

Pão de Açúcar, RJ

Cartão postal geológico do Brasil

SIGEP 67

Luiz Carlos da Silva¹
 Antônio José Lopes de Andrade Ramos²

O Pão de Açúcar com o seu bondinho é o cartão postal mais conhecido do Brasil e em nível mundial é um dos cartões de visita do Brasil. Além de seu interesse turístico, sua proposição como sítio geológico justifica-se pela importância que esse corpo granítico teve no desenvolvimento dos estudos geológicos e geomorfológicos no Brasil. O Granito do Pão de Açúcar está inserido na Suite Rio de Janeiro, que só muito recentemente teve sua natureza magmática comprovada. Essa suite inclui diversos granitóides foliados, predominantemente peraluminosos (granitos tipo-S), assim designados: Granito Pão de Açúcar, Granito Corcovado e Granito Cosme Velho. Trabalhos geocronológicos recentes utilizando o método de datação U-Pb- *SHRIMP* (*Sensitive High Resolution Ion Microprobe*) determinaram a idade de cristalização de *ca.* 560 Ma representando um marco da amalgamação final do Supercontinente Gondwana ao final do Ciclo Orogênico Brasileiro/Pan-Africano.

Pão de Açúcar (Sugar Loaf), Rio Janeiro - The geological post card of Brazil

*The Pão de Açúcar (Sugar Loaf) Hill with Corcovado/Christ's Hill is one of the most known and appreciated post-cards from Rio de Janeiro City and from Brazil. The present inclusion of the unit as the PÃO DE AÇÚCAR GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL NATIONAL SITE reflects also its importance for the geological and geomorphologic studies in Brazil. The Pão de Açúcar Granite, belonging to the Rio de Janeiro Suite, only recently had its magmatic nature unravelled. This suite embraces several foliated granitoids plutons displaying chiefly crustal S-type affinities: Pão de Açúcar Granite, Corcovado Granite and Cosme Velho Granite. Recent geochronological studies, using SHRIMP (Sensitive High Resolution Ion Microprobe) systematic furnished a crystallisation age of *ca* 560 Ma. This age represents an international geological reference for the final amalgamation of the Gondwanaland Supercontinent, during the Brasileiro / Pan-African Orogenic Cycle termination.*

INTRODUÇÃO

O morro do Pão de Açúcar constitui-se no mais popular sítio geológico do país, sendo reconhecido em todos os continentes como um dos símbolos do Brasil. Seu reconhecimento como um dos principais sítios geológicos mundiais, ocorreu durante o 31st *International Geological Congress (Julho/2000)*, quando foi decerrada placa comemorativa no local (Figura 1).

LOCALIZAÇÃO

A história da cidade do Rio de Janeiro está intimamente ligada ao Pão de Açúcar, pois sua fundação, em 1565, ocorreu justamente entre os morros Pão de Açúcar e Cara de Cão.

O morro do Pão de Açúcar, localiza-se no bairro da Urca, na Zona Sul do Município do Rio de Janeiro, capital do Estado do Rio de Janeiro. Está inserido na malha urbana da cidade, sendo de acesso muito fácil, tanto por carro, como por ônibus (linhas regulares e turísticas) e até por barcos. Situa-se na entrada da baía da Guanabara, com altitude máxima de 396 metros, junto à 2^a. estação do bondinho. Constitui-se em um dos principais e mais deslumbrantes cartões postais do Rio de Janeiro e do Brasil. (Figura 2).

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

Geologia

O Estado do Rio de Janeiro está inserido geologicamente na Província Mantiqueira de Almeida

et al. (1981). É caracterizada por abundante granitogênese neoproterozóica, resultante da amalgamação do Supercontinente *Gondwana*, ao final do Ciclo Orogênico Brasileiro / Pan-Africano.

A Suíte Rio de Janeiro que inclui o Granito Pão de Açúcar como originariamente definida por Silva (1999) e Silva *et al.* (2000a), inclui diversos granitóides foliados e ortognaisses, predominantemente peraluminosos, caracterizados pelos autores como de derivação crustal (granitos tipo-S): granitos Pão de Açúcar, Corcovado e Cosme Velho. Essa suíte está representada no Mapa Geológico Simplificado da Zona Sul do Município do Rio de Janeiro (Figura 3) de Silva *et al.* (2000a), modificado a partir dos trabalhos pioneiros de Hembold *et al.* (1965) e de estudos mais recentes de Heilbron *et al.* (1993).

