

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA

**ANAIS
Do
XXVIII CONGRESSO**

VOLUME 6



Porto Alegre, RS – Outubro 1974

GEOCRONOLOGIA DO COMPLEXO BÁSICO-ULTRABÁSICO PRÉ-BRASILIANO DA REGIÃO DE PIEN, Pr

V.A.V. GIRARDI*, U.G. CORDANI*,
A. CANDIDO*, A. J. MELFI*, K. KAWASHITA*

ABSTRACT

In the region of Pien, Pr., metabasitic and metaultrabasic rocks occur in association with granulite massifs, whose meridional contact appears in the region. 10 Rb/Sr determinations on whole-rock samples and 13 determinations K/Ar on separated minerals were obtained from the regional rocks.

Two reference isochrons, the first for samples of the Agudos granite, (580 ± 20 m.y.), and the second on samples of migmatites (650 ± 20 m.y.), indicate the presence of the Brazilian cycle, during which the dated rocks were formed.

A reference isochron of 2.000 ± 80 m.y. was obtained on four granulite samples. This pre-Brazilian age, as well as some results obtained by the K/Ar method on amphiboles and/or plagioclases, suggests the existence of an old nucleus, of at least Transamazonian age, in the Pien region.

RESUMO

Na região de Pien, Pr., ocorrem rochas básicas e ultrabásicas metamorfizadas em associação íntima com granulitos e migmatitos. Estas rochas são cortadas pelo maciço granítico de Agudos, cujo contato meridional aparece na região.

Foram obtidos, no Centro de Pesquisas Geocronológicas - USP, 10 determinações Rb/Sr em rocha total, bem como 13 determinações K/Ar obtidas em minerais separados (anfíbólios, plagioclásios e biotitas).

Dois isócronas de referência, a primeira em rocha do maciço granítico (580 ± 20 m.a.), e a segunda em amostras de migmatitos (650 ± 20 m.a.) atestam a presença e a importância do Ciclo Brasileiro, durante o qual foram formadas as rochas datadas.

Isócrona de referência de 2.000 ± 80 m.a. foi obtida em quatro amostras de granulitos. Tal idade pré-brasileira foi confirmada pelos resultados obtidos pelo método K/Ar em anfíbólios e/ou plagioclásios das rochas básicas, o que demonstra a existência de núcleos antigos, de idade pelo menos Transamazônica, na região de Pien.

INTRODUÇÃO

O cinturão Orogênico Ribeira (Almeida *et alii*, 1973) estende-se ao longo da costa sudeste brasileira, desde o sul do Estado da Bahia até o Uruguai. Toda a região foi objeto de episódios tectonomagmáticos durante o final do Pré-cambriano, época em que desenvolveu-se o Ciclo Brasileiro na América do Sul. Nos estados meridionais do Brasil aparecem várias unidades geológicas, tais como os grupos Açungui, Brusque e Porongos, que representam o material depositado em geossinclinais do final do Pré-cambriano, que sofreu dobramentos e metamorfismo episonal durante o Ciclo Brasileiro.

*IG/USP

**Bolsista/FAPESP

O embasamento da unidade geotectônica apresenta-se atualmente exposto em certas regiões, e notadamente nos altos estruturais brasileiros. É formado principalmente por rochas graníticas e gnáissicas, em grande parte indistinguíveis das rochas congêneres formadas durante o Ciclo Brasileiro. Entretanto, algumas determinações radiométricas (Cordani *et alii*, 1969; Minioli, 1972) já permitiram caracterizar algumas exposições do embasamento pré-Brasiliano, em especial ao longo do alto estrutural Pien-Morretes-Serra Negra, o qual separa as faixas de dobramento relacionados com os grupos Açungui e Brusque.

Para melhor caracterizar este substrato, na região de Pien, Pr, foram efetuadas, no Centro de Pesquisas Geocronológicas da USP, treze determinações de idade pelo método K/Ar, e dez pelo método Rb/Sr em rocha total. A obtenção deste conjunto de determinações radiométricas

