



Modelagem GPR de Canais Fluviais Atuais

Isabela Resende Almeida (Discente do Curso de Graduação em Geofísica do IG/UnB – isabellameida@hotmail.com)

Welitom Rodrigues Borges (Docente do Instituto de Geociências da UnB – welitom@unb.br)

Marco Ianniruberto (Docente do Instituto de Geociências da UnB – ianniruberto@unb.br)

Augusto Cesar Bittencourt Pires (Docente do Instituto de Geociências da UnB – acbpirez@unb.br)

Luciano Soares Cunha (Docente do Instituto de Geociências da UnB – lucianosc@unb.br)

Marcelo Peres Rocha (Docente do Instituto de Geociências da UnB – marcelorochoa@unb.br)

Shozo Shiraiwa (Docente do Instituto de Ciências Exatas e da Terra da UFMT – shozo@cpd.ufmt.br)

Claudio Eduardo Lana (Docente do Curso de Graduação em Geologia do CCA/ UFES – claudiolana@cca.ufes.br)

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 15-18, 2011.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 12th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

This summary presents the results of GPR 2D forward modeling performed for areas of underwater sediments, mainly the gravel deposits. The results of GPR modeling obtained with antennas 400 and 200 MHz show that the reflectors related to deposits of gravel are very similar to reflectors from the interface of sand and sandstone. The models do not allow the distinction between the reflectors related to the layers of gravel and clay based only on the electrical impedance of the layers. The main difference between the layers of sand and gravel is the reflection pattern distinct, since the layers of gravel show many diffractions caused by pebbles and clasts of different rocks.

Introdução

A atividade de mineração em pequena escala ao longo do rio Araguaia teve início no século XVIII, com a extração de diamantes na região de Barra do Garças, antes denominada de Barra Cuiabana. A descoberta de diamantes nesta região atraiu um grande contingente de pessoas, o que fez com que algumas cidades fossem estabelecidas ao longo das margens do Araguaia (Alto Garças, Alto Araguaia, Araguainha, Baliza, Torixoréu, Barra do Garças e Aragarças; MARTINS & BRITO, 1989).

Hoje a exploração de diamantes na região do Vale do Araguaia é desenvolvida principalmente entre as cidades de Aragarças e Baliza. Na região o diamante ocorre associado a depósitos aluviais e coluviais dispostos ao longo da antiga e da atual calha do rio Araguaia. Estes depósitos são constituídos principalmente por cascalhos com seixos e calhaus de sílex, de cherts, de quartzitos, de arenitos, de siltitos e de calcários porosos (YANHEZ, et al. 1983).

Estima-se que as reservas de cascalho diamantífero desta região do Alto Araguaia, no estado de Goiás, estão em torno de 50 milhões de m³, com teores variando de 10 a 80 pontos/m³ (BARBOSA, 1991).

Os depósitos localizados nos municípios de Barra do Garças e Aragarças contêm 0,025ct de diamantes por m³. O tamanho médio é de 0,16ct e a quantidade de gemas é na ordem de 60% (SVISERO, 1995). A lavra dos diamantes, na região, é realizada artesanalmente por garimpeiros e cooperativas. As principais cooperativas que atuam ao longo do rio, na região, são a Cooperativa Extrativista de Minerais do Araguaia (COOPER ÁGUA) e a Cooperativa Brasileira de Diamantes (CBD).

Visando obter um panorama para distribuição dos depósitos diamantíferos aluvionares do Rio Araguaia, o CNPq está financiando um projeto de pesquisa entre as cidades de Barra do Garças/MT e Baliza/GO.

O projeto tem como objetivo principal desenvolver uma metodologia geofísica para identificação e quantificação volumétrica de placers diamantíferos ao longo de drenagens atuais, visando a minimização dos impactos ambientais e a otimização da atividade de extração mineral.

Este resumo mostra resultados de modelagens de GPR realizadas para simular a resposta de depósitos de cascalhos aluvionares submersos.

Método

Trabalhos de GPR realizados em corpos d'água brasileiros não descrevem a variação entre os sedimentos distintos (Porsani et al, 2004; Frazão, 2006).