Os granitos Pão de Açúcar e Corcovado, foram originariamente interpretados e mapeados como paragnaisses (gnaisses facoidais) por Hembold *et al.* (1965), relacionados ao Complexo São Fidélis - Pão de Açúcar de Fonseca *et al.* (1998). O caráter magmático dessas unidades já havia sido previamente reconhecido em trabalhos de detalhe (Silva & Silva, 1987, Silva *et al.*, 1991, Heilbron *et al.*, 1993). A essas fácies foi incorporado (Silva *et al.*, 2000a) o denominado Plúton Niterói de Machado & Demange (1992). Esses plutons são associados à fase deformacional D_1/D_2 (Heilbron *et al.*, 1993) da orogênese neoproterozóica designada de Orogênese Rio Doce por Figueiredo e Campos Neto (1993). Presentemente, esse evento tectônico é considerado como uma extensão para sudeste da Orogênese Araçuaí (Silva, 1999).

Figura 1 – Inauguração da placa comemorativa da datação geocronológica do Morro do Pão de Açúcar, com a presença da Comissão Organizadora do 31^o Congresso Geológico Internacional e representantes da União Internacional das Ciências Geológicas (IUGS).

Figure 1 – Inauguration of the memorial tablet of the geochronological dating of the “Pão de Açúcar” (Sugar Loaf), in the presence of the Organizing Committee of the 31st International Geological Congress and representatives of the International Union of Geological Sciences – IUGS.



Em função de seu posicionamento como plúton sincollisional, exibe superposição de foliação “subsólido” (magmática) e no estado sólido (protomilonítica a milonítica) correspondendo a *augen* gnaisses. As texturas magmáticas originais do tipo megaporfíricas deram lugar a gnaisses enriquecidos em pórfiros recristalizados de feldspato-K, com comprimento médio de 2 a 6 centímetros (*augen*-gnaisses grossos).

Do ponto de vista químico, enquanto o Granito Corcovado, fácies dominante da Suíte Rio de Janeiro, tem afinidades peraluminosas, com granada e biotita como principais acessórios, o fácies Pão de Açúcar apresenta domínios mais metaluminosos com hornblenda e biotita como acessórios principais. Apresentam freqüente intercalação com paragneisses do Complexo Paraíba do Sul, dos quais derivam através de processos de fusão parcial.

Até recentemente, os conhecimentos geológicos sobre esse sítio eram bastante precários. Estudos isotópicos utilizando métodos de alta precisão U-Pb SHRIMP (*Sensitive High Resolution Ion Microprobe*) recentemente concluídos (Silva, 1999; Silva *et al.*, 2000a) permitiram determinar a sua idade de cristalização em 560 milhões de anos. Com esses novos avanços, amplificou-se a importância do sítio como um marco da Orogênese Brasileira e da colisão e amalgamação final entre os continentes sul-americano e africano dando origem ao Supercontinente Gondwana Ocidental.

Foto 2 - “Pão de Açúcar” sob diferentes ângulos. A) Feição geomorfológica do Pão de Açúcar; B) Em primeiro plano a enseada de Botafogo, zona sul da cidade, Baía da Guanabara e, ao fundo, diversos morros com a mesma feição morfológica; C) Morros do Pão de Açúcar e Cara de Cão.

Figure 2- “Pão de Açúcar” from different views: A) *Geomorphological features of “Pão de Açúcar”*; B) *At foreground Botafogo inlet, subsequently to Guanabara bay and Urca quarter; at background, several mounts with the same morphological features*; C) *Mounts of “Pão de Açúcar” and “Cara de Cão”*.



