

Proveniência de zircões detríticos e implicações para a paleogeografia da Formação Furnas no noroeste da Bacia do Paraná

Detrital zircon provenance and paleogeography implications for Furnas Formation in the northwest of Paraná Basin

Thais Borba Santos¹, Fernando Mancini², Leonardo Fadel Cury², Francisco José Fonseca Ferreira³

¹Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Caixa Postal 19.001, CEP 81531-980, Curitiba, PR, BR (thaisbsan@gmail.com)

²Laboratório de Análise de Bacias e Petrofísica, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR, BR (ferman@ufpr.br; cury@ufpr.br)

³Laboratório de Pesquisa em Geofísica Aplicada, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR, BR (francisco.ferreira@ufpr.br)

Recebido em 13 de maio de 2014; aceito em 2 de março de 2015

Resumo

No noroeste da Bacia do Paraná, entre os estados de Mato Grosso e Goiás, ocorrem exposições da Formação Furnas, onde também é reconhecido o Lineamento Transbrasiliano. A partir da análise de mapas magnéticos, definiu-se o arcabouço geológico-geofísico do embasamento da área de estudo, com seis principais domínios separados por 5 lineamentos. O contato entre os domínios da Faixa Paraguai e do Arco Magmático de Goiás é marcado pela principal direção do Lineamento Transbrasiliano na área de estudo. Outros lineamentos que ocorrem associados à direção de deformação da Faixa Paraguai foram identificados como um componente secundário do Lineamento Transbrasiliano. A descrição de afloramentos ao longo da borda noroeste da Bacia do Paraná permitiu o reconhecimento das unidades I, II e III da Formação Furnas. Os dados U-Pb dos zircões detríticos da Formação Furnas apresentaram predomínio de grãos com idades neoproterozoicas (560 - 800 Ma), com idade mínima de 526 Ma, e ocorrência de grãos com idades paleoproterozoicas ($\approx 1750/2100$ Ma) e arqueanas ($\approx 2700/2800/3100$ Ma). O estudo de proveniência de zircões detríticos da Formação Furnas com determinação de idades U-Pb, associado ao arcabouço estrutural do embasamento da bacia, e a comparação com dados paleoambientais foram a base da avaliação da paleogeografia da porção noroeste da Bacia do Paraná durante a deposição da Formação Furnas. As idades indicam uma importante contribuição neoproterozoica semelhante às idades das rochas do Arco Magmático de Goiás, que associados aos dados de paleocorrentes para noroeste permitem inferir que as rochas do arco constituiriam terrenos elevados, orientados na direção NE-SW.

Palavras-chave: Formação Furnas; Datação U-Pb; Bacia paleozoica.

Abstract

In the northwest of the Paraná Basin, between the states of Mato Grosso and Goiás, there are exposures of the Furnas Formation, where the Transbrasiliano Lineament is also recognized. From the analysis of magnetic maps, the geological and geophysical framework of the study area was defined, with six main domains separated by 5 lineaments. The contact between Paraguay Belt and the Goiás Magmatic Arc is marked by the main direction of the Transbrasiliano Lineament in the study area. Other lineaments that occur associated with the deformation direction of the Paraguay Belt have been identified as a minor component of Transbrasiliano Lineament. The description of outcrops along the northwest border of the Paraná Basin allowed the recognition of units I, II and III of the Furnas Formation. The U-Pb data from detrital zircon from the Furnas Formation showed predominance of grain with Neoproterozoic ages (560 - 800 Ma), with a minimum age of 526 Ma, and the occurrence of grain with Paleoproterozoic ($\approx 1750/2100$ Ma) and Archean ($\approx 2700/2800/3100$ Ma) ages. The study of detrital zircons provenance of the Furnas Formation using U-Pb age determination, associated with the structural framework of the foundation of the basin, and the comparison with paleoenvironmental data were the basis for assessing the paleogeography of the northwestern portion of the Paraná Basin during the aggradation of the Furnas Formation. Ages indicate an important

Neoproterozoic contribution similar to the ages of the rocks found in the Goiás Magmatic Arc, which associated with data of paleocurrents towards northwest allow us to infer that the arc rocks constituted high terrain, oriented in the NE-SW direction.

Keywords: Furnas Formation; U-Pb geochronology; Paleozoic basin.

INTRODUÇÃO

Estudos focados na reativação de estruturas tectônicas e na deformação do registro geológico vêm ganhando cada vez mais importância na construção do cenário estratigráfico das bacias sedimentares. O reconhecimento dos episódios de compartimentação estrutural que influenciaram a sedimentação das bacias paleozoicas e a compreensão do papel desempenhado por estruturas tectônicas do embasamento são temas abordados em trabalhos que integram o conhecimento geológico do Pré-Cambriano com a instalação e evolução das grandes bacias fanerozoicas.

Nesse contexto, estudos isotópicos vêm sendo empregados com destacado sucesso, pois além de fornecerem idades máximas de sedimentação, constituem uma importante ferramenta no estudo de proveniência e reconstruções paleogeográficas.

No noroeste da Bacia do Paraná, ocorrem exposições das unidades mesopaleozoicas (Figura 1) e também é reconhecido o Lineamento Transbrasiliano, (Schobbenhaus et al., 1975) uma das principais estruturas do território brasileiro. Formado durante o Ciclo Brasileiro, o Lineamento Transbrasiliano nessa região é indicado pelo contato entre a Faixa Paraguai e o Arco Magmático de Goiás, observado em mapas de anomalias magnéticas.

A área de estudo se localiza na porção sudeste de Mato Grosso e sudoeste de Goiás. As principais cidades são Jaciara, Rondonópolis (MT), Jataí, Piranhas, Barra do Garças (GO) e Pedro Gomes (MS). As principais vias de acesso são a BR-364 a partir de Cuiabá, a BR-060, de Goiânia, e a BR-158, que liga Barra do Garças a Jataí (Figura 2).

MATERIAIS E MÉTODOS

A seleção da área de estudo para reconhecimento e verificação das principais unidades geológicas teve como base a faixa de afloramentos da Formação Furnas. Foram descritos afloramentos ao longo das principais rodovias e em áreas com exposição de rochas descritas em trabalhos prévios. Foram descritos treze afloramentos em duas áreas principais, nas bordas leste e oeste da área de estudo (Figura 2). A descrição contou com a elaboração de seções colunares e análise de paleocorrentes para reconhecimento e separação das unidades I, II e II da Formação Furnas, segundo Assine (1996).

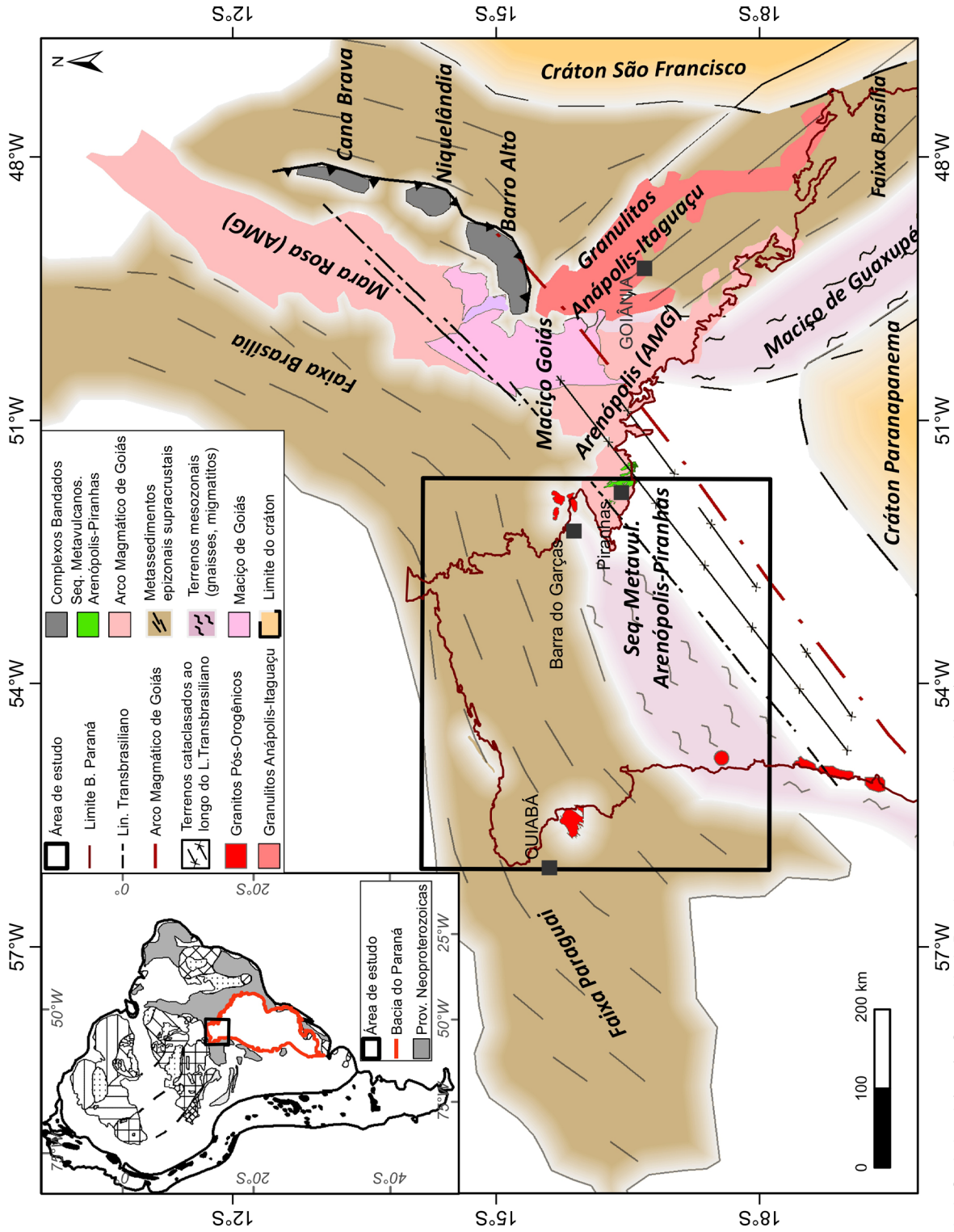
Dados magnéticos

Os levantamentos magnetométricos que cobrem a área de estudo foram adquiridos por diferentes instituições: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN); governos estaduais e Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). Os dados dos diferentes levantamentos aeromagnéticos foram homogeneizados no Projeto do Mapa Magnético do Brasil, a uma altura de vôo de 1.000 m e células regulares de 1.000 × 1.000 m. A partir do mapa do campo magnético anômalo foram aplicados métodos de realce de anomalias (Ferreira et al., 2013). A inclinação do sinal analítico (ISA) pode ser utilizada para detectar fontes de anomalias de campos potenciais e prover informações sobre suas extensões horizontais. O ângulo de inclinação pode ser determinado a partir das duas derivadas horizontais e da derivada vertical, conforme a fórmula $\theta = \text{tg}^{-1}(G_z/GHT)$. Esse método de realce tem a propriedade de ser positivo acima da fonte, cruzar o zero próximo das bordas e ser negativo fora da fonte, assim, constitui um método detector dos eixos dos corpos magnéticos, equalizando as amplitudes relativamente e encerrando um atributo adicional que responde igualmente bem para fontes rasas e profundas. Por essa razão, é capaz de realçar os sinais de fontes sutis profundas, as quais são frequentemente mascaradas pela profusão das respostas das fontes mais rasas, sobretudo em áreas fortemente magnetizadas.

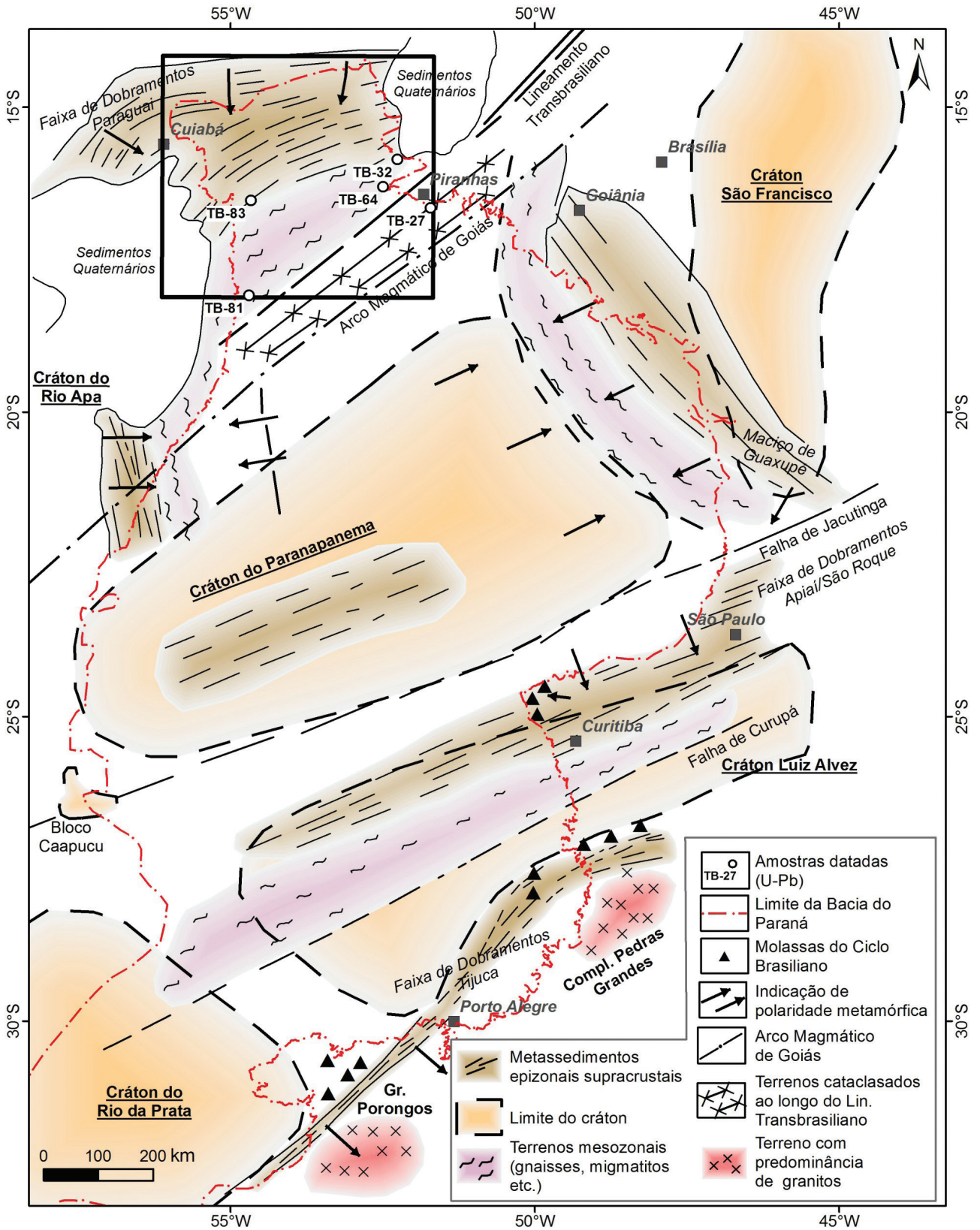
Método analítico e tratamento dos dados U-Pb

As análises isotópicas U-Pb realizadas nos grãos de zircão das cinco amostras da Formação Furnas foram preparadas e analisadas no Laboratório de Geocronologia do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (UnB) com o uso do LA-ICP-MS (*Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*), modelo New Wave Neptune, da Thermo Finnigan. O laser foi executado com spot de diâmetro de 5 µm a uma intensidade de 75%, com 40 pulsos por análise e frequência de 10 Hz.

Nas análises U-Pb realizadas foram usados dois padrões de zircões, o internacional GJ (Jackson et al., 2004) e um interno do Laboratório PAD (Oliveira et al., 2014), com aplicação do método *Standard Sample Bracketing* (Albarède et al., 2004) com a finalidade de controlar o fracionamento do ICP-MS. Foram analisados quatro zircões detríticos entre cada padrão GJ. O fator de correção resultante considera a posição relativa de cada análise dentro de cada sequência



Fonte: Modificado de Cordani et al. (1984) e Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais (2004).
Figura 1. No detalhe a localização da área de estudo no contexto geotectônico da Plataforma Sul-Americana, modificado de Cordani et al. (2000). Mapa das principais unidades geotectônicas do embasamento e entorno da área de estudo: Faixa Paraguai, Arco Magmático de Goiás, Faixa Brasília, Maciço de Goiás, Complexos Bantados, Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhás.



Fonte: Modificado de Cordani et al. (2009).

Figura 2. Mapa geotectônico do embasamento da Bacia do Paraná com localização da área de estudo.

de agrupamento composta por quatro zircões junto de duas análises do padrão e branco (Albarède et al., 2004). O zircão padrão PAD foi analisado no início, no meio e no fim de cada seção analítica, obtendo uma precisão de aproximadamente 2%.

Os dados brutos das análises U-Pb foram processados e reduzidos com o uso de uma planilha de cálculo Excel, seguindo os procedimentos analíticos descritos por Buhn et al. (2009). Os grãos de zircão com razões de Pb^{206}/Pb^{204} menores que 1.000 e Pb^{207}/U^{235} maiores que 5 foram rejeitados. Foram consideradas as idades concordantes Pb^{207}/Pb^{206} , Pb^{206}/U^{238} e Pb^{207}/U^{235} entre 80 e 110% e f^{206} menor que 3%. Os diagramas de concórdia (erro elíptico de 2σ) e o intercepto das idades foram calculados com o programa Isoplot 3 (Ludwing, 2003).

Contexto geológico

A área de estudo envolve a porção noroeste da Bacia do Paraná, a qual se encontra adjacente à Província Tocantins e se situa sobre parte do Lineamento Transbrasiliano (Figura 2). Na região afloram as unidades sedimentares basais da Bacia do Paraná (grupos Rio Ivaí, Paraná e Itararé) e unidades que compõem o embasamento adjacente (Faixa Paraguai, Faixa Brasília, Maciço de Goiás, Arco Magmático de Goiás, Província Granítica de Goiás e Cráton Amazônico).

Na extremidade noroeste, o limite da bacia se faz com metassedimentos da Faixa Paraguai, definidos por Almeida (1967) como Geossinclínio Paraguai. A faixa margeia o Cráton Amazônico e contorna o limite da bacia sob a forma de arco, com concavidade voltada para a bacia e intensidade do dobramento e grau de metamorfismo nas rochas crescente para sul. Segundo Cordani et al. (1984), ao norte na região de Piranhas (GO), a Faixa Paraguai é interrompida por grandes falhamentos, parte constituinte do Lineamento Transbrasiliano. Fuck et al. (1994) e Pimentel et al. (2000) sugerem a existência de um arco magmático que ocorre na região do Rio Piranhas e se estende para o sul, acompanhando o Lineamento Transbrasiliano.

O Lineamento Transbrasiliano, identificado em mapas magnetométricos, intercepta o embasamento da bacia ao norte na direção nordeste. Segundo Cordani et al. (2009), o lineamento que passa entre o Bloco Rio Apa e o Bloco Caapucu provavelmente continua no embasamento da Bacia do Chaco no Paraguai. Associado ao lineamento, autores ainda chamam atenção para o Sistema de Falhas do Centro-Leste de Mato Grosso, pois a região apresenta uma sucessão de horsts e grabens e falhas com direção N60E, E-W e N30W (Zalán et al., 1990; Milani et al., 1994; Milani e Ramos, 1998; Cordani et al., 2009). Outra importante anomalia observada no embasamento da Bacia do Paraná é o Bloco Cratônico do Paranapanema (Figura 2), descrito inicialmente como um núcleo cratônico central do embasamento

da Bacia do Paraná (Cordani et al., 1984; Zalán et al., 1990; Quintas et al., 1999), e melhor definido posteriormente em estudos gravimétricos de Mantovani et al. (2005).

Os metassedimentos constituintes da Faixa Brasília, que ocorrem ao longo da borda oeste do Cráton São Francisco, são representados pelos grupos Paranoá, Canastra, Vazante, Araxá, Ibiá e Bambuí. Análises de proveniência nos grupos Vazante (Rodrigues et al., 2012) e Canastra (Matteini et al., 2012) indicam idades dos sedimentos meso a paleoproterozoicas.

O Arco Magmático de Goiás, composto por dois terrenos metaplutônicos (Mara Rosa e Arenópolis) e seqüências metavulcanossedimentares (Bom Jardim, Arenópolis, Iporá, Amarinópolis e Jaupaci), apresenta três principais eventos magmáticos: ≈ 900 Ma, ≈ 800 Ma e ≈ 600 Ma (Pimentel e Fuck, 1992; Pimentel et al., 1999, 2003; Matteini et al., 2010). A hipótese da presença de um arco de ilhas vulcânico em ≈ 900 Ma (Pimentel et al., 1997, 2000) é corroborada pelos dados de U-Pb e Sm/Nd em rochas metavulcânicas – Mara Rosa com 916 ± 5 Ma (Matteini et al., 2010) e Arenópolis e Jaupaci com 0,92 a 0,97 Ga (Pimentel et al., 1991; Pimentel e Fuck, 1992). Dados obtidos por Laux et al. (2003a, 2005) confirmam um período de acreção crustal com a colocação de ortognaisses e granitoides em Arenópolis entre 821 e 782 Ma, e um segundo período registrado pela cristalização de rochas metatônicas e matagraníticas entre 669 e 630 Ma. A fase mais jovem de formação crustal em Arenópolis e Mara Rosa foi acompanhada por importante atividade ígnea máfica, segundo os trabalhos de Laux et al. (2003b, 2004) e Junges et al. (2003).

