ANPEGE

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia

# REVISTA DA ANPEGE

ISSN 1679-768X

VOLUME 19

N. 40 (2023)

30 ANOS ANPEGE

DOI: 10.5418/RA2023.V19I40.17870

REVISTA DA ANPEGE | v. 19 nº. 40 (2023) | e-issn: 1679-768x

# GEOMORFOLOGIA DA MESORREGIÃO NORTE DE MINAS GERAIS – BRASIL

## *Geomorphology of the Northern mesoregion of Minas Gerais – Brazil*

## *Geomorfología de la mesoregión Norte de Minas Gerais – Brasil*

**LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA**
Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes)

**JOÃO PAULO SENA SOUZA**
Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes)

**HERNANDO BAGGIO FILHO**
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

**JOSÉ ADILSON DIAS CAVALCANTI**

Serviço Geológico do Brasil (CPRM)

**MANOEL REINALDO LEITE**

Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes)

Resumo: A mesorregião Norte de Minas Gerais, situada entre o cráton do São Francisco e o Orógeno Araçuaí, é palco de diversos processos morfogenéticos que deram origem às mais diversas formas de relevo. Através de técnicas de mapeamento geomorfológico e de controle de campo o artigo teve por objetivo elaborar uma classificação geomorfológica para essa porção do território mineiro. É possível constatar que o Cráton do São Francisco e o Orógeno Araçuaí contribuíram para a manutenção dos relevos em dois domínios distintos. O primeiro, com relevos tabulares e litologias predominantemente carbonáticas do Grupo Bambuí e da Bacia Sanfranciscana, e o segundo com relevos controlados por estruturas dobradas em litologias siliciclásticas do Grupo Macaúbas e do Supergrupo Espinhaço. Durante o Cenozoico, os cursos d´água escavaram os grandes vales na região, além de controlar a sedimentação aluvial por processos agradacionais.

**Palavras-chave:** Relevo. Mapeamento geomorfológico. Minas Gerais

**Abstract:** The northern mesoregion of Minas Gerais, located between the São Francisco craton and the Araçuaí Orogen, is the scene of several morphogenetic processes that gave rise to the most diverse forms of relief. Using geomorphological mapping and field control techniques, the article aimed to develop a geomorphological classification for this portion of the Minas Gerais territory. It is possible to verify that the São Francisco Cráton and the Araçuaí Orogen contributed to the maintenance of reliefs in two distinct domains. The first, with tabular reliefs and predominantly carbonate lithologies from the Bambuí Group and the Sanfranciscana Basin, and the second with reliefs controlled by folded structures in siliciclastic lithologies from the Macaúbas Group and the Espinhaço Supergroup. During the Cenozoic, watercourses excavated large valleys in the region, in addition to controlling alluvial sedimentation through aggradational processes.

**Keywords**: Relief. Geomorphological mapping. Minas Gerais

**Resumen:** La mesorregión norte de Minas Gerais, ubicada entre el craton São Francisco y el Orógeno de Araçuaí, es escenario de varios procesos morfogenéticos que dieron lugar a las más diversas formas de relieve. Utilizando técnicas de mapeo geomorfológico y control de campo, el artículo tuvo como objetivo desarrollar una clasificación geomorfológica para esta porción del territorio de Minas Gerais. Es posible verificar que el Crátón de São Francisco y el Orogen de Araçuaí contribuyeron al mantenimiento de relieves en dos dominios distintos. El primero, con relieves tabulares y litologías predominantemente carbonatadas del Grupo Bambuí y la Cuenca Sanfranciscana, y el segundo con relieves controlados por estructuras plegadas en litologías siliciclásticas del Grupo Macaúbas y el Supergrupo Espinhaço. Durante el Cenozoico, los cursos de água excavaron grandes valles en la región, además de controlar la sedimentación aluvial mediante procesos agradacionales.

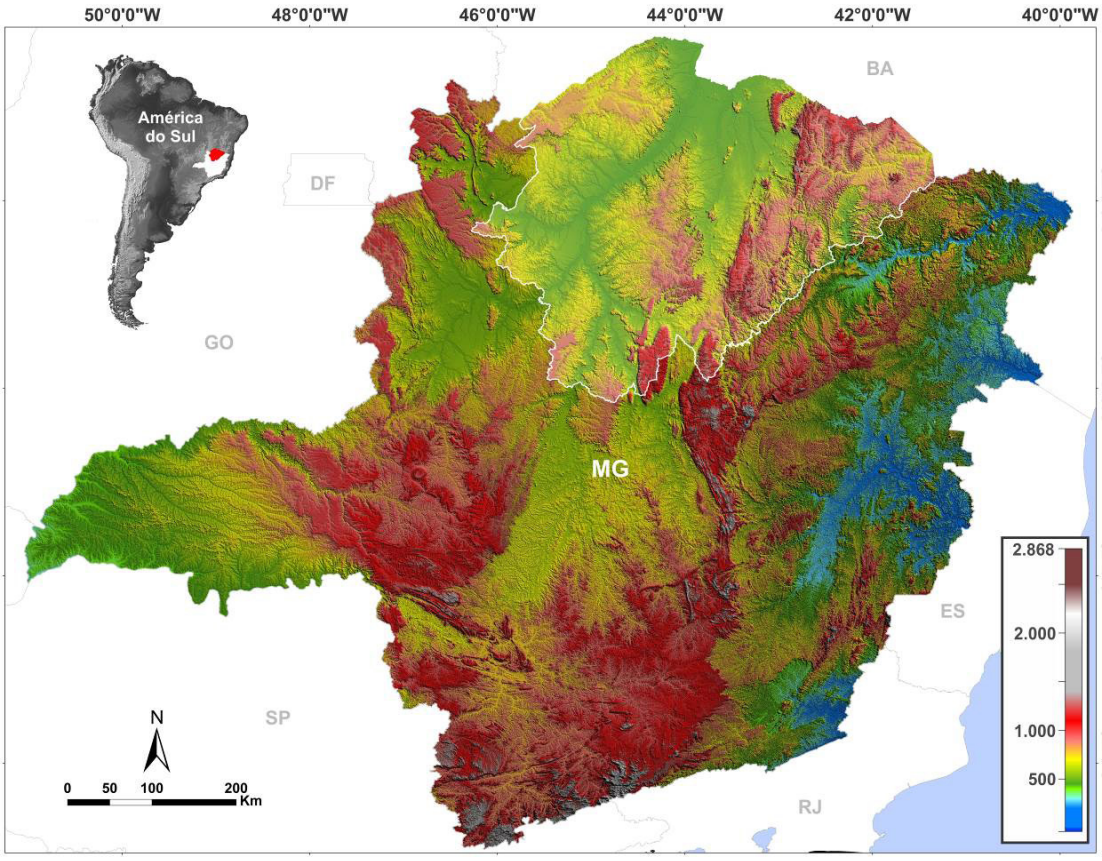
**Palabras clave**: Relieve. Cartografía geomorfológica. Minas Gerais.

