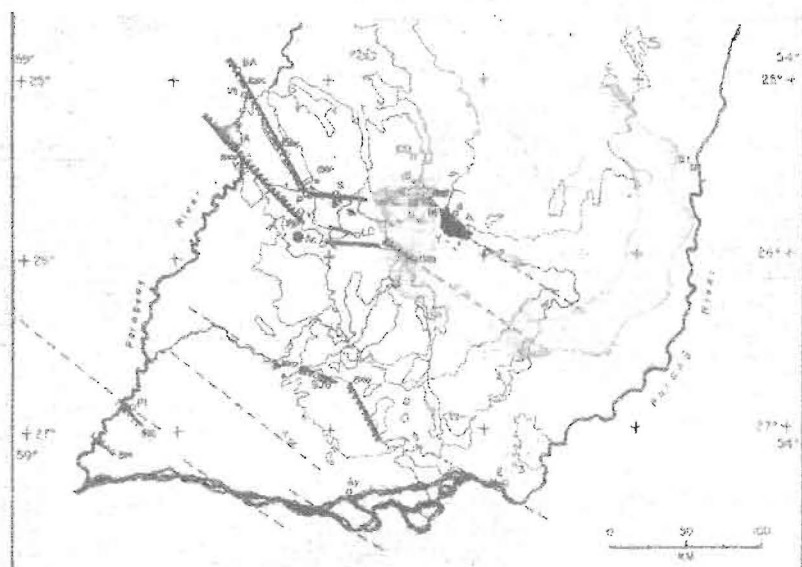


**JORNADAS CIENTÍFICAS  
SOBRE LA  
GEOLOGÍA  
DEL  
PARAGUAY**

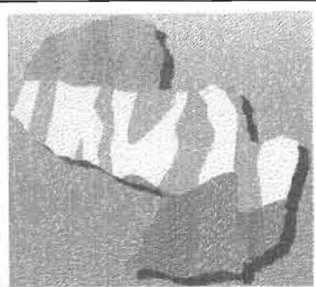
**24, 25 y 26 Noviembre de 1999**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
Departamento de Geología**

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES  
SUBSECRETARÍA DE MINAS Y ENERGÍA  
Dirección de Recursos Minerales**



**ESBOZO TECTÓNICO DEL PARAGUAY SURORIENTAL  
Rift de Asunción (De Graff & Orué, 1984)**



# JORNADAS CIENTÍFICAS

## SOBRE LA GEOLOGÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE ASUNCIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES**

**Departamento de Geología**



**MINISTERIO DE OBRAS  
PÚBLICAS Y**

**COMUNICACIONES**

**SUBSECRETARÍA DE MINAS  
Y ENERGÍA**

**Dirección de Recursos Minerales**

## DEL PARAGUAY

**24, 25 y 26  
Noviembre de 1999**

## CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DO MAGMATISMO ALCALINO DO PARAGUAI

Gomes, C.B.

*Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo*

Ainda que conhecidas há alguns anos, as rochas alcalinas paraguaias somente começaram a ser investigadas de modo sistemático, notadamente quanto aos seus aspectos geoquímicos e petrológicos, a partir de meados da década dos oitenta. Presentemente, a literatura conta com informações sobre algumas dezenas de ocorrências distribuídas geograficamente em áreas distintas do país, não obstante mais concentradas junto à sua porção centro-oriental. Com base em critérios tectônicos, petrográficos e geocronológicos, essas ocorrências podem ser enquadradas em seis províncias, a saber: Alto Paraguai e Rio Apa, norte; Amambay, nordeste; Central e Assunção, centro-leste; e Misiones, sul.

Quanto à geocronologia, essas rochas cobrem amplo espectro, que se estende desde 255 Ma até 39 Ma. Os dados radiométricos disponíveis, obtidos com metodologias diversas (K/Ar, Rb/Sr e Ar/Ar), permitem reconhecer três grandes intervalos de atividade magmática: permo-triássico (250-240 Ma, Alto Paraguai), cretáceo (superior ~ 140 Ma, Rio Apa e Amambay; inferior ~ 130 Ma, Central, e ~ 120 Ma, Misiones) e terciário (61-39 Ma, Assunção).

Evidências geológicas e geofísicas indicam que o condicionamento das rochas alcalinas paraguaias é fortemente controlado por uma tectônica de caráter extensional, desenvolvida durante o Cretáceo Superior e, ao que tudo faz crer, relacionada com a fragmentação do Gondwana e abertura do Atlântico Sul. As estruturas formadas apresentam orientação dominante NW-SE e têm no rift de Assunção a sua maior e mais expressiva feição tectônica. De direção passando de NW-SE a E-W e largura variável de 25 a 45 km, esse rift estende-se por cerca de 200 km e acha-se preenchido com sedimentos de até 2,5 km de espessura. Um segundo elemento de controle estrutural mostra orientação NE-SW e muito provavelmente reflete feições lineares associadas ao embasamento, reativadas e reforçadas pelos eventos do Cretáceo Inferior. Na área de Amambay, a influência desse segundo sistema parece ter sido decisiva na colocação dos complexos carbonatíticos de Cerro Chirigué e Cerro Sarambí.

Em geral, as rochas alcalinas paraguaias encontram-se associadas no campo a sedimentos paleozóico-mesozóicos de origem variada, ou então a coberturas aluviais mais recentes; mais raramente, ocorrem em contato superficial com outras rochas (basaltos toleíticos da Formação Serra Geral = Alto Paraná e litotipos do embasamento).

O seu modo de ocorrência é bastante diversificado, além de variável de província para província. As formas intrusivas (complexos anelares, stocks) são mais abundantes na Província Alto Paraguai e também em Amambay, aparecendo, no entanto, subordinadamente na Central. Nesta, por sua vez, prevalecem as formas extrusivas (lavas, domos, plugs) ou mesmo hipoabissais (diques, enxame de diques). Estas últimas manifestações, ainda que ocupando volumes menores, estão também presentes nas demais províncias.

A composição dessas rochas apresenta grande variação e forte dominância em tipos silicáticos, exceção feita aos carbonatitos, estes de ocorrência quase que restrita à Província Amambay. Quimicamente, as litologias silicáticas variam de

ultrabásicas a ácidas e, no geral, representam termos petrográficos evolucionados, como indicado pela relação MgO/FeO e teores de Cr e Ni.

Dados químicos e isotópicos referentes a centenas de muestras provenientes das seis provincias existentes são apresentados na forma de diversos diagramas de variación e discutidos com o propósito de caracterizar geoquímicamente essas rochas, bem como oferecer sugestões quanto à sua origem e evolução. Atención especial é dada às ocorrências da porção centro-oriental do país, correspondientes às Provincias Central e Misiones, posto que são mais acessíveis e, assim, dispõem de número maior de informações.

## **CONSIDERACIONES GEOLOGICAS SOBRE EL PRECAMBRICO SUR: ASPECTOS ESTRATIGRAFICOS, TECTONICOS Y GEOCRONOLOGICOS**

**Cubas, N.V.**

*Dirección de Recursos Minerales - MOPC*

El Precámbrico Sur del Paraguay Oriental se localiza entre los paralelos: 25°50'-26°35' y meridianos: 56°55'-57°40', abarcando una superficie de 5500 Km<sup>2</sup> y está representado por el Complejo Río Tebicuary, Grupo Paso Pindó y la Suite Magmática Caapucú.

Las extremidades N y E del Precámbrico Sur están cubiertas discordantemente por sedimentos silicoclásticos del Grupo Caacupé (Ordovícico), siendo que, en la porción sur, se verifica un contacto tectónico con los sedimentos mesozoicos de la Formación Misiones y la parte oeste, cubierta por sedimentos Cuaternarios de la planicie de inundación.

Estratigráficamente el Complejo Río Tebicuary comprende dos principales unidades: La Suite Metamórfica Villa Florida y la Granodiorita de Centu-Cué. La primera reúne un conjunto de rocas cristalinas afectadas por metamorfismo regional de grado medio a alto, dentro de las facies anfibolita y granulita (Proterozoico Inferior, Ciclo Trans-amazónico 2000±200 Ma). Litológicamente esta unidad se halla constituida por paragneis y ortogneis, asociadas a cuarcita, calcosilicatada, mármol, anfibolita y rocas ultrabásicas transformadas en esquistos de talco y serpentinita. Por otro lado, la segunda unidad está representada por roca ácida porfírica que intruye a los paragneis, evidenciando intensas deformaciones durante la fase Sin- Tarditectónica del Ciclo Trans-amazónico, generando plegamientos, migmatización y fracturamientos.

El Grupo Paso Pindó se posiciona discordantemente sobre el Complejo Río Tebicuary. Esta unidad constituida de sedimentos silíceo y vulcanoclásticos, fué afectados por un metamorfismo de bajo grado (facies esquistos verdes), durante el Ciclo Brasiliano, Proterozoico Superior (± 600 Ma).

La Suite Magmática Caapucú, en una fase pos-tectónica durante el Ciclo Brasiliano, intruye al Complejo Río Tebicuary y al Grupo Paso Pindó. Esta suite magmática revela varios niveles de emplazamiento (desde intrusivas plutónicas, hipoabisales y efusivas), contituidas principalmente de granitos gruesos a porfíricos, pórfito de granito/riolita y riolita, de edad 531±5 Ma.



Tectónicamente el Precámbrico Sur puede dividirse en dos eventos principales: Ciclo Trans-amazónico (Complejo Río Tebicuary) y el Ciclo Brasileño (Suite Magmática Caapucú).