Associados à deformação brasileira ocorrem corpos máfico-ultramáficos metamorfizados em fácies granulíticas dos complexos de Niquelândia e Anápolis-Itaçu (Figura 1). Para os corpos acamadados de Barro Alto, Niquelândia e Cana Brava, do Complexo de Niquelândia, foram admitidas idades U-Pb SHRIMP de 774 a 799 Ma (Ferrerira Filho et al., 2010; Pimentel et al., 2004; Giustina et al., 2011) relacionados a um evento de rifting continental instalado há cerca de 0,79 Ga. Para o Complexo Anápolis-Itaçu os corpos granulíticos datados pelos métodos de U-Pb, ICP-MS e SHRIMP tiveram idades em zircões de 625 e 621 Ma (Giustina et al., 2011) e idades do metamorfismo entre 650 e 640 Ma (Piuzana et al., 2003). A interpretação dos dados associa a formação dos granulitos a um evento extensional (≈ 620 Ma) no início do soerguimento da região, no qual ocorreu alívio de pressão, fusão de manto com geração abundante de magmatismo máfico e refusão de crosta continental, características do Arco Magmático de Goiás e do próprio Complexo Anápolis-Itaçu (Pimentel et al., 2004; Giustina et al., 2011; Piuzana et al., 2003).

Após a última fase principal de deformação do Ciclo Brasileiro, ocorreu um soerguimento regional registrado nas rochas da seqüência vulcanossedimentar de Arenópolis, que, a partir de dados geocronológicos e de campo, indicam um

metamorfismo em 594 Ma (Pimentel et al., 1991). Ao caracterizar isotopicamente corpos graníticos intrudidos naquela sequência, Pimentel et al. (1996) apontam um nível raso para as intrusões que ocorreram em duas fases principais, a mais antiga extensional, entre 588 e 560 Ma, e outra mais nova, com idades entre 508 e 485 Ma. Os autores ainda sugerem que, durante o intervalo de 30 Ma entre o metamorfismo e as intrusões, entre 12 e 18 km de crosta continental teriam sido erodidos, considerando um soerguimento de 0,4 a 0,6 mm/ano, estimado por correlação com faixas de montanhas colisionais atuais. O magmatismo pós-orogênico gerou um grande volume de granitos cálcio-alcálicos e granitos enriquecidos em K, com origem mantélica neoproterozoica.

A fase extensional do magmatismo granítico que ocorreu entre 588 e 560 Ma (Pimentel et al., 1996) é admitida como contemporânea à deposição dos sedimentos da Faixa Paraguai. A sucessão de rochas siliciclásticas e carbonáticas sedimentares (grupos Cuiabá, Araras e Alto Paraguay), estudadas por Dantas et al. (2009), apresentaram valores isotópicos de Nd que indicam mudanças de ambiente deposicional de margem continental extensional para uma configuração de bacia tipo *foreland* ao longo da história de deposição destas rochas. Esses autores, ao estudarem as rochas que compreendem a Faixa Paraguai a partir de isótopos de Nd, identificaram que o material detrítico que as compunham era de origem de crosta continental, caracterizado por altos valores negativos de ϵ_{Nd} e idades modelo (T_{DM}) de paleo a mesoproterozoico. A composição isotópica de Nd da sequência basal e a interpretação paleogeográfica apontam o Cráton do Amazonas como principal área fonte (Dantas et al., 2009; Alvarenga e Trompette, 1992). Já para as formações Raizama e Diamantino (porção superior da sequência), foram obtidas idades T_{DM} muito mais jovens, sugerindo uma contribuição meso a neoproterozoica do Arco Magmático de Goiás ou da Faixa Brasília, configurando, assim, a inferência da inversão tectônica da bacia (Dantas et al., 2009).

Godoy et al. (2010) caracterizaram sete corpos ígneos intrudidos na Faixa Paraguai, agrupados em duas suítes magmáticas, as suítes sul e norte, que representam dois pulsos magmáticos da Província Granitoide Matogrossense. Segundo os autores, o evento colisional que deu origem à faixa de dobramentos apresentou estágio de espessamento litosférico com a colocação dos granitos da suíte sul. Gerados em ambiente sincolisional, os granitos Taboco, Rio Negro, Coxim e Sonora apresentam formação a partir de magmas com origem de crosta paleoproterozoica (idades modelos T_{DM} entre 1,97 e 1,59 Ga), com idades de cristalização $540 \pm 4,7$ Ma, $547 \pm 4,9$ Ma, $540 \pm 3,6$ Ma e $548 \pm 5,9$ Ma, respectivamente. O final do evento colisional, com possível relaxamento crustal, deu espaço para a geração e colocação dos granitos tardi a pós-colisionais da suíte norte. Os granitos dessa porção, São Vicente, Lajinha e Araguaiana, apresentam características de um magma oriundo de crosta

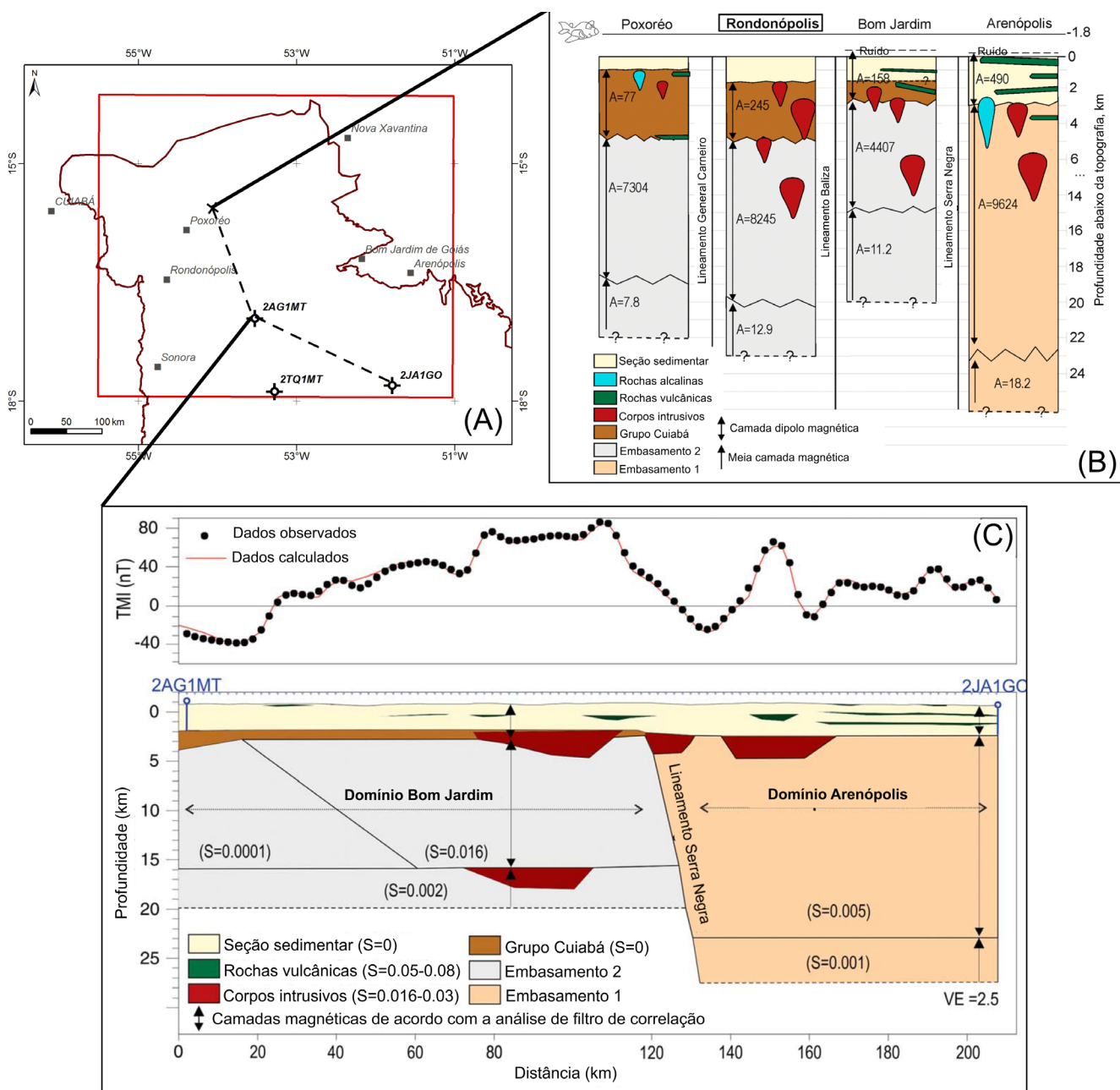
meso a neoproterozoica (idades modelos T_{DM} de 1,165 a 1,59 Ga), e idades de cristalização $504 \pm 8,9$ Ma, $505,4 \pm 4,1$ Ma e $509,4 \pm 2,2$ Ma, respectivamente.

Para Zalán et al. (1990), a subsidência térmica seria o principal mecanismo de subsidência da Bacia do Paraná. Após a deformação e granitogênese do Ciclo Brasileiro, a temperatura no Continente Gondwana deveria ser elevada, e o subsequente resfriamento causaria esse efeito sobre um arcabouço do embasamento contendo um núcleo cratônico e faixas móveis, que configuraram zonas de fraquezas, com depósitos molássicos restritos.

Curto et al. (2014), ao analisar dados magnéticos, associaram os contatos geológicos e estruturas em diferentes profundidades a uma interpretação estrutural para o Lineamento Transbrasiliano. Os autores dividiram a porção noroeste da Bacia do Paraná em quatro domínios separados por três descontinuidades de orientação nordeste (Figura 3), estimaram a profundidade média das fontes magnéticas, considerando uma seção sedimentar no topo e um embasamento magnético, e corpos magnéticos rasos interpretados como intrusões e rochas vulcânicas nos diferentes domínios. A modelagem 2D interpretada por Curto et al. (2014) indica dois embasamentos para a Bacia do Paraná nessa região: o Arco Magmático de Goiás e a Faixa Paraguai, separados pelo lineamento Serra Negra (Figura 3).

A unidade molássica descrita por Araújo e Moreton (2008), na região de Piranhas (GO), de idade eo-ordoviciana, apresenta sedimentação associada à reativação de estruturas do embasamento e formação de um graben, relacionada pelos autores a eventos tardi a pós-tectônicos, anteriores ao desenvolvimento da Bacia do Paraná. Posteriormente, Gezat (2011), a partir de estudos de proveniência utilizando o método U-Pb em zircões detríticos nas formações Piranhas e Vila Maria, na região da cidade de Piranhas (GO), sugeriu a formação de uma bacia intermontana de natureza molássica em 600 Ma, onde o início da sedimentação da Formação Piranhas foi predominantemente a partir de rochas da sequência metavulcanossedimentar do Arco Magmático de Goiás (600 a 700 Ma). Com a geração de espaço de acomodação foram depositados os sedimentos da Formação Vila Maria no Neo-Ordoviciano. Os dados de Gezat (2011) indicam fontes para esta unidade semelhantes a da Formação Piranhas (600 a 700 Ma, do Arco Magmático de Goiás), e outra fonte de idade mais antiga (750 a 900 Ma) relacionada à possível erosão da raiz do Arco Magmático de Goiás e provenientes de fontes distais em relação ao Orógeno Brasileiro.

A Formação Alto Garças, compreendida como a seção basal da sequência ordoviciana-siluriana da bacia, depositou-se diretamente sobre rochas intrusivas do ciclo brasileiro e molassas cambrianas-ordovicianas que constituem o embasamento (Assine et al., 1994).



Fonte: Modificado de Curto et al. (2014).

Figura 3. Perfis magnéticos no noroeste da Bacia do Paraná. **A:** localização da área e dos perfis; **B:** esquema ilustrativo dos principais domínios e respectivas profundidades; **C:** modelagem 2D das anomalias magnéticas entre os poços 2AG1MT e 2JA1GO.

A distribuição das rochas dessa sequência ocorre ao longo de depocentros alongados segundo a direção nordeste, relacionada à Orogenia Oclóyca no Ordoviciano (França et al., 1995), com sentido geral das paleocorrentes para noroeste e espessamento para oeste na porção norte da bacia, sugerindo uma geometria original dos estratos (Assine et al., 1994).

No Devoniano, inicia-se a deposição da Supersequência Paraná (Milani et al., 2007), constituída pelas formações Furnas e Ponta Grossa, as quais Assine et al. (1994) nomearam de Sequência Paraná e descreveram contatos basais discordantes sobre rochas de diferentes idades (pré-cambrianas/eopaleozoicas a ordoviciano-silurianas). Estes autores

apontam para um período de progressiva elevação do nível do mar, relacionam o espaço gerado para acomodação da Formação Furnas, com a elevação do nível de base sem evidência de tectonismo sinsedimentar, e indicam pouca variação de espessura com uma distribuição homogênea dessa unidade ao longo da bacia.

As rochas da Formação Furnas descritas por Assine (1996) e Assine et al. (1999) nas faixas aflorantes e nos perfis de poços da bacia foram caracterizadas e subdivididas em três associações faciológicas denominadas de unidades I, II e III (da base para o topo). Segundo Assine (1996), a unidade inferior (I) é arenosa-conglomerática localmente, com clastos do folhelho Vila Maria, depositada em sistema deltaico de rios entrelaçados. A unidade II apresenta rochas arenosas com intercalações de siltitos e argilitos com presença de icnofósseis (repouso e deslocamento de trilobitas) indicando contribuição marinha na sedimentação. A unidade III é marcada por um aumento brusco na granulometria e aporte sedimentar constituindo *sets* de até 3 m de espessura com presença de depósitos residuais de cascalho.

Assine (1996) identificou um padrão de paleocorrentes unimodal para noroeste na unidade I, nos flancos norte e noroeste da bacia, igualmente para as unidades II e III no flanco norte. No entanto, as unidades II e III no flanco noroeste apresentam paleocorrentes com grande variação azimutal e padrões que variam de unimodais a polimodais, mas com um transporte evidente para oeste.

Arcabouço geológico-geofísico

A partir da resposta das rochas ao sinal magnético foram delimitados domínios e lineamentos cujas anomalias magnéticas estão relacionadas às estruturas e principais unidades geológicas que ocorrem na região. As principais unidades geológicas do embasamento na área, representadas no mapa da Figura 1, são as rochas ígneas do Arco Magmático de Goiás (Pimentel e Fuck, 1992) e metasedimentos da Faixa Paraguai, dividida por Cordani et al. (1984) em sedimentos supracrustais e mesozonais. Também ocorrem derrames e intrusões de basaltos e gabros nos sedimentos da Bacia do Paraná (Formação Serra Geral), observados no mapa geológico do Brasil (Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais, 2004) e intrusões de rochas alcalinas (Alcalinas do Oeste de Goiás).

Os lineamentos interpretados nos mapas de anomalias magnéticas (Figura 4), associados aos seis domínios identificados, correlacionáveis com unidades geológicas que ocorrem como embasamento aflorando ou como rochas intrusivas (básicas e alcalinas) nas rochas da Bacia do Paraná, constituem o arcabouço geofísico da área (Figura 5). O lineamento 1, coincidente com o

Lineamento Transbrasiliiano na parte nordeste da área, também ocorre paralelo à orientação geral do Arco Magmático de Goiás (domínio III) e apresenta continuidade na direção sudoeste em direção à bacia. O mesmo lineamento sugere limitar as rochas da Faixa Paraguai. Já os lineamentos 2, 3 e 4 têm a mesma direção (N60E) dos domínios correlacionados com as rochas da Faixa Paraguai, sendo que o lineamento 2 separa os sedimentos supracrustais (domínio I) dos mesozonais (domínio II). As feições circulares indicam as diversas intrusões de rochas alcalinas (domínio IV). Na porção sudeste, as rochas da Formação Serra Geral são relacionadas às anomalias desta área (domínio V). O domínio I se encontra separado, ao norte, pelo lineamento 5 de um grupo de anomalias que provavelmente são as rochas do Cráton do Amazonas, denominado domínio VI (Figura 5).

Formação Furnas

Os afloramentos da Formação Furnas descritos nas porções leste e oeste da área (Figura 9) possuem características estratigráficas que permitem a distinção das unidades I, II e III, segundo a classificação proposta por Assine (1996).

A sequência basal (unidade I) ocorre principalmente na porção leste, sendo representada por arenitos conglomeráticos, mal selecionados mineralogicamente (feldspáticos) com seixos e grãos angulosos a subangulosos de quartzo com estratificação festonada (Figura 6). Arenitos médios a grossos, com espessuras de 0,3 a 1,5 m, apresentam níveis conglomeráticos e limites ondulados das camadas, estratificações cruzadas planares de médio porte e paleocorrentes para noroeste.

A unidade II (seção média) da Formação Furnas foi identificada na porção leste em Barra do Garças e Doverlândia. A unidade é constituída por arenitos médios a grossos, moderadamente selecionados, avermelhados e esbranquiçados, com pouca matriz, grãos arredondados a subangulosos, maduros a moderadamente maduros mineralogicamente. Localmente, encontram-se silicificados e apresentam feições sigmoidais (Figura 7), por vezes com estratificações cruzadas planares na base, sendo associados a feições erosivas (escavação). Os arenitos apresentam estratificações cruzadas de baixo ângulo com paleocorrentes variáveis, ora para norte/nordeste, ora para sudoeste, e as feições de escavações indicam sentido geral para oeste.

As rochas da sequência superior da Formação Furnas (unidade III) foram descritas na porção oeste da área de estudo (Figura 10), próximo às cidades de Jaciara, Rondonópolis (MT) e Pedro Gomes (MS). A unidade é composta principalmente por arenitos grossos com estratificações cruzadas planares (Figura 8), os quais, por vezes, se encontram com matriz síltica e paleocorrentes para oeste.

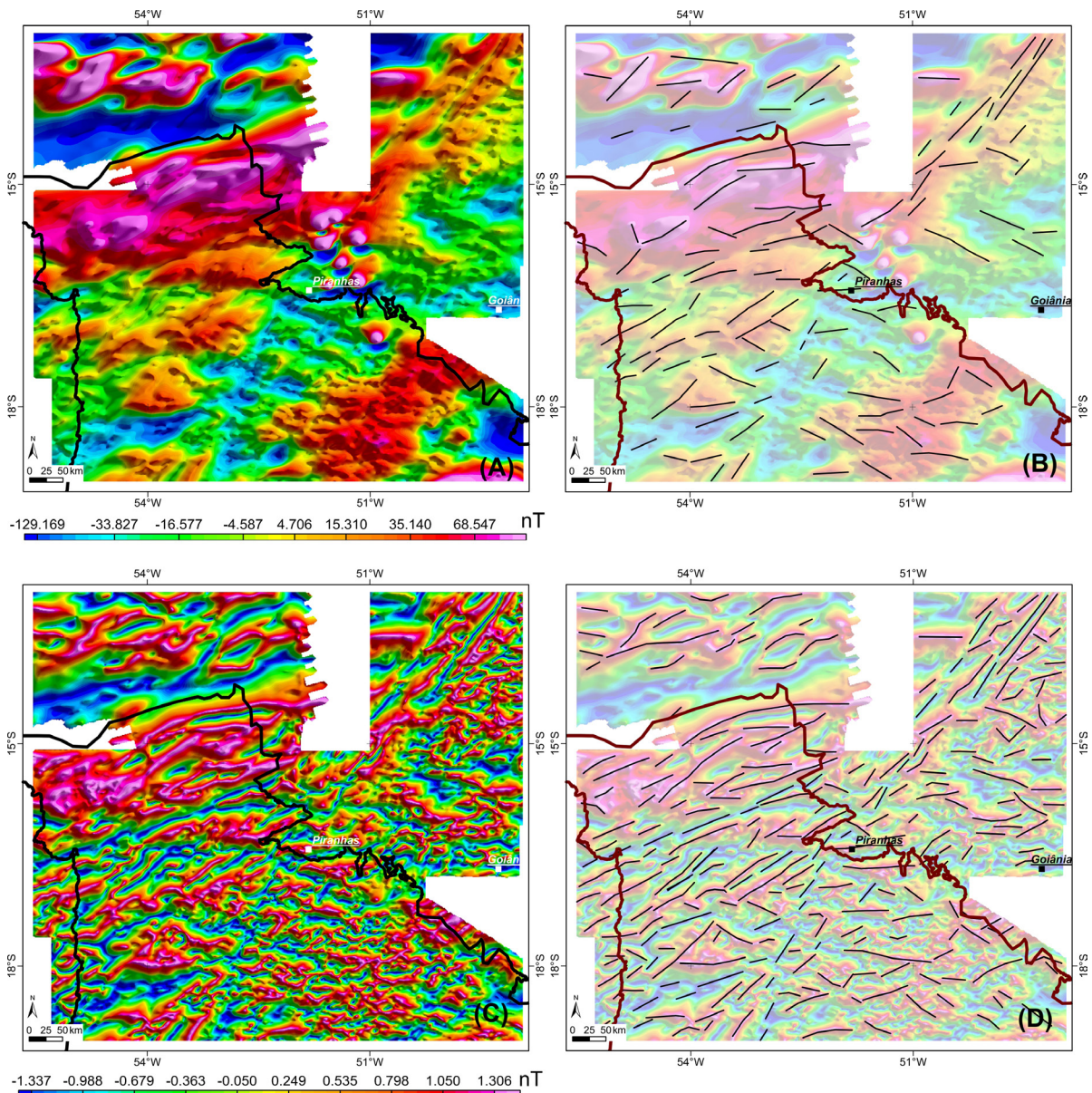


Figura 4. Interpretação dos lineamentos magnéticos. **A:** mapa do campo magnético anômalo; **B:** lineamentos magnéticos interpretados do campo magnético anômalo; **C:** mapa da inclinação do sinal analítico; **D:** lineamentos magnéticos interpretados do mapa da inclinação do sinal analítico.

