

Coberturas cratônicas proterozoicas do Brasil

Proterozoic cratonic sheets of Brazil

Alexandre Uhlein

resumo

No Brasil destacam-se dois crátons brasileiros - o cráton amazônico, na Região Norte, e o Cráton do São Francisco, que ocorre na Região Centro-Leste. Bacias cratônicas proterozoicas são depósitos sedimentares ou vulcanossedimentares sub-horizontais, situadas no interior destes crátons e que se desenvolveram no Paleoproterozoico (2,5-1,6 Ga), Mesoproterozoico (1,6-1,0 Ga) e/ou Neoproterozoico (1,0 Ga a 540 Ma). No cráton amazônico destacam-se as coberturas paleo-mesoproterozoicas do Supergrupo Roraima (escudo das Guianas), assim como o Grupo Beneficente, Grupo Gorotire, formações Dardanelos e Palmeiral, no escudo do Brasil Central. Constituem-se em bacias rifte alongadas segundo WNW-ESE, com vulcânicas ácidas-intermediárias, sedimentos continentais na base (sistemas deposicionais de leque aluvial, fluvial) com importante fase(s) transgressiva(s) no topo, representada por sedimentos marinhos platformais (metacalcários, metarenitos com estratificações *hummocky*). No Cráton do São Francisco ocorrem as coberturas paleo-mesoproterozoicas do Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais e Bahia, assim como do Grupo Araí, no estado de Goiás. Mostram um desenvolvimento estratigráfico semelhante, com metavulcânicas ácidas-intermediárias e metassedimentos de sistemas continentais na base e marinhos platformais no topo. Representam bacias tipo rifte-*sag* alongadas na direção N-S, com importante fase distensional, subsidência inicial mecânica, sedimentação de leques aluviais, fluvial e lacustre e, posteriormente, subsidência térmico-flexural, com sedimentação marinha, sob influência de ondas e marés. Fases de reativação distensional e sedimentação fluvial podem ocorrer, para o topo, principalmente no Supergrupo Espinhaço, na região da Chapada Diamantina (Bahia).

Estas bacias rifte-*sag* foram parcialmente invertidas e soerguidas, formando regiões de grande beleza natural. Coberturas neoproterozoicas ocorrem em grande extensão no Cráton do São Francisco – Bacia do São Francisco (Grupo Bambuí) e de maneira muito subordinada na borda sudeste do cráton amazônico, junto à Faixa Paraguai (Grupo Araras). Estas bacias apresentam importante sedimentação glacial recorrente e sedimentos pelito-carbonáticos, às vezes estromatolíticos. Esta alternância de sedimentos glaciais e carbonatos é frequente e relacionada à teoria do *Snow Ball Earth*. Na Bacia do São Francisco, no Grupo Bambuí, observa-se, na base, a Formação Jequitaí (Minas Gerais e Goiás) e a Formação Bebedouro (Grupo Una, Chapada Diamantina, BA), ambas representando a sedimentação glacial Marinoana (~630 Ma), preservada na região do Cráton do São Francisco. Acima, a Formação Sete Lagoas (calc Fanerozoico arenitos) mostra características de *cap carbonate* Marinoano. O Grupo Bambuí constitui-se, na maior parte, em uma Bacia de Antepaís (*foreland*) associada ao desenvolvimento orogênico da Faixa de Dobramentos Brasília. Mostra espessuras maiores a oeste, padrão *coarsening upward* e predomínio de sedimentos siliciclásticos imaturos, com proveniência de margem ativa. Na borda do cráton amazônico, na região de Cuiabá (MT), ocorre a Formação Puga, que representa a sedimentação glacial Marinoana (~630 Ma), e o Grupo Araras (dolomitos rosados, calcários cinza), que se constitui num *cap carbonate* Marinoano. Recentemente, foi caracterizado um terceiro evento glacial no Neoproterozoico do Brasil (evento glacial Gaskiers - 580 Ma) na forma de diamictitos que ocorrem acima do Grupo Araras, na borda do cráton amazônico.

Palavras-chave: bacias sedimentares proterozoicas | coberturas cratônicas | riftes | glaciação global | vulcânicas.

abstract

The two major Proterozoic cratons in Brazil are the Amazonian Craton, in the northern region of the country, and the São Francisco Craton, in central-eastern Brazil. Proterozoic cratonic basins are sedimentary or volcano-sedimentary subhorizontal deposits located within these cratons developed in the Paleoproterozoic (2.5-1.6 Ga), Mesoproterozoic (1.6-1.0 Ga) and/or Neoproterozoic (1.0 Ga - 540 Ma). In the Amazonian Craton, Paleo-Mesoproterozoic meta-sedimentary covers crop out to the north, the Paleo-Mesoproterozoic Roraima Supergroup (Guianas shield), and to the south, the Beneficente and Gorotire Groups and the Dardanelos and Palmeiral Formations, located in the Central-Brazil shield. These are elongated, WNW-ESE-trending rift-sag basins with intermediate to acid volcanic rocks, continental sediments at the base (alluvial fans and fluvial deposits) with important transgressive phase(s) to the top represented by shelfal marine sediments (meta-limestones and meta-sandstones with hummocky cross-stratification). In the São Francisco Craton a similar stratigraphic development is observed in the Paleo-Mesoproterozoic Espinhaço Supergroup in Minas Gerais and Bahia States, and in the Araí Group in Goiás State. They represent N-S elongated rift-sag basins with an important extensional phase (initial mechanic subsidence, sedimentation from alluvial fan, fluvial and lacustrine depositional systems) and later thermal-flexural subsidence (marine sedimentation influenced by waves and tides).

Neoproterozoic covers occur in great extension over the São Francisco Craton (São Francisco Basin) constituting the Bambuí Group, and in a small basin -

the Araras Group - in the southern edge of the Amazonian Craton, along the Paraguai Belt. These Neoproterozoic cratonic covers have important recurring glacial and pelitic-carbonate (sometimes stromatolitic) sedimentation. These intercalations of glacial diamictites and warm-water carbonates are frequent in Neoproterozoic successions and can be explained by the Snowball Earth theory. The Marinoan glacial event (~ 635 Ma) is represented in the Bambuí Group by the Jequitaiá Formation (Minas Gerais and Goiás State) and the Bebedouro Formation (Una Group, Chapada Diamantina – Bahia State), with glaciomarine diamictites preserved in the region of the São Francisco Craton. Overlying these units, the Sete Lagoas Formation (calcarenites) shows Marinoan cap-carbonates characteristics. The Bambuí Group is mostly a foreland basin associated to the orogenic development of the Brasília Fold Belt. It shows greater thicknesses towards the Brasília Fold Belt, coarsening-upward pattern and predominance of immature siliciclastic sediments with typical provenance from an active margin. Neoproterozoic covers are also identified in the southern edge of the Amazonian Craton, in the Cuiabá region (Mato Grosso State). The diamictites of the Puga Formation and the pink dolomites and grey limestones of the Araras Group represent the Marinoan glacial event and cap-carbonate sedimentation. Recently, a later Neoproterozoic glacial event in Brazil was characterized - Gaskiers glacial event (~580 Ma), distinguished by glacial diamictites that occur above the Araras Group, on the edge of the Amazonian Craton.

(Expanded abstract available at the end of the paper).

Keywords: proterozoic sedimentary basins | cratonic basins | rifts | snowball earth

introdução

Áreas cratônicas são regiões da crosta da Terra, com diferentes dimensões, que são envolvidas por faixas dobradas, ou seja, regiões orogênicas, de qualquer idade, Pré-cambrianas ou fanerozoicas. No Brasil, que possui faixas dobradas proterozoicas, os crátons são de mesma idade, ou seja, são proterozoicos, mais precisamente neoproterozoicos. Estas áreas cratônicas são regiões poupadas da deformação orogênica, ou seja, regiões da crosta não envolvidas pelos esforços formadores de cadeias de montanhas neoproterozoicas. Existem quatro crátons no Brasil: o Crátón do São Francisco, o crátón amazônico, o crátón de São Luiz, o crátón do Rio de La Plata (Alkmim, 2004). Destes, os maiores e com importante preservação de bacias cratônicas são os crátóns do São Francisco e o crátón amazônico (fig. 1).

Bacias cratônicas são bacias sedimentares ou vulcanossedimentares que ocorrem dentro ou na borda de estruturas cratônicas, geralmente envolvidas por faixas dobradas proterozoicas. No Brasil existem importantes bacias cratônicas paleo-mesoproterozoicas e neoproterozoicas no Crátón do São Francisco e no crátón amazônico. Estas bacias cratônicas apresentam, via de regra, uma estratigrafia que reflete o crescimento crustal proterozoico, com a evolução dos supercontinentes e eventos climáticos significativos, como a progressiva oxigenação da atmosfera. Também estão associadas a um desenvolvimento progressivo de vida no Pré-Cambriano, inicialmente microrganismos unicelulares (algas e bactérias), evoluindo para metazoários complexos, de maior porte, como a Fauna Ediacara (Windley, 1995).

Bacias cratônicas paleo-mesoproterozoicas mostram na base rochas vulcânicas ácidas-intermediárias e sequências sedimentares detríticas constituídas por arenitos ou quartzitos bem selecionados, maduros, com abundantes estruturas sedimentares (estratificações cruzadas, marcas onduladas), depositados em ambientes sedimentares continentais e marinhos, mostrando frequentes intrusões básicas (diabásios e gabros).

Bacias cratônicas neoproterozoicas ocorrem em Minas Gerais e Bahia, com grande expressão – o Grupo Bambuí – e muito localizadamente no Mato Grosso, na borda sul do crátón amazônico, representado pelo Grupo Araras (fig. 1). São constituídas por sequências sedimentares peculiares, com diamictitos de origem glacial e sedimentos siliciclásticos e carbonáticos. O Neoproterozoico permitiu o desenvolvimento de



capas glaciais de grande extensão (conforme a teoria *Snowball Earth*) e carbonatos de capa (*cap carbonates*), representando alternâncias de processos climáticos do tipo *icehouse* e *greenhouse* (Hoffman *et al.*, 1998).

O crátón amazônico ocorre na Região Norte do país, limitado ao sul e sudeste pelas faixas dobradas neoproterozoicas do Paraguai – Araguaia – Tocantins (Tassinari e Macambira, 2004). É constituído por várias coberturas paleo-mesoproterozoicas, tanto no norte (onde também é conhecido como crátón das Guianas), como no sul (designado também como crátón Guaporé). Assim, ao norte, aflora o Supergrupo Roraima, no crátón das Guianas, e o Grupo Beneficente e demais unidades proterozoicas no crátón ou Escudo do Brasil Central (ou ainda crátón Guaporé), porção sul do crátón amazônico (fig. 1).

Coberturas neoproterozoicas no crátón amazônico são pouco desenvolvidas, provavelmente este crátón não foi área subsidente durante o Ciclo Brasileiro. Destaca-se, entretanto, a borda sul, junto à Faixa Paraguai-Araguaia, onde foi depositada a Formação Puga (diamictitos) e o Grupo Araras (carbonatos), durante o Neoproterozoico.

Figura 1

Localização dos crátóns do São Francisco e amazônico, com indicação das bacias cratônicas descritas neste trabalho. Segundo Schobbenhaus *et al.* (1984).

Figure 1

Location of the São Francisco craton and amazon craton with indication of the cratonic basins described in this paper. According to Schobbenhaus *et al.* (1984).

O Cráton do São Francisco corresponde a uma ampla porção da crosta, situado nos estados de Minas Gerais e Bahia, que é envolvido pelas faixas dobradas neoproterozoicas Araçuaí, Brasília, Rio Preto, Riacho do Pontal e Sergipana (Almeida, 1977; Alkmim, 2004). O Cráton do São Francisco mostra coberturas paleo-mesoproterozoicas, da mesma forma que o cráton amazônico. Trata-se do Grupo Araí, que ocorre no limite junto à Faixa Brasília (Dardenne, 1981; Dardenne, 2000), e do Supergrupo Espinhaço (Pedreira, 1997; Uhlein e Chaves, 2003), que ocorre junto à Faixa Araçuaí e também na região da Chapada Diamantina (Bahia). Além das coberturas paleo-mesoproterozoicas, o do São Francisco mostra uma importante cobertura neoproterozoica, o Grupo Bambuí, tanto em Minas Gerais como na Bahia.

coberturas cratônicas paleo-mesoproterozoicas

No Arqueano predominavam bacias vulcanossedimentares marinhas sobre crosta relativamente fina, alto gradiente geotermal e ambientes anóxicos. No Proterozoico ocorreu aglutinação de continentes arqueanos, permitindo o desenvolvimento de supercontinentes, em função de um grande processo de cratonização na história da evolução da Terra (Windley, 1995). Formaram-se então espessas sequências de arenitos quartzosos, depositados sobre os crátons arqueanos estabilizados, mais espessos e com menor gradiente geotermal. Progressivamente ocorreu oxigenação da atmosfera, indicada pela sedimentação continental oxidante, as chamadas *red beds*. Sedimentos quartzosos em bacias tafrogênicas, depositados em ambientes continentais (ambientes fluvial e eólico), passaram a ter grande importância na história da Terra durante o paleomesoproterozoico (Windley, 1995). No Brasil, bacias cratônicas desta idade são representadas pelo Supergrupo Roraima (RR), o Grupo Beneficente (PA), o Grupo Araí (GO) e o Supergrupo Espinhaço (MG-BA).

Supergrupo Roraima

Aflora no norte do estado de Roraima, na divisa com a Venezuela (Reis e Carvalho, 1996; Reis, 2009), apresentando espessura de cerca de 2.800m. Predominam rochas sedimentares sub-horizontais ou

basculadas, às vezes suavemente dobradas. Apresenta evolução ao longo do período Orosiriano (2.050-1.800 Ma), do Paleoproterozoico. É constituído na base pelas rochas vulcânicas ácidas-intermediárias pertencentes ao Grupo Surumu (RR) ou Iricoumé (AM). Estas vulcânicas apresentam idade U-Pb de 2,1 Ga a 1,9 Ga (Tassinari e Macambira, 2004). A sequência sedimentar, conforme Reis e Yáñez (2001) começa com a Formação Araí, constituída por conglomerados, arenitos grossos, feldspáticos, ricos em estratificações cruzadas e, subordinadamente, por pelitos, sedimentados em ambientes continentais, do tipo leque aluvial, lacustre e fluvial entrelaçado, de clima árido. Os conglomerados fluviais mostram clastos de rochas vulcânicas e zircões detríticos com idades de 2,1 Ga a 2,0 Ga (Santos *et al.*, 2003). As paleocorrentes são para o sul. Acima estratigraficamente, ocorrem várias unidades que representam ciclos transgressivos e regressivos, de sedimentos transicionais (principalmente deltaicos) e marinhos plataformais (fig. 2). Ocorre inicialmente a Formação Uiramutã (arenitos deltaicos influenciados por marés), que marca a primeira transgressão (Wankler e Paim, 2005). Depois ocorrem as formações Verde (ritmitos plataformais, com fácies de tempestitos), Pauré (arenitos fluviodeltaicos), Cuquenán (folhelhos e arenitos finos, turbidíticos), Quinô (arenitos deltaicos e plataformais), Uaimapuê (conjunto vulcanossedimentar com arenitos e rochas piroclásticas com 1,87 Ga) e Matauí (arenitos fluviodeltaicos e de planície de maré). Os sedimentos são cortados por rochas básicas (gabros e diabásios) da suíte Avanavero, com idade de 1,78 Ga, conforme Santos *et al.* (2000a) e Reis e Yáñez (2001). Assim, a idade da Bacia Roraima foi então estimada entre 1.873±4 Ma (idade de tufo da Formação Uaimapuê) e 1.782±3 Ma (idade de *sills* básicos do magmatismo Avanavero), conforme Santos *et al.* (2003).

A análise estratigráfica do Supergrupo Roraima sugere uma bacia do tipo rifte, com rochas vulcânicas na base, seguidas por rochas clásticas grosseiras, depositadas em sistemas deposicionais de leques aluviais, adjacentes a rampas, possivelmente falhas normais, num contexto de subsidência mecânica. Para o topo, predominam arenitos deltaicos e de ambiente marinho, bem selecionados, caracterizando ciclos transgressivos e regressivos (fig. 2). A bacia rifte deve ter tido orientação aproximada NW-SE, como indica a disposição preferencial dos sedimentos, com distensão orientada aproximadamente NE-SW.