C



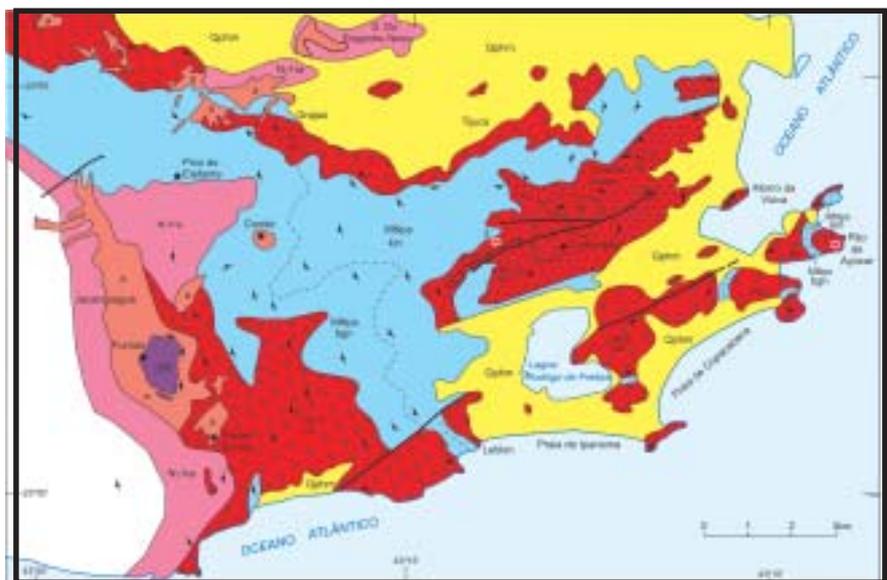


Figura 3 - Mapa Geológico (simplificado) da Zona Sul do Município do Rio de Janeiro, compilado de Silva *et al.*, 2000a).

Figura 3 - Geological Map (Simplified) of the South Zone of Rio de Janeiro County, (compiled from Silva *et al.*, 2000a)

A Figura 4 mostra um exemplo dos zircões do Granito Pão de Açúcar estudados por microscopia eletrônica convencional, pelos métodos de *backscattering* e catodoluminescência previamente à sua datação na microsonda iônica (SHRIMP). As idades obtidas posteriormente nesses cristais, mostradas no diagrama Concórdia da Figura 4, revelaram uma idade de cristalização de 559 ± 4 Ma (número de *spots* datados = 21).

Por tratar-se de granitoides do regime sincolisional, esse resultado fornece a idade precisa da colisão à qual está vinculada a geração destes granitos. Além disto, pela existência de idades similares em uma extensa faixa de granitos crustais estendendo-se do Rio de Janeiro ao sul da Bahia, foi possível a caracterização de uma extensa estrutura designada Batólito Rio de Janeiro, que caracteriza um arco sincolisional de dimensões regionais, o Arco Rio de Janeiro, relacionado à Orogênese Araçuaí, durante o Episódio Brasiliano III (Silva, 1999).

Finalmente cabe destacar que a caracterização precisa do pico colisional no datado em *ca* 560 Ma, na Suíte Rio de Janeiro/Granito Pão de Açúcar têm interessantes conseqüências para os modelos de correlação dos orógenos brasileiros e pan-africanos. Episódio magmático similar foi também caracterizado no lado africano pela idade U - Pb SHRIMP de *ca*. 550 Ma, recentemente obtida nos granitoides sincolisionais do Orógeno Saldania (Silva *et al.*, 2000b) e de *ca* 560 Ma nos granitoides sincolisionais costeiros do Orógeno Kaoko (Seth *et al.*, 1998). Assim, os modelos que preconizam uma correlação direta entre os “cinturões” Ribeira e Dom Feliciano (640-620 Ma) e os orógenos da África Ocidental (Kaoko, Damara,

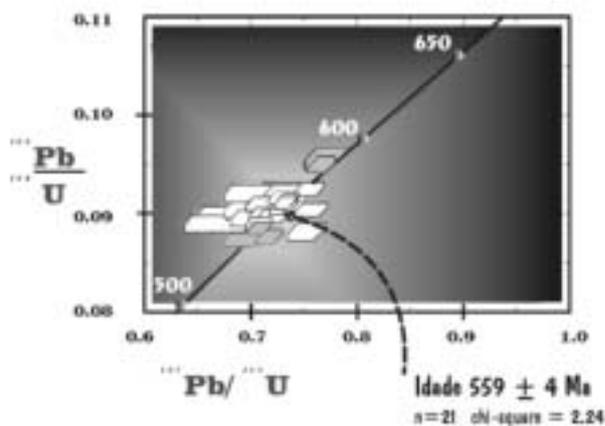


Figura 4 - Granito Pão de Açúcar. Diagrama Concórdia (Wetherill) SHRIMP, mostrando a idade de 559 + 4 Ma, obtida em 21 *spots* analíticos e interpretada como a idade da cristalização do plúton sob regime sincolisional (Silva, 1999).

Figure 4 - Pão de Açúcar granite. (Wetherill) SHRIMP concordia diagram displaying the 559+4 Ma age, obtained on 21 analytical spots and interpreted as the crystallization age for the syn-collisional pluton (Silva, 1999)

Gariep e Saldania) devem ser revistos. Conseqüentemente, uma provável extensão para sudoeste do Arco Rio de Janeiro (recoberto pela sedimentação em ambas as margens continentais) passa a ser o melhor candidato a representar o arco magmático desenvolvido durante a amalgamação final dos dois continentes há 560 Ma (Silva *et al.*, no prelo).

