POTENCIAL PARA PLACERES MINERALIZADOS EM ZIRCÃO RICO EM HÁFNIO NA REGIÃO DE CANANÉIA, ESTADO DE SÃO PAULO

RONALDO MELLO PEREIRA¹, RAFAEL BASTOS DA SILVA¹,
MARCELO FAGUNDES DE REZENDE¹, CIRO ALEXANDRE ÁVILA² & REINER NEUMANN³

Resumo O trabalho apresenta os resultados prospectivos alcançados por uma amostragem de minerais pesados na região de Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo. Nessa área há um contexto formado por depósitos aluviais e marinhos costeiros situados próximos a serra do Itapitangui, que é constituída pelo Granitóide Mandira, um corpo neoproterozóico, do tipo-A e peralcalino. Este corpo é a fonte primária de um zircão com conteúdo em háfnio (HfO_2) entre 9% e 12%. As razões atômicas $100 \cdot \text{Hf} / (\text{Hf} + \text{Zr})$ entre 8,5 e 11,91 mol. % HfSiO_4 permitem o enquadramento desse mineral entre os termos zircão e zircão hafnífero. Este tem forma bipiramidal e é encontrado nas amostras de leito ativo das drenagens da área em concentrações que atingem, em alguns casos, até $1,3 \text{ kg/m}^3$ de zircão. As fontes primária e secundária do zircão correspondem: a) riebeckita álcali-granito da associação Granitóide Mandira, que contém cerca de $0,900 \text{ kg/t}$ de zircão; b) fanglomerado do Neógeno, formado essencialmente por blocos, seixos e matriz derivados do riebeckita álcali-granito; c) depósitos de talus que apresentam zircão na matriz areno-argilosa; d) níveis superiores de cascalho encontrados nos terraços fluviais. Nestes últimos, as concentrações de zircão foram de até $1,4 \text{ kg/m}^3$ no caso dos níveis de cascalho associados aos córregos estudados e de cerca de $10,0 \text{ kg/m}^3$ na camada de cascalho encontrada no *flat* do rio Itapitangui. Os resultados obtidos apontam para a favorabilidade de concentrações econômicas de zircão rico em háfnio nos depósitos fluviais e, até mesmo, nos depósitos costeiros da área de Cananéia.

Palavras-chave: Zircão, háfnio, zircão hafnífero, Granitóide Mandira, riebeckita álcali-granito, Cananéia, São Paulo.

Abstract *POTENTIAL FOR HF-RICH ZIRCON DEPOSITS ON THE CANANÉIA REGION, SÃO PAULO STATE.* The aim of this paper is to present the results of a heavy pan research in the Cananéia region. This area has alluvial and marine deposits close to the Itapitangui range formed by a neoproterozoic granite (Mandira granitoid), an A-type body, peralkaline, with a Hf-rich zircon (9% to 12% HfO_2 and atomic ratio $100 \cdot \text{Hf} / (\text{Hf} + \text{Zr})$ between 8.5 to 11.9 mol. % HfSiO_4). Zircon, in bipyramidal form, is present in the stream sediments of the creeks and rivers and has a concentration near 1.3 kg/m^3 . The sources of this zircon are the riebeckite alkali-granite of the Mandira Granitoid with 0.900 kg/t of zircon; the Neogene monomitic fanglomerate with zircon in the granitic blocks, pebbles and in the sandy matrix; the talus deposits with zircon associated to the clay-sand matrix; and the upper layers of gravels of the alluvial flats. The concentration of the Hf-rich zircon ranges between 0.650 kg/m^3 to 1.4 kg/m^3 in the gravel deposits of the creeks and 10.0 kg/m^3 in the gravels deposits of the Itapitangui river. The results point to an economic concentration of the Hf-rich zircon in the alluvial flats gravel's and, perhaps, in some marine deposits of the Cananeia area.

Keywords: zircon, hafnium, hafniferous zircon, Mandira granitoid, riebeckite alkali-granite, Cananéia, São Paulo State.

