

1. Classificação <i>INPE-COM.10/PE</i> <i>C.D.U.-553.495:621.38SR(816.12P)</i>		2. Período	4. Critério de Distribuição:
3. Palavras Chave (selecionadas pelo autor) <i>LANDSAT - GEOLOGIA</i> <i>MINERALIZAÇÕES RADIOATIVAS</i> <i>POÇOS DE CALDAS</i> <i>INTERPRETAÇÕES AUTOMÁTICAS</i>			interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
5. Relatório nº <i>INPE-953-PE/044</i>	6. Data <i>outubro de 1976</i>	7. Revisado por - <i>Claudio R. Sonnenburg</i>	
8. Título e Sub-Título <i>CONDICIONAMENTO DAS MINERALIZAÇÕES RADIOATIVAS</i> <i>NO PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS</i>		9. Autorizado por - <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Parada</i> <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Diretor</i>	
10. Setor <i>SMI</i>	Código <i>422</i>	11. Nº de cópias <i>10</i>	
12. Autoria <i>Waldir Renato Paradella</i> <i>Raimundo Almeida Filho</i>		14. Nº de páginas <i>27</i>	
13. Assinatura Responsável <i>Waldie Paradella</i>		15. Preço	
16. Sumário/Notas <i>Interpretações visuais e automáticas de imagens e fitas CCT do Sistema LANDSAT, integradas a dados bibliográficos, permitiram definir os principais parâmetros condicionantes das mineralizações radioativas, no Complexo Alcalino de Poços de Caldas. Verificou-se que as anomalias Radiométricas e as ocorrências minerais radioativas conhecidas estão diretamente relacionadas à presença de estruturas circulares secundárias, associadas à caldeira principal.</i>			
17. Observações <i>Trabalho a ser apresentado e publicado nos Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Geologia - Ouro Preto de 29-10 a 5-11-76.</i>			

ÍNDICE

ABSTRACT	1
RESUMO	2
Introdução	3
Síntese Geológica da Área	3
Material e Métodos	4
Resultados	6
Conclusões	16
Bibliografia	18

ABSTRACT

Visual and automatic interpretation of multiespectral images and computer compatible tapes of Landsat System, permitted us to disclose the main controls of the radioactive deposits (Uranium and Thorium) in the Poços de Caldas alkaline Complex.

These interpretative results are concordant with available geological, geochronological, altimetric and geophysical data.

It was verified that the known radiometric anomalies and mineral occurrences are located around secondary circular structures associate with the main caldera.

The identification of several favorable circular structures, is highly suggestive as guides for the prospection of new deposits in the area.

Resumo

Interpretações visuais e automáticas de imagens e fitas compatíveis com computador, do Sistema LANDSAT, integradas a dados geológicos, geofísicos, geocronológicos e altimétricos, permitiram definir os principais parâmetros condicionantes das mineralizações radioativas, no Complexo Alcalino de Poços de Caldas, bem como delinear certos aspectos da evolução tectonomagmática desenvolvida na área.

Verificou-se que as anomalias radiométricas e as ocorrências minerais radioativas conhecidas estão relacionadas à presença de estruturas secundárias menores, associadas à caldeira principal.

A identificação de várias destas estruturas é altamente sugestiva, como guia para a prospecção de novos depósitos na área.

Introdução

O Maciço Alcalino de Poços de Caldas concentra as maiores reservas de urânio atualmente conhecidas no país, havendo volume considerável de informações bibliográficas, fruto de desenvolvimento de estudos na área, desde o final do século passado.

A análise das imagens multiespectrais do satélite LANDSAT-1 possibilitou o reconhecimento de características novas, que integradas a dados bibliográficos já existentes, permitiram delinear novas perspectivas, no estudo dos controles das mineralizações radioativas.

Síntese Geológica da Área

A reativação tectonomagmática que afetou a Plataforma Brasileira, entre o Mesozóico e o Cenozóico (ALMEIDA, 1967), foi caracterizada, entre outros eventos, pelo intenso magmatismo alcalino. Datações geocronológicas efetuadas por AMARAL et al (1967) e BUSHEE (inédito), em rochas do Maciço de Poços de Caldas, permitem colocá-lo como ligado à segunda fase da Reativação "Wealdeniana".

O Complexo apresenta uma forma ligeiramente circular, com diâmetro em torno de 30 Km e altitudes por volta de 1.200 m. Às suas bordas, dispõem-se diques anelares, conferindo à estrutura o aspecto de uma grande cratera.

O Maciço de Poços de Caldas é uma das maiores manifestações de rochas alcalinas em todo o mundo, incluindo tipos comuns ao clã dos nefelina-sienitos, representados por foiaítos, tinguaitos, lavas fonolíticas, tufos e aglomerados, relacionados à atividade vulcânica. Algumas ocorrências de sedimentos são encontradas no interior do Planalto, principalmente em suas bordas. As encaixantes granito-gnáissicas do embasamento, em alguns locais, apresentam-se fenitizadas, pró

ximo ao contato com a intrusão.

Material e Métodos

No presente trabalho, foram utilizadas Fitas Compatíveis Com Computador (CCT), diapositivos e cópias em papel, dos 4 canais, ampliadas em escala conveniente, referentes à imagem E-1048-12330, de 09 de setembro de 1972, do Scanner multiespectral do LANDSAT-1. O uso de interpretação visual e automática de dados de sensoriamento remoto é uma técnica relativamente nova, sendo raros os trabalhos que empregam tais métodos. A maioria dos artigos pode ser encontrada nos anais dos simpósios, patrocinados pela NASA, sobre os resultados do Programa LANDSAT.

A interpretação visual das imagens LANDSAT-1 foi discutida por LIU et al (1973) e AMARAL (1974). De um modo geral, ela se assemelha aos moldes clássicos de fotointerpretação. No entanto, a propriedade fundamental em que se baseia o sensoriamento remoto, de que materiais diferentes mostram assinaturas espectrais diferentes, para cada banda do espectro considerada, faz com que os métodos de interpretação, de imagens e fotografias multiespectrais, se diferenciam, em muitos aspectos, da interpretação fotogeológica convencional.

