

GEOCRONOLOGIA DO COMPLEXO MÁFICO-ULTRAMÁFICO
ALCALINO DE SANTA FÉ, GOIÁS

ALEDIR P. BARBOUR

*Departamento de Geologia Econômica e
Geofísica Aplicada*

KOJI KAWASHITA

Centro de Pesquisas Geocronológicas

VICENTE A. V. GIRARDI

*Departamento de Mineralogia e
Petrologia*

ANA MARIA S. DE SOUZA

Instituto Eschwege, Diamantina, MG

ABSTRACT

A. P. Barbour, V. A. V. Girardi, K. Kawashita and A. M. Soares de Souza – Geochronology of the Alkaline Mafic -
ultramafic Complex of Santa Fé, Goiás – Bol. IG., Instituto de Geociências, USP, V. 10 : 11 - 18, 1979

The Santa Fé mafic-ultramafic alkaline complex, Goiás, is a subcircular body with a rough concentric zoning of rock types, containing dunites at the center and peridotites and pyroxenites at the border. Minor rock types associated with the major units are missourites, malignites and phonolites. An essexitic body occurs as a small intrusion close to the W border of the main massif. Country rocks are leucocratic quartz-feldspatic gneisses with rare amphibolite bands. Lamprophyre dikes occur to the south, cutting Precambrian gneisses and Devonian sandstones. K-Ar determinations yielded the following ages: essexite 74.4 (± 3.4) m.y., missourite 84.7 (± 1.8) m.y., malignite, ranging from 82.6 (± 4.5) to 88.4 (± 2.7) m.y., and a lamprophyre dike 86.6 (± 4.5) m.y. These ages are similar to those determined for other complexes of the Upper-Cretaceous Iporá Group of mafic-ultramafic intrusions. Surrounding gneisses show a whole-rock Rb/Sr age of 467 (± 10) m.y., thus corresponding to the Brasiliano Cycle.

RESUMO

O complexo máfico-ultramáfico alcalino de Santa Fé é formado principalmente por dunitos, peridotitos e piroxenitos exibindo grosseira disposição concêntrica. Missouritos, malignitos e fonólitos ocorrem em quantidades subordinadas. Essexitos formam corpo menor a W do maciço principal.

As rochas encaixantes são gnaisses quartzo-feldspáticos, geralmente pobres em máficos e localmente portadores de bandas anfíbolíticas. Ao sul da área ocorrem arenitos devonianos capeando tais rochas, que são por sua vez cortados por diques de lamprófiro (minette). As idades potássio-argônio foram efetuadas em cinco amostras, obtendo-se os seguintes valores: essexito 74,4 ($\pm 3,4$) m.a. missourito 84,7 ($\pm 1,8$) m.a. lamprófiro 86,6 ($\pm 4,5$) m.a. e malignitos 82,6 ($\pm 4,5$) m.a. e 88,4 ($\pm 2,7$) m.a. Tais dados mostram boa concordância com outros complexos do Grupo Iporá, reafirmando sua idade Cretáceo Superior. As determinações rubídio-estrôncio efetuadas nos gnaisses encaixantes propiciaram a elaboração de isócrona de 467 (± 10) m.a., fato que posiciona tais rochas no Ciclo Brasiliano.

INTRODUÇÃO

O Complexo de Santa Fé recebeu esta denominação pelo fato de distar apenas 3 km a NW desta cidade. O acesso a ela se dá por estrada de terra que se estende por 150 km de Goiás Velho, na direção W. Várias companhias particulares o estudaram, face principalmente a teores de níquel e presença de vermiculita em suas rochas. Dentre elas destaca-se a Mineração Montita Ltda., que caracterizou quantitativamente as áreas e níveis enriquecidos em níquel laterítico.

A origem desse maciço está relacionada a um conjunto protovulcânico denominado Grupo Iporá por Guimarães et. al. (1968). A diversidade petrográfica dessas rochas é grande, ocorrendo desde rochas ultrabásicas até ácidas (Schobbenhaus Filho et al., 1975). Rochas alcalinas e de tendência alcalina são comuns.