INTRODUÇÃO Recentemente, a área abrangida pela serra do Itapitangui, na região de Cananéia, sul do Estado de São Paulo, local onde aflora o Granitóide Mandira, foi re-visitada como parte do programa exploratório, desenvolvido pelo Departamento de Geologia Aplicada da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), voltado para o levantamento e a avaliação do potencial em metais raros da região sudeste do Brasil. Esta mesma área já tinha sido alvo, anteriormente, de estudos efetuados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) visando identificar a presença de depósitos de metais base (Boin *et al.* 1982) e litorâneos de minerais pesados ricos em elementos terras raras (Mello *et al.* 1994). O principal resultado prospectivo alcançado por esse novo programa foi o registro de um mineral não consignado nos trabalhos anteriores e que corresponde a um tipo de zircão com elevado conteúdo de háfnio

(Pereira *et al.* 2004).

No geral, a concentração econômica de minerais pesados nos depósitos de placeres depende de uma fonte enriquecida situada nas proximidades. Assim, potencialmente, ocorrências posicionadas nas imediações de metalotectos primários ou secundários são consideradas como as mais favoráveis, podendo tornar-se prospectos bastante interessantes. O principal objetivo do presente trabalho é o de descrever, na área de Cananéia, um contexto como esse, onde há a junção de depósitos aluvionares e marinhos costeiros dispostos ao lado de serras formadas por um granito peralcalino, que contém, de forma ubíqua, um zircão com alto conteúdo de háfnio. A relativa abundância desse mineral nos sedimentos de leito ativo e em alguns bancos de cascalho de diversas drenagens da área da serra de Itapitangui abre a perspectiva para a presença de concentrações econômicas de zircão

1 - Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, Rua São Francisco Xavier, 524, 2017A, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, 20590-013, E-mail: rmello@uerj.br

2 - Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Quinta da Boa Vista s/n, 20940-040 - São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ.

3 - Centro de Tecnologia Mineral - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Rua 4, Quadra D, Cidade Universitária, 21941-590 - Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ.

hafnífero nos depósitos aluviais e litorâneos dessa região.

CONTEXTO GEOLÓGICO A área do litoral sul do Estado de São Paulo, a partir da região de Iguape, apresenta-se, no geral, bem aplainada e retilínea e com as escarpas das serranias quase sempre afastadas do litoral. A exceção encontra-se em Cananéia, onde um conjunto de elevações compostas pelas serras do Itapitangui e Paratiú, praticamente, acompanha a linha de costa. Essa área litorânea constitui uma feição bastante expressiva e integra a denominada Província Geológica da Planície Costeira do Estado de São Paulo (Suguio & Martin 1978). Geologicamente (Fig. 1), o embasamento da Planície Costeira na região de Cananéia é formado por terrenos cristalinos neoproterozóicos, constituídos por migmatitos, rochas granitóides e por rochas metassedimentares (metassiltitos), correlacionados à unidade Rio das Cobras (Lopes 1987, DNPM 2000), os quais foram intrudidos por granitos alcalinos (Mandira e Serra do Paratiú) do Neoproterozóico III e por maciços alcalinos (Pariquêra-Açu e Cananéia) meso-cenozóicos (DNPM 2000).

Os sedimentos preponderantes dessa zona têm caráter aluvial e marinho costeiro e sua evolução se deu a partir de diversos ciclos erosivos e deposicionais, que remontam ao Neógeno/Paleógeno. A Formação Pariquêra-Açu é constituída por sedi-

