

1. Publicação nº <i>INPE-3283-PRE/605</i>	2. Versão	3. Data <i>Set., 1984</i>	5. Distribuição ☐ Interna ☒ Externa ☐ Restrita
4. Origem <i>DGA/DIG</i>	Programa <i>GEOMAGNETISMO</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>ANOMALIA MAGNÉTICA BRASILEIRA</i> <i>GEOMAGNETISMO</i>			
7. C.D.U.: <i>550.382.7</i>			
8. Título <i>PERCURSO DA ANOMALIA MAGNÉTICA BRASILEIRA</i> <i>ENTRE 1922 e 1969</i>		10. Páginas: <i>13</i>	
		11. Última página: <i>10</i>	
9. Autoria <i>D.J.R. Nordemann</i> <i>N.B. Trivedi</i>		12. Revisada por <i>R. P. Kane</i>	
Assinatura responsável <i>J. Nordemann</i>		13. Autorizada por <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor Geral	
14. Resumo/Notas <i>As médias anuais da grandeza F da componente horizontal H e da declinação D do campo magnético terrestre de quatro estações sul-americanas (La Quiaca 294,4°E; 22,1°S, Vassouras 316,3°E; 22,4°S, Huanacayo 284,7°E; 12,0°S e Pilar 296,1°E; 31,7°S) entre 1922 e 1976 permitiram determinar a trajetória do centro da anomalia magnética brasileira usando um modelo cônico para a anomalia. A evolução é discutida em termos da variação secular, de deriva para oeste e de movimentos secundários.</i>			
15. Observações <i>Este trabalho foi parcialmente subvencionado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), através do contrato FINEP 537/CT. Trabalho apresentado na 36ª Reunião anual da SBPC.</i>			

PERCURSO DA ANOMALIA MAGNÉTICA BRASILEIRA ENTRE 1922 e 1969

D.J.R. Nordemann e N.B. Trivedi

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
12200 São José dos Campos, S.P., Brasil

ABSTRACT

Annual means of the total F , of the horizontal component H and of the declination D of the Earth's magnetic field from four South America observatories (La Quiaca 294.4°E ; 22.1°S , Vassouras 316.3°E ; 22.4°S , Huancayo 284.7°E ; 12.0°S and Pilar 296.1°E ; 31.7°S) from 1922 to 1969 were used to determine the trajectory of the center of the brazilian magnetic anomaly through a conical model. The evolution observed is discussed in terms of secular variations, westward drift and secondary movements.

PERCURSO DA ANOMALIA MAGNÉTICA BRASILEIRA ENTRE 1922 e 1969

D.J.R. Nordemann e N.B. Trivedi

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
12200 São José dos Campos, S.P., Brasil

RESUMO

As médias anuais da grandeza F da componente horizontal H e da declinação D do campo magnético terrestre de quatro estações sul-americanas (La Quiaco $294,4^{\circ}\text{E}$; $22,1^{\circ}\text{S}$, Vassouras $316,3^{\circ}\text{E}$; $22,4^{\circ}\text{S}$, Huan Cayo $284,7^{\circ}\text{E}$; $12,0^{\circ}\text{S}$ e Pilar $296,1^{\circ}\text{E}$; $31,7^{\circ}\text{S}$) entre 1922 e 1976 permitiram determinar a trajetória do centro da anomalia magnética brasileira usando um modelo cônico para a anomalia. A evolução é discutida em termos da variação secular, de deriva para oeste e de movimentos secundários.

1- INTRODUÇÃO

As médias anuais das componentes horizontais (H) e verticais (Z) e da declinação (D) do campo magnético terrestre, obtidas em quatro estações sul-americanas (La Quiaca $294,4^{\circ}\text{E}$; $22,1^{\circ}\text{S}$, Vassouras $316,3^{\circ}\text{E}$; $22,4^{\circ}\text{S}$, Huancayo $284,7^{\circ}\text{E}$; $12,0^{\circ}\text{S}$ e Pilar $296,1^{\circ}\text{E}$; $31,7^{\circ}\text{S}$) entre 1922 e 1969, permitiram estudar a trajetória do centro da anomalia magnética brasileira sul-atlântica. Foram analisados durante este intervalo os percursos das anomalias de D, H e F (grandeza do campo magnético).