As rochas do Supergrupo Roraima formam afloramentos de grande beleza natural, como o Monte

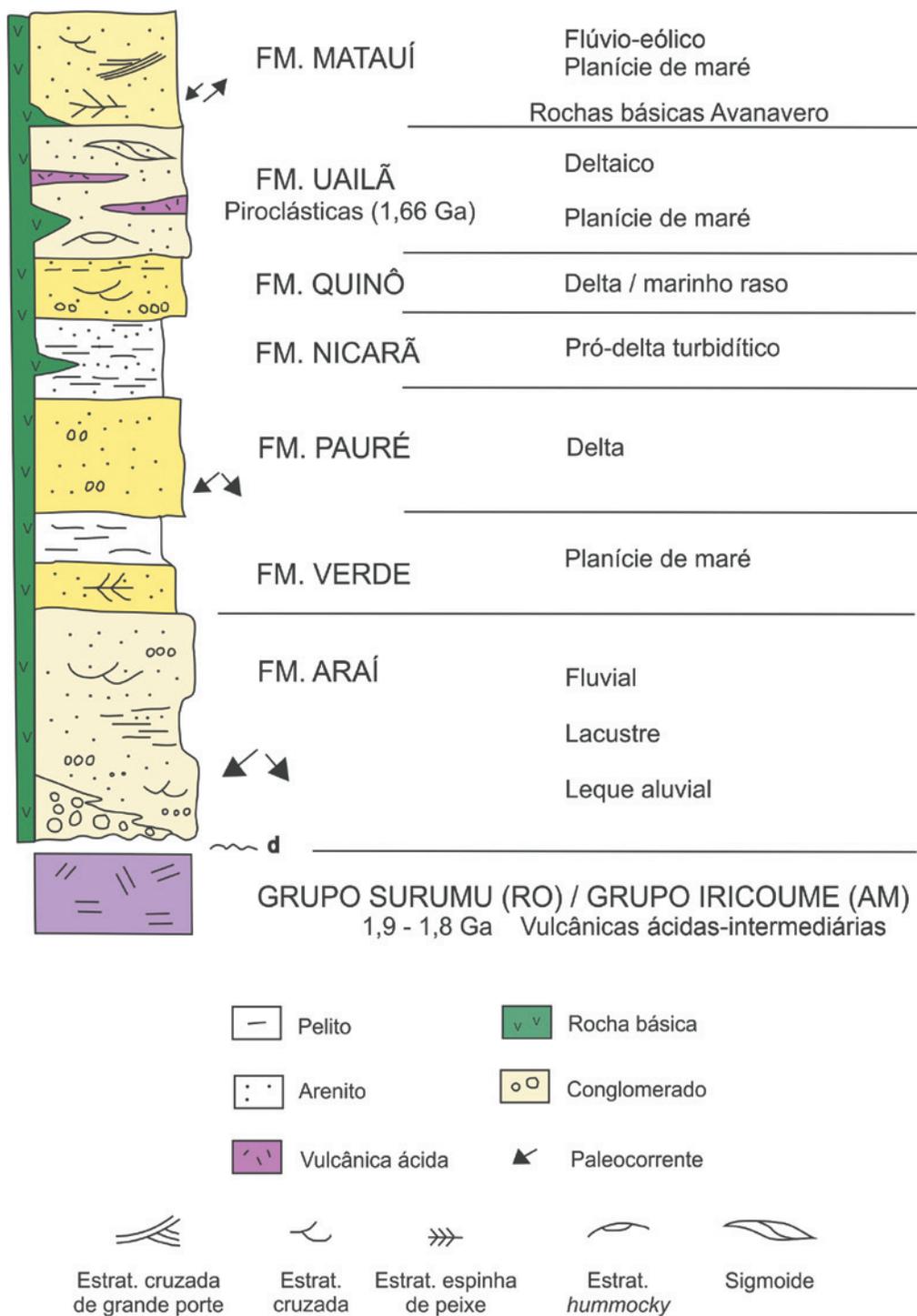


Figura 2 - Estratigrafia do Supergrupo Roraima. Segundo Reis e Yañez (2001) e Reis (2009).

Figure 2 - Roraima Supergroup stratigraphy. According to Reis and Yañez (2001) and Reis (2009).



Figura 3
Visão paisagística do Supergrupo Roraima, Roraima. Foto de Paulo Sergio Gomes Paim (2013).

Figure 3
Landscape View of Roraima Supergroup, Roraima. Photo by Paulo Sergio Gomes Paim (2013).

Roraima, na fronteira entre Brasil, Venezuela e Guiana, com cerca de 2.700m de altitude (fig. 3).

Grupo Beneficente, Pará

Aflora na porção sul do Amazônico, no chamado Escudo do Brasil Central, na Serra ou Chapada do Cachimbo, estado do Pará. Predominam rochas sedimentares sub-horizontais na porção norte da Chapada do Cachimbo e dobradas na porção sul (Carvalho e Figueiredo, 1982). Na base ocorre o Grupo Iriri ou Teles Pires, com vulcânicas ácidas-intermediárias, com idade de 1,77 Ga, pelo método

U-Pb (Leite e Saes, 2003). Constituem derrames, variando de riolitos a dacitos, com idades que variam de 1,87 Ga a 1,76 Ga (Tassinari e Macambira, 2004), geneticamente associados a granitos subalcalinos a alcalinos, anorogênicos, tipo Maloquinha e Teles Pires. Em discordância, ocorre o Grupo Beneficente, com uma unidade terrígena inferior, conglomerados e arenitos de ambiente de leque aluvial e fluvial, e uma unidade clastoquímica superior, com arenitos bem selecionados, pelitos e calcários estromatolíticos. A unidade terrígena mostra zircões detriticos que apresentam idades U-Pb de 1,73 Ga (Leite e Saes, 2003).

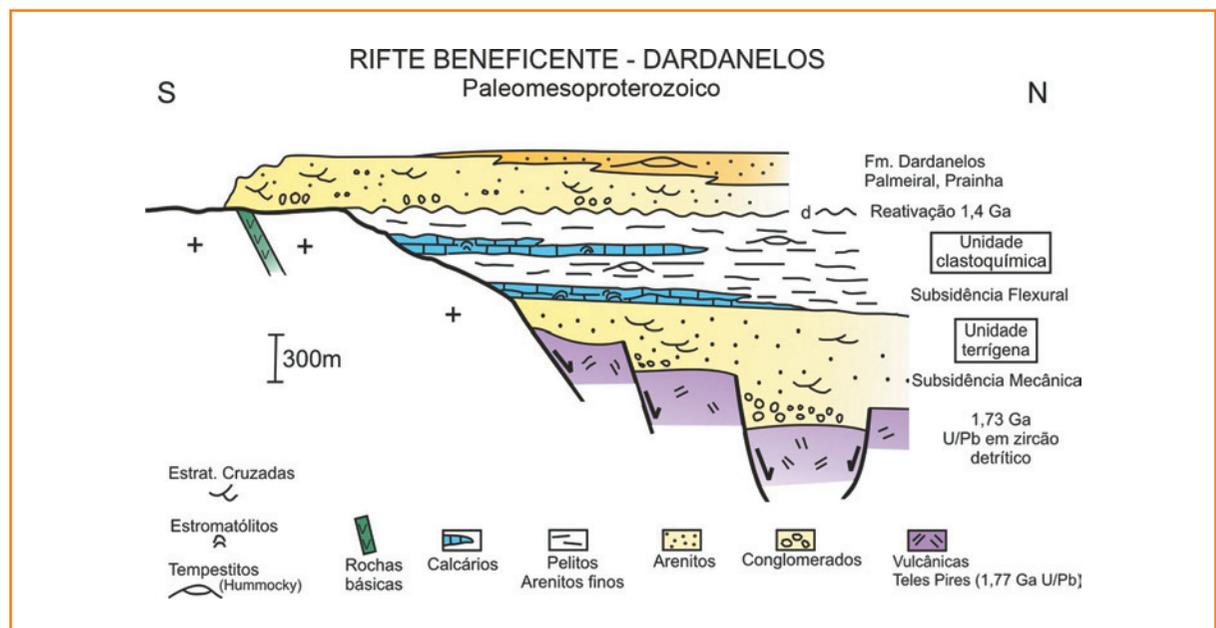
A unidade terrígena foi depositada em contexto de subsidência mecânica, com falhas normais ativas durante a sedimentação, em contexto distensional, enquanto a unidade superior reflete uma sedimentação com subsidência flexural, com deposição de sedimentos transicionais e marinhos (Leite e Saes, 2003). Em discordância, ocorrem arenitos fluviais da Formação Dardanelos relacionados ao Mesoproterozoico (fig. 4).

A análise estratigráfica do Grupo Beneficente sugere um rifte paleo-mesoproterozoico, com vulcânicas ácidas-intermediárias, sedimentos continentais na base e marinhos no topo, com fase de reativação importante no Mesoproterozoico, com sedimentos fluviais e intrusões de rochas básicas (fig. 4). Este rifte foi orientado segundo NW-SE, conforme o alongamento atual da Bacia Beneficente, o que sugere distensão orientada segundo o quadrante NE-SW.

Estes riftes paleomesoproterozoicos do cráton amazônico foram gerados num supercontinente denominado Colúmbia (Rogers e Santos, 2002;

Figura 4
Estratigrafia e evolução tectônica do rifte paleomesoproterozoico Beneficente, sul do cráton amazônico. Segundo Leite e Saes (2003).

Figure 4
Stratigraphy and tectonic evolution of the paleo-mesoproterozoic beneficente rift, south of the Amazon Craton. According to Leite and Saes (2003).



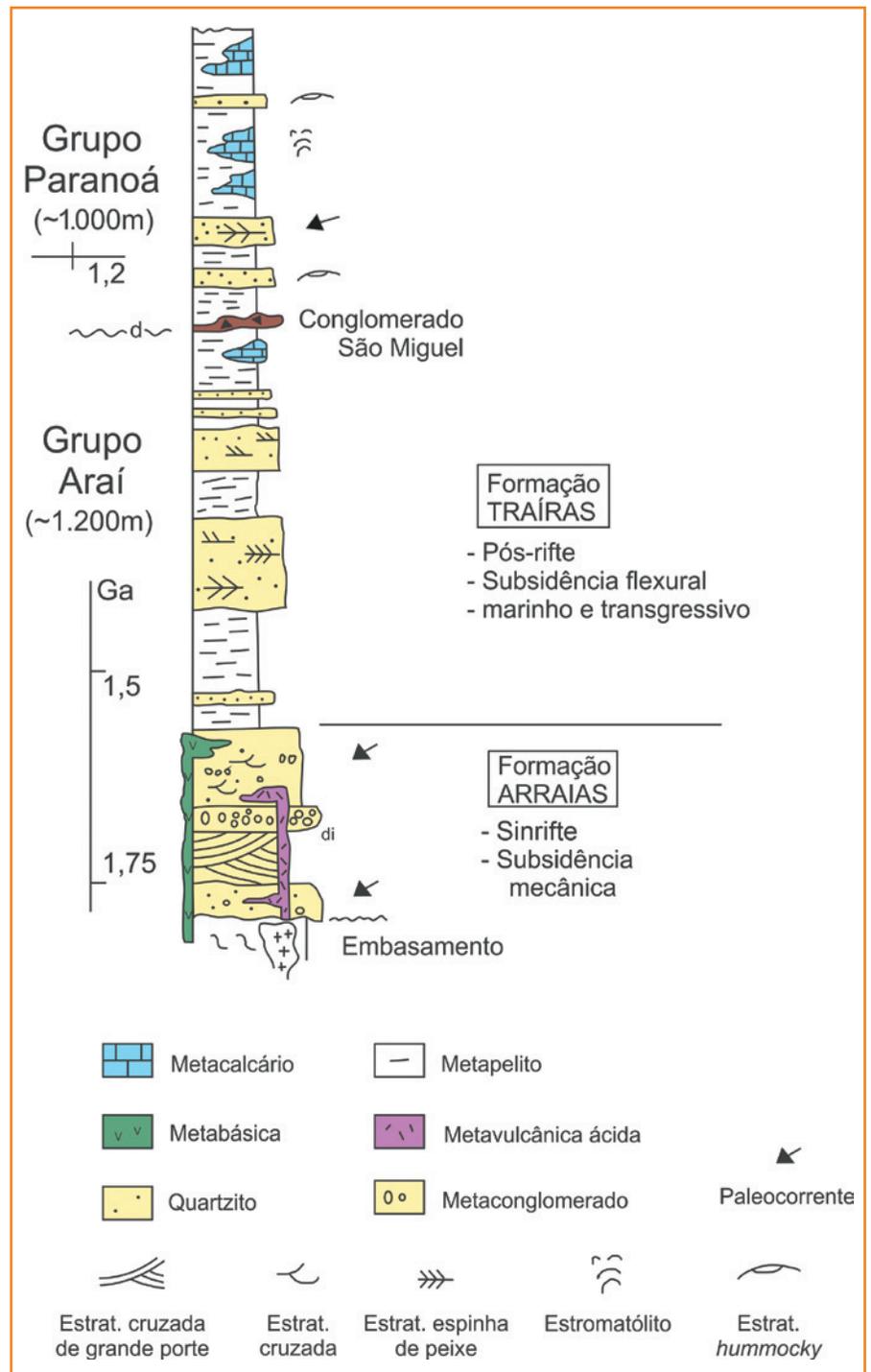
Geraldes, 2007). Reconstruções paleogeográficas consideram que parte do cráton amazônico estaria inserida nos supercontinentes Laurentia, Báltica e Rodínia. Posteriormente, houve desagregação do supercontinente Rodínia, levando diferentes blocos a se aglutinarem durante o ciclo brasileiro-panafricano, levando à geração das faixas neoproterozoicas Paraguai-Araguaia e Brasília. A colagem ou colisão destas faixas neoproterozoicas permitiu, então, a inserção do cráton amazônico na plataforma brasileira.

Grupo Araí, Goiás

Aflora na transição entre a Faixa Brasília e a parte oeste do Cráton do São Francisco (fig. 1), no norte do estado de Goiás. São quartzitos e metarenitos sub-horizontais ou regularmente dobrados em anticlinais e sinclinais de eixos Norte-Sul, devido à influência do tectonismo da Faixa Brasília. Aflora no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e arredores, no estado de Goiás, próximo da cidade de Alto Paraíso (Dardenne e Campos, 2002; Dardenne, 2000).

O Grupo Araí é constituído pela Formação Arraias na base e Formação Traíras no topo, totalizando cerca de 1.500m de espessura (fig. 5). A Formação Arraias mostra quartzitos médios e grossos, com frequentes estratificações cruzadas e níveis ou lentes de metaconglomerados polimíticos. Paleocorrentes indicam transporte de sedimentos para SW. Os sedimentos foram formados em ambientes de leque aluvial, fluvial e eólico, em fase de subsidência mecânica, durante atividade distensional no Paleoproterozoico. Diques, derrames e *sills* de rochas metavulcânicas ácidas-intermediárias (riolitos, dacitos, piroclásticas) são frequentes, intercalados na base da seção sedimentar e foram datados pelo método U-Pb em 1,77 Ga (Pimentel *et al.*, 1991). Ocorrem ainda granitos anorogênicos portadores de estanho, intrusivos no embasamento, com idades variando de 1,7 Ga a 1,5 Ga. Rochas básicas ocorrem localmente, geralmente como diques.

A Formação Traíras mostra quartzitos bem selecionados, intercalados em metapelitos, depositados em ambientes litorâneos e marinhos plataformais (raso), sob ação de marés e ondas. Metacalcários afloram no topo, localmente. Estes sedimentos estão relacionados à subsidência flexural, numa fase pós-rifte. Em discordância, sobre o Grupo Araí, aflora o Grupo Paranoá (Mesoproterozoico, com idades em torno de 1,2 Ga), apresentando arenitos bem



selecionados, pelitos e calcários estromatolíticos, cuja base é marcada pelo conglomerado São Miguel (Dardenne, 1981; Dardenne, 2000).

A análise estratigráfica do Grupo Araí indica uma bacia do tipo rifte paleo-mesoproterozoico, orientada aproximadamente norte-sul, com importante fase distensional leste-oeste. Este rifte paleo-mesoproterozoico foi preenchido por sedimentos continentais na base, em fase de subsidência mecânica,

Figura 5
Estratigrafia do Grupo Araí (GO). Segundo Dardenne (2000) e Dardenne e Campos (2002).

Figure 5
Araí Group stratigraphy, Goiás. According to Dardenne (2000) and Dardenne and Campos (2002).

Figura 6

Visão paisagística do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, cachoeiras do Rio Preto. Foto de David (2000).



Figure 6

Landscape View of the Chapada dos Veadeiros National Park, Black River falls. Photo by David (2000).

e marinhos no topo, depositados em fase de subsidência flexural (Dardenne, 2000).

Os sedimentos do Grupo Araí, principalmente quartzitos, formam relevo imponente (campos rupes- tres ou de altitude), onde se destaca a região do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, em Goiás (fig. 6).

Supergrupo Espinhaço, Minas Gerais e Bahia

Aflora na transição entre o Cráton do São Francisco e a Faixa Araçuaí, constituindo a Serra do Espinhaço,

uma importante feição orográfica que se inicia próximo da cidade de Ouro Preto em Minas Gerais, se estendendo para o Norte da Bahia, por mais de 1.000km. Aflora também na região central da Bahia, formando a Chapada Diamantina, onde existe um importante Parque Nacional. A Serra do Espinhaço mostra dobramentos de eixo norte-sul e falhas reversas devido ao tectonismo da Faixa Araçuaí. Na Chapada Diamantina ocorrem sedimentos deformados a oeste, próximos do Corredor do Paramirim, e sedimentos sub-horizontais a leste. Os quartzitos do Supergrupo Espinhaço mostram relevo significativo, com cotas que variam desde 1.100m até 2.000m de altitude, no Planalto Central brasileiro (fig. 7). Existe um evidente contraste geomorfológico entre quartzitos do Supergrupo Espinhaço e carbonatos do Grupo Una, situados ao norte da Chapada Diamantina.

Em Minas Gerais, o Supergrupo Espinhaço pode ser subdividido no Grupo Diamantina (formações São João da Chapada (quartzitos), Sopa-Brumadinho (quartzitos e conglomerados) e Galho do Miguel (quartzitos maduros, bem selecionados) e no Grupo Conselheiro Mata, constituído pelas formações Santa Rita (metapelitos), Córrego dos Borges (quartzitos), Córrego Bandeira (metapelitos) Córrego Pereira

Figura 7

Modelo digital de terreno da Serra do Espinhaço Setentrional (SES) e Chapada Diamantina (CD), mostrando em destaque a feição fisiográfica do Supergrupo Espinhaço. Localização da seção geológica (linha vermelha) esquemática E-W do rifte paleomesoproterozoico do Supergrupo Espinhaço no estado da Bahia (ver fig. 8).