Introdução

A geomorfologia da região Sudeste do Brasil é marcada por eventos de ordem tectônica e erosiva que se destacam no quadro regional, como as escarpas cristalinas da Serra do Mar, o Vale do Paraíba e os planaltos sustentados por rochas sedimentares no interior paulista, com relevos típicos de chapadas e cuestas (Ab' saber, 1975; Moreira e Camelier, 1977; Saadi, 1991; Valadão, 2009; Ross, 2013). No Estado de Minas Gerais, importantes compartimentos de relevo, como a serra do Espinhaço e a depressão do São Francisco, são exemplos de macroformas que têm relevância cultural e econômica na região (Rodrigues *et al.*, 2023).

Embora existam diversos estudos que apresentam os compartimentos do relevo para a região Sudeste, a dinâmica geomorfológica em escala de mesorregião ainda precisa ser caracterizada sob o aspecto morfológico e evolutivo. Dessa forma, o Norte de Minas Gerais destaca-se por estar inserido na transição entre o cráton do São Francisco e a Faixa Araçuaí (Almeida, 1977). Sua localização justifica a presença de importantes formas de relevo que marcam a paisagem regional (Moreira e Camelier, 1977; Carneiro, 2003; Belém, 2012; Leite e Brito, 2012; Silva, 2016; Costa, 2021). A variação altimétrica da área de estudo (Mapa 1) é marcada pelo antagonismo das amplas superfícies de aplainamento sob influência do Rio São Francisco e seus tributários, e as cristas e escarpas da Serra do Espinhaço Setentrional, pelas cotas que variam de 320 a 1.800 m de altitude.

**Mapa 1** – Localização da área de estudo




Fonte: Organizado a partir de imagens SRTM.

Além disso, estudos recentes demonstram como as formas do relevo influenciam a dinâmica da ocupação humana no Norte de Minas Gerais (Sena-Souza *et al*., 2022). Nesse contexto, o mapeamento geomorfológico e a compreensão da evolução do relevo na região agregarão informações indispensáveis para o ordenamento territorial. Assim, o artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de mapeamento geomorfológico para a mesorregião Norte de Minas Gerais, assim como discutir os processos de ordem evolutiva que vieram a contribuir na evolução do modelado regional.

## MATERIAIS E MÉTODOS

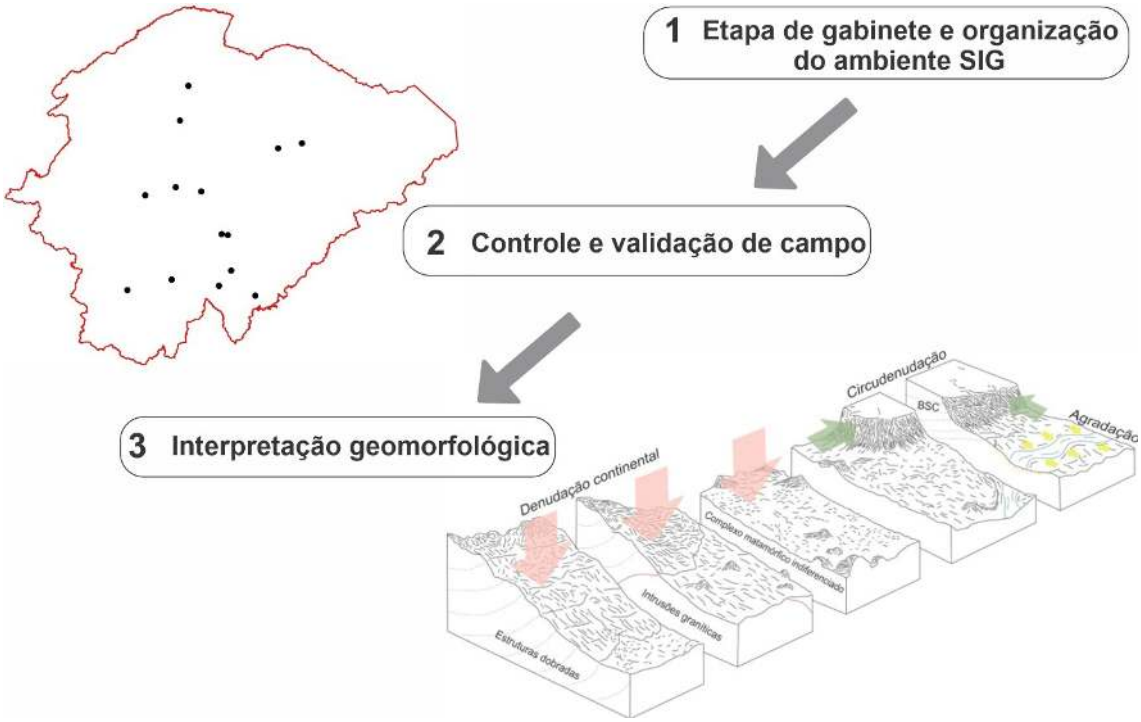
Para a produção e efetivação do presente artigo, foram realizadas três etapas (Figura 1). Na primeira etapa foi feita a análise dos trabalhos que abordam os componentes morfoestruturais da região, os grupos litológicos e sua relação com as estruturas regionais, com destaque para o Grupo Bambuí e a Faixa Araçuaí. Essa etapa teve como base a construção do SIG, averiguação nos trabalhos de campo e mapeamento geomorfológico preliminar, além das revisões bibliográfica e cartográfica da região.

A segunda etapa consistiu na produção cartográfica para a análise do relevo, através de dados vetoriais e matriciais dos aspectos geológicos e topográficos. Para a produção do mapa geológico e a identificação das unidades morfoestruturais, utilizou-se da base geológica do Estado de Minas Gerais de 2014, escala 1:1.000.000. A análise dos elementos topográficos foi realizada com o auxílio dos dados *rasters* do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com 30 m de resolução espacial. Todos os dados foram analisados em ambiente SIG, o que possibilitou a correlação das informações com uso do *software ArcGis* 10.1, além do uso do *software CorelDRAW* para a produção dos blocos diagramas mais os trabalhos de campo para a realização de pontos de controle, registro fotográfico e verificação dos mapas para validação da cartografia geomorfológica. As atividades de campo foram efetividades entre os anos de 2019 e 2023, com excursões em todas as unidades geomorfológicas.

Na terceira etapa foram realizados o mapeamento e a identificação das Unidades Geomorfológicas, através da análise dos dados geológicos e vetoriais, com extração das curvas de nível (equidistância de 100 m) das imagens de radar. Os polígonos foram ajustados por vetorização manual e interpretação visual de composição colorida formada por camadas matriciais de parâmetros morfométricos. Para a interpretação da imagem, a escala foi fixada em 1:250.000.

A interpretação da dinâmica geomorfológica regional seguiu a abordagem proposta por Costa *et al*., 2020, com enfoque para a relação entre estrutura, processo e forma, o que resulta em três grandes conjuntos de formas de relevo: formas denudacionais, formas circudenudacionais e formas agradacionais, além das formas de abrangência espacial restrita.