2- HIPÓTESES E METODOLOGIA EMPREGADA

Em primeiro lugar, as anomalias em questão foram consideradas como cônicas. Isto é justificado pela observação de círculos como linhas de iguais valores nos mapas de anomalia e pelas variações quase que lineares em função da sua distância ao centro da anomalia (Figura 1). Em seguida, foi aplicado aos dados D, H ou F, ano por ano, um método de iteração o que permitiu obter as coordenadas do centro da anomalia e o valor do fundo do cone; isto é, o valor máximo encontrado no centro da anomalia e o gradiente em função da sua distância ao centro. No desenvolvimento deste estudo foram considerados somente os dados obtidos em quatro estações, nos anos para os quais existiam os resultados simultâneos para as quatro estações, isto é em 35 anos entre 1922 e 1969. A hipótese da anomalia de forma cônica é bastante simples e reduziu o número de parâmetros procurados a quatro. Por esta razão, o método empregado pôde ser um método iterativo, embora não fosse necessário recorrer à aplicação do método dos mínimos quadrados. Alguns testes foram feitos com um método de otimização, o que permitiu analisar as medidas de mais de quatro estações; os quais não são apresentados neste trabalho.

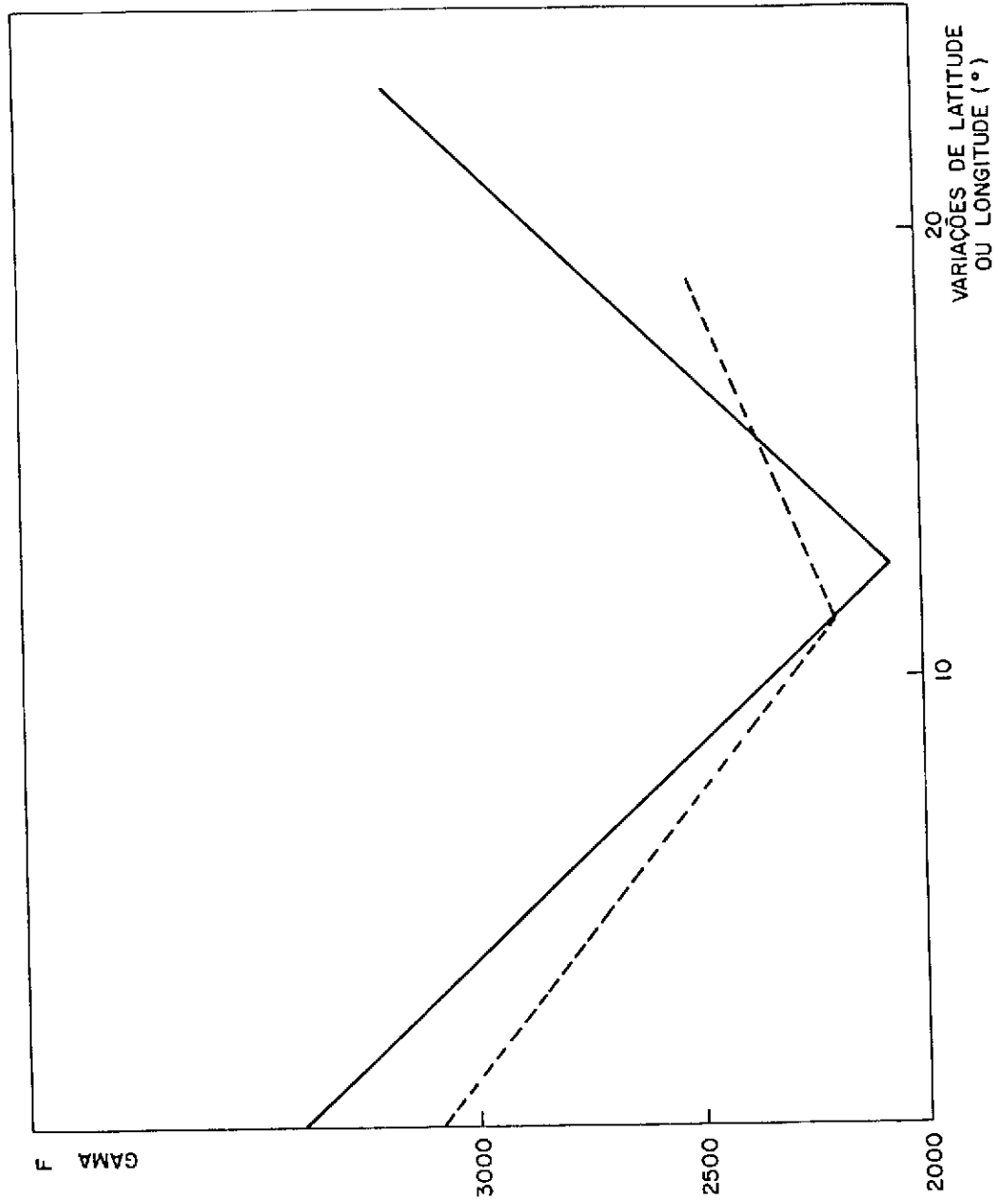


Fig. 1 - Variações da componente horizontal H ao longo de dois perfis que passam pelo centro da anomalia magnética brasileira (1975). As variações observadas justificam o modelo cônico para os valores de H na região de centro da anomalia.

3- RESULTADOS

Os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3. A Figura 2 apresenta num mesmo mapa a deriva dos centros de anomalia de D, F e H assim como as estações magnéticas cujos resultados foram empregados. Para cada ano, sabe-se que os centros das anomalias de D, H e F não coincidem e que com o decorrer dos anos estes centros apresentam trajetórias que são diferentes e que não são paralelas. Além disso, os três centros não mostram uma simples deriva para o oeste, como era esperado, mas uma nítida deriva