Na interpretação visual, foram utilizadas as imagens dos canais 5 ($0.6-0.7\mu$) e 7 ($0.8-1.1\mu$). A boa reflectância dos solos e rochas, expostos na faixa do canal 5, faz com que esta banda seja a mais utilizada no mapeamento de unidades fotogeológicas. Por outro lado, a uniformidade de tons de cinza, devido à alta reflectância da vegetação no infravermelho próximo, aliada a efeitos de sombreamento, ressaltam a morfologia do terreno na banda do canal 7, facilitando o mapeamento estrutural.

Dados de sensoriamento remoto em geral e, em particular, imagens e fotografias multiespectrais obtidas de aeronaves, satélites ou plataformas espaciais, reúnem uma quantidade tal de informações, que seria impossível absorvê-las, em tempo hábil, pelos métodos conven

cionais de interpretação.

Da necessidade de um monitoramento rápido e a baixo custo, dos recursos naturais, estão surgindo sofisticadas técnicas de interpretação automática, com o crescente uso de computadores.

Neste trabalho, todas as classificações automáticas e realce de cenas foram efetuadas no Analisador Multiespectral "Image 100" (I-100), do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Este aparelho é o mais moderno sistema de interpretação automática de dados, atualmente disponível. Sua principal função é a de extrair informações a partir de dados multiespectrais, aplicáveis a uma variedade de disciplinas.

Operando com base no princípio de que todos os objetos ou materiais possuem assinatura espectral própria, o aparelho utiliza essa propriedade para identificar feições similares, através da análise simultânea das assinaturas espectrais dos alvos, em diferentes bandas do espectro eletromagnético. Para isto, é necessário, no entanto, que o usuário informe à máquina quais os objetos ou feições (água, solo, vegetação, tons, etc.) de seu interesse. Isto é feito por meio de um cursor que, assumindo diferentes formas e tamanhos, é posicionado sobre o tema a investigar, permitindo à máquina extrair as propriedades espectrais do mesmo. Ao final desta etapa, o sistema analisa toda a imagem, ou determinada área, em escala apropriada, pixel* a pixel, e determina se as propriedades espectrais de cada pixel correspondem àquelas do objeto investigado. O produto final é um mapa temático, no qual estão assinaladas as áreas que mostram características espectrais semelhantes àquelas escolhidas na fase de treinamento.

Tais temas são mostrados em um vídeo de TV a cores, podendo ser gravados em fitas magnéticas, filmes, "printout", ou documen

* menor elemento de informação contido na imagem.

tados através de fotografias comuns.

Neste aspecto, como se vê, a interpretação automática é supervisionada, pois cabe ao usuário, definir as áreas de treinamento, assim como julgar, com base em conhecimentos prévios, se a classificação corresponde a um dado ou conjunto de dados de verdade terrestre.

As composições coloridas falsa cor, de imagens LANDSAT, obtidas através de combinações de diferentes filtros e variações de intensidade luminosa, e as classificações baseadas em áreas de treinamento, são apenas algumas das mais simples funções desempenhadas pelo I-100. Um conjunto de programas (software), adaptados ao sistema, possibilita tratamento bem mais sofisticado, permitindo realce de cenas, a partir dos dados de entrada.

Resultados

Um dos aspectos mais importantes, de caráter regional, observados nas interpretações visuais e automáticas das imagens LANDSAT, diz respeito à presença de grandes falhamentos, com várias orientações, cortando indistintamente o embasamento cristalino, os sedimentos da Bacia do Paraná e o Maciço Alcalino (Fig. 1). Alguns deles, orientados para N70-80E, desempenharam importante papel no

Fig. 1

modelamento dos grandes traços do relevo regional. Ao sul da área, as serras do Pau d'Alho, Paiol e Cervo, são escarpas de falhas com aquela orientação.

Mais ao norte, falhamentos com orientações semelhantes cortam o Maciço e se prolongam além da área estudada. Outros, truncam lineamentos estruturais orientados para NW, provocando rompimento brusco e acentuada quebra topográfica, indicando movimentos verticais de grandes blocos, que criam uma estrutura em forma de "graben". Es