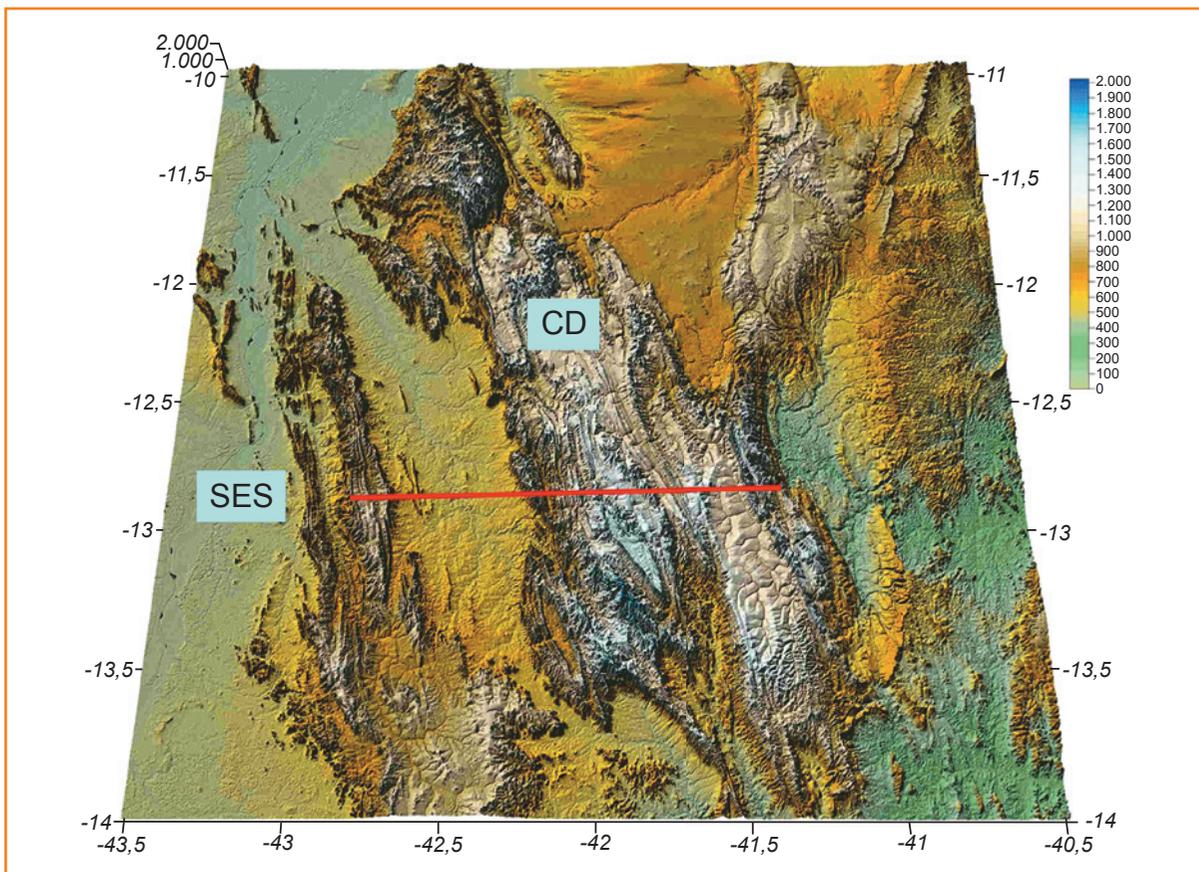


Figure 7

Digital terrain model of the northern Espinhaço Range (SES) and Chapada Diamantina (CD), showing the physiographic feature of the Espinhaço Supergroup. Location of the schematic geological section (red line) of the paleo-mesoproterozoic Espinhaço Supergroup (see fig. 8).

(quartzitos) e Rio Pardo Grande (metapelitos e carbonatos). No Grupo Diamantina predominam ambientes de sedimentação continentais, principalmente leque aluvial, fluvial e eólico. No Grupo Conselheiro Mata predominam ambientes transicionais (deltaico) e marinho raso, alternadamente, caracterizando ciclos transgressivos e regressivos (Martins-Neto, 1998; Uhlein e Chaves, 2003). Datações recentes pelo método U-Pb em zircão detritico (Chemale *et al.*, 2010) têm indicado que os conglomerados polimíticos diamantíferos da Formação Sopa-Brumadinho têm cerca de 1,2 Ga (mesoproterozoicos). Assim, no Espinhaço Meridional os sedimentos paleoproterozoicos têm expressão reduzida, predominando os mesoproterozoicos.

Na parte norte da Serra do Espinhaço e na Chapada Diamantina (estado da Bahia), a Bacia Rifting é mais completa, com predomínio de sedimentos paleoproterozoicos (fig. 8). Na base, ocorre o Grupo Oliveira dos Brejinhos, com quartzitos médios a grossos, ricos em estratificações cruzadas, metaconglomerados polimíticos, metarritmitos arenopelíticos, depositados em ambientes sedimentares de leque aluvial, fluvial e lacustre. Metavulcânicas ácidas-intermediárias aparecem intercaladas nos sedimentos continentais, em bacias dominadas por *grabens* e *horsts*, com ação de falhas normais (subsidiência

mecânica – fase sinrifting). Para o topo, ocorre o Grupo São Marcos, com as formações Bom Retiro (quartzitos bem selecionados, de ambiente eólico) e as formações Riacho do Bento/Mosquito (quartzitos e metapelitos de ambiente marinho), representando uma fase pós-rifting, com subsidiência flexural. Para o topo ocorre o Grupo Sítio Novo, representando uma bacia intracratônica mesoproterozoica, com sedimentos continentais na base (Formação Fazendinha/Vereda, com sedimentos flúvio-eólicos e litorâneos) e Formação Garapa (quartzitos, metapelitos e metacarbonatos de ambiente marinho), totalizando cerca de 3.000m a 4.000m de espessura. (Schobbenhaus, 1996; Danderfer, 2000; Danderfer e Dardenne, 2002; Guimarães *et al.*, 2008; Loureiro *et al.*, 2009). As intercalações de vulcânicas ácidas no Grupo Oliveira dos Brejinhos apresentam idade U-Pb de 1,73 Ga a 1,57 Ga (Danderfer *et al.*, 2009).

Na Chapada Diamantina aflora na base o Grupo Rio dos Remédios, com rochas vulcânicas ácidas-intermediárias e sedimentos de ambiente continental, como leque aluvial (conglomerados), fluvial, eólico (metarenitos) e lacustre (arenitos-pelitos). Falhas normais (subsidiência mecânica) compartimentavam a bacia em *grabens* e *horsts* (fase sinrifting). Para o topo, aflora a Formação Mangabeiras

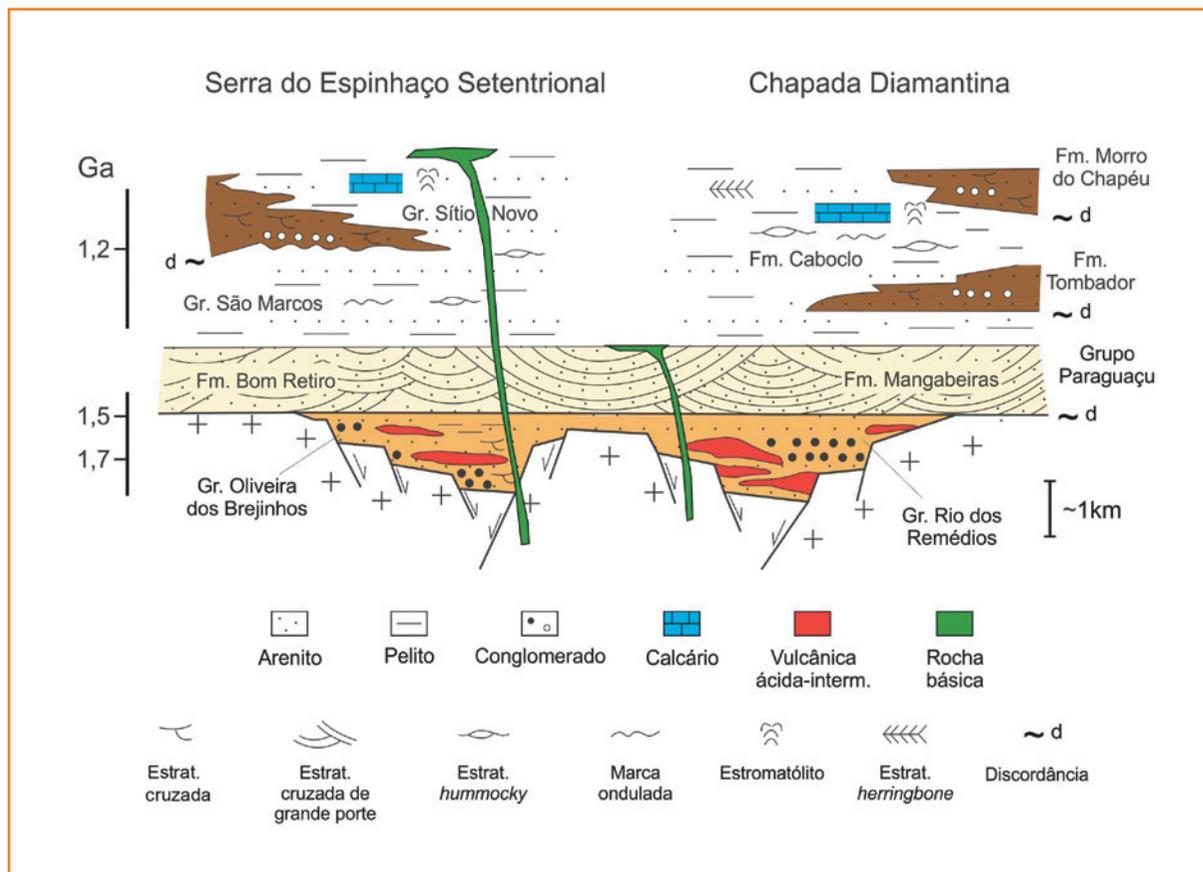


Figura 8
Seção geológica W-E (ver localização na fig. 7) com reconstituição do rifte paleomesoproterozoico do Supergrupo Espinhaço na Bahia. Segundo Schobbenhaus (1996); Pedreira (1997); Danderfer (2000); Uhlein e Chaves (2003); Guimarães *et al.* (2008).

Figure 8
W-E geological section (location in figure 7) with reconstitution of the paleo-mesoproterozoic Espinhaço Supergroup rift, State of Bahia. According to Schobbenhaus (1996); Pedreira (1997); Danderfer (2000); Uhlein and Chaves (2003); Guimarães *et al.* (2008).

(arenitos eólicos bem selecionados) e a Formação Açuruá-Guiné (sedimentos deltaicos e marinhos), conforme Pedreira (1997) e Guimarães *et al.* (2008), numa fase pós-rifte (subsidência flexural). No topo aflora o Grupo Chapada Diamantina, em contexto de bacia intracratônica, com as Formações Tombador (quartzitos e conglomerados diamantíferos), Caboclo (pelitos) e Morro do Chapéu (quartzitos).

A Bacia Espinhaço, principalmente no estado da Bahia (fig. 8), apresenta desenvolvimento que indica evolução bacinal do tipo rifte-sag, com uma porção basal com rochas vulcânicas ácidas-intermediárias (riolitos-dacitos e piroclásticas) e sedimentos continentais no Paleoproterozoico (Grupo Rio dos Remédios), com idade U-Pb de 1,75 Ga (Schobbenhaus, 1996). Tectônica distensional gerou falhas normais, permitindo a sedimentação de sistemas de leques aluviais e flúvio-eólicos, em parte ainda interdigitados com rochas vulcânicas ácidas, que se prolongam até 1,57 Ga (Danderfer *et al.*, 2009), especialmente na Serra do Espinhaço Setentrional. Sedimentos eólicos espessos caracterizam uma fase de subsidência terminal posterior, com estabilidade crustal, tanto na Serra do Espinhaço Setentrional (Formação Bom Retiro) como na Chapada Diamantina (Formação Mangabeira), há cerca de 1,5 Ga. Posteriormente, sucessivos ciclos transgressivos e regressivos foram depositados em bacia do tipo intracratônica, constituindo a parte final da sedimentação mesoproterozoica (fig. 8), associados com fases de reativação, com sedimentos

flúvio-eólicos e conglomerados diamantíferos (Pedreira, 1997; Uhlein e Chaves, 2003; Guimarães *et al.*, 2008; Loureiro *et al.*, 2009). Na Serra do Espinhaço Setentrional, destaca-se o Grupo Sítio Novo, enquanto na Chapada Diamantina ocorre o Grupo homônimo, constituído pelas formações Tombador, Caboclo e Morro do Chapéu, relacionadas ao intervalo 1,4-1,1 Ga e correlacionadas, em parte, ao Grupo Paranoá, do Brasil Central (Goiás).

No Supergrupo Espinhaço destaca-se o Parque Nacional da Chapada Diamantina, uma região de grande beleza natural, em especial o Morro do Pai Inácio (Pedreira e Bomfim, 2002), um anticlinal suave, dissecado pela erosão (fig. 9).

evolução das coberturas paleo-mesoproterozoicas

As bacias paleo-mesoproterozoicas mostram traços evolutivos comuns quando comparadas. Apresentam predomínio de quartzitos ou metarenitos bem selecionados, geralmente quartzo-arenitos ou arenitos feldspáticos (fig. 10), que ocorrem em bacias rifte, com fase distensional basal, influência de falhas normais geradas por subsidência mecânica, com deposição de sedimentos continentais, principalmente conglomerados e arenitos de ambientes de leque aluvial e fluvial. Para o topo, ocorrem sedimentos marinhos, principalmente pelitos e arenitos bem selecionados, de ambiente marinho plataformar, retrabalhado por marés e ondas. Calcários estromatolíticos podem ocorrer em quantidade muito subordinada. Os sedimentos são em geral bem selecionados (quartzo-arenitos e subarcósios), indicando proveniência do embasamento gnáissico, com longo transporte. Apresentam rochas vulcânicas ácidas-intermediárias na base, e intrusivas básicas (diabásios e gabros) são frequentes, como diques e soleiras.

As diferentes bacias paleo-mesoproterozoicas mostram intensidades de deformação distintas. As coberturas do cráton amazônico mostram camadas sub-horizontais, enquanto as bacias junto ao Cráton do São Francisco se mostram deformadas e metamorfizadas devido à influência do Ciclo Brasileiro, com superposição das deformações das faixas Brasília e Araçuaí sobre o Grupo Araí e o Supergrupo Espinhaço, respectivamente. No cráton amazônico observa-se influência maior de falhamentos transcorrentes, geralmente E-W, deformando, de maneira localizada, os sedimentos, enquanto

Figura 9
Paisagem do Morro do Pai Inácio, Parque Nacional da Chapada Diamantina (BA). Segundo Pedreira e Bomfim, 2002.

Figure 9
Landscape of the Pai Inácio mountain, National Park Chapada Diamantina, BA. According to Pedreira and Bomfim, 2002.



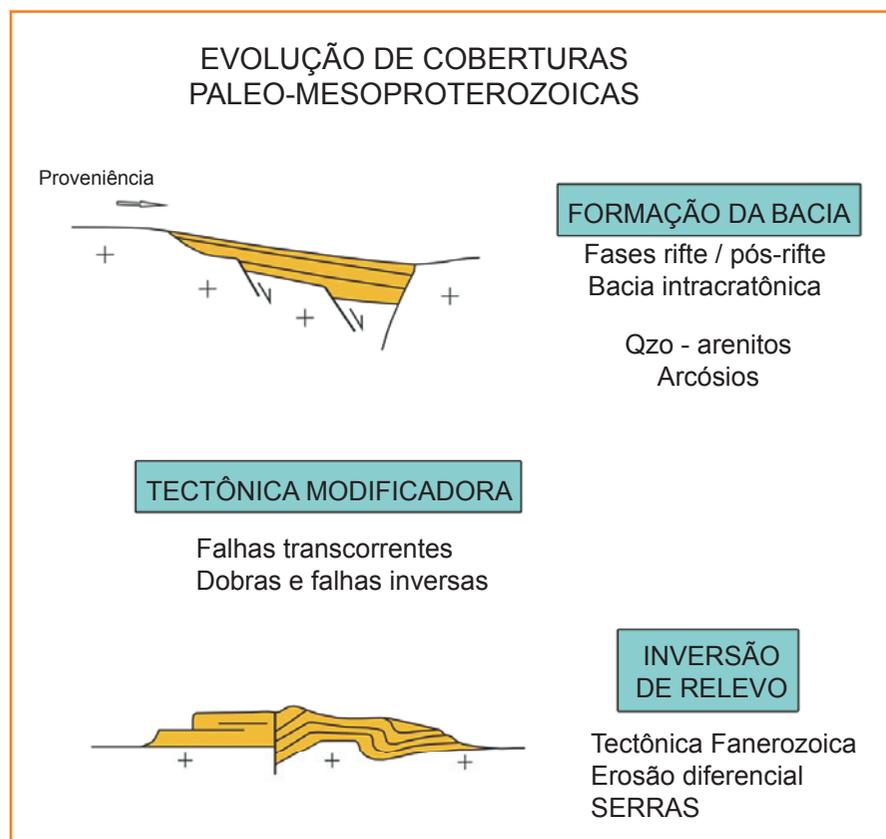
no Cráton do São Francisco, as deformações são dúcteis e rúpteis, com dobras de eixo N-S e xistosidade plano-axial, além de falhas reversas e empurrões.