para o sul, acompanhada de uma tendência para o oeste, no caso de D e de F, e para o leste, no caso de H. Os valores globais entre 1922 e 1969 são apresentados na Tabela 4. Os valores são diferentes uns dos outros. A deriva para o oeste domina somente no caso do centro de anomalia de D. Em todos os casos, a deriva para o sul é importante.

Os resultados obtidos, embora sendo preliminares, mostram o interesse da aplicação do método empregado. O método pode ser estendido a um número maior de estações magnéticas e pode também ser aplicado a modelos que não sejam simplesmente cônicos, embora o aumento do número de parâmetros não seja aconselhável devido aos grandes problemas de convergências encontrados. O caso de quatro parâmetros determinados a partir da análise dos dados de quatro estações é bastante elementar e, por isto, apresenta certas restrições: necessidade de centro da anomalia encontra-se perto do conjunto das estações, imprecisão sobre a determinação dos parâmetros e certa dependência dos resultados da posição das estações.

TABELA 1

ANOMALIA DE D

	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)
22	291.51	22.64	5.12	0.23
23	291.31	22.90	4.86	0.25
24	291.08	23.16	4.63	0.26
25	291.06	23.26	4.37	0.27
26	290.82	23.48	4.13	0.29
27	290.65	23.62	3.85	0.30
28	290.47	23.74	3.59	0.31
29	290.28	23.85	3.30	0.33
30	290.13	23.95	3.06	0.34
31	289.95	24.04	2.77	0.36
32	289.79	24.14	2.51	0.37
33	289.68	24.20	2.28	0.38
42	288.76	24.74	0.37	0.47
43	288.64	24.80	0.15	0.48
44	288.56	24.84	-0.08	0.49
45	288.51	24.86	-0.28	0.50
46	288.46	24.88	-0.47	0.51
47	288.34	24.93	-0.68	0.52
48	288.21	25.00	-0.91	0.53
49	288.13	25.05	-1.15	0.54
50	288.04	25.09	-1.39	0.55
51	287.96	25.12	-1.62	0.56
52	287.88	25.16	-1.88	0.57
53	287.80	25.19	-2.15	0.59
55	287.63	25.27	-2.69	0.61
56	287.52	25.32	-2.98	0.62
61	287.14	25.51	-4.52	0.69
62	287.11	25.55	-4.84	0.71
64	286.96	25.63	-5.50	0.72
65	286.89	25.69	-5.85	0.74
66	286.80	25.73	-6.16	0.75
67	286.49	25.93	-6.52	0.77
68	286.63	25.81	-6.82	0.79
69	286.23	26.08	-7.19	0.80

