



## Novos domínios tungsteníferos no estado de São Paulo

R.M. Pereira<sup>1</sup>, C.A. Ávila<sup>2</sup>, L.L. Antonello<sup>2</sup> & C.C. Castro<sup>3</sup>

1 Departamento de Geologia Aplicada, Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Rua São Francisco Xavier 524/2017A, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 20511-219. E-mail: rmello@uerj.br

2 Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Quinta da Boa Vista s/n, São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 20940-040. E-mails: avila@mn.ufrj.br e loiva@acd.ufrj.br.

3 Pós-Graduando da Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Rua São Francisco Xavier 524/2017A, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 20511-219. E-mail: castrogeol@hotmail.com

**Abstract** Regional and detailed heavy-mineral surveys were carried out in the Arapeí and Piquete areas, São Paulo, which is composed mainly of sedimentary and volcanosedimentary terrains. Scheelite in this area is associated with calc-silicate rocks interbedded with layers of biotite gneiss, biotite-hornblende gneiss, quartzites, goudites and marbles. The scheelite is shown to be stratabound and an exhalative-sedimentary origin for the mineralization is proposed.

**Keywords:** scheelite, calc-silicate rocks, Arapeí, Piquete, São Paulo.

**INTRODUÇÃO** O presente trabalho vem divulgar os resultados alcançados com a execução de campanhas prospectivas mineralométricas, por concentrações de minerais pesados, realizadas nos municípios de Arapeí – Bananal e Piquete - Cruzeiro, estado de São Paulo, região do médio rio Paraíba do Sul. Os trabalhos efetuados nessa região, considerada como de pouco interesse para minerais metálicos, mostraram uma série de indícios de scheelita associados a faixas de rochas calciossilicatadas interestratificadas em seqüências metamórficas com caráter sedimentar ou vulcanosedimentar. Essas ocorrências, somadas as mineralizações de scheelita já conhecidas do estado de São Paulo, como as de Santa Branca, Nazaré Paulista-Santa Izabel, Itaoca, Inhandjara e Serra de São Francisco (Knecht 1949, Martini 1985, Silva & Etchebehere 1986, Silva *et al.* 1989), demonstram a existência de dois novos domínios metálicos tungsteníferos e ensejam um novo enfoque sobre o potencial dessa região.

As investigações levadas a cabo destacaram as áreas do Bairro dos Marins, em Piquete e da Fazenda do Doce em Arapeí, em virtude delas apresentarem os melhores indícios das mineralizações acima referidas. Nessas áreas a presença de blocos de diferentes tipos de rochas calciossilicáticas nos leitos das drenagens ensejou a busca de seus afloramentos e a verificação, por intermédio de uma lâmpada ultravioleta portátil, da presença de mineralizações scheelitíferas a elas associadas. Os resultados alcançados com essas investigações são apresentados a seguir.

**Contexto geológico e prospecção mineralométrica** Regionalmente, as áreas consideradas encontram-se situadas em terrenos pertencentes à Faixa Ribeira (klippe do Paraíba do Sul) e ao Domínio Socorro-Guaxupé (Pereira 2001).

A área de Piquete insere-se, litologicamente, no denominado Complexo Piracaiá, que é representado por biotita gnaisses, biotita - hornblenda gnaisses, xistos feldspáticos e biotíticos, com quartzitos, rochas calciossilicáticas e gouditos ocorrendo de forma subordinada (Moraes *et al.* 1998). Os principais corpos intrusivos presentes na região, os granitos Mendanha (~ 592 Ma) e Marins são tipos sin-colisionais, de composição monzogranítica, caráter peraluminoso e, mais restritamente, metaluminoso (Pereira *et al.* 2001). As rochas encaixantes dos granitóides encontram-se representadas por dois tipos distintos de gnaisses: i) biotita gnaisse granolepidoblástico, finamente laminado, com porfiroblastos de quartzo e bandas ricas em moscovita. Apresenta intercalações de níveis quartzíticos e rochas calciossilicáticas, que indicam origem paraderivada para o mesmo; ii). biotita - hornblenda gnaisse granolepidoblástico, bandado grosso, com porfiroblastos de plagioclásio e quartzo, com até 5,0 mm de tamanho, aqui considerado como de possível origem ortoderivada. Essa rocha encontra-se cisalhada e, localmente, migmatitizada.