mentos arenosos, argilosos e conglomeráticos com seixos de quartzo e os Terraços Encaixados (fluviais) representam alguns dos registros sedimentares mais antigos encontrados na região. A Formação Pariquêra-Açu encontra-se bem caracterizada fora da área estudada, nas calhas dos rios Jacupiranga e Ribeira do Iguape. Mais especificamente, em Cananéia os sedimentos mais antigos (Neógeno/Paleógeno) restringem-se aos do pacote de conglomerado/arenito conglomerático, que integra a Sequência I de Petri & Suguio (1973) e que, supostamente, se sobrepõe ao embasamento cristalino. Os sedimentos marinhos costeiros distribuem-se desde Iguape até Cananéia e pertencem a Formação Cananéia, do Pleistoceno, formada por arenitos, siltitos arenosos e argilitos siltíticos (Suguio & Petri 1973, Suguio & Tessler 1992). Ainda dentro dos depósitos marinhos costeiros situam-se os ambientes das praias atuais associados à fácies eólicas (Mello *et al.* 1994) e os sedimentos dos manguesais (Suguio & Tessler 1992), todos desenvolvidos no Holoceno. As planícies aluvionares bem desenvolvidas restringem-se aos principais rios da região como, por exemplo, o rio Ribeira do Iguape e, em menor escala, dentre outros, ao rio Itapitangui. O sistema fluvial atualmente implantado apresenta caráter meandrante, sendo o preenchimento sedimentar do fundo dos vales feito por materiais inconsolidados psamíticos, do tipo areias e cascalhos quartzosos e pelíticos,

Figura 1. Mapa geológico da área: 1- Embasamento neoproterozóico (migmatitos/metassiltitos); 2- Suíte Granitóide Acara: predomínio de granitos grossos, cinza esverdeados, com aspecto charnockítico; 3- Suíte Granitóide Mandira: 3a- Biotita riebeckita granito, cinza, equigranular, granulação média, por vezes cataclasado; 3b- Granito róseo, porfiróide, grosso, apresentando textura rapakivi; 3c- Riebeckita álcali-granito cinza-esbranquiçado ou róseo, por vezes porfiróide; 4- Coluviões e eluviões; 5- Sedimentos arenosilto-argilosos de deposição mista (flúvio-marinho-lacustre); 6- Drenagens com maior concentração de zircão; 7- Drenagens com menor concentração de zircão. (Adaptado de Boin *et al.*, 1982).

freqüentemente capeados por um solo com matéria orgânica. Este perfil-tipo da sedimentação mais recente encontra-se, por vezes, sobreposto a gerações mais antigas de aluviões. As camadas de cobertura, do tipo solos, são, principalmente, representadas pelos depósitos de tálus que se encontram dispostos nos sopés das encostas das elevações locais (Fig. 2).

O Granitóide Mandira, relacionado à Suíte Intrusiva Serra do Mar (Kaul *et al.* 1982), é um corpo peralcalino, do tipo-A, tem área de exposição de cerca de 50 km² (Boin *et al.* 1982) e sustenta as serras do Mandira, Itapitangui e Arrepiado. Admite-se que a idade do Granitóide Mandira deve ser próxima a do Granito Serra do Paratiú (584 ± 4 Ma - U-Pb em zircão; Passarelli *et al.* 2004), que também foi incluído na Suíte Intrusiva Serra do Mar por Kaul *et al.* (1982) e Kaul & Cordani (1994). O Granitóide Mandira engloba, na realidade, uma assembléia de granitos cinza-esbranquiçados (às vezes tendendo para os tons rosados), geralmente equigranulares e de granulação que varia de média a grossa. De acordo com Boin *et al.* (1982), o tipo mais comum é representado por um riebeckita álcali-granito constituído por quartzo e ortoclásio (invariavelmente pertitzado) e pelo anfibólio sódico (riebeckita), que é o principal mineral máfico e pode formar agulhas com até um centímetro de comprimento. Menos freqüentemente, ocorrem tipos onde o feldspato é pertítico e, geralmente, envolvido por plagioclásio de composição albitica, tendo por minerais máficos biotita e clorita. Os principais minerais acessórios são zircão, titanita, epidoto, genthelvita, fluorita, topázio e astrolita.

Ainda de acordo com Boin *et al.* (1982), também estão associados ao litotipo principal, granitos rapakivíticos com pertita e mesopertita, quartzo e biotita e, na porção noroeste do maciço, rochas de composição intermediária a básica, com uma gradação de diorito para sienito no sentido das bordas.