**Figura 1** – Fluxograma metodológico




## RESULTADOS

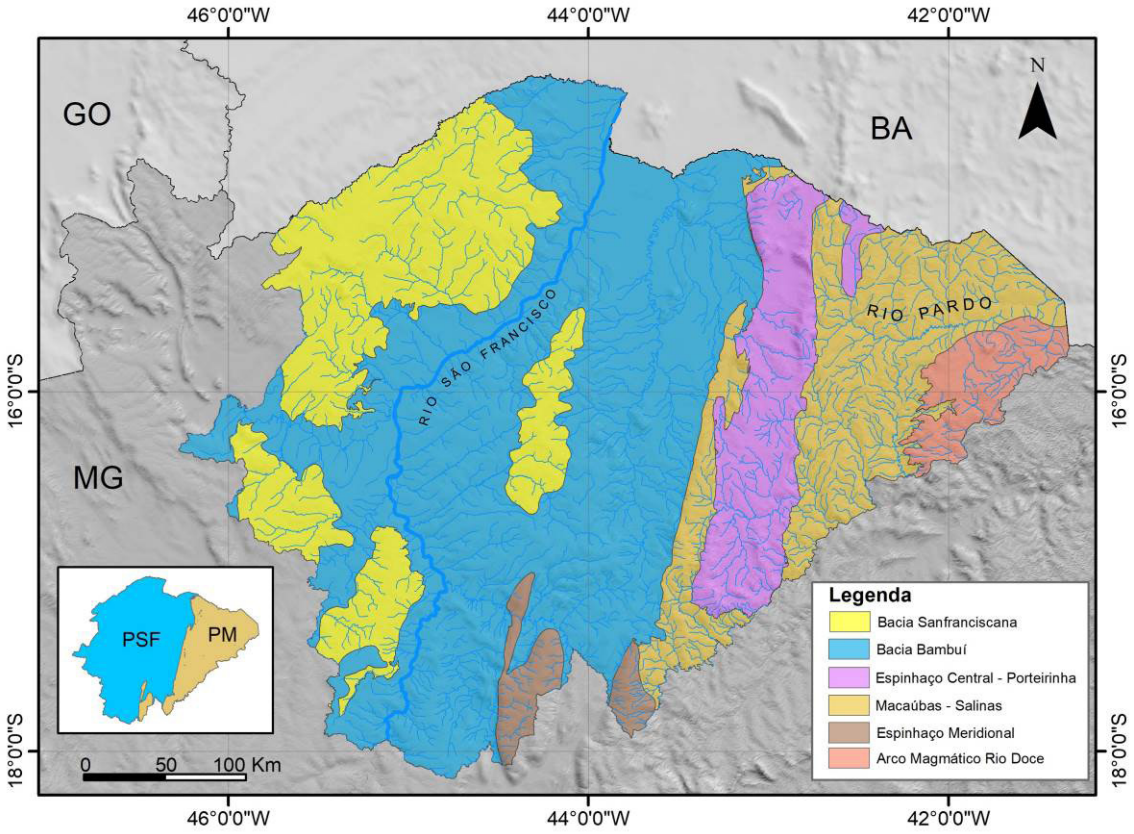
Na primeira seção dos resultados e discussões, são apresentados o contexto tectono-estratigráfico e os condicionantes litoestratigráficos e estruturais importantes para a compreensão da geomorfologia regional. Em seguida é apresentada a compartimentação geomorfológica, com posterior discussão da evolução e dinâmica do relevo.

### Contexto Tectono-Estratigráfico da Região Norte de Minas Gerais

Na região Norte de Minas Gerais ocorrem diversos domínios tectono-estratigráficos que condicionam o arcabouço geomorfológico regional. Os dois principais domínios em nível regional são as províncias estruturais do São Francisco e Mantiqueira (Almeida, 1981). Parte da província São Francisco está recoberta por rochas e sedimentos fanerozoicos pertencentes da Bacia Sanfranciscana.

A porção onde predominam as rochas da Província São Francisco afloram principalmente as rochas da Bacia Bambuí (Grupo Bambuí) de idade Ediacarano-Cambriano e da Bacia Sanfranciscana (grupos Areado e Urucuia) do Cretáceo. No domínio da província Mantiqueira ocorrem rochas correlacionadas ao Orógeno Araçuaí, que por sua vez pode ser subdividido nos domínios tectono-estratigráficos Porteirinha, Salinas-Macaúbas, Arco Magmático Rio Doce e Espinhaço Meridional (representado por parte da Serra do Cabral e Serra da Água Fria) (Mapa 2).

**Mapa 2** – Domínios tectono-estratigráficos da região Norte de Minas Gerais. PSF –




## Província São Francisco

A área da província São Francisco coincide com os limites do cráton homônimo, ou seja, ela representa os terrenos pertencentes ao cráton. O Cráton do São Francisco é delimitado a sudoeste e oeste pela faixa Brasília, a noroeste pela faixa Rio Preto, a Norte pelas faixas Riacho do Pontal e Sergipana, e a sudeste pela faixa Araçuaí (Almeida, 1981). Em Minas Gerais, a área do cráton está quase que totalmente recoberta pelas sequências de rochas pré-cambrianas do Grupo Bambuí, rochas fanerozoicas da Bacia Sanfranciscana e por sedimentos cenozoicos inconsolidados. Na sua porção sul, na região do Quadrilátero Ferrífero, afloram as rochas do embasamento do cráton.

## Bacia Bambuí

O Grupo do Bambuí tem sido interpretado como uma bacia de idade ediacarana do tipo *foreland*. Ocupa a porção central de Minas Gerais, tendo como limites: a leste está a Faixa Araçuaí (sua principal feição orográfica é a Serra do Espinhaço), a oeste a Faixa Brasília, a sul aflora o embasamento cristalino e a porção norte da bacia em Minas Gerais faz divisa com a Bahia, onde ocorre a sua continuidade. Dardenne (2000) distinguiu três megaciclos na bacia: i) sedimentos peliticos-carbonáticos da Formação Sete Lagoas, que é uma sequência do tipo *coarsening upward* com calcilutito cinza escuro a negro na base, passando para calcário e dolomito no topo; ii) sedimentos pelíticos-carbonáticos

da Formação Serra de Santa Helena, essencialmente pelítica, indicando uma subsidência repentina da bacia, seguida pela Formação Lagoa do Jacaré, que é composta por calcários cinza-escuros depositados em uma plataforma dominada por tempestades e correntes de maré; iii) sedimentos pelíticos-arenosos da Formação Serra da Saudade, que representam camadas pelíticas depositadas em plataforma inclinada de média profundidade que foi periodicamente sujeita a tempestades, e pela Formação Três Marias, que é composta por arcósios depositados em uma plataforma rasa dominada por correntes de tempestades com fácies de maré e supramaré, localmente.

