

# PROSPECÇÃO GEOTÂNICA DE URÂNIO E GEOLOGIA A NORDESTE DE CUIABÁ, MATO GROSSO

Por

EVARISTO RIBEIRO FILHO

Assistente de Geologia da F. F. C. L. da Universidade de São Paulo

## ABSTRACT

Sediments and fossils of reptiles of Cretaceous age occur on Fazenda Roncador and Fazenda Albernaz which are respectively 220 and 230 kilometers northeast of Cuiabá in Mato Grosso.

The fossils represent radioactivity anomalies as do outcrops of green mudstone which are intercalated with sandstone of the Bauru Series.

Analyses of water from steams and springs in the region revealed a uranium content ranging from 0.18-12.0 parts per billion. Outcrops of green impermeable mudstone present suitable conditions for the development of a plant called "Capim Carona" and classified as *Xyris* sp., which is characteristic of a humid environment.

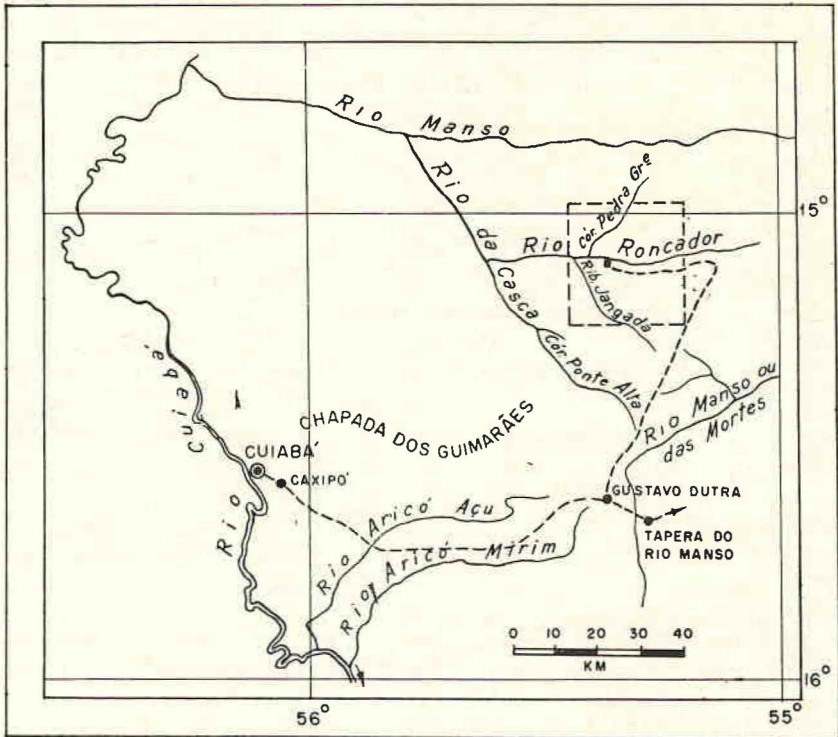
Chemical analyses of ash from the roots and stems of this plant indicate a uranium content that ranges from 1.90 to 35.98 parts per million for the roots and 0.14 to 4.30 parts per million for the stems. In order to establish the normal uranium content of this plant, a sample was collected from soil overlying the Furnas Sandstone in an area which had not been mineralized by uranium. The ash from this sample contained 0.17 parts per million uranium in the stems and 2.31 ppm uranium in the roots. Considering the data from this plant as background, the anomalous values from the plants associated with the green mudstones show a radioactivity of 15.5 times the background value for roots and 24 times the background for stems.

## INTRODUÇÃO

Geólogos da Comissão Nacional de Energia Nuclear e do Serviço Geológico dos Estados Unidos da América, detectaram anomalias radiativas em vertebrados fósseis cretáceos, provenientes da Fazenda Albernaz e da Fazenda Roncador, no Município de Chapada dos Guimarães, em Mato Grosso. A região está situada a 220 km a nordeste de Cuiabá, pela estrada de rodagem via Chapada dos Guimarães com destino ao Posto Simões Lopes, do Serviço de Proteção aos Índios, compreendida entre os meridianos 55°-56° WG.

O estudo posterior da área revelou que os sedimentos fossilíferos também apresentavam anomalias radioativas. Isto levou a C. N. E. N. a executar um levantamento pormenorizado da região por uma equipe de geólogos. Coube-nos parte desta tarefa, no desempenho da qual pudemos constatar que os estratos de argilito verde e radioativo, coincidem com uma vegetação de ambiente úmido, baixa e semelhante a capim, conhecida regionalmente como "Capim Carona", classificada como *Xyris* sp.