Ao longo do Fanerozoico, o soerguimento epirogenético do Planalto Central e erosão diferencial geram inversão de relevo. Áreas deprimidas e subsidentes durante o Proterozoico tornam-se elevadas. A predominância de metarenitos quartzosos, resistentes ao intemperismo, facilita, então, a preservação das unidades estratigráficas proterozoicas, na forma de serras de grande beleza natural, tais como Monte Roraima (RR), Chapada Beneficente (PA), Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (GO) e Parque Nacional da Chapada Diamantina (BA) e outros, de grande beleza natural e paisagística.

coberturas neoproterozoicas do Brasil

Durante o Neoproterozoico, o clima da Terra sofreu profundas mudanças, que ficaram registradas em sucessões de diamictitos glaciais e carbonatos depositados em muitos locais ao redor do mundo (Kirschvink, 1992). De acordo com a hipótese *Snowball Earth* (Kirschvink, 1992; Hoffman *et al.*, 1998), isto significa uma alternância de eventos climáticos extremos, como a intercalação de períodos glaciais (*icehouse*) e de efeito estufa (*greenhouse*), de âmbito mundial. Atualmente são reconhecidos pelo menos três eventos glaciais neoproterozoicos (Halverson *et al.*, 2005) de âmbito mundial: Sturtiano (740 Ma), Marinoano (630 Ma) e Gaskeriano (582 Ma). Estudos quimioestratigráficos de sucessões carbonáticas neoproterozoicas evidenciaram que significativas variações dos valores de isótopos de carbono ocorreram nos oceanos pré-cambrianos. As assinaturas isotópicas de carbono (C), oxigênio (O) e estrôncio (Sr) de carbonatos neoproterozoicos refletem a composição da água dos oceanos no momento da deposição (Kaufman e Knoll, 1995). Assim, estudos quimioestratigráficos passaram a ser importantes ferramentas de correlações estratigráficas, refinamento para subdivisão do Neoproterozoico e de mudanças climáticas globais.

No Brasil destacam-se as coberturas neoproterozoicas do Grupo Bambuí, em Minas Gerais e Bahia, e do Grupo Araras, no Mato Grosso.



a Bacia do São Francisco e o Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí é a principal unidade estratigráfica da Bacia do São Francisco, uma bacia sedimentar intracratônica constituída por rochas sedimentares proterozoicas e fanerozoicas (Chang *et al.*, 1988; Alkmim e Martins-Neto, 2001; Zalán e Romeiro-Silva, 2007) que recobre o embasamento do Cráton do São Francisco em Minas Gerais, Bahia, Goiás e Tocantins.

A Bacia do São Francisco é constituída, estratigraficamente, da base ao topo, pelo Embasamento arqueano-paleoproterozoico (gnaisses, granitoides e migmatitos), por diversas unidades estratigráficas mesoproterozoicas, constituídas principalmente por rochas sedimentares siliclásticas (Supergrupo Espinhaço e Grupo Paranoá), a Formação Jequitaí e o Grupo Bambuí, de idade neoproterozoica, e, ainda, por unidades fanerozoicas, como o Grupo Santa Fé (Permocarbonífero) e os Grupos Areado (arenitos e conglomerados), Mata da Corda (vulcânicas) e Urucuia (arenitos silicificados), do Cretáceo (figs. 11 e 12).

A Bacia do São Francisco possui um desenvolvimento amplo na direção norte-sul, sendo limitada pelas faixas dobradas neoproterozoicas Araçuaí e Brasília e pelo Corredor do Paramirim, geralmente

Figura 10

Quadro síntese da evolução das coberturas paleo-mesoproterozoicas dos crátons amazônico e São Francisco.

Figure 10

Summary of the evolution of the paleo-mesoproterozoic sheets of the Amazon and São Francisco Cratons.

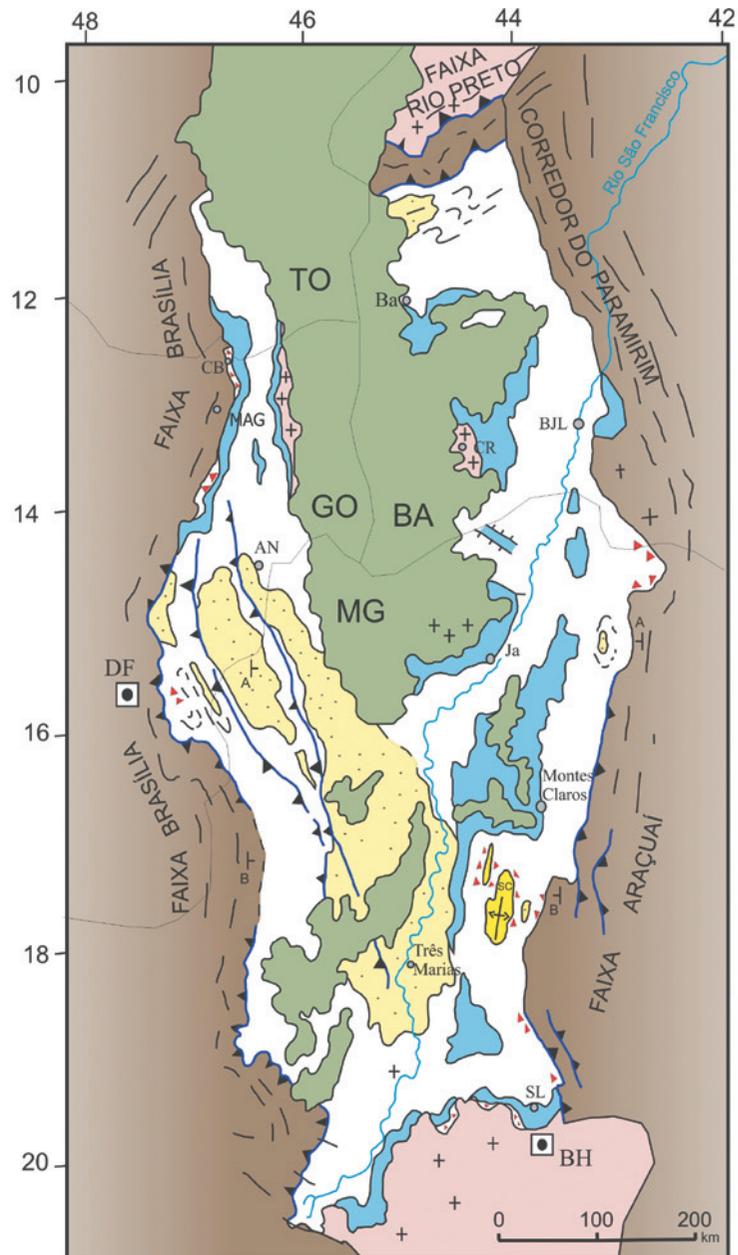


Figura 11 - Mapa geológico simplificado da Bacia do São Francisco. Segundo Dardenne (2000) e Schobbenhaus et al. (1984). Localidades geográficas. Belo Horizonte (BH), Sete Lagoas (SL), Três Marias, Serra do Cabral (SC), Montes Claros, Distrito Federal (DF), Januária (Ja), Bom Jesus da Lapa (BJL), Correntina (CR), Barreira (Ba), Campos Belos (CB), Monte Alegre de Goiás (MAG), Alvorada do Norte (AN).

Figure 11 - Simplified geological map of the São Francisco Basin. According to Dardenne (2000) and Schobbenhaus et al. (1984). Geographic locations: Belo Horizonte (BH), Sete Lagoas (SL), Três Marias, Serra do Cabral (SC), Montes Claros, Distrito Federal (DF), Januária (Ja), Bom Jesus da Lapa (BJL), Correntina (CR), Barreira (Ba), Campos Belos (CB), Monte Alegre de Goiás (MAG), Alvorada do Norte (AN).

através de contatos tectônicos devido a falhas reversas/empurrão. Ao sul mostra contato por discordância, com o embasamento da região de Belo Horizonte e, ao norte, contato tectônico com a Faixa Rio Preto (fig. 11). Apresenta as bordas deformadas por influência das faixas neoproterozoicas (dobras e falhas reversas) e uma porção central sub-horizontal, não deformada. A bacia mostra um depocentro importante junto à Faixa Brasília, onde ocorre espessamento do Grupo Bambuí e maior expressão estratigráfica da Formação Três Marias. Na porção central apresenta um alto do embasamento, que aflora na região de Januária (Minas Gerais) e também em Correntina (Bahia). A evolução sedimentar deste alto central ainda é pouco conhecida.

O mapa geológico da Bacia do São Francisco (fig. 11) mostra ainda a ocorrência da Formação Jequitaí na base do Grupo Bambuí, próximo do embasamento ou então em porções mais internas da Bacia, devido a dobramentos, como na Serra do Cabral, em Minas Gerais, assim como dobramentos próximos do Distrito Federal, onde afloram o Grupo Paranoá em anticlinais e o Grupo Bambuí em sinclinais (Dardenne, 2000). Na base, ocorrem também carbonatos da Formação Sete Lagoas. Carbonatos em posição estratigráfica superior correspondem aos carbonatos da Formação Lagoa do Jacaré. A Formação Três Marias ocorre orientada segundo a direção noroeste, marcando o principal depocentro da bacia.

As unidades neoproterozoicas são as mais importantes da Bacia do São Francisco. Compreendem a Formação Jequitaí (diamictitos de origem glacial) e o Grupo Bambuí (sequência argilocarbonática). Os diamictitos de origem glacial, nos arredores da Serra do Cabral, foram frequentemente designados como Grupo Macaúbas. Entretanto, a denominação Formação Jequitaí é prioritária, por ser mais antiga, e é também utilizada para sequências portadoras de diamictito que afloram nos arredores da Faixa Brasília, a oeste (fig. 11), desde Cristalina (GO), ao sul, até Campos Belos (GO), ao norte. Trata-se, portanto, de uma unidade muito desenvolvida, com pequena espessura, mas com litofácies de grande significado estratigráfico. Os clastos do diamictito, de composição variada (principalmente quartzitos, carbonatos e gnaisses), atestam uma importante discordância erosiva no Proterozoico do Brasil Central. As unidades estratigráficas paleo-mesoproterozoicas e arqueanas foram erodidas pela ação de geleiras, cuja ação foi responsável pela sedimentação dos diamictitos glaciais da Formação Jequitaí (Dardenne,

1981, 2000; Karfunkel e Hoppe, 1988; Martins-Neto *et al.*, 1999; Uhlein *et al.*, 2004a; Martins e Lemos, 2007; Uhlein *et al.*, 2011a). O termo Grupo Macaúbas deve ser utilizado apenas para as unidades portadoras de diamictitos que afloram na Faixa Araçuai, situada mais a leste, evitando, assim, confusões, já que as duas unidades foram depositadas em contexto tectonossedimentar totalmente diferente – contexto cratônico para a Formação Jequitaí; pequena espessura sedimentar e contexto de faixa dobrada, bacia subsidente com grande espessura sedimentar para o Grupo Macaúbas. O Grupo Bambuí, sequência argilocarbonática que aflora sobrejacente à Formação Jequitaí, constitui a principal unidade da Bacia do São Francisco. O Grupo Bambuí foi depositado em uma depressão tectônica no antepaís (bacia *foreland*) da Faixa Brasília, formada no final do Ciclo Brasileiro, por mecanismos de subsidência do tipo flexural, devido à inversão tectônica da Faixa Brasília (Chang *et al.*, 1988; Dardenne *et al.*, 2000; Alkmim e Martins-Neto, 2001). Entretanto, para Romeiro-Silva e Zalán (2005) e Zalán e Romeiro-Silva (2007), com base em seções sísmicas, o Grupo Bambuí tem características de bacia intracratônica na base, passando gradativamente para bacia de antepaís. Assim, a questão da natureza da bacia Bambuí, se inteiramente do tipo antepaís ou então intracratônica/antepaís, permanece não resolvida.

No Cretáceo, a Bacia do São Francisco foi reativada devido à separação continental entre América do Sul e África (Campos e Dardenne, 1997; Alkmim e Martins-Neto, 2001). Formaram-se estruturas distensionais (falhas normais) que geraram *grabens* na direção norte-sul, que receberam a sedimentação continental dos grupos Areado e Urucuia e o vulcanismo do Grupo Mata da Corda (Campos e Dardenne, 1997; Sgarbi *et al.*, 2001) (fig. 12).

A Formação Jequitaí é constituída por diamictitos maciços e estratificados, com intercalações muito raras de pelitos e arenitos. Aflora no entorno da Serra do Cabral, com espessura variável, de 0m até 150m, quando próximo da cidade de Jequitaí (MG). Na parte sul da BSF, próximo à cidade de Belo Horizonte, afloram diamictitos e pelitos, às vezes ricos em matéria orgânica, relacionados à Formação Carrancas.

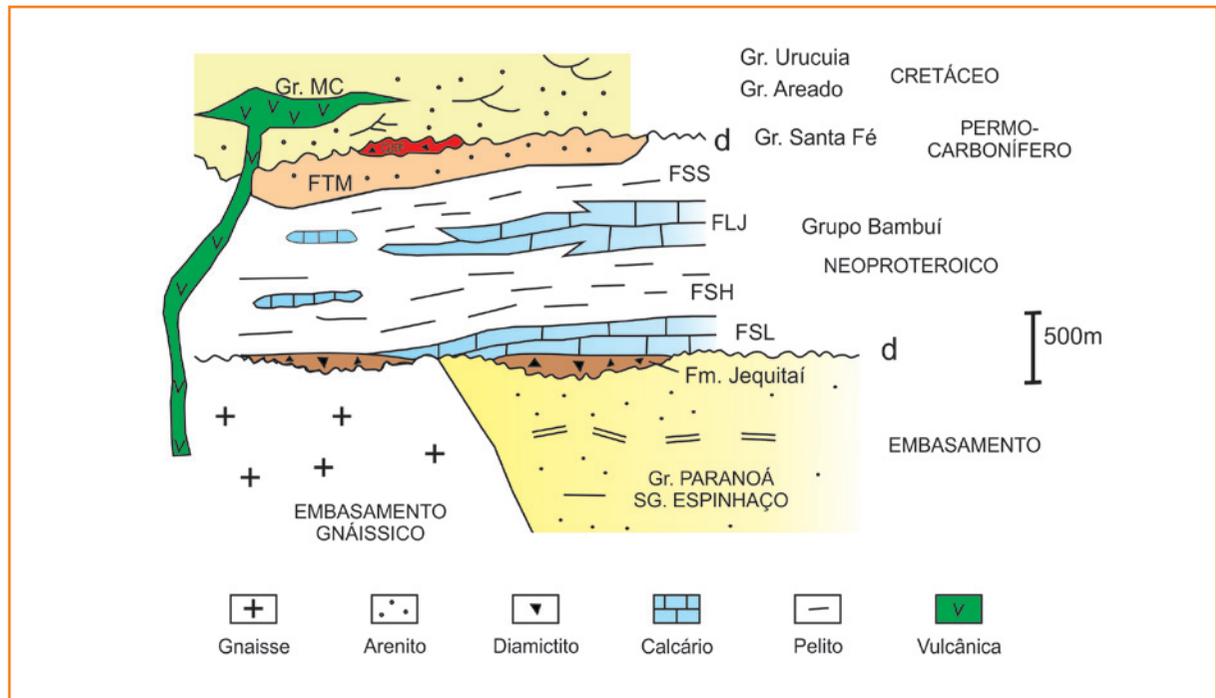
A Formação Sete Lagoas é constituída por calcários estromatolíticos, calcários e dolomitos retrabalhados e pelitos. A Formação Serra de Santa Helena é composta por folhelhos, siltitos, margas e lentes esparsas de calcário. Espessos corpos lenticulares

Figura 12

Quadro estratigráfico simplificado da Bacia do São Francisco. Modificado de Alkmim e Martins Neto (2001) e Zalán e Romeiro-Silva (2007).

Figure 12

Simplified stratigraphic framework of the São Francisco Basin. Modified from Alkmim and Martins Neto (2001) and Zalán and Romeiro-Silva (2007).



constituídos por calcários pretos, oolíticos a pisolíticos, brechas intraformacionais e siltitos caracterizam a Formação Lagoa do Jacaré. A Formação Serra da Saudade é constituída por pelitos, localmente esverdeados, e, subordinadamente, calcários e arenitos. A Formação Três Marias é composta por

arenitos arcoseanos e grauvaquianos, além de pelitos (Dardenne, 1978, 1981) (fig. 13).