El complejo Río Tebicuary evidencia intensas deformaciones, exhibiendo estructuras de plegamiento (foliación  $s_1$ ,  $s_2$ , pliegues), migmatización (segregación de bandas de neosoma), emplazamiento de diques leucocráticos (pegmatoides y apilitas) y fracturamientos. Por otro lado, el padrón de esquistosidad presente en ésta unidad son estructuras primarias ( $s_1$ ), secundarias ( $s_2$ ) y lineaciones ( $b_1$  y  $b_2$ , ejes de plegamiento). La esquistosidad  $s_1$  posee una dirección preferencial NE-SW y con buzamiento para NW, variando desde  $35^\circ$ - $40^\circ$ ; la esquistosidad  $s_2$  posee también la misma orientación que la anterior y con buzamiento vertical a subvertical. Sin embargo, los pliegues isoclinales poseen eje de dirección NE-SW y una inmersión preferente para NE.

Durante la fase principal del Ciclo Brasileño las rocas del Complejo Río Tebicuary, cerca del contacto con el Grupo Paso Pindó, también evidencian una deformación superpuesta, resultando en la formación de pliegues con eje  $b_2$ , similares a lo observado en el Grupo Paso Pindó.

Las rocas del Grupo Paso Pindó, por lo general presentan pliegues suaves, pero en la metalutita puede observarse una crenulación más intensa, generando una esquistosidad transversal durante la fase principal del Ciclo Brasileño. La estructura principal de los sedimentos, básicamente, es la estratificación ss, pudiendo denotarse también pliegues suaves con eje orientado NW-SE, subhorizontal.

La tectónica de la Suite Magmática Caapucú se caracteriza por la ausencia de plegamiento durante el Ciclo Brasileño, sin embargo, estas rocas magmáticas después de su consolidación han sufridos fallamientos y profundos cizallamientos, siendo éste último responsable por la generación de extensas zonas cataclásticas.

Las determinaciones geocronológicas en rocas del basamento cristalino de la porción Sur del Paraguay son aún escasas. Las primeras dataciones pueden ser encontradas en Comte y Hasui (1971). Los mismos realizaron determinaciones por el método K-Ar, obteniendo edades de  $539 \pm 40$  Ma (en concentrados de anfíbol) y  $424 \pm 25$  Ma (en concentrados de plagioclasa) para una roca anfibolítica situada próxima a la Ciudad de Villa Florida. Estos autores, efectuaron también determinaciones radiométricas (K-Ar) en la granodiorita de Centu-Cué y en el granito de Caapucú. Para ambas litologías fueron utilizados concentrados de feldespato potásico, apuntando valores de  $535 \pm 30$  y  $468 \pm 25$  Ma, respectivamente. Posteriormente, Bitschene y Lippolt (1986), obtuvieron edad de  $544 \pm 11$  Ma para el granito de la cantera de Caapucú.

Lhose (1990), valiéndose del método U-Pb, obtuvo edades modelo entre 1800 y 2200 Ma, en concentrados de zircón de una roca gneisica de la Suite Metamórfica Villa Florida. Así también, Engler (1991) realizó dos determinaciones por el método U-Pb en zircon para una roca anfibolítica perteneciente a la misma suite anterior, situada al sur de Itayurú, obteniendo valores de  $2240 \pm 20$  y  $2040 \pm 30$  Ma, cuyas edades corresponden al evento Trans-amazónico.

Las dataciones radiométricas en la granodiorita de Centu-Cué, através de determinaciones K-Ar, revelan valores de  $555 \pm 9$  y  $560 \pm 12$  Ma, reflejando edades de enfriamiento, concordantemente con las edades de Rb-Sr (580 Ma, en roca total). Por otro lado, determinaciones de U-Pb en zircón de la misma roca, apunta una edad próxima a 1617 Ma.

Otras edades pueden ser encontradas en el trabajo de Cubas et al. (1997). Estos autores, valiéndose de la metodología Rb-Sr, realizaron un total de 10 análisis en las rocas ácidas de la Suite Magmática Caapucú, obteniendo un valor promedio de  $531 \pm 5$  Ma, indicando de esta forma un evento correspondiente al Ciclo Brasileño.

### Referencias Bibliográficas

- BITSCHENE, P.R. Y LIPPOLT, H.J. (1986) Acid magmatites of the Brasiliano Cycle in East Paraguay.- Zbl. Geol. Paläon. Teil I, 9/10:1457-1468.
- COMTE, D. Y HASUI, Y. (1971) Geochronology of Eastern Paraguay by the Potassium-argon method.- Rev. Bras. Geoc. 1:33-43.
- CUBAS, N.V.; GARCETE, A.; MEINHOLD, K.D.; BENITEZ, J.C.; FIGUEREDO, L.; GONZALEZ, M.E.; BURGAHT, K.P. Y HÖHNDORF, A. (1997) Mapa Geológico de la República del Paraguay.- Escala 1:100.000, Hoja Villa Florida. Texto Explicativo, 71p. Archivo MOPC, Asunción.
- ENGLER, T. (1991) Petrographische und geochronologische Arbeiteten in Ostteil des Rio Tebicuary-Kratons in Südost-Paraguay; Diplom. Diss., Univ. Heidelberg.
- LHOSE, B. (1990) Petrographische und geochronologische Erkenntnisse über den Westteil des Tebicuary Kratons in Südostparaguay.- Diplom. Diss., Univ. Heidelberg

## El Grupo de las Espínelas del pipe diamantífero de lamprófidio calco-alcalino Ymi-1, Paraguay Centro Oriental.

<sup>1</sup>Presser, J. L.B.; <sup>2</sup>Báez, A.A. & <sup>3</sup>Fernandez, V. C.

<sup>1</sup> E-mail: [jaimileo@conexion.com.py](mailto:jaimileo@conexion.com.py), <sup>2</sup>-I.N.C. Planta Industrial, Valle-mi, Dpto. Concepción, <sup>3</sup>-Geólogo Independiente, Asunción, Paraguay.

En el Mesozoico en Paraguay se desarrolló, entre la margen SW del bloque cratónico Paranapanemá y la parte N del bloque cratónico Río Tebicuary, el rift de Asunción (RA), estructura que concentra basta e incomún variedad de rocas alcalinas. Una de estas rocas es encontrada en la forma de pipe diamantífero (Ymi-1) que ocurre al NNW de la Ciudad de La Colmena.

Ymi-1, un lamprófidio picrítico calco alcalino, posee forma irregular a algo redondeada con 1100 a 1000 m de diámetro y está cortando a sedimentos de relleno del RA. En él ocurren facies vulcano-epiclásticas que están intruidas por facies magmáticas (plugs y diques) co-genéticas. Más raramente, las facies del pipe están intruidas también por diques de basalto alcalino.

164 cristales de espínelas (sp) fueron analizadas en Ymi-1, encontrados en la forma de: 1) diminutos cristales (frecuentemente entre 0.1-2.0 mm) anhedrales a octaédricos – encontrados en vulcano-epiclásticos y en sedimentos de corriente colectados sobre el pipe; 2) microfenocristales (~ 0.3 mm) anhedrales a euhedrales que están sonados según un centro ceniza-plateado manteado por cintas finas gris-plateado -identificados en rocas frescas del facie magmática; y 3) como inclusiones diminutas (~ 0.1 mm), en fenocristales de olivina y ortopiroxeno, anhedrales a euhedrales rojizo profundo a opacos -también reconocidas en rocas del facie magmática.

Los cristales de sp con base a un diagrama  $TiO_2$ - $Cr_2O_3$  se separaron dos grupos químicos: 1) sp-X (96 cristales) y 2) CC (68 cristales).

Los sp-X, con formas que generalmente son anhedrales presentan:  $TiO_2$  0.11-2.61%,  $Cr_2O_3$  29.5-57.3%,  $Al_2O_3$  0.3-27.1%, MgO 3.7-19.3% y 0.1-2.3% de MnO. Composición que según los valores de Cr# ( $Cr/(Cr+Al)$ ) y los de Fe# ( $Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg)$ ) caracteriza a las sp de la serie de la cromita ( $Cr^{3+}$ ) y menormente de la espínela ( $Al^{3+}$ ): l) Cr# 0.53-0

.82 y Fe# >0.50-0.87 picrocromitas a Ti-picrocromitas (TiO<sub>2</sub>>1%); II) mg# 0.22-0.50 y Cr# 0.67-0.82 cromitas a Ti-crocromitas (TiO<sub>2</sub>>1%); III) mg#0.52 y Cr# 0.53 Mg-Al cromitas (2-cristales).

Espínelas la serie de la cromita son importantes indicadores minerales en la exploración del diamante, dado que son una fase primaria en rocas del manto y algunos de ellos coexisten con el diamante (peridotitos diamantíferos y/o inclusiones en diamantes =Cr-D). Esta asamblea de cromitas posee una composición particular que puede ser representada en los diagramas Cr# vs Fe# y Fe<sup>3+</sup>-Cr-Al. Un Grupo de sp-x de Ymi-1 ocupan el campo común al de las Cr-D, indicando con eso que ellos habrían cristalizado en el campo de estabilidad del diamante. Por otro lado, el diamante cristaliza en condiciones especiales de fugacidad de oxígeno ( $(Fe^{3+}/(Fe^{2+} + Fe^3))=Fe^3\#$  0-0.35 en Cr-D en los ambientes cratónicos). Observando el Grupo de sp-x de Ymi-1 se encontró que en la mayoría de los cristales analizados los valores medidos de Fe<sup>3+</sup> se sitúan entre 0.02 a 0.44 indicando con esto que ellos se habrían formado en condiciones de fugacidad de oxígeno compatibles con aquellas en donde cristaliza el diamante.