FIG. 1 - SITUAÇÃO DA REGIÃO ESTUDADA



As águas das pequenas nascentes ao nível das camadas argilosas, apresentavam conteúdo de urânio acima do fundo regional (background). Este fato fez com que resolvêssemos analisar também as raízes e caules da planta que é comum aos locais onde a umidade resultante da impermeabilidade do sedimento uranífero, permite seu melhor desenvolvimento.

Desejávamos assim, se possível, correlacionar o urânio do sedimento, do solo e da água, com aquele absorvido e concentrado pela planta.



Agradecemos aos geólogos Arnaldo Sobanski, Charles T. Pierson e John Matzko a cooperação que nos prestaram durante os trabalhos de campo. Somos gratos aos químicos Oswaldo Erichsen de Oliveira e Carlos Pires Ferreira, ambos do laboratório do D.N.P.M., tanto pelas sugestões que nos deram, quanto pelo trabalho de análise química das amostras. Ao Dr. Aylton Brandão Joly agradecemos obséquio de ter classificado a planta. Ao Dr. Viktor Leinz agradecemos as críticas a orientação do trabalho.

## RESUMO DA GEOLOGIA E FISIOGRAFIA REGIONAL

Na área estudada afloram somente rochas sedimentares. À montante do rio Roncador e no vale do rio Jangada afloram camadas do Arenito Furnas, do Devoniano inferior. Superpostos ao Arenito Furnas estão os sedimentos da Série Bauru, do Cretáceo, constituídos de conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos. Os sedimentos são claros, esverdeados ou ainda de coloração secundária avermelhada.

Pelo efeito da ativa erosão naquela área, o Arenito Furnas forma escarpas abruptas em que as partes mais elevadas, de quando em vez, se apresentam com o aspecto de ruínas, tal como em Vila Velha, Estado do Paraná.

O Arenito Bauru se apresenta dissecado, formando elevações suavemente onduladas, com escarpas de menor declive quando comparadas às do Arenito Furnas.

Os principais rios que drenam a região são o Jangada, Pedra Grande e Ribeirão das Lajes, todos afluentes do rio Roncador, o qual se escoando para oeste vai ter ao rio da Casca. O rio da Casca é afluente do rio Manso, pertencente à vertente do Paraguai.

## MÉTODO DE TRABALHO

A radioatividade nos afloramentos foi detectada com contador de cintilações, tipo manual "La-Roe".

A presença de urânio da água dos rios e nascentes, foi revelada no campo por análises cromatográficas semi-quantitativas. Tanto as amostras de sedimentos, retiradas pelo método de canal, como as amostras de água, foram posteriormente submetidas à análise química no laboratório da C.N.E.N. no Rio de Janeiro.

As amostras de plantas foram todas coletadas na mesma estação do ano, época seca, e tendo-se sempre o cuidado de amostrar exemplares do mesmo porte. Em cada localidade foram tomadas touceiras com grande número de plantas, de modo a tornar a amostragem mais representativa. Para controle foram também amostradas plantas que vivem sobre o solo de Arenito Furnas, em área não afetada por mineralização de urânio, e distante da ocorrência radioativa.

Em laboratório, após cuidadosa lavagem para impedir contaminação, as raízes e caules foram calcinados. As cinzas foram enquadadas para em seguida passarem à análise química pelo processo fluorimétrico.

### RESULTADOS OBTIDOS

Parte dos sedimentos da série Bauru, nas fazendas Roncador e Albernaz, se apresenta com maior ou menor anomalia radioativa, cujos valores estão compreendidos entre 0,015 — 0,20 mR/hr (Miliroentgens por hora), tendo-se como fundo regional uma variação de 0,001 — 0,003 mR/hr. Os pontos de maior radioatividade foram os escolhidos para amostragem de pesquisa e estudo mais detalhado, razão pela qual foram também os preferidos para a coleta de amostras de plantas.

Os resultados obtidos estão no quadro abaixo.