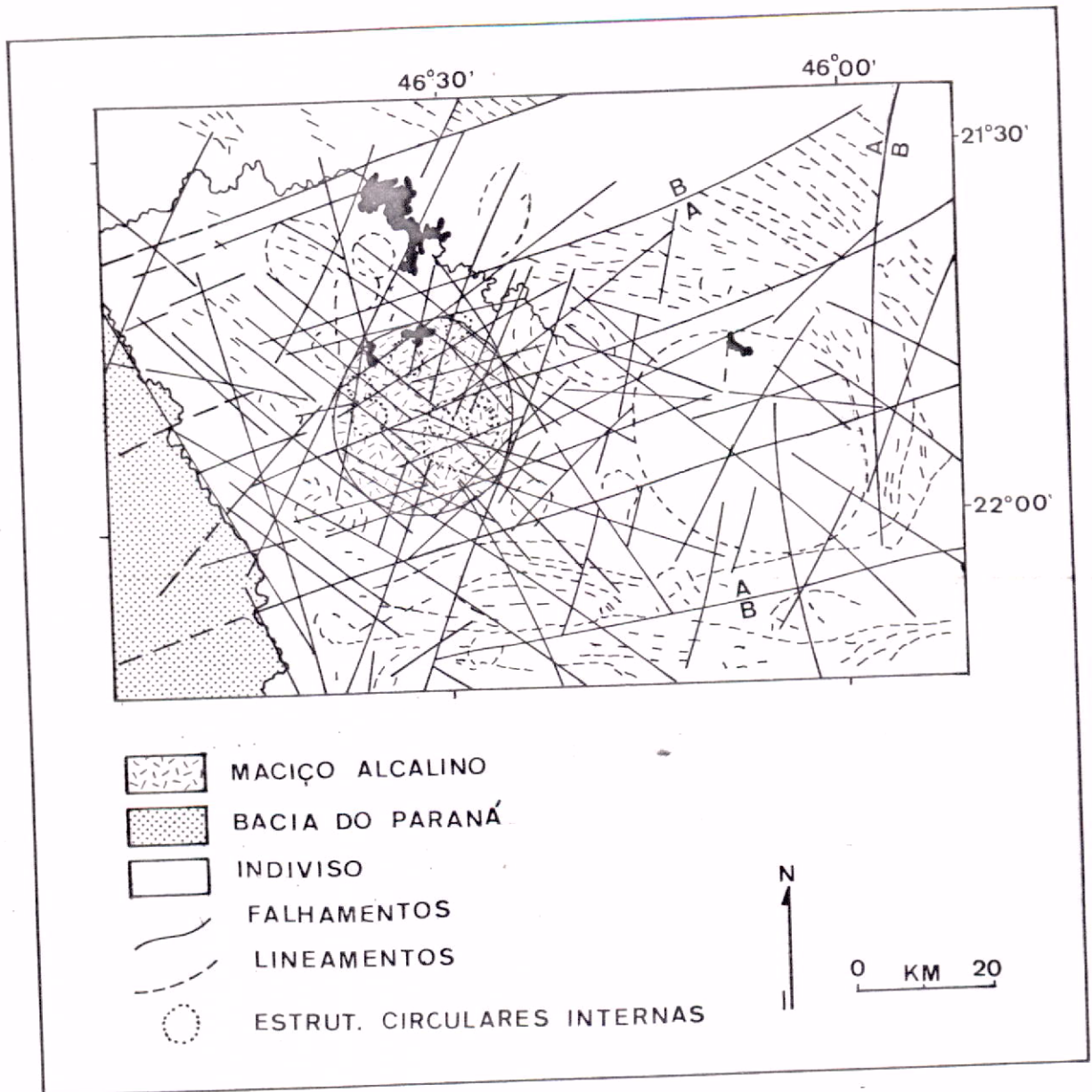


Fig. 1 - Esboço geológico estrutural da região de Poços de Caldas baseado em imagens MSS do satélite LANDSAT-1.

ses dados sugerem a existência de uma zona de fraqueza, condicionante do magmatismo alcalino na região.

Pela proximidade e pela orientação quase paralela, esses grandes lineamentos ENE da região, parecem ligados aos mesmos eventos estruturais, que criaram a Serra do Mar e o "Rift Valley", que abriga o Rio Paraíba do Sul, reconhecidos por ALMEIDA (1971) como condicionantes das intrusivas de Itatiaia, Passa Quatro e Morro Redondo.

A análise do padrão estrutural regional desenvolvido no sítio do Maciço Alcalino, mostra com clareza a posição do Complexo, situado no encontro de grandes falhamentos, que o cortam e o tangenciam em várias orientações. Ele é delimitado por grande número de falhas que se interseccionam junto às suas bordas, caracterizando uma estrutura de aspecto poligonal, dentro da qual se encaixou o corpo magmático.

Correlações semelhantes da influência de falhas do embasamento, reativadas no início de processos de formação de maciços circulares, foram observadas por BUDANOV (1970), em complexos anelares meso-cenozóicos, no deserto da Arábia (Gebel Abu Hruk); por BRANCH (1966), na Austrália; como também por MAKSIMOV (1970, 1973), na descrição evolutiva de vários maciços alcalinos circulares mesozóicos, no escudo de Aldan (Complexo de Tommot, principalmente).

Além dos falhamentos regionais, a análise das imagens permitiu identificar grande número de falhas no interior do Planalto (Fig. 2). Em geral, esses falhamentos cortam todo o complexo, prono-

Fig. 2

gando-se pelas encaixantes. Em certos locais, eles quebram a continuidade do grande dique anelar externo, como a E da cidade de Poços de Caldas, onde uma falha rompeu a borda do maciço, deslocando-a por quase 2 Km.