## Bacia Sanfranciscana

A Bacia Sanfranciscana representa uma sequência de rochas sedimentares e vulcânicas que ocorrem dentro dos limites da Bacia do Bambuí. Em termos estratigráficos a sequência está dividida em quatro grupos: Santa Fé, Areado, Mata da Corda e Urucuia. O Grupo Santa Fé (Permo-Carbonífero) possui registros da glaciação Gondwana, Neopaleozoica. O Grupo Areado (Eocretáceo) é formado por rochas sedimentares depositadas em ambientes de leques aluviais, sistemas fluviais entrelaçados, fluvio-deltáicos, lacustres e eólicos. O Grupo Mata da Corda (Neocretáceo) é composto de rochas vulcânicas alcalinas e vulcanoclásticas epiclásticas distais com contribuição eólica. O Grupo Urucuia (Neocretáceo) é formado por arenitos depositados em ambientes eólicos de campos de dunas secas e fluvial entrelaçado. A formação Chapadão (Cenozoico) é uma cobertura arenosa inconsolidada, de caráter elúvio-coluvionar ou aluvionar (Campos e Dardenne, 1997).

## Província Mantiqueira – Orógeno Araçuaí

O Orógeno Araçuaí compreende todo o Espinhaço Meridional e os vales dos rios Mucurí, Jequitinhonha e Doce. Na parte externa da faixa configura-se o Espinhaço Meridional, onde predominam rochas metassedimentares de baixo a médio grau nas proximidades com o Cráton do São Francisco. Já na parte interna predominam rochas metamórficas de alto grau e granitos (Alkmim, 2018). Atualmente, a Faixa Araçuaí é entendida como domínio metamórfico externo do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental, que compõe um grande cinturão orogênico do Gondwana Ocidental, onde a contraparte na África é a Faixa Oeste-Congolesa (Alkmim *et al*., 2007). No Norte de Minas Gerais ocorrem os domínios Espinhaço Setentrional-Porteirinha, Macaúbas-Salinas e Arco Magmático Rio Doce.

## Espinhaço Setentrional-Porteirinha

Esse domínio é composto pelas rochas pertencentes ao Complexo Porteirinha, Supergrupo do Espinhaço e das suítes Itacambiruçu, Catolé e Paciência. O Complexo Porteirinha é um terreno do tipo TTG (tonalita-trondhjemita-granodiorito), de idade Arqueana

(3371 ± 6 Ma), que ocorre na borda oeste da faixa Araçuaí, próximo ao limite norte de Minas Gerais com a Bahia, e corresponde a um bloco do embasamento, alinhado N-S e bordejado por sequências metassedimentares do supergrupo Espinhaço, de idade estateriana e criogeniana, e cortado pelas rochas intrusivas das suítes magmáticas Rio Itacambiçu, Catolé e Paciência (Silva *et al*., 2016). A Suíte Rio Itacambiruçu ocupa a porção meridional no núcleo Porteirinha e a suíte Catolé a faixa oriental da porção setentrional. A Suíte Paciência ocorre na faixa ocidental da porção setentrional.

## Domínio Macaúbas – Salinas

O Domínio Macaúbas localiza-se em torno do Porteirinha-Espinhaço Setentrional e em contato com o Arco Rio Doce a leste. A bacia Macaúbas é composta por sedimentos pré-glaciais (formações Capelinha, Matão, Duas Barras, Domingas e Rio Peixe Bravo); glaciogênicos de uma fase rifte continental (formações Serra do Catuni e Nova Aurora); e glácio-marinhos (Formação Chapada Acauã inferior) a pós-glaciais de margem passiva proximal e rifte continental tardio (Formação Chapada Acauã Superior) (Costa e Danderfer Filho, 2017). Os magmatismos que cortam a sucessão pré-glacial apresentam idades entre 957 Ma (magmatismo toleítico), 933 Ma (suíte Pedro Lessa) e 875 Ma (Granito Salto da Divisa) (Costa e Danderfer Filho, 2017). A Formação Salinas é composta por grauvaca, pelito e conglomerado clasto-suportado metamorfisados na facies xisto-verde (Lima *et al*., 2002). A Bacia de Salinas foi interpretada como uma sequência metassedimentar orogênica relacionada ao arco magmático Rio Doce (Lima *et al*., 2002; Santos *et al*., 2009).

## Arco Magmático Rio Doce

Esse domínio compreende uma grande quantidade de rochas magmáticas plutônicas (630 – 480 Ma) que juntas representam 5 supersuítes (G1, G2, G3, G4 e G5) espacialmente associadas com uma sequência de rochas supracrustais, conhecida como grupo Rio Doce (Pedrosa-Soares *et al*., 2011, Novo *et al*., 2018). Tal associação de rochas plutônicas que foi interpretada com um arco magmático continental cálcio-alcalino representa a Província Pegmatítica Oriental Brasileira. Essa província é responsável pela produção de gemas (água-marinha, turmalinas, topázio, variedades de quartzo e outras); minérios de estanho (Sn), lítio (Li) e berilo (Be); minerais industriais (feldspato e muscovita); minerais raros e de coleção (minerais de fosfato e lítio, cristais gigantes de quartzo e feldspato, óxidos de tântalo (Ta), nióbio (Nb), urânio (U) e outros minerais) (Pedrosa-Soares *et al*., 2009).

O grupo Rio Doce representa uma sucessão metavulcanossedimentar composta por mica xistos, quartzitos, gnaisses e xistos gnaissoides (metavulcânicas). O grupo foi subdividido nas seguintes formações, da base para o topo: Tumiritinga (micaxisto, gnaisse e rocha vulcanoclástica); São Tomé (metagrauvaca, micaxisto e metadacito); Palmital do Sul (micaxisto e gnaisse); e João Pinto (quartzito) (Vieira, 2007).

## Condicionantes Litoestratigráficos e Estruturais

Na área estudada afloram rochas com idades do Paleoproterozoico, Neoprotrozoico, Mesozoico e Cenozoico, ou seja, com um amplo espectro de litologias e domínios tecto-no-estratigráficos (Martínez, 2007). Afloram as seguintes unidades geológicas (ou litoestratigráficas): Bacia do Espinhaço Setentrional, Bacia Bambuí, Bacia Macaúbas, Bacia Sanfranciscana e os depósitos cenozoicos detrítico-lateríticos, colúvio-eluviais e aluvionares (Chaves *et al*., 2011).

Em termos geotectônicos, na mesorregião Norte de Minas Gerais ocorrem três grandes compartimentos: o Cráton do São Francisco e suas coberturas proterozoicas, o Orógeno Araçuaí e as coberturas Fanerozoicas (Mapa 3) (Almeida, 1977; Alkmim *et al*., 1993).