TABELA 2

ANOMALIA DE F

	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)
22	309.02	18.66	23159	260
23	309.33	19.16	23387	247
24	309.29	19.38	23402	245
25	309.21	19.62	23378	245
26	309.13	19.89	23396	244
27	308.99	20.06	23353	246
28	308.98	20.28	23337	245
29	308.95	20.45	23298	246
30	308.93	20.72	23313	244
31	308.91	20.89	23299	245
32	308.92	21.11	23295	244
33	308.89	21.30	23289	244
42	308.61	22.45	23079	243
43	308.59	22.61	23060	242
44	308.57	22.67	23005	243
45	308.56	22.80	22968	243
46	308.59	22.88	22929	241
47	308.48	22.89	22876	242
48	308.47	23.03	22832	242
49	308.33	23.01	22764	243
50	308.42	23.25	22783	238
51	308.35	23.17	22727	238
52	308.32	23.30	22685	238
53	308.34	23.49	22674	236
55	308.33	23.73	22618	233
56	308.16	23.48	22524	236
61	307.79	23.60	22293	237
62	307.78	23.71	22290	234
63	307.70	23.74	22238	234
64	307.64	23.72	22202	233
65	307.63	24.01	22188	230
66	307.51	23.93	22128	231
67	307.46	23.98	22091	230
68	307.34	23.90	22042	229
69	307.27	23.88	22007	229

TABELA 3

ANOMALIA DE H

	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)
22	313.07	35.90	21119	232
23	313.34	36.44	20987	232
24	313.57	36.95	20844	232
25	313.56	37.15	20729	234
26	313.79	37.81	20547	234
27	313.47	37.52	20531	237
28	313.64	37.92	20382	238
29	313.70	38.11	20268	239
30	314.06	38.94	20048	239
31	314.17	39.22	19935	241
32	314.61	40.05	19695	241
33	314.81	40.57	19530	242
42	315.68	43.79	18174	253
43	315.98	44.51	17924	254
44	315.94	44.45	17842	255
45	316.06	44.84	17666	256
46	316.40	45.49	17418	256
47	315.77	45.54	17582	258
48	316.12	45.26	17303	259
49	316.26	45.71	17123	259
50	316.84	46.93	16755	258
51	316.52	46.25	16859	258
52	316.72	46.79	16626	260
53	317.74	48.87	16034	259
55	318.94	51.31	15261	259
56	317.34	47.93	16045	260
61	316.50	46.40	16086	263
62	317.50	48.31	15576	261
63	317.45	48.23	15534	260
64	317.38	47.98	15546	260
65	318.89	51.37	14595	259
66	318.21	49.98	14885	260
67	318.72	51.05	14539	259
68	318.25	50.12	14721	259
69	318.26	50.15	14657	259

TABELA 4

VALORES ANUAIS MÉDIOS ENTRE 1922 e 1969 DAS DERIVAS GEOGRÁFICAS DOS CENTROS DAS ANOMALIAS DE D, F e H (EXPRESSO EM GRAUS DE LATITUDE OU DE LONGITUDE POR ANO)

	D	F	H
Deriva para o oeste	0,112 ^o /a	0,037 ^o /a	-0,110 ^o /a
Deriva para o sul	0,073 ^o /a	0,111 ^o /a	0,303 ^o /a