Os complexos componentes do Grupo Iporá estão tectonicamente condicionados por fraturas segundo NW, resultando conspícuo alinhamento desses corpos nessa direção (Ulbrich e Gomes, Fig. 1, no prelo). Face a algumas datações realizadas nesses corpos e citadas posteriormente no presente trabalho, estabeleceu-se idade Cretácea para o Grupo.

Nesta pesquisa visou-se estabelecer a idade do maciço de Santa Fé, procurando-se de um lado verificar sua relação cronológica em relação aos demais complexos datados do Grupo Iporá, de outro conhecer-se as idades relativas dos vários tipos litológicos.

GEOLOGIA LOCAL

O maciço constitui corpo ovalado, com maior diâmetro na direção N-S, medindo aproximadamente 9,5 por 6,5 km (Fig. 1). Duas unidades morfológicas sobressaem de imediato: uma predominante, constituída de uma superfície plana, baixa, de altitude entre 420 e 450 m coberta por lateitas concrecionárias oolíticas soltas; outra representada pelos morros testemunhos de dunitos com altitude média de 550 m.

A morfologia atual do distrito evidencia uma fase erosiva acentuada, com destruição das crostas de calcedônia remanescentes,

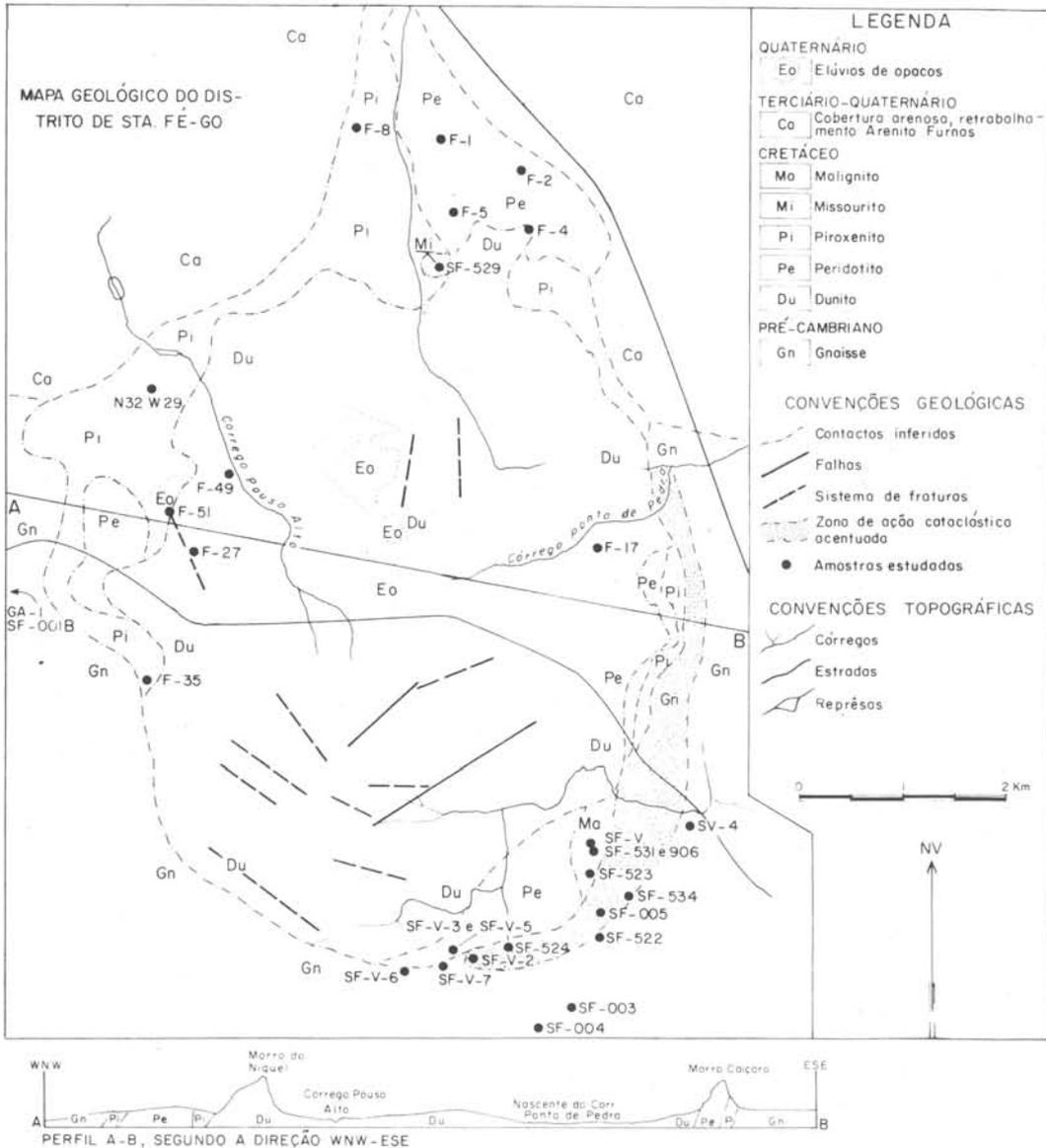
erosão acelerada dos morros testemunhos duníticos, degradação física das crostas lateríticas, mesmo aquelas que nivelam o assoalho da zona peneplanizada.