Também ocorrem arenitos médios a grossos com estratificações acanaladas e paleocorrentes predominantemente para sudoeste. Próximo a Rondonópolis, a Formação Furnas é representada por arenitos finos a médios, com matriz argilosa e marcas onduladas.

Os dados de paleocorrentes obtidos nos afloramentos descritos não são estatisticamente significantes, porém indicam padrões semelhantes aos descritos por Assine (1996) (Figuras 9 e 10). Para a porção leste, as paleocorrentes nas seções basal e média (unidades I e II) apresentam fluxo para noroeste. Nos afloramentos da porção oeste, os dados da

seqüência superior (unidade III) são mais dispersos e evidenciam fluxo para oeste e sudoeste.

Geocronologia

Os grãos de zircão detríticos das amostras coletadas para datação U-Pb apresentam dimensões que variam de 100 a 400 μm . A principal forma é anédrica com extremidades arredondadas a subarredondadas, secundariamente euédricas, raramente com pirâmides conservadas (Figura 11). Em geral, são incolores e translúcidos e também ocorrem nas cores castanho, amarelo e rosa.

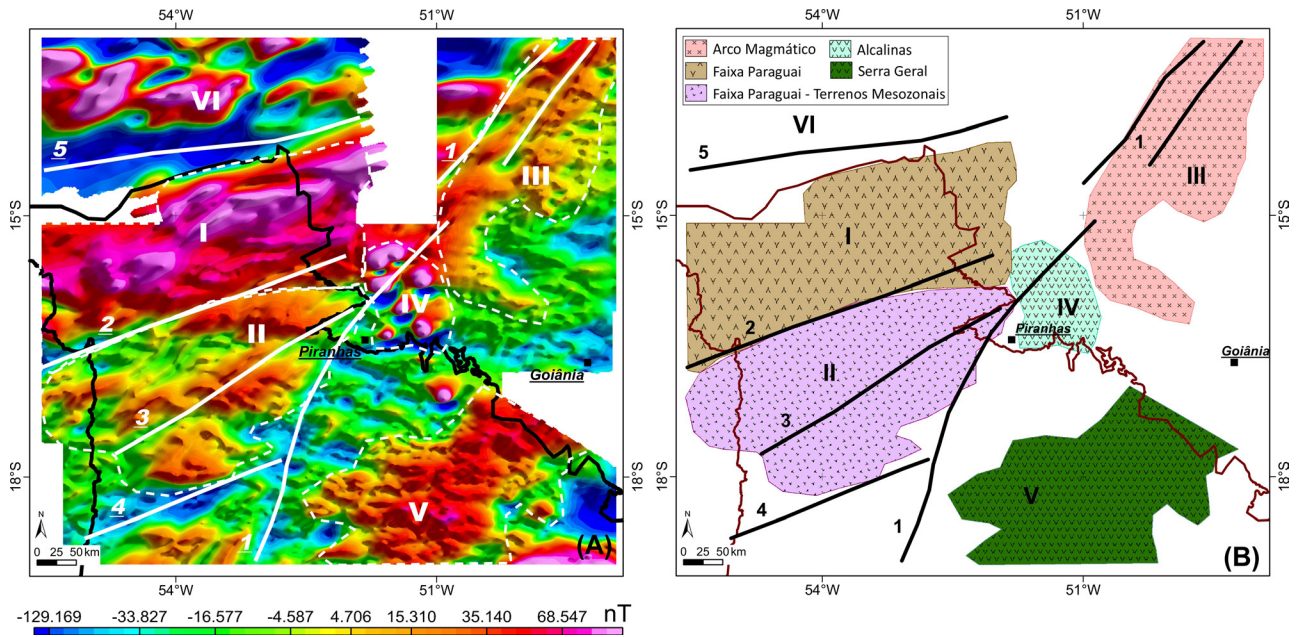
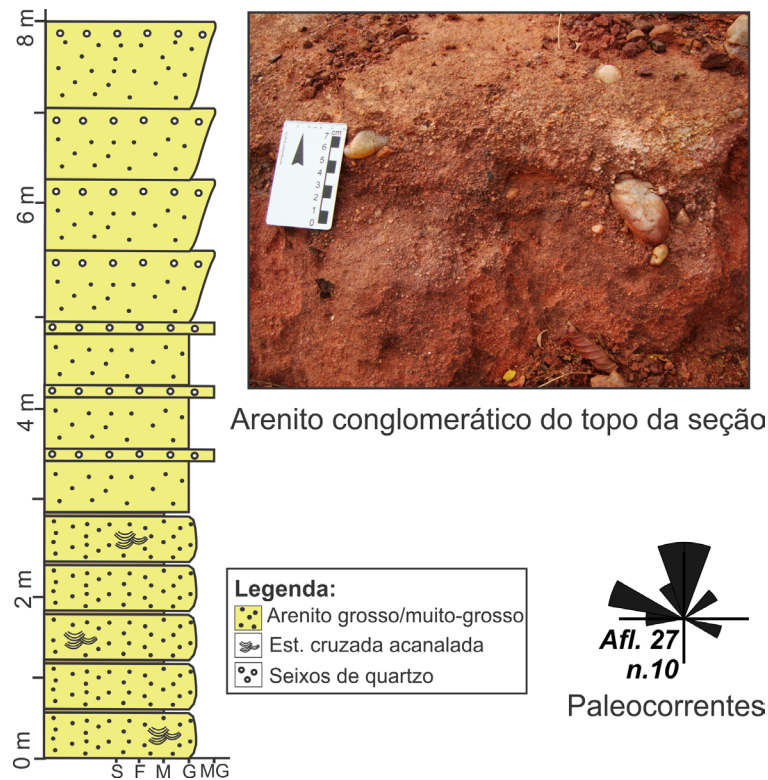
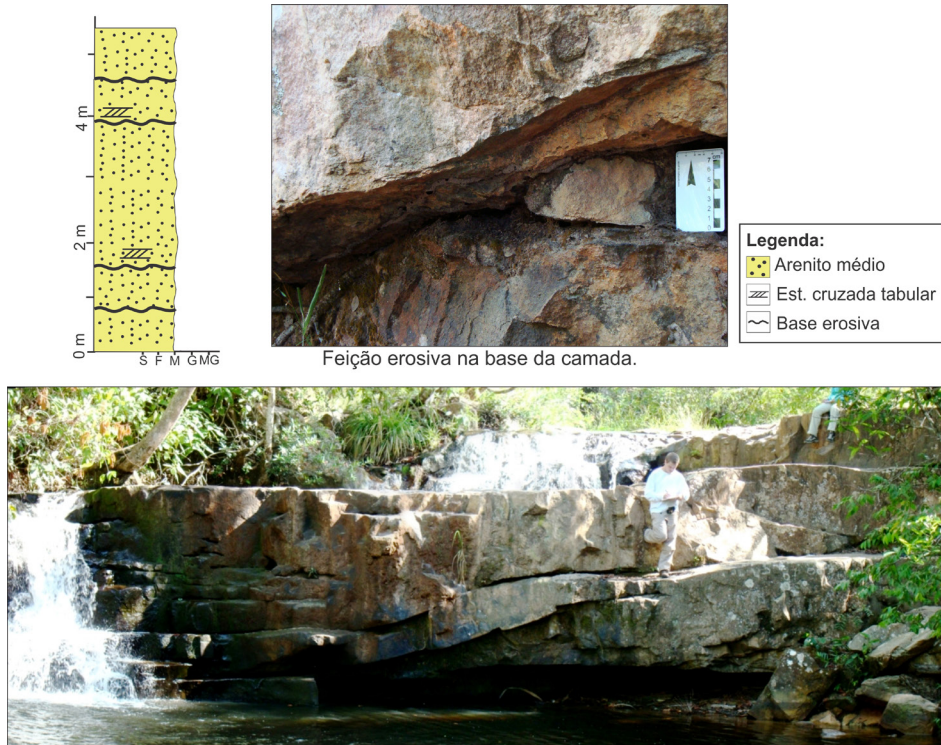


Figura 5. Arcabouço estrutural geofísico da área de estudo. A: mapa do campo magnético anômalo; B: mapa de domínios geofísico-estruturais. I: rochas supracrustais da Faixa Paraguai; II: rochas mesozonais da Faixa Paraguai; III: Arco Magmático de Goiás; IV: rochas alcalinas do oeste de Goiás; V: Formação Serra Geral; VI: Cráton do Amazonas. 1: principal componente do Lineamento Transbrasiliano; 2, 3, 4, 5: componentes secundários do Lineamento Transbrasiliano.



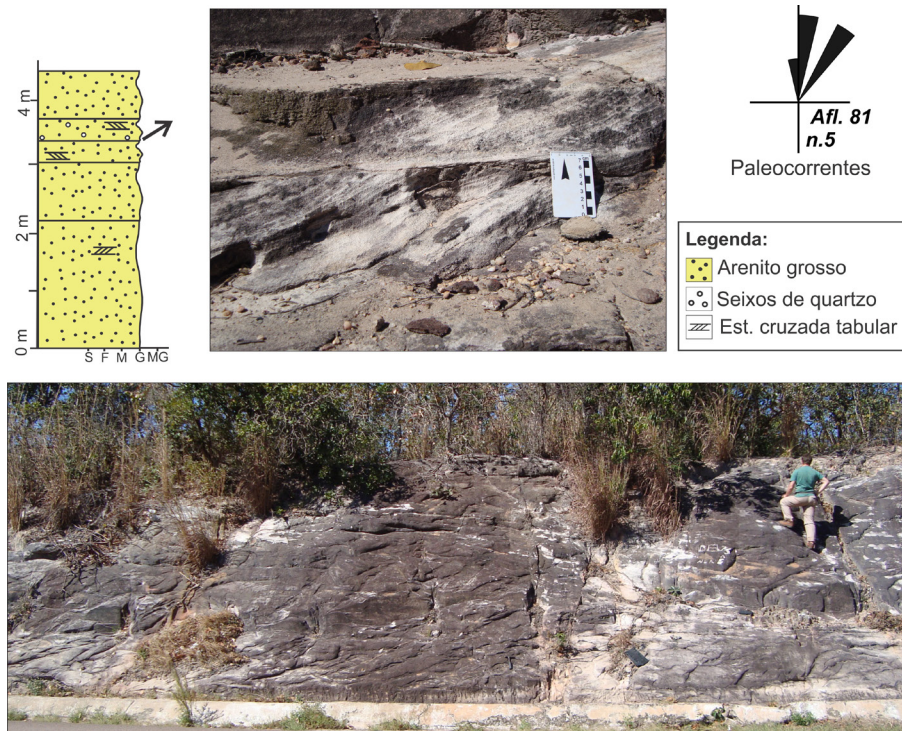
Fonte: Assine (1996).

Figura 6. Seção colunar do afloramento 27, Sítio Morro da Mesa, Piranhas (GO). Arenitos conglomeráticos e arenitos grossos (unidade I). Amostra datada com U-Pb em zircão detrítico.



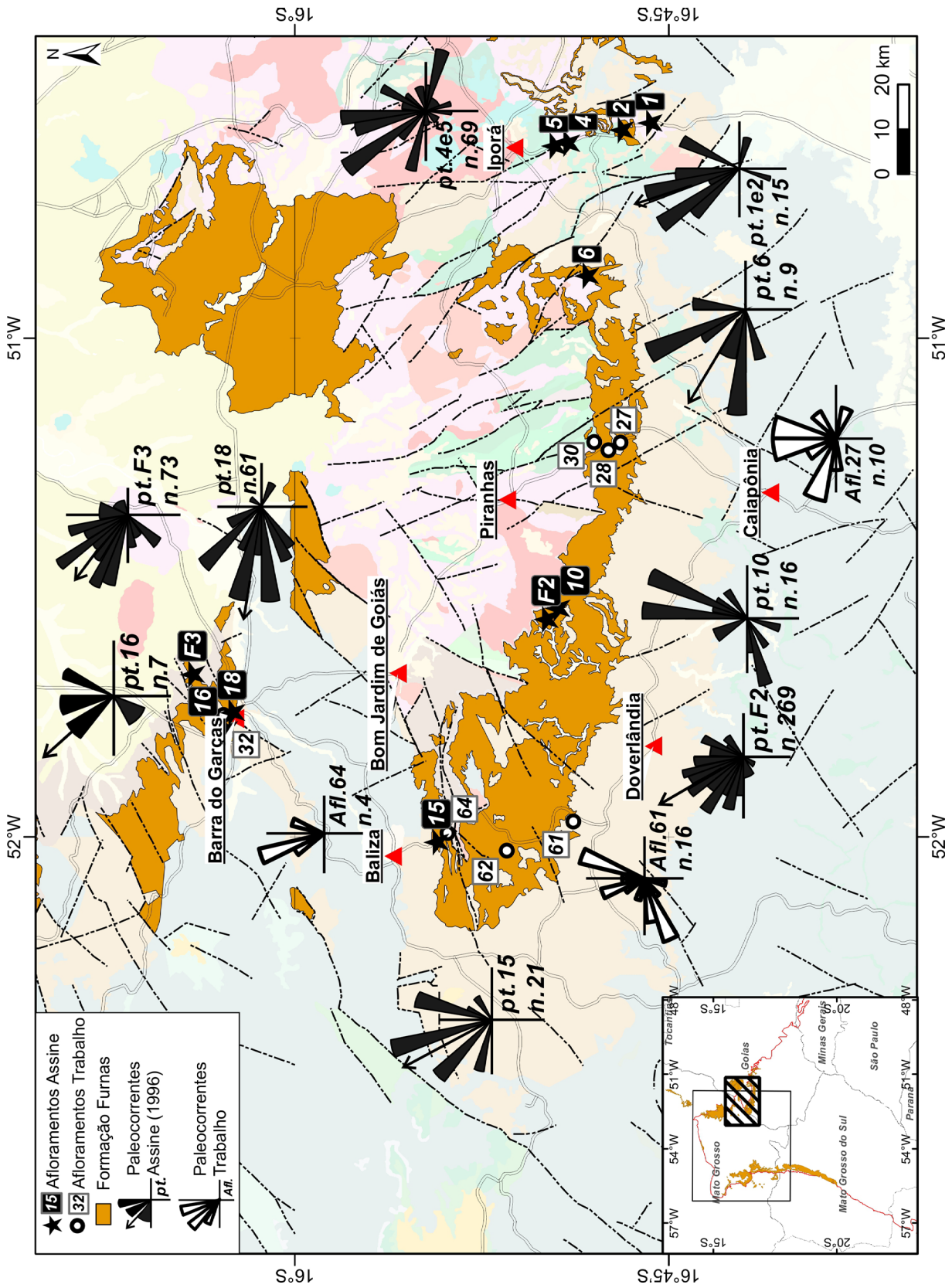
Fonte: Assine (1996).

Figura 7. Seção colunar do afloramento 32, Barra do Garças (MT) – Cachoeira no Parque Estadual da Serra Azul. Arenitos médios da Formação Furnas (unidade II). Amostra datada com U-Pb em zircão detrítico.



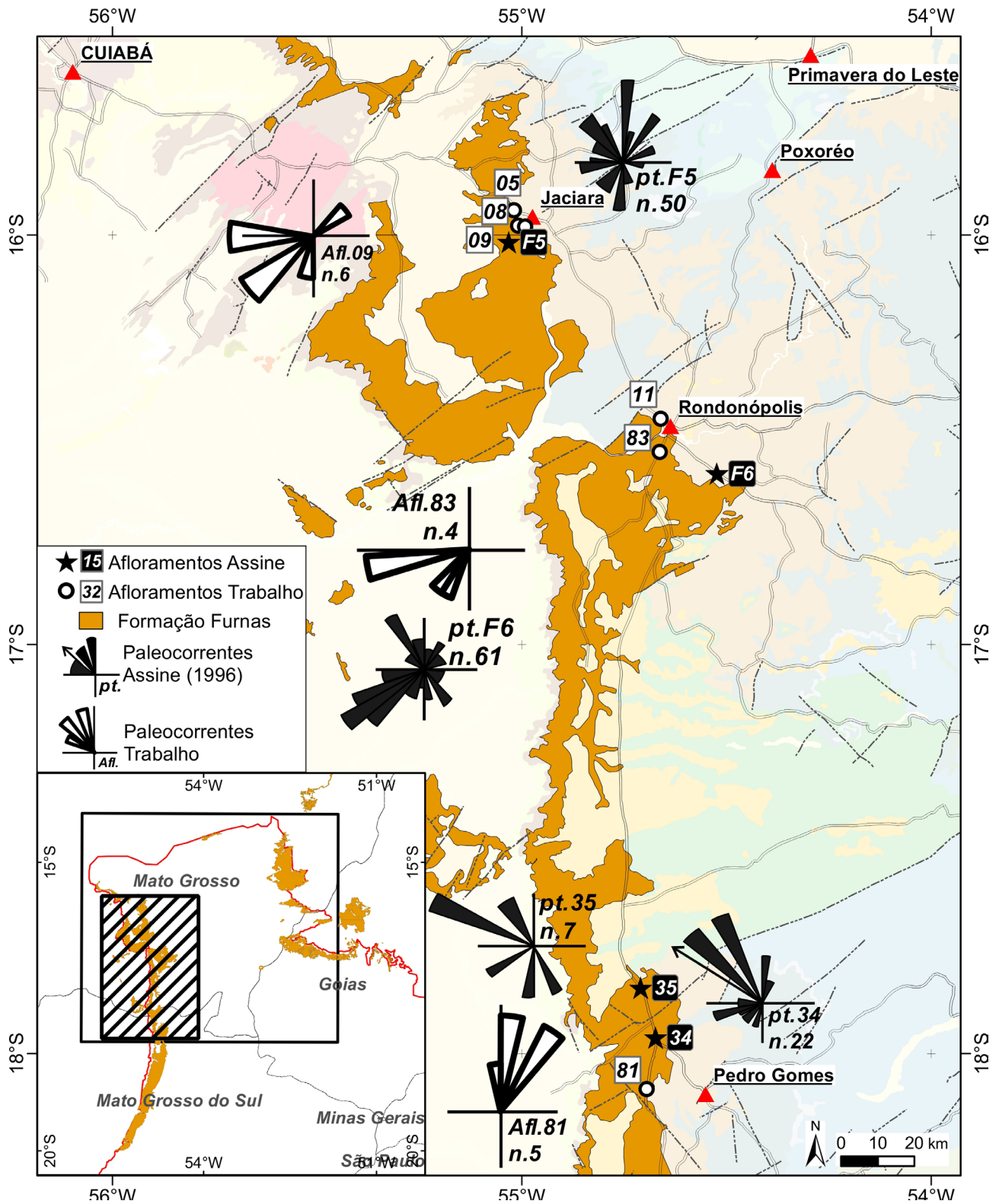
Fonte: Assine (1996).

Figura 8. Seção colunar do afloramento 81, corte de estrada próximo a Pedro Gomes (MS). Arenito grosso (unidade III). Amostra datada pelo método U-Pb em zircão detrítico.



Fonte: Dados deste trabalho (rosetas em brancos) e dados de Assine (1996) (rosetas pretas).

Figura 9. Paleocorrentes da porção leste da área estudada.



Fonte: Dados deste trabalho (rosetas em brancos) e dados de Assine (1996) (rosetas pretas).

Figura 10. Paleocorrentes da porção oeste da área estudada.