Los sp-CC, que generalmente presentan formas subhedrales a euhedrales (característica indicativa de su origen congénito) de forma general poseen: TiO<sub>2</sub> 1.35-19.8%, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.0-23.1%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.6-23.1, MgO 0.1-5.9% y con 0.1-2.5% de MnO. Composición que según los valores de Cr# y los de Fe# sitúa a estas sp dentro de la serie de la cromita y de la magnetita (Fe<sup>3+</sup>): I) Ti-chromitas Cr# 0.5-0.82, mg# 0.3-0.5 y TiO<sub>2</sub> >1%, que ocurren comúnmente como microfenocristales/bordes de los mismos; II) Mg-Ti magnetitas (MgO>1%), que ocurren como microfenocristales y junto a Ti-magnetitas (MgO<1%) como cristales de la matriz.

La preservación o tenor de diamante en la roca ígnea que los arranco del manto litosférico parece en parte indicada por las sp de origen congénito, así de forma general se observa que cuando el diamante está preservado este grupo de sp presentan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> <60% y valores de Fe<sup>3+</sup> moderados. Con esto en mano, los sp-CC de Ymi-1 fueron comparados con las de 2 pipes diamantíferos: Tres Ranchos 4 (=TR4, Brasil)-no económico y que presenta Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hasta 54% y valores de Fe<sup>3+</sup> bajos a altos. Wesselton (=W, Sudáfrica)-económico con 22 a 27 ct/100 tn, presentando Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hasta 41% y valores de Fe<sup>3+</sup> bajos a medios. En Ymi-1 los sp-CC se presentan muy similares a W, i.e. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 40% y Fe<sup>3+</sup> bajos a medios. Así se espera encontrar tenores económicos en diamante muy parecidos a los de W en Ymi-1.

## COMPLEXOS ALCALINOS DA PROVINCIA ALTO PARAGUAI COMO FONTES POTENCIAIS PARA OBTENÇÃO DE CONCENTRADOS DE NEFELINA SIENITOS PARA A INDÚSTRIA DE VIDRO, CERÂMICA, PLÁSTICOS, TINTAS E AFINS

**Woldemar Iwanuch**

Rua Luiz Tolezano, 223 - 09400-000 Ribeirão Pires - SP - Brasil

**wold@iaccessnet.com.br**

Os corpos de nefelina sienitos s.l. lavrados e empregados como matéria prima para obtenção de concentrados com baixo teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> total (<0,10%) utilizáveis como fundentes em substituição aos feldspatos na indústria do vidro e cerâmica, tem um

conjunto de características mineralógicas, petrográficas e petroquímicas mui específicas (Iwanuch,1999). Dentre essas características destacam-se: baixo teor de  $Fe_2O_3$  total na rocha ( menor que 3,50%), alto teor de álcalis  $Na_2O + K_2O$  (15 –18% ou mais), de  $Al_2O_3$  (19 – 26%), de  $SiO_2$  (55-61%); baixo teor de  $Fe_2O_3$  total (< 0,10%) na estrutura dos minerais félsicos (feldspatos e nefelina); razões  $Na_2O / K_2O = 2 - 3$  no produto final; devem estar ausentes ou em pequena percentagem: a cancrinita, a sodalita, a escapolita, as zeolitas (impregnadas de óxidos de ferro), o zircão, o coríndon e a titanita; os minerais máficos ( piroxênios, anfibólios, micas, magnetita, etc.) devem ocorrer em pequena percentagem e ter alta susceptibilidade magnética para que possam ser facilmente removidos por separação magnética ou eletromagnética a seco. Todos minerais da rocha devem ter grã média a grossa, e não podem apresentar imbricamentos, intercimentos e texturas poiquilíticas, isso para se ter uma fácil liberação dos grãos. Além disso, os minerais félsicos não devem conter inclusões de minerais máficos. Por outro lado, os corpos rochosos devem ser homogêneos na medida do possível, de preferência estar sem cobertura vegetal e manto de intemperismo, apresentar morfologia e dimensões que possibilitem uma lavra em bancadas baixas, e ter reservas bloqueadas que possam garantir uma mina com longa vida (Iwanuch,1999).

Neste contexto, na Província Alcalina Alto Paraguai dentre os vários complexos alcalinos que ali ocorrem, em primeira análise com base nos dados mineralógicos, petrográficos e químicos de Velázquez (1996) pelo menos dois o do Cerro Boggiani e do Cerrito, e eventualmente ainda um terceiro o Cerro Sete Cabezas, se enquadram no rol dos passíveis de serem lavrados para obtenção de concentrados desferitizados de nefelina sienitos. Dentre os complexos citados, aparentemente o Cerro Boggiani é o mais favorável em termos das considerações acima expostas. Do ponto de vista composicional suas rochas distingue-se pelo elevado teor de álcalis  $Na_2O + K_2O$  entre 16,90 e 18,25 %, que vai obviamente diminuir um pouco após a remoção dos minerais máficos portadores de álcalis como as micas, os piroxênios (egirina, egirina-augita), anfibólio sódico; conteúdo médio de  $Fe_2O_3$  total que situa-se entre 2,08 e 3,54; e alto valor da razão  $Na_2O / K_2O$  que oscila entre 1,81 e 2,46 indicativo de rocha sódica.

Os concentrados de nefelina sienitos podem ter aplicação ampla como fundentes na indústria cerâmica (louça de mesa, porcelana, eletroporcelana, louça sanitária, abrasivos, vidrados, cimento refratário, etc), de vidros (vasilhames, cinescópios, louça de vidro, lâmpadas, material de laboratório, etc), de esmaltes para chapas de ferro, de lã de vidro, de fibra de vidro, como *filler* de borrachas e plásticos, como pigmento *extender* de tintas, *extender* de inseticidas, como material selante, etc (Iwanuch,1999).

A utilização dos nefelina sienitos desferitizados na indústria cerâmica e de vidros no lugar dos feldspatos traz uma considerável economia. No primeiro caso, devido as suas propriedades fluxantes, abaixa a temperatura de cozimento dos corpos cerâmicos em pelo menos 60°C, fato que redundará na redução do consumo do óleo ou gás nos fornos. Além disso, confere aos corpos maior resistência mecânica, menor porosidade, maior patamar de queima, menor deformabilidade, etc. No caso do vidro, fornece alumínio e álcalis em porcentagem maior que os feldspatos, substituindo com isso em parte o  $Na_2CO_3$ , que é um dos insumos de alto valor unitário nesse tipo de indústria.

Controlando-se as diversas frentes de lavra e o processo de beneficiamento, é possível obter através de *blends* uma extensa gama de concentrados de nefelina sienitos, nos quais a granulometria e os teores de  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Na_2O$  e  $K_2O$ ,

podem variar amplamente, para atender o suprimento dos diversos segmentos industriais.

#### Referências Bibliográficas

- Iwanuch, W. 1999. A jazida de nefelina sienitos do Estrela. 43º Congresso Anual da Associação Brasileira de Cerâmica- 4º Congresso do Mercosul. 2 a 5 de junho de 1999- Florianópolis- SC- Brasil.
- Velázquez F., V. 1996. Provincia Alcalina Alto Paraguai: Características Petrográficas, Geoquímicas e Geocronológicas. IG/USP - São Paulo. Tese de Doutorado, 101p.

### Cenozóic evolution of the western segment of the Asunción Rift, Eastern Paraguay

<sup>1</sup>RICCOMINI, C., <sup>2</sup>VELÁZQUEZ, V.F., <sup>1</sup>GOMES, C.B. and <sup>1</sup>SALLUN, A.E.M.

<sup>1</sup> Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Brazil; <sup>2</sup> Post-doctoral scholarship, FAPESP, Brazil (97/00176-7); financial support from FAPESP, Brazil (97/01210-4).

The Asunción Rift is an important tectonic feature of Mesozoic-Cenozoic age of Eastern Paraguay. The Patiño Formation comprises fanglomeratic and aeolian deposits related to Cenozoic (Eocene) evolution of the western segment of this rift and includes alluvial fans composed of chaotically distributed rudaceous and arenaceous deposits originated by gravity flows. The coeval Eocene ultra-alkaline bodies of the region (Asunción Alkaline Province) intruded the still unlithified sediments of the Patiño formation causing synsedimentary hydrothermal silicification. On the other hand, the Patiño Formation also includes volcanic fragments (bombs and lapilli) associated with this magmatism. The ultra-alkaline magmatism was controlled by deep NW-SE-trending faults with magnetic and gravimetric expressions that served as conduits for the ultra-alkaline magma, coming from more than 60 km depth and bearing mantle xenoliths to the surface. Petrologic data suggest that a short interval of time elapsed between the ascension of the nephelinitic magma and their emplacement at shallow crustal levels. The similarity in composition of the zeolite filling in vesicles and fractures of the nephelinites seem to indicate that jointing were developed immediately after the solidification of the igneous bodies, but still under the action of Na-rich residual solutions. Cooling and fracturing in relatively restricted areas make evident that the NW-SE-trending structural alignments represent progressive crustal extension generating deep faults, with great energy loss in the asthenosphere, leading to further melting of the lithospheric mantle by decompression during a relatively short time interval. The study of families of fractures associated with intrusion in the Benjamin Aceval, Confuso, Lambaré and Nemby ultra-alkaline bodies showed a distribution pattern configuring a fracture spectrum, as due to the action of a stress regime with  $\sigma_1$  horizontal, in the NW-SE direction,  $\sigma_3$  horizontal, in the NE-SW direction, and  $\sigma_2$  vertical, all of them compatible with the action of a right-lateral strike-slip shear couple orientated E-W. The validity of this regime during the Eocene is corroborated by the NW-SE orientation of the nephelinitic dykes, such as Cerro Cói, Cerro Choröri and Cerro Piquete Cué. The

installation of the Ypacaraí Graben and the morphological compartmentalization of the region is probably associated with a new tectonic regime of Quaternary age, with  $\sigma_1$  horizontal, in the N-S direction,  $\sigma_3$  horizontal, along the E-W direction, and  $\sigma_2$  vertical.