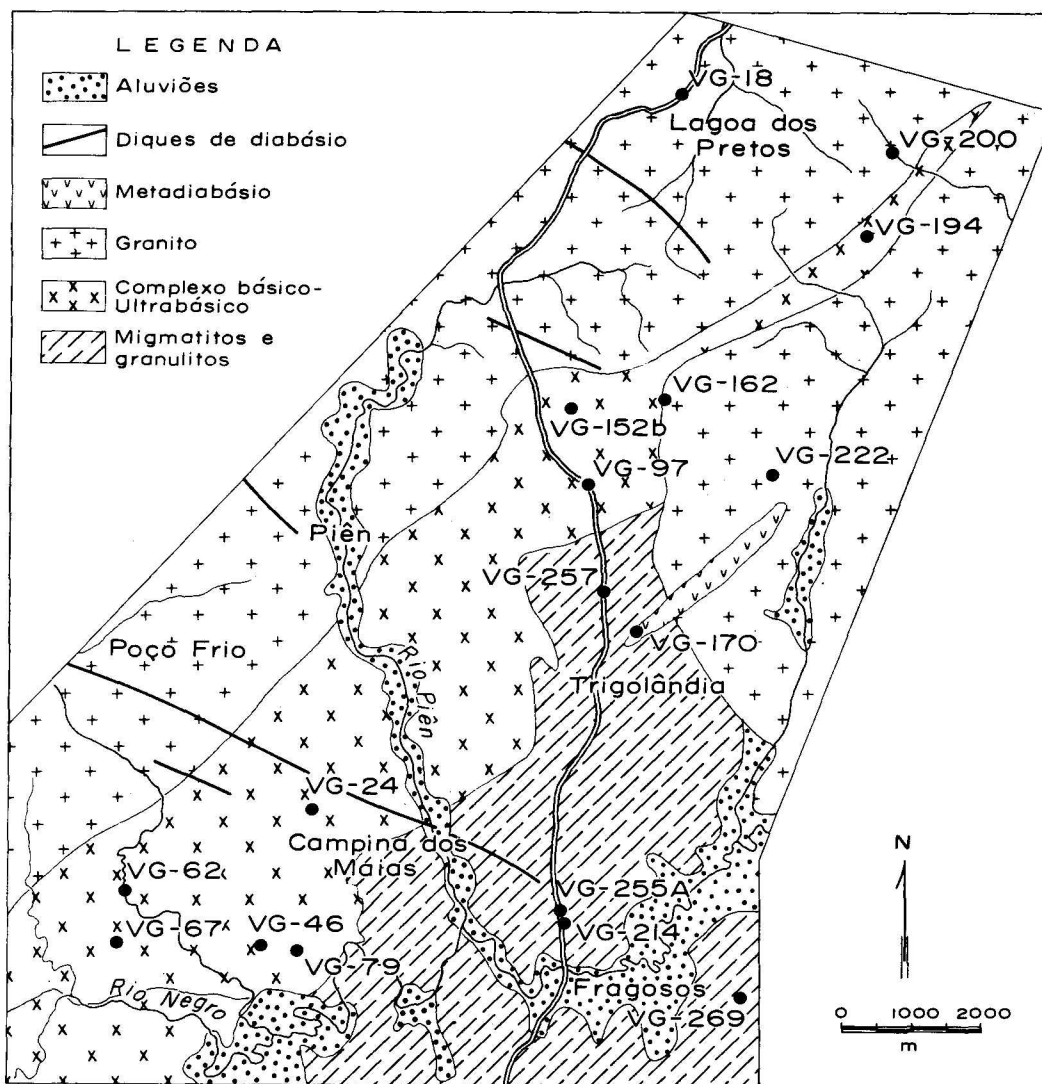


Fig. 1 – Mapa Geológico da Região de Pien, com Localização das Amostras Estudadas.

visou ao estabelecimento da sequência de eventos geológicos que afetou o embasamento do Cinturão Orogênico Ribeira, na região limítrofe entre os estados do Paraná e Santa Catarina.

Este trabalho foi efetuado mediante auxílio da FAPESP, que proporcionou viagem de estudos ao exterior a V. A. V. Girardi, para a pesquisa petrológica, bem como bolsa de iniciação científica para A. Candido.

SITUAÇÃO GEOLÓGICA

A Figura 1 apresenta as relações existentes entre as unidades litológicas da região de Pien. Pode ser verificado que a orientação geral das unidades pré-cambrianas é NE-SW, fenômeno evidenciado pela disposição das lentes de rochas básicas e ultrabásicas, pelas medidas de xistosidade dos migmatitos, ou ainda pelos alinhamentos de cristais de feldspato nas rochas graníticas.