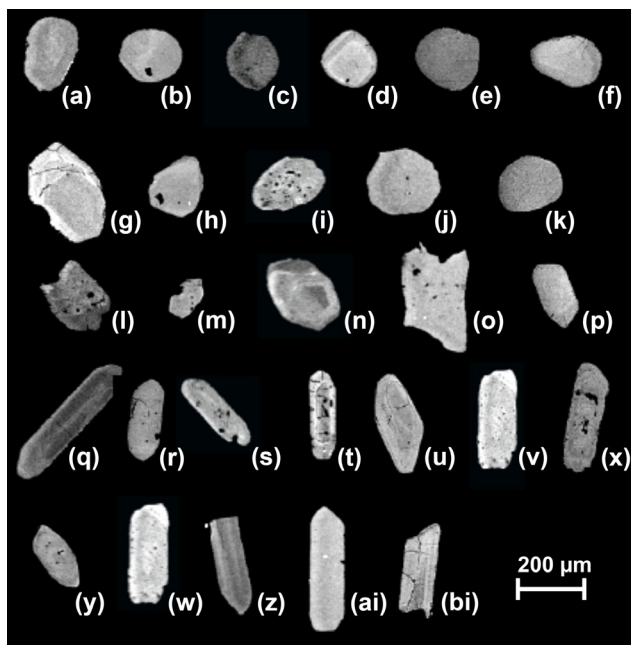


Figura 11. Exemplos da morfologia dos principais grãos das amostras datadas em MEV. Grãos arredondados: a até f. Grãos subarredondados: g até k. Grãos euédricos: l até p. Grãos alongados: q até bi.

Idades U-Pb

Cinco amostras de arenitos da Formação Furnas foram selecionadas para datação U-Pb dos grãos de zircão: duas se encontram na porção oeste (TB-81 e TB-83) e as outras três na porção leste da área de estudo (TB-27, TB-32 e TB-64) (Figura 1). Segundo o posicionamento estratigráfico observado, as amostras TB-27 e TB-64 pertencem à seção basal da Formação Furnas (unidade I), enquanto a TB-32 está contida na seção média (unidade II), e as TB-81 e TB-83, na seção superior (unidade III).

Após os dados de LA-ICP-MS serem reduzidos, considerando as idades concordantes (concordância maior que 80%) e com baixo teor de Pb comum (porcentagem do Pb^{206} menor que 3%), foram confeccionados os diagramas concórdia Pb^{206}/U^{238} versus Pb^{207}/U^{235} (Figura 13) e os histogramas de densidade e frequência das idades Pb^{207}/Pb^{206} no programa Isoplot 3 (Ludwing, 2003). Os dados analíticos dos 313 grãos analisados estão apresentados nas Tabelas 1 a 5.

As amostras TB-32, TB-81 e TB-83 das seções média e superior apresentam algumas características semelhantes (Figura 12), com aproximadamente 50% dos grãos de zircão de idades neoproterozoicas. As idades Pb^{207}/Pb^{206} mais jovens das amostras são 588, 585 e 526 Ma, respectivamente, e populações paleoproterozoicas de 1700 a 2200 Ma. A presença de mais de cinco análises de idades arqueanas (2682 a 3178 Ga) nas amostras TB-32 e TB-83 chamam atenção.

As maiores concentrações de grãos com idades neoproterozoicas ocorrem entre 560 e 770 Ma (Figura 12).

As amostras TB-27 e TB-64, da seção basal da Formação Furnas, apresentaram, respectivamente, 80 e 88% dos grãos analisados com idades Pb^{207}/Pb^{206} neoproterozoicas, sendo as mais jovens de idade 578 Ma e 552 Ma (Figura 13). O intervalo mais frequente de idades é de 640 a 800 Ma para a amostra TB-27 e de 600 a 740 Ma para a TB-64 (Figura 13). Ambas apresentam uma concentração secundária com idades paleoproterozoicas concordantes em 2051 e 2057 Ma, e até três grãos de idades arqueanas de 2672 a 2778 Ma.

A distribuição das idades em cada amostra está resumida na Tabela 6 e no mapa do arcabouço estrutural do embasamento (Figura 15). A correlação das idades com a morfologia dos grãos das amostras não apresentou uma relação clara, pois os grãos neoproterozoicos ocorrem com todas as formas morfológicas. Os grãos arredondados, que constituem a maior parte das morfologias observadas, são encontrados com idades neoproterozoicas, paleoproterozoicas e arqueanas.

DISCUSSÃO

O arcabouço estrutural do embasamento da Bacia do Paraná, na porção noroeste, é definido principalmente por estruturas formadas durante a Orogenia Brasileira, com orientação principal das estruturas a nordeste-sudoeste. Os estudos a respeito da origem das estruturas tectônicas e a relação com o início da subsidência da bacia contam com modelos de evolução geológica baseados em dados geofísicos e de poços, como a proposta de Curto et al. (2014) de um arcabouço com estruturas de direção NE-SW e unidades do embasamento em diferentes níveis crustais, definidas com base em dados magnéticos. Para os autores, a estrutura que separa os blocos tectônicos da Faixa Paraguai e o Arco Magmático de Goiás é o principal constituinte do Lineamento Transbrasiliiano com direção N30E. As outras estruturas do lineamento são subparalelas à Faixa Paraguai (N60/70E), decorrentes de reativações após a deposição devoniana e carbonífera da Bacia do Paraná e respeitando as estruturas herdadas do embasamento.

O arcabouço estrutural proposto para o embasamento (Figura 14), obtido por meio da análise de mapas magnéticos e de propostas da literatura (Cordani et al., 2009; Curto et al., 2014), exhibe unidades da Faixa Paraguai e do Arco Magmático de Goiás, cujo contato define a principal direção do Lineamento Transbrasiliiano na área de estudo. Os lineamentos magnéticos de direção N60-70E seguem a orientação geral da estruturação da Faixa Paraguai e provavelmente são de uma componente secundária do Lineamento Transbrasiliiano.

Tabela 1. Dados analíticos U-Pb ICP-MS da amostra TB-27.

TB-27	Razões isotópicas										Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)					Conc (%)
	Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{203}\text{Pb}}$	1σ (%)	$\frac{^{206}}{^{238}}$	1σ (%)	$\frac{^{207}}{^{206}}$	1σ (%)	$\frac{^{207}}{^{235}}$	1σ	$\frac{^{206}}{^{238}}$	1σ	
004-Z1	0,06	89,79	42,68	31699	0,8338	1,50	0,1020	1,07	578,7	22,8	615,7	6,9	625,8	6,4	0,70	108
005-Z2	0,04	96,42	43,72	42541	0,8618	1,08	0,1007	0,76	675,6	16,4	631,1	5,1	618,8	4,5	0,67	92
006-Z3N	0,06	51,38	11,43	31286	1,0853	2,18	0,1244	1,14	717,3	39,4	746,2	11,5	755,9	8,1	0,75	105
007-Z3B	0,01	295,28	36,12	118398	1,1228	0,73	0,1265	0,61	753,4	8,6	764,3	3,9	768,0	4,4	0,79	102
008-Z4	0,04	124,76	65,36	46504	0,8475	0,95	0,1006	0,81	642,0	10,5	623,2	4,4	618,1	4,8	0,84	96
009-Z5	0,03	154,16	36,75	64583	0,9683	0,98	0,1126	0,81	685,8	11,8	687,6	4,9	688,1	5,3	0,80	100
010-Z6	0,04	59,53	17,68	40170	0,8827	1,83	0,1035	0,95	669,1	33,5	642,4	8,7	634,9	5,7	0,74	95
013-Z7	0,05	90,53	48,76	32446	0,9593	0,95	0,1126	0,69	666,8	13,8	682,9	4,7	687,8	4,5	0,69	103
014-Z8	0,21	15,51	3,40	8599	0,9100	3,99	0,1017	3,30	771,8	46,5	657,1	19,1	624,1	19,6	0,83	81
015-Z9	0,07	91,81	24,83	25440	0,8732	1,23	0,1015	0,92	687,1	17,3	637,3	5,8	623,3	5,5	0,73	91
016-Z10	0,09	70,61	43,89	19864	0,8968	2,13	0,1061	1,09	650,6	38,8	650,0	10,2	649,8	6,7	0,74	100
017-Z11	0,03	86,08	21,56	65378	0,9761	1,19	0,1132	0,80	692,3	19,0	691,6	6,0	691,4	5,2	0,63	100
023-Z15N	0,02	214,37	86,91	95404	9,0471	0,86	0,4006	0,78	2495,3	6,2	2342,8	7,9	2171,7	14,4	0,89	87
025-Z16	0,06	62,36	18,89	27742	0,9087	1,41	0,1041	1,03	718,2	20,6	656,4	6,8	638,5	6,2	0,71	89
026-Z17	0,04	72,98	33,78	41637	0,9301	1,83	0,1044	0,94	762,1	33,1	667,7	9,0	640,1	5,7	0,74	84
027-Z18	0,01	192,76	47,77	120127	0,9180	0,81	0,1087	0,66	647,9	10,2	661,3	3,9	665,3	4,2	0,77	103
028-Z19	0,64	60,64	26,16	2749	0,9651	1,33	0,1068	0,86	791,9	21,1	685,9	6,6	654,1	5,4	0,62	83
034-Z23	0,37	116,73	38,39	4165	6,0653	0,95	0,3453	0,82	2062,3	8,4	1985,3	8,2	1912,2	13,5	0,85	93
035-Z24	0,13	134,49	90,23	13054	1,1360	1,37	0,1203	1,03	883,4	18,7	770,6	7,4	732,3	7,1	0,73	83
036-Z25	0,05	111,84	88,07	32345	1,0425	1,60	0,1164	0,91	772,2	27,8	725,1	8,3	710,0	6,1	0,77	92
037-Z26	0,08	70,13	47,22	20924	1,0589	1,50	0,1224	1,18	700,2	19,8	733,3	7,8	744,1	8,3	0,77	106
038-Z27	0,04	114,66	48,77	44242	1,0152	0,88	0,1156	0,70	731,6	11,2	711,5	4,5	705,1	4,7	0,77	96
039-Z28	0,01	98,90	81,32	135238	6,7180	0,86	0,3766	0,72	2089,6	8,2	2075,0	7,6	2060,3	12,7	0,81	99
040-Z29	0,06	83,87	52,01	28035	0,9170	1,64	0,1029	0,77	762,9	30,5	660,8	8,0	631,2	4,6	0,67	83
043-Z30	0,35	158,25	78,43	5062	1,1853	0,95	0,1259	0,76	877,8	11,7	793,8	5,2	764,2	5,5	0,77	87
045-Z32	0,07	54,93	53,43	24407	0,9568	1,85	0,1060	1,28	790,1	28,0	681,7	9,2	649,3	7,9	0,68	82
046-Z33	0,02	134,18	66,43	72835	1,0779	2,09	0,1237	1,22	715,1	36,1	742,6	11,0	751,8	8,6	0,80	105
047-Z34	0,02	145,27	32,59	116175	0,8993	0,93	0,1026	0,74	727,0	12,0	651,4	4,5	629,7	4,4	0,77	87
048-Z35	0,04	78,14	44,27	40762	0,9335	1,07	0,1082	0,84	693,2	14,0	669,5	5,3	662,4	5,3	0,77	96

(continua...)

Tabela 1. Continuação.

Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	Razões isotópicas				Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)				Conc (%)			
					207/235 (%)	1 σ (%)	206/238 (%)	1 σ (%)	207/235	1 σ	207/206	1 σ		206/238	1 σ	rho
049-Z36	0,08	97,79	64,75	23009	0,9727	0,88	0,1076	0,71	792,6	11,0	689,8	4,4	658,8	4,4	0,77	83
053-Z38	0,06	58,80	43,73	30992	0,9847	1,74	0,1111	1,22	751,1	26,0	696,0	8,7	679,1	7,9	0,69	90
054-Z39	0,04	87,91	51,09	44425	0,9565	0,89	0,1082	0,68	744,9	12,1	681,5	4,4	662,4	4,3	0,73	89
056-Z41	0,01	114,13	64,33	194178	3,6967	0,91	0,2629	0,56	1660,4	13,5	1570,7	7,3	1504,7	7,5	0,73	91
057-Z42	0,05	116,22	27,43	32523	0,9714	0,93	0,1097	0,69	749,5	13,2	689,2	4,7	670,9	4,4	0,70	90
058-Z43	0,00	380,18	53,91	869475	14,0962	0,71	0,5611	0,57	2673,0	7,2	2756,2	6,8	2871,2	13,1	0,74	107
059-Z44	0,00	118,88	42,85	308829	6,4731	0,84	0,3741	0,70	2035,8	8,2	2042,3	7,4	2048,6	12,2	0,80	101
063-Z45	0,05	53,98	15,28	33597	0,9794	1,30	0,1118	0,88	726,1	20,2	693,3	6,5	683,2	5,7	0,65	94
064-Z46	0,01	225,47	95,80	125700	0,9455	1,05	0,1108	0,83	670,7	13,8	675,7	5,2	677,2	5,3	0,77	101
065-Z47	0,05	105,13	40,22	37297	0,9139	1,13	0,1066	0,95	680,6	13,0	659,1	5,5	652,9	5,9	0,83	96

Tabela 2. Dados analíticos U-Pb ICP-MS da amostra TB-32.

Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	Razões isotópicas				Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)				Conc (%)			
					207/235 (%)	1 σ (%)	206/238 (%)	1 σ (%)	207/235	1 σ	207/206	1 σ		206/238	1 σ	rho
004-Z1	0,06	89,79	42,68	31699	0,8338	1,50	0,1020	1,07	578,7	22,8	615,7	6,9	625,8	6,4	0,70	108
005-Z2	0,04	96,42	43,72	42541	0,8618	1,08	0,1007	0,76	675,6	16,4	631,1	5,1	618,8	4,5	0,67	92
006-Z3N	0,06	51,38	11,43	31286	1,0853	2,18	0,1244	1,14	717,3	39,4	746,2	11,5	755,9	8,1	0,75	105
007-Z3B	0,01	295,28	36,12	118398	1,1228	0,73	0,1265	0,61	753,4	8,6	764,3	3,9	768,0	4,4	0,79	102
008-Z4	0,04	124,76	65,36	46504	0,8475	0,95	0,1006	0,81	642,0	10,5	623,2	4,4	618,1	4,8	0,84	96
009-Z5	0,03	154,16	36,75	64583	0,9683	0,98	0,1126	0,81	685,8	11,8	687,6	4,9	688,1	5,3	0,80	100
010-Z6	0,04	59,53	17,68	40170	0,8827	1,83	0,1035	0,95	669,1	33,5	642,4	8,7	634,9	5,7	0,74	95
013-Z7	0,05	90,53	48,76	32446	0,9593	0,95	0,1126	0,69	666,8	13,8	682,9	4,7	687,8	4,5	0,69	103
014-Z8	0,21	15,51	3,40	8599	0,9100	3,99	0,1017	3,30	771,8	46,5	657,1	19,1	624,1	19,6	0,83	81
015-Z9	0,07	91,81	24,83	25440	0,8732	1,23	0,1015	0,92	687,1	17,3	637,3	5,8	623,3	5,5	0,73	91
016-Z10	0,09	70,61	43,89	19864	0,8968	2,13	0,1061	1,09	650,6	38,8	650,0	10,2	649,8	6,7	0,74	100
017-Z11	0,03	86,08	21,56	65378	0,9761	1,19	0,1132	0,80	692,3	19,0	691,6	6,0	691,4	5,2	0,63	100
023-Z15N	0,02	214,37	86,91	95404	9,0471	0,86	0,4006	0,78	2495,3	6,2	2342,8	7,9	2171,7	14,4	0,89	87
025-Z16	0,06	62,36	18,89	27742	0,9087	1,41	0,1041	1,03	718,2	20,6	656,4	6,8	638,5	6,2	0,71	89

(continua...)

Tabela 2. Continuação.

TB-27	Razões isotópicas										Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)					Conc (%)
	Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{207}{235}$	$\frac{206}{238}$	1 σ (%)	207/206	1 σ (%)	206/238	1 σ	207/235	1 σ	206/238	
026-Z17	0,04	72,98	33,78	41637	0,9301	1,83	0,1044	0,94	762,1	33,1	667,7	9,0	640,1	5,7	0,74	84
027-Z18	0,01	192,76	47,77	120127	0,9180	0,81	0,1087	0,66	647,9	10,2	661,3	3,9	665,3	4,2	0,77	103
028-Z19	0,64	60,64	26,16	2749	0,9651	1,33	0,1068	0,86	791,9	21,1	685,9	6,6	654,1	5,4	0,62	83
034-Z23	0,37	116,73	38,39	4165	6,0653	0,95	0,3453	0,82	2062,3	8,4	1985,3	8,2	1912,2	13,5	0,85	93
035-Z24	0,13	134,49	90,23	13054	1,1360	1,37	0,1203	1,03	883,4	18,7	770,6	7,4	732,3	7,1	0,73	83
036-Z25	0,05	111,84	88,07	32345	1,0425	1,60	0,1164	0,91	772,2	27,8	725,1	8,3	710,0	6,1	0,77	92
037-Z26	0,08	70,13	47,22	20924	1,0589	1,50	0,1224	1,18	700,2	19,8	733,3	7,8	744,1	8,3	0,77	106
038-Z27	0,04	114,66	48,77	44242	1,0152	0,88	0,1156	0,70	731,6	11,2	711,5	4,5	705,1	4,7	0,77	96
039-Z28	0,01	98,90	81,32	135238	6,7180	0,86	0,3766	0,72	2089,6	8,2	2075,0	7,6	2060,3	12,7	0,81	99
040-Z29	0,06	83,87	52,01	28035	0,9170	1,64	0,1029	0,77	762,9	30,5	660,8	8,0	631,2	4,6	0,67	83
043-Z30	0,35	158,25	78,43	5062	1,1853	0,95	0,1259	0,76	877,8	11,7	793,8	5,2	764,2	5,5	0,77	87
045-Z32	0,07	54,93	53,43	24407	0,9568	1,85	0,1060	1,28	790,1	28,0	681,7	9,2	649,3	7,9	0,68	82
046-Z33	0,02	134,18	66,43	72835	1,0779	2,09	0,1237	1,22	715,1	36,1	742,6	11,0	751,8	8,6	0,80	105
047-Z34	0,02	145,27	32,59	116175	0,8993	0,93	0,1026	0,74	727,0	12,0	651,4	4,5	629,7	4,4	0,77	87
048-Z35	0,04	78,14	44,27	40762	0,9335	1,07	0,1082	0,84	693,2	14,0	669,5	5,3	662,4	5,3	0,77	96
049-Z36	0,08	97,79	64,75	23009	0,9727	0,88	0,1076	0,71	792,6	11,0	689,8	4,4	658,8	4,4	0,77	83
053-Z38	0,06	58,80	43,73	30992	0,9847	1,74	0,1111	1,22	751,1	26,0	696,0	8,7	679,1	7,9	0,69	90
054-Z39	0,04	87,91	51,09	44425	0,9565	0,89	0,1082	0,68	744,9	12,1	681,5	4,4	662,4	4,3	0,73	89
056-Z41	0,01	114,13	64,33	194178	3,6967	0,91	0,2629	0,56	1660,4	13,5	1570,7	7,3	1504,7	7,5	0,73	91
057-Z42	0,05	116,22	27,43	32523	0,9714	0,93	0,1097	0,69	749,5	13,2	689,2	4,7	670,9	4,4	0,70	90
058-Z43	0,00	380,18	53,91	869475	14,0962	0,71	0,5611	0,57	2673,0	7,2	2756,2	6,8	2871,2	13,1	0,74	107
059-Z44	0,00	118,88	42,85	308829	6,4731	0,84	0,3741	0,70	2035,8	8,2	2042,3	7,4	2048,6	12,2	0,80	101
063-Z45	0,05	53,98	15,28	33597	0,9794	1,30	0,1118	0,88	726,1	20,2	693,3	6,5	683,2	5,7	0,65	94
064-Z46	0,01	225,47	95,80	125700	0,9455	1,05	0,1108	0,83	670,7	13,8	675,7	5,2	677,2	5,3	0,77	101
065-Z47	0,05	105,13	40,22	37297	0,9139	1,13	0,1066	0,95	680,6	13,0	659,1	5,5	652,9	5,9	0,83	96
004-Z01	0,05	109,92	56,00	35655	1,2145	1,30	0,1283	1,17	888,2	11,4	807,2	7,2	778,2	8,6	0,90	88
005-Z02	0,01	147,67	44,10	118347	17,7236	0,99	0,5824	0,88	2985,8	7,4	2974,9	9,5	2958,7	20,8	0,87	99
006-Z03	0,16	199,24	31,43	9883	4,8843	2,82	0,2912	1,49	1980,8	42,7	1799,6	23,8	1647,4	21,6	0,76	83
007-Z04	0,03	111,29	51,75	53832	0,9143	1,27	0,1094	0,93	624,8	18,6	659,4	6,2	669,5	5,9	0,71	107

(continua...)

Tabela 2. Continuação.

Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	Razões isotópicas				Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)				Conc (%)			
					207/235	1 σ (%)	206/238	1 σ (%)	207/206	1 σ	207/235	1 σ		206/238	1 σ	rho
008-Z05	0,05	99,49	66,23	37649	0,7544	1,67	0,0894	1,37	645,9	20,2	570,8	7,3	552,1	7,3	0,82	85
009-Z06	0,13	260,81	98,45	10505	12,6865	1,30	0,4661	0,98	2804,9	14,1	2656,7	12,3	2466,4	20,0	0,73	88
010-Z07	0,04	82,19	22,42	49930	1,0290	2,94	0,1126	1,59	815,1	51,8	718,4	15,1	687,8	10,4	0,77	84
013-Z08	0,01	188,70	144,93	163806	1,7649	1,28	0,1743	1,02	1026,0	15,6	1032,7	8,3	1035,8	9,7	0,78	101
014-Z09	0,00	133,30	39,35	360265	6,6865	1,53	0,3876	1,47	2030,3	7,8	2070,8	13,5	2111,8	26,4	0,96	104
015-Z10	0,06	167,21	115,22	29740	0,9601	1,12	0,1087	0,84	742,7	15,8	683,4	5,6	665,5	5,3	0,72	90
016-Z11	0,02	113,89	78,47	78815	7,5522	1,17	0,4256	0,89	2080,3	13,4	2179,2	10,5	2285,8	17,2	0,88	110
018-Z13	0,05	40,96	26,42	32474	0,9548	2,01	0,1096	1,42	714,3	30,3	680,6	10,0	670,4	9,0	0,70	94
020-Z15	0,07	37,66	20,28	24690	1,0471	3,67	0,1151	1,68	804,8	68,3	727,4	19,0	702,6	11,2	0,71	87
023-Z16	0,02	53,24	14,35	86425	15,5473	0,98	0,5700	0,90	2808,3	6,6	2849,4	9,4	2907,8	21,0	0,90	104
024-Z17	0,04	61,32	36,71	43532	0,9154	1,70	0,1065	1,43	685,6	19,8	659,9	8,2	652,5	8,8	0,83	95
025-Z18	0,02	108,01	54,88	102121	0,8219	1,07	0,0996	0,84	598,7	14,4	609,1	4,9	611,9	4,9	0,76	102
026-Z19	0,03	89,86	34,74	52570	4,6563	1,07	0,3147	0,65	1754,1	15,6	1759,4	8,9	1763,9	10,0	0,77	101
027-Z20	0,01	36,83	48,87	101632	7,3382	1,05	0,4110	0,90	2091,0	9,6	2153,5	9,4	2219,6	16,9	0,84	106
028-Z21	0,10	318,47	95,19	15245	4,6102	0,79	0,2802	0,66	1946,0	7,6	1751,1	6,6	1592,5	9,4	0,81	82
029-Z22	0,03	63,45	30,32	50680	0,9060	1,44	0,1090	0,88	613,5	24,6	654,9	6,9	667,0	5,6	0,59	109
033-Z24	0,01	134,81	38,70	211079	10,9112	1,01	0,4775	0,87	2515,1	8,5	2515,6	9,4	2516,2	18,1	0,85	100
034-Z25	0,04	42,77	24,50	34905	8,0687	0,96	0,4302	0,83	2177,4	8,6	2238,7	8,7	2306,5	16,1	0,84	106
035-Z26	0,01	224,42	7,57	140929	17,2871	1,22	0,5610	1,13	3006,1	7,5	2950,9	11,7	2870,6	26,2	0,92	95
036-Z27	0,57	237,51	121,80	3065	0,9738	1,50	0,1132	1,11	688,2	21,4	690,4	7,5	691,1	7,3	0,88	100
037-Z28	0,04	105,62	111,47	49752	0,9683	1,14	0,1120	0,81	698,7	17,0	687,6	5,7	684,2	5,3	0,68	98
038-Z29	0,02	270,50	63,07	75467	13,1054	1,48	0,5188	1,44	2682,2	6,1	2687,3	14,0	2694,0	31,6	0,97	100
039-Z30	0,01	106,57	52,24	261794	15,4595	0,95	0,5330	0,81	2908,2	8,1	2844,0	9,1	2754,2	18,1	0,83	95
040-Z31	0,01	95,43	62,97	192630	6,7846	1,45	0,3789	0,98	2096,2	18,8	2083,7	12,9	2071,1	17,4	0,83	99
043-Z32	0,08	102,30	89,45	22641	1,3013	1,04	0,1379	0,82	881,2	13,2	846,3	6,0	833,1	6,4	0,76	95
045-Z34	0,02	109,11	6,80	108381	0,9879	1,95	0,1143	1,85	698,1	12,7	697,6	9,8	697,5	12,2	0,95	100
046-Z35	0,01	102,56	72,67	226214	7,1135	0,83	0,4005	0,64	2082,1	9,2	2125,7	7,4	2171,1	11,8	0,83	104
047-Z36	0,01	85,28	51,00	160070	1,2338	1,27	0,1337	0,89	834,9	18,9	816,1	7,1	809,2	6,7	0,67	97
048-Z37	0,03	237,23	156,59	55906	0,8817	0,75	0,1048	0,62	640,2	9,0	641,9	3,6	642,4	3,8	0,79	100

(continua...)

Tabela 2. Continuação.

TB-27	Razões isotópicas										Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)					Conc (%)
	Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{207}{235}$	1 σ (%)	$\frac{206}{238}$	1 σ (%)	$\frac{207}{206}$	1 σ	$\frac{207}{235}$	1 σ	$\frac{206}{238}$	1 σ	
049-Z38	0,02	482,52	27,83	99432	0,8864	0,90	0,1079	0,75	588,6	11,1	644,4	4,3	660,5	4,7	0,80	112
050-Z39	0,04	42,85	23,64	42972	4,9162	1,38	0,3351	0,83	1739,0	20,2	1805,0	11,7	1862,8	13,5	0,78	107
054-Z40	0,06	104,81	30,17	31315	1,3620	1,21	0,1448	1,04	874,9	12,9	872,7	7,1	871,9	8,5	0,85	100
055-Z41	0,01	66,78	27,91	118312	6,3855	1,33	0,3654	1,21	2053,5	9,7	2030,3	11,7	2007,5	20,9	0,91	98
056-Z42	0,11	59,73	51,99	15919	0,9302	2,50	0,1103	1,12	645,8	47,2	667,7	12,1	674,2	7,2	0,68	104
057-Z43	0,01	62,71	24,12	136613	6,9590	1,46	0,3939	1,12	2072,6	16,6	2106,2	13,0	2140,8	20,4	0,75	103
058-Z44	0,07	39,42	19,62	25836	0,9447	2,38	0,1093	1,82	697,6	32,4	675,3	11,7	668,7	11,6	0,76	96
059-Z45	0,02	147,92	50,62	83235	0,9478	2,68	0,1063	1,79	764,3	42,1	677,0	13,3	651,0	11,1	0,66	85
062-Z47	0,07	55,84	25,26	25562	1,3072	1,83	0,1351	1,38	933,5	24,4	848,9	10,5	816,9	10,6	0,75	88
063-Z48	0,04	68,92	61,88	39776	6,8604	1,16	0,3754	1,04	2132,0	8,7	2093,6	10,3	2054,7	18,4	0,89	96
064-Z49	0,02	462,22	64,96	111607	0,8351	1,04	0,1009	0,82	605,1	13,7	616,5	4,8	619,6	4,9	0,77	102
065-Z50	0,01	160,71	134,30	310839	5,0168	1,59	0,2987	0,99	1982,9	22,1	1822,2	13,5	1684,9	14,7	0,81	85
066-Z51	0,03	34,11	22,08	56978	5,8727	2,05	0,3709	1,78	1877,1	18,4	1957,2	17,8	2033,8	31,1	0,86	108
067-Z52	0,09	33,88	16,31	19780	0,9968	2,67	0,1084	2,04	827,8	35,4	702,2	13,4	663,6	12,8	0,76	80
068-Z53	0,14	20,04	15,02	12322	0,8139	4,59	0,0962	3,06	652,2	71,6	604,6	20,7	592,0	17,3	0,67	91
069-Z54	0,01	55,54	51,35	122486	7,5570	2,37	0,4315	1,66	2057,0	29,8	2179,8	21,3	2312,6	32,3	0,88	112
072-Z55	0,15	19,50	10,40	11695	0,9110	4,49	0,1058	2,87	689,6	71,8	657,6	21,5	648,3	17,7	0,64	94
073-Z56	0,02	51,18	12,73	77214	3,8964	1,95	0,2777	1,65	1656,5	19,4	1612,9	15,8	1579,7	23,1	0,84	95
074-Z57	0,01	125,65	47,72	274967	7,0952	1,37	0,4009	1,25	2075,4	9,9	2123,4	12,2	2173,4	23,0	0,91	105
075-Z58	0,01	134,16	14,83	148777	1,2448	2,05	0,1396	1,60	764,1	27,0	821,1	11,5	842,2	12,6	0,92	110
077-Z60	0,04	25,51	9,46	41389	4,7841	2,11	0,3199	1,74	1773,5	21,6	1782,1	17,7	1789,4	27,2	0,82	101
078-Z61	0,04	60,01	16,89	48497	0,8396	2,50	0,1017	2,14	598,8	27,7	618,9	11,6	624,4	12,7	0,86	104
082-Z63	0,06	58,72	56,31	30842	1,1054	1,55	0,1280	1,36	695,3	15,7	756,0	8,2	776,6	9,9	0,87	112
083-Z64	0,02	52,15	14,30	84468	3,2683	1,65	0,2695	1,49	1381,4	13,9	1473,5	12,9	1538,3	20,4	0,90	111
085-Z66	0,01	140,10	77,85	208758	4,8227	1,48	0,3167	0,92	1806,8	21,0	1788,9	12,4	1773,6	14,3	0,60	98
086-Z67	0,01	82,40	25,74	151673	11,0780	1,20	0,4711	1,05	2562,9	10,0	2529,7	11,2	2488,6	21,6	0,86	97
087-Z68	0,03	40,52	10,25	55171	9,2307	1,48	0,4403	1,02	2369,0	18,2	2361,2	13,5	2352,2	20,1	0,67	99
088-Z69	0,07	58,21	35,56	25971	1,1744	3,52	0,1272	1,72	836,9	63,9	788,7	19,3	771,8	12,5	0,74	92
091-Z70	0,02	46,58	55,21	91401	6,9937	2,06	0,4020	1,62	2045,2	22,5	2110,6	18,3	2178,4	29,9	0,78	107

(continua...)

Tabela 2. Continuação.

TB-27	Razões isotópicas					Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)										
	Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	207/235	1 σ (%)	206/238	1 σ (%)	207/206	1 σ	207/235	1 σ	206/238	1 σ	rho
093-Z72	0,01	63,47	46,86	103530	7,1400	1,26	0,4141	1,11	2029,6	10,6	2129,0	11,2	2233,5	20,9	0,87	110
094-Z73	0,06	83,35	18,14	28294	1,5691	2,12	0,1663	1,64	882,2	27,8	958,1	13,1	991,4	15,0	0,91	112
097-Z76	0,42	41,62	33,37	4232	0,9490	3,11	0,1066	1,96	759,4	50,2	677,6	15,3	653,2	12,2	0,62	86

Tabela 3. Dados analíticos U-Pb ICP-MS da amostra TB-64.

TB-64	Razões isotópicas					Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)										
	Número do spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	207/235	1 σ (%)	206/238	1 σ (%)	207/206	1 σ	207/235	1 σ	206/238	1 σ	rho
004-Z1	0,01	188,87	37,91	126207	0,8773	0,84	0,1044	0,69	636,5	10,1	639,5	4,0	640,4	4,2	0,80	101
005-Z2	0,04	93,91	30,71	40260	1,2416	0,97	0,1311	0,69	889,9	14,2	819,6	5,5	793,9	5,1	0,66	89
006-Z3	0,02	81,58	67,11	82037	0,8228	1,26	0,0957	0,93	686,9	18,2	609,6	5,8	589,0	5,2	0,86	86
010-Z5	0,02	100,59	31,97	110944	0,8670	1,08	0,1013	0,95	676,7	11,3	633,9	5,1	622,0	5,6	0,86	92
012-Z7	0,03	118,00	100,74	59461	0,8571	1,39	0,1010	0,81	659,5	24,1	628,6	6,5	620,0	4,8	0,78	94
015-Z8	0,03	108,48	52,77	53675	0,9246	0,87	0,1071	0,76	696,0	9,3	664,8	4,3	655,6	4,7	0,85	94
016-Z9	0,02	101,40	33,37	76938	0,9274	0,71	0,1079	0,60	685,4	8,2	666,3	3,5	660,6	3,8	0,80	96
017-Z10	0,01	183,35	35,16	201190	1,2500	0,73	0,1398	0,64	769,8	7,3	823,4	4,1	843,4	5,1	0,85	110
018-Z11	0,12	52,80	2,66	14374	0,8335	1,81	0,0949	1,04	731,4	31,1	615,5	8,3	584,5	5,8	0,79	80
022-Z13	0,09	30,96	22,52	19979	1,0237	2,12	0,1132	1,67	793,3	27,3	715,8	10,9	691,3	10,9	0,78	87
023-Z14	0,06	43,87	32,91	29754	0,9534	1,31	0,1126	0,95	652,9	19,4	679,9	6,5	688,1	6,2	0,70	105
024-Z15	0,12	57,10	27,13	15187	1,0184	2,09	0,1192	0,98	672,9	38,9	713,1	10,6	725,9	6,8	0,71	108
027-Z16	0,11	116,72	43,81	15937	0,9447	0,96	0,1114	0,75	656,5	12,8	675,4	4,7	681,0	4,8	0,75	104
028-Z17	0,05	42,45	30,27	33703	0,9014	1,00	0,1089	0,86	604,2	10,9	652,5	4,8	666,5	5,5	0,85	110
029-Z18	0,05	49,11	25,00	33039	0,8922	1,62	0,1032	1,03	699,1	26,5	647,6	7,7	632,9	6,2	0,62	91
030-Z19	0,08	22,98	21,07	21275	0,8884	3,95	0,1004	1,82	746,4	72,5	645,5	18,7	617,0	10,7	0,71	83
033-Z20	0,04	79,17	33,09	40193	1,3356	0,91	0,1387	0,73	922,9	11,3	861,3	5,3	837,6	5,7	0,77	91
034-Z21	0,01	110,24	54,90	228190	6,6301	0,78	0,3791	0,60	2054,6	8,8	2063,4	6,9	2072,1	10,6	0,72	101
035-Z22	0,01	87,38	42,68	124417	0,8563	0,83	0,1027	0,68	619,6	10,2	628,1	3,9	630,5	4,1	0,79	102
036-Z23	0,00	434,93	21,61	439441	5,7505	1,03	0,3506	0,74	1940,5	13,0	1939,0	8,9	1937,6	12,4	0,84	100
039-Z24	0,25	318,38	118,65	5903	7,0012	0,92	0,3846	0,84	2125,1	6,6	2111,6	8,2	2097,8	15,1	0,90	99

(continua...)

Tabela 3. Continuação.

Número do spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	Razões isotópicas				Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)				Conc (%)			
					207/235	1 σ (%)	206/238	1 σ (%)	207/206	1 σ	207/235	1 σ		206/238	1 σ	rho
041-Z26	0,02	99,75	22,16	70093	1,1322	0,95	0,1256	0,84	787,0	9,0	768,8	5,1	762,5	6,1	0,88	97
042-Z27	0,03	108,44	56,72	55225	6,2385	1,05	0,3572	0,78	2052,2	12,2	2009,9	9,2	1968,9	13,3	0,87	96
045-Z28	0,01	417,81	105,16	291997	0,9624	0,68	0,1138	0,54	650,9	8,9	684,6	3,4	694,9	3,6	0,73	107
046-Z29	0,04	50,22	31,40	43109	0,9278	1,13	0,1064	0,81	716,8	16,8	666,5	5,5	651,7	5,0	0,69	91
047-Z30	0,01	202,33	78,25	139111	0,7773	0,97	0,0961	0,86	554,9	9,8	583,9	4,3	591,4	4,8	0,87	107
051-Z31	0,03	57,32	22,83	51215	1,4498	1,23	0,1512	0,97	914,9	15,8	909,8	7,4	907,7	8,2	0,77	99
052-Z32B	0,03	93,72	62,43	53344	0,9142	1,53	0,1075	1,23	662,4	19,3	659,3	7,4	658,4	7,7	0,80	99
053-Z32N	0,05	61,34	48,68	34656	0,8661	1,49	0,1019	0,96	661,3	24,4	633,5	7,0	625,7	5,7	0,63	95
054-Z33B	0,03	133,37	56,80	50275	1,3488	1,39	0,1390	0,98	939,4	20,2	867,0	8,1	839,0	7,7	0,87	89
057-Z33N	0,00	76,69	22,52	380271	1,5021	0,87	0,1596	0,70	877,0	10,6	931,2	5,3	954,3	6,2	0,77	109
058-Z34	0,04	77,05	54,76	42246	0,9966	1,06	0,1088	0,84	820,5	13,7	702,1	5,4	665,7	5,3	0,76	81
059-Z35	0,06	41,83	19,16	27701	1,4098	1,38	0,1505	1,16	866,4	15,2	893,1	8,1	903,9	9,8	0,83	104
060-Z36	0,01	384,47	184,30	259976	0,8756	1,10	0,1039	0,64	644,3	19,2	638,6	5,2	637,0	3,9	0,75	99
063-Z37	0,05	77,16	35,63	34038	0,8238	1,58	0,0957	1,25	689,6	20,7	610,2	7,2	589,0	7,0	0,78	85
064-Z38	0,10	40,75	15,16	17956	0,8902	2,80	0,1021	2,13	715,2	38,2	646,5	13,3	627,0	12,7	0,76	88
065-Z39	0,03	85,80	22,64	64435	0,8677	1,22	0,1011	0,93	682,4	16,8	634,3	5,8	620,9	5,5	0,74	91
070-Z42	0,03	160,02	115,42	61223	0,8902	1,10	0,1055	0,86	647,1	15,0	646,5	5,3	646,3	5,3	0,75	100
071-Z43	0,02	120,90	28,99	101302	0,8748	1,13	0,1009	0,90	704,1	14,6	638,2	5,4	619,7	5,3	0,78	88
072-Z44	0,08	89,71	46,99	20875	0,9589	1,75	0,1057	1,30	799,4	24,8	682,7	8,7	647,9	8,0	0,73	81
073-Z45	0,04	216,22	72,54	39989	0,8887	1,44	0,1035	1,05	684,4	20,9	645,7	6,9	634,7	6,4	0,86	93
076-Z46	0,02	439,59	90,22	88099	0,8631	1,13	0,1002	0,95	690,3	13,0	631,8	5,3	615,6	5,6	0,83	89
077-Z47	0,09	94,22	69,66	20770	0,7762	1,13	0,0901	0,94	689,8	13,3	583,3	5,0	556,3	5,0	0,82	81
078-Z48	0,02	118,58	60,87	72152	1,2878	1,07	0,1329	0,81	936,8	14,2	840,3	6,1	804,3	6,1	0,73	86
079-Z49	0,01	106,04	39,23	119773	8,2762	1,31	0,3852	0,95	2411,0	15,3	2261,7	11,9	2100,4	17,0	0,86	87
082-Z50	0,00	242,08	88,85	507645	13,9778	0,96	0,5238	0,85	2772,5	7,2	2748,2	9,1	2715,3	18,9	0,88	98
084-Z52	0,05	78,24	33,40	36059	0,8396	1,14	0,1039	0,84	552,8	17,0	618,9	5,3	637,2	5,1	0,71	115
085-Z53	0,05	81,89	50,66	39419	0,8080	1,55	0,0971	0,98	616,3	25,9	601,3	7,0	597,3	5,6	0,82	97
088-Z54	0,04	62,10	50,92	41686	0,9845	1,26	0,1122	0,99	730,1	16,4	695,9	6,3	685,4	6,4	0,77	94
089-Z55	0,04	42,33	30,39	44295	0,9074	1,97	0,1022	1,41	753,7	29,0	655,7	9,5	627,5	8,4	0,71	83

(continua...)

Tabela 3. Continuação.