Neste trabalho foi utilizado o modelo geológico/sedimentar de canais fluviais descrito por Walker (1984), apoiados por resultados de perfilagem acústica (sidescan) obtidos pela equipe deste projeto (**Figura 01**). O modelo é uma seção transversal de um canal meandrante onde o rio escava uma rocha arenosa (Formação Aquidauana) e deposita sedimentos clásticos (cascalhos, areias e siltes) ao longo do seu leito conforme a energia do canal (**Figura 02**).

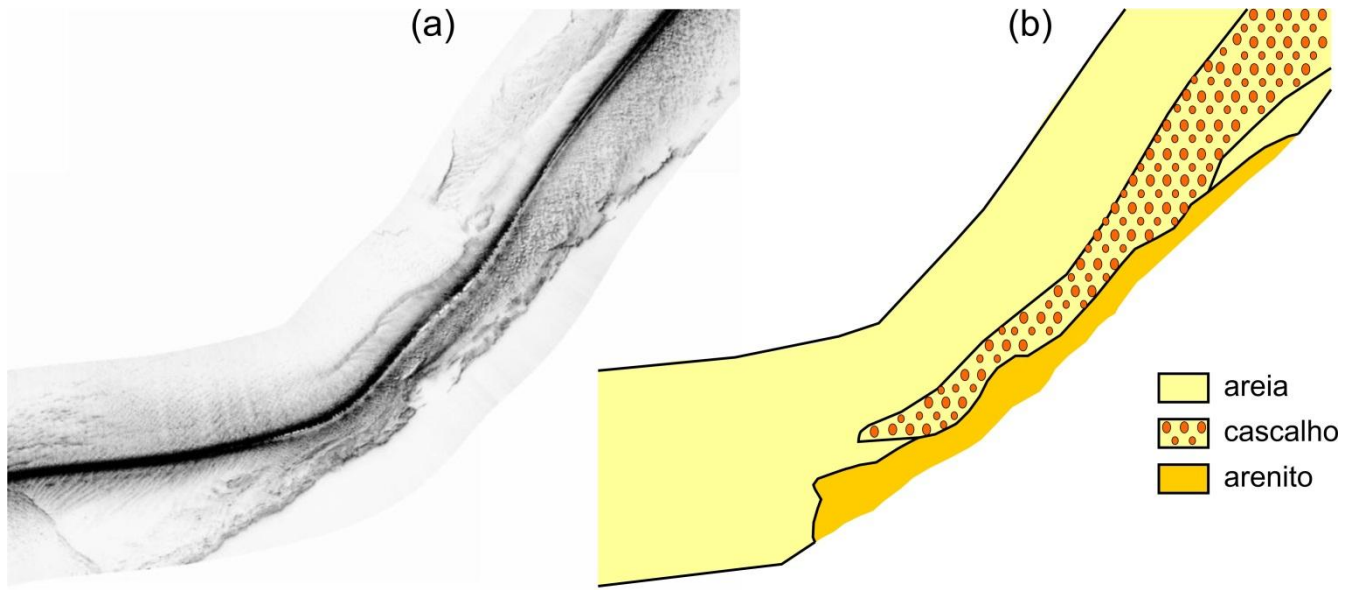


Figura 01 – (a) imagem de sidescan obtida em um segmento do rio Araguaia. (b) interpretação geológica da imagem de sidescan.