Resultados das porcentagens equivalentes a óxido de urânio e porcentagens de óxido de urânio nos sedimentos, comparados com o conteúdo de urânio em partes por bilhão em amostras de água e com o conteúdo de urânio em partes por milhão em amostras de planta

Número da amostra	e U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> % na rocha	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> % na rocha	ppb U na água	ppm U nas plantas	
				Caules	Raízes
1	—	0.026	—	2.0	10.60
2	0.021	—	0.37	1.0	10.93
3	0.008	0.004	0.18	0.50	18.50
4	—	—	—	4.30	35.98
5	—	—	2.00	1.27	1.90
6	—	—	—	1.64	8.0
—	—	—	—	1.90	3.28
—	—	—	—	—	25.30
—	—	—	—	1.75	2.11
—	—	—	—	1.40	2.40
—	—	—	—	0.14	5.51
7	0.014	0.011	0.57	0.80	4.10
—	—	—	—	2.80	10.50
—	—	—	—	0.93	6.06
—	—	—	—	0.28	2.96
—	—	—	—	1.18	4.47
—	—	—	—	0.60	20.20
8	—	—	—	0.17	2.31

e U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>% = Porcentagem equivalente a U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>.

ppb U = Partes por bilhão de Urânio.

ppm U = Partes por milhão de Urânio.

Próximo ao local da amostra 7, nas nascentes do córrego Manduri, afluente do Ribeirão das Lajes, coletamos duas amostras de água que registraram maior conteúdo de urânio. Uma, ao nível do arenito claro sem anomalia radioativa, com 5.97 ppbU, e a outra ao nível de argilito verde radioativo subjacente ao local anterior, com 12.0 ppbU.

No local da amostra 7, a amostragem de plantas foi feita em linha, com amostras espaçadas de dois em dois metros, uma das quais

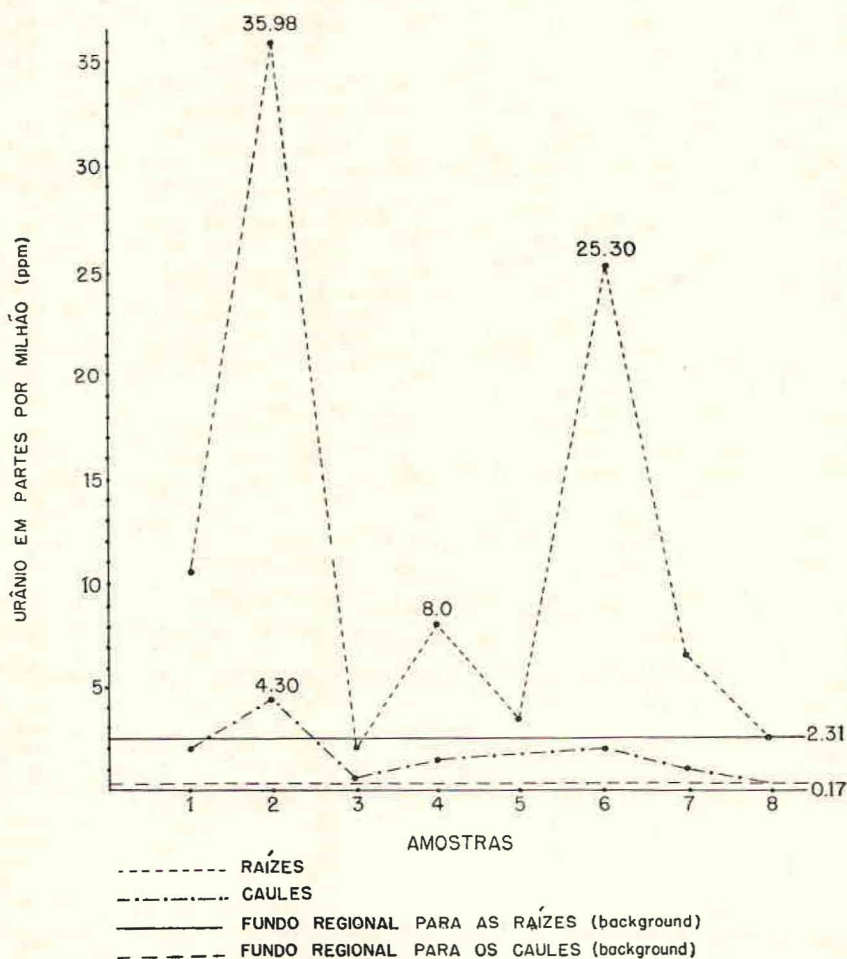


Gráfico 1 — Variação do conteúdo de urânio em partes por milhão em raízes e caules de *Xyris* sp.



coincide com o ponto em que a análise química havia indicado a maior porcentagem de  $U_3O_8$  no sedimento.