A distribuição das rochas ultramáficas indica uma estrutura dômica. Dunitos predominam no núcleo enquanto peridotitos e piroxenitos ocorrem nas bordas. Tal zoneamento é grosseiro, dadas as perturbações locais que infletiram nos contatos, espessando ou adelgaçando as faixas envolventes do núcleo dunítico. As rochas alcalinas associadas, cuja composição varia desde gabróide até sienítica ocorrem tanto no interior do domo, quanto nos seus contatos, com as rochas encaixantes. Estas constituem-se essencialmente de gnaisses com direção preferencial NNW e mergulho acentuado para NW. Na porção N do mapa os gnaisses estão capeados por rochas sedimentares provenientes principalmente do intemperismo e remanejamento do Arenito Furnas, formando uma delgada cobertura areno-argilosa sobre o embasamento.

Os contatos entre o corpo intrusivo e encaixantes são marcados por falhas e fraturas especialmente acentuadas em sua porção SE (Fig. 1). Tais fraturas provocam muitas vezes escalonamentos em morros periféricos. Ocorre também microfraturamento intenso no interior do corpo, ligado à serpentinização das rochas duníticas.

Segundo a classificação das províncias petrográficas alcalinas brasileiras de Ulbrich e Gomes (no prelo) o Complexo de Santa Fé pertenceria ao tipo VIII caracterizado por complexos máficos-ultramáficos alcalinos sem carbonatitos. Os dunitos, que ocupam o centro do Complexo, são constituídos predominantemente por olivina magnesiana (mais de 90%), algum clinopiroxênio, opacos (magnetita, ilmenita e cromita) e micas (biotita e flogopita). Tais rochas exibem vários graus de serpentinização tanto em profundidade como superficialmente. É comum nos serpentinitos a presença de pseudomorfos de olivinas, parcial ou totalmente substituídos. Magnetita, subproduto da reação de olivina em serpentina tende a ocupar os bordos desses pseudomorfos. Diferenças texturais, tectônicas, morfológicas e químicas (teor em Ni) permitiram caracterizar duas intrusões duníticas, ao sul e ao

GEOCROLOGIA DO COMPLEXO MÁFICO-ULTRAMÁFICO ALCALINO DE SANTA FÉ, GOIÁS



norte do distrito (Barbour, 1976).

A passagem dos dunitos para peridotitos é gradual, em consequência do aumento paulatino de clinopiroxênio cálcico. Tais peridotitos formam lentas ou faixas dispostas entre os dunitos centrais e os piroxenitos de borda. Clinopiroxênios e olivinas são os componentes principais dos peridotitos. Feldspatídeos, biotita e opacos ocorrem acessoriamente. A granulação é sub-milimétrica e a textura alotriomórfica granular.