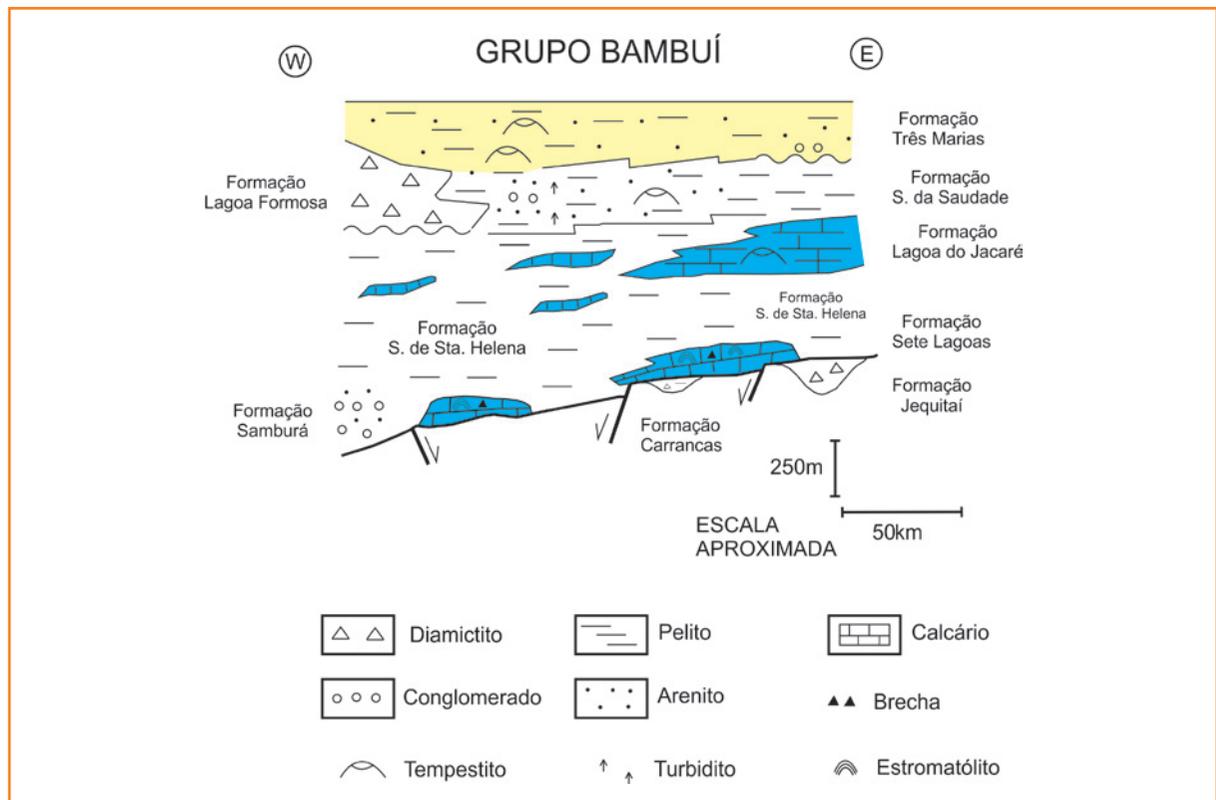
Entretanto, na porção oeste, próximo da Faixa Brasília, diferentes unidades estratigráficas podem ser adicionadas ao quadro estratigráfico do Grupo Bambuí. A Formação Samburá corresponde à

Figura 13

Quadro estratigráfico do Grupo Bambuí em Minas Gerais. Segundo Uhlein et al. (2004a).

Figure 13

Stratigraphic framework of the Bambuí Group in Minas Gerais (After Uhlein et al. (2004a).



“unidade clástica” de Castro e Dardenne (2000), constituída por siltitos, arcósios, orto e paraconglomerados, representando uma sedimentação de fan-delta, interdigitada com pelitos e carbonatos basais. A Formação Lagoa Formosa é representada por diamictitos, ritmitos, siltitos e, localmente, jaspilitos (Seer *et al.* 1989; Uhlein *et al.*, 2004a; Uhlein *et al.* 2011b), que ocorre em parte interdigitada com a Formação Serra da Saudade (fig. 13), constituindo um sistema deposicional de leque submarino.

Assim, a análise litoestratigráfica do Grupo Bambuí evidencia dois setores ou compartimentos distintos, com estratigrafia e sedimentação diferenciada: o setor ocidental e o setor oriental (Uhlein *et al.*, 2004a). O setor ocidental é caracterizado por maiores taxas de subsidência, que condicionaram maior espessura da pilha sedimentar, e por importante controle tectônico sobre a sedimentação, como indicam os depósitos psefíticos aflorantes, como o conglomerado Samburá (Castro e Dardenne, 2000) e diamictitos da região de Lagoa Formosa (Seer *et al.*, 1989; Uhlein *et al.*, 2011b), que são encontrados neste setor. Outro aspecto importante é a grande variação de fácies observadas entre os sedimentos clásticos (diamictitos, conglomerados, arenitos, siltitos) e a pouca expressão regional da sedimentação carbonática. O setor oriental da Bacia Bambuí é caracterizado pelo desenvolvimento de amplas plataformas marinhas de baixo gradiente, com expressiva sedimentação carbonática e menores taxas de subsidência, e um forte controle eustático sobre a sedimentação. As unidades estratigráficas são mais facilmente identificadas neste setor, com maior continuidade lateral das unidades carbonáticas, menor tectonismo sinsedimentar, com menor influência das variações laterais de fácies (fig. 13). Neste setor, o preenchimento da Bacia Bambuí é caracterizado por três sequências transgressivo-regressivas em contexto de fácies de águas rasas para o topo (*shallowing upwards*), conforme Dardenne (1981, 2000).

a Formação Jequitai, o registro da glaciação Marinoana (~630 Ma) no Cráton do São Francisco e os carbonatos de capa da Formação Sete Lagoas

A Formação Jequitai (Derby, 1906) é constituída por diamictitos de origem glacial. A unidade aflora como lentes de pequena espessura (geralmente 0-100m, podendo excepcionalmente chegar a 150m), na base do Grupo Bambuí, principalmente na região da Serra do Cabral, até a cidade de Jequitai, mas também próximo da Faixa Araçuaí, junto ao contato entre o Grupo Bambuí e o Supergrupo Espinhaço, e também na Faixa Brasília, na região centro-sul (Cristalina, GO), a leste do Distrito Federal e na Região de Campos Belos (GO) (fig. 11).

Os diamictitos predominam amplamente, com clastos angulosos a subarredondados, variando de grânulo a matacão, constituídos por gnaisses, quartzitos, carbonatos e siltitos, imersos numa matriz areno-siltico-argilosa (fig. 14a). Intercalações de pelitos e arenitos lenticulares são de ocorrência localizada (Karfunkel e Hoppe, 1988; Martins-Neto *et al.*, 1999; Uhlein *et al.*, 2004b; Cukrov *et al.*, 2005; Uhlein *et al.*, 2011a). Na Serra da Água Fria ocorrem pavimentos estriados em quartzitos subjacentes aos diamictitos (Formação Jequitai), formados por ação de geleiras que constituem indubitável evidência de glaciação neoproterozoica (fig.14b) (Isotta *et al.*, 1969; Karfunkel e Hoppe, 1988; Uhlein *et al.*, 2004b). O pavimento mostra sulcos longos, geralmente retilíneos, com estruturas que indicam transporte do gelo de oeste para leste.

Na base da Formação Jequitai ocorrem diamictitos maciços, mas para o topo predominam diamictitos estratificados, com variação na composição da matriz

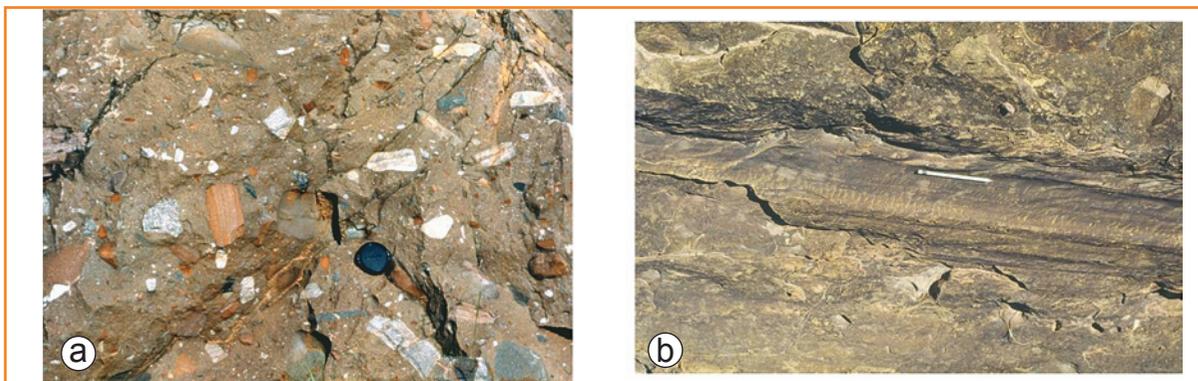


Figura 14

(a) - Diamictitos da Formação Jequitai, Grupo Bambuí.
(b) - Pavimento estriado próximo da cidade de Jequitai (MG).

Figure 14

(a) - Diamictites of the Jequitai Formation, Bambuí Group
(b) - Striated pavement near the city of Jequitai, State of Minas Gerais.

Figura 15
Colunas estratigráficas da Formação Jequitai, representante da glaciação Marinoana no Neoproterozoico do Brasil, Bacia do São Francisco. Segundo Uhlein *et al.* (2004b), Uhlein *et al.* (2011a).

Figure 15
Stratigraphic columns of Jequitai Formation, assigned to the Marinoan glaciação in the Brazilian Neoproterozoic. From Uhlein *et al.* (2004b) and Uhlein *et al.* (2011a).

e mesmo na composição e diâmetro dos clastos. Ocorrem camadas alternadas de diamictitos ricos em clastos, com predomínio de calhaus e matações, alternadas com camadas de diamictitos pobres em clastos, com predomínio de seixos e grânulos.

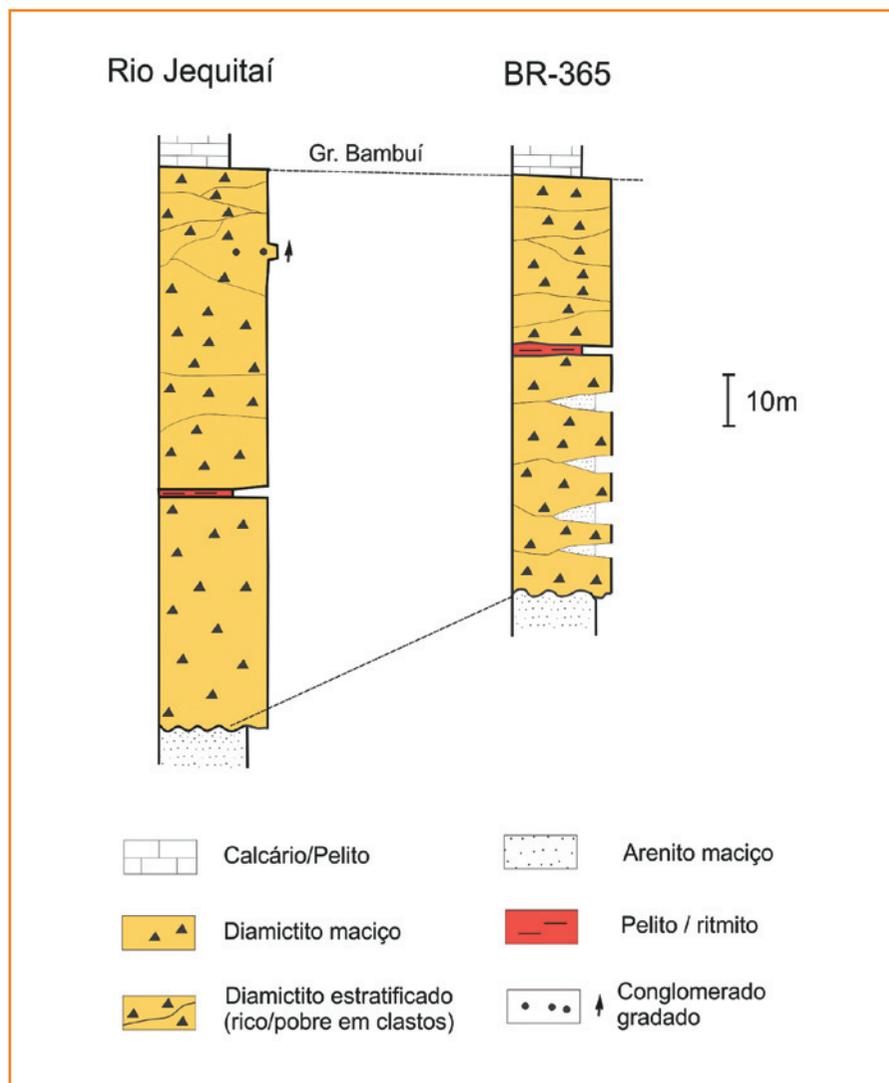
A Formação Jequitai foi objeto de pesquisa geocronológica pelo método U-Pb em zircão detrítico, que identificou a idade de 920 Ma para o zircão mais jovem (Buchwaldt *et al.*, 1999), além de outros intervalos mais antigos que representam diferentes áreas de proveniência sedimentar. Não foram, entretanto, identificados zircões mais novos que permitissem caracterizar melhor a idade de sedimentação ou a idade do evento glacial (se Sturtiano, ~750 Ma, ou se Marinoano, ~630 Ma).

Dados geocronológicos pelo método Pb-Pb em carbonatos da base da Formação Sete Lagoas foram obtidos por Babinski *et al.* (2007), através de uma isócrona de 11 pontos que indicaram idade de 740 ± 22 Ma. Esse dado é interpretado pelos autores como

a idade de deposição desses carbonatos e, também, a idade do evento glacial no Cráton do São Francisco, considerado como relacionado ao evento global Sturtiano. Martins (1999), através de isótopos de C, que mostram significativo desvio dentro da Formação Sete Lagoas, indica uma idade em torno de 700-680 Ma para esta superfície, sugerindo idade criogeniana para a base do Grupo Bambuí.

Entretanto, segundo Caxito *et al.* (2012), os carbonatos de capa da Formação Sete Lagoas representariam o evento glacial do final do Criogeniano (evento glacial Marinoano). Essa conclusão é baseada em dados radiométricos, litoestratigráficos e quimioestratigráficos, quais sejam:

- 1) a Formação Sete Lagoas possui características litoestratigráficas que muito se assemelham com sequências de carbonatos de capa da base do Ediacarano em todo o mundo (Hoffman *et al.*, 2007), como uma fina camada de dolomito rosado na base da unidade e leques de cristais de calcita, interpretados como pseudomorfos de aragonita;
- 2) os perfis isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ da Formação Sete Lagoas são praticamente idênticos a outros carbonatos de capa marinoanos, principalmente quanto aos dolomitos de capa (Halverson *et al.*, 2005; Hoffman *et al.*, 2007), nos quais há uma queda dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ de -3,7ppm para -5ppm, acompanhada por valores de $\delta^{18}\text{O}$ em torno de -5ppm;
- 3) assinaturas isotópicas da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ na Formação Sete Lagoas mostram valores em torno de 0,7074 - 0,7076, sendo idênticas a outros carbonatos de capa de idade Marinoana pelo mundo (Halverson *et al.*, 2007, 2010);
- 4) correlações quimioestratigráficas com o Subgrupo *Schisto-Calcaire* na Faixa Congo Ocidental e com a Formação Olhos d'Água na Faixa Sergipana corroboram a interpretação de idade Marinoana para a Formação Sete Lagoas. Essas três unidades mostram perfis isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ e valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ muito semelhantes. Tanto o Subgrupo *Schisto-Calcaire*, quanto a Formação Olhos d'Água possuem sua idade máxima de sedimentação em 650 Ma, a partir de datações U-Pb em zircões detríticos (Oliveira *et al.*, 2010; Frimmel *et al.*, 2006);



- 5) finalmente, zircões detríticos de idade em torno de 610 Ma foram retirados da porção mediana da Formação Sete Lagoas (Rodrigues, 2008).

Assim, a idade de sedimentação do Grupo Bambuí e, em especial, a idade do evento glacial Jequitaiá ainda são controversas. Trabalhos como os de Martins (1999), Santos *et al.* (2000b), Zalán e Romeiro-Silva (2007), Babinski *et al.* (2007), Vieira *et al.* (2007) e Uhlein *et al.* (2004b; 2011a) descrevem o evento como relacionado à glaciação Sturtiana (~750 Ma). Trabalhos mais recentes, como Lima (2011) e Caxito *et al.* (2012), argumentam a favor de um evento marinoano. Assim, o evento glacial neoproterozoico da região do Cráton do São Francisco, que foi inicialmente considerado como sturtiano (~750 Ma) em função de datações Pb-Pb em carbonatos (Babinski *et al.*, 2007), está, progressivamente, sendo considerado como relacionado ao evento marinoano (~630 Ma) em função de dados isotópicos e quimioestratigráficos (Caxito *et al.*, 2012). Entretanto, faltam ainda maiores estudos geocronológicos e isotópicos para melhor dirimir a questão.

A geocronologia do Grupo Bambuí evoluiu substancialmente nos últimos anos. O conglomerado Samburá foi datado pelo método U-Pb em zircões detríticos (Dardenne *et al.* 2003), onde, os zircões mais novos, indicaram idades em torno de 650 Ma. Recentemente, Rodrigues (2008) realizou um estudo de idades U-Pb em zircões detríticos (LA-ICP-MS e SHRIMP) e Sm-Nd no Grupo Bambuí. A Formação Sete Lagoas apresentou populações de zircões com picos em 2.100 Ma, 1.780 Ma, 1.060 Ma e 660 Ma. A população mais nova apresenta idades concordantes de ~610 Ma. Já a Formação Serra de Santa Helena apresenta picos de idade em 650-660 Ma, 794-799 Ma, 1.016-1.090 Ma, 1.923 e 2.070 Ma, com uma população mais nova em torno de 612 Ma. A Formação Três Marias apresenta zircões em duas populações principais: 630-676 Ma e 77-800 Ma. O zircão mais novo tem ~616 Ma. Os padrões de distribuição de zircões detríticos para as amostras do Grupo Bambuí são bastante diferentes para cada formação, sugerindo que as áreas-fonte mudaram significativamente ao longo da bacia. A principal característica é a presença constante de zircões do Neoproterozoico superior, no intervalo 650-610 Ma. A principal área-fonte sugerida para esses zircões é o Arco Magmático de Goiás, na Faixa Brasília, a oeste (Rodrigues, 2008). Dessa forma, a idade de deposição do Grupo Bambuí, a partir da Formação Sete Lagoas, ocorreu posteriormente a 610 Ma.