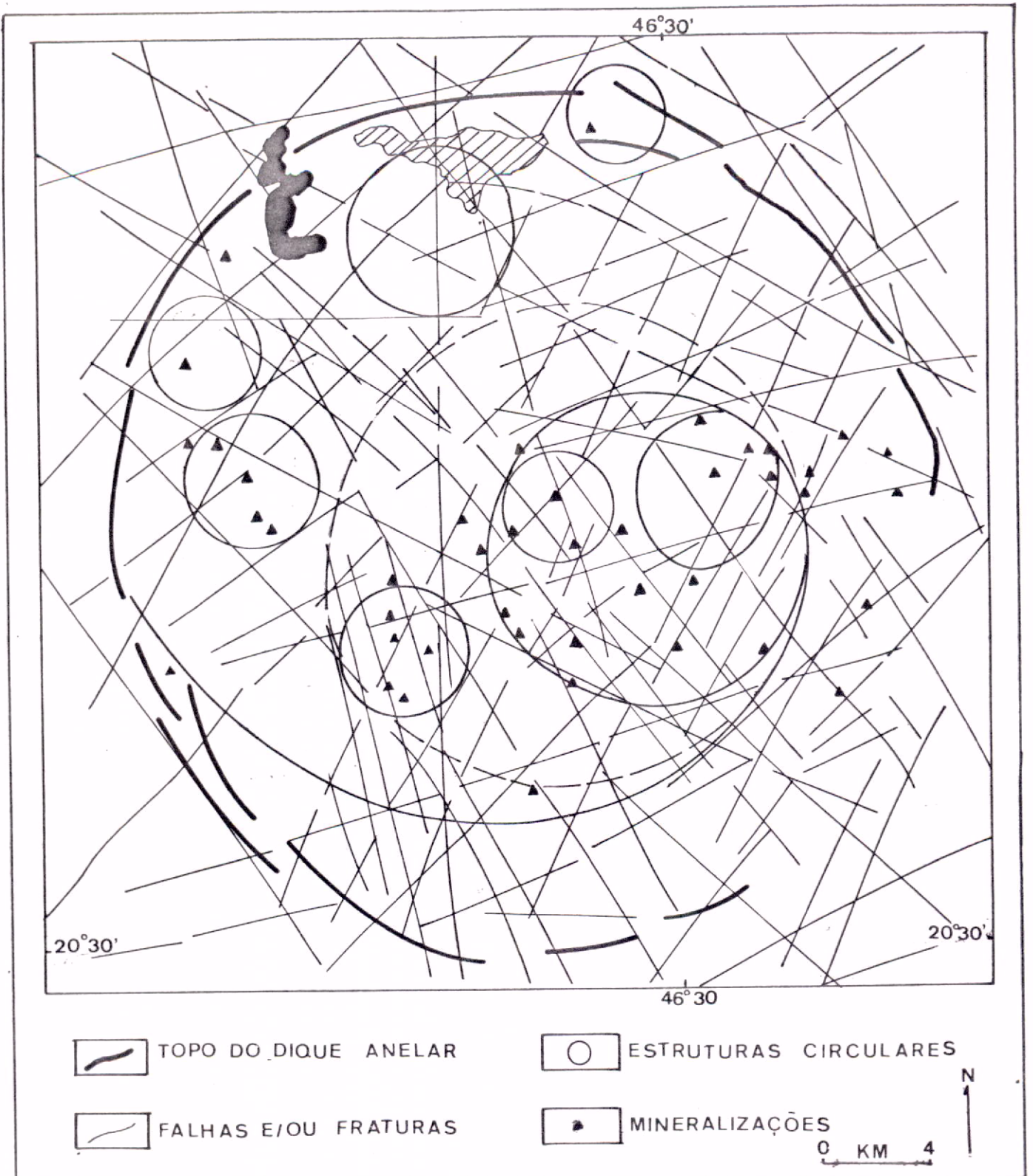


Fig. 2 - Interpretação estrutural do Maciço de Poços de Caldas a partir de imagens MSS do Landsat-1.

O grande número de falhas na área e a pequena escala de trabalho, tornam difícil estabelecer seqüências cronológicas entre os diferentes eventos estruturais do interior do Maciço.

Um fato da maior importância diz respeito à constatação, no interior do Complexo Alcalino, de estruturas à semelhança de corpos anelares subordinados, dispostos numa seqüência de 2a. e 3a. ordens, provavelmente relacionadas à fase intrusiva, no desenvolvimento do processo evolutivo na região.

Quanto aos falhamentos internos, nota-se que são mais numerosos quando próximos às citadas estruturas circulares, cortando-as ou definindo seus limites. MAKSIMOV (1973) reconhece a importância de falhamentos regionais como condicionantes de feições estruturais internas, em maciços alcalinos do escudo de Aldan.

Em Poços de Caldas, essas estruturas circulares, pelo caráter dômico que apresentam, sustentam as cotas mais altas do interior do Maciço. Em seus sítios, o relevo é frequentemente acidentado e os córregos, em geral, formam vales em "V".

Se forem plotadas as áreas de ocorrências e de indícios de mineralizações radioativas conhecidas, sobre o mapa da Fig. 2, obtido de interpretações visuais e automáticas de imagens LANDSAT, comparando-o também com o mapa cintilométrico do Maciço, pode-se notar que tanto as mineralizações quanto os indícios anômalos, distribuem-se preferencialmente ao longo de estruturas circulares inter-

Fig. 3

nas, ou em seus interiores, condicionados a falhamentos a elas associados. A constatação deste fato pode explicar a ocorrência de áreas mineralizadas, ou com indício de mineralização, nas mais diferentes partes do interior do Maciço.

Deste modo, a estrutura circular interna, são parcialmen-



Fig. 3 - Complexo Alcalino e suas encaixantes, como vistos a partir de Fitas Compatíveis com Computador no analisador I-100.

te representada na borda E-S-W do Maciço, parece responsável pelos indícios de "Lagoa Dourada" e "SW de Águas da Prata". A estrutura circular

Fig. 4

cular da porção Centro-Este e as duas menores, em seu interior, parecem condicionar a maioria das mineralizações conhecidas no interior do Maciço, destacando-se entre elas o "Morro do Ferro", o "Campo do Agostinho" e o "Cercado".

A SW do Planalto, as interpretações automáticas indicam a existência de uma estrutura circular que, apesar de não ser visível em análises visuais, seria responsável pelas ocorrências de "Vilêla",

Fig. 5

"Moirões", "Tamanduã", entre outras.

Na extremidade Oeste do Maciço, duas estruturas circulares são muito evidentes, às quais estariam condicionadas as mineralizações das áreas "Quirinos", "Serrote" e "Cascata".

Os veios de caldasito, próximos à Pedra Balão, ao Norte do Maciço, e totalmente afastados das áreas mineralizadas até agora conhecidas, podem ser explicados pela existência de uma estrutura circular ali observada, que emergiu sobre o grande dique anelar, causando seu rompimento. Para as mineralizações das áreas "Espingarda", "Da. Elisa", "Pires" e "Cascalho", alinhadas na borda E-SE do Maciço, não se notou existência de estrutura circular como fator condicionante. No entanto, naquela região, o grande dique anelar externo foi totalmente rompido, indicando a presença de grandes esforços naquele setor do Complexo.

Fig. 6

Os fatos, acima expostos, sugerem que os condicionamentos das mineralizações radioativas em Poços de Caldas, não parecem ser



Fig. 4 - Detalhe do Maciço Alcalino mostrando as estruturas circulares internas (canal 7 do Landsat, realçado através do I-100).