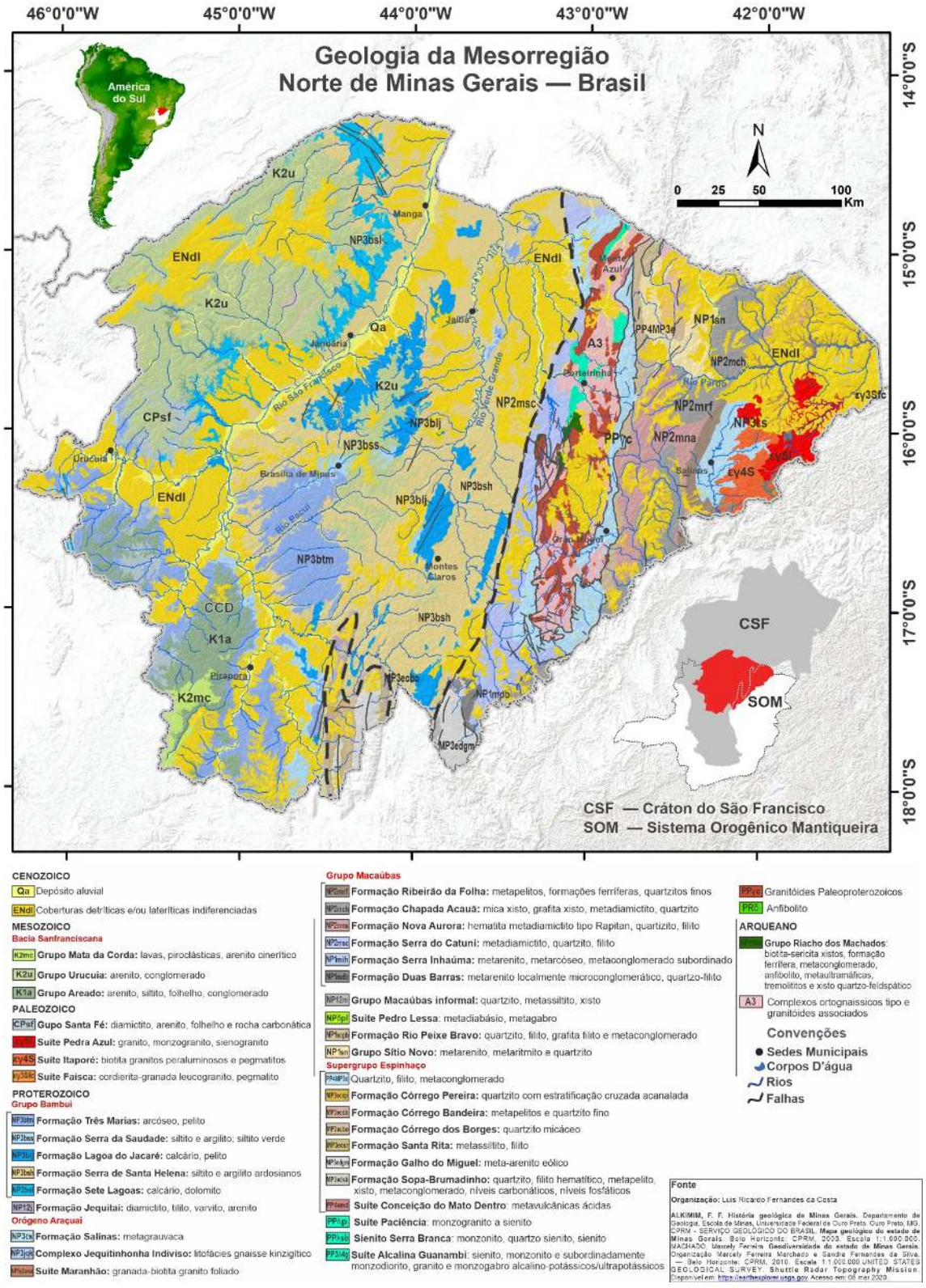
O Cráton do São Francisco é a entidade base para o entendimento de grande parte dos eventos geológicos que ocorreram na região. Assim, o cráton corresponde as porções mais antigas dos continentes, com mais de 1 bilhão de anos, consolidados em tempos Pré-brasilianos (Almeida, 1977; Alkmin *et al*., 1993).

O setor oeste da área de pesquisa abrange o Orógeno Araçuaí, um grande sistema montanhoso movimentado durante o Brasiliano, por volta de 580 Ma (Alkmim *et al*., 1993), com ocorrência de litologias do Supergrupo Espinhaço e Grupo Macaúbas, este último composto por rochas metamórficas geradas principalmente a partir da ação de geleiras.

O Supergrupo Espinhaço é constituído essencialmente pelos Grupos Diamantina e Conselheiro Mata, fruto da sedimentação no Mesoproterozoico e posterior deformação das camadas, com transporte destas últimas de leste a oeste durante o Ciclo Brasiliano ao final do Proterozoico (Uhlein *et al*., 1986; Dossin *et al*., 1990; Chaves *et al*., 2011; CPRM, 2014).

O Supergrupo São Francisco é composto pelos grupos Macaúbas e Bambuí. O Grupo Macaúbas é formado por quartzitos, filitos, xistos e conglomerados ligados à formação em ambiente cratônico e glacio-marinho (Brandt, 1980; Chaves *et al*., 2011).

**Mapa 3** – Geologia da área de estudo




Fonte: Mapa geológico do Estado de Minas Gerais (Pinto e Silva 2014), com o limite (pontilhado) entre o Cráton São Francisco (lado oeste) e Orógeno Araçuaí (a leste).

O Grupo Bambuí é composto pelas formações, da base para o topo: Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias (Iglesias e Uhlein, 2009; CPRM, 2014). As rochas da Bacia do Bambuí são de grande relevância pelo seu potencial metalogenético (Pb-Zn-Ag, F), hidrogeológico, espeleológico e arqueológico (Brandt, 1980).

A Bacia Sanfranciscana constitui a cobertura Fanerozoica da Bacia do Bambuí e está subdividida nos grupos Santa Fé, Areado, Urucuia e Mata da Corda, e encontra-se parcialmente encoberta por coberturas detrítico-lateríticas e por sedimentos aluviais e fluviais do Cenozoico (Campos e Dardenne, 1997; CPRM, 2014). O Grupo Santa Fé do Permo-Carbonífero é constituído principalmente por arenitos e diamictitos, que constitui registros da glaciação do Gondwana na Bacia Sanfranciscana (Campos e Dardenne, 1997; Salgado-Labouriau, 1998). Os demais Grupos, com idade Cretácica, tiveram gênese associada principalmente a ambientes continentais (sistemas fluviais e eólicos). O Grupo Areado é composto por conglomerados, siltitos e arenitos. O Grupo Mata da Corda é formado por rochas vulcânicas, piroclásticas e sedimentares epiclásticas e o Grupo Urucuia por arenitos finos (Campos e Dardenne, 1997).

As coberturas Cenozoicas são caracterizadas principalmente pela ocorrência de depósitos detrito-lateríticos, coberturas colúvio-eluviais e depósitos aluviais e fluviais, identificados em vários pontos da área de pesquisa (CPRM, 2014).