MÉTODO ANALÍTICO Seções polidas, contendo grãos de zircão selecionados e recobertas com carbono, foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura, com microanálise pontual por dispersão de energia, no Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/MCT). Foi utilizado um Microscópio Eletrônico de Var-

redura LEO S440, equipado com sistema EDS Link ISIS L300, detector de SiLi Pentafet, janela ultrafina ATW II, de resolução de 133 eV para 5,9 keV. Todas as análises foram executadas com 20 kV de tensão de aceleração de elétrons e a quantificação dos elementos foi realizada pelo programa SEMQUANT, da suíte Oxford ISIS L300, onde o limite de detecção varia entre 0,1 e 0,5%. As análises semiquantitativas por EDS foram calibradas com padrões de cobalto de pureza 99,995% e leituras a cada hora, de forma a eliminar ou minimizar os efeitos de flutuação na intensidade do feixe. Os perfis de cada um dos elementos analisados também foram adquiridos no mesmo equipamento e nas mesmas condições operacionais, a partir de padrões rastreáveis. O tempo de aquisição de espectro para o padrão e para cada análise foi de 100 segundos.

As imagens do MEV são, predominantemente, de elétrons retro-espalhados (*backscatter electrons* - BSE), onde os níveis de cinza são proporcionais ao peso atômico médio dos elementos excitados pelo feixe de elétrons durante a varredura sendo, portanto, imagens composicionais, com os tons mais claros representando as fases de densidades atômicas médias mais elevadas. A resolução da microanálise por EDS é da ordem de 1 mm de raio em superfície e em profundidade entre 1,5 e 5 mm, dependendo da densidade do material no ponto analisado.

ZIRCÃO RICO EM HÁFNIO O zircão rico em háfnio é o mineral pesado predominante (>98%) na fração não atraída (não-magnética) ao separador eletromagnético Frantz, com intensidade de campo de até 18 kG. Ele é, quase integralmente, representado por cristais bipiramidais (Fig. 3) e com cor marrom a creme. O tamanho dos cristais é variável, tendo sido registrados exemplares com um pouco mais de três milímetros. Em menor proporção ocorrem cristais prismáticos biterminados, de menor tamanho, e com tonalidade entre branca leitosa e rosada.

Nas imagens de elétrons retro-espalhados, verifica-se que alguns grãos de zircão são zonados com alternância de partes mais maciças e partes mais porosas, as quais estão repletas de exsoluções e de inclusões minerais (Fig. 4). A torita é a principal exsolução (Fig. 5), seguida pelas inclusões de xenotímio e de um

Figura 2 - Seção geológica esquemática do flanco leste da serra do Itapitangui: 1- Embasamento neoproterozóico; 2- Granitóide Mandira com predominância de riebeckita álcali-granito; 3- Conglomerado Neógeno, monomítico, com seixos e blocos de riebeckita álcali-granito e matriz arenosa; 4- Provável nível de cascalho basal; 5- Nível argiloso, de cor cinza, rico em matéria orgânica; 6- Nível de cascalho com seixos de granito e quartzo e matriz arenosa; 7- Horizonte de solo húmico; 8- Depósitos litorâneos, representados por sedimentos argilosos ou argilo-arenosos; 9- Depósito de tálus com matácões graníticos e matriz areno-argilosa.

Figura 3 - Imagem MEV-BSE de zircão bipiramidal.

carbonato de terras raras (possivelmente bastnäsite). Também foram registradas inclusões de monazita, óxido de ferro (magnetita?), quartzo, feldspato potássico e de um mineral, não identificado, cuja composição corresponde a um fosfato de tório.