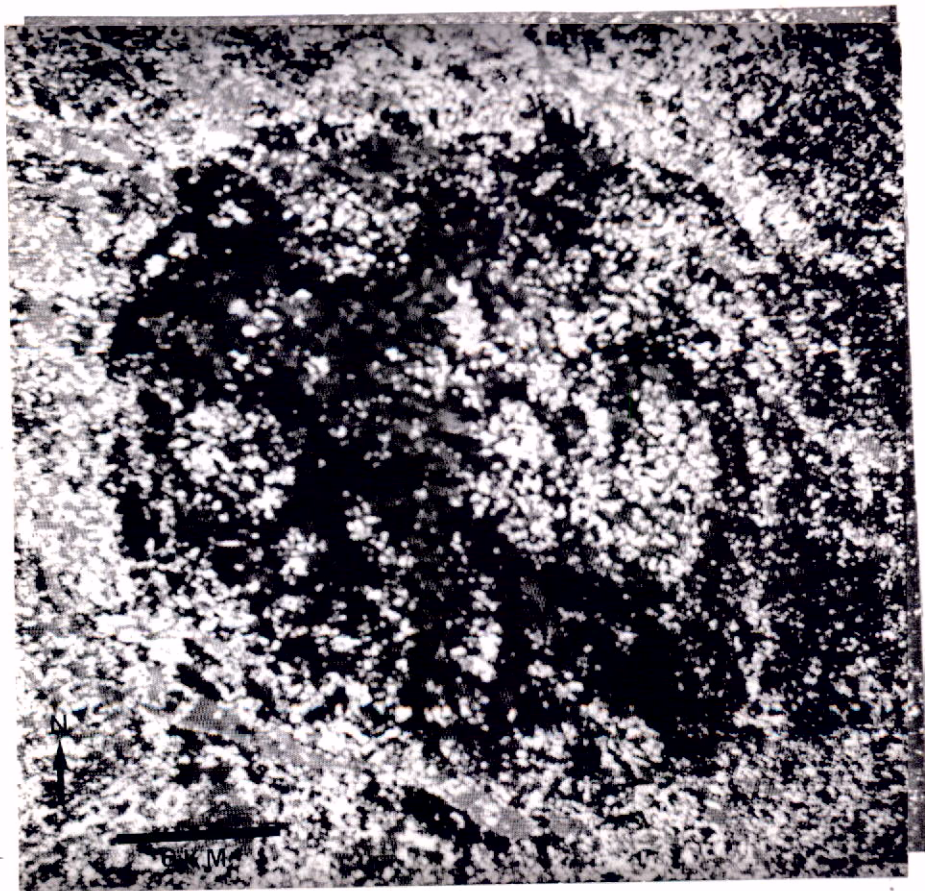


Fig. 5 - Interpretação automática utilizando a técnica de Treinamento e Classificação para realce das estruturas circulares internas do Complexo.

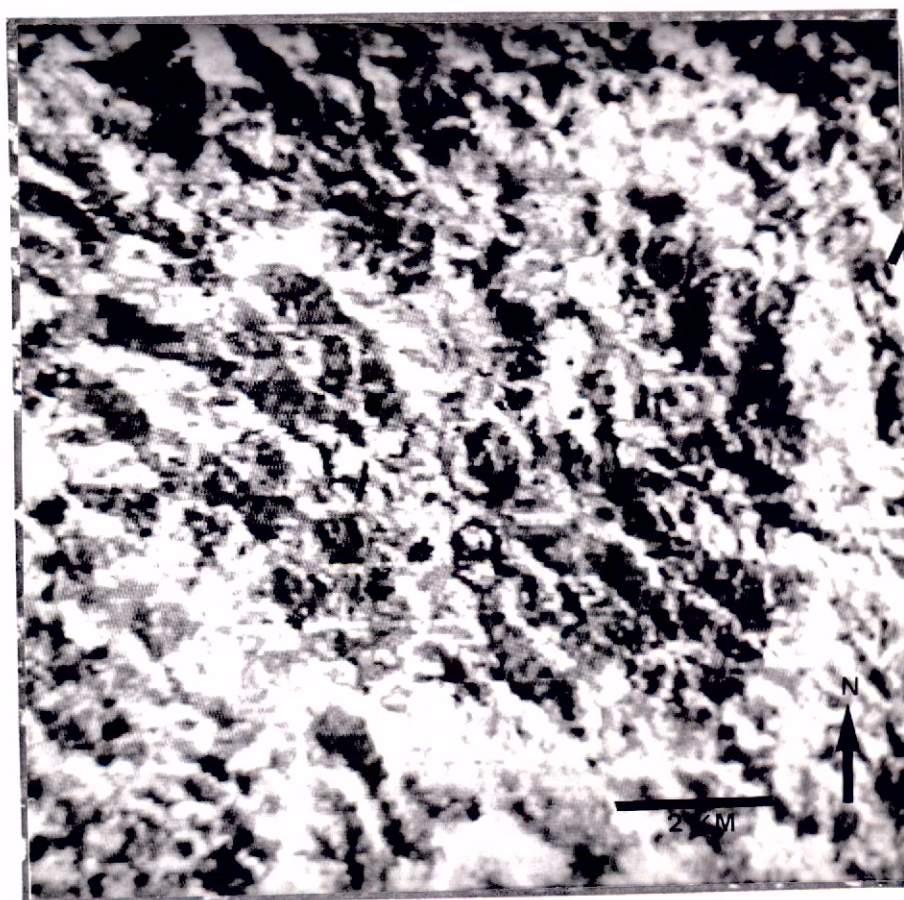


Fig. 6 - Detalhe da estrutura circular observada na região centro-este do maciço, obtido a partir de Fitas CCT em escala original 1:369.000, (1ª geração).

de natureza litológica, ligados à rocha potássica, mas estrutural. A própria distribuição em área, daquela unidade litológica parece estar, como as mineralizações e a topografia acidentada de certas partes do Maciço, diretamente relacionada às estruturas circulares internas e falhamentos associados.

Decorrido o processo magmático ou concomitante com seus estágios evolutivos finais, a presença de estruturas circulares internas teria desempenhado papel fundamental no controle das mineralizações. O grande número de falhamentos, desenvolvidos no interior ou em suas bordas, às vezes estabelecendo seus limites, criaram zonas de fraqueza favoráveis, através das quais percolaram as soluções mineralizantes. Fato semelhante foi notado por BUTAKOVA (1967), nos maciços alcalinos de Tuva.

Em Poços de Caldas, TOLBERT (1958) reconheceu a importância dos falhamentos como condicionante dos veios zircono-uranífero.

As mineralizações zirconíferas da área "Quirinos - Serrote", relacionadas, ao que parece, às estruturas circulares daquele setor do Complexo, já foram reconhecidas por ELLERT (1959), como condicionadas aos limites de um corpo ígneo intrusivo, com aspecto circular, encaixado em tinguaitos.

Para as mineralizações molíbdio-uraníferas, OLIVEIRA (1974) reconheceu novas características condicionantes. Para aquele autor, as melhores concentrações de minério ocorrem nas zonas de maior esmagamento tectônico, associado à rocha potássica, com as mineralizações ou indícios anômalos, dispostos nos limites de uma estrutura circular observada na região Centro-Oeste do Maciço.