De forma sintética a evolução geológica da área pode ser descrita pelos seguintes episódios (Figura 2), com base em Chaves *et al*. (2011) e descritos em Dussin e Dussin (1995); Saadi (1993); Martins-Neto (2000); Martins (2006); Babinski *et al*. (2007); Pimentel *et al*. (2011); Grossi-Sad *et al*. (1971); Sgarbi *et al*. (2001).

1. Deposição dos sedimentos do Supergrupo Espinhaço (Grupos Diamantina e Conselheiro Mata), no Mesoproterozoico, com início em torno de 1,7 Ga.

2. Sedimentação clástica marinha e glaciomarinha (1ª grande glaciação) do Grupo Macaúbas no Neoprotrozoico entre 850 Ma e 750 Ma.

3. Sedimentação pelito-carbonática do Grupo Bambuí, no Neoprotrozoico entre 600 Ma e 515 Ma, em mar epicontinental no contexto de uma bacia do tipo *foreland*.

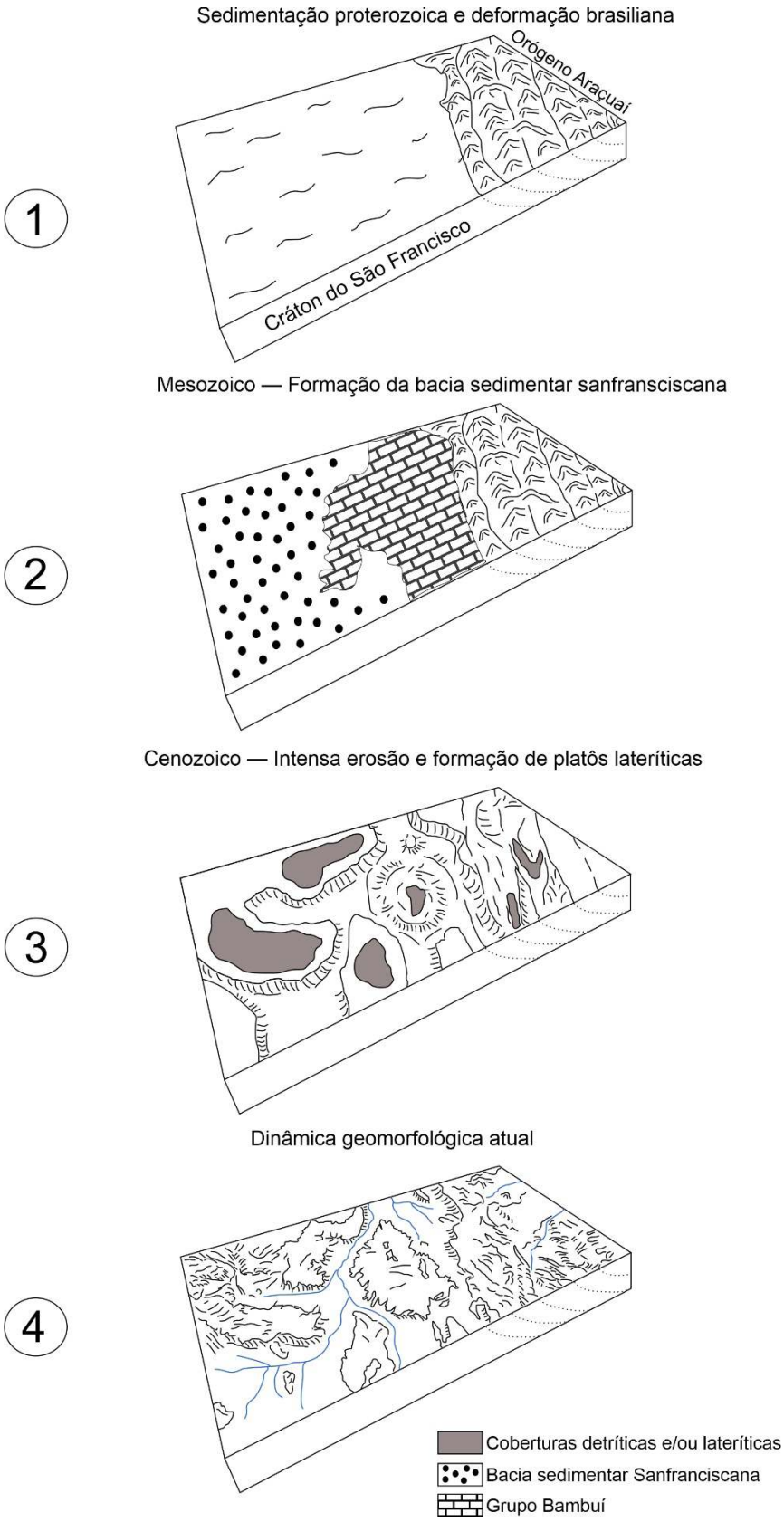
4. Aglutinação do Supercontinente Panótia e deformação do Supergrupo Espinhaço (Orogenia Brasiliana), com metamorfismo no Neoproterozoico, entre 620 Ma e 490 Ma.

5. Sedimentação glaciogênica (2ª grande glaciação) do Grupo do Santa Fé (Bacia Sanfranciscana) no Permo-Carbonífero, entre 350 Ma e 250 Ma.

6. Estágios iniciais da fissão da Pangea e abertura do Atlântico Sul, com soerguimentos e sedimentação da Bacia Sanfranciscana durante o Cretáceo (Grupos Areado, Urucuia e Mata da Corda) sobre o cráton, entre 145 Ma e 65 Ma.

7. Intensos processos erosivos cenozoicos, com formação de crostas lateríticas e eventos de ordem neotectônica com influência na rede de drenagem.

**Figura 2** – Representação dos principais eventos geológicos e sua influência na geomorfologia da área



## Compartimentação geomorfológica

A compartimentação da área contempla as características morfoestruturais e morfodinâmicas, na medida em que procura enfatizar a importância dos processos superficiais em geomorfologia. A hipsometria (Mapa 4) é diversificada, com cotas que variam de cerca de 320 m até 1.800 m, o que mostra a possibilidade de análise das formas em escala regional.

As unidades geomorfológicas (Mapa 5) estão organizadas por dois grandes conjuntos, o conjunto das formas (denudacionais, circudenudacionais e agradacionais) e as unidades morfoestruturais, que auxiliam na compreensão da relação entre as unidades geomorfológicas e os domínios geológicos presentes na mesorregião.

Assim, as formas denudacionais contemplam o segmento mais diverso, com litologias variadas, incluindo rochas metamórficas do Supergrupo Espinhaço e coberturas detrítico-lateríticas do Cenozoico. São formas importantes para a região, pois expressam as maiores altitudes (em torno de 1800m) e revelam a dinâmica da geomorfologia local. Estão incluídos nesta categoria a Serra do Espinhaço, o Maciço do Cabral e os baixos Platôs da região da bacia hidrográfica do Rio Pardo.