A região de Arapeí-Bananal está inserida no domínio tectônico da *klippe* Paraíba do Sul, que faz parte do segmento central da Faixa Ribeira. Esse domínio é constituído pelos ortognaisses do Complexo Quirino, rochas metassedimentares do Complexo Paraíba do Sul

e granitóides de idade brasileira. A seqüência metassedimentar compreende três unidades, respectivamente, denominadas de Beleza, São João e Três Barras compostas, no geral, por biotita gnaisses com intercalações de xistos pelíticos, rochas calciossilicáticas, mármore e, subordinadamente, gouditos, quartzitos e anfibolitos. O Granito Rio Turvo (~ 579 Ma) um tipo-S, sin-colisional (Valladares 1996) é o principal corpo ígneo intrusivo presente.

As rochas calciossilicáticas das duas áreas estudadas apresentam cores claras, levemente esverdeadas e podem estar interestratificadas com níveis gnáissicos. Os tipos diopsídicos são os mais comuns, sendo seguidos por rochas mais diversificadas mineralogicamente, com diferentes proporções entre tremolita-actinolita, epídoto,

diopsídio, escapolita e carbonato, podendo conter de maneira bem restrita a scheelita. Essas rochas afloram como estratos métricos a centimétricos, corpos lentiformes e níveis *boudinados* dentro dos gnaisses, também sendo encontradas como enclaves nos granitos Marins e Rio Turvo.

Em Piquete, ocorrem dois horizontes de rochas calciossilicáticas com cerca de 1,0 metro de espessura cada. Um, não mineralizado, interestratificado no moscovita biotita gnaisse e outro, com a presença de scheelita, posicionado no contato do biotita gnaisse com o biotita - hornblenda gnaisse (Fig. 1). Já em Arapeí as rochas calciossilicáticas ocorrem particularmente na Seqüência Beleza em contato gradacional com as lentes de mármore.