A amostra 8 representa uma amostragem média de plantas que vivem sôbre o solo de arenito Furnas, na localidade denominada Salgadeira, próxima à Chapada dos Guimarães.

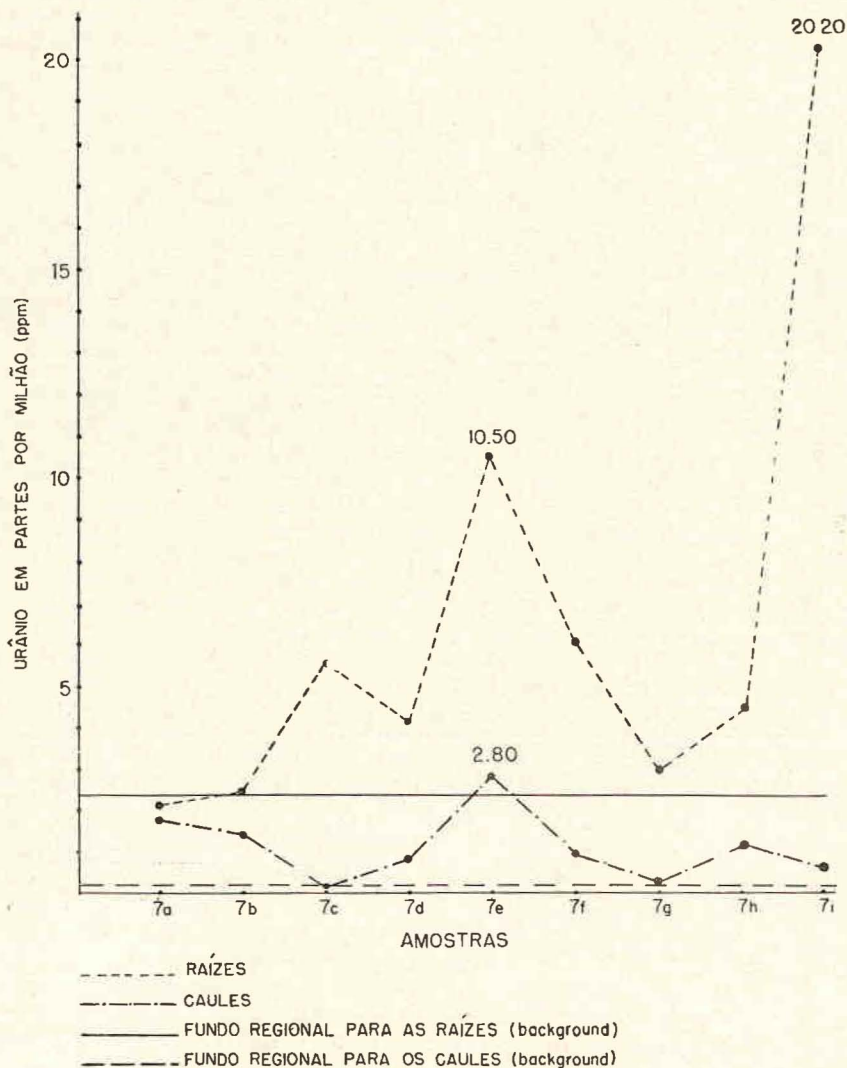
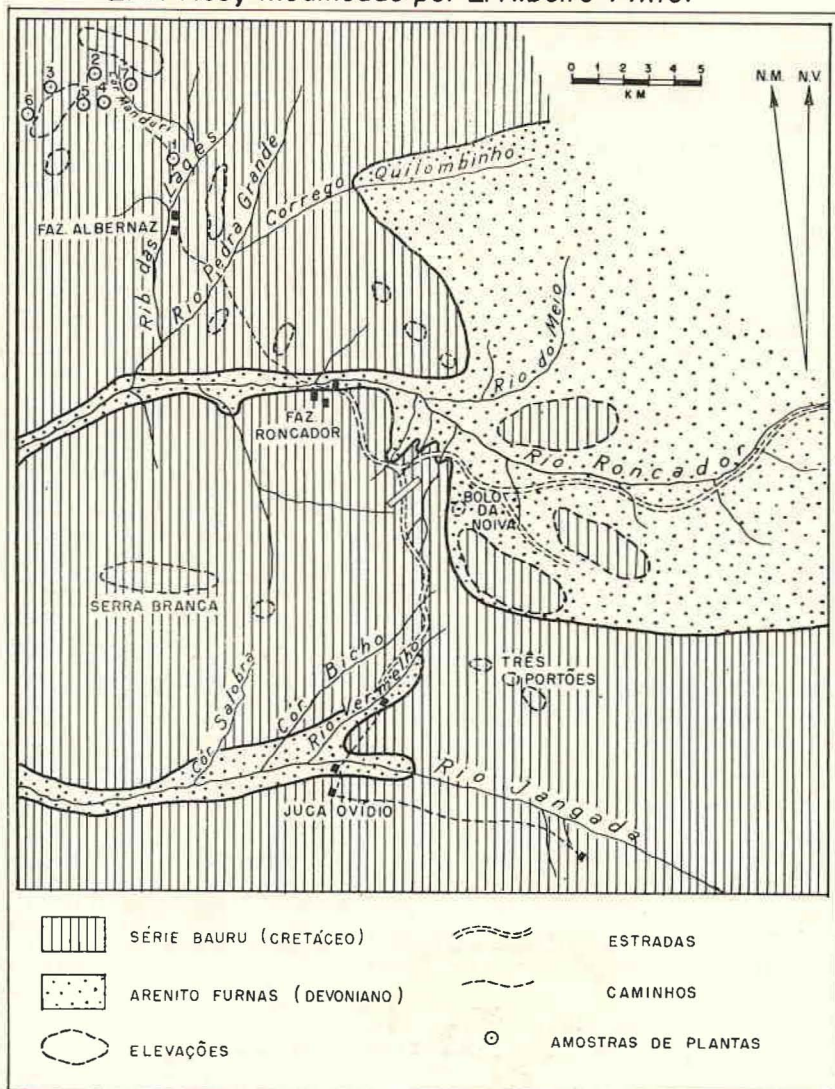