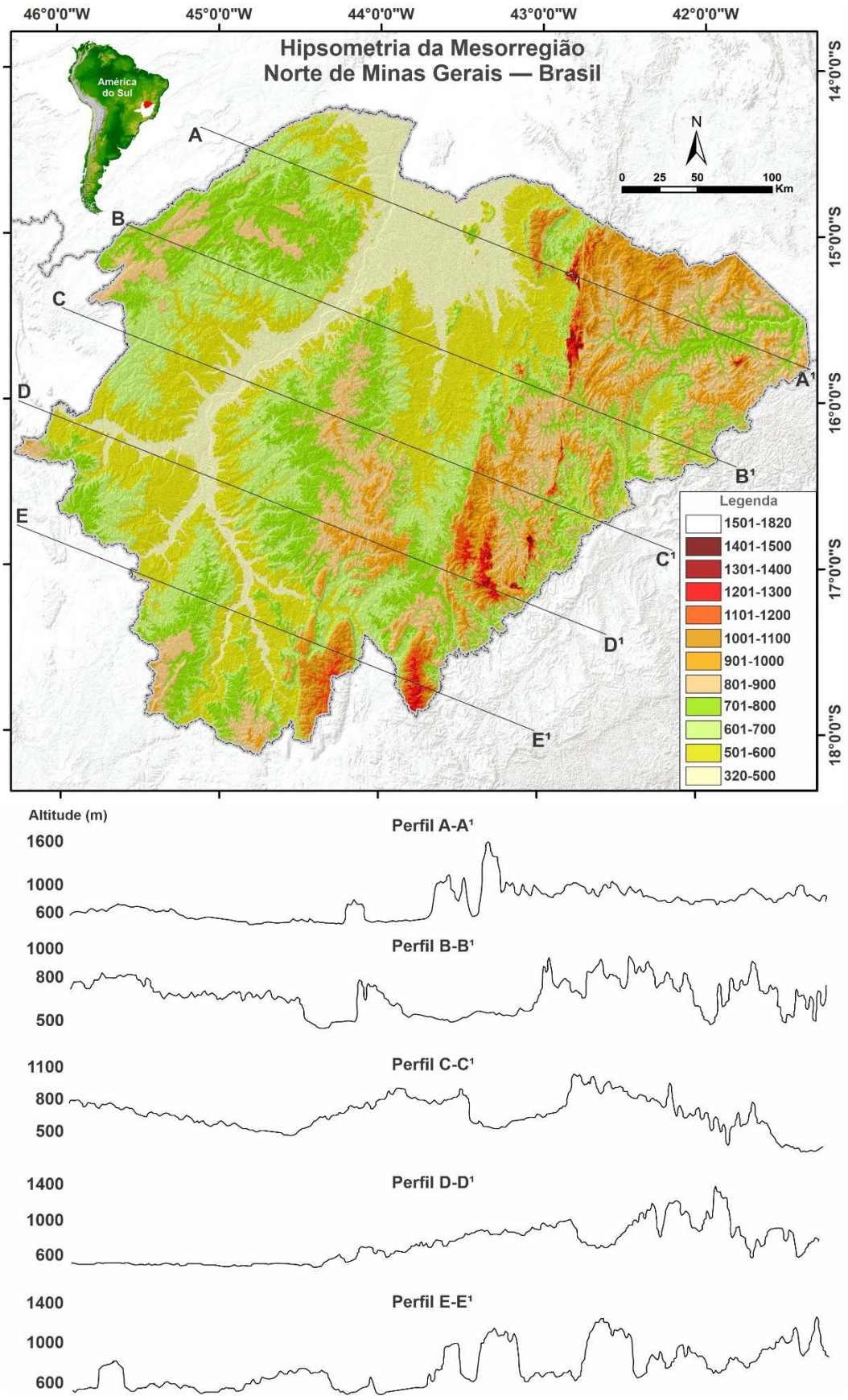
As feições positivas do relevo destacam outras unidades importantes, como a Superfície Porteirinha e São Francisco, que resultaram dos processos de denudação que promoveu o seu rebaixamento a cotas altimétricas inferiores (em torno de 600m). De forma mais restrita, Platôs Lateríticos ocorrem capeando as superfícies tabulares, com cotas em torno de 800m, e os Maciços cristalinos, limitados aos setores da bacia hidrográfica do Rio Pardo.

As formas circudenudacionais estão relacionadas com litologias sedimentares da Bacia Sanfranciscana e do Grupo Bambuí, com cotas no intervalo entre 650 e 900m. As chapadas, em grande parte localizadas na porção oeste da mesorregião, estão associadas com morros testemunhos e feições isoladas, localizados próximos ao vale do Rio Verde Grande. A unidade que se destaca é o Planalto Norte-mineiro, que contempla diversas formas esculpidas em litologias sedimentares, principalmente carbonáticas, com escarpas, vales encaixados e uma diversidade de formas que destaca essa unidade na compartimentação regional.

Inseridas em toda a mesorregião, as formas agradacionais como as planícies fluviais são importantes áreas que marcam a dinâmica fluvial, como por exemplo as planícies do Rio São Francisco e do Rio Verde Grande. De forma pontual, ainda temos a ocorrência das Formas de abrangência espacial restrita, com cânions, cristas e estrias glaciais. Destaque para a grande ocorrência de cavidades naturais (carste), que evidencia a importância das litologias carbonáticas e sua influência no endocarste da Região. Áreas de grande relevância que registram essas feições podem ser observadas no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu (Foto 1) e no Parque Estadual da Lapa Grande.