Conclusões

Parecem claras as relações existentes entre as estruturas circulares internas e as mineralizações radioativas. Tais estruturas

ras e falhamentos associados constituiriam o principal fator condicionante das citadas mineralizações na área.

A rocha potássica parece estar intrinsecamente relacionada às estruturas anelares e falhamentos, por representar produto final do hidrotermalismo nos nefelina-sienitos, explicando assim, o seu estreito relacionamento com as mineralizações radioativas.

Os dados obtidos sugerem o uso das técnicas de sensoriamento remoto, no estudo de outros maciços alcalinos.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. de - 1967 - Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. DNPM - DGM, Bol. nº 241 - 36 p. - Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1969 - Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira, SBG. An. XXIII Congr. Bras. Geol. p. 29-45. Salvador.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1971 - Condicionamento Tectônico do Magmatismo Alcalino Mesozóico do Sul do Brasil e do Paraguai. An. Acad. Bras. Ciênc. 43 (3/4): 835-836.
- ALMEIDA FILHO, R. e PARADELLA, W.R. - 1975 - Relatório Preliminar das Atividades do Projeto Alumínio durante o ano de 1974. SJC. INPE - 601 - RI/286 - 45 p.
- ALMEIDA FILHO, R. e PARADELLA, W.R. - 1976 - Identificação de áreas de argila na região das cabeceiras do Rio Claro (MG) através de análise automática de dados do LANDSAT. SJC. INPE - (Inédito).
- ALMEIDA FILHO, R. e PARADELLA, W.R. - 1976 - Mapeamento Automático de Áreas Favoráveis a Ocorrências de Argilas no Planalto de Poços de Caldas. SJC. INPE - (Inédito).
- AMARAL, G. - 1974 - Geologia Pré-Cambriana da Região Amazônica. Tese de Livre Docência - Inst. Geoc. USP - São Paulo, 1974, p.212.
- AMARAL, G.; BUSHEE, J.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. e REINOLDS, J.H. 1967 - Potassium-Argon Ages of Alkaline Rocks from Southern Brazil. Geoch er Cosmoch. Acta 31.p. 117-142.
- BARBOSA, O. - 1936 - Notas Preliminares sobre o Planalto de Poços de Caldas e suas Potencialidades Econômicas. DNPM-DFPM. Av. 8. 33.p.

- BARBOSA, O. - 1948 - Sobre a Idade das Rochas Alcalinas e a Origem do Planalto de Poços de Caldas. Rev. Eng. Min. Met. 13 (76): 235-236.
- BJÖRNBERG, A.J.S. - 1956 - Arenitos do Bordo do Planalto de Poços de Caldas. An. Acad. Bras. Ciênc. 28 (4): 465 -471.
- BJÖRNBERG, A.J.S. - 1959 - Rochas Clásticas do Planalto de Poços de Caldas. USP. Fac. Fil. Cienc. Let., Bol. 237. Geol. (18): 65-122.
- BLODGET, H.W.; BRAWN, G.F. e MOIK, J.G. - 1975 - Geological Mapping in Northwestern Saudi Arabia Using Landsat Multispectral Techniques, NASA - Earth Res. Surv. Symposium (I-B): 971-991.
- BRANCH, C.D. - 1966 - Volcanic Cauldrons, Ring Complexes, and Associated Granites of the Georgetown Inlier, Queensland. Australia Bur. Min. Resources, Geol. Geoph. Bull. (76): 158 p.
- BRANCO, J.J.R. - 1956 - Notas sobre a Geologia e Petrografia do Planalto de Poços de Caldas, MG, UMG. Inst. Pesq. Rad. Pub. nº 5. 77 p.
- BUDANOV, V. I. - 1970 - Mechanism of Formation of Ring Complexes - Doklady of Acad. Scienc. USSR. Transl. by American Geol. Inst. vol. 191 p. 59-61. Washington.
- BUSHEE, J. - 1970 - A Geochronological Study of the Alkaline Massif of Poços de Caldas, Brazil - USP - Dept. Geol., Geochron. Lab. 25.p (Inédito).
- BUTAKOVA, Ye.L. - 1967 - Tectonic Conditions of Origin of Alkaline Rocks in East Tuva. Inst. Geol. Rev. 9 (1): 13-24. Washington.
- CAMPOS, M.; GUIMARÃES, D. e FIGUEIREDO, D.G. - 1953 - Algumas Rochas Alcalinas de Poços de Caldas Relacionadas com as Jazidas de Caldasito. UMG. Inst. Pesq. Radiat. (2): 38 p. Belo Horizonte.

- CHRISTOFOLETTI, A. - 1972 - Características Fisiográficas do Planalto de Poços de Caldas. (MG - Brasil). USP. Inst. Geogr., Geomorfologia 32 26 p. São Paulo.
- CHRISTOFOLETTI, A. - 1973 - A Unidade Morfoestrutural do Planalto de Poços de Caldas. *Nôtiçia Geomorf.* 13 (26) 77-85. PUCC - Campinas.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - 1974 - Mapa Geológico do Planalto de Poços de Caldas. Poços de Caldas, MG.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - 1974 - Mapa Radiométrico do Planalto de Poços de Caldas. Poços de Caldas, MG.
- DERBY, O.A. - 1887 - On Nepheline Rocks in Brazil with Special Reference to the Association of Phonolite and Foyaite. *Quart. Jour Geol.Soc. of London*, 43: 457-473. London.
- DIRKSEN, M. - 1964 - Pesquisa em Minerais Zirconíferos de Poços de Caldas. *Rev. Eng. Min. Met.* 40 (240): 253-255.
- DMITRIYEV, D.N.; SHATILOV, S.V. e BULAKH, A.G. - 1970 - New Data on the Geology of Alkaline Ultramafic and Carbonatite Plutons of Turiy Peninsula (Kola Peninsula) *Doklady of the Acad. Scienc. USSR*. Transl. by American Geol. Inst. vol. 193. p. 103-105. Washington.
- DOIG, R. - 1970 - An Alkaline Rock Province Linking Europe and North America. *Canadian Jour. Earth Scien.* 7 (1): 22-28.
- DUTRA, C.V. - 1966 - O método Chumbo-Alfa e Idades de Zircões do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. *EFMOP. Bol. do Inst. Geol.* 1 (3/4): 125-135. Ouro Preto.
- ELLERT, R. 1959 - Contribuição à Geologia do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. USP. Fac. Fil. Cienc. Let. Bol. 237. *Geol.* (18): 5-63. São Paulo.