Os migmatitos, localizados na parte Sul e Sudeste, acham-se bastante intemperizados e são caracterizados pela alternância de bandas félsicas e máficas, sendo estas consideravelmente menos espessas do que aquelas. As bandas félsicas são formadas essencialmente por quartzo, plagioclásio e feldspato potássico. Em virtude das várias proporções em que os feldspatos ocorrem, são definidas faixas graníticas a granodioríticas. Nas faixas máficas a mineralogia essencial inclui biotita, hornblenda, epídoto e plagioclásio. Em algumas amostras encontrou-se também piroxênios e granadas.

Granulitos ácidos, básicos e intermediários constituem intercalações nos migmatitos. Os tipos ácidos, leucocráticos, são muito raros, constituídos principalmente de mesopertita, plagioclásio, ortoclásio e quartzo, e apresentando acidentalmente granada, biotita, opacos e outros. Os tipos básicos e intermediários são geralmente mesocráticos, constituídos de plagioclásio, piroxênio, quartzo, hornblenda, opacos e apatita.

O Granito Agudos (denominação de Fuck *et alii*, 1969) predomina na metade setentrional da região estudada. O corpo apresenta composição variada entre granítica a granodiorítica. Os termos graníticos são constituídos por feldspato potássico, comumente microclínio, quartzo, plagioclásio, biotita, epídoto, apatita, moscovita e titanita. Os granodioríticos, mais comuns, apresentam plagioclásio, quartzo, microclínio, hornblenda, biotita, epídoto, opacos, moscovita, clorita, titanita e allanita.

Na Figura 1 observa-se a existência de um corpo lenticular, que se estende por mais de 20 km, na direção SW-NE. Este corpo é constituído por rochas nas quais o par hornblenda-plagioclásio está sempre presente em proporções significativas. Tais rochas foram denominadas hornblenda-metagabros (termo predominante), anfibolitos e gnaisses anfibolíticos. Mineralogicamente aparecem, na seqüência de suas proporções relativas, plagioclásio, piroxênio, hornblenda, nontronita, actinolita, biotita, quartzo, apatita, opacos, sericita, granada e clorita. Foram observadas intercalações de metapiroxenitos e serpentinitos.

Na região central da Figura, entre o Granito Agudos e o corpo de hornblenda metagabros, estão representadas rochas de origem ígnea provável, entre as quais predominam xistos magnesianos e serpentinitos, ocorrendo também metaperidotitos e metapiroxenitos, intimamente associados. Os minerais essenciais deste corpo são serpentinas, talco e piroxênios.

A leste da área foi constatado um corpo de diabásio, parcialmente encaixado no granito Agudos e parcialmente nos migmatitos e granulitos. Esse diabásio encontra-se uralitizado, aparecendo grande quantidade de hornblenda verde, substituindo piroxênios. Foram assinalados também plagioclásio, biotita, clorita, titanita, apatita, prehnita, epídoto e opacos.

Na região de Pien ocorrem também diques cujas orientações principais são N50-60W. Sua frequência, entretanto é bem inferior àquela assinalada em várias regiões paranaenses, como por exemplo a de Morretes-Antonina (Cordani e Girardi, 1967).

Dados adicionais sobre a geologia e a petrologia da região serão incluídos em Girardi (em preparação).

MÉTODOS EXPERIMENTAIS

As determinações efetuadas pelo método K/Ar constam da Tabela 1, e aquelas efetuadas pelo método Rb/Sr, da Tabela 2. No caso das determinações K/Ar, o procedimento utilizado, bem como sua precisão experimental, já foram descritas por Amaral *et alii* (1966). Neste trabalho foram efetuadas treze análises, sendo oito em plagioclásio, três em anfibólio e duas em biotita.

Todas as análises Rb/Sr foram feitas em rocha total, tendo sido analisadas quatro granulitos, três granitos e três migmatitos. Descrição completa das técnicas empregadas está em Kawashita (1972). Medidas da razão isotópica $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ efetuadas no carbonato de estrôncio