A Formação Jequitaiá é frequentemente correlacionada à Formação Bebedouro, que aflora na Bahia, e com o membro ou Formação Carrancas, que aflora nos arredores de Belo Horizonte. A Formação Bebedouro aflora na base do Grupo Una, cobertura neoproterozoica que ocorre na região da Chapada Diamantina (BA) e é constituída por diamictitos intercalados com siltitos e arenitos, que afloram em discordância, sobre quartzitos do Supergrupo Espinhaço (Karfunkel e Hoppe, 1988; Dominguez, 1993). O Membro ou Formação Carrancas (Branco, 1961) aflora na base do Grupo Bambuí, entre Belo Horizonte e Sete Lagoas, sendo constituído por diamictitos e pelitos, com algumas evidências de contribuição glacial (Rocha-Campos *et al.*, 2011), em contato direto com carbonatos basais da Formação Sete Lagoas.

Quando comparados e correlacionados, é possível uma reconstituição de capas glaciais neoproterozoicas possivelmente de idade sturtiana ou marinoana (Dominguez, 1993; Uhlein *et al.*, 2004b). Entretanto, falta ainda maiores dados geocronológicos que permitam um posicionamento cronoestratigráfico mais seguro. Um diacronismo na sedimentação destas diferentes sequências de diamictitos também é possível. Assim, há cerca de 630 Ma geleiras de grande extensão ocuparam áreas elevadas, estáveis, do paleocontinente São Francisco (futuro Cráton do São Francisco), que estava envolvido por bacias neoproterozoicas (futuras faixas dobradas). Estudos paleogeográficos permitem a reconstituição de três geleiras principais (fig. 16) (Karfunkel e Hoppe, 1988; Dominguez, 1993; Uhlein *et al.*, 2004b), com respectivas direções de transporte, deduzidas a partir da orientação de estrias e pavimentos, diâmetro de clastos e posição relativa de fácies proximais e distais.

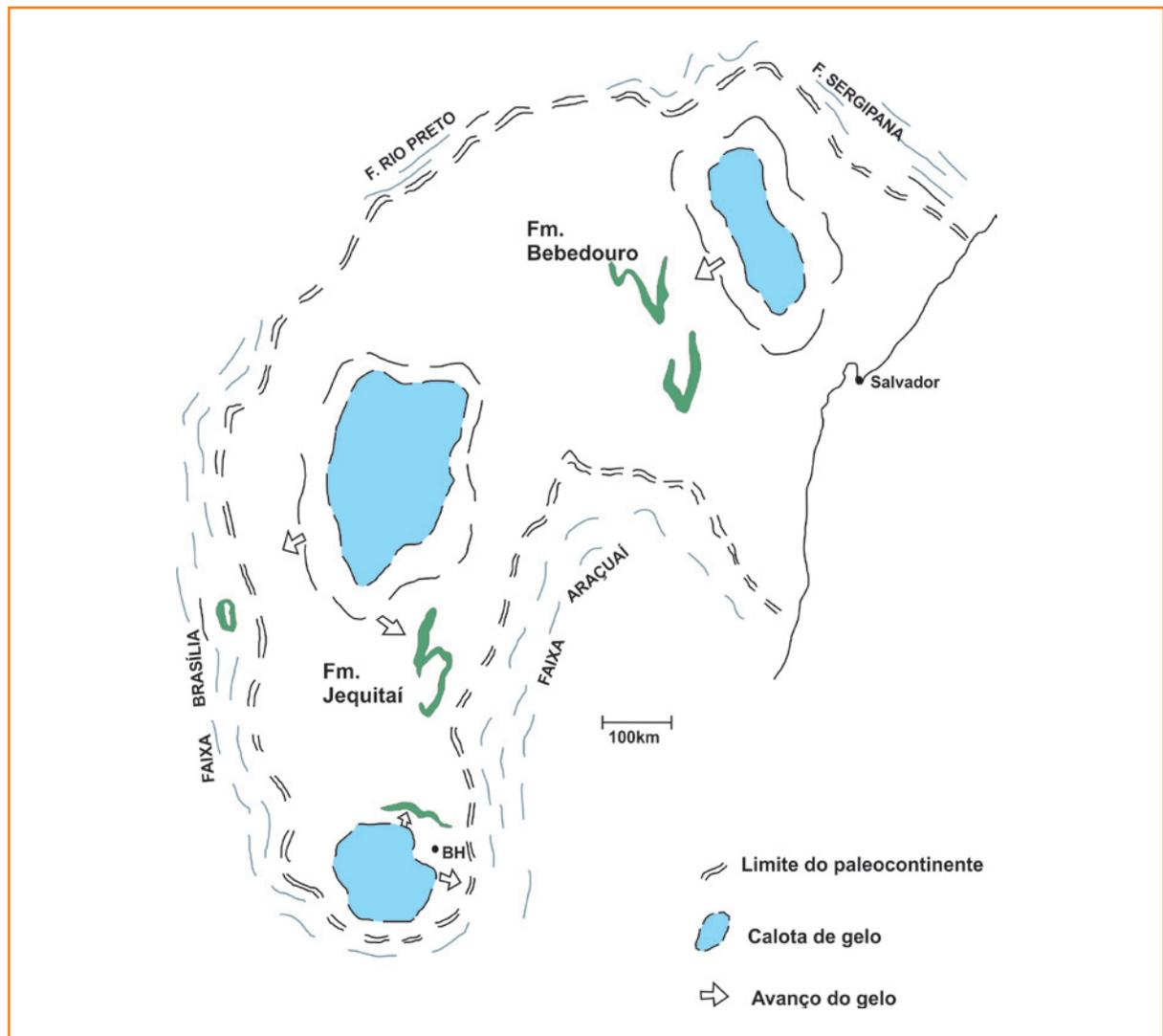
A geleira situada mais ao norte, no interior do atual estado da Bahia, deslocava-se para sudoeste, sendo responsável pela sedimentação glaciomarinha da Formação Bebedouro (Dominguez, 1993; Guimarães, 1996). A geleira central deslocava-se principalmente para sudeste e sudoeste, permitindo a sedimentação glaciomarinha da Formação Jequitaiá (Karfunkel e Hoppe, 1988; Cukrov *et al.*, 2005). A geleira situada mais ao sul influenciou a sedimentação glaciomarinha da Formação Carrancas, ao norte, e também das sequências Carandaí e Andrelândia, a leste (Uhlein *et al.*, 2004b). Nas bacias neoproterozoicas adjacentes ao paleocontinente São Francisco (Faixas Araçuaí, Brasília, Rio Preto, etc.) ocorreu importante sedimentação gravitacional, com fluxos de detritos (diamictitos) e turbiditos (ritmitos), associado à abertura de

Figura 16

Paleogeografia esquemática da glaciação Marinoana (~630 Ma) no interior do paleocontinente São Francisco. Modificada de Dominguez (1993) e Uhlein *et al.* (2004b).

Figure 16

Schematic paleogeography of the Marinoan glaciation (~630 Ma) in the interior of the São Francisco paleocontinent. Modified from Dominguez (1993) and Uhlein *et al.* (2004b).



riftes neoproterozoicos (Uhlein *et al.*, 2004b). Este evento extensional (formação de riftes) representou a fragmentação do supercontinente Rodínia (Eyles e Januszczak, 2004).

A Formação Sete Lagoas tem sido objeto de estudos quimioestratigráficos importantes, que visam reconhecer o comportamento isotópico do C, O, Sr, possibilitando correlações regionais e globais.

Na base da Formação Sete Lagoas os valores de $\delta^{13}\text{C}$ são negativos, de -5ppm a 0ppm, seguidos por um intervalo que pode apresentar valores crescentes de 0ppm a +5ppm (região central e leste da Bacia Bambuí) ou estáveis em torno de 0ppm (região oeste da bacia). Após este intervalo, ocorre um salto isotópico para valores altamente positivos, atingindo até +14ppm, ainda dentro da Formação Sete Lagoas (fig. 17).

Os valores mais negativos de $\delta^{13}\text{C}$ são encontrados em fácies dolomíticas avermelhadas da base da Formação Sete Lagoas, que por vezes

capeiam sedimentos glaciogênicos correlacionados à Formação Jequitai (Kaufman *et al.*, 2001; Martins, 1999; Santos *et al.*, 2000b; Martins e Lemos, 2007; Vieira *et al.*, 2007). O salto positivo acima do intervalo de +5ppm vem sendo interpretado como a assinatura de um evento isotópico de escala regional, relacionado a uma discordância de primeira ou segunda ordem no interior da Formação Sete Lagoas e, dessa forma, funcionando como marco cronoestratigráfico na Bacia Bambuí (Martins, 1999; Martins e Lemos, 2007; Zalán e Romeiro-Silva, 2007). Em campo, essa discordância é assinalada por feições de dissolução, *teepees*, gretas de contração, dolomitização e outras mudanças faciológicas, além de discretas variações nos mergulhos regionais (Martins, 1999; Martins e Lemos, 2007). O intervalo inferior, de -5ppm a +5ppm, pode atingir cerca de 500m no poço 1-RC-1 GO no estado de Goiás (Chang, 1997), mas diminui sua espessura consideravelmente

em direção a Minas Gerais, até cerca de 30-60m na região de Sete Lagoas (Martins, 1999; Santos *et al.*, 2000b; Martins e Lemos, 2007; Vieira *et al.*, 2007). Uma exposição clássica do intervalo inferior da Formação Sete Lagoas é a Pedreira Samba, em Sete Lagoas, onde podem ser observados cristais centimétricos de calcita em leque, interpretados como pseudomorfos de aragonita, depositados em um ambiente de águas profundas supersaturado em CaCO_3 (Vieira *et al.*, 2007; Babinski *et al.*, 2007).

A presença de zircões detríticos em torno de 610 Ma na porção média a superior da Formação Sete Lagoas (Rodrigues, 2008), em contraste com a isócrona Pb-Pb de 740 ± 22 Ma obtida na Formação Sete Lagoas inferior (Babinski *et al.*, 2007), reforça a sugestão baseada nos dados de estratigrafia isotópica e sísmica de que existe uma importante discordância na porção média da Formação Sete Lagoas (Martins, 1999; Martins e Lemos, 2007; Zalán e Romeiro-Silva, 2007; Rodrigues, 2008). De acordo com os dados geocronológicos, ela representaria um hiato de mais

de 100 Ma (740-610 Ma). Entretanto, se mais dados geocronológicos confirmarem a glaciação como relacionada ao evento Marinoano (~630 Ma), o hiato relacionado à discordância seria bem menor (20 Ma).

a Formação Puga, o Grupo Araras e a glaciação marinoana (~630 Ma) no sul do cráton amazônico (MT)

A Formação Puga e o Grupo Araras afloram na transição entre a borda sudeste do cráton amazônico e a Faixa de Dobramentos Paraguai, a oeste da cidade de Cuiabá, Mato Grosso. A litoestratigrafia inclui o Grupo Cuiabá, formado por sedimentos glaciomarinhos e turbidíticos, como diamictitos, conglomerados, arenitos, calcários e folhelhos (Alvarenga e Trompette, 1992), que grada, para oeste, para a Formação Puga. Esta unidade é composta por diamictitos glaciais, de pequena espessura, depositados na área cratônica e

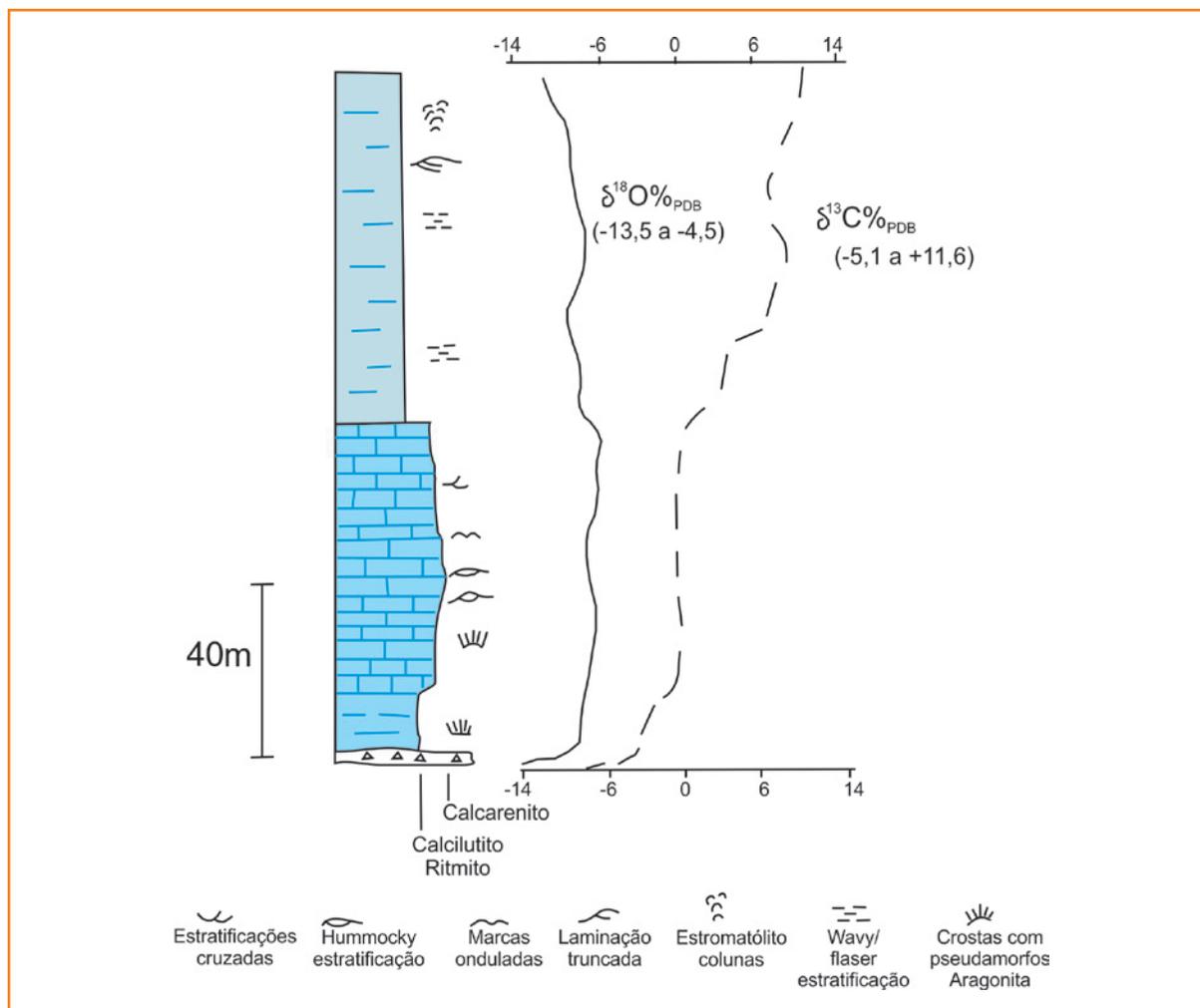


Figura 17
Perfis estratigráficos e isotópicos de C e O da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí. Segundo Vieira *et al.* (2007).

Figure 17
C and O stratigraphic and isotopic profiles of the Sete Lagoas Formation, Bambuí Group. After Vieira *et al.* (2007).

relacionados à glaciação marinoana (Nogueira *et al.*, 2003; Alvarenga *et al.*, 2004). Acima da Formação Puga, ocorrem carbonatos da Formação Guia e para o topo, dolomitos da Formação Nobres, ambos integrantes do Grupo Araras. Esta unidade tem sido correlacionada a sucessões carbonáticas pós-Marinoana (635 Ma) através de curvas isotópicas, especialmente perfis isotópicos de carbono e oxigênio. Dados quimioestratigráficos demonstraram que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variaram de -10,5ppm a +0,6ppm nos 200m basais dos calcários negros da Formação Guia. Os dolomitos da porção superior mostraram valores positivos e constantes, em torno de 1,9ppm e 2,4ppm. Estes valores de isótopos de carbono, assim como valores de $^{87}\text{Sr}/\text{Sr}^{86}$ entre 0,70753 e 0,70803, foram considerados comparáveis aos carbonatos que recobrem os depósitos relacionados à glaciação Marinoana (Alvarenga *et al.*, 2004). Para o topo, aparecem diamictitos e siltitos com cerca de 250m de espessura (Formação Serra Azul, Figueiredo *et al.*, 2008) e rochas das formações Raizama (conglomerados, arcósios e arenitos) e Diamantino (folhelhos, siltitos e arenitos vermelhos), como integrantes do Grupo Alto Paraguai. Os diamictitos da Formação Serra Azul são considerados glaciomarinhos, proximais à geleira, e relacionados, possivelmente, a um terceiro evento glacial denominado glaciação

Gaskiers (582 Ma), conforme Alvarenga *et al.* (2007) e Figueiredo *et al.* (2008).