Os piroxenitos são constituídos principalmente por clinopiroxênios, contendo quantidades pequenas de olivina, biotita e opacos. Os clinopiroxênios possuem, comumente, dimensões maiores que os demais minerais. Possuem forte tendência ao idiomorfismo e conspícuo zoneamento. As biotitas são comumente intersticiais, por vezes formando coroas em torno dos outros máficos.

As rochas de tendência alcalina são representadas por missouritos, malignitos e

essexitos, fonólitos e lamprófiros. Os misouritos constituem uma pequena zona de ocorrência ao norte do Complexo (Fig. 1). São constituídos principalmente por clinopiroxênios orientados sub-paralelamente e comumente associados à biotitas. Olivinas ocorrem em quantidades subordinada e estão parcialmente serpentinizadas. Destaca-se nessas rochas a presença de leucitas anedrais distribuídas entre os piroxênios. Tais minerais estão bem cristalizados e desenvolvidos; são comumente portadores de geminações complexas, inclusões e algumas fraturas com alterações incipientes. Apatita, opacos e nefelina são acessórios.

Os malignitos situam-se na borda SE do Complexo (Fig. 1). Tais rochas são constituídas por grandes cristais de ortoclásio, intercrescidos com nefelinas ótica-mente contínuas, envolvendo cristais eudrais e subeudrais de clinopiroxênios; além de quantidades subordinadas de opacos, biotita, olivina e apatita.

Os essexitos constituem pequena intrusão a W do corpo principal, do qual estão separados em superfície por delgada faixa gnáissica. Compõem-se de clinopiroxênios e plagioclásios, nefelinas e álcali-feldspatos (ortoclásios) essencialmente, contendo subordinadamente opacos, biotita, olivina e apatita. Piroxênios e plagioclásios estão frequentemente zonados, ocorrendo comumente nos primeiros a presença de bordas corroídas. Nefelina e ortoclásio encontram-se muitas vezes intercrescidos e alterados. Nefelinas estão parcialmente transformadas em cancrinitas.

Próximo a borda W do corpo ocorre dique de fonólito. Trata-se de rocha de textura granular composta por álcali-feldspato, nefelina, anfibólio, opacos e clinopiroxênios, este sob forma de grãos liquiars.

Diques de lamprófiros (minette) cortam discordantemente sedimentos encaixantes a SE do Complexo. Possuem granulação fina e são constituídas por fenocristais de biotita em matriz submilimétrica formada por feldspatos, biotitas e opacos.

Os gnaisses regionais, encaixantes do complexo básico-ultrabásicos são representados na área principalmente por variedades de composição granítica, pobres em máficos. Compõem-se principalmente por feldspatos

potássicos (por vezes, perfiticos), plagioclásicos (albita-oligoclásio) e quartzo. O tipo mais comum contém quantidades restritas de biotita e clorita.

Epídotos, opacos, muscovita, titanita, granadas, apatita e allanita são acessórios presentes nas diversas amostras estudadas. São comuns nessas rochas texturas porfiroblásticas, representadas por grandes cristais de microclínios que englobam os outros minerais, principalmente quartzo e plagioclásios, estes normalmente fragmentados, corroídos e saussuritizados.

De modo geral a quantidade de máficos nessas rochas é pequena. Tais minerais ocorrem sob forma de delgadas linhas entremeadas às grossas faixas quartzo-feldspáticas. Localmente, existem gnaisses portadores de quantidades variáveis de anfibólios, que em determinados afloramentos chegam a formar bandas relativamente espessas. Os anfibólios mais comuns são as hornblendas verdes, porém, em várias amostras foram reconhecidos anfibólios alcalinos, variedades arfvedsonita. Tal fato indica presença de metassomatismo ligado à intrusão.