TABELA 1
Resumo dos Dados Analíticos Completos, Obtidos pelo Método K/Ar

AMOSTRA	ROCHA	MATERIAL	Nº LAB.	% K	$\text{Ar}^{40}_{\text{rad}}$ (ccSTP/g x 10^{-6})	% $\text{Ar}^{40}_{\text{atm.}}$	IDADE (m.a.)
VG-170	Diabásio	biotita	2634	2,207	54,479	43	527 ± 30
		anfibólio	2647	1,189	26,320	26	498 ± 15
		plagioclásio	2812	1,641	32,244	18	435 ± 13
VG-194	Hornblenda	biotita	2636	7,763	213,530	13	583 ± 37
		plagioclásio	2786	0,576	11,529	15	501 ± 12
VG-24	Hornblenda	anfibólio	2656	1,193	153,450	31	1866 ± 56
		plagioclásio	2698	0,474	25,837	41	1018 ± 23
VG-46	granulito	plagioclásio	2813	0,222	21,848	20	1570 ± 23
VG-79	metanorito	plagioclásio	2814	0,279	5,925	68	456 ± 42
VG-263	migmatito	anfibólio	2815	1,000	1,191	3	1787 ± 25
		plagioclásio	2816	0,836	115,380	14	1961 ± 56
VG-97	Granulito	plagioclásio	2818	0,133	18,320	18	1955 ± 31
VG-255A	Granulito	plagioclásio	2817	0,798	70,259	17	1454 ± 36

Eimer e Amend, no mesmo instrumento utilizado para este trabalho, evidenciaram um valor médio de $0,7082 \pm 0,0010$ (2). Os erros experimentais foram calculados individualmente, em cada medida, levando-se em consideração a qualidade de cada análise e estão relacionados nas tabelas.

As constantes utilizadas nesta pesquisa são:

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{array}{l} \lambda_K = 0,530 \times 10^{-9} / \text{ano} \\ \lambda_\delta = 0,585 \times 10^{-10} / \text{ano} \\ \% \text{atm. } K^{40} \text{ em } K^{\text{tot}} \quad 1,19 \times 10^{-2} \end{array} \right. \\
 & \lambda \text{ Rb}^{87} = 1,47 \times 10^{-11} / \text{ano} \quad \text{Sr}^{86}/\text{Sr}^{88} \quad 0,1194 \\
 & \text{Rb}^{85}/\text{Rb}^{87} = 2,59
 \end{aligned}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados analíticos relativos às treze determinações K/Ar acham-se resumidos na Tabela 1, e aqueles obtidos nas dez análises Rb/Sr em rocha total, na Tabela 2. A Figura 2 exibe as três isócronas traçadas com os dados Rb/Sr.

Analisando os resultados K/Ar verifica-se que seis deles evidenciam os efeitos do Ciclo Brasileiro, apresentando idades que vão de 450 a 600 m. a.. O valor mais baixo, obtido no plagioclásio da amostra VG-170, pode ser considerado normal, devido à baixa retentividade apresentada em muitos casos, pelos feldspatos.

Duas das isócronas obtidas, uma em rochas do Granito Agudos, e a outra em amostras

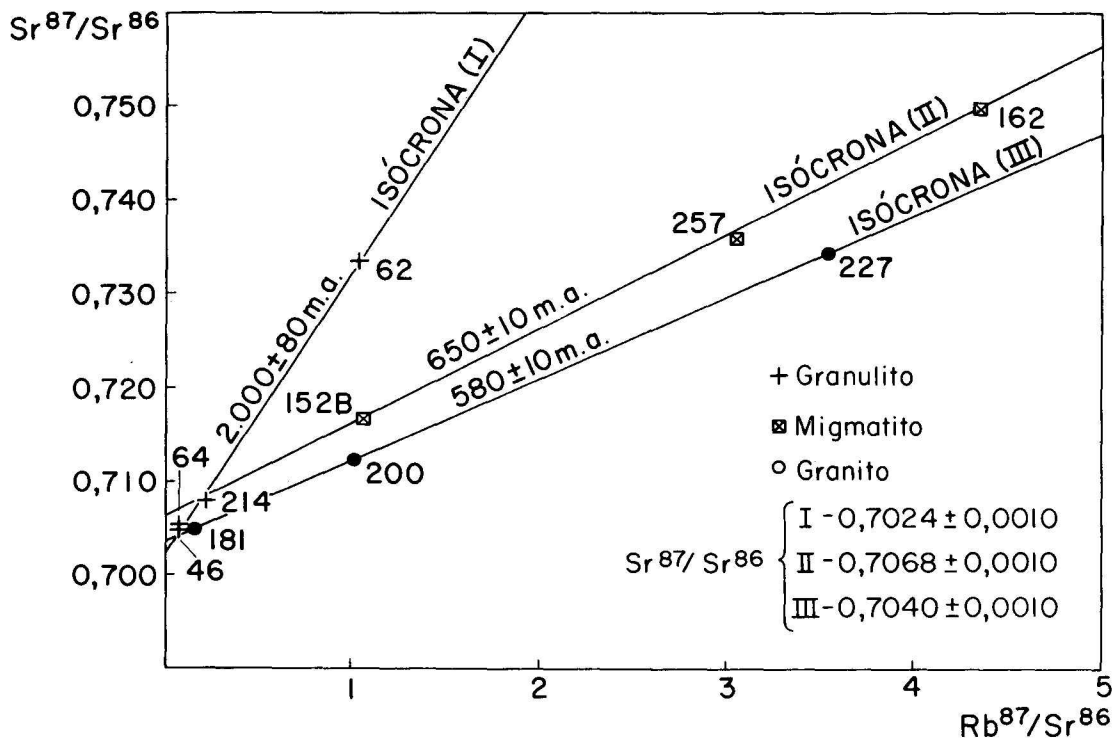
de migmatitos, demonstram a importância do Ciclo Brasileiro como formador de rochas, confirmando os resultados obtidos pelas datações K/Ar.