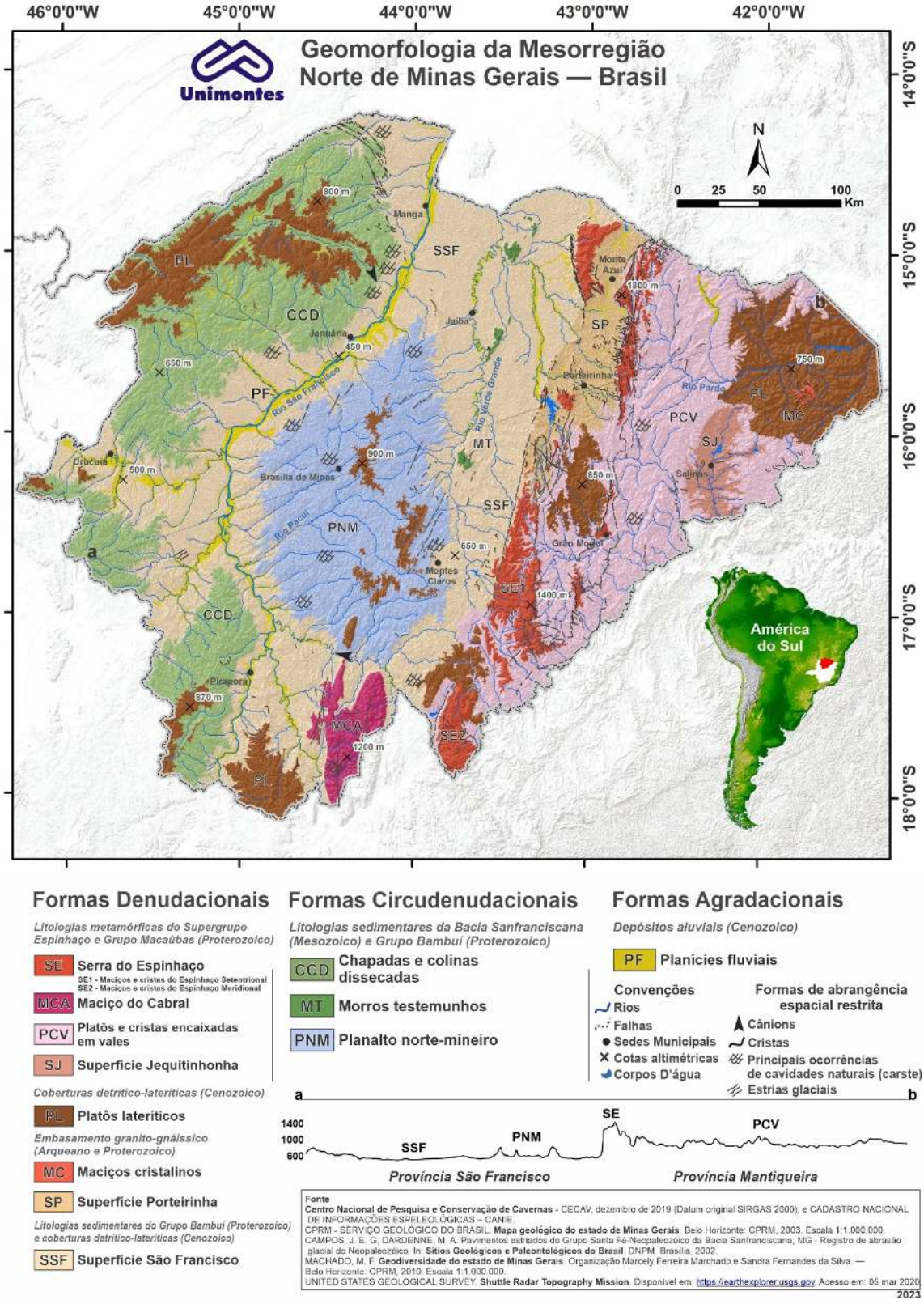
Dessa forma, temos o conjunto de grandes feições na Mesorregião Norte de Minas Gerais, que revelam a dinâmica do relevo regional, de forma a contribuir com a espacialização das formas do arcabouço geomorfológico local.

**Mapa 4** – Hipsometria da área de estudo




Fonte: Organizado a partir de imagens SRTM.

**Mapa 5** – Compartimentação geomorfológica




## Formas Denudacionais

*Litologias metamórficas do Supergrupo Espinhaço e Grupo Macaúbas (Proterozoico)*

- SE – Serra do Espinhaço
  - SE1 - Maciços e cristas do Espinhaço Setentrional
  - SE2 - Maciços e cristas do Espinhaço Meridional
- MCA – Maciço do Cabral
- PCV – Platôs e cristas encaixadas em vales
- SJ – Superfície Jequitinhonha

*Coberturas detrítico-lateríticas (Cenozoico)*

- PL – Platôs lateríticos

*Embasamento granito-gnáissico (Arqueano e Proterozoico)*

- MC – Maciços cristalinos
- SP – Superfície Porteirinha

*Litologias sedimentares do Grupo Bambuí (Proterozoico) e coberturas detrítico-lateríticas (Cenozoico)*

- SSF – Superfície São Francisco

## Formas Circudenudacionais

*Litologias sedimentares da Bacia Sanfranciscana (Mesozoico) e Grupo Bambuí (Proterozoico)*

- CCD – Chapadas e colinas dissecadas
- MT – Morros testemunhos
- PNM – Planalto norte-mineiro

## Formas Agradacionais

*Depósitos aluviais (Cenozoico)*

- PF – Planícies fluviais

**Convenções**

- Rios
- Falhas
- Sedes Municipais
- Cotas altimétricas
- Corpos D'água

**Formas de abrangência espacial restrita**

- Cânions
- Cristas
- Principais ocorrências de cavidades naturais (carste)
- Estrias glaciais




Fonte
**Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas** - CECAV, dezembro de 2019 (Datum original SIRGAS 2000), e CADASTRO NACIONAL DE INFORMAÇÕES ESPELEOLÓGICAS – CANIE.
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geológico do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CPRM, 2003. Escala 1:1.000.000.
CAMPOS, J. E. G; DARDENNE, M. A. Pavimentos estriados do Grupo Santa Fé-Neopaleozóico da Bacia Sanfranciscana, MG - Registro de abrasão glacial do Neopaleozóico. In: **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. DNPM. Brasília. 2002.
MACHADO, M. F. **Geodiversidade do estado de Minas Gerais**. Organização Marcely Ferreira Marchado e Sandra Fernandes da Silva. — Belo Horizonte: CPRM, 2010. Escala 1:1.000.000.
UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Shuttle Radar Topography Mission**. Disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov. Acesso em: 05 mar 2020.
2023

**Foto 1** – Registro fotográfico de unidades geomorfológicas da área. a – feições ruiniformes em litologias carbonáticas; b – feição do tipo claraboia na ruta do Janelão – Parque Nacional Cavernas do Peruaçu; c – feições de disseção em primeiro plano, com maciços cársticos ao fundo na unidade do Planalto Norte-mineiro




Fonte: Registrado e organizado pelos autores.

## DISCUSSÃO

A partir da bibliografia, mapeamento geomorfológico e trabalhos de campo, é possível observar alguns pontos que auxiliam na compreensão e organização da geomorfologia da mesorregião Norte de Minas Gerais.

No arcabouço geomorfológico da área estudada podem ser observados os principais condicionantes geológicos, como a litologia e a estrutura. As deformações brasilianas amalgamaram extensas porções do terreno que, na área de pesquisa, hoje estão situadas na Província Mantiqueira (Orógeno Araçuaí). Esse bloco, situado na borda leste do Cráton do São Francisco, apresentava diferentes níveis de deformação, com áreas mais intensamente dobradas na porção do Espinhaço Setentrional, que sugere maior concentração das deformações nas zonas de cisalhamento. Essas zonas facilitaram os processos de dissecação por erosão linear no relevo da região, com feições controladas por tais estruturas com *trend* N-S, por vezes demarcadas por superfícies de aplainamento, como é o caso da Superfície Porteirinha. Cabe destacar a importância dos processos denudacionais, bem demarcados na região e entendidos como parte da Superfície São Francisco, uma área de evolução poligênica, possivelmente controlada por processos de denudação associado a climas secos, truncando diversas litologias do pré-cambriano.