## SIGNIFICADO TECTÔNICO DO ENXAME DE DIQUES ALCALINOS CRETÁCEOS NO SEGMENTO CENTRAL DO RIFT DE ASSUNÇÃO, PARAGUAI ORIENTAL

<sup>1</sup>Velázquez, V.F.; <sup>2</sup>Riccomini, C. & <sup>2</sup>Gomes, C.B.

<sup>1</sup>Bolsista de pós-doutorado da FAPESP, processo 97/00176-7, junto ao IG-USP; E-mail: [vvf@usp.br](mailto:vvf@usp.br); <sup>2</sup>Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo

Um enxame de diques alcalinos eocretáceos, com mais de uma centena de corpos já reconhecidos, é a feição estrutural mais expressiva do segmento central do Rift de Assunção, Paraguai Oriental. As ocorrências estão concentradas nas imediações de Sapucaí e ao longo da estrada que une essa localidade ao vilarejo de Santa Isabel (proximidades de Potrero Ybaté) e daí até General Bernardino Caballero. Adicionalmente, ocorrem diques na Serrania de Ybytyrí e arredores.

Os diques possuem espessura centimétrica a métrica, com predomínio entre 1 e 3 m, mostram contatos planares bem definidos, com mergulho vertical a subvertical, e cortam indistintamente rochas sedimentares paleozóicas e outros corpos alcalinos (*stocks*, *plugs* e lavas). Em alguns locais (Sapucaí e Potrero Ybaté), foi possível verificar que diques petrologicamente mais evoluídos (e.g. fonólitos) deslocam outros de composição menos diferenciada (e.g. basaltos alcalinos), possibilitando, assim, estabelecer a cronologia relativa entre eles.

Os diques apresentam grande diversidade mineralógica e textural, permitindo a caracterização de três agrupamentos principais: a) basaltos alcalinos e seus diferenciados, b) basanitos e seus diferenciados, além de c) fonólitos e fonólitos peralcalinos como termos mais evoluídos. Como tendência geral, estas rochas apresentam forte caráter porfírico, notadamente as variedades de natureza tefrítica e fonolítica, com mega, feno e microfenocristais de olivina, clinopiroxênio e feldspatos; ocasionalmente aparecem biotita e feldspatóides (nefelina, leucita), em matriz afanítica holocristalina. Em adição às fases acima, ocorrem apatita, titanita, zircão e opacos como acessórios mais frequentes.

O conjunto de diques exhibe duas orientações preferenciais, NW-SE e NE-SW, sendo a primeira a mais comum. Ainda que em proporção bem menor que as anteriores, são reconhecidas também as direções N-S e E-W. A análise mais detalhada da relação entre a composição dos diques e o seu padrão de orientação evidencia que os menos diferenciados (basaltos alcalinos e basanitos) exibem orientação preferencial segundo N45-50W, os de grau de evolução intermediária (e.g. tefritos) segundo N30-35W, e as rochas fonolíticas segundo N25W. Assim, com base na associação petrográfica, pode-se constatar que houve rotação horária concomitantemente à colocação dos diques.

O padrão de orientação dos diques, em conjunto com outros indicadores cinemáticos observados no campo, indica que o alojamento desses corpos ocorreu sob ação de tectonismo transcorrente dextral, com binário orientado segundo E-W.

Entretanto, a distribuição espacial desses corpos, ora arranjados paralelamente ora *en échelon*, ao lado da rotação verificada, parecem indicar contemporaneidade entre as movimentações das paredes dos condutos e a injeção do magma (trabalho realizado no âmbito de projeto temático financiado pela FAPESP, processo 97/01210-4).

## SISTEMA AQUÍFERO GUARANI

Rosa, E.F.F

Universidade Federal do Paraná-Curitiba, PR *E-mail:ermani@setuva.geologia.ufpr.br*

Sistema Aquífero Guarani (SAG) é a denominação utilizada para se referir a um pacote de rochas arenosas saturadas com água doce, cuja espessura varia entre 200 e 800 m nas regiões mais centrais da Bacia Geológica do Paraná. Esta camada distribui-se numa área de aproximadamente 1.196.500 km<sup>2</sup>, sendo 213.200 km<sup>2</sup> no Estado do Mato Grosso do Sul, 157.600 km<sup>2</sup> no Estado do Rio Grande do Sul, 155.800 km<sup>2</sup> no Estado de São Paulo, 131.300 km<sup>2</sup> no Estado do Paraná, 55.000 km<sup>2</sup> no Estado de Goiás, 52.300 km<sup>2</sup> no Estado de Minas Gerais, 49.200 km<sup>2</sup> no Estado de Santa Catarina e 26.400 km<sup>2</sup> no Estado do Mato Grosso. No Paraguai o aquífero ocupa uma área de 71.700 km<sup>2</sup>, na Argentina 225.500 km<sup>2</sup> e no Uruguai 58.500 km<sup>2</sup> (ARAUJO et alii, 1995). Em quase toda a sua extensão, este aquífero encontra-se sotoposto por rochas basálticas cuja espessura máxima ultrapassa 1.000 metros. Esta formação geológica, atribuída como sendo Jurássica, é denominada como Misiones no Paraguai e Tacuarembó na Argentina e Uruguai.

Considerado como um dos maiores reservatórios de águas subterrâneas do mundo, a reserva hídrica doce estocada no SAG é superior a 30.000 km<sup>3</sup> (REBOUÇAS, 1994) Este volume é realimentado pelas águas das chuvas, cuja taxa estimada anual corresponde a 160 km<sup>3</sup>/ano (ROCHA, 1996). A exploração, via poços profundos, permite a extração de vazões superiores a 500.000 l/h/poço. Em várias regiões onde ocorre o aquífero, existe o fenômeno de surgências naturais produzindo vazões de até 150.000 l/h e com temperaturas entre 33 e 45° C. As temperaturas mais elevadas das águas giram em torno de 70° C. As águas, sob o ponto de vista físico-químico, são do tipo Alcalina-Bicarbonatada-Cloro-Sulfatada-Sódica (GALO e SINELLI, 1980; SILVA et al., 1985).

As águas do SAG vem sendo utilizadas como fonte de abastecimento público em várias cidades brasileiras, em especial no Estado de São Paulo. O seu potencial hidrotermal tem grande alcance sócio-econômico mediante o uso racional e integrado, especialmente quando destinado à secagem de grãos, refrigeração de alimentos, climatização de ambientes, controle de geadas/culturas em estufas e para as várias atividades agro-industriais. Dada a importância que este reservatório de água doce representa para a região Sul e Sudeste do Brasil, bem como para o Uruguai, Paraguai e Argentina, é imprescindível inseri-lo num programa de desenvolvimento com suporte em cooperação tecnológica, científica e legal, em nível nacional e internacional. Somente desta forma será possível disciplinar o uso e promover a proteção do aquífero para as gerações futuras.

## Consideraciones sobre los lamproítos del campo Ybytyruzú, Dpto. Del Guairá, Paraguay Oriental.

<sup>1</sup>Presser, J.L.B. & <sup>2</sup>Vladykin N.V.

<sup>1</sup>E-mail: [jaimleleo@conexión.com.py](mailto:jaimleleo@conexión.com.py), <sup>2</sup>Institute of Geochemistry, Irkutsk, Russia. E-mail: [vlad@igc.irk.ru](mailto:vlad@igc.irk.ru)