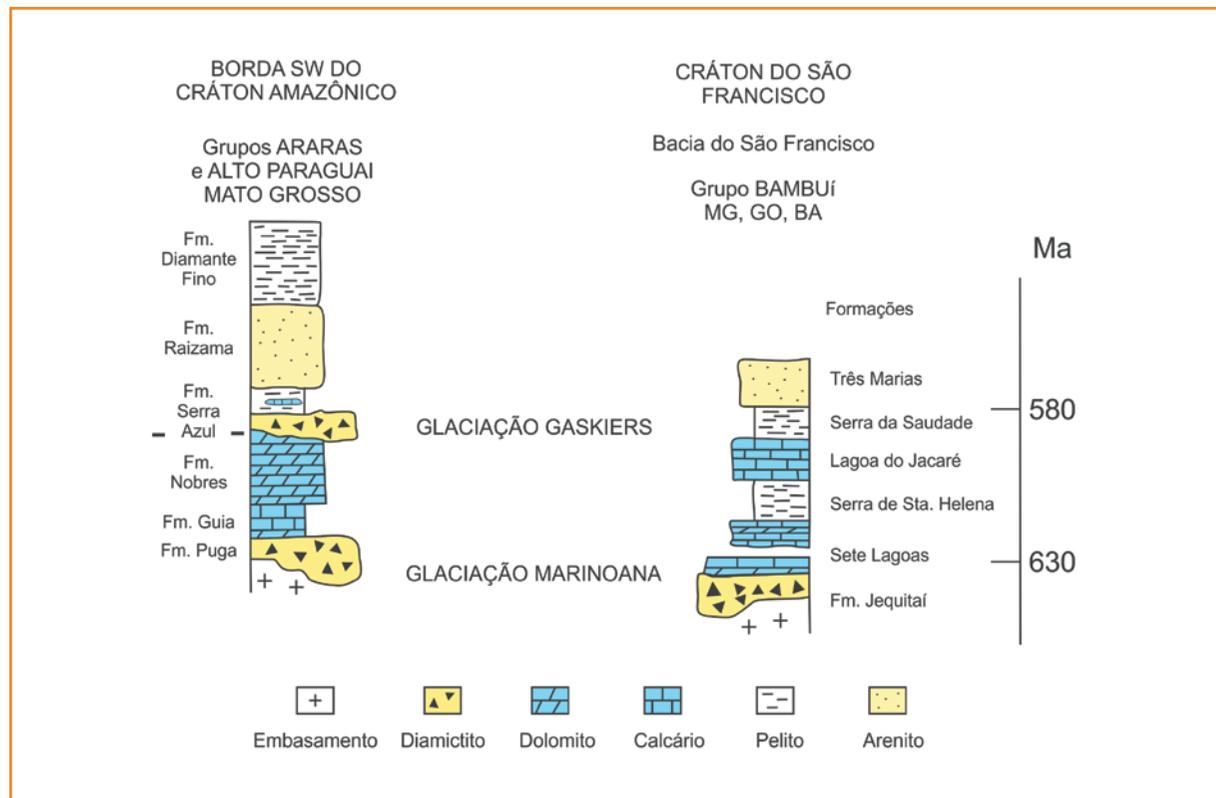
O éon neoproterozoico é caracterizado por valores de $\delta^{13}\text{C}$ geralmente altos (~+5ppm) em comparação ao Mesoproterozoico e ao Fanerozoico (0ppm a +1ppm) (Halverson *et al.*, 2005, 2010), com flutuações pontuais que causam anomalias de alta amplitude, tanto negativas, quanto positivas. As causas dessas flutuações ainda são amplamente discutidas, embora alguns autores reconheçam que as anomalias negativas estão relacionadas a eventos glaciais globais, que causam mudanças significativas na composição isotópica da água do mar (Knoll *et al.* 1986; Knoll e Walter, 1992; Hoffman *et al.*, 1998). Já as anomalias positivas são interpretadas como relacionadas a altas taxas de soterramento de carbono orgânico fracionado (Hayes *et al.*, 1999).

correlação e comparação entre coberturas neoproterozoicas

A Bacia do São Francisco (BSF) possui importante registro glacial aqui relacionado ao evento global Marinoano (~630 Ma), com deposição de sedimentos glaciomarinhos das formações Carrancas e Jequitai, possivelmente cronocorrelatas. Em contato direto com

Figura 18
Correlação entre o Grupo Araras (sul do cráton amazônico) e o Grupo Bambuí (Cráton do São Francisco), mostrando a posição estratigráfica do registro de glaciações neoproterozoicas no Brasil.

Figure 18
Correlation between Araras Group (southern amazon craton) and Bambuí Group (São Francisco craton), showing the stratigraphic position of the record of neoproterozoic glaciations in Brazil.



diamictitos da Formação Carrancas, próximo a Belo Horizonte, temos carbonatos de capa (Vieira *et al.*, 2007), possivelmente pós-marinoanos. Para o topo, em discordância paralela, ocorrem carbonatos do topo da Formação Sete Lagoas e siliciclásticos interdigitados com carbonatos que correspondem ao Grupo Bambuí, depositado entre 610 Ma e 590 Ma, como sugerem os resultados geocronológicos em zircões detríticos de Rodrigues (2008).

No sul do cráton amazônico, temos a Formação Puga (diamictitos glaciais) e depósitos carbonáticos pós-glaciais marinoanos (Alvarenga *et al.*, 2004; Nogueira *et al.*, 2003). Para o topo, dentro do Grupo Alto Paraguai, ocorre ainda outro nível com diamictitos glaciais que pode estar relacionado à glaciação Gaskiers (Figueiredo *et al.*, 2008) em torno de 582 Ma.

Em função destes dados estratigráficos e geocronológicos pode-se comparar e correlacionar as duas bacias cratônicas neoproterozoicas (fig. 18), tanto no Cráton do São Francisco, em Minas Gerais, como no sul do cráton amazônico, no estado do Mato Grosso, mostrando o registro dos dois eventos glaciais neoproterozoicos no Brasil e respectivos carbonatos de capa.

conclusões

Bacias cratônicas proterozoicas apresentam uma evolução estratigráfica que reflete o crescimento crustal proterozoico, com a evolução dos supercontinentes, além de eventos climáticos distintos, progressiva oxigenação da atmosfera e desenvolvimento de vida no Pré-Cambriano. No Brasil, as bacias cratônicas paleo-mesoproterozoicas e neoproterozoicas são bastante diferentes.

Bacias cratônicas paleo-mesoproterozoicas mostram na base rochas vulcânicas ácidas-intermediárias e sequências sedimentares detríticas constituídas por arenitos ou quartzitos bem selecionados, maduros, com abundantes estruturas sedimentares (estratificações cruzadas, marcas onduladas), depositados em ambientes sedimentares continentais e marinhos, mostrando frequentes intrusões básicas (diabásios e gabros). São bacias do tipo rifte, com subsidência inicial mecânica (falhas normais) e posterior subsidência termal. Destacam-se os Supergrupo Roraima (RR), Grupo Beneficente (PA), Grupo Araí (GO) e Supergrupo Espinhaço (MG e BA).

Bacias cratônicas neoproterozoicas são constituídas por sequências sedimentares com diamictitos de origem glacial e sedimentos siliciclásticos e carbonáticos. Ocorrem em Minas Gerais e Bahia, com grande expressão – o Grupo Bambuí – e muito localizadamente no Mato Grosso, na borda sul do cráton amazônico, representado pelo Grupo Araras. O Neoproterozoico permitiu o desenvolvimento de capas glaciais de grande extensão (conforme a teoria *Snowball Earth*) e sedimentação de carbonatos de capa (*cap carbonates*) de clima quente, representando alternâncias climáticas do tipo *ice house* e *green house*. Bacias intracratônicas ou do tipo antepaís (*foreland*) são relacionadas aos processos de sedimentação neoproterozoicos.

agradecimentos

Aos colegas Paulo Sergio Gomes Paim (Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos) e Augusto José Pedreira (Serviço Geológico do Brasil - CPRM), pelo incentivo ao trabalho e indicação de referências bibliográficas importantes. Aos colegas Gilmar Vital Bueno (Petrobras), pelo incentivo à publicação, e Pedro Vitor Zalán (Petrobras), pela análise crítica do manuscrito. Aos geólogos Júlio Carlos Destro Sanglard e Guilherme Labaki Suckau (ambos na Petrobras) e Gabriel Jubé Uhlein (Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG), pela ajuda na confecção de figuras. À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (Fapemig) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelos aportes financeiros. Ao Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC/UFMG) e ao Centro de Pesquisa Manuel Teixeira da Costa (CPMTC), pelo apoio institucional.

referências bibliográficas

ALKMIM, F. F. O que faz de um cráton um cráton? O Cráton do São Francisco e as revelações almeidianas ao delimitá-lo. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. (Org.) **Geologia do continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 17-35.

- ALKMIM, F. F.; MARTINS NETO, M. A. A bacia intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. (Ed.). **A Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 2001. p. 9-30.
- ALMEIDA, F. F. M. O cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1977.
- ALVARENGA, C. J. S.; FIGUEIREDO, M. F.; BABINSKI, M.; PINHO, F. E. C. Glacial diamictites of Serra Azul formation (Ediacaran, Paraguai belt): evidence of the Gaskiers glacial event in Brazil. **Journal of South America Earth Science**, Oxford, v. 23, n. 2-3, p. 236-241, Feb. 2007.
- ALVARENGA, C. J. S.; SANTOS, R. V.; DANTAS, E. L. C-O-Sr isotopic stratigraphy of cap carbonates overlying Marinoan-age glacial diamictites in the Paraguai Belt, Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 131, p. 1-21, May 2004.
- ALVARENGA, C. J. S.; TROMPETTE, R. Glacially influenced sedimentation in the Later Proterozoic of the Paraguay belt (Mato Grosso, Brazil). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 92, n. 1-2, p. 85-105, Mar. 1992.
- BABINSKI, M.; VIEIRA, L. C.; TRINDADE, R. I. F. Direct dating of the Sete Lagoas cap carbonate (Bambuí Group, Brazil) and implications for the Neoproterozoic glacial events. **Terra Nova**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 401-406, Dec. 2007.
- BRANCO, J. J. R. Roteiro para a excursão Belo Horizonte-Brasília. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 14., 1961, Belo Horizonte. **Publicações...** Belo Horizonte: Instituto Pesquisas Radioativas, 1961. p. 69-116.
- BUCHWALDT, R.; TOULKERIDIS, T.; BABINSKI, M.; NOCE, C. M.; MARTINS-NETO, M. A.; HERCOS, C. M. Age determination and age related provenance analysis of the Proterozoic glaciation event in central eastern Brazil. In: SOUTH AMERICAN SIMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 2., Córdoba. **Abstracts...** Argentina: Serviço Geológico Minerio, 1999. p. 387-390.
- CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 269-282, set. 1997.
- CARVALHO, M. S.; FIGUEIREDO, A. J. A. Caracterização litoestratigráfica da bacia de sedimentação do Grupo Beneficente no Alto Rio Sucunduri – AM. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 1., 1982, Belém, **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1982. p. 26-44.
- CASTRO, P. T. A.; DARDENNE, M. A. The sedimentology, stratigraphy and tectonic context on the São Francisco Supergroup at the southwestern domain of the São Francisco craton, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 439-441, set. 2000.
- CAXITO, F. A.; HALVERSON, G.; UHLEIN, A.; STEVENSON, R.; DIAS, T. G.; UHLEIN, G. J. Marinoan glaciation in east central Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 200-203, p. 38-58, Apr. 2012.
- CHANG, H. K. **Isótopos estáveis (C, H, O) e ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr**: implicações na estratigrafia e na paleocirculação de fluidos na Bacia do São Francisco. 1997. 129 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.
- CHANG, H. K.; MIRANDA, F. P.; MAGALHÃES L., ALKMIM, F. F. Considerações sobre a evolução tectônica da Bacia do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1988. p. 2076-2090, v. 5.
- CHEMALE, F.; DUSSIN, I. A.; MARTINS, M. S.; ALKMIM, F. F.; QUEIROGA, G. The Espinhaço Supergroup in Minas Gerais State: a Stenian Basin? In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY - SSAGI, 7., 2010, Brasília. **Abstracts...** Brasília: SBG, 2010. p. 552-555.
- CUKROV, N.; ALVARENGA, C. J. S.; UHLEIN, A. Litofácies da glaciação neoproterozóica nas porções sul do cráton do São Francisco: exemplos de Jequitaiá (MG) e Cristalina (GO). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 69-76, mar. 2005.
- DANDERFER, A. **Geologia sedimentar e evolução tectônica do Espinhaço Setentrional, estado da Bahia**. 2000. 498 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

- DANDERFER, A.; DARDENNE, M. A. Tectonoestratigrafia da Bacia Espinhaço na porção centro-norte do cráton do São Francisco: registro de uma evolução polistórica descontínua. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 449-460, dez. 2002.
- DANDERFER, A.; DE WAELE, B.; PEDREIRA, A. J.; NALINI, H. A. New geochronological constraints on the geological evolution of Espinhaço basin within the São Francisco Craton - Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 170, n. 1-2, p. 116-128, Apr. 2009.
- DARDENNE, M. A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Anais...** Recife: SBG, 1978. p. 597-610, v. 2.
- DARDENNE, M. A. Os Grupos Paranoá e Bambuí na faixa dobrada Brasília. In: SIMPÓSIO CRATÓN DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1., 1981, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1981. p. 140-157.
- DARDENNE, M. A. The Brasília Fold Belt. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Ed.). **Tectonic evolution of South America**. Rio de Janeiro: ABC, 2000. p. 231-263.
- DARDENNE, M. A.; CAMPOS, E. L. G. Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, GO: sítio de grande beleza cênica do centro-oeste brasileiro. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. (Ed.) **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. p. 323-334. v. 1.
- DARDENNE, M. A.; PIMENTEL, M. M.; ALVARENGA, C. J. S. Provenance of conglomerates of the Bambuí, Jequitaí, Vazante and Ibiá Groups: implications for the evolution of the Brasília belt. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 9., 2003, Búzios. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 2003. p. 47-49, v. 1.
- DAVID, I. **Chapada dos Veadeiros**. 2000. 1 Fotografia.
- DERBY, O. A. The Serra do Espinhaço, Brazil. **The Journal of Geology**, Chicago, v. 14, n. 2, p. 314-401, 1906.
- DOMINGUEZ, J. M. L. As coberturas do cráton do São Francisco: uma abordagem do ponto de vista da análise de bacias. In: DOMINGUEZ, J. M. L.; MISI, A. (Ed.). **O Cráton do São Francisco**. Salvador: SBG/NBA-SE, 1993. p. 137-159.
- EYLES, N.; JANUSZCZAK, N. 'Zipper-rift': a tectonic model for Neoproterozoic glaciations during the breakup of Rodinia after 750 Ma. **Earth-Sciences Review**, Amsterdam, v. 65, n. 1-2, p. 1-73, Mar. 2004.
- FIGUEIREDO, M. F.; BABINSKI, M.; ALVARENGA, C. J. S.; PINHO, F. E. C. Nova unidade litoestratigráfica registra glaciação ediacarana em Mato Grosso: formação Serra Azul. **Geologia USP Série Científica**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 65-75, out. 2008.
- FRIMMEL, H. E.; TACK, L.; BASEI, M. S.; NUTMAN, A. P.; BOVEN, A. Provenance and chemostratigraphy of the Neoproterozoic West Congolian Group in the Democratic Republic of Congo. **Journal of African Earth Sciences**, Oxford, v. 46, n. 3, p. 221-239, Oct. 2006.
- GERALDES, M. C. A. Paleogeografia da Amazônia e as reconstruções dos supercontinentes. In: ROSA-COSTA, L.; KLEIN, E. L.; VIGLIO, E. P. (Ed.). **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Belém, PA: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Norte, 2007. p. 49-62, v. 5.
- GUIMARÃES, J. T. **A Formação Bebedouro no estado da Bahia: faciologia, estratigrafia, e ambientes de sedimentação**. 1996. 155 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1996.
- GUIMARÃES, J. T.; SANTOS, R. A.; MELO, R. C. (Org.). **Geologia da Chapada Diamantina Ocidental** (Projeto Ibitiara - Rio de Contas). Salvador: CBPM, 2008. (Série arquivos abertos, 31). 64 p.
- HALVERSON, G. P.; DUDAS, F. O.; MALOOF, A. C.; BOWRING, S. A. Evolution of the ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr composition of Neoproterozoic seawater. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 256, p. 103-129, Dec. 2007.
- HALVERSON, G. P.; HOFFMAN, P. F.; SCHRAG, D. P.; MALOOF, A. C. Toward a neoproterozoic composite carbon-isotope record. **Geological Society of América Bulletin**, Bolder, v. 117, n. 9-10, p. 1181-1207, Sept./Oct. 2005.