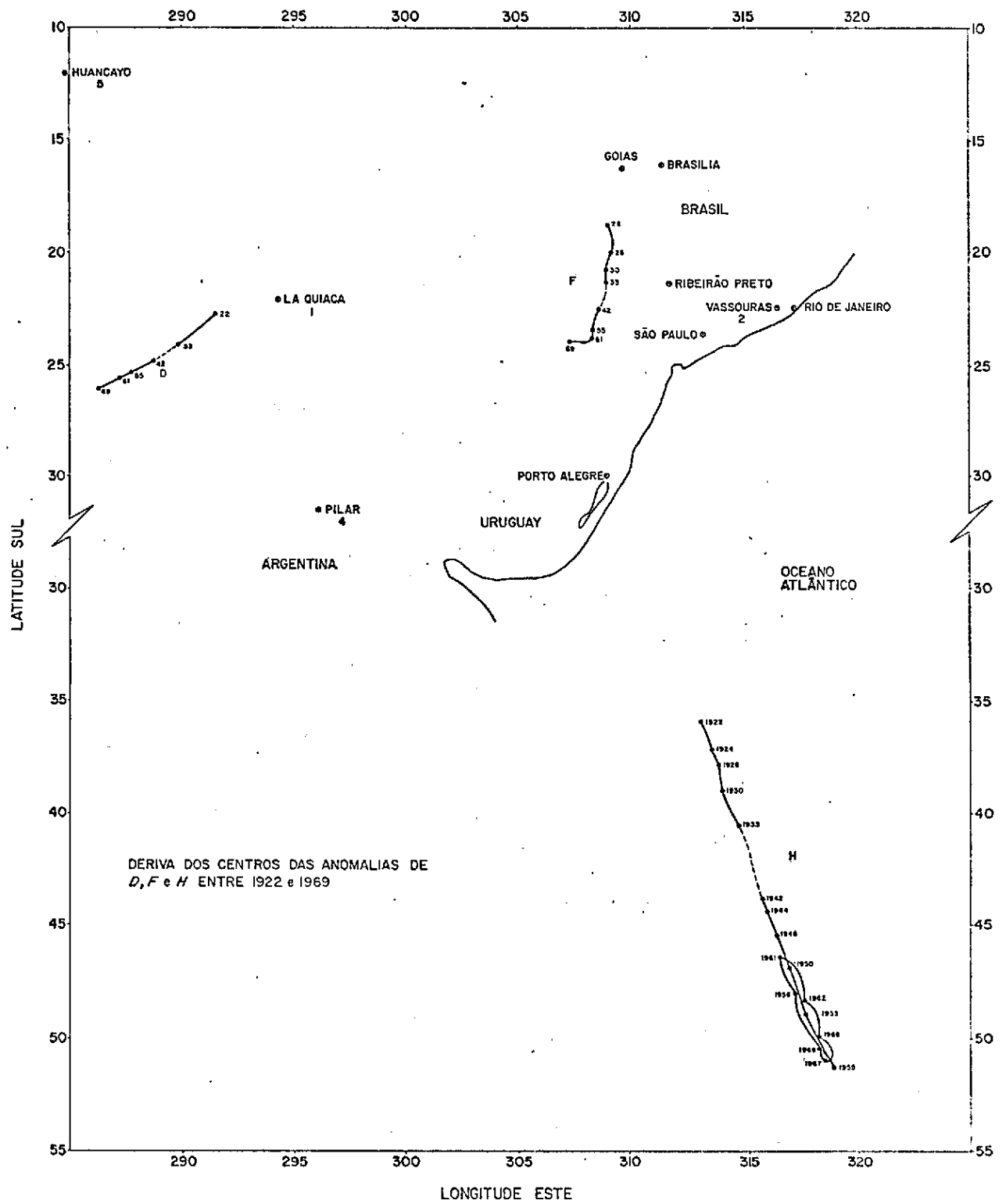


Fig. 2 - Deriva dos centros das anomalias de D, F e H entre 1922 e 1969.

4- CONCLUSÃO E INTERPRETAÇÃO

A finalidade deste estudo era observar o comportamento da anomalia magnética através das variações dos parâmetros associados aos seus centros. A partir dos resultados obtidos pode-se sugerir uma possível causa para esta anomalia. A sua causa é interna e profunda, o que já era conhecido, e, além de não ser ligada de maneira rígida à crosta, ela não apresenta uma simples deriva para o oeste, como mostraram estudos de arqueomagnetismo (Bucha, 1965) e de modelos geomagnéticos (R. Godoy, 1982), mas uma deriva mais complexa para o sul (D, F e H) para o oeste (D e F) e para o leste (H). Sem entrar em cálculos complicados, a tentativa de associar a anomalia a um dipolo magnético leva a pensar em um dipolo quase-horizontal e quase-alinhado com o eixo norte-sul magnético, a fim de permitir importantes variações da componente horizontal do campo terrestre, e uma certa variação da declinação em torno do valor zero. Admitindo esta hipótese, e a anomalia sendo negativa, pode-se sugerir que o suporte deste dipolo é um corpo rico em ferro situado a uma profundidade conveniente (parte inferior da crosta ou manto superior) e polarizado magneticamente no mesmo sentido que o campo ambiente, a fim de que a sua contribuição em segunda posição principal de Gauss seja negativa. As temperaturas elevadas que reinam nas profundidades consideradas eliminam a possibilidade de se tratar de uma magnetização remanente. Tratar-se-ia de uma substância com um comportamento talvez superparamagnético, o qual providenciaria uma fácil magnetização com susceptibilidade magnética elevadíssima. É sugerida a possibilidade de que se trataria de um meteorito rico em ferro, em movimento lento na parte inferior da crosta ou no manto superior, na região do Oceano Atlântico Sul Ocidental.

REFERÊNCIAS

Bucha, V. (1965) Travaux de l'Institut Géophysique de l'Académie Tchèqueoslovaque de Sciences. Geophys. SG., 206, 335-369.

Godoy, R.C. de (1980) Variação secular da intensidade do campo geomagnético no Brasil. Tese de Mestrado, Instituto de Geociências UFRJ, Rio de Janeiro. Publicação nº 1 (1982) Observatório Nacional, Rio de Janeiro.