Varios cuerpos de lamproítos ocurren en un campo de intrusiones en el NE y el E de la ciudad de Villarrica Dpto. de Guairá (Campo Ybytyruzú = C-YZU) que están relacionados con las intrusiones de rocas alcalinas Mesozoicas de la Provincia Alcalina Central/ Paraguay-Oriental. A este campo se lo sitúa inmediatamente en la margen SW del bloque cratónico Paranapanemá, junto a las espaldas del *rift* de Asunción sugiriendo así que C-YZU estaría relacionado con una zona de fracturas crustales/lithosféricas profundas. Los lamproítos forman cuerpos de diques métricos a submétricos (Yzu-1/Vista Alegre, Yzu-2/Acaty y Yzu-7/Tacuarita), algunos grandes *pipes* (Vista Alegre, Paso Yobai?, Virgen de Fátima), *sills* métricos (Yzu-6/Salto Boni, Tacuarita?), derrames (Yzu-3/Mbocayaty); que están intruyendo, tanto a sedimentos (Grupo Independencia y Formación Misiones) como a basaltos toleíticos de la Cuenca del Paraná. Siendo que los datos geoquímicos, ya inéditos o ya publicados en diversos medios de divulgación, apuntan para estos lamproítos las siguientes características geoquímicas: son rocas frecuentemente con moderado SiO<sub>2</sub> (46-53%) y bajo Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (≤13%), FeO<sub>T</sub> (≤10%) y CaO (≤10%); ricas en K (9% K<sub>2</sub>O), titaníferas (2% TiO<sub>2</sub>) y primitivas en parte (13% MgO, 906 ppm Cr y 299 ppm Ni); que están enriquecidas en elementos incompatibles (Ba 2800, Rb 270, Sr 2458, Zr 599 y REE: La 154, Ce 270, Nd 104, Sm 14.7-ppm) y F (0.9%). Siendo que en ellas las razones isotópicas de Sr (Sr/Sr 0.707730) y Nd (Nd/Nd 0.511720) son comparables a los encontrados en los lamproítos de diversas localidades del mundo (p.e. Leucite Hills/USA). Por otro lado, con base a los datos petrográficos y de química mineral -obtenidos en estas mismas rocas- y llevando en consideración el fenocristal predominante presente en ellas, se las puede con facilidad reunir en las siguientes grupos petrográficos de lamproítos: 1) **olivina lamproíto**: en Yzu-1 -una roca gris oscura porfírica con feno/megacristales (5 mm) de olivina (Fo<sub>89</sub> en ≥15%) subhedral/euhedral, en parte con bordes *dog tooth*, rica en microinclusiones de Ti-Al magnesiocromita y Ti-Al cromita; feno/microfenocristales de diopsido (pobre en Al y Na) prismático y Ti-flogopita (3% TiO<sub>2</sub>, 15% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 1% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) parcial a totalmente pseudomorfizada. Fenocristales que están inmersos en matriz intergranular a panhidiomórfica fina formada por: leucita analcimitizada equidimensional/subequidimensional, sanidina (3.5% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 4% de BaO), Mg-Ti magnetitas, diopsido (1.33% TiO<sub>2</sub>, <2% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Y como accesorios fue identificado apatito junto a Fe-Mg-Mn-anfibol rico en K (5% K<sub>2</sub>O) y Ti (1.2% TiO<sub>2</sub>). Carbonato ocurre como pseudomorfo/atrayendo a cristales de olivina. Esto es; flogopita-diopsido-olivina-leucita lamproíto 2) **leucita lamproítos**: en Yzu-2 & Yzu-3 -formadas por rocas de colores grises a negras fuertemente porfíricas según feno/microfenocristales de



leucita (>30%) pseudomorfizada e inequi/equidimensional; diopsido (pobre en Al y Na) prismático; olivina ( $Fo_{85}$  en <10%) parcial a totalmente pseudomorfizada (Yzu-2 presenta microinclusiones de Ti-Al cromita); Ti-flogopita (4%  $TiO_2$ , <14%  $Al_2O_3$  y 1.6%  $Cr_2O_3$ ) y también apatita. Fenocristales que están colocados en una matriz intergranular a panhiplomórfica fina formada por: leucita pseudomorfizada, sanidina tabular a irregular (4% de  $Fe_2O_3$  y 3% de BaO); Ti-flogopita/Ti-biotita (10%  $TiO_2$ , 12%  $Al_2O_3$  y 3% BaO) intersticial a poiquilitica, en parte; Mg-Ti magnetita a Ti magnetita. Y ocurren como accesorios K-Ti-richterita/Fe-eckermanita (9%  $TiO_2$  y 9%  $K_2O$ ), ilmenita, apatita y en Yzu-3 vidrio alterado intersticial. Estos son; olivina-flogopita-diopsido-leucita lamproito & olivina-sanidina-flogopita-diopsido-leucita lamproito. 3) **flogopita lamproito**: en Yzu-6 & Yzu-7 –se tratan de rocas de colores grises a negras con marcado aspecto porfírico dado por la presencia de fenocristales de Ti-flogopita (6%  $TiO_2$ , 13%  $Al_2O_3$  y 1% BaO), en parte corroídos, que presentan filmes de Ti-biotita; diopsido (bajo en Al) milimétrico a centimétrico (en Yzu-6 estando parcialmente cortados por venillas de carbonato); feno/megacristales de olivina (serpentinizada, Yzu-6), microfenocristales de Ti-magnetita y en Yzu-7 también apatita (que en parte están incluidos en cristales de mica), ortopiroxeno y "K-Ti richterita" los que fueron petrográficamente identificados. Los fenocristales están zambullidos en una matriz intergranular fina, constituida de: sanidina (>>10%) tabular a poiquilitica (3.6% de  $Fe_2O_3$ , 2%  $Na_2O$  y 1% de BaO) intercrecida con, Ti-flogopita/Ti-biotita (8%  $TiO_2$ , 12%  $Al_2O_3$  y 1.4% BaO) en Yzu-6 y "leucita" equi/inequidimensional y vidrio alterado intercrecido junto con espínelas y anfíbol en Yzu-7. En Yzu-6 fue identificado un anfíbol de Fe-Mg-Mn con 1%  $K_2O$  y Ti magnetita (4% MnO). Siendo que en ellos, en forma accesoria, se reconocen ilmenita, apatita y un mineral rojo sangre profundo de forma prismática (no determinado, Yzu-6). Estos son; olivina-diopsido-flogopita-sanidina lamproito Yzu-6 K-richterita-diopsido-sanidina-flogopita-leucita lamproito (Yzu-7). En Yzu-6 se reconocen sectores ricos en "ocellis" milimétricos a centimétricos de carbonato lo que los torna en su aspecto macroscópico muy semejantes a minetas.

Así esta provincia lamproítica en Paraguay se presenta también como un prometedor campo para la investigación en la búsqueda de *pipes* diamantíferos.

## O REGISTRO DO INTERVALO ORDOVICIANO–SILURIANO DA BACIA DO PARANÁ EM AFLORAMENTOS NOS ESTADOS DE MATO GROSSO E MATO GROSSO DO SUL, BRASIL, E SUA CORRELAÇÃO NO PARAGUAI<sup>1</sup>

<sup>2</sup> BORGHI, L.; MOREIRA, M. I. C.; ROMÃO, F.; YOUNG, Ch.-G. K.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 21949-900 Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>1</sup> Contribuição do projeto institucional da UFRJ "Revisão Estratigráfica da Sequência Basal da Bacia do Paraná" (SID 310502P011-5). Apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ (Proc. E-26/170.293/99).

<sup>2</sup> E-mail: [lborghi@igeo.ufrj.br](mailto:lborghi@igeo.ufrj.br)

## Introdução

Em recentes atividades de campo (outubro de 1999) na parte ocidental de afloramentos da bacia do Paraná, no Brasil, os autores investigaram aspectos estratigráficos de quatro locais de afloramento (1, Chapada dos Guimarães, MT; 2, São Lourenço de Fátima, MT; 3, Coxim, MS; e 4, Rio Verde de Mato Grosso, MS) das formações Alto Garças e Vila Maria (Grupo Rio Ivai, Ordoviciano-Siluriano) já citados na literatura (q.v. Assine *et al.*, 1994, 1998; Borghi & Moreira, 1998a; Pereira & Bergamaschi, 1996). Este intervalo estratigráfico envolvido, que vem sendo estudado sistematicamente por diversos pesquisadores no Brasil somente a partir desta década, pode guardar importância exploratória para hidrocarbonetos no Brasil, tal como no sistema petrolífero Vila Maria-Furnas(?), sobretudo por associação com rochas potencialmente geradoras de gás no Paraguai (folhelhos da Formação Vargas Peña).

Nesse sentido, esforços de reconhecimento estratigráfico deste intervalo nas partes brasileira e paraguaia da bacia ainda são importantes, em virtude do seu pouco conhecimento. Fato inconteste foi a identificação de fácies glaciogênicas (diamictitos) na base do Grupo Itacurubi (Formação Ayala), Paraguai, correlatas às da base da Formação Vila Maria (ou à Formação Iapó) por pesquisadores desses países em passado recente (cf. Borghi *et al.*, 1997).

### Formação Alto Garças (*sensu* Assine *et al.*, 1994)

A Formação Alto Garças, definida no poço 2-AG-1-MT da Petrobrás, no Brasil, e correlacionada em subsuperfície por geofísica de poço por grande parte da bacia, tem diversas áreas expositivas apontadas (afloramentos), as quais revelam grandes controvérsias em sua diagnose, na literatura. Em sua diagnose original, foi indicada como uma sucessão de conglomerados e arenitos jazendo em discordância sob a Formação Iapó (*sensu* Assine *et al.*, 1994) e em inconformidade sobre o embasamento da bacia, e foi correlacionada ao Grupo Caacupé, no Paraguai. Sobre seu conteúdo fossilífero, apenas icnofósseis (*Skolithos linearis*) foram registrados, cuja análise estratigráfica de icnotramas permitiu a inserção de sua parte superior no limite Caradoc/Ashgill, no Ordoviciano (cf. Borghi & Moreira, 1997). Quanto aos paleoambientes de sedimentação, foram-lhe apontados o fluvial e o marinho raso (Assine *et al.*, 1994; Borghi & Moreira, 1998).

Em Chapada dos Guimarães (1), no Município de Campo Verde, os autores caracterizaram um intervalo de 15 m de ortoconglomerados médios e grossos, quartzosos, bem arredondados, maciços ou com imbricação ou orientação horizontal dos seixos e blocos, em concordância sob os arenitos anteriormente mapeados como a Formação Alto Garças (Borghi & Moreira, 1998a). Tais conglomerados, únicos em afloramento na bacia, jazem discordantemente sobre um intervalo de cerca de 20 m de arenitos, denominados anteriormente de "arenito Campo Verde" por Borghi & Moreira (1998b), e parecem estar confinados a um baixo estrutural (gráben?). Sugerem-se-lhes uma interpretação paleoambiental de leque aluvial costeiro e a correlação com os conglomerados da Formação Paraguari, do Grupo Caacupé.