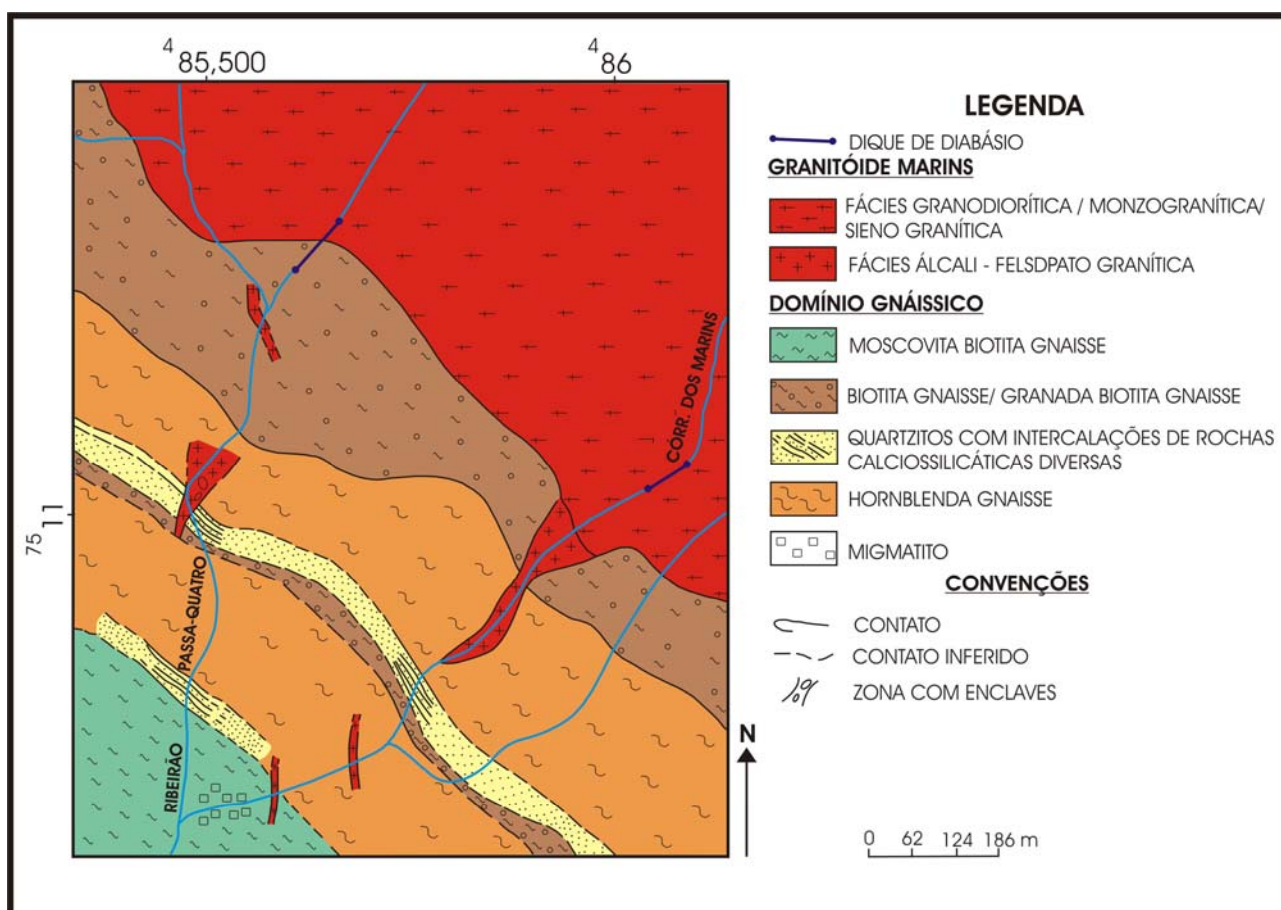


Figura 1. Mapa geológico simplificado da região da área do bairro dos Marins, Piquete

As campanhas prospectivas à bateia tiveram caráter mineralométrico e, em linhas gerais, corresponderam à coleta de 5 litros de material com granulometria inferior a 2,0 mm retirado do leito ativo das drenagens. Essas campanhas permitiram detectar a presença de scheelita nas principais drenagens da região. Esse mineral é, mais frequentemente, encontrado como grãos de formas irregulares, algo

corroído e com tamanhos, às vezes, superiores aos 2,0 milímetros. A maior parte dos grãos apresenta um intenso tom de fluorescência branco-azulado ao serem expostos às ondas curtas de uma lâmpada ultravioleta. Entretanto, na área de Arapeí uns poucos grãos de scheelita fluoresceram com uma forte cor amarelada, o que pode indicar a presença de Mo na estrutura dessa.

O número de grãos de scheelita/concentrado de minerais pesados determinado nas duas áreas variou entre 1 e 80 (Figs. 2 e 3). Em Arapeí, excepcionalmente, o maior valor obtido foi de 400 grãos de scheelita e, nessa área, as maiores concentrações estão relacionadas às rochas calciossilicáticas da Sequência Beleza, que, proporcionalmente, apresenta intercalações de níveis de rochas calciossilicáticas em maior quantidade do que as outras duas unidades que integram o Complexo Paraíba do Sul. As mineralizações encontram-se distribuídas pelas principais drenagens da região, como os ribeirões Beleza, Capitão Félix e rio Doce. Na área da fazenda do Doce a rocha calciossilicática, essencialmente diopsídica, forma um fino nível salpicado por diminutos grãos de scheelita. Quimicamente, as rochas calciossilicáticas analisadas (ICP-MS) apresentaram teores de  $WO_3$  abaixo do limite de detecção do método.

Em Piquete as mineralizações encontram-se distribuídas pelos ribeirões Passa Quatro e Jaracatiá. Nessa área o tungstênio ocorre tanto na forma de wolframita, quanto de scheelita. A wolframita, sempre

como traços, ocorre de forma bastante restrita e pode ser encontrada em associação com a cassiterita e, esporadicamente em alguns pontos, com o topázio o que, provavelmente, reflete a paragênese das mineralizações estaníferas locais, associadas aos filões e/ou zonas greisenizadas. Esse fato é reforçado pelo registro da wolframita como uma das principais inclusões minerais encontradas na cassiterita (Pereira *et al.* 2002).