Também nesses gnaisses a textura mais comum nas bandas quartzo-feldspáticas é a porfiroblástica, porém, em várias amostras foi observada a presença de texturas granoblásticas, onde quartzo e feldspatos formam mosaicos poligonais, ressaltando-se os ângulos de 120° formados pelos contornos dos minerais. Face à presença generalizada de falhamentos e fraturamentos junto aos contatos muitos dos gnaisses estudados exibem texturas cataclásticas de intensidade variável, observando-se em alguns casos, simples deformações nos minerais, em outros, milonitização intensa com presença de extinções ondulantes em quartzo, textura em moldura em quartzo e feldspatos e pronunciado encurvamento nas lamelas de plagioclásio.

DADOS GEOCRONOLÓGICOS

Cinco amostras foram selecionadas para análises segundo o método potássio-argônio, e sete para determinações pelo método rubídio-estrôncio. As análises potássio-argônio foram efetuadas em biotitas e feldspatos de rochas

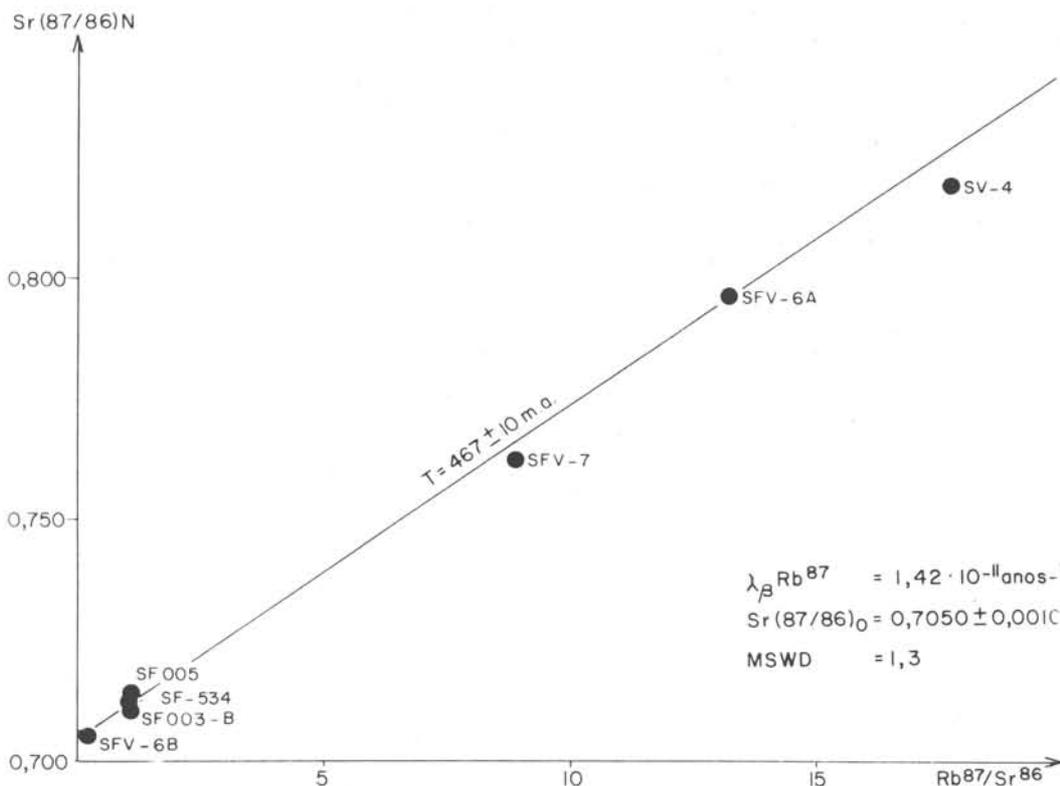


Fig. 2-ISÓCRONA DAS AMOSTRAS DE SANTA FÉ

do complexo máfico-ultramáfico, sendo as determinações rubídio-estrôncio realizadas em amostras de rocha-total dos gnaisses encaixantes. Os procedimentos analíticos seguiram, em ambos os casos, rotina estabelecida no Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo. Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2 e na Figura 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As idades potássio-argônio mostram, em quatro análises, valores concordantes dentro do erro experimental que variam de 82,6 a 88,4 milhões de anos (Tabela 1), sendo todas elas efetuadas em biotitas. Apenas uma determinação obtida em feldspato potássico (ortoclásio) revelou idade mais jovem ($74,4 \pm 3,4 \text{ m.a.}$). Cumpre, porém, assinalar que enquanto as de-