Às vezes, os grãos estudados apresentam zonas, geralmente mais próximas às bordas, onde os níveis dos tons de cinza são mais claros, ligeiramente mais enriquecidas em háfnio (cerca de 2%) do que as partes mais escuras predominantes. Os teores de HfO_2 (em peso), entre 9% e 12% (Tabela 1), permitem considerar esse mineral, em função das razões atômicas $100 \cdot \text{Hf} / (\text{Hf} + \text{Zr})$ de 8,5 a 11,9 mol. % HfSiO_4 , entre os termos zircão e zircão hafnífero da série zircão-hafnônio de Correia Neves *et al.* (1974).

Os teores encontrados de elementos terras raras na composição química do zircão podem atingir até 2,7 % em peso, com destaques para o itérbio e o érbio.

DISTRIBUIÇÃO E FONTES DO ZIRCÃO O zircão rico

em háfnio pode ser encontrado, em maior ou menor quantidade, nas amostras de bateia coletadas em todos os córregos que drenam o flanco leste da serra do Itapitangui (Fig. 1). A concentração de zircão, encontrada na carga de leito ativo das drenagens, é bastante variável podendo, entretanto, chegar a $1,3 \text{ kg/m}^3$, como, por exemplo, nos rios Bananal e Boacica. A fonte primária corresponde ao riebeckita álcali-granito, o principal tipo rochoso da associação Granitóide Mandira. O teor de zircão deste litotipo é de $0,900 \text{ kg/t}$. Uma fonte secundária é representada por um fanglomerado monomítico, provavelmente do Neógeno, considerado como relacionado à Sequência I de Petri & Suguio (1973) e que preenche a zona de baixo gravimétrico do graben de Cananéia (Souza *et al.* 1996). Ele, que possivelmente representa um depósito rudáceo de borda de gráben, é constituído por fragmentos de tamanhos decimétricos a centimétricos, arredondados a subangulosos, suportados por uma matriz areno-argilosa (Fig. 6). A maioria dos componentes do fanglomerado é derivada do riebeckita álcali-granito. O fanglomerado aflora no leito e margens do rio Bananal, formando paredões, com até 4 m de altura,

Tabela 1 - Análises químicas em MEV-EDS do zircão rico em háfnio.

grão	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	27,6	27,5	28,8	27,4	27,2	26,9	27,5
ZrO_2	57,5	56,7	48,4	57,1	59,1	58,9	58,0
HfO_2	12,0	9,0	11,2	12,1	11,2	11,8	11,4
ThO_2	0,1	1,2	2,3	0,1	-	0,1	0,9
UO_3	0,2	0,7	0,7	0,2	0,4	-	0,2
P_2O_5	0,9	1,7	4,5	1,8	0,4	1,1	0,9
FeO	0,5	0,6	0,8	0,2	0,1	-	-
SnO_2	-	0,3	0,5	0,2	-	-	-
Eu_2O_3	0,3	-	0,2	0,2	-	-	0,1
Gd_2O_3	-	-	0,4	-	-	-	0,4
Dy_2O_3	0,1	0,4	0,7	-	0,1	-	-
Er_2O_3	0,2	1,0	0,5	-	0,4	0,4	0,6
Yb_2O_3	0,3	1,0	0,9	0,4	0,7	0,9	0,3
Total	99,7	100,1	99,9	99,7	99,6	100,1	100,3

Figura 4 - Imagem MEV-BSE de zircão prismático, biterminado e zonado.

Figura 5 - Imagem MEV-BSE das exsoluções de torita (pontos e manchas claras) hospedadas no zircão rico em háfnio.

Figura 6 - Fanglomerado do Neógeno constituído por fragmentos de riebeckita álcali-granito suportados por matriz areno-argilosa.

recobertos por um manto de tálus, onde despontam blocos graníticos de dimensões métricas. O zircão está associado tanto à matriz areno-argilosa, quanto aos blocos graníticos do fanglomerado. A concentração de zircão na matriz situa-se em torno de 0,600 kg/t.