No Bairro dos Marins, o horizonte calciossilicático mineralizado aflora no leito do ribeirão Passa Quatro, a uns vinte metros a montante do seu ponto de confluência com o braço, que drena o Pico dos Marins. Esse corresponde a um estreito nível (~ 5,0 cm) composto por diopsídio, epidoto e carbonato, onde a scheelita é encontrada em pequenos grãos isolados (< 0,25 mm) ou em pequenos buchos (de aspecto granular) formados por cristais com até 2,0 mm de tamanho. As análises químicas (ICP-MS) da rocha calciossilicática acusaram teores de  $WO_3$  de até 676 ppm.

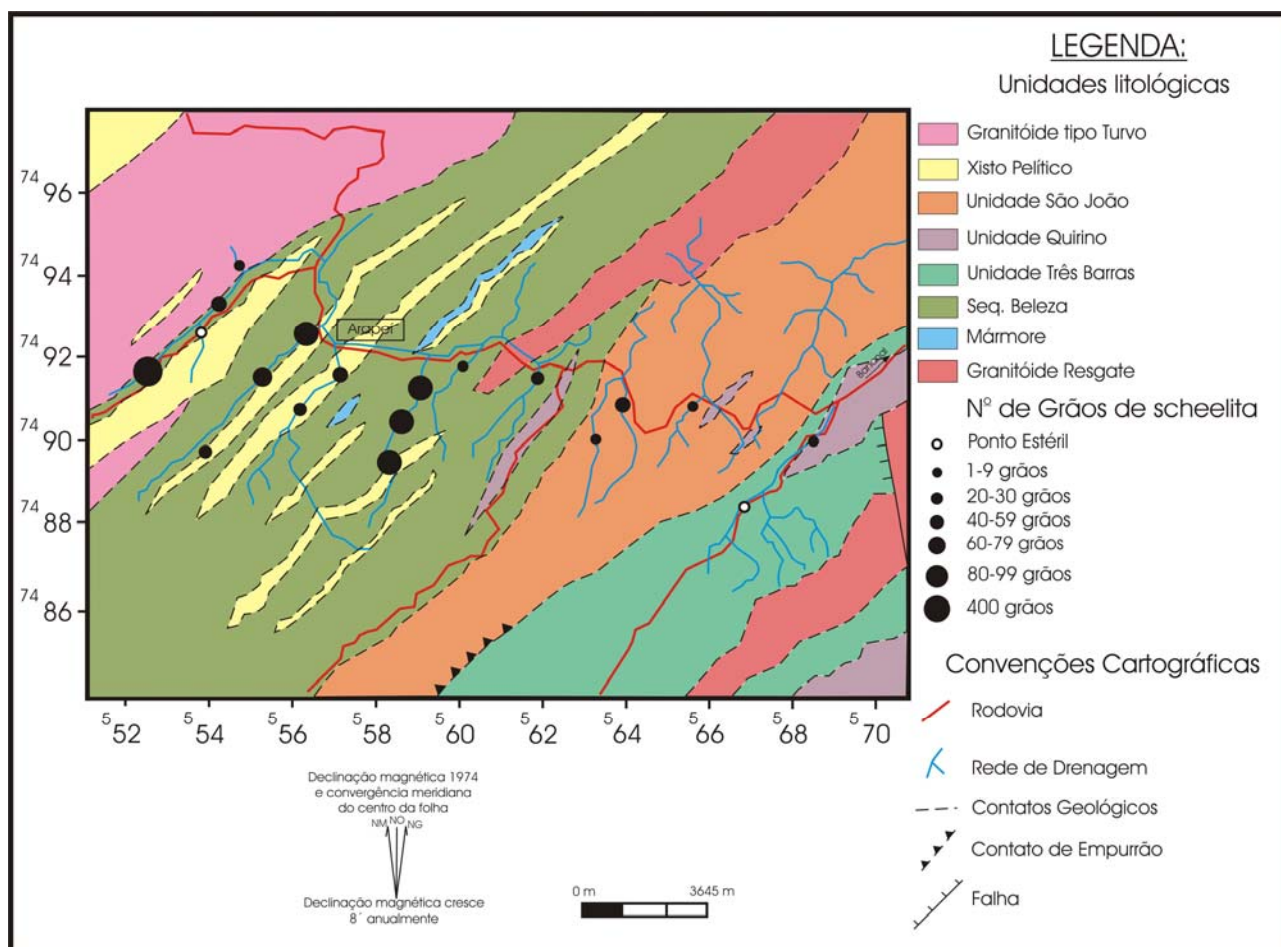


Figura 2. Mapa geológico e de amostragem da região de Arapeí-Bananal



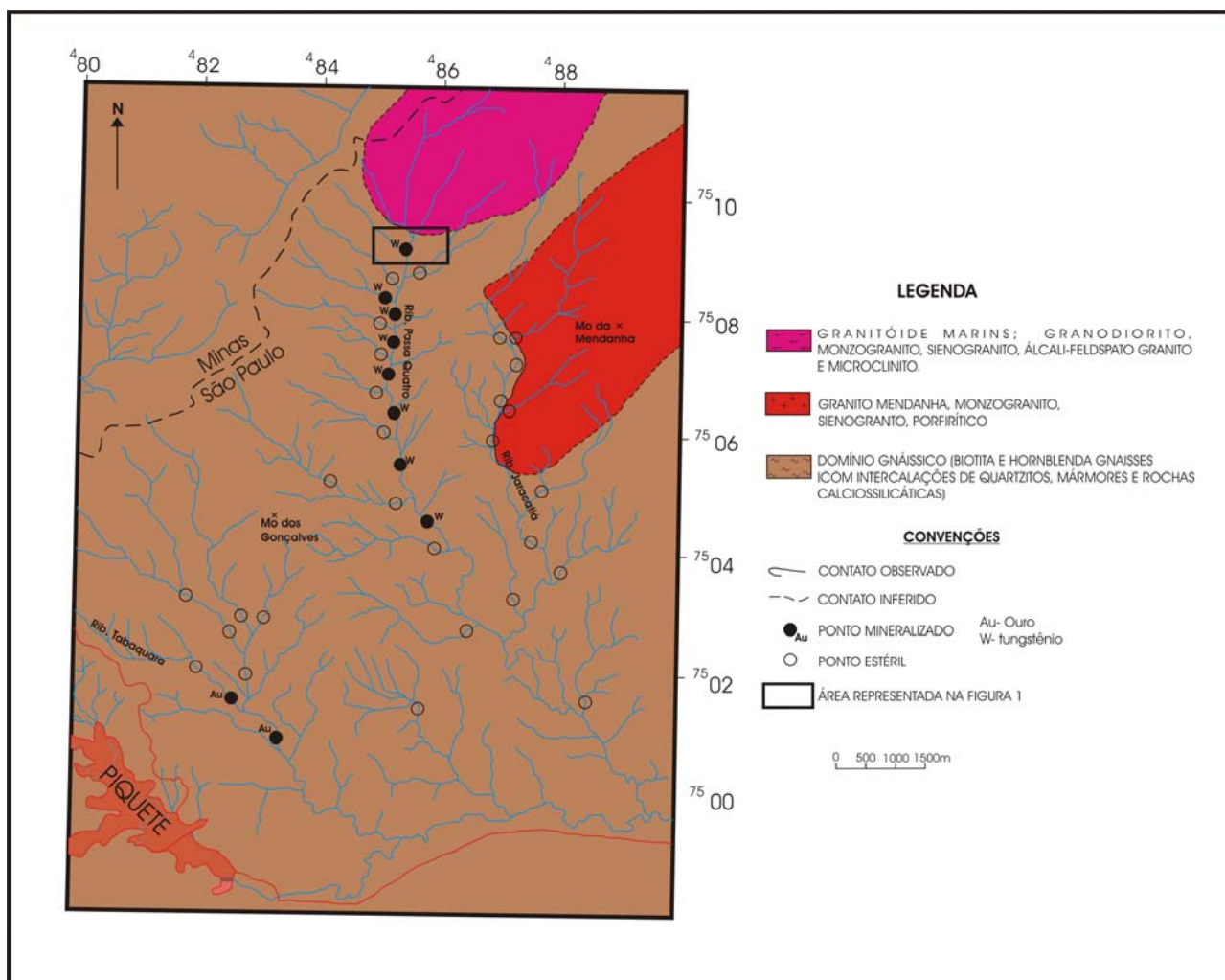


Figura 3. Mapa geológico e de amostragem da região de Piquete

A disposição acamadada, em finos estratos, dos dois conjuntos distintos de rochas calciossilicáticas (Arapeí e Piquete) contidos nas seqüências de gnaisses e as suas relações com finos pacotes de quartzitos, níveis carbonáticos e de gonditos apontaria, a priori, para pacotes derivados de material sedimentar com componente químico-exalativo. A presença, no Bairro dos Marins, de um gnaiss à hornblenda poderia reforçar essa hipótese, pois se pode admitir uma possível origem vulcânica para esse litotipo. Ainda na área do Bairro dos Marins, a marcante presença de microclina em alguns dos