, McNULTY B, SEMPERE T, TORRES V & PALACIOS O. 2003. Post-Middle Oligocene origin of paleomagnetic rotations in Upper Permian to Lower Jurassic rocks from northern and southern Peru. *Earth Planet. Sci. Letters*, 210: 233–248.
- KIRSCHVINK JL. 1980. The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data. *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 62: 699–718.
- McELHINNY MW, POWEL CM & PISAREVSKY SA. 2003. Paleozoic Tectonics of eastern Australia and the drift history of Gondwana. *Tectonophysics* 362: 41–65.
- ROCHA-CAMPOS AC, SANTOS PR dos, TOMIO A & SALVETTI RAP. 2003. Alternative Paleogeography of Late Paleozoic Glacial Rocks of NW State of Minas Gerais. 3rd Latinamerican Congress of Sedimentology. Belém, PA. p. 144–146.
- SGARBI GNC, SGARBI PBA, CAMPOS JEG, DARDENNE MA & PENHA UC. 2001. Bacia Sanfranciscana: O Registro Fanerozóico da Bacia do São Francisco. In: PINTO CP & MARTINS NETO MA (Ed.). *Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais*. SBG MG, Belo Horizonte, p. 93–138.
- VAN DER VOO R. 1990. The reliability of paleomagnetic data. *Tectonophysics* 184: 1–9.
- ZIJDERVELD JDA. 1967. A. C. demagnetization of Rocks: Analysis of Results. In: COLLINSON DW, CREER KM & RUNCORN SK (Ed.). *Methods and Techniques in Paleomagnetism*, Elsevier, Amsterdam: p. 254–286.

## NOTAS SOBRE OS AUTORES

**Daniele Brandt** é bacharel em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF – USP) em 2003. Mestre em Geofísica em 2006 no Programa de Pós-Graduação em Geofísica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG/USP), com o Projeto “Paleomagnetismo do Neopaleozóico da Bacia Sanfranciscana, Noroeste de Minas Gerais”.

**Marcia Ernesto** é doutora e livre-docente em Geofísica pela Universidade de São Paulo onde ocupa o cargo de Professora Titular desde 2001. Atuou junto às universidades de Edimburgo, Munique, Berkeley, entre outras, como pós-doutoranda ou pesquisadora-visitante. É coordenadora do Laboratório de Paleomagnetismo do IAG/USP, pesquisadora do CNPq (nível I-A) e autora de mais de 50 trabalhos científicos e inúmeras comunicações em congressos, além da orientação de teses e dissertações.