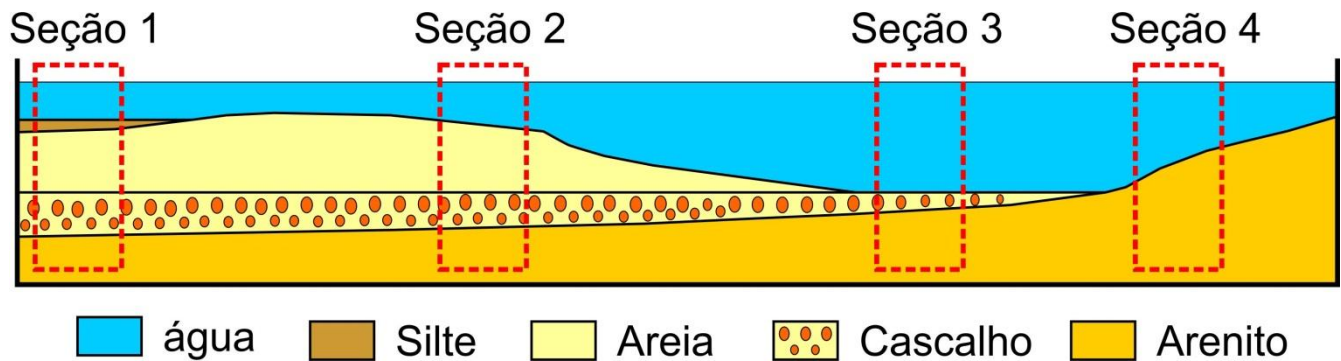


Figura 02 – Modelo geológico de uma seção transecta a um rio meandrante, mostrando os principais depósitos de sedimentos.

A modelagem foi realizada para as quatro seções estratigráficas (**Figura 02**) extraídas do modelo de cana fluvial descrito por Walker (1984).

As modelagens numéricas GPR 2D para os depósitos aluvionares do Rio Araguaia foram realizadas utilizando-se o método Finite Difference Time Domain (FDTD). As simulações foram realizadas utilizando frequências centrais de 200 MHz e 400 MHz, frequências típicas de antenas utilizadas em investigações aquáticas de alta resolução. Foram utilizados incrementos espaciais (Δx) de 0.05 m (visto que o barco manterá uma velocidade constante de 5 km/h e o pulso será emitido a cada 0.032 s) e incrementos temporais (Δt) de 0.75 ns. Os valores de Δt são calculados automaticamente pelo software, respeitando o critério de estabilidade numérica e proporcionando condições de convergência ao sistema (TAFLOVE; BRODWIN, 1975; RODRIGUES, 2004; SANDMEIER, 2010).

As propriedades elétricas dos pacotes sedimentares foram obtidas na literatura (ANNAN, 1992; DANIELS, 1996) e constam na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Propriedades elétricas usadas na modelagem das seções geológicas (ANNAN, 1992; DANIELS, 1996).

Sedimento / Rocha	ϵ_r	σ (S/m)	μ
Água	81	0.025	1
Silte saturado	7.5	0.0125	1
Areia saturada	20	0.01	1
Cascalho saturado	5	0.0000001	1
Arenito saturado	7.5	0.00001	1

Resultados

Os resultados das modelagens (**figuras 3 e 4**) permitem a elaboração de algumas considerações a cerca dos radargramas sintéticos obtidos individualmente para cada modelo geológico.

A **Figura 3a** mostra o modelo geológico elaborado para a Seção 1. Os radargramas sintéticos, Modelo S01-400MHz (**Figura 3b**) e Modelo S01-200MHz (**Figura 3c**), obtidos respectivamente, com as frequências de 400 MHz e 200 MHz mostram que todas as interfaces geológicas podem ser identificadas nos registros, todavia a interface silte x areia (195ns) não é muito evidente devido ao baixo contraste elétrico entre estas duas

camadas. Já as interfaces areia x cascalho (231ns) e cascalho x arenito (268ns) mostram elevados contrastes devidos principalmente à impedância elétrica entre elas, gerando refletores de alta amplitude.

A **Figura 3d** mostra o modelo geológico sem a camada de silte sobrepostas às demais camadas. Os radargramas sintéticos, Modelo S02-400MHz (**Figura 3e**) e Modelo S02-200MHz (**Figura 3f**) permitem a identificação de todas as interfaces sedimentares (areia x cascalho – 250ns; cascalho x arenito – 287ns), visto o elevado contraste entre si.