As demais fontes secundárias são os níveis superiores de cascalho dos terraços fluviais e os depósitos de tálus. Os níveis de cascalho estudados têm espessuras entre 0,40 m e 0,70 m, são formados por pequenos seixos líticos e quartzosos e situam-se acima de camadas argilo-arenosas orgânicas acinzentadas, sendo capeados por níveis argilo-arenosos castanhos e horizontes de solos húmicos no topo. Esses níveis de cascalho são observados nos cortes dos pequenos depósitos aluviais, que se desenvolvem ao longo de todas as drenagens situadas no flanco leste da serra do Itapitangui. Esses cascalhos apresentam concentrações de zircão que variam de 0,650 kg/m³, no rio Bananal, a 1,4 kg/m³ no córrego do sítio Cascata. O maior valor obtido em um nível de cascalho, de 10,0 kg/m³ de zircão, foi de uma amostra coletada no flat do rio Itapitangui, no trecho situado logo após o rio cruzar as serras do Itapitangui e Arrepiado. Neste mesmo ponto ocorrem concentrações de até 6,0 kg/m³ de ilmenita. Convém frisar que os níveis de cascalhos basais não foram estudados em virtude da impossibilidade de amostrá-los no presente trabalho.

Os depósitos de tálus e, provavelmente, as coberturas de solos residuais, também atuaram como fontes secundárias do zircão, encontrando-se este mineral na matriz argilo-arenosa dos tálus com teores da ordem de 0,250 kg/m³.

CONSIDERAÇÕES FINAIS Cristais de zircão com forma bipiramidal e tamanho centimétrico foram descritos associados a pegmatitos de filiação alcalina nos Montes Urais, na Rússia (Milovsky & Kononov 1985) e no Complexo Alcalino de Peixe, em Tocantins, Brasil (Kitajima *et al.* 2001), e em cavidades miarolíticas de nefelina-sienitos do complexo Mont Saint Hilaire no Canadá. Cristais de zircão com formas bipiramidais e de granulação muito fina (< 0,05 mm), também foram encontrados na paragênese do topázio-lepidolita albita granito Beauvoir, do Maciço Central Francês (Cuney *et al.* 1992). O riebeckita álcali-granito da associação Granitóide Mandira representa, portanto, mais um litotipo ao qual se associam cristais bipiramidais de zircão.

São várias as fontes responsáveis pelo zircão encontrado nos sedimentos de leito ativo das diversas drenagens que cortam a serra do Itapitangui. A fonte primária é o riebeckita álcali-granito da associação Granitóide Mandira. As fontes secundárias são o fanglomerado monomítico do Neógeno e os sedimentos recentes dos depósitos fluviais e de tálus. Os teores de zircão determinados em algumas camadas de cascalhos dos terraços fluviais (1,4 kg/m³ a 10,0 kg/m³), aos quais, presumivelmente, podem-se acrescentar as concentrações de zircão dos cascalhos basais (não estudados), apontam para a possibilidade de acumulações econômicas desse mineral nos depósitos aluviais da região de Cananéia. Particularmente, na área, a maior expectativa para a formação de placeres de zircão concentra-se no rio que desenvolveu a planície aluvionar mais extensa, caso do rio Itapitangui. São essas diversas fases aluviais, verdadeiras unidades concentradoras de minerais pesados, que, possivelmente, poderiam abastecer os depósitos costeiros criando a expectativa de que, também, possam ser encontradas acumulações econômicas de zircão rico em háfnio em alguns depósitos litorâneos dessa região.