- ERICKSON, J.D. - 1975 - Advances in Automatic Extraction of Earth Resources Information from Multispectral Scanner Data - NASA. Earth Resourc.Survey Symp. (I-B): 1245 - 1274. Houston, Texas.
- FONTANEL, A.; BLANCHET, C. e LALLEMAND, D. - 1975 - Enhancement of Landsat Imagery by Combination of Multispectral Classification and Principal Component Analysis. NASA. Earth. Resourc. Survey Symp. (I_B): 991-1012. Houston, Texas.
- FRAYHA, R. - 1950 - Estudo Preliminar e Prospecção das Jazidas de Rochas Potássicas de Poços de Caldas. DNPM - DFPM. Bol. 37. p. 11-109. Rio de Janeiro.
- FRAYHA, R. - 1952 - Rochas Potássicas (Planalto de Poços de Caldas). DNPM-DFPM. Bol. 13.p. 107-116. Rio de Janeiro.
- FRAYHA, R. - 1957 - Ocorrências Uraníferas no Arenito de Águas da Prata, Rev. Eng. Min. Met. 26 (64): 201-205.
- FRAYHA, R. - 1962 - Urânio e Tório no Planalto de Poços de Caldas. DNPM-DFPM. Bol. 116. 75 p. Rio de Janeiro.
- FRANCO, R.R. - 1945 - Minerais de Zircônio na Região de Poços de Caldas. USP. Fac. Fil. Cienc. Let., Mineral. (7): 7-28. São Paulo.
- FRANCO, R.R. - 1945 - Poços de Caldas e sua Jazida de Zircônio. Digesto Econômico. 1 (4): 34-40. São Paulo.
- FRANCO, R.R. e LOEWENSTEIN, W. - 1948 - Zirconium from the Region of Poços de Caldas. Americ. Mineral, 33 (3/4): 142-151. Menasha, Wisconsin.
- FREITAS, R.O. - 1943 - As Estruturas Fósseis do Sistema Santa Catarina no Planalto de Poços de Caldas. Bol. Assoc. Geograf. Brasileiros. 3 (3): 25-37. São Paulo.

- FREITAS, R.O. - 1944 - Jazimentos das Rochas Alcalinas no Brasil Meridional. Rev. Eng. Min. Met. 8 (43): 45-48.
- FREITAS, R.O. - 1956 - Sobre um Ankerito da Serra do Mirante. Bol. da SBG. 5 (2): 77-90. São Paulo
- GENERAL ELECTRIC COMPANY - 1975 - Image-100 - User Manual. 119 p. Flórida.
- GORSKY, V.A. e GORSKY, E. - 1968 - Contribuição ao Estudo de Caldasi-to do Planalto de Poços de Caldas, SBG XXII Cong. Bras. Geol. Res. das Comunicações. p. 9-10.
- GORSKY, V.A. e GORSKY, E. - 1970 - Diferentes Tipos de Mineralizações no Planalto de Poços de Caldas - MG. SBG. XXIV CONG. Bras. Geol., Res. Conf. e Comunicações. Bol. Esp. nº 1. p. 135-137.
- GORSKY, V.A. e GORSKY, E. - 1973 - Contribuição ao Estudo de Diferentes Tipos de Mineralizações no Planalto de Poços de Caldas. SBG. XXVII Cong. Bras. Geol., Res. Conf. e Comunicações. Bol. Esp. nº 1 p. 19-21.
- GORSKY, V.A. e GORSKY, E. - 1974 - Contribuição à Mineralogia e Petrologia do Planalto de Poços de Caldas, CNEN. Bol. 13. 91 p.
- GUIMARÃES, D. -1947 - Origem das Rochas Alcalinas Inst. Tecnol. Ind.- Bol. nº 5. 103 p. Belo Horizonte.
- GUIMARÃES, D. - 1948 - The Zirconium Ore Deposit of the Poços de Caldas Plateau and Zirconium Geochemistry. Inst. Tecnol. Ind. Bol.nº6 p. 78. Belo Horizonte.
- GUIMARÃES, D. - 1965 - Princípios da Metalogênese e Geologia Econômica do Brasil. DNPM-DFPM. Bol. 121. 625 p. Rio de Janeiro.

- GUIMARÃES, D. e ILCHENKO, W. - 1954 - Rochas com Pseudo-leucita ou Epi-leucita de Poços de Caldas. Bol. Agr. 3 (1/2): 11-13. Belo Horizonte.
- HASUI, Y. e CORDANI, U.G. - 1968 - Idades Potássio-Argônio de Rochas Eruptivas Alcalinas Mesozóicas do Oeste Mineiro e Sul de Goiás. SBG An. XXII Cong. Bras. Geol. p. 139-144.
- ILCHENKO, V. e GUIMARÃES, D. - 1954 - O Processo de Decomposição das Rochas Alcalinas do Planalto de Poços de Caldas - Estado de Minas Gerais. UMG. Inst. Pesq. Rad. Pub. nº 3. 52 p. Belo Horizonte.
- KALINKIN, M.M. - 1973 - The Mechanism That Produce Concentric Folds and Faults in the Khibiny Pluton. Doklady of Geol. Scienc. USSR. Transl. by American Geol. Inst. vol. 210. p. 67-70 Washington.
- KOTSEN, M. Ye e ARTAMONOV, M.A. - 1967 - Aeromagnetic Prospecting for Carbonatites (East Sayan) Int. Geol. Rev. 9 (2): 220-224. Washington.
- LIU, C.C.; CARRARO, C.C. e YAMAGATA, S.K. - 1973 - Geology of the Areas of the Upper São Francisco Basin and Furnas Dam (Brazil) Based on Interpretation of ERTS-1 Imagery - SJC. INPE - Lafa 395. 49 p.
- LOVEGREEN, J.R.; PROSSER, W.J. e MILLET, R.A. - 1975 - Geology Analysis of Landsat-1 Multispectral Imagery of a Possible Power Plant Site Employing Digital and Analog Image Processing. NASA: Earth Resourc. Surv. Symp. (I-B): 1293-1308. Houston, Texas.
- MACIEL, A.C. e CRUZ, P.R. - 1973 - Perfil Analítico do Urânio. MME-DNPM. Bol. 27. p. 27-70. Rio de Janeiro
- MACIEL, A.C. e CRUZ, P.R. - 1973 - Perfil Analítico do Tório e Terras Raras. MME-DNPM. Bol. 28. 71 p. Rio de Janeiro.