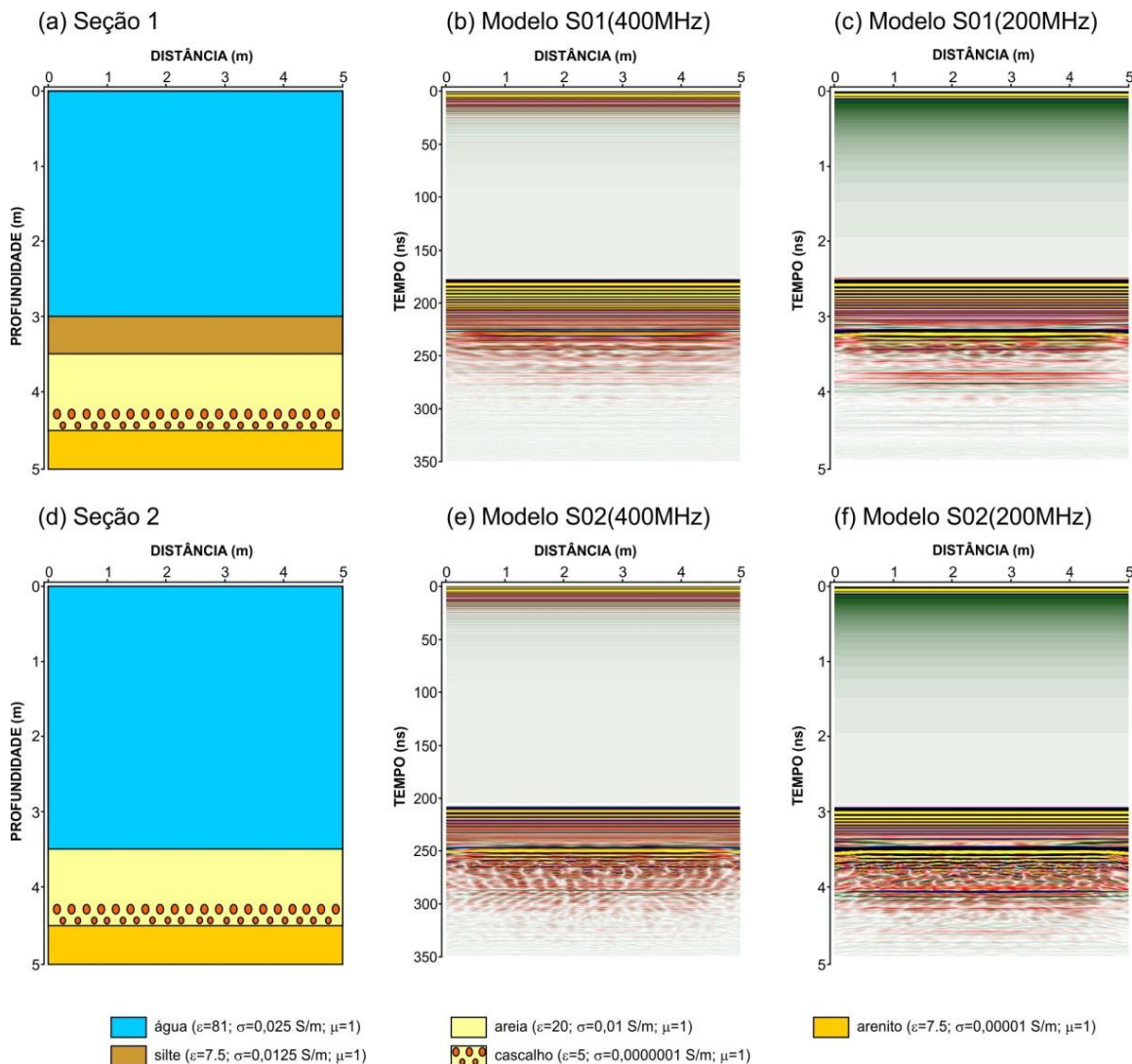


Figura 03 – (a) modelo geológico da Seção 1. Resultados das simulações numéricas obtidas para a Seção 1 com as frequências de (b) 400 MHz e (c) 200 MHz. (d) modelo geológico da Seção 2. Resultados das simulações numéricas obtidas para a Seção 2 com as frequências de (b) 400 MHz e (c) 200 MHz.

A **Figura 4a** mostra o modelo geológico elaborado para a Seção 3, onde inexistem as camadas de silte e areia sobrepondo as demais camadas sedimentares. Os radargramas sintéticos, Modelo S03–400MHz (**Figura 4b**) e Modelo S03–200MHz (**Figura 4c**), obtidos respectivamente, com as frequências de 400 MHz e 200 MHz mostram que os clastos de rochas que compõem o conglomerado comportam-se como difratores; e que a reflexão causada pela interface cascalho x arenito

(282ns) é deformada pelas cáusticas das difrações superiores.