TB-64		Razões isotópicas					Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)					Conc (%)				
Número do spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{207/235}{1\sigma}$ (%)	$\frac{206/238}{1\sigma}$ (%)	$\frac{207/235}{1\sigma}$ (%)	207/206	1 σ	207/235	1 σ	206/238	1 σ	rho	Conc (%)	
090-Z56	0,01	229,80	61,97	212170	0,9871	0,76	0,1164	0,60	657,6	9,9	697,2	3,8	709,6	4,0	0,74	108
091-Z57	0,04	53,14	6,63	42075	0,9753	2,21	0,1118	0,88	717,6	43,1	691,2	11,1	683,1	5,7	0,62	95
094-Z58	0,03	60,42	27,65	61775	1,4482	1,09	0,1517	0,80	905,3	15,3	909,1	6,5	910,7	6,8	0,70	101
095-Z59	0,01	75,26	34,91	111545	6,8810	1,08	0,3841	0,99	2097,2	7,7	2096,2	9,6	2095,2	17,7	0,91	100
096-Z60	0,02	136,21	33,98	95273	0,9059	1,13	0,1061	0,96	672,3	13,0	654,9	5,5	649,9	5,9	0,83	97
100-Z62	0,04	50,64	11,00	48761	0,9416	2,10	0,1078	1,55	719,1	29,9	673,7	10,3	660,2	9,8	0,73	92
101-Z63	0,09	28,17	8,89	20088	0,9803	1,73	0,1080	1,35	801,0	22,5	693,7	8,7	661,1	8,5	0,77	83
102-Z64	0,02	139,40	62,22	72664	0,9052	0,95	0,1061	0,67	669,6	14,4	654,5	4,6	650,1	4,2	0,66	97
103-Z65	0,01	212,15	42,14	152897	1,1555	1,17	0,1279	0,61	791,9	21,0	779,9	6,4	775,6	4,5	0,66	98
106-Z66	0,03	115,85	45,34	63365	0,8814	1,58	0,1022	1,02	693,6	25,6	641,7	7,5	627,1	6,1	0,63	90
107-Z67	0,02	112,81	31,79	83154	1,7087	1,20	0,1599	0,99	1133,7	13,6	1011,8	7,7	956,4	8,8	0,81	84
108-Z68	0,01	89,76	21,97	165537	0,9008	1,34	0,1088	1,09	604,7	16,6	652,2	6,4	666,0	6,9	0,81	110
109-Z69	0,04	59,46	41,04	47903	0,9142	2,51	0,1081	1,03	651,6	49,2	659,3	12,2	661,6	6,5	0,64	102
112-Z70	0,20	218,17	88,46	8995	0,8578	0,87	0,1030	0,73	618,4	10,2	628,9	4,1	631,9	4,4	0,82	102
113-Z71	0,10	45,32	41,78	16817	0,9729	1,46	0,1083	1,15	778,5	18,6	690,0	7,3	663,1	7,3	0,78	85
114-Z72	0,01	60,89	36,02	128461	0,9647	1,58	0,1114	1,35	702,7	17,5	685,8	7,9	680,6	8,7	0,85	97
115-Z73	0,05	56,88	25,62	33883	0,8998	2,30	0,1075	1,10	629,0	43,6	651,6	11,1	658,1	6,9	0,71	105
116-Z74	0,02	43,26	20,32	88673	6,9401	0,83	0,3957	0,70	2059,5	8,0	2103,8	7,4	2149,4	12,8	0,81	104

Tabela 4. Dados analíticos U-Pb ICP-MS da amostra TB-81.

TB-81		Razões isotópicas					Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)					Conc (%)				
Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{207/235}{1\sigma}$ (%)	$\frac{206/238}{1\sigma}$ (%)	$\frac{207/235}{1\sigma}$ (%)	207/206	1 σ	207/235	1 σ	206/238	1 σ	rho	Conc (%)	
004-Z1	0,04	57,31	31,88	38560	1,5495	1,37	0,1504	1,03	1060,7	17,9	950,3	8,4	903,4	8,7	0,74	85
005-Z2	0,05	22,20	18,04	30676	4,1095	2,07	0,2832	1,59	1718,4	24,0	1656,2	16,8	1607,6	22,7	0,76	94
006-Z3	0,12	50,31	15,95	14785	1,2399	2,81	0,1320	1,44	873,0	49,2	818,8	15,7	799,0	10,8	0,74	92
007-Z4	0,01	151,63	49,48	196225	7,2733	1,16	0,3884	0,87	2174,3	13,4	2145,5	10,4	2115,6	15,7	0,73	97
008-Z5	0,01	139,68	37,73	113002	6,0538	1,33	0,3482	1,02	2044,0	15,2	1983,6	11,6	1926,2	17,0	0,75	94
009-Z6	0,00	312,02	148,47	517425	4,0573	1,17	0,2770	0,84	1735,4	15,1	1645,8	9,6	1576,5	11,7	0,69	91

(continua...)

Tabela 4. Continuação.

Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	Razões isotópicas				Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)				Conc (%)			
					1σ (%)	206/238	1σ (%)	207/235	1σ	207/206	1σ	206/238		1σ	rho	
010-Z7	0,04	150,38	78,37	42017	0,8408	2,57	0,0987	1,17	666,4	48,9	619,6	11,9	606,8	6,8	0,66	91
013-Z8	0,01	272,93	53,71	228164	4,8059	1,46	0,2813	1,07	2013,3	17,8	1785,9	12,3	1597,9	15,1	0,71	79
014-Z9	0,00	156,05	42,79	305918	6,9672	1,28	0,3744	1,02	2163,7	13,4	2107,3	11,3	2050,0	17,9	0,79	95
015-Z10	0,01	67,74	149,98	191927	13,2607	1,11	0,4800	0,89	2829,1	10,8	2698,4	10,4	2527,3	18,5	0,78	89
016-Z11	0,69	95,00	35,77	2569	0,8560	3,68	0,0979	1,43	721,3	70,3	628,0	17,1	602,4	8,3	0,62	84
017-Z12N	0,11	231,31	158,61	16316	0,9815	1,21	0,1131	0,96	706,9	15,5	694,4	6,1	690,5	6,3	0,78	98
018-Z12B	0,07	357,86	130,25	25544	0,9771	1,05	0,1137	0,82	686,0	13,9	692,1	5,3	694,0	5,4	0,76	101
019-Z13	0,03	223,59	94,92	56675	0,8516	1,22	0,0991	0,96	685,5	16,1	625,5	5,7	609,1	5,6	0,77	89
023-Z15	0,01	400,36	70,03	248829	0,8649	1,12	0,1033	0,82	629,8	16,4	632,8	5,3	633,7	5,0	0,71	101
024-Z16	0,00	206,91	166,84	336829	6,3455	1,37	0,3704	1,18	2018,0	12,5	2024,8	12,0	2031,4	20,5	0,85	101
025-Z17	0,07	292,42	67,69	23916	0,8850	1,37	0,1033	1,02	677,9	19,6	643,7	6,6	634,0	6,2	0,73	94
026-Z18	0,00	198,13	208,73	468671	6,1158	1,69	0,3528	0,88	2039,0	25,6	1992,5	14,8	1948,0	14,7	0,69	96
027-Z19	0,02	239,29	29,43	100548	1,1180	1,16	0,1215	0,86	829,3	16,1	762,0	6,2	739,3	6,0	0,72	89
028-Z20	0,01	244,48	109,78	277181	4,4123	1,29	0,3047	1,02	1714,6	14,3	1714,6	10,6	1714,6	15,4	0,78	100
029-Z21	0,03	120,90	52,19	54591	0,8278	1,58	0,0983	1,16	641,6	23,0	612,4	7,3	604,5	6,7	0,72	94
030-Z22	0,21	232,53	189,86	8516	0,8668	2,10	0,0987	1,04	730,9	38,1	633,9	9,8	607,0	6,0	0,68	83
033-Z23	0,03	74,97	37,47	67436	0,9054	1,97	0,1053	1,41	687,1	29,2	654,6	9,5	645,2	8,7	0,71	94
034-Z24	0,02	189,73	74,39	79563	0,9426	1,37	0,1116	1,03	648,1	19,4	674,2	6,7	682,1	6,7	0,74	105
037-Z27	0,01	47,05	102,41	166473	5,7927	1,23	0,3543	0,90	1934,8	14,8	1945,3	10,6	1955,2	15,2	0,72	101
038-Z28	0,02	176,71	50,09	90065	0,9335	1,33	0,1074	1,08	708,9	16,5	669,5	6,5	657,8	6,7	0,80	93
040-Z30	0,02	191,23	32,79	95393	0,9376	1,71	0,1098	1,12	672,2	27,7	671,6	8,4	671,5	7,2	0,78	100
043-Z31	0,04	304,64	77,72	41153	1,1328	1,60	0,1250	1,09	798,3	24,5	769,1	8,6	759,1	7,8	0,67	95
044-Z32	0,00	314,70	180,13	612841	4,3753	1,27	0,2989	1,02	1734,9	13,9	1707,7	10,5	1685,6	15,2	0,79	97
045-Z33	0,02	145,22	53,63	88403	0,8482	1,31	0,1016	1,02	622,2	17,7	623,7	6,1	624,1	6,1	0,76	100
046-Z34	0,01	165,55	73,59	167682	5,5341	1,42	0,3200	0,95	2035,0	18,8	1905,9	12,2	1789,6	14,8	0,78	88
049-Z37N	0,02	133,50	75,06	67831	2,0616	1,55	0,1830	1,15	1238,4	20,5	1136,2	10,6	1083,4	11,5	0,73	87
054-Z38	0,03	55,81	29,56	52123	4,7214	1,30	0,3127	0,98	1791,3	15,5	1771,0	10,9	1753,9	15,1	0,74	98
055-Z39	0,01	658,94	100,37	266117	0,8682	1,32	0,1051	1,17	599,9	13,5	634,6	6,2	644,4	7,2	0,88	107
056-Z40	0,01	257,34	130,54	165505	0,8791	1,57	0,1047	1,08	635,6	24,6	640,5	7,5	641,9	6,6	0,82	101

(continua...)

Tabela 4. Continuação.

Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Razões isotópicas					Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)					Conc (%)	
					207/235	1 σ (%)	206/238	1 σ (%)	207/206	1 σ	207/235	1 σ	206/238	1 σ		rho
057-Z41	0,02	206,57	23,03	106957	0,8762	1,17	0,1040	0,88	643,3	16,5	638,9	5,5	637,7	5,4	0,73	99
058-Z42	0,00	109,52	53,23	404636	6,9111	1,21	0,3664	1,00	2187,0	11,8	2100,1	10,8	2012,5	17,4	0,81	92
060-Z44	0,01	217,44	57,31	196137	0,8202	2,28	0,0974	1,40	642,7	38,5	608,2	10,4	599,0	8,0	0,80	93
063-Z45	0,03	137,97	49,97	65183	0,8160	2,06	0,0981	1,77	616,4	22,6	605,8	9,4	603,0	10,2	0,86	98
064-Z46	0,02	59,41	29,65	67826	4,2588	1,88	0,2836	1,31	1781,3	24,6	1685,4	15,4	1609,5	18,6	0,69	90
065-Z47	0,02	281,76	116,27	109681	0,8151	1,29	0,0947	0,99	689,3	17,6	605,3	5,9	583,1	5,5	0,75	85
067-Z49	0,01	468,03	120,09	205045	0,7706	1,28	0,0939	1,04	585,0	16,4	580,1	5,7	578,8	5,8	0,80	99
068-Z50	0,01	123,50	54,73	202436	3,2055	1,28	0,2469	0,97	1511,1	15,8	1458,5	9,9	1422,6	12,3	0,74	94
069-Z51	0,00	220,08	19,61	408631	5,5955	1,44	0,3322	1,11	1988,3	16,3	1915,4	12,4	1848,8	17,9	0,76	93
070-Z52N	0,03	122,68	55,85	63930	0,7419	3,26	0,0893	1,48	613,7	62,8	563,5	14,1	551,1	7,8	0,68	90
074-Z53	0,00	177,73	62,94	433216	12,8498	1,43	0,5111	1,02	2674,2	16,5	2668,7	13,4	2661,4	22,3	0,70	100
075-Z54	0,00	273,53	98,20	410451	6,4477	1,83	0,3530	1,61	2131,3	15,5	2038,8	16,1	1948,7	27,0	0,87	91
076-Z55	0,04	54,11	18,42	44066	0,8570	3,54	0,1000	1,89	678,5	64,1	628,5	16,6	614,7	11,1	0,76	91
077-Z56	0,02	104,32	49,40	77338	0,8559	1,81	0,1022	1,40	629,6	24,6	627,9	8,5	627,4	8,4	0,77	100
079-Z58N	0,00	313,97	230,59	375349	5,9354	1,53	0,3329	1,08	2088,5	19,1	1966,4	13,3	1852,5	17,4	0,69	89
086-Z60	0,01	134,34	90,63	126433	7,4506	1,78	0,4060	1,24	2139,2	22,3	2167,1	15,9	2196,6	23,0	0,84	103
087-Z61	0,02	52,50	22,38	81475	4,4724	1,75	0,3012	1,42	1760,7	18,7	1725,9	14,6	1697,3	21,2	0,81	96
088-Z62	0,01	231,09	66,60	118239	0,9433	1,48	0,1084	1,14	712,7	20,1	674,6	7,3	663,2	7,2	0,76	93
089-Z63	0,05	61,59	58,18	34349	0,8824	2,65	0,1005	1,93	730,1	38,4	642,3	12,6	617,6	11,4	0,72	85
090-Z64	0,04	101,88	36,72	46098	0,9051	3,22	0,1042	1,50	707,3	60,7	654,4	15,5	639,2	9,1	0,70	90
093-Z65	0,02	352,16	119,11	94457	4,9885	1,48	0,2973	1,21	1981,4	15,3	1817,4	12,5	1677,8	17,8	0,81	85
095-Z67	0,01	86,71	38,99	142648	4,3301	1,74	0,2911	1,43	1763,8	18,0	1699,1	14,3	1647,1	20,8	0,82	93
096-Z68N	0,00	381,03	166,00	755726	9,4360	1,42	0,4191	1,01	2489,9	16,8	2381,3	13,0	2256,6	19,3	0,83	91
097-Z68B	0,00	463,02	124,99	757772	9,1461	1,25	0,4075	1,00	2484,6	12,6	2352,7	11,4	2203,7	18,7	0,79	89
098-Z69	0,02	170,67	85,62	78789	0,7925	1,45	0,0936	1,17	654,6	18,3	592,6	6,5	576,5	6,4	0,80	88
099-Z70	0,01	299,74	123,68	125130	0,8956	1,55	0,1048	1,16	673,9	22,1	649,4	7,4	642,4	7,1	0,73	95

Tabela 5. Dados analíticos U-Pb ICP-MS da amostra TB-83.

Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	Razões isotópicas				Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)				Conc (%)			
					1σ (%)	207/235	206/238	1σ (%)	207/206	1σ	207/235	1σ		206/238	1σ	rho
004-Z1	0,00	193,83	74,44	307794	5,0853	0,89	0,3454	0,80	1745,1	7,2	1833,7	7,6	1912,7	13,2	0,88	110
005-Z2	0,44	57,78	21,12	3987	1,1246	1,84	0,1235	1,15	807,6	29,7	765,2	9,8	750,7	8,2	0,61	93
009-Z4	0,08	60,64	39,62	22614	1,0184	1,51	0,1184	1,03	686,5	23,7	713,1	7,8	721,6	7,0	0,66	105
011-Z6	0,02	344,83	47,91	58941	7,3017	1,24	0,4156	0,99	2062,8	13,2	2149,0	11,1	2240,4	18,7	0,78	109
012-Z7	0,09	224,06	109,83	17800	3,7555	0,97	0,2728	0,68	1621,4	12,8	1583,3	7,7	1554,9	9,4	0,76	96
015-Z8	0,02	249,82	105,03	96005	4,4935	1,13	0,2748	0,93	1935,5	11,3	1729,8	9,4	1564,9	13,0	0,81	81
016-Z9	0,29	105,08	59,42	5379	5,4680	1,13	0,3254	0,83	1983,9	13,3	1895,6	9,6	1816,0	13,2	0,72	92
017-Z10	0,01	132,74	95,76	201538	20,2640	1,44	0,6596	1,30	3001,1	10,1	3104,0	13,9	3265,7	33,2	0,89	109
018-Z11	0,05	62,58	19,43	33034	1,0514	3,37	0,1138	1,53	838,0	61,4	729,6	17,4	694,8	10,1	0,70	83
021-Z12	0,03	60,01	35,15	53275	7,0458	1,37	0,3966	1,12	2082,4	13,8	2117,2	12,2	2153,2	20,5	0,81	103
022-Z13	0,06	66,39	12,03	29115	0,9645	2,08	0,1124	1,59	682,0	28,6	685,6	10,3	686,7	10,3	0,76	101
023-Z14	0,16	74,27	30,25	11002	0,8171	2,78	0,1000	1,90	577,3	43,3	606,4	12,6	614,3	11,1	0,68	106
034-Z21	0,04	105,72	45,40	47256	0,9108	1,28	0,1079	1,00	646,2	17,1	657,5	6,2	660,8	6,3	0,77	102
035-Z22	0,02	38,01	16,82	55251	17,2312	1,29	0,6007	1,08	2890,3	11,6	2947,8	12,4	3032,7	26,0	0,82	105
036-Z23B	0,06	187,91	173,44	31511	0,7931	1,53	0,0953	0,89	615,6	26,8	592,9	6,9	587,0	5,0	0,76	95
039-Z23N	0,02	118,68	51,22	100102	0,7447	1,57	0,0933	1,15	526,2	23,6	565,2	6,8	574,9	6,3	0,72	109
040-Z24	0,01	87,73	16,10	103314	6,5393	1,37	0,3811	1,19	2020,9	12,2	2051,2	12,1	2081,5	21,1	0,86	103
041-Z25	0,06	79,53	64,42	29355	0,7897	2,19	0,0975	1,56	556,5	33,2	591,0	9,8	600,0	8,9	0,70	108
046-Z28	0,10	100,76	64,83	17074	0,8461	1,85	0,1004	1,19	642,9	30,2	622,5	8,6	616,9	7,0	0,63	96
047-Z29	0,02	54,90	34,50	93751	7,1110	1,25	0,4046	1,00	2063,2	13,2	2125,4	11,1	2190,4	18,6	0,79	106
053-Z32	0,05	134,26	28,93	36788	1,1132	2,04	0,1278	1,61	713,4	26,7	759,7	10,9	775,5	11,7	0,78	109
057-Z34	0,02	52,10	20,01	73545	4,3130	1,53	0,2895	1,17	1766,7	18,1	1695,9	12,6	1639,1	16,9	0,75	93
059-Z36	0,11	55,79	17,37	15382	1,9039	2,32	0,1812	1,64	1100,2	32,8	1082,4	15,5	1073,7	16,3	0,70	98
064-Z39	0,02	154,99	50,94	86050	6,6135	0,93	0,3833	0,72	2030,7	10,6	2061,2	8,2	2091,8	12,8	0,73	103
065-Z40	0,04	12,14	8,28	32233	22,9950	2,27	0,6696	1,67	3178,9	24,4	3226,7	22,1	3304,2	43,3	0,73	104
066-Z41	0,05	146,29	86,34	37899	1,0705	2,09	0,1218	1,07	732,5	38,1	739,0	11,0	741,2	7,5	0,72	101
071-Z44	0,32	28,80	7,49	5541	1,0761	4,29	0,1149	2,43	866,1	71,6	741,7	22,3	701,2	16,2	0,56	81
077-Z48	0,01	79,15	17,47	115038	13,9630	1,24	0,5132	1,06	2804,1	10,5	2747,2	11,8	2670,5	23,2	0,84	95
078-Z49	0,87	146,64	54,67	2026	0,9371	2,35	0,1053	1,06	759,7	43,4	671,3	11,5	645,3	6,6	0,67	85

(continua...)

Tabela 5. Continuação.