mais determinações foram efetuadas em vários afloramentos do maciço principal, esta última foi obtida em pequena intrusão a W deste (Fig. 1). Entre ambos os corpos, ocorre, em superfície, uma faixa de gnaiss encaixante. Os resultados acima mostram também idades semelhantes entre os diques de lamprófiro que cortam os sedimentos devonianos a S do corpo e as máficas e ultramáficas alcalinas, fato que sugere consangüinidade entre esses diferentes tipos litológicos.

Comparadas às demais idades conhecidas das rochas do Grupo Iporá, revela-se também boa concordância. O complexo de Iporá, o de Santo Antonio da Barra e o de Montes Claros exibem idades médias respectivas ao redor de 78 m.a. (Danni, 1974); 85 m.a. (Hasui et al., 1971) e 89 m.a. (Figueiredo e Penna, 1973; Schobbenhaus Filho, 1975), reafirmando terem os complexos pertencentes ao Grupo

TABELA 1 — DADOS ANALÍTICOS DE DETERMINAÇÕES K-Ar

AMOSTRA	ROCHA	MATERIAL	%K	$^{40}\text{Ar rad}^{10^{-6}}$ ccSTP/g	$^{40}\text{Ar atm}$ %	IDADE (m.a.)
SF-001-B	Essexito	Feldspato	8,19	24,72	10,3	74,4 ± 3,4
SF-529	Missourito	Biotita	5,58	19,26	16,0	84,7 ± 1,8
SF-004	Lamprófiro	Biotita	6,25	21,76	83,4	85,4 ± 7,5
SF-523	Malignito	Biotita	6,99	23,40	26,6	82,6 ± 4,5
SF-V	Malignito	Biotita	6,50	23,43	67,2	88,4 ± 2,7

Iporá se formado no Cretáceo Superior.

Os dados rubídio-estrôncio nos gnaisses encaixantes proporcionaram a elaboração da isócrona representada pela Figura 2. A idade obtida através da análise dessas rochas gnáissicas (467 ± 10 m.a.) coloca-as no Ciclo Brasileiro. A idade foi obtida através de isócrona de referência (Fig. 2) cuja razão inicial (0,705) depende principalmente da amostra SFV-6B. Tal valor apresenta-se baixo, bastante distante de rochas graníticas típicas de anatexia. Fenômeno semelhante já foi verificado em várias regiões brasileiras. Em Piên, por exemplo,

obtiveram-se valores de 0,704 e 0,707, respectivamente, para os granitos e migmatitos (Girardi et al., 1974); nos granitos pós-tectônicos do Grupo Açungui (Cordani e Kawashita, 1971) a razão inicial determinada foi 0,709.

Existem várias hipóteses que tentam explicar o fenômeno. Segundo vários autores (Fairbain et al., 1964; Hurley et al., 1965; Faure e Powell, 1972) tais granitos são produtos de diferenciação do magma basáltico. Peterman et al. (1967) explicam a formação dessas rochas a partir de fusão de grauwacas

TABELA 2 — DADOS ANALÍTICOS DE DETERMINAÇÕES Rb-Sr DE AMOSTRAS DE SANTA FÉ

AMOSTRA	ROCHA	Fluor. R - X		$\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$	$\text{Sr}^{87}/86$ Norm
		Rb (ppm)	Sr (ppm)		
SFV-6B	Gnaisse	48	752	0,18	0,705 ± 0,001
SF-005	Gnaisse	144	356	1,17	0,714 ± 0,001
SF-003B	Gnaisse	55	150	1,06	0,712 ± 0,002
SFV-7	Gnaisse	183	60	8,90	0,763 ± 0,002
SF-534	Gnaisse	93	249	1,08	0,712 ± 0,003
SFV-6A	Gnaisse	351	78	13,16	0,797 ± 0,001
SV-4	Gnaisse	146	24	17,72	0,820 ± 0,001

que em várias regiões mostram baixas razões iniciais. Outra hipótese também citada na literatura (Doe et al., 1968), atribui sua origem a partir de granulitos, também com baixas razões iniciais. No caso citado dos granitos pós-tectônicos do Grupo Açungui (Cordani e Kawashita, 1971) os autores atribuem a essas rochas origem a partir de material do próprio cinturão orogênico aos quais se adicionou considerável quantidade de material vulcânico.