A **Figura 4d** mostra o modelo geológico somente com a lâmina d'água sobreposta ao embasamento arenítico do fundo do rio. Os radargramas sintéticos, Modelo S04–400MHz (**Figura 4e**) e Modelo S04–200MHz (**Figura 4f**) marca um refletor intenso entre estas duas interfaces.

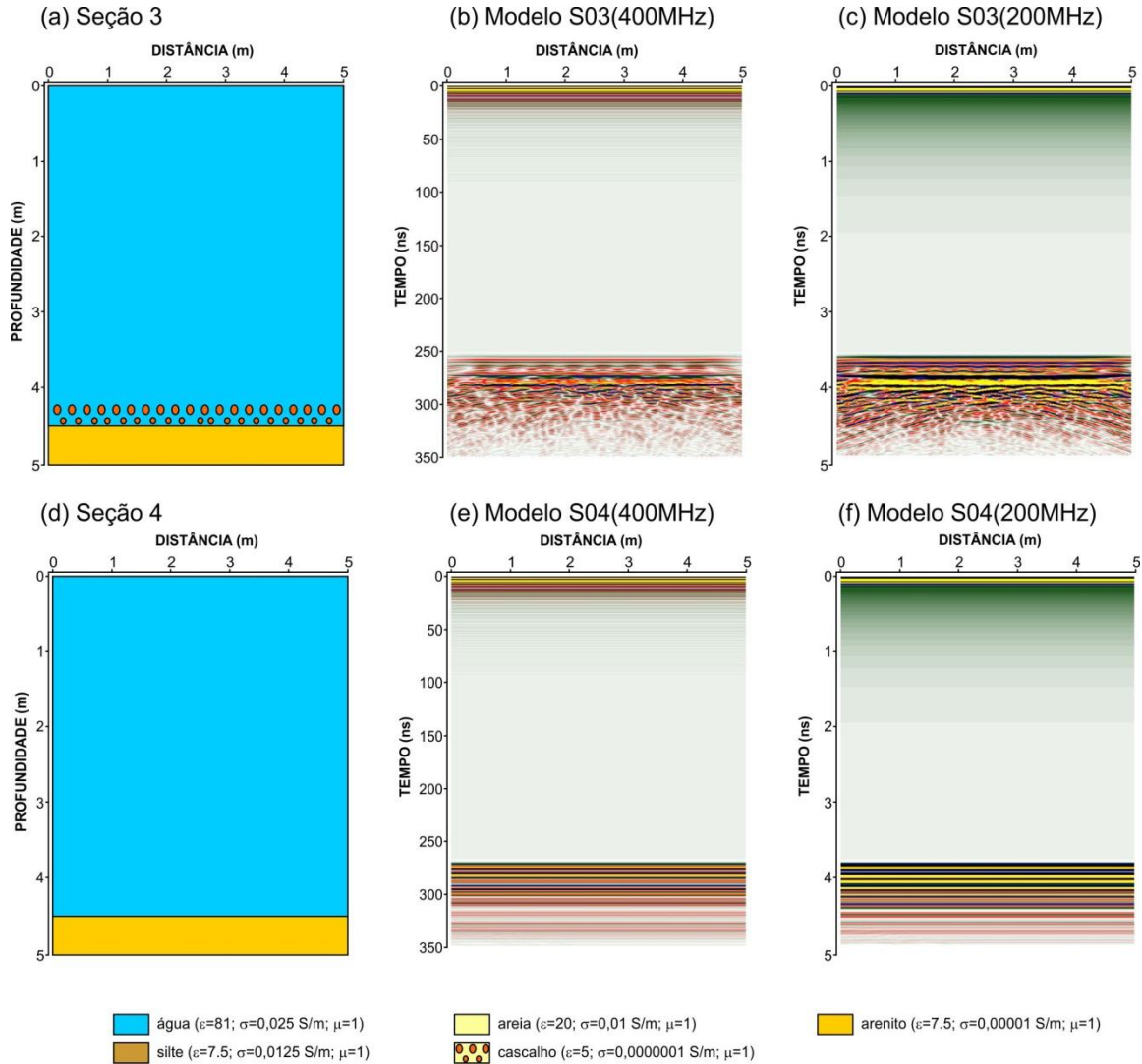


Figura 04 – (a) modelo geológico da Seção 3. Resultados das simulações numéricas obtidas para a Seção 3 com as frequências de (b) 400 MHz e (c) 200 MHz. (d) modelo geológico da Seção 4. Resultados das simulações numéricas obtidas para a Seção 2 com as frequências de (b) 400 MHz e (c) 200 MHz.

Conclusões

Os modelos sintéticos gerados comprovam que a maioria das interfaces geológicas submersas pode ser identificada com o radar de penetração no solo. Entretanto, a interface silte x areia não mostra um contraste representativo, tendo baixa amplitude, resultando assim em uma difícil identificação.

Os refletores gerados pela camada de cascalho comportam-se como pequenos pontos difratores, devido ao tamanho dos clastos de rocha que compõem o cascalho. Estas difrações atrapalham a identificação das camadas inferiores, devido às cáusticas.

Os modelos foram gerados para variações abruptas de sedimentação, o que nem sempre expressa as condições sedimentares fluviais, deste modo recomenda-se cautela na interpretação dos dados de campo a serem adquiridos em ambientes fluviais. Recomenda-se também cautela na interpretação de dados aquáticos onde a lâmina d água é rasa, visto a ocorrência de reflexões múltiplas.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Geofísica Aplicada da UnB pela disponibilidade da infraestrutura necessária para realização da modelagem. Ao CNPq pelo financiamento do Projeto de Pesquisa.

Referências

- ANNAN, A.P., 1992. Ground penetration radar workshop notes. Sensors; Software, Inc., Internal Report, 130p