TABELA 2
Dados Analíticos Obtidos pelo Método Rb/Sr em Rocha Total

Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	IDADE (m.a.)
515	VG-46	granulito	5,20	244,60	0,062	0,7044	—
516	VG-67	granulito	3,10	141,10	0,064	0,7053	—
529	VG-62	granulito	54,60	153,60	1,0318	0,7335	2010 **
530	VG-152B	migmatito	77,20	210,00	1,0653	0,7171	640 *
531	VG-162	migmatito	123,80	82,60	4,3563	0,7489	660 *
537	VG-181	granito	58,90	1490,00	0,1145	0,7050	—
538	VG-200	granito	96,00	280,30	0,9923	0,7125	650 *
539	VG-214	granulito	33,10	498,00	0,1925	0,7077	1660 **
540	VG-227	granito	187,00	153,50	3,5360	0,7343	600 **
541	VG-257	migmatito	166,90	159,00	3,0431	0,7361	650 *

* Calculado assumindo-se (Sr⁸⁷/Sr⁸⁶) = 0,707

** Calculado assumindo-se (Sr⁸⁷/Sr⁸⁶) = 0,703



A isócrona I da Figura 2, obtida em amostras de granulitos que são quase seguramente cogenéticas, evidencia uma idade de 2.000 ± 80 m. a., o que atribuiria o evento formador destas rochas (metamorfismo de facies granulito) ao Ciclo Transamazônico. Algumas determinações K/Ar consubstanciam esta interpretação, apesar da região ter sido afetada pelos fenômenos tectonomagmáticos do Ciclo Brasileiro. Trata-se, nestes casos, de minerais tais como anfibólios e plagioclásios de rochas básicas, que necessitam de temperaturas da ordem de 500°C para que percam totalmente seu argônio, por difusão. Pode ser deduzido que as rochas VG-24, VG-46, VG-263,

VG-97 e VG-255 A, que apresentam idades aparentes K/Ar pré-brasilianas,, não foram expostas a temperaturas elevadas no final do Pré-cambriano.

Os plagioclásios das amostras VG-97 e VG- 263, com idades aparentes concordantes com a fornecida pela isócrona Rb/Sr, ao que parece, não perderam argônio em fase posterior à sua formação. Perdas parciais variáveis, entretanto, são registradas pelas demais amostras, cujas idades aparentes K/Ar são intermediárias entre os ciclos Transamazônico e Brasileiro. Seus resultados numéricos, em nossa interpretação, carecem de significação geológica.

Os dados K/Ar mostram ainda que certos migmatitos, como o da amostra VG-263, são pré-Brasilianos, e formados presumivelmente em episódio metamórfico sincrônico ao que deu origem às rochas granulíticas.

Com relação ao Ciclo Brasileiro, nele formaram-se grande parte dos migmatitos regionais, como os que participam da isócrona II da Figura 2 (650 ± 20 m. a.), e o Granito Agudos cujos pontos analíticos definem uma isócrona com 580 ± 20 m. a., na mesma figura.

Pelos dados K/Ar apresentados, o diabásio VG - 170 também deve ter sido formado no final do Pré-cambriano. Entretanto, tendo em vista o caráter metamórfico do metagabro VG-194 e do metanorito VG-79, os presentes autores preferem considerá-los como antigos e totalmente re-juvenecidos durante o Ciclo Brasileiro.