Agradecimentos Aos alunos da disciplina Prospecção Mineral, ministrada no 9º período do curso de Geologia da FGEL/UERJ, que, no decorrer dos anos de 2003 e 2004 participaram das campanhas exploratórias desenvolvidas na serra do Itapitangui, em Cananéia, Estado de São Paulo. Aos relatores da RBG pelas sugestões ao manuscrito

Referências

- Boin M.N., Silva J.R.B., Silva R.B., Mello I.S.C. 1982. Mineralizações polimetálicas hidrotermais, associadas aos granitóides alcalinos de Mandira, SP. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 22, Salvador, *Anais*, v.3, p. 945-955.
- Correia Neves J.M., Lopes Nunes J.E., Sahama G. 1974. High hafnium of the zircon-hafnion series from the granite pegmatites of Zambézia, Mozambique. *Contrib. Miner. Petrol.*, **48**:73-80.
- Cuney M., Marignac C., Weisbrod A. 1992. The beauvoir of topaz-lepidolite albita granite (Massif Central, France): the disseminated magmatic Sn-Li-Ta-Nb-Be mineralization. *Econ. Geol.*, **87**:1766-1794.
- DNPM. 2000. Mapa geológico do Brasil, Escala 1:2.500.000. CD-ROM.
- Kaul P.F.T. & Cordani U.G. 1994. Aspectos petrográficos, geoquímicos e geocronológicos dos maciços graníticos da Serra do Mar no leste do Paraná e vizinhanças. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 38, Camboriú, *Bol. Res. Exp.*, v.2, p. 371-372.
- Kaul P.F.T., Issler R.S., Fernandes E., Bonow C.W., Coutinho J.B.L. 1982. Suíte Intrusiva Serra do Mar. *Min. Met.*, **484**:32-37.
- Kitajima L.F.W., Ruiz J., Gehrels G., Gaspar J.C. 2001. Uranium-lead

- ages of zircon megacrysts and zircon included in corundum from Peixe Alkaline Complex (Brazil). In: SGC, Simp. Sudamer. Geol. Isotópica, 3, Pucon, Chile, (em CD-ROM).
- Lopes O.F. 1987. Zoneamento metamórfico da Formação Rio das Co-bras do pré-Cambriano do Estado do Paraná. In: SBG, Simp. Sul-brasileiro Geol., 3, Atas, v.1, p. 303-312.
- Mello I.S.C., Cabral Júnior M., Motta J.F.M. 1994. Terras raras no Estado de São Paulo: avaliação da potencialidade geológica. *Rev. Bras. Geoc.*, **24**:203-222.
- Milovsk A.V. & Kononov O.V. 1985. *Mineralogy*. Mir Publishers, Moscow, 320 pp.
- Passarelli C.R., Basei M.A.S., Campos Neto M.C., Siga Júnior O., Praze-res Filho H.J. 2004. Geocronologia e geologia Isotópica dos terre-nos pré-cambrianos da porção sul-oriental do Estado de São Pau-lo. *Rev. Inst. Geoc.*, USP, **4**:55-74.
- Pereira R.M., Ávila C.A., Neumann R., Silva R.B. 2004. Zircão com alto conteúdo de háfnio da região de Cananéia, São Paulo. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 42, Araxá (em CD-ROM).
- Petri S. & Suguio K. 1973. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo State - Brazil. Part II: Heavy minerals studies, microorganisms inventories and stratigraphical interpretations. *Bol. Inst. Geoc.*, USP, **4**:71-85.
- Souza L.A.P., Tessler M.G., Galli V.L. 1996. O gráben de Cananéia. *Rev. Bras. Geoc.*, **26**:139-150.
- Suguio K. & Petri S. 1973. Stratigraphy of the Iguape- Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo State - Brazil. Part I: Field observations and grain size analysis. *Bol. Inst. Geoc.*, USP, **4**:1-20.
- Suguio K. & Martin L. 1978. Formações quaternárias marinhas do lito-ral paulista e sul fluminense. In: SBG, Intern. Symp. Coastal Evolution in the Quaternary, 1, p. 1-55.
- Suguio K. & Tessler M.G. 1992. Depósitos quaternários da Planície Costeira de Cananéia-Iguape (SP). In: SBG, Cong. Bras. Geol., 37, São Paulo, Rot. Excur., v.1, p. 1-31.

Manuscrito A 1546

Recebido em 23 de setembro de 2004

Revisão dos autores em 18 de agosto de 2005

Revisão aceita em 30 de agosto de 2005