Número do Spot	f(206) %	U (ppm)	Th (ppm)	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	Razões isotópicas				Idades aparentes Pb/Pb e U/Pb (Ma)				rho	Conc (%)		
					207/235	1 σ (%)	206/238	1 σ (%)	207/206	1 σ	207/235	1 σ			206/238	1 σ
081-Z50	0,14	50,49	27,63	12433	0,9476	4,00	0,1097	2,87	695,4	58,1	676,8	19,6	671,3	18,3	0,72	97
084-Z53	0,06	97,49	70,08	31160	0,9140	3,07	0,1046	1,53	720,3	56,5	659,2	14,9	641,4	9,4	0,73	89
087-Z54	0,06	46,98	23,43	27016	1,3145	3,70	0,1358	2,59	934,9	54,1	852,1	21,3	820,6	20,0	0,70	88
089-Z56	0,01	78,76	28,52	217098	13,4447	1,80	0,4982	1,48	2790,9	16,6	2711,4	17,0	2606,1	31,8	0,82	93
093-Z58	0,00	168,95	38,25	333234	13,4976	1,94	0,5062	1,59	2771,4	18,4	2715,1	18,4	2640,2	34,4	0,81	95
094-Z59	0,13	60,56	12,79	13950	1,0534	2,44	0,1152	1,83	815,7	33,3	730,6	12,6	703,1	12,2	0,75	86
103-Z62	0,02	258,04	183,15	102557	0,8387	0,84	0,1000	0,61	632,4	12,4	618,5	3,9	614,7	3,6	0,67	97
104-Z63	0,20	111,11	77,23	8725	0,7078	2,70	0,0843	0,93	634,4	53,5	543,4	11,3	522,0	4,7	0,55	82
108-Z65	0,42	722,73	104,94	4270	0,8514	1,07	0,0993	0,84	681,1	14,0	625,4	5,0	610,1	4,9	0,77	90
109-Z66	0,01	228,19	80,87	231511	6,8581	0,99	0,3863	0,79	2080,9	10,3	2093,3	8,7	2105,8	14,3	0,78	101
115-Z70	0,06	82,26	36,10	30556	1,3193	0,98	0,1369	0,72	925,5	13,6	854,2	5,7	827,0	5,6	0,70	89
119-Z72	0,03	451,42	183,07	55072	6,6135	0,93	0,3823	0,76	2035,3	9,5	2061,1	8,2	2087,1	13,5	0,79	103
120-Z73	0,02	83,60	69,17	78650	0,8420	1,32	0,1004	0,95	632,7	19,7	620,3	6,1	616,9	5,6	0,70	97
121-Z74	0,01	167,59	9,32	188300	1,0254	1,18	0,1192	0,95	687,7	15,0	716,6	6,1	725,9	6,5	0,79	106
122-Z75	0,00	238,56	41,35	467253	6,2080	0,98	0,3576	0,69	2041,5	12,2	2005,6	8,5	1970,9	11,8	0,72	97
125-Z76	0,58	196,13	43,13	3055	0,9914	1,32	0,1134	0,84	722,5	21,3	699,4	6,6	692,3	5,6	0,61	96
126-Z77	0,04	200,84	62,55	46899	0,9086	1,12	0,1028	0,88	745,0	14,6	656,3	5,4	630,8	5,3	0,77	85
127-Z78	0,00	113,52	68,46	381569	7,2091	0,83	0,4079	0,59	2073,0	10,3	2137,6	7,4	2205,5	11,0	0,65	106
128-Z79N	0,04	321,64	192,49	36793	5,3095	3,48	0,3238	0,78	1940,2	60,6	1870,4	29,7	1808,2	12,3	0,38	93
131-Z79B	0,01	212,69	74,70	259502	6,4997	1,05	0,3672	0,82	2075,8	11,4	2045,9	9,2	2016,3	14,2	0,76	97
132-Z80	0,10	36,12	19,67	18066	1,3592	2,67	0,1347	1,74	1018,7	41,0	871,5	15,6	814,8	13,3	0,64	80
133-Z81	0,00	278,76	49,53	542098	6,9876	0,90	0,3907	0,70	2094,1	10,1	2109,9	8,0	2126,1	12,6	0,74	102

Tabela 6. Idades mínimas, máximas e *range* mais frequente de idades neo e paleoproterozoico de cada amostra, considerando a razão das idades Pb^{207}/Pb^{206} .

Principais idades u-pb de zircões detríticos				
Amostra	Mínima (Ma)	Neop. (Ma)	Paleop. (Ma)	Máxima (Ma)
TB-83	526	560-760	1746 / 2076	3227
TB-81	585	610-730	1739 / 2026	2829
TB-32	588	600-770	1761 / 2082	3006
TB-64	552	600-740	2057	2772
TB-27	578	640-800	2051	2778

Os lineamentos NE-SW identificados no arcabouço estrutural da área, paralelos à estruturação da Faixa Paraguai, podem ser correlacionados com as zonas de fraqueza indicadas por Milani e Ramos (1998) como os formadores dos grabens onde depositaram os sedimentos molássicos da Formação Piranhas. A reativação das zonas de falha, sob regime trans-tensivo, induziu a subsidência e, provavelmente, formaram-se depocentros durante o Meso/Neo-Ordoviciano, por causa da propagação dos esforços que ocorreram na margem sudoeste do Continente Gondwana (Ramos, 1988). O regime tectônico compressivo é conhecido como Orogenia Oclóyca, onde se formaram um arco magmático e a proto-Cordilheira dos Andes, decorrente da acreção de terrenos alóctones na margem do Gondwana. Essas estruturas NE-SW, segundo França et al. (1995) e Milani e Ramos (1998), configuram calhas na região central da bacia que alojaram os sedimentos durante o Ordoviciano e Siluriano.

A paleogeografia da Bacia do Paraná durante o ciclo devoniano era similar à sequência ordoviciano-siluriana, depositada em *onlap* sobre o embasamento pré-cambriano e eo-paleozoico no sentido geral de oeste para leste (Bigarella, 1973; Assine et al., 1994). Os sedimentos da Formação Furnas foram depositados em condições transgressivas e apresentam fácies continentais e litorâneas com maior influência marinha para o topo (Assine et al., 1994). As paleocorrentes da formação, apresentadas por Assine (1996), expõem um padrão unimodal para noroeste no leste da área (Figura 9) e uma variação azimutal dos dados, porém com evidência de transporte para oeste na área ocidental de estudo (Figura 10). As paleocorrentes e espessamento das camadas para oeste indicam que os orógenos constituíam terras altas condicionando as linhas de costa e os limites da bacia (Assine, 1996).

A partir dos dados da literatura das datações das rochas do embasamento adjacente à bacia, observam-se compatibilidades com as idades das análises U-Pb das amostras de zircão detrítico da Formação Furnas obtidas pelo método LA-ICP-MS (Figura 15). Os resultados indicam idade máxima de deposição em torno de 540 Ma da Formação Furnas na porção noroeste da bacia. A análise de proveniência feita

a partir das idades dos grãos de zircão indica que a principal contribuição neoproterozoica está associada às rochas do Arco Mágmató de Goiás, tanto para as idades de 770 a 590 Ma, representantes da fase metamórfica e do magmatismo que atingiram o arco magmático, como para as idades de 900 a 800 Ma, dos grãos de zircão, relacionadas à formação do arco nesta idade. Para os grãos com idades mais jovens que 600 Ma, a fonte estimada são os granitos pós-orogênicos formados em ambiente extensional após a principal fase de colisão da Orogenia Brasileira.

A intensa contribuição de grãos provenientes de fontes neoproterozoicas, compatíveis com as rochas do Arco Mágmató de Goiás e com os granitos pós-orogênicos intrudidos no embasamento, também foi reconhecida nas unidades mais antigas que a Formação Furnas, sugerida por Gezat (2011) a partir da análise de proveniência da Formação Vila Maria e Formação Piranhas na região de Arenópolis e Piranhas (GO). Dantas et al. (2009), ao identificar as unidades da Faixa Paraguai, sugerem a proveniência dos sedimentos do topo da sequência advinda das rochas do Arco Mágmató de Goiás, ainda no Neoproterozoico. A contribuição detrítica do Arco Mágmató de Goiás para a formação dos depósitos metassedimentares da Faixa Paraguai e formações Piranhas, Vila Maria e Furnas indica que as rochas do arco foram erodidas ainda no Neoproterozoico até, no mínimo, o Devoniano, quando se depositou a primeira unidade da Supersequência Paraná.

A evidência de rochas-fonte não se faz tão clara para as idades paleoproterozoicas e arqueanas obtidas das análises de zircão detrítico da unidade devoniana estudada. Com idades concordantes paleoproterozoicas em ≈ 1700 , 1900 e 2100 Ma, a proveniência está relacionada a fontes distais, como as intrusões graníticas do Grupo Araí (1770 Ma). Já as idades arqueanas teriam correlação com as idades de 2,85 a 2,7 Ga dos complexos granítico-gnáissico do Maciço de Goiás ou ainda provenientes da erosão das rochas do Cráton Paranapanema. Admite-se aporte de grãos paleoproterozoicos e arqueanos provavelmente associados

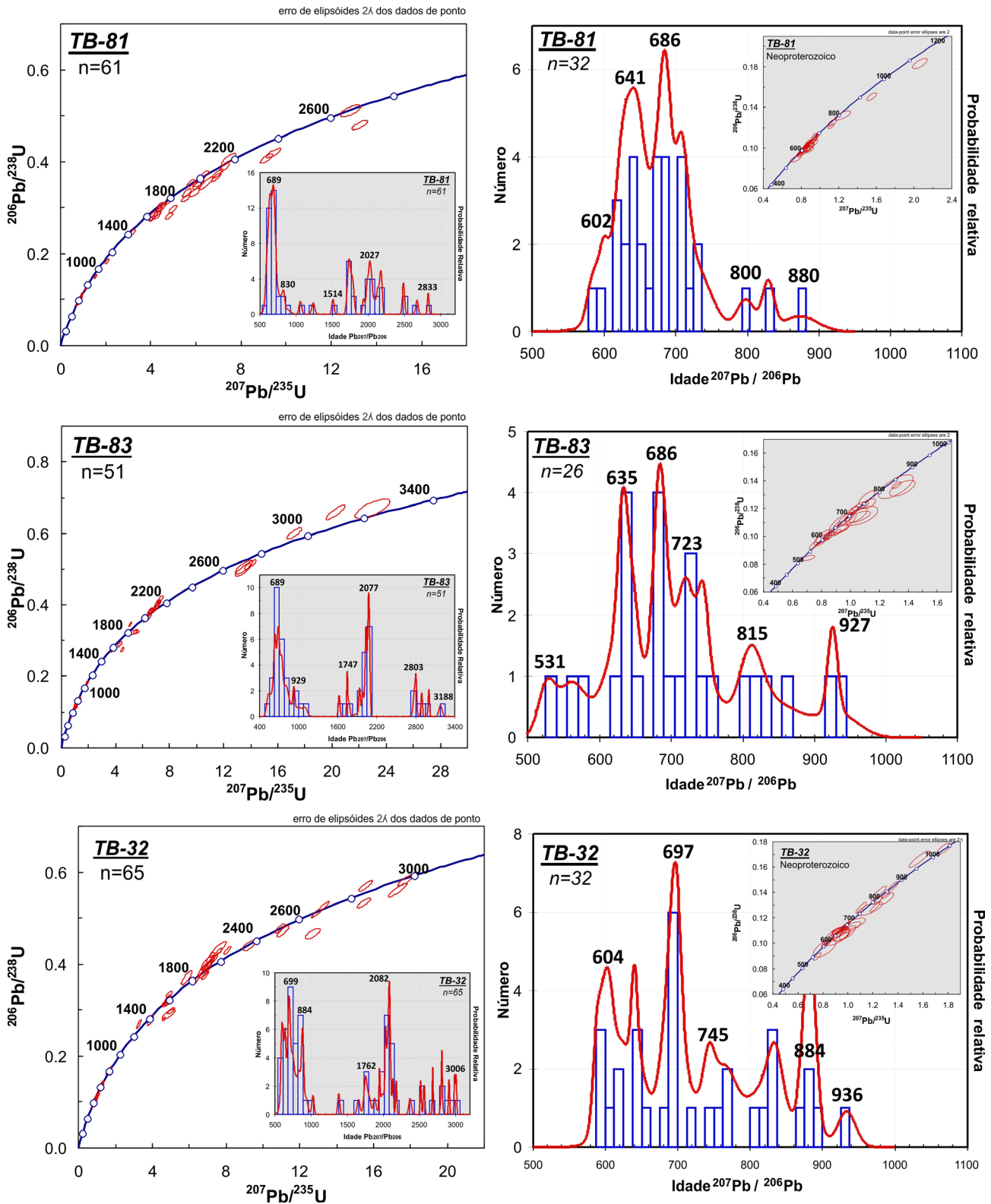


Figura 12. Na esquerda, diagramas concórdia das amostras TB-32, TB-81 e TB-83, com histogramas das idades $\text{Pb}^{207}/\text{Pb}^{206}$, na direita, histogramas de densidade e frequência das idades neoproterozoicas das respectivas amostras.

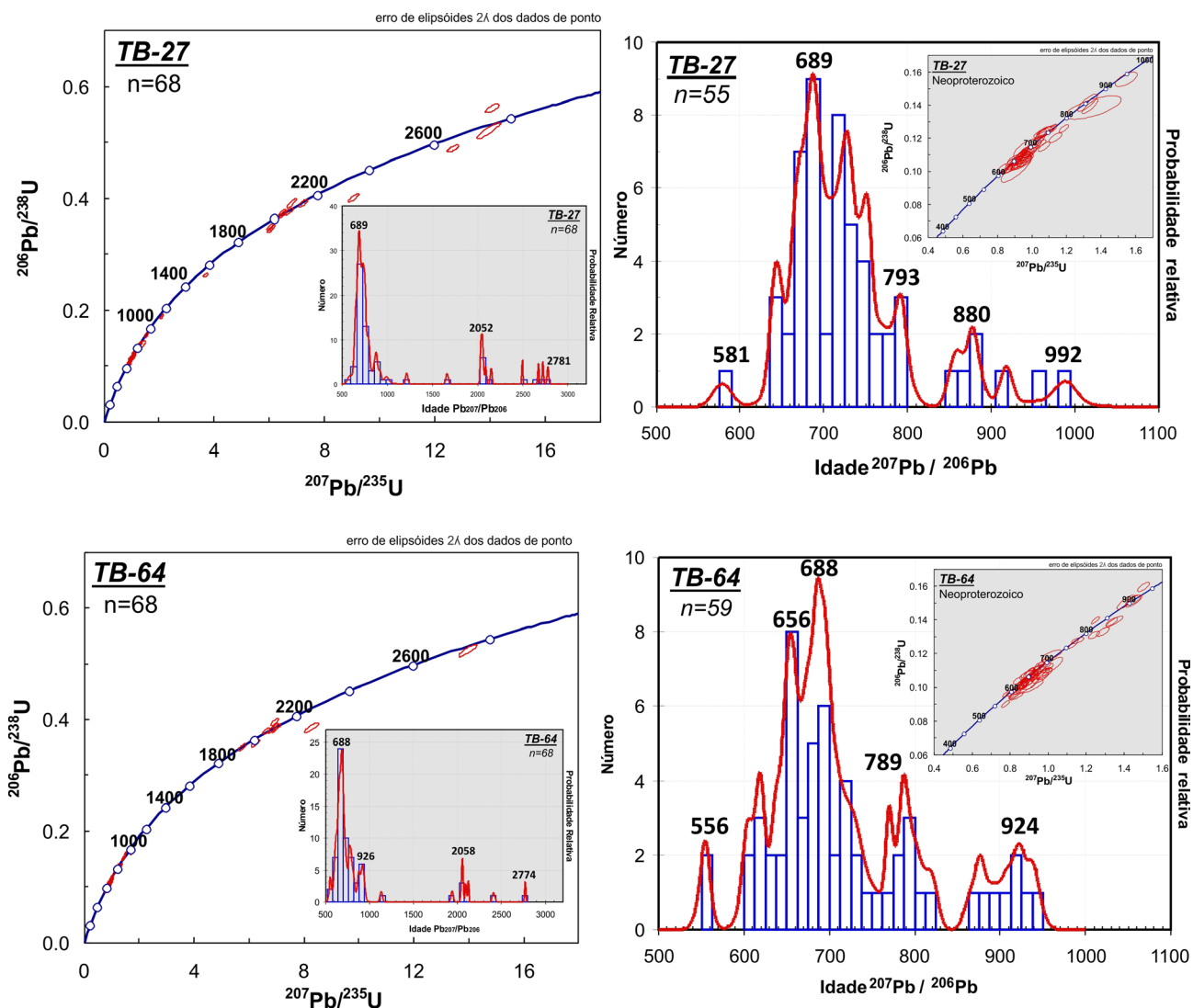


Figura 13. Na esquerda, diagramas concórdia das amostras TB-64 e TB-27, com histogramas das idades $\text{Pb}^{207}/\text{Pb}^{206}$, na direita, histogramas de densidade e frequência das idades neoproterozoicas das respectivas amostras.

a fontes distais, com erosão das faixas de dobramentos brasileiras e/ou do Cráton Parapanema, hoje recoberto totalmente pela bacia.

A ausência de grãos com idades mesoproterozoicas pode estar relacionada à não ocorrência de rochas dessa idade no Arco Magmático de Goiás ou afastamento das possíveis áreas-fonte conhecidas, como as sequências vulcanossedimentares associadas aos complexos bandados de Niquelândia, Barro Alto e Canabrava (1250 Ma) e rochas do Cráton do Amazonas.

As características sedimentares e estratigráficas dos afloramentos descritos indicando fácies de ambientes de leques aluviais/rios entrelaçados, com baixa maturidade textural e mineralógica, anteriormente discutidos por Coimbra et al.

(1995), indicam pouco transporte dos sedimentos, corroborando com a proximidade da área fonte.

CONCLUSÃO

Os novos dados U-Pb dos zircões detriticos apresentados neste estudo permitiram algumas conclusões a respeito da proveniência e paleogeografia da região noroeste da Bacia do Paraná durante a época da deposição da Formação Furnas.

Os granitos pós-orogênicos intrudidos nas unidades da faixa e no arco magmático constituem uma unidade importante do embasamento e compreendem uma das principais fontes de sedimentos para a Formação Furnas.

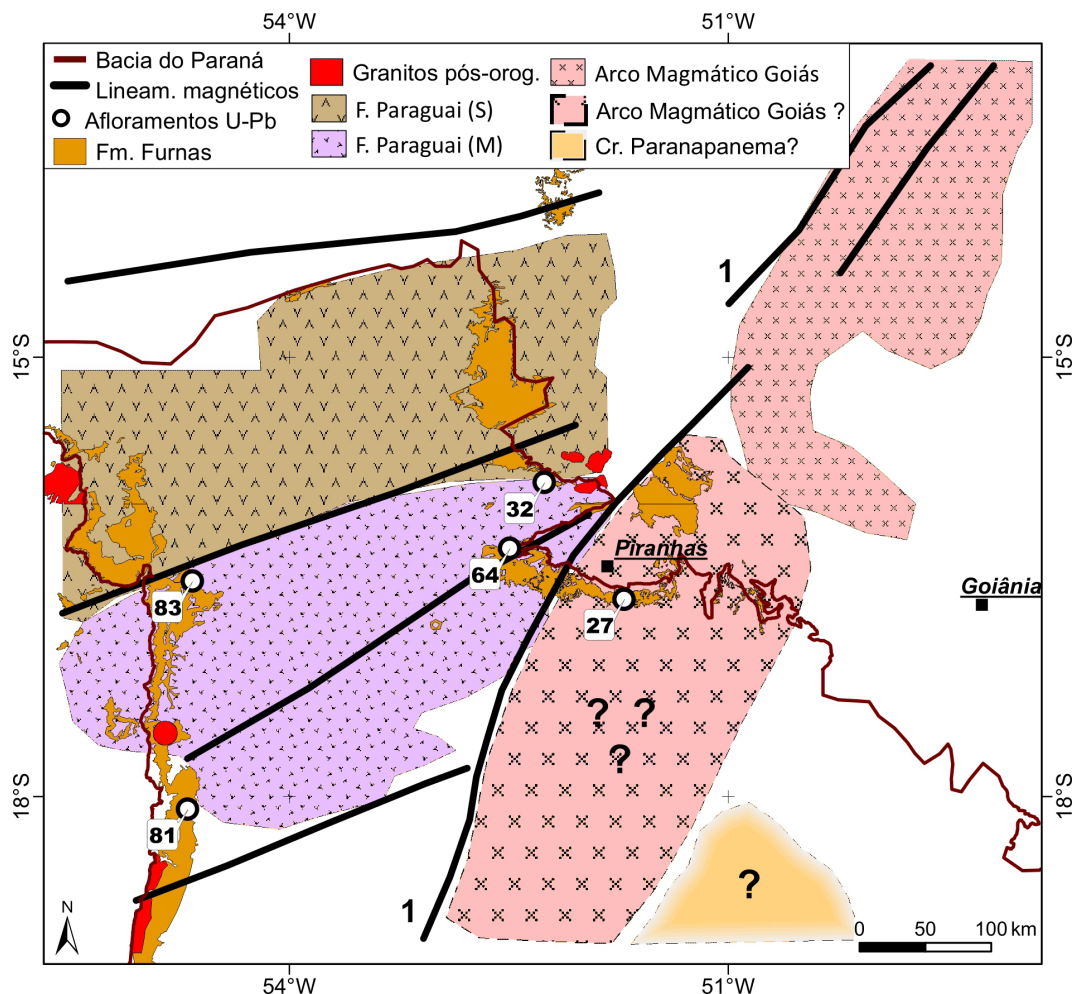


Figura 14. Arcabouço estrutural geofísico do embasamento da área de estudo, com seção aflorante da Formação Furnas e localização das amostras datadas com U-Pb em zircão detrítico.