Como já referido, a importância do sítio foi reconhecida durante o 31st *International Geological Congress* realizado em agosto de 2000, na cidade do Rio de Janeiro, onde a Comissão Organizadora do evento e representantes da *International Union of Geological Sciences-IUGS* lançaram placa comemorativa com o registro da idade do plúton, na primeira estação do teleférico (Figura 1).

Geomorfologia

No Mapa Geomorfológico do Estado Rio de Janeiro, na escala 1:250.000 (Dantas, 2001) o Morro do Pão de Açúcar é caracterizado como “Relevo de Degradação em Áreas Montanhosas”, onde predominam processos erosivos, segundo critérios de individualização de sistemas de relevo (Ponçano *et al.*, 1979). Para o mapeamento geomorfológico (Dantas, 2001) o Sítio do Pão de Açúcar foi englobado na unidade denominada “Maciços Costeiros e Interiores”, sendo a sua feição considerada um tipo específico de sistema de relevo subordinado, denominado de: “Alinhamentos Serranos Isolados” e “**Pães-de-Açúcar**” (Figura 2).

O Morro do Pão de Açúcar está inserido na província morfoestrutural Mantiqueira (Almeida *et al.*,

1981; Ross, 1990) Essa província representa importante feição geotectônica da fachada atlântica brasileira, desde o Rio Grande do Sul até o sul do Estado da Bahia (Silva & Cunha, 2001).

Esta unidade morfoestrutural foi dividida em diversas unidade morfoesculturais, entre elas a unidade morfoescultural “Maciços Costeiros e Interiores”. Compreende um conjunto de maciços montanhosos relativamente alinhados sob direção WSW-ENE, desde o maciço da Juatinga (divisa dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo) até os maciços da Região dos Lagos, estando situados em meio às baías e baixadas litorâneas (Dantas, 2001). Foram inseridos nessa unidade, além dos maciços litorâneos, os alinhamentos serranos situados em posição de contrafortes da escarpa da serra do Mar, assim como os maciços isolados no norte fluminense.

Individualizando os “Maciços Costeiros e Interiores”, Dantas (2001) subdividiu essa unidade morfoescultural em unidades geomorfológicas, ficando o Pão de Açúcar na unidade denominada “Maciço da Tijuca”. Segundo Asmus & Ferrari (1978) os maciços costeiros, como os da **Tijuca** e da Pedra Branca, consistem em blocos soerguidos durante o Cenozóico, paralelamente ao *front* escarpado das cadeias montanhosas das serras do Mar e da Mantiqueira. Conforme Almeida & Carneiro (1998), os maciços costeiros são remanescentes de uma antiga borda meridional do gráben da Guanabara, antes inserida no planalto Atlântico (no Paleoceno) e que foi intensamente erodida pelo recuo da escarpa da serra do Mar, originada junto à falha de Santos.

Os maciços costeiros apresentam suas vertentes íngremes, por vezes rochosas, são freqüentemente recobertas por depósitos de tálus e colúvios e atingem diretamente a linha de costa por meio de pontões rochosos ou as baixadas flúvio-marinhas e flúvio-lagunares em abruptas rupturas de declive. Os gradientes são muito elevados e os topos são aguçados e arredondados (pontões rochosos do tipo “**pão-de-açúcar**”) ou em cristas alinhadas. Apresentam densidades de drenagem altas a muito altas. O padrão de drenagem é, geralmente, dendrítico e centrífugo, podendo ser treliça.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Apesar de as feições morfotectônicas, responsáveis pelo modelamento do sítio, apresentarem um alto potencial de vulnerabilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, esses eventos, geralmente, não são expressivos, devido à preservação da área com a