níveis de rochas calciossilicáticas leva a suposição de que o processo metassomático potássico registrado no Granito Marins possa ter, por extensão, afetado os gnaisses e os níveis calciossilicáticos. De qualquer modo, a relação das

rochas calciossilicáticas formadas a partir da interação entre mármores e as rochas gnáissicas leva a considerar esses tipos como prováveis *reaction skarns*.

A distribuição dos grãos de scheelita ao longo da direção dos níveis calciossilicáticos mineralizados e as interestratificações desses níveis com os biotita gnaisses apontam, a priori, para mineralizações do tipo *strata-bound*.

A pequena quantidade de grãos de scheelita encontrada nos diversos tipos calciossilicáticos observados, aliada aos resultados das análises químicas multielementares realizadas (onde os teores de tungstênio foram inferiores a 700 ppm) apontam para ocorrências tungsteníferas destituídas de caráter econômico.



### Referências

- KNECHT T. 1949. Nota sobre a scheelita no Município de Santa Branca. *Boletim do Instituto Geológico e Geográfico* **7**:256.
- MARTINI S.L. 1985. Domínios de flúor e metais raros na região sudoeste do Brasil, breve revisão e possíveis interrelações. *Mineração e Metalurgia*, **67**:
- MORAIS S.M., DEHLER N.M., SACHS L.L.B., RODRIGUES, J.B. 1998. *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Folha SF.23-Y-B Guaratinguetá, Escala 1:250.000*. MME/CPRM.