Gráfico 2 — Variação do conteúdo de urânio em partes por milhão em raízes e caules de *Xyris* sp. de uma série de amostras espaçadas de dois em dois metros.

## FIG.2 - MAPA A ODÔMETRO E BÚSSOLA

executado por M. G. White, C.T. Pierson e  
L. I. Price, modificado por E. Ribeiro Filho.



## DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO

**Arenito Furnas** — é constituído de sedimentos clássicos que se apresentam em espessa camada tabular, formando escarpas de algumas dezenas de metros. As camadas estão pouco inclinadas para noroeste, em mergulho de 1° a 2°. O acamamento é nítido e exhibe com frequência estratificação cruzada.

O pacote sedimentar é predominantemente composto de arenitos finos, embora ocorram alguns níveis conglomeráticos. Na composição mineralógica, o quartzo é o mineral mais abundante. Feldspato é raro, e entre os minerais pesados encontrados em pequena porcentagem, estão a turmalina, epidoto e magnetita.

O cimento é de hematita e limonita, que capeando em fina película os grãos de quartzo, dá coloração avermelhada secundária ao sedimento. Às margens e nas corredeiras do rio Roncador e do rio Pedra Grande observamos leitões silicificados.

Nesta área não nos foi possível observar o contacto do arenito Furnas com a Série Cuiabá subjacente. Entretanto, sobrevoando a região desde Chapada dos Guimarães até a Fazenda Roncador, tivemos a oportunidade de constatar a continuidade física e geomorfológica dos sedimentos aqui descritos com os correlacionados aos fácies Furnas por Almeida (1954). Por outro lado, a composição mineralógica, textura e dados granulométricos da rocha, reforçam a possibilidade de se estender a área abrangida pelo fácies Furnas.

**Série Bauru** — compreende sedimentos clásticos em que espessas camadas tabulares se assentam sobre o arenito Furnas, sem discordância aparente. Acompanham o pequeno mergulho do sedimento devoniano para noroeste, ocupando o tópo de suas escarpas.

O sedimento é constituído principalmente de arenitos e siltitos, embora ocorram também lentes conglomeráticas e algumas camadas de argilito. Quartzo é o mineral predominante, e entre os raros minerais pesados encontramos somente turmalina e magnetita. Os grãos de quartzo são na maioria arredondados ou sub-arredondados.

Os arenitos são claros ou de coloração secundária avermelhada. Os argilitos são esverdeados. O cimento calcífero contém limonita e hematita. Em alguns afloramentos, o Arenito Bauru pouco consolidado está capeado por camada de arenito silicificado. Nestes casos formam-se escarpas semelhantes àsquelas do Arenito Furnas.