Devem ser assinalados os valores baixos das razões iniciais Sr^{87}/Sr^{86} encontrados para as três isócronas. No caso dos granulitos (valor de 0,702), e das amostras do Granito Agudos (valor de 0,704), torna-se imperativo admitir uma grande contribuição de material primário, diferenciado do manto na época de sua formação. Com relação aos migmatitos da isócrona II, sua razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} foi de 0,707, significativamente maior do que a do Granito Agudos, formado no mesmo ciclo. Embora o valor ainda possa ser considerado baixo, se comparado com resultados obtidos em rochas similares de outras regiões, é necessário admitir a participação de fração importante com vida crustal anterior, no material que deu origem aos migmatitos em questão.

CONCLUSÕES

1 - O primeiro evento geológico caracterizado para a região de Pien é o metamorfismo de alto grau ocorrido há aproximadamente 2.000 m. a., correspondente ao Ciclo Transamazônico. Formaram-se neste ciclo as rochas granulíticas, e parte das migmatíticas regionais.

2 - No Ciclo Brasileiro, ocorreu na região intensa migmatização, com idade de 650 m. a., correspondendo à fase sintectônica, registrada em outras regiões da faixa de dobramentos Ribeira (Cordani e Bittencourt, 1967; Cordani *et alii*, 1973).

3 - O Granito Agudos, com idade Rb/Sr em rocha total de 580 ± 20 m. a., corresponderia a um importante corpo intrusivo regional. Idades similares, em outras regiões da faixa de dobramentos, são evidenciadas por granitos tarditectônicos. (Cordani e Kawashita, 1971).

4 - As idades K/Ar mais novas, entre 450 e 500 m. a. são relativas ao resfriamento regional ocorrido após os eventos tectonomagmáticos do Ciclo Brasileiro. Mais uma vez, os resultados são compatíveis com os encontrados em outras áreas da faixa de dobramentos (Almeida *et alii*, 1973).

5 - Esta pesquisa demonstra a existência de núcleo antigo, formado presumivelmente no Ciclo Transamazônico, na região de Pien, confirmando uma vez mais a existência de exposições do embasamento da unidade brasileira ao longo do alto estrutural Pien-Morretes-Serra Negra.

BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, G.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K.; REINOLDS, J. H. - 1966 - Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Lancaster, Pa, 30: 159-69.
- ALMEIDA, F. F. M. de; AMARAL, G.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K. - 1973 - "The precambrian evolution of the South America cratonic margin, south of the Amazon river". In: NAIRN, A. E. M. ed - *The ocean basins and margins*. v.1.
- CORDANI, U. G. & GIRARDI, V. A. V. - 1967 - Geologia da Folha de Morretes, PR. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, 26.

- ____ & KAWASHITA, K. - 1971 - "Estudo geocronológico pelo método Rb/Sr, de rochas graníticas intrusivas no Grupo Açungui". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25^a, São Paulo - *Anais*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia. p. 105-110.
- ____ & BITTENCOURT - 1967 - "Determinação de idades K/Ar em rochas do Grupo Açungui." In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21^a, Curitiba. *Anais*. Curitiba, Sociedade Brasileira de Geologia. p. 218-33
- ____; ISOTTA, C. A. L.; ABREU, A. C. S. - 1969 - "Reconhecimento geocronológico do embasamento da região oriental do Estado da Bahia". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23^a, Salvador - *Anais*. Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia. p. 159-65.
- ____; DELHAL, J.; LEDENT, D. - 1973 - Orogenèses superposées dans le précambrien du Brésil sud-oriental (États de Rio de Janeiro et Minas Gerais). *Revista Brasileira de Geociências*, Rio de Janeiro, 3(1):1-22.
- FUCK, R. A.; MARINI, O. J.; TREIM, E. - 1967 - Contribuição ao estudo das rochas graníticas do Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, 23/25:183-220.
- ____; TREIM, E.; MARINI, O. T. - 1969 - Geologia e petrografia dos migmatitos no Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, 23/25:5-41.
- GIRARDI, V. A. V. - Petrologia do complexo básico ultrabásico da região de Pien, PR São Paulo, USP. [Tese (Livre Doc.) - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.]
- MINIOLI, B. - 1972 - Aspectos geológicos da região litorânea de Píçarras-Barra Velha, SA. São Paulo, Usp [Tese (Dout.) - Instituto de Geociências Universidade de São Paulo]