- BARBOSA, O. 1991. Diamante no Brasil; histórico, ocorrência, prospecção e lavra. Brasília: CPRM, 136p.

DANIELS, J.J. 1996. Surface Penetrating Radar. The Institution of Electrical Engineers, London, United Kingdom, 300p.

FRAZÃO, R.H. 2007. O Emprego do GPR na Caracterização da Subsuperfície e Depósitos de Fundo da Represa Guarapiranga, São Paulo-SP. Dissertação (Mestrado em Geofísica), IAG/USP, São Paulo/SP, 150p.

MARTINS, R. B.; BRITO, O. E. A. 1989. História da mineração no Brasil, Empresa das Artes, São Paulo.

PORSANI, J.L. ; ASSINE, M.L. ; MOUTINHO, L. 2005. Application of GPR in the Study of a Modern Alluvial Megafan: the Case of the Taquari River in Pantanal Wetland, West-Central Brazil. Subsurface Sensing Technologies and Applications, Holanda, v. 6 (2): 219-233.

RODRIGUES, SI. 2004. Caracterização GPR de tambores metálicos e plásticos. Estudo sobre o Sítio Controlado do IAG/USP. Dissertação (Mestrado em Geofísica), IAG/USP, São Paulo/SP, 102p.

SANDMEIER, K.J., 2010. REFLEXW Version 5.5, Windows 9x/2000/NT/XP/VISTA/7. Program for the processing of seismic, acoustic or electromagnetic reflection, refraction and transmission data. Manual do Software, Karlsruhe, Germany, 209p.

SVISERO, D. P. 1995. Distribution and Origin of Diamonds in Brazil: An Overview. Geodynamics, Vol. 20 (4):493-514.

TAFLOVE, A; BRODWIN, E. 1975. Numerical solution of steady-state electromagnetic scattering problems using the time-dependent Maxwell's equations. IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, Aug, 23:623-630.

WALKER, R.G. 1984. General Introduction: Facies, Facies Sequences and Facies Models. In Walker, R.G. (ed.) Facies Models. Geological Association of Canada, Geoscience Canada, Reprint Series 1, 1-10.

YANHEZ, A. C. et al., 1983 - Geologia. In: Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.22 Goiânia. Rio de Janeiro. (Levantamento dos Recursos Naturais, 31).