As ossadas de répteis fósseis, bem como as características litológicas encontradas nestes sedimentos, permitem a correlação com a Série Bauru, já descrita em outras regiões do Brasil meridional.

## CONCLUSÕES

Na pesquisa de urânio por prospecção geobotânica, dois métodos têm sido empregados: — o método da “Planta Indicadora de Urânio” e o “Método de Análise de Planta”. Evidentemente neste caso, ini-



cialmente já se sabia que o primeiro método não poderia ser aplicado, porque a planta tem distribuição extensa e independente da porcentagem de urânio no solo. Restava porém, observar pelo método de análise, se a planta revelaria anomalias, mesmo que os sedimentos e solos contivessem baixas porcentagens de urânio.

Dentro dêste critério pudemos concluir:

- 1 — Que a absorção do urânio pelas raízes da planta chegou até a 15,5 vezes acima do valor admitido como o fundo (2,31 ppm U) e até a 24 vezes acima do valor tomado como fundo para o caule (0.17 ppm U).
- 2 — Que o conteúdo de urânio nas plantas não varia proporcionalmente em relação ao  $U_3O_8$  da rocha e ao urânio da água. Êste resultado pode ser devido entre outras causas, simplesmente ao tipo de solo; à presença no solo de elementos controladores da absorção de urânio pela planta; ou ainda, ao estágio de desenvolvimento da planta.
- 3 — Que as curvas de variação do conteúdo de urânio nas raízes e caules não são paralelas. (Ver gráficos 1 e 2).
- 4 — Que apesar do conteúdo de urânio nas águas da região estar quase sempre dentro dos valores admitidos como normais, não se dá o mesmo com o que foi observado nas plantas, cujos valores indicam região afetada por mineralização. Segundo Cannon e Kleinhampl (1956), as cinzas de plantas contém normalmente de 0.20 a 1.0 ppm U.

#### B I B L I O G R A F I A

- 1 — ALMEIDA, F. F. de (1954) — *Geologia do Centro Leste Matogrossense*. D.N.P.M. Bol. 150, pp. 45-62. Rio de Janeiro.
- 2 — CANNON, H. L. (1953) — *Geobotanical Reconnaissance near Grants, N. Mexico*. U.S.G.S. Circular 264, 8 pp. Washington.
- 3 — CANNON, H. L. e KLEINHAMPL, F. J. (1956) — *Botanical Methods of Prospecting for Uranium*. International Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy. U.S.G.S. Professional Paper 300, pp. 681-686. Washington.
- 4 — CANNON, H. L. (1957) — *The Development of Botanical Methods of Prospecting for Uranium on the Colorado Plateau*. Trace Elements Investigations Report 605, 83 pp. Geological Survey, Washington.
- 5 — FIX, P. F. (1954) — *Uranium in Natural Waters*. Trace Elements Mem. Report 783. U.S.G.S. Washington.
- 6 — ——— (1956) — *Hydrogeochemical Exploration for Uranium*. International Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy. U.S.G.S. Professional Paper 300, pp. 667-671. Washington.
- 7 — FREITAS, R. O. de (1955) — *Sedimentação, Estratigrafia e Tectônica da Série Bauru (Estado de São Paulo)*. Bol. 194 da F.F.C.L. da U.S.P. — Geologia 14 — 185pp. São Paulo.

- 8 — KOELICH, A. J. e KLEINHAMPL, F. J. (1960) — *Botanical Prospecting for Uranium in the Deer Flat Area — White Canyon District San Juan County, Utah*. 84 pp. Geological Survey, Bull. 1085-B, Washington.
- 9 — MENDES, J. C. (1953) — *Tabuleiros de Arenito Mesozóico a Nordeste de Cuiabá*. Boletim Paulista de Geografia n. 13, pp. 46-53. São Paulo.
- 10 — PETRI, S. (1948) — *Contribuição ao Estudo do Devoniano Paranaense*. D. N. P. M. Bol. 129, pp. 11-39. Rio de Janeiro.
- 11 — PRICE, L. I. (1951) — *Um Ovo de Dinossaurio na Formação Bauru, do Cretáceo do Estado de Minas Gerais*. D. N. P. M., Notas Preliminares e Estudos n. 53. p. 5 Rio de Janeiro.
- 12 — ———— (1953) — *Os Quelônios da Formação Bauru, Cretáceo Terrestre do Brasil Meridional*. D. G. M. Bol. 147, pp. 9-10. Rio de Janeiro.