- MACIEL, A.C.; AZUAGA, C.H. e CRUZ, P.R. - 1973 - Reservas de Urânio e Tório no Brasil e no Mundo - Capacidade de Produção e Perspectivas de Demanda. SBG. An. XXVII Cong. Bras. Geol. vol. 2 p. 353-368.
- MAKSIMOV, Ye P. - 1970 - New Data on The Geology of Volcano-Plutonic Ring Complexes of The Central Aldan. Doklady of Geol. Scienc. USSR. Transl. by American Geol. Inst. Vol. 190. p. 51-54. Washington.
- MAKSIMOV, Ye P. - 1973 - Mesozoic Annular Magmatic Complexes in Aldan Shield. Int. Geol. Rev. 15 (1): 46-56. Washington.
- NEVSKIY, U.A. E KOTLYAR, V.N. - 1972 - Structure of Endogenic Ore Deposits in Association with Annular Ruptures. Int. Geol. Rev. 14 (10): 1114-1123. Washington.
- OLIVEIRA, A.G. - 1968 - Urânio no Planalto de Poços de Caldas. SBG XXII Cong. Bras. Geol. Res. das Comunicações. p. 30.
- OLIVEIRA, A.G. - 1973 - Perspectivas de Reservas e Características Gerais da Mineralização Uranífera no Setor c/09 - Poços de Caldas. SBG. XXVII Cong. Bras. Geol., Res. das Comunicações. Bol. nº1 p. 35-36.
- OLIVEIRA, A.G. - 1974 - Mineralização de Urânio e Molibdênio no Planalto de Poços de Caldas. CNEN. Primeira Reunião Sobre Minérios Brasileiros de Urânio. p. 15-30. Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, A.I. - 1956 - Ocorrências Brasileiras de Urânio. Rev. Eng. Min. Met. 24 (142): 209-212.
- OLIVEIRA, M.A.F.; ALVES, F.R. e COIMBRA, A.M. - 1975 - Sedimentação Associada ao Vulcanismo Alcalino de Poços de Caldas (Divinolândia-SP). USP. Bol. Inst. Geol. vol. 6 p. 13-19. São Paulo.

- OSIPOV, M.A. - 1974 - Process of Cooling of an Intrusive and Distribution of Ore Bodies. *Int. Geol. Rev.* 16 (4): 379-383. Washington.
- RAMOS, J.R.A. - 1970 - Situação Atual de Prospecção de Minérios Nucleares no Brasil. *SBG. An. XXIV Cong. Bras. Geol.* p. 25-39.
- RAMOS, J.R.A. e FRAEKEL, M.O. - 1974 - Principais Ocorrências de Urânio no Brasil, CNEN. Bol. 12. 24 p. Rio de Janeiro.
- SANTOS, L.C.S. - 1976 - Curso de Prospecção de Minerais Radioativos - Mineralogia de Urânio. *Nuclebras*. 51 p. (Inédito).
- SANTOS, L.C.S. - 1976 - Curso de Prospecção de Minerais Radioativos - Geologia do Urânio. *Nuclebras* 46 p. (Inédito).
- SHEVCHENKO, V.I., STANKEVICH, Ye.K. e REZANOV, I.A. - 1974 - Pre-Cenozoic Magmatism in Caucasus and Western Turkmenia in Relation to Deep-Seated Structures. *Int. Geol. Rev.* 16 (3): 301-307. Washington.
- SHORT, N.M. e MARRS, R.W. - 1975 - The Anatomy of An Anomaly - NASA - Earth Resources Survey Symposium (i-B): 641-663. Houston, Texas.
- STAVTSEV, A.L. - 1968 - Some Relationships Between Magmatic Activity Mineralization, and Tectonics in the Eastern Part of The Aldan Shield and Southern Verkhoyansk Region. *Geotectonics*, nº 5, p. 295-298. Washington.
- TEIXEIRA, E.A. - 1937 - Zircônio no Planalto de Poços de Caldas, *Rev. Eng. Min. Met.* 1 (4): 159-168.
- TEIXEIRA, E.A. - 1943 - Zircônio em Poços de Caldas. *DNPM-DFPM. Bol.* 55. 63p. Rio de Janeiro.

- TOLBERT, G.E. - 1958 -The Uraniferous Zirconium Deposits of The Poços de Caldas Plateau, Brazil. Geol. Surv. Bull. 1185 - C. 28 p. Washington.
- TURNER, D.C. - 1963 - Ring - Structures in The Sara-Fier Younger Granite Complex, Northern Nigeria. Quart.Jour. Geol. Soc. London 119 (475): 345-366. London.
- UTSUMI, O. - 1971 - Programa de Excursão à Poços de Caldas. SBG. XXV Cong. Bras. Geol. Bol. Esp. nº 1. p. 7-13.
- UTSUMI, O. - 1971 - Mineralização Urano-Molibdenífera no Planalto de Poços de Caldas. SBG. XXV Cong. Bras. Geol. Res. das Comunicações. Bol. Esp. nº 1. p. 40-41.
- WEDOW Jr., H. - 1967 - The Morro do Ferro, Thorium and Rare - Earth Ore Deposits, Poços de Caldas District, Brazil - Geol. Surv. Bull. 1185-D, Washington.
- WRUCKE, C.T. e SILBERMAN, M.L. - 1975 - Cauldron Subsidence of Oligocene Age at Mount Lewis, Northern Shoshone Range, Nevada. Geol. Surv. Prof. Paper 876. Washington.