Em São Lourenço de Fátima (2), o intervalo apontado por Assine *et al.* (1998) estende-se, no topo, a 8 m de arenitos grossos por nós atribuídos distintamente à base da Formação Vila Maria. O intervalo diagnosticado como da Formação Alto Garças caracterizou-se por 25 m de arenito médio, moderadamente selecionado, em camadas tabulares de porte médio com abundantes icnofósseis de *Diplocraterion* isp. – e não de *Skolithos* isp., como apontaram Assine *et al.* (1998). Para este local, estende-se aqui a interpretação de um paleoambiente marinho raso sob ação de ondas.

Em Coxim (3), a Formação Alto Garças não foi diagnosticada mas sim quartzitos muito intemperizados do embasamento (Grupo Cuiabá); já em Rio Verde de Mato Grosso (4), todo o intervalo de arenitos apontado foi correlacionado à Formação Furnas (q.v. Pereira & Bergamaschi, 1996), pois os folhelhos com clastos-caídos e diamictitos que se lhe sobrepõem foram correlacionados aos da Formação Aquidauana (Permo-Carbonífero), no Brasil.

#### **Formação Vila Maria (sensu Faria, 1982)**

A Formação Vila Maria foi definida em mapeamento de superfície no Estado de Goiás; tem ampla correlação ao longo da bacia e expressivas áreas expositivas nas suas bordas Noroeste e Nordeste, no Brasil. Em sua diagnose original, foi indicada como uma sucessão de diamictitos, folhelhos e arenitos jazendo [discordantemente] sob a Formação Furnas (Grupo Paraná, Devoniano) e em inconformidade sobre o embasamento; entretanto, uma eventual correlação de seus diamictitos, basais, com os da Formação Iapó (sensu Maack, 1947), aflorante no Estado do Paraná, borda Leste da bacia, permitiu a Assine *et al.* (1994) redefini-la em abrangência estratigráfica menor (folhelhos e arenitos), ao apelar para a sinonímia estratigráfica. Apesar de ser correlacionada à Formação Vargas Peña, do Grupo Itacurubi (cf. Assine *et al.*, 1994), Borghi *et al.* (1997) fizeram-lhe a correlação com o próprio Grupo Itacurubi, asserindo-lhes uma sucessão litológica homóloga, ao identificar diamictitos na base daquele grupo. Palinomorfos (Gray *et al.*, 1985), invertebrados (Popp *et al.*, 1981) e icnofósseis (Moreira *et al.*, 1999) são fósseis amplamente documentados na formação. Desses, os cripto esporos atribuem-lhe uma idade Llandovery (eossiluriano) e o icnofóssil *Arthropycus alleghaniensis* tem sido usado como um guia estratigráfico de sua diagnose em campo. Reconhecem-se claramente paleoambientes glaciais na base da formação (diamictitos), sucedidos por marinhos, em um ciclo transgressivo (folhelhos)-regressivo (arenitos).

Em Chapada dos Guimarães (1), os diamictitos da formação, que totalizam 10 m dos seus ca. 100 m (cf. Borghi & Moreira, 1998a), foram alvo de investigação faciológica, sobretudo os diamictitos estratificados (fácies Dms), os quais são interpretados como fluxos gravitacionais. Nesses diamictitos, observou-se uma orientação planar horizontal dos megaclastos, com eixo maior E-W, sugerindo o transporte sedimentar local nessa direção.

Em São Lourenço de Fátima (2), os autores caracterizaram-na como um intervalo estratigráfico de 30 m composto, em sucessão, por (i) 9,5 m de arenitos médios, moderadamente a bem selecionados, com estratificação cruzada em camadas de geometria sigmoidal de porte grande, intercalados com camadas de pelitos de porte médio - apontados anteriormente como intervalo de topo da Formação Alto Garças por Assine *et al.* (1998); (ii) 1 m de arenitos finos em acamamento ondulado-truncante (HCS); (iii) 5 m de pelitos branco a acastanhado; (iv) 12 m de pelitos em acamamento *flaser-linsen*, intercalados com arenitos muito finos em HCS, bioturbados (*Arthropycus alleghaniensis*, *Lockeia* isp. e *Cruziana* isp.), em um ciclo *thickening/coarsening up*; e, (v) no topo da sucessão, 2,5 m de arenitos finos com HCS, bioturbados (*Arenicolites* isp., *Arthropycus alleghaniensis*, *Lockeia* isp. e *Palaeophycus* isp.).

Em Coxim (3), a sucessão de pelitos vermelhos apontados por Assine *et al.* (1994) não foi identificada, mas sim quartzitos finos muito intemperizados, avermelhados, do Grupo Cuiabá; já em Rio Verde de Mato Grosso (4), como mencionado acima, os folhelhos com clastos-caídos e diamictitos foram correlacionados à Formação Aquidauana.

#### **Conclusão**

A não constatação das formações Alto Garças e Vila Maria em locais anteriormente citados como em Coxim e Rio Verde de Mato Grosso abre novas discussões não só sobre seus mapas de isópacas, mas sobre seus mapas paleogeogeográficos existentes; e revela quão necessários ainda são os trabalhos de estudo de campo desse intervalo da bacia do Paraná para as análises estratigráficas e exploratórias em escala bacinal.

### Referências bibliográficas

- Assine, M.L.; Soares, P.C.; Milani, E.J. 1994. Sequências tectono-sedimentares mesopaleozóicas da bacia do Paraná, Sul do Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, **24**: 77-89.
- Assine, M.L.; Perinotto, J.A.J.; Alvarenga, C.J.S.; Petri, S. 1998. Arquitetura estratigráfica, tratos deposicionais e paleogeografia da bacia do Paraná (Brasil) no Neo-Ordoviciano/Eo-Siluriano. *Rev. Bras. Geoc.*, **28**: 61-76.
- Borghí, L. & Moreira, M.I.C. 1998a. Contribuição ao conhecimento do Paleozóico Inferior da bacia do Paraná: mapeamento geológico da região oriental de Chapada dos Guimarães, estado de Mato Grosso. Rio de Janeiro, *A Terra em Revista*, **4**: 22-31.
- Borghí, L. & Moreira, M.I.C. 1998b. Um possível intervalo estratigráfico sob a Formação Alto Garças (bacia do Paraná), no Estado de Mato Grosso. *An. Acad. bras. Ci.*, **70**(1): 152.
- Borghí, L.; Orué, D.; Figueredo, L. B.; Alvarenga, D.; Clérice, A. M. C. (1997), Correlação entre o Grupo Itacurubi (Paraguai) e a Formação Vila Maria (Brasil), Siluriano da bacia do Paraná. In: Simpósio sobre Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, **3.**, Barra do Garças, MT. *Boletim de Resumos...* Rio de Janeiro, Gráfica da UERJ, p. 8.
- Faria, A. 1982. Formação Vila Maria - nova unidade litoestratigráfica siluriana da bacia do Paraná. *Ciências da Terra*, **3**: 12-15.
- Gray, J.; Colbath, G.K.; Faña, A.; Boucot, A.J.; Rohr, D.M. 1985. Silurian-age fossils from the Paleozoic Paraná Basin, Southern Brazil. *Geology*, **13**: 521-525.
- Maack, R. (1947). Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. Curitiba, *Arquivos de Biologia e Tecnologia* (IBPT), **II**: 63-154.
- Moreira, M.I.C.; Borghí, L.; Fernandes, A.C.S. (1999). Análise Icnológica do Intervalo Ordoviciano-Siluriano da borda Noroeste da Bacia do Paraná, na região de Chapada dos Guimarães, Estado de Mato Grosso. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, **16.**, Crato (CE), 1999. *Boletim...* Crato, SBP, p.76.
- Pereira, E. & Bergamaschi, S. 1996. Estudo da evolução tectono-sedimentar das sequências ordovicianas, silurianas e devonianas nas sub-bacias de Apucarana e de Alto Garças, bacia do Paraná, Gondwana ocidental. In: Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano: Estratigrafia e Paleontologia. Ponta Grossa (PR), 1996. *Anais...* Ponta Grossa, Gráfica Planeta Ltda., p. 219-238.
- Popp, M.T.B.; Burjack, M.I.A.; Esteves, I.R.F. (1981), Estudo preliminar sobre o conteúdo paleontológico da Formação Vila Maria (pré-devoniano) da bacia do Paraná. Porto Alegre, *Pesquisas*, **14**: 169-180.

# DISCORDANCIA ENTRE LAS UNIDADES ORDOVICICAS-SILURIANAS DEL GRUPO CAACUPÉ E ITACURUBÍ

Orué, D.

*Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Departamento de Geología. Campus Universitario, San Lorenzo, Paraguay.  
E-mail:odelio@rieder.net.py*

## Introducción

Entre la localidad de Eusebio Ayala e Itacurubí de la Cordillera, ocurre una extensa franja de afloramientos silicoclásticos descritos por Orué (1996) como el Grupo Itacurubí, que se encuentra en perfecta continuidad deposicional con las unidades de Eusebio Ayala, Vargas Peña y Cariy (Harrington, 1972), sugiriendo en la unidad subyacente la existencia de un depósito glacial, espuesto en un pequeño afloramiento en la compañía Boquerón, Capilla Loma y Cerro Caaby-Cupé (en las márgenes del arroyo Piribebuy). En este trabajo se describe este depósito clástico bajo la denominación de Formación Boquerón, en virtud de su importancia potencial para una correlación estratigráfica. Recientemente fueron reconocidos nuevas ocurrencias de esta unidad con distribución más regional, abarcando áreas al SW; específicamente en los municipios de Guarambaré y Nueva Italia.