No caso presente, tais considerações são altamente especulativas, pois, além do pequeno

número de amostras estudadas não há dados petrológicos e geoquímicos pormenorizados sobre os gnaisses em questão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Mineração Montita Ltda., por permitir consulta aos dados de pesquisa e facilidade para os trabalhos de campo; e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo suporte financeiro.

BIBLIOGRAFIA

- BARBOUR, A. P. — 1976 — Geologia do maciço ultramáfico de Santa Fé, Goiás. Tese de Livre-Docência. Universidade de São Paulo, inédito, 138 p.
- CORDANI, U. G. e KAWASHITA, K. — 1971 — Estudo geocronológico pelo método Rb/Sr de rochas graníticas intrusivas no Grupo Açungui. An. XXV Congr. Bras. Geol., 1 : 105-110.
- DANNI, J. C. M. — 1974 — Géologie des complexes ultrabásiques alcalins de la région d'Iporá, Goiás (Brésil) — Tese de doutoramento, Université de Paris, Sud Centre d'Orsay, inédito, 101 p.
- DOE, B. R.; TILLING, R. I.; HEDGE, C. E. e KLEPPER, M. R. — 1968 — Lead and strontium isotopes on the Boulder Batholith, Southwestern Montana — Econ. Geol., 63 : 884-906.
- FAIRBAIN, H. W.; HURLEY, P. M. e PINSON, W. H. — 1964 — Initial Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ and possible sources of granitic rocks in Southern British Columbia — J. Geophys. 69 : 4889-4893.
- FAURE, G. e POWELL, J. L. — 1972 — Strontium isotope. Geology-Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- FIGUEIREDO, A. J. A. e PENNA, G. S. — 1973 — Mapa geológico do Maciço de Montes Claros de Goiás — XXVII Congr. Bras. Geol., Resumo de Comunicações 1 : 103-105.
- GIRARDI, V. A. V., CORDANI, U. G., CANDIDO A., MELFI, A. J. e KAWASHITA, K. — 1974 — Geocronologia do complexo básico-ultrabásico de Piên. An. XXVIII Congr. Bras. Geol., 6 : 245-252.
- GUIMARÃES, G., GLASER, I. e MARQUES, J. — 1968 — Sobre a ocorrência de rochas alcalinas na região de Iporá. Miner. Metal., 48 : 11-15.
- HASUI, Y., DYER, R. C. e IWANUCH, W. — 1971 — Geocronologia das rochas alcalinas de Santo Antonio da Barra, Goiás, An. XXV Congr. Bras. Geol., 1 : 253-258.
- HURLEY, P. M., BATEMAN, P. C., FAIRBAIN, H. W. e PINSON Jr., W. H. — 1965 — Investigation of initial Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ ratios in the Serra Nevada, plutonic province. Geol. Soc. Am. Bull. 76 : 165-174.
- PETERMANN, Z. E., COLEMAN, R. G. e SNAVELY Jr., P. D. — 1967 — Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ ratios in some engeosynclinal sedimentary rocks and their bearing and the origin of granitic magma in orogenic. Belts. Earth. Planet. Sci. Letters, 2 : 433-439.

ULBRICH, H. H. G. J. e GOMES, C. B. – Alkaline rocks from continental Brazil: A review – 1977 – Earth-Science reviews 30 pp. (No prelo).

SCHOBENHAUS FILHO, C. (Coordenador) – 1975 – Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo – Folha Goiás (SD-22) Dep. Nac. Prod. Miner., Brasília, 114 p.