- PEREIRA R.M. 2001. *Caracterização Geocronológica, Geoquímica, Geofísica e Metalogênica de alguns plutonitos graníticos da região do médio rio Paraíba do Sul e alto Rio Grande, segmento central da Faixa Ribeira*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 214 p.
- PEREIRA R.M., ÁVILA C.A., MOURA C.A.V., ROIG H.L. 2001. Geologia e geoquímica do Granito Mendanha e do Granitóide Marins e idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  (por evaporação de zircão) do Granito Mendanha, Faixa Ribeira Central, Estado de São Paulo. *Geoc.*, **20**(1/2):49-60.
- PEREIRA R.M., NEUMANN R., NETTO A.M. 2002. Investigação química e mineralógica de cassiterita e columbita-tantalita do sudeste do Brasil por microscopia eletrônica de varredura. *Geoquim. Brasil*, **16**:17-23.
- SILVA R.B. 1989. Exploração mineral do Estado de São Paulo. *Brasil Mineral*, **67**:54-75.
- SILVA R.B. & ETCHEBEHERE M.L.C. 1986. Contribuição ao estudo da potencialidade tungstenífera do Estado de São Paulo e critérios de prospecção. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia. *Anais...* SBG, v.5 p. 2035-2047.
- VALLADARES C.S. 1996. *Evolução geológica do complexo Paraíba do Sul, no segmento central da faixa Ribeira, com base em estudos de geoquímica e geocronologia U-Pb*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 147 p.