## Litología

Los afloramientos exhiben dos secciones litológicamente distintas. La inferior, muestra una predominancia de areniscas macizas de color claro a amarillo, a veces friables, de granos medio a grueso, con matriz arcillosa, conteniendo cantos de cuarzo mal seleccionados con estratificación irregular en la base. Cambios texturales están asociados por una variación granodecreciente en esta sección. La porción superior, el material predominante es una arenisca de color claro, granulación gruesa, fragmentos subredondeados mal seleccionados, conteniendo una matriz siltica, arcillosa o arenosa. En general, estos afloramientos evidencian una estratificación y textura característica de un ambiente de flujo gravitacional (debris flows), propia de las diamicritas.

## Discordancia

La principal característica de esta discordancia reside en la discontinuidad litológica entre los paquetes arenosos subyacente (Formación Tobatí) y la sobreyacente (Grupo Itacurubí) a la unidad glacial. Esta unidad litológica corresponde a la Formación Boquerón que exhibe un contacto discordante sobre las areniscas de la Formación Tobatí; siendo que el contacto superior de la diamicrita está cubierta por areniscas, siltitas y pelitas (Grupo Itacurubí), donde desaparece la unidad glacial, señalando una rápida transgresión.

La nítida existencia de un ambiente paleoglacial en la base del Grupo de Itacurubí, revela una clara discontinuidad al final del ciclo ordovícico e inicio del silúrico, evidenciando un episodio regresivo, originando una discordancia, sobre la cual fue depositada una espesa secuencia marina, en un ciclo transgresivo (pelitas) y regresivo (areniscas), correspondiente a la unidad del Grupo Itacurubí. La discordancia, posicionada entre la unidad del Grupo Caacupé e Itacurubí, indica una edad eosilúrica.

### **Conclusión**

Conforme a lo expuesto arriba, la discordancia que se presenta en la unidad litológica de Boquerón, corresponde a un depósito de ambiente glaciígeno. Por las características litológicas y el ambiente deposicional de esta unidad, es posible correlacionar a la base de la Formación Vila María (Formación Iapó) en el Brasil (cf. Borghi et al., 1997).

### **Referencias Bibliográficas**

- Borghi, L.; Orué, D.; Figueredo, L. B.; Alvarenga, D.; Clérice, A. M. C. (1997), Correlação entre o Grupo Itacurubi (Paraguai) e a Formação Vila Maria (Brasil), Siluriano da bacia do Paraná. In: Simpósio sobre Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, 3., Barra do Garças, MT. Boletim de Resumos... Rio de Janeiro, Gráfica da UERJ, p. 8.
- Orué, D. (1996) Síntese da Geologia do Paraguai Oriental, com ênfase para o magmatismo alcalino asociado. São Paulo, 163 p. (Dissertação de Mestrado-Instituto de Geociências/USP).

## **GRUPO INDEPENDENCIA-HOJA CORONEL OVIEDO**

**GONZÁLEZ, M. E.**

*Dirección de Recursos Minerales-MOPC*

La hoja se halla ubicada en el cuadrante 56°00' - 56°30' de longitud oeste y 25°00' - 25°30' de latitud sur, abarcando una superficie de 2.765 km<sup>2</sup>. Sus principales vías de acceso son las rutas N° 2 Mcal. José Felix Estigarribia, que llega de Asunción, desde el oeste hasta la ciudad de Coronel Oviedo y conecta al este con Caaguazú, la ruta N° 3 Gral. Elizardo Aquino, que partiendo de Coronel Oviedo se dirige al norte pasando por Carayao, además de numerosos ramales y caminos vecinales que conectan los pueblos y compañías entre sí.

La morfología del área se caracteriza por el contraste de serranías al este, con elevaciones promedio de 300 m. y amplias áreas pantanosas al oeste, con 80 a 100 m. de altura.

La estratigrafía de la hoja comprende unidades sedimentarias permocarbonífera/triásicas del conjunto de sedimentos de la Cuenca del Paraná, depositadas a partir del Carbonífero Superior, posterior a una estructuración de la cuenca por efecto de la Orogénesis Eohercyniana.

A partir del Carbonífero superior la cuenca presenta un comportamiento intracrátónico del tipo rampa. Estas cuencas se caracterizan por poseer grandes dimensiones, buzamientos suaves, líneas de tiempos horizontales y una historia evolutiva de largos periodos de lenta acumulación sedimentaria, interrumpidos por igualmente

largos periodos de erosión, donde las condiciones climáticas juegan un papel importante en el aporte de sedimentos y en la implantación de los diferentes ambientes de

sedimentación. Este conjunto sedimentario corresponde a la Formación Coronel Oviedo en la base, constituida de diamicritas, ritmitas, arcillitas y areniscas de ambiente costero glacial. Concordantemente la unidad siguiente o Grupo Independencia comprende areniscas, siltitas, arcillitas y calizas, depositados en parte bajo condiciones climáticas áridas y por último la Formación Misiones constituida de areniscas de ambiente continental principalmente eólico.

El Grupo Independencia se subdivide en dos formaciones. La Formación San Miguel constituida por areniscas de granulometría fina, intercaladas con siltitas y/o arcillitas como unidad inferior, de ambiente costero marino lagunar, y un conjunto superior de areniscas de granulometría media de ambiente eólico, intercalado con depósitos de lagunas arenosas. Las areniscas típicamente eólicas son diferenciadas en el Miembro Saingó. La Formación Tacuary incluye sedimentos de granulometría fina de ambientes continentales costeros y marino raso.

El análisis subsuperficial realizado tomando como base la identificación de marcos de referencias, la definición de secuencias de sedimentación, la correlación de los mismos a través de secciones estratigráficas, la definición de modelos deposicionales en los registros gamma y la correlación de los mismos a través de las secciones hasta la superficie concluye en:

1. Las Secuencias de sedimentación A, B y C, definidas en los registros de rayos gamma son caracterizados como secuencias de tercer orden, desarrolladas exclusivamente por las variaciones relativas del nivel del mar y las condiciones climáticas reinantes, y limitadas por superficies erosivas marcadas por caídas del nivel del mar, que en cuencas del tipo rampa expone amplias áreas con un mínimo de rebajamiento.
2. Las secuencias A y B presentan tratos de mar bajo y transgresivos amplios, marcando igualmente amplios periodos de transgresión marina, a diferencia de la secuencia C, que inversamente presenta trato de sistema de mar alto de mayor espesor con relación a los otros, caracterizando el inicio de la regresión marina hasta la total continentalización de la Cuenca del Paraná.
3. Los ambientes deposicionales implantados a través del tiempo geológico pérmico, en el área de estudio permite diferenciar claramente sistemas de ambientales de sedimentación localizadas. De esta manera, por ejemplo: depósitos eólicos concomitan con sedimentación deltáica en la Secuencia B, debido al posicionamiento de la costa marina al sur este del área.
4. La sedimentación principalmente arenosa de la Formación San Miguel (trato de sistema de mar alto de la Secuencia A, tratos de mar bajo y transgresivo de la Secuencia B) representa una depositación proveniente de áreas emergentes al oeste del área, acumulado en un ambiente costero eólico, deltáico, lagunar, donde la

influencia de mareas indica que se halla próximo y en comunicación intermitente con el mar.

5. La sedimentación principalmente arcillo/arenosa de la Formación Tacuary (trato de mar alto de la Secuencia B y toda la Secuencia C) constituye una sedimentación transgresiva del sistema hacia un máximo de inundación del área, depositando arcillitas de plataforma rasa, asociadas a estratos ondulados con estratificación *hummocky* de playa y posterior regresión hasta la continentalización total de la cuenca.

#### Referencias Bibliográficas

- DELLA FAVERA, J.C.; 1996: Curso de Sistemas Depositionais- Notas de Aula U.E.R.J., 73 p, Rio de Janeiro.
- HUTCHINSON, D.S.; 1979: Uranium exploration in the permocarboniferous sequence, south of latitude 25°. Results and recommendations. Anschutz Co.,- TAC Int. Rep., 19 p., Asunción.
- HUTCHINSON, D.S.; 1980: Geology and Uranium potential of the Gondwana Sediments in the Northeastern Part of Concession Area- The Anschutz Co., Int. Rep., 17 p., Asunción.
- MILANI, E. J.; 1997: Evolução tecno-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a Geodinâmica Fanerozoica do Gondwana Sul-ocidental- Diss. Doc, Univ. Fed. Rio Grande do Sul, 255 p, tomo II ilustr., Rio Grande do Sul.
- THORNBURG, J.B.; THOMAS, A.R.; JOHANSEN, S.J.; 1992: The San Miguel Formation: Mid Permian, Postglacial Sedimentation in the Western Paraná Basin, Southeastern Paraguay, Texaco Exploration & Production Technology Department, 40 p, Houston.

## ROCAS CRISTALINAS DEL SUR DEL PARAGUAY ORIENTAL Y POSIBILIDADES PARA LA INDUSTRIA CERAMICA

Spinzi A.M.M. y Figueredo, L.V.B

*Dirección de Recursos Minerales-MOPC*

#### Introducción

Las rocas cristalinas del precámbrico sur del paraguay oriental están localizadas entre las siguientes coordenadas geográficas : paralelos 25° 50' 00" y 26° 43' 00" de latitud sur, y los meridianos : 56° 42' 00" y 57° 39' 00" de longitud oeste, abarcando una



superficie de 9.000 kilómetros cuadrados, atravesada de norte a sur por la ruta internacional n°1 mcal. José Félix Estigarribia, que une la capital del país con el norte argentino, acompañada de tendido eléctrico de alta tensión. otra vía importante de comunicación de la región constituye el río tebicuary que atraviesa la zona de este a oeste desembocando en el río paraguay, salida importante hacia el río de la plata.

### **Geología**

Las rocas cristalinas del precámbrico sur del paraguay oriental tienen un gran potencial para la minería no metálica, una parte de ella es la industria cerámica. el río tebicuary controlado por una gran falla transcurrente de orientación ne divide a las rocas mencionadas en dos porciones, una septentrional constituidas por rocas ígneas efusivas ácidas como ser pórfidos cuarzóferos sobrepuestos a rocas graníticas generalmente de grano grueso a medio de edad eocámbrica. la otra porción austral más antigua que la anterior probablemente el proterozoico medio, conformada por un complejo metamórfico de gneises, cuarcitas esquistos y otros.

### **Resultados preliminares**

El área estudiada contiene todas las variedades minerales utilizadas en la industria cerámica, así en la parte norte compuesta de rocas más jóvenes encontramos caolines residuales refractarios, pirofilita aditivo importante para piezas resistentes al shock térmico, granitos y pórfidos de vitrificación aprovechable en la industria de esmaltes cerámicos, materiales puzolánicos para barnices de temperatura, calcáreo para revestimientos y arcillas para cerámica de construcción. La parte sur correspondiente a rocas más antiguas, con grandes extensiones de gneises ricos en feldespato de excelentes vitrificados para esmaltes cerámicos, filones de cuarzo aprovechables en las pastas de porcelanas, esquistos talcosos portando masas de esteatita, importante aditivo para la producción de aisladores eléctricos, caolines residuales refractarios, calcáreos para revestimientos, rocas alcalinas de excelente vitrificado para ser aprovechado en la industria de esmaltes.

Los resultados más notables de la presente investigación fueron los vitrificados para esmaltes cerámicos de los materiales feldespáticos que proveyeron los gneises pegmatoides del sur de la región estudiada. Es de resaltar que ninguno de los vitrificados logrados tuvieron que ser tratados con aditivos lo que alienta a proseguir con investigaciones más específicas.

Profesor Adjunto de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción.

Jefe del Departamento de Geología de la Dirección de Recursos Minerales.

Profesor Adjunto de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción.

Coordinadora del Laboratorio de Mineralogía de la Dirección de Recursos Minerales cerámicos, materiales puzolánicos para barnices de temperatura y arcillas para cerámica de construcción.

### **Referencias Bibliográficas**

- KANZLER A., 1987 The southern Precambrian in Paraguay. Geological Inventory and Age Relations. Zbl. Geol. Paleönt. Teil I, 1987 ( 7/8 ): 753-765 Stuttgart.
- COMIN-CHIARAMONTI P., GOMES C. B., PETRINI R., DE MIR A., VELAZQUEZ V. F., ORUE D.; 1992 b. A New area of alkaline rocks In Eastern Paraguay. Rev. Bras. Geoc., 22: 500-506.
- SINGER F. & SINGER S. S. 1964. Industrielle Keramik Springer Verlaefg. 3º Tomo.
- SPINZI A. & VELAZQUEZ C.; 1995 Arcillas del Centro Oeste del Paraguay Oriental Caracterización Tecnológica Potencial y Usos- Tomos N° 1 y 2. Cooperación

- Geológica Paraguayo-Alemana, BGR-DRM. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. Asunción-Paraguay. 63 p.
- LORENZ W.;** 1992. Curso Compacto sobre Materiales No Metálicos y su utilización económica. Cooperación Geológica Paraguayo-Alemana.
- VELDE B.;** 1992. Introducción to clay minerals, chap man and Hall London 198 p.

## POTENCIAL HIDRICO SUBTERRANEO DEL PARAGUAY

**Daniel H. García S.**

Consultor. *E-mail* [dsegredo@hotmail.com](mailto:dsegredo@hotmail.com) // [dbepybid@conexión.com.py](mailto:dbepybid@conexión.com.py)  
Asunción - Paraguay

El agua es un asunto crucial, no solo en las zonas cuya oferta es escasa, sino también en aquellas en las que la contaminación del líquido reduce su disponibilidad para ciertos usos.

Los datos referentes a la disponibilidad de agua en Paraguay son sorprendentes estando en el orden de los 63.000 m<sup>3</sup>/año/habitante, situándose en uno de los más elevados de Sudamérica (sin considerar Guyana y Surinam), y superior a la disponibilidad media de los continentes africano, asiático, europeo y americano.

Teniendo en cuenta que las aguas superficiales son bastante conocidas hoy haremos referencia específicamente elevado potencial hidrico subterráneo de nuestro país.

Paraguay se encuentra comprendido entre las provincias hidrogeológicas de Pantanal - Chaco - Pampeana, que abarca toda la región occidental o Chaco y parte de la oriental y Paraná que constituye una de las reservas de agua subterránea de mayor envergadura de Sudamérica.

La parte socio - económica más desarrollada es la región oriental del Paraguay, donde se encuentra concentrada la mayor parte de la población y como esta región corresponde a la cuenca del Paraná, es de gran importancia hidrogeológica, porque se encuentra relativamente al alcance de los medios financieros y técnicos que explotan agua subterránea, que por su pureza, proximidad a los sistemas de distribución y por evitar costosas inversiones en plantas de tratamiento, son preferidos crecientemente para solucionar problemas de demanda de las comunidades pequeñas (asentamientos campesinos, etc), medianas (ej. Caacupé) y como complemento de aguas superficiales para abastecimiento de ciudades de mayor envergadura (ej. San Lorenzo, Luque, Mariano R. Alonso, etc.).

En cuanto a las características hidrogeológicas de los acuíferos estos pueden ser clasificados en dos grupos distintos de acuerdo a la naturaleza litológica y las propiedades hidráulicas. Así tenemos:

Acuíferos permeables por porosidad intergranular y acuíferos permeables por fracturamiento de las rocas, condicionados por estructuras geológicas y por procesos de karstificación.

## SISTEMA Aqüífero Guarani

<sup>1</sup>Rosa Filho, E. F.

Universidade Federal do Paraná - Curitiba, PR. E-mail: [ernani@setuva.geologia.ufpr.br](mailto:ernani@setuva.geologia.ufpr.br)

Sistema Aqüífero Guarani (SAG) é a denominação utilizada para se referir a um pacote de rochas arenosas saturadas com água doce, cuja espessura varia entre 200 e 800 m nas regiões mais centrais da Bacia Geológica do Paraná. Esta camada distribui-se numa área de aproximadamente 1.196.500 km<sup>2</sup>, sendo 213.200 km<sup>2</sup> no Estado do Mato Grosso do Sul, 157.600 km<sup>2</sup> no Estado do Rio Grande do Sul, 155.800 km<sup>2</sup> no Estado de São Paulo, 131.300 km<sup>2</sup> no Estado do Paraná, 55.000 km<sup>2</sup> no Estado de Goiás, 52.300 km<sup>2</sup> no Estado de Minas Gerais, 49.200 km<sup>2</sup> no Estado de Santa Catarina e 26.400 km<sup>2</sup> no Estado do Mato Grosso. No Paraguai o aqüífero ocupa uma área de 71.700 km<sup>2</sup>, na Argentina 225.500 km<sup>2</sup> e no Uruguai 58.500 km<sup>2</sup> (ARAUJO et alii, 1995). Em quase toda a sua extensão, este aqüífero encontra-se sotoposto por rochas basálticas cuja espessura máxima ultrapassa 1.000 metros. Esta formação geológica, atribuída como sendo Jurássica, é denominada como Misiones no Paraguai e Tacuarembó na Argentina e Uruguai.

Considerado como um dos maiores reservatórios de águas subterrâneas do mundo, a reserva hídrica doce estocada no SAG é superior a 30.000 km<sup>3</sup> (REBOUÇAS, 1994) Este volume é realimentado pelas águas das chuvas, cuja taxa estimada anual corresponde a 160 km<sup>3</sup>/ano (ROCHA, 1996). A exploração, via poços profundos, permite a extração de vazões superiores a 500.000 l/h/poço. Em várias regiões onde ocorre o aqüífero, existe o fenômeno de surgências naturais produzindo vazões de até 150.000 l/h e com temperaturas entre 33 e 45° C. As temperaturas mais elevadas das águas giram em torno de 70° C. As águas, sob o ponto de vista físico-químico, são do tipo Alcalina-Bicarbonatada-Cloro-Sulfatada-Sódica (GALO e SINELLI, 1980; SILVA et. al., 1985).

As águas do SAG vem sendo utilizadas como fonte de abastecimento público em várias cidades brasileiras, em especial no Estado de São Paulo. O seu potencial hidrotermal tem grande alcance sócio-econômico mediante o uso racional e integrado, especialmente quando destinado à secagem de grãos, refrigeração de alimentos, climatização de ambientes, controle de geadas/culturas em estufas e para as várias atividades agro-industriais. Dada a importância que este reservatório de água doce representa para a região Sul e Sudeste do Brasil, bem como para o Uruguai, Paraguai e Argentina, é imprescindível inseri-lo num programa de desenvolvimento com suporte em cooperação tecnológica, científica e legal, em nível nacional e internacional. Somente desta forma será possível disciplinar o uso e promover a proteção do aqüífero para as gerações futuras.

<sup>1</sup>Ernani Francisco da Rosa Filho, Dr. Rer. Nat.

Professor de Hidrogeologia da Universidade Federal do Paraná - Curitiba, PR  
[ernani@setuva.geologia.ufpr.br](mailto:ernani@setuva.geologia.ufpr.br)