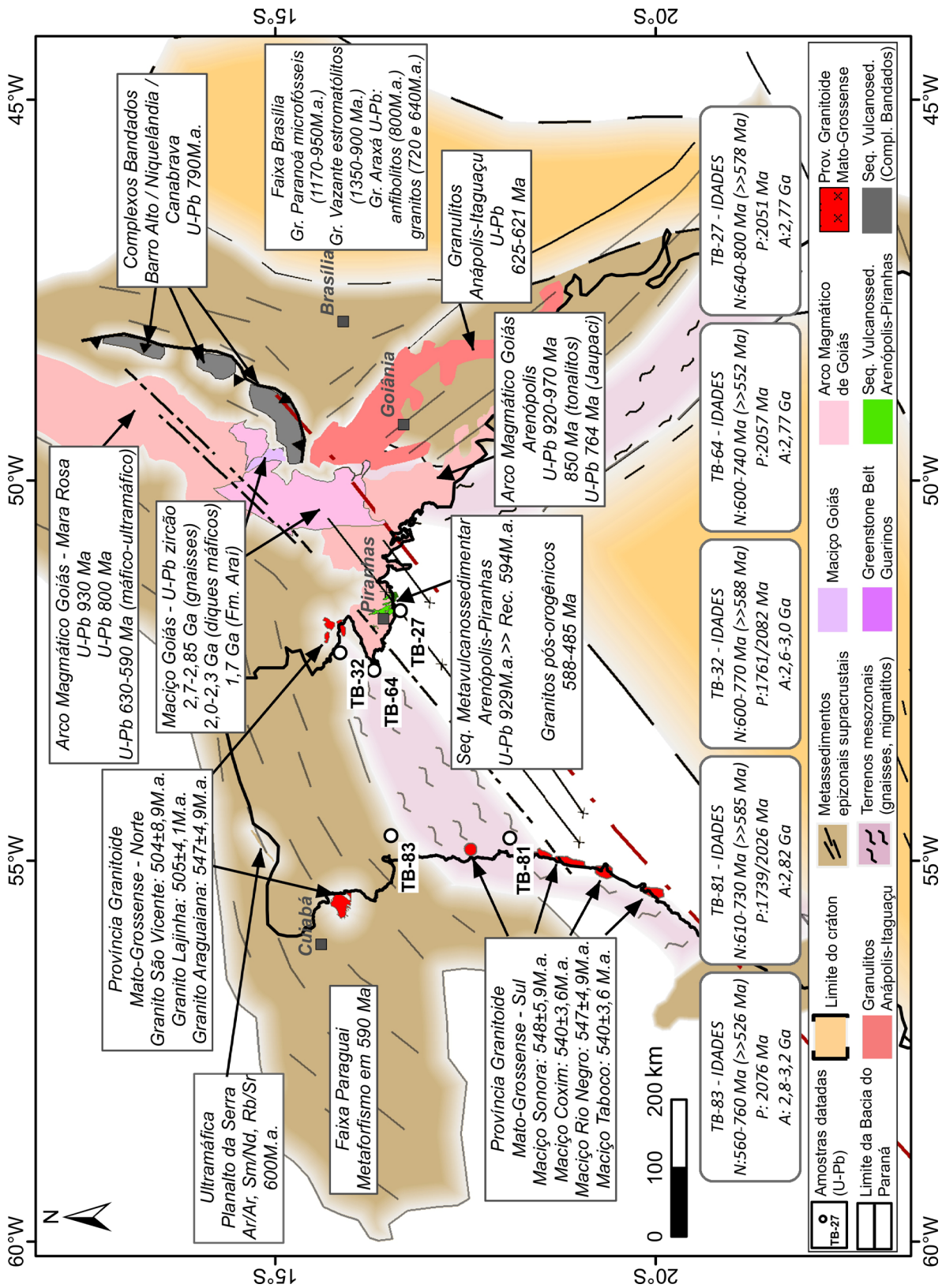
As rochas da Faixa Brasília constituídas pelos metassedimentos, granulitos e complexos bandados localizados a leste e a nordeste da área também podem ser consideradas possíveis áreas-fonte.

As unidades I e II da Formação Furnas apresentam fácies que sugerem ambiente deposicional fluvial com influência transgressiva, com paleocorrentes obtidas nas estratificações cruzadas com padrão de fluxo para noroeste, compatíveis com as paleocorrentes interpretadas por Assine (1996) e Coimbra et al. (1995) na mesma região. Os arenitos médios a grossos da unidade III apresentam paleocorrentes de direção variada, com padrão proeminente para oeste.

As idades U-Pb em zircão detrítico obtidas pelo método LA-ICP-MS das amostras da Formação Furnas indicam idade máxima de deposição em torno de 526 Ma.

As idades mais jovens que 600 Ma dos grãos das amostras TB-64, TB-32, TB-81 e TB-83 oriundos dos granitos pós-orogênicos, bem como os grupos de idades entre 900 e 800 Ma e entre 720 e 600 Ma, referentes aos dois episódios magmáticos que formaram o arco, insinuam a erosão da raiz do arco magmático com as intrusões graníticas mais profundas.

Segundo as indicações das paleocorrentes para noroeste e a principal contribuição neoproterozoica dos grãos constituintes da Formação Furnas, provavelmente a região compreendida pelas rochas do Arco Magmático de Goiás constituía terrenos elevados na porção sudeste da área durante o Devoniano, e a orientação dessas elevações seria nordeste-sudoeste, paralela ao Lineamento Transbrasiliano, e elas representariam o contato do Arco Magmático de Goiás com a Faixa Paraguai, conforme



Fonte: Modificado de Cordani et al. (2009) e Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais (2004).

Figura 15. Mapa do arcabouço estrutural do embasamento com as idades da literatura e obtidas neste trabalho. N: Neoproterozoico; (>) idades mais jovens; P: Paleoproterozoico; A: Arqueano.

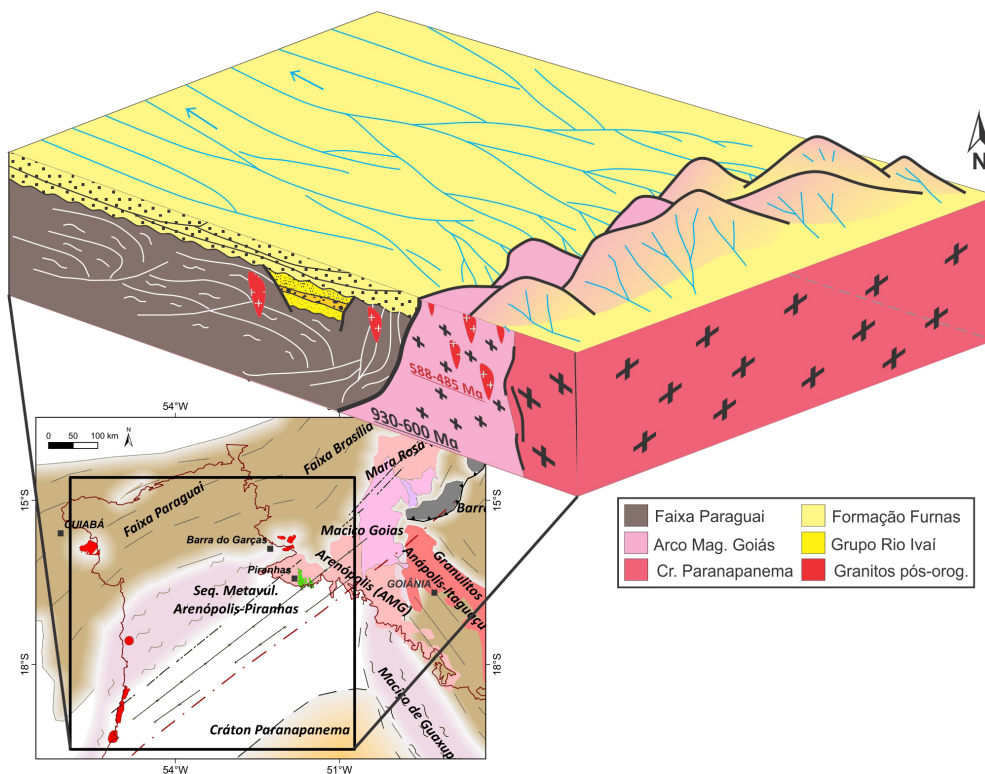


Figura 16. Paleogeografia da área de estudo durante a deposição da Formação Furnas.

o arcabouço estrutural proposto para área de estudo (Figura 16).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a toda equipe do Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília pelo apoio e confecção nas análises U-Pb, em especial o prof. dr. Elton Dantas pela oportunidade de realização das análises para a confecção deste artigo e de outros trabalhos.

REFERÊNCIAS

Albarède, F., Telouk, P., Blichert-Toft, J., Boyet, M., Agraniér, A., Nelson, B. (2004). Precise and accurate isotopic measurements using multiple collector ICPMS. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 68, 2725-2744.

Almeida, F. F. M. (1967). Origem e evolução da plataforma brasileira. *Boletim Divisão Geologia e Mineração*, 241, 36.

Alvarenga, C. J. S., Trompette, R. (1992). Glacially influenced sedimentation in the late Proterozoic of the Paraguay Belt

(Mato Grosso, Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 92, 85-105.

Araújo, V. A., Moreton, L. C. (2008). Unidades litoestratigráficas. In: M. L. O. Moreira, L. C. Moreton, V. A. Araújo, J. V. Lacerda Filho, H. F. Costa (Orgs.), *Geologia de Goiás e Distrito Federal* (43-113). Goiânia: CPRM/SIC – FUNMINERAL.

Assine, M. L. (1996). *Aspectos da estratigrafia das seqüências pré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil*. Tese (Doutorado). São Paulo: Instituto de Geociências – USP.

Assine, M. L., Soares, P. C., Milani, E. J. (1994). Sequências tectono-sedimentares mesopaleozoicas da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 24, 77-89.

Assine, M. L. (1999). Fácies, icnofósseis, paleocorrentes e sistemas deposicionais da Formação Furnas no flanco sudeste da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 29(3), 357-370.

Bigarella, J. L. (1973). Paleocorrentes e deriva continental (comparação entre África e América do Sul). *Boletim Paranaense de Geociências*, 31, 141-224.

- Buhn, B., Pimentel, M. M., Matteini, M., Dantas, E. L. (2009). High spatial resolution analysis of Pb and U isotopes for geochronology by laser ablation multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-MC-ICP-MS). *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 81, 99-114.
- Coimbra, A. M., Riccomini, C., Boggiani, P. C., Gesicki, A. L. (1995). Paleocorrentes do sistema fluvial entrelaçado da Formação Furnas em Mato Grosso do Sul e suas implicações paleotectônicas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 67(4), 520.
- Cordani, U. G., Brito Neves, B. B., Fuck, R. A., Porto, R., Thomaz Filho, A., Cunha, F. M. B. (1984). Estudo preliminar de integração do pré-cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. *Série Ciência-Técnica-Petróleo*, 15, 12-20.
- Cordani, U. G., Sato K., Teixeira, W., Tassinari, C. C. G., Basei, M. A. S. (2000). Crustal evolution of the South American Plataform. In: U. G. Cordani, E. J. Milani, A. Thomaz Filho, D. A. Campos (Orgs.), *Tectonic Evolution of South America*. (v. 1, 19-40). *XXXI International Geological Congress*. Rio de Janeiro: SBG.
- Cordani, U. G., Brito Neves, B. B., Thomaz Filho, A. (2009). Estudo preliminar de integração do pré-cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras (Atualização). *Boletim de Geociências da Petrobras*, 17, 205-219.
- Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais. (2004). *Carta geológica do Brasil ao milionésimo*. Escala 1:1.000.000. Brasília: CPRM.
- Curto, J. B., Vidotti, R. M., Fuck, R. A. R., Blakely, J., Alvarenga, C. J. S., Dantas, E. L. (2014). The tectonic evolution of the Transbrasiliano Lineament in northern Paraná Basin, Brazil, as inferred from aeromagnetic data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 119.
- Dantas, E. L., Alvarenga, C. J. S., Santos, R. V., Pimentel, M. M. (2009). Using Nd isotopes to understand the provenance of sedimentary rocks from a continental margin to a foreland basin in the Neoproterozoic Paraguay Belt, Central Brazil. *Precambrian Research*, 170, 1-12.
- Ferreira, F. J. F., Souza, J., Bongioiolo, A. B. S., Castro, L. G. (2013). Enhancement of the total horizontal gradient of magnetic anomalies using the tilt angle. *Geophysics*, 78, 33-41.
- Ferreira Filho, C. F., Pimentel, M. M., Araujo, S. M., Laux, J. H. (2010). Layered intrusions and volcanic sequences in Central Brazil: Geological and geochronological constraints for Mesoproterozoic (1.25 Ga) and Neoproterozoic (0.79 Ga) igneous associations. *Precambrian Research*, 183, 617-634.
- França, A. B., Milani, E. J., Schneider, R. L., López-Paulsen, O., López-Pugliesi, J. M., Suárez S. R., Santa Ana, H., Wiens, F., Ferreira, O., Rossello, E. A., Bianucci, H. A., Flores, R. F. A., Vistalli, M. C., Fernández-Seveso, F., Fuenzalida, R. P., Mufioz, N. (1995). Phanerozoic correlation in Southern South America. In: A. J. Tankard, R. Suárez Soruco, H. J. Welsink (Eds.), *Petroleum basins of South America* (129-161). Tulsa: American Association of Petroleum Geologists Memoir.
- Fuck, R. A., Pimentel, M. M., D'el Rey, L. J. H. (1994). Compartimentação tectônica da porção oriental da província Tocantins. *XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 1, 215-216. Camboriú: SBG.
- Gezat, J. N. (2011). *Proveniência de rochas sedimentares detríticas do Gráben de Piranhas e comparação com a Formação Vila Maria do Siluriano da Bacia do Paraná*. Trabalho de conclusão de curso. Porto Alegre: Instituto de Geociências – UFRGS.
- Giustina, M. E. S. D., Pimentel, M. M., Ferreira Filho, C. F., Fuck, R. A., Andrade, S. (2011). U-Pb-Hf-trace element systematics and geochronology of zircon from a granulite-facies metamorphosed mafic-ultramafic layered complex in Central Brazil. *Precambrian Research*, 189, 176-192.
- Godoy, A. M., Pinho, F. E. C., Manzano, J. C., Araújo, L. M. B., Silva, J. A., Figueiredo, M. (2010). Estudos isotópicos das rochas granitoides neoproterozoicas da faixa de dobramento Paraguai. *Revista Brasileira de Geociências*, 40(3), 380-391.
- Jackson, S. E., Pearson, N. J., Griffina, W. L., Belousova, E. A. (2004). The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U Pb zircon geochronology. *Chemical Geology*, 211, 47-69.
- Junges, S. L., Pimentel, M. M., Dantas, E. L., Laux, J. H. (2003). New ID-TIMS U-Pb ages in the western portion of the Mara Rosa Arc: two hundred million years of arc building. *IV South American Symposium on the Isotope Geology*, v. 1, 198-201. Salvador.
- Laux, J. H., Pimentel, M. M., Dantas, E. L., Armstrong, R., Armele, A. (2003a). New U-Pb data for orthogenesis of the Neoproterozoic Goiás Magmatic Arc, central Brazil. *II South American Symposium on Isotope Geology*, v. 4, 579-582. Salvador.

- Laux, J. H., Pimentel, M. M., Dantas, E. L., Armstrong, R., Armele, A., (2003b). Mafic magmatism associated with the Goiás Magmatic Arc in Anicuns-Go, central Brazil: New ID-TIMS and SHRIMP U-Pb data. *II South American Symposium on Isotope Geology*, v. 4, 575-578. Salvador.
- Laux, J. H., Pimentel, M. M., Dantas, E. L., Armstrong, R., Armele, A., Nilson, A. A. (2004). Mafic magmatism associated with the Goiás Magmatic Arc in the Anicuns region, Goiás central Brazil: Sm-Nd isotopes and new ID-TIMS and SHRIMP U-Pb data. *Journal of South American Earth Sciences*, 16(7), 599-614.
- Laux, J. H., Pimentel, M. M., Dantas, E. L., Armstrong, R., Junges, S. L. (2005). Two neoproterozoic crustal accretion events in the Brasília belt, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 18, 183-198.
- Ludwig, K. R. (2003). *Isoplot 3.0. A geochronological toolkit for Microsoft Excel*. Berkeley: Berkeley Geochronology Center.
- Mantovani, M. S. M., Quintas, M. C. L., Shukowsky, W., Neves, B. B. (2005). Delimitation of the Paranapanema Proterozoic block: a geophysical contribution. *Episodes*, 28, 18-22.
- Matteini, M., Junges, S. L., Dantas, E. L., Pimentel, M. M., Buhn, B. (2010). In situ zircon U-Pb and Lu-Hf isotope systematic on magmatic rocks: insights on the crustal evolution of the Neoproterozoic Goiás Magmatic Arc, Brasília belt, Central Brazil. *Gondwana Research*, 17, 1-12.
- Matteini, M., Dantas, E. L., Pimentel, M. M., Alvarenga, C. J. S., Dardenne, M. A., (2012). U-Pb and Hf isotope study on detrital zircons from the Paranoá Group, Brasília Belt, Brazil: Constraints on depositional age at Mesoproterozoic-Neoproterozoic transition and tectono-magmatic events in the São Francisco craton. *Precambrian Research*, 206-207, 168-181.
- Milani, E. J., Ramos, V. A. (1998). Orogenias paleozoicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 28, 473-484.
- Milani, E. J., Assine, M. L., Soares, P. C., Daemon, R. F. (1994). A sequência ordovício-siluriana da Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 9, 301-320.
- Milani, E. J., Melo, J. H. G., Souza, P. A., Fernandes, L. A., França, A. B. (2007). Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2), 265-287.
- Oliveira, F. V., Oliveira, I. L., Zacchi, E. N. P., Lima, B. A. F., Dantas, E. L., Pimentel, M. M. (2014). PAD zircon as an internal standard for LA-MC-ICP-MS U-Pb geochronology: evaluation and constraints. *IX South American Symposium on Isotope Geology*, v. 1. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia.
- Pimentel, M. M., Fuck, R. A. (1992). Neoproterozoic crustal accretion in Central Brazil. *Geology*, 20(4), 375-379.
- Pimentel, M. M., Heaman, L., Fuck, R. A. (1991). U-Pb zircon and sphene geochronology of Late Proterozoic volcanic arc rock units from southwestern Goiás, central Brazil. *Journal of South American Earth Science*, 4, 295-305.
- Pimentel, M. M., Fuck, R. A., Alvarenga, C. J. S. (1996). Post-Brasiliano (Pan-African) high-K granitic magmatism in Central Brazil: the role of late Precambrian-early Paleozoic extension. *Precambrian Research*, 80, 217-238.
- Pimentel, M. M., Whitehouse, M. J., Viana, M. G., Fuck, R. A., Machado, N. (1997). The Mara Rosa Arc in the Tocantins province: further evidence for Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Precambrian Research*, 81, 299-310.
- Pimentel, M. M., Fuck, R. A., Botelho, N. F. (1999). Granites and the geodynamic history of the Neoproterozoic Brasília Belt, Central Brazil: a review. *Lithos*, 46(3), 463-483.
- Pimentel, M. M., Fuck, R. A., Jost, H., Ferreira Filho, C. F., Araujo, S. M. (2000). The basement of the Brasília Fold Belt and the Goiás Magmatic Arc. In: U. G. Cordani, E. J. Milani, A. Thomaz Filho, D. A. Campos (Eds.), *Tectonic Evolution of South America* (v. 1, 195-229). *XXXI International Geological Congress*. Rio de Janeiro: SBG.
- Pimentel, M. M., Hollanda, M. H. B. M., Armstrong, R. (2003). SHRIMP U-Pb age and Sr-Nd isotopes of the Morro do Baú mafic intrusion: implications for the evolution of the Arenópolis volcano-sedimentary sequence, Goiás Magmatic Arc. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 75(3), 331-339.
- Pimentel, M. M., Ferreira Filho, C. F., Armstrong, R. A. (2004). SHRIMP U-Pb and Sm-Nd ages of the Niquelândia Layered Complex: Meso (1.25 Ga) and Neoproterozoic (0.79 Ga) extensional events in Central Brazil. *Precambrian Research*, 132, 132-135.
- Piuzana, D., Pimentel, M. M., Fuck, R. A., Armstrong, R. (2003). Neoproterozoic granulite facies metamorphism and coeval granitic magmatism in the Brasília Belt, central Brazil: Regional implications of the new SHRIMP

U-Pb and Sm-Nd data. *Precambrian Research*, 125, 245-273.

Quintas, M. C. L., Mantovani, M. S. M., Zalán, P. V. (1999). Contribuição ao estudo da evolução mecânica da bacia do Paraná. *Revista Brasileira da Geociências*, 29(2), 217-226.

Ramos, V. A. (1988). Late Proterozoic-early Paleozoic of South America: a collisional history. *Episodes*, 11(3), 168-174.

Rodrigues, J. B., Pimentel, M. M., Buhn, B., Matteini, M., Dardenne M. A., Alvarenga, C. J. S., Armstrong, R. A. (2012). Provenance of the Vazante Group: New U-Pb,

Sm-Nd, Lu-Hf isotopic data and implications for the tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt. *Gondwana Research*, 21, 439-450.

Schobbenhaus, C., Ribeiro, C. L., Oliva, L. A., Takanohashi, J. T., Lindenmayer, A. G., Vasconcelos, J. C., Orlandi, V. (1975). Folha Goiás SD.22, with explanatory text. In: C. Schobbenhaus (Ed.). *Carta geológica do Brasil ao milionésimo*. Brasília: DNPM.

Zalán, P. V., Wolf, S., Astolfi, M. A. M., Vieira, I. S., Conceição, J. C. J., Appi, V. T., Neto, E. V. S., Cerqueira, J. R., Marques, A. (1990). The Paraná Basin, Brazil. *Interior cratonic basins (681-707)*. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Memoir 51.