manutenção da cobertura florestal existente. O sítio Pão de Açúcar, nos arredores do qual funcionam diversas instalações do exército, constitui uma área de proteção ambiental sob a coordenação do Estado Maior do Exército.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F.F.M de, Hasui, Y., Brito Neves, B.B., Fuck, R.A. 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Sciences Review*, **1**: 1-29.
- Almeida, F.F.M. & Carneiro, C.D.R. 1998. Origem e evolução da serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências*, **28**(2): 135-150.
- Asmus, H.E. & Ferrari, A.L. 1978. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região Sudeste do Brasil. In: PETROBRAS. Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil (*Série Projeto REMAC*, **4**), Rio de Janeiro, p.5-88.
- Dantas, M. E. 2001. *Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro*. Brasília, CPRM, 417p.
- Figueiredo, M.C.H., Campos Neto, M.C. 1993. Geochemistry of the Rio Doce magmatic arc, southeastern Brazil. *An. Acad. Bras. Ciênc.* **65**: 63-82.
- Fonseca M.J.G. 1998. *Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro*. Escala 1:400.000. Rio de Janeiro, DNPM, Texto Explicativo, 141 p., mapa.
- Heilbron, M., Pires, F.R.M., Valeriano, C.M., Bessa, M. 1993. Litoestratigrafia, evolução tectono-metamórfica e magmatismo precambriano no setor sudeste do município do Rio de Janeiro. *In*: 3º. Simpósio de Geologia do Sudeste. SBG. Rio de Janeiro. *Atas*, p.174-179.
- Heilbron, M, Valeriano, C.M., Valadares, C.S., Machado, N. 1995. A orogênese Brasileira no segmento central da Faixa Ribeira. *Rev. Bras. Geoc.* **25**(4), p.249-266.
- Machado R. & Demange M. 1992. Granitogênese brasileira no Estado do Rio de Janeiro. Caracterização geoquímica, modelo tectônico e considerações geológicas sobre o embasamento e a cobertura do cinturão Ribeira na região. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 37, São Paulo. *Boletim de Resumos Expandidos*, **1**: 379-380.
- Ponçano, W.L., Carneiro, C.D.R., Almeida, M.A., Pires Neto, A.G.; Almeida, F.F.M. 1979. *O conceito de sistemas de relevo aplicado ao mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo*. In: II Simpósio de Geologia Regional, *Atas*, Rio Claro, p.253-262.
- Hembold, R., Valença, J.G., Leonardos Jr. , O. H. 1965. Mapa geológico do Estado da Guanabara, Escala 1:50,000, Rio de Janeiro, DNPM / MME.
- Ross, J.L.S. 1990. *Geomorfologia, ambiente e planejamento*. São Paulo Ed. Contexto.
- Seth, B., Kröner, A., Mezger, K., Nemchin, R.T., Pidgeon, R.T., Okrusch, M. 1998. Archean to Neoproterozoic magmatic events in the Kaoko Belt of NW Namibia and their geodynamic significance. *Precambrian Res.* **92**: 341-363.
- Silva, L.C. & Cunha, H.C. da S. 2001. *Geologia do Estado do Rio de Janeiro*. texto explicativo do mapa do Estado do Rio de Janeiro, Brasília, CPRM.
- Silva, L.C. da 1999. *Geocronologia U-Pb SHRIMP e Sm-Nd na Província Mantiqueira meridional, no Cinturão Saldania (África do Sul) e a evolução do Ciclo Brasileiro / Pan-Africano*. (PhD. thesis). Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Porto Alegre, 243p. (unpublished).
- Silva, L.C.da, Santos, R.A, Delgado, I.M. Cunha e Silva, H.C. 2000a. Geological Map of Rio de Janeiro State, Scale 1: 400.000, Geological Survey of Brazil-CPRM/ Department of Mineral Resources of Rio de Janeiro State-DRM-RJ.
- Silva, L.C. da, Gresse, P., Scheepers, R., P McNaughton, N.J., Hartmann, L.A., Fletcher, I.R. 2000b. U-Pb SHRIMP and Sm-Nd age constraints on the timing and sources of the Pan-African Cape Granite Suite, South Africa. *Journ. Africa Earth Sci.*, **30**: 795-815.
- Silva, P.C.F & Silva, R.R. 1987. Mapeamento geológico-estrutural da Serra da Carioca e adjacências, município do Rio de Janeiro. *In*: I Simpósio de Geologia Regional RJ-ES. Rio de Janeiro. *Anais*, p. 198-209.
- Silva, I.G.A.E., Neiva, D.B., Heilbron, M., Valeriano, C.M. 1991. Geologia de detalhe da Serra da Carioca, cidade do Rio de Janeiro, RJ. *In*: II Simpósio de Geologia do Sudeste. São Paulo. SBG. *Atas*, p.161-169.
- Silva L.C. da, Hartmann L.A., McNaughton N.J., Fletcher I.A. 2000 (submitted). The Neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections: a zircon-based geochronologic subdivision for the Brasiliano/Pan-African system of orogens.

¹ CPRM – Serviço Geológico do Brasil. SGAN 603 - Bl. I - 1º andar - 70833-080 - Brasília-DF
luizcarlos@aneel.gov.br

² aramos@cprmbh.gov.br