- HALVERSON, G. P.; WADE, B. P.; HURTGEN, M. T.; BAROVICH, K. M. Neoproterozoic chemostratigraphy. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 182, n. 4, p. 337-350, Oct. 2010.
- HAYES, J. M.; STRAUSS, H.; KAUFMAN, A. J. The abundance of C in marine organic carbon and isotopic fractionation in the global biogeochemical cycle of carbon during the past 800 Ma. **Chemical Geology**, New York, v. 161, n. 1-3, p. 103-125, Sept. 1999.
- HOFFMAN, P. F.; HALVERSON, G. P.; DOMACK, E. W.; HUSSON, J. M.; HIGGINS, J. A.; SCHRAG, D. P. Are basal Ediacaran (635 Ma) post-glacial “cap dolostones” diachronous? **Earth Planetary Science Letters**, Amsterdam, v. 258, n. 1-2, p. 114-131, Jun. 2007.
- HOFFMAN, P. F.; KAUFMAN, A. J.; HALVERSON, G. P.; SCHRAG, D. P. A Neoproterozoic Snowball Earth. **Science**, New York, v. 281, n. 5381, p. 1342-1346, Aug. 1998.
- ISOTTA, C. A. L.; ROCHA-CAMPOS, A. C.; YOSHIDA, R. Striated pavement of the Upper-Precambrian glaciation in Brazil. **Nature**, London, v. 222, n. 5192, p. 466-468, May 1969.
- KARFUNKEL, J.; HOPPE, A. Late Proterozoic glaciation in central-eastern Brazil: synthesis and model. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 65, n. 1-2, p. 1-21, May 1988.
- KAUFMAN, A. J.; KNOLL, A. H. Neoproterozoic variations in the C-isotopic composition of seawater: stratigraphic and biogeochemical implications. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 73, n.1-4, p. 27-49, May 1995.
- KAUFMAN, A. J.; VARNI, M. A.; MISI, A.; BRITO-NEVES, B. B. Anomalous $\delta^{34}\text{S}$ signatures in trace sulfate from a potential cap carbonate in the Neoproterozoic Bambuí Group, Brazil. In: MISI, A., TEIXEIRA, J. B. G. (Org.). **Proterozoic sediment-hosted base metal deposits of Western Gondwana**. Belo Horizonte: [s.n.], 2001. p. 62–65.
- KIRSCHVINK, J. L. Late Proterozoic low-latitude global glaciation: the Snowball Earth. In: SCHOPF, J. W.; KLEIN, C. (Ed.). **The Proterozoic biosphere: a multidisciplinary study**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. p. 51-52.
- KNOLL, A. H., WALTER, M. R. Latest Proterozoic stratigraphy and Earth history. **Nature**, London, v. 356, n. 6371, p. 673-677, Apr. 1992.
- KNOLL, A. H.; HAYES, J. M.; KAUFMAN, A. J.; SWETT, K.; LAMBERT, I. B. Secular variation in carbon isotope ratios from Upper Proterozoic successions of Svalbard and east Greenland. **Nature**, London, v. 321, n. 6073, p. 832-837, June 1986.
- LEITE, J. A. D.; SAES, G. S. Geocronologia Pb/Pb de zircões detríticos e análise estratigráfica das coberturas sedimentares proterozóicas do sudoeste do cráton amazônico. **Revista Instituto Geociências - USP**, São Paulo, v. 3, p. 113-127, ago. 2003. (Série científica).
- LIMA, O. N. B. **Estratigrafia isotópica e evolução sedimentar do Grupo Bambuí na borda ocidental do Cráton do São Francisco**: implicação tectônica e paleo-ambiental. 2011. 114 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- LOUREIRO, H. S. C.; LIMA, E. S.; MACEDO, E. P.; SILVEIRA, F. V.; BAHIANSE, I. C.; ARCANJO, J. B. A.; MORAES FILHO, J. C.; NEVES, J. P.; GUIMARÃES, J. T.; TEIXEIRA, L. R.; ABRAM, M. B.; SANTOS, R. A.; MELO, R. C. **Geologia e recursos minerais da parte Norte do Corredor do Paramirim (Projeto Barra-Oliveira dos Brejinhos)**. Salvador: CBPM/ CPRM, 2009. 122 p. (Série arquivos abertos, 33).
- MARTINS, M. **Análise estratigráfica das sequências Mesoproterozóicas (borda oeste) e Neoproterozóicas da Bacia do São Francisco**. 1999. 214 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- MARTINS, M.; LEMOS, V. B. Análise estratigráfica das sequências neoproterozóicas da Bacia do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 156-167, dez. 2007. Suplemento.
- MARTINS-NETO, M. A. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: registro de uma bacia rifte-sag do Paleo-Mesoproterozóico. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 151-168, jun. 1998.

- MARTINS-NETO, M. A.; GOMES, N. S.; HERCOS, C. M.; REIS, L. A. Fácies glacioc continentais (outwash plain) na megassequência Macaúbas, (Serra da Água Fria/MG) e seu contexto tectônico. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 281-292, jun. 1999.
- NOGUEIRA, A. C. R.; RICCOMINI, C.; SIAL, A. N.; MOURA, C. A. V.; FAIRCHILD, T. R. Soft-sediment deformation at the base of the neoproterozoic Puga cap carbonate (southwestern Amazon craton, Brazil): confirmation of rapid icehouse to greenhouse transition in Snowball Earth. **Geology**, Boulder, v. 31, n. 7, p. 613-616, July 2003.
- OLIVEIRA, E. P.; WINDLEY, B. F.; ARAUJO, M. N. C. The neoproterozoic sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 181, n. 1-4, p. 64-84, Aug. 2010.
- PEDREIRA, A. J. Sistemas deposicionais da Chapada Diamantina Centro Oriental, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 229-240, dez. 1997.
- PEDREIRA, A. J.; BOMFIM, L. F. C. Morro do Pai Inácio, BA: marco morfológico da Chapada Diamantina. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Ed.) **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. p. 307-312. v. 1.
- PIMENTEL, M. M.; HEAMAN, L.; FUCK, R. A.; MARINI, O. J. U-Pb zircon geochronology of Precambrian tin-bearing continental type acid magmatism in Central Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 52, n. 3-4, p. 321-335, Aug. 1991.
- REIS, N. J. Monte Roraima, RR: sentinela de Macunaíma. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M. (Ed.) **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 2009. p. 89-98. v. 2
- REIS, N. J.; CARVALHO, A. S. C. Coberturas sedimentares do Mesoproterozóico do estado de Roraima: avaliação e discussão do modo de ocorrência. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 217-226, dez. 1996.
- REIS, N. J.; YAÑEZ, G. O Supergrupo Roraima ao longo da faixa Fronteira entre Brasil e Venezuela (Santa Elena de Uairén, Monte Roraima). In: REIS, N. J.; MONTEIRO, M. A. S. (Coord.). **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Manaus: SBG, 2001. p.113-144. v. 2.
- ROCHA-CAMPOS, A. C.; NEVES, B. B. B.; BABINSKY, M.; SANTOS, P. R.; OLIVEIRA, S. M. B.; ROMANO, A. W. Moema Laminites: a newly recognized Neoproterozoic (?) glaciogenic unit, São Francisco Basin, Brazil. In: ARNAUD, E.; HALVERSON, G. P.; SHIELDS-ZHOU, G. (Ed.). **The geological record of Neoproterozoic glaciations**. London: Geological Society, 2011. (Geological Society Memoirs, v. 36). p. 535-540
- RODRIGUES, J. B. **Proveniência de sedimentos dos grupos Canastra, Ibiá, Vazante e Bambuí: um estudo de zircões detriticos e Idades Modelo Sm-Nd**. 2008. 128 f. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, 2008.
- ROGERS, J. J. W.; SANTOSH, M. Configuration of Columbia, a Mesoproterozoic Supercontinent. **Gondwana Research**, Osaka, v. 5, n. 1, p. 5-22, Jan. 2002.
- ROMEIRO-SILVA, P. C.; ZALÁN, P. V. Contribuição da sísmica de reflexão na determinação do limite oeste do Cráton do São Francisco. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 3., 2005, Salvador. **Anais...** São Paulo: SBG, 2005. p. 44-47. Extended Abstract.
- SANTOS, J. O. S.; HARTMANN, L. A.; GAUDETTE, H.; GROOVES, D. I.; MCNAUGHTON, N. J.; FLETCHER, I. R. A new understanding of the provinces of the Amazon craton based on integration of field mapping and the geochronology. **Gondwana Research**, Osaka, v. 3, n. 4, p. 435-488, Oct. 2000a.
- SANTOS, J. O. S.; POTTER, P. E.; REIS, N. J.; HARTMANN, L. A.; FLETCHER, I. R.; MCNAUGHTON, N. J. Age, source and regional regional stratigraphy of the Roraima Supergroup and Roraima-like outliers in northern South America based on U-Pb geochronology. **Geological society of America Bulletin**, Boulder, v. 115, n. 3, p. 331-348, Mar. 2003.

SANTOS, R. V.; ALVARENGA, C. J. S.; DARDENNE, M. A.; SIAL, A. N.; FERREIRA, V. P. Carbon and oxygen isotope profiles across Meso-Neoproterozoic limestones from central Brazil: Bambuí and Paranoá groups. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 104, n. 3-4, p. 107-122, Nov. 2000b.

SCHOBENHAUS, C. As trefogêneses superpostas Espinhaço e Santo Onofre, Estado da Bahia: revisão e novas propostas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 265-276, dez. 1996.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G. R.; ASMUS, H. E. **Geologia do Brasil**: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente, incluindo depósitos minerais. Escala 1:2.500.000. Brasília: DNPM/MME, 1984.

SEER, H. J.; MORAES, L. C.; FOGAÇA, A. C. C. **Roteiro geológico para a região de Lagoa Formosa - Chumbo - Carmo do Paranaíba - MG**. Belo Horizonte: SBG, Núcleo Minas Gerais, 1989. 58 p. (Boletim, n.9).

SGARBI, G. N. C.; SGARBI, P. B. A.; CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A.; PENHA, U. C. Bacia Sanfranciscana: o registro fanerozóico da Bacia do São Francisco. In: PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. (Ed.). **Bacia do São Francisco**: geologia e recursos naturais. Belo-Horizonte: SBG, 2001. p. 93-138.

TASSINARI, C. C. G.; MACAMBIRA, M. J. B. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R., BRITO-NEVES, B. B. (Ed.). **Geologia do continente sul-americano**: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 471-485.

UHLEIN, A.; ALVARENGA, C. J. S.; DARDENNE, M. A.; TROMPETTE, R. R. The glaciogenic Jequitá Formation, southeastern Brazil. In: ARNAUD, E.; GALVERSON, G. P.; SHIELDS-ZHOU, G. (Ed.). **The Geological Record of Neoproterozoic Glaciations**. London: Geological Society, 2011a. (Geological Society Memoirs, v. 36). p. 541-546.

UHLEIN, A.; ALVARENGA, C. J. S.; TROMPETTE, R. R.; DUPONT, H. S. J. B.; EGYDIO-SILVA, M.; CUKROV, N.; LIMA, O. N. B. Glaciação neoproterozóica sobre o Cráton do São Francisco e faixas dobradas adjacentes. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI,

A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. (Org.). **Geologia do Continente Sul-Americano**: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004b. p. 539-553.

UHLEIN, A.; BAPTISTA, M. C.; SEER, J. H.; CAXITO, H. J.; UHLEIN, G. J.; DARDENNE, M. A. A Formação Lagoa Formosa, Grupo Bambuí (MG): sistema deposicional de leque submarino em bacia de antepaís. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 163-172, 2011b.

UHLEIN, A.; CHAVES, M. L. S. C. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais e Bahia: correlações estratigráficas, conglomerados diamantíferos e evolução geodinâmica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 433-444, dez. 2003.

UHLEIN, A.; LIMA, O. N. B.; FANTINEL, L. M.; BAPTISTA, M. C. Estratigrafia e evolução geológica do Grupo Bambuí, Minas Gerais (Roteiro geológico). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., Araxá, 2004. **Anais...** São Paulo: SBG, 2004a. 1 CD-ROM.

VIEIRA, L. C.; TRINDADE, R. I. F.; NOGUEIRA, A. C. R.; ADER, M. Identification of a Sturtian cap carbonate in the Neoproterozoic Sete Lagoas carbonate platform, Bambuí Group, Brazil. **Comptes Rendus Geoscience**, Paris, v. 339, n. 3-4, p. 240-258, Mar. 2007.

WANKLER, F. L.; PAIM, P. S. G. Fácies sedimentares, elementos arquiteturais e ambientes deposicionais da Formação Uiramutã (Supergrupo Roraima), Mesoproterozóico do Escudo das Guianas. In: ROSA-COSTA, L.; KLEIN, E. L.; VIGLIO, E. P. (Ed.). **Contribuições à geologia da Amazônia**. Belém: SBG, 2005. p. 208-220, v. 4.

WINDLEY, B. F. **The evolving continents**. Hoboken: John Wiley Sons, 1995. 526 p.

ZALÁN, P. V.; ROMEIRO-SILVA, P. C. Bacia do São Francisco. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 561-571, maio/nov. 2007.

bibliografia

MARTINS, A. A. M.; ANDRADE FILHO, E. L.; LOUREIRO, H. S. C.; ARCANJO, J. B. A.; GUIMARÃES,

R. V. B. **Geologia da Chapada Diamantina Ocidental (Projeto Ibitiara - Rio de Contas)**. Salvador: CBPM/CPRM, 2008. (Série Arquivos Abertos, 31).

UHLEIN, A.; FREITAS, A. M.; CRUZ, A. B.; SILVA, W. F.; CAXITO, F. A.; MOREIRA, G. C. **Folha SE-23-Y-B-IV, Carmo do Paranaíba**: projeto UFMG-CODEMIG. Belo Horizonte: Companhia Desenvolvimento de Minas Gerais, 2010. 1 Mapa geológico. Escala 1:100.000. Nota explicativa. 1 CD-ROM.

UHLEIN, A.; FREITAS, A. M.; CRUZ, A. B.; SILVA, W. F.; CAXITO, F. A.; MOREIRA, G. C. **Projeto Alto**

Paranaíba: Folha Carmo do Paranaíba: SE-23-Y-B-IV: Escala 1:100.000. Belo Horizonte: Companhia Desenvolvimento de Minas Gerais, 2010. 1 Mapa geológico. 1 CD-ROM.

webgrafia

PAIM, P. S. G. **Monte Roraima**. [2013?]. 1 fotografia, color. Disponível em: < <http://www.territorioonline.com.br/blog/post/view/identifier/blog070>>. Acesso em: 8 ago. 2013.

expanded abstract

The two major Proterozoic cratons in Brazil are the Amazonian Craton, in the northern region of the country, and the São Francisco Craton, in central-eastern Brazil. Proterozoic cratonic basins are sedimentary or volcano-sedimentary subhorizontal deposits located within these cratons developed in the Paleoproterozoic (2.5-1.6 Ga), Mesoproterozoic (1.6-1.0 Ga) and/or Neoproterozoic (1.0 Ga - 540 Ma).

In the Amazonian Craton, Paleo-Mesoproterozoic meta-sedimentary covers crop out to the north, the Paleo-Mesoproterozoic Roraima Supergroup (Guianas shield), and to the south, the Beneficente and Gorotire Groups and the Dardanelos and Palmeiral Formations, located in the Central-Brazil shield. These are elongated, WNW-ESE-trending rift-sag basins with intermediate to acid volcanic rocks, continental sediments at the base (alluvial fans and fluvial deposits) with important transgressive phase(s) to the top represented by shelfal marine sediments (meta-limestones and meta-sandstones with hummocky cross-stratification). In the São Francisco Craton a similar stratigraphic development is observed in the Paleo-Mesoproterozoic Espinhaço Supergroup in Minas Gerais and Bahia States, and in the Araí Group in Goiás State. They represent N-S elongated rift-sag basins with an important extensional phase (initial mechanic subsidence, sedimentation from alluvial fan, fluvial and lacustrine depositional systems) and later thermal-flexural subsidence (marine sedimentation influenced by waves and tides).

Extensional reactivation phase can occur to the top, mainly in the Espinhaço Supergroup, in the Chapada Diamantina region (Bahia State).

These rift-sag basins were partially deformed with generation of folds and thrusts and then uplifted. Currently they form regions of great natural beauty, some of them preserved as national parks.

Neoproterozoic covers occur in great extension over the São Francisco Craton (São Francisco Basin) constituting the Bambuí Group, and in a small basin -

the Araras Group - in the southern edge of the Amazonian Craton, along the Paraguai Belt. These Neoproterozoic cratonic covers have important recurring glacial and pelitic-carbonate (sometimes stromatolitic) sedimentation. These intercalations of glacial diamictites and warm-water carbonates are frequent in Neoproterozoic successions. Wide geographic distribution of glacial diamictites and paleomagnetic evidences indicate that Neoproterozoic ice sheets reached low latitudes, which can be explained by the Snowball Earth theory. In general, three glacial events are recognized by the distribution of glacial diamictites: Sturtian (~730 Ma), Marinoan (~635 Ma) and Gaskiers (~580 Ma). Meso-Neoproterozoic cratonic basins can be characterized by certain values of $\delta^{13}\text{C}$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio from carbonates. Chemostratigraphic data have been widely used in Neoproterozoic cap-carbonate correlations. The Bambuí Group has the Jequitaiá Formation at the base (Minas Gerais and Goiás State) and the Bebedouro Formation (Una Group, Chapada Diamantina – Bahia State), both units representing the Marinoan glacial event (~635 Ma), with glaciomarine diamictites preserved in the region of the São Francisco Craton. Above, the Sete Lagoas Formation (calcarenes) shows Marinoan cap-carbonates characteristics.

The Bambuí Group is mostly a foreland basin associated to the orogenic development of the Brasília Fold Belt. It shows greater thicknesses towards the Brasília Fold Belt, coarsening-upward pattern and predominance of immature siliciclastic sediments with provenance typical of active margin. Four depositional sequences can be recognized in the Bambuí Group.

In the southern edge of the Amazon Craton, in the Cuiabá region (Mato Grosso State), the Puga Formation (diamictites) and the Araras Group (pink dolomites, grey limestones) outcrop, representing the Marinoan glacial and cap-carbonate sedimentation. Recently, a third Neoproterozoic glacial event in Brazil was characterized (Gaskiers glacial event, ~580 Ma), distinguished by glacial diamictites that occur above the Araras Group, on the edge of the Amazon Craton.

autor



Alexandre Uhlein

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Centro de Pesquisa Professor Manoel
Teixeira da Costa
Instituto de Geociências

auhlein@gmail.com

Alexandre Uhlein possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 1978, mestrado em Geologia (Geologia Econômica, orientador Dr. Marcel Dardenne) pela Universidade de Brasília (UNB) em 1982 e doutorado em Geociências (Geoquímica e Geotectônica, orientador Dr. Roland Trompette) pela Universidade de São Paulo (USP) em 1991. Efetuou pós-doutoramento na Université Paul Sabatier (UPS), Toulouse, França, entre 1995-1996, sob orientação do Dr. Jean-Luc Bouchez, em tectônica de granitoides com auxílio de anisotropia de susceptibilidade magnética (ASM). É professor livre-docente pela USP desde 2004. Professor associado IV da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), nível 2. Tem experiência na área de Geologia, com ênfase em Geotectônica, atuando principalmente nos seguintes temas: Estratigrafia e Sedimentologia, Análise de Bacias Sedimentares Pré-Cambrianas, Glaciações Neoproterozoicas, Crátons e Faixas Dobradas Neoproterozoicas, Mapeamento Geológico, Geologia Estrutural (Metassedimentos e Tectônica de Granitoides) e Evolução Geológica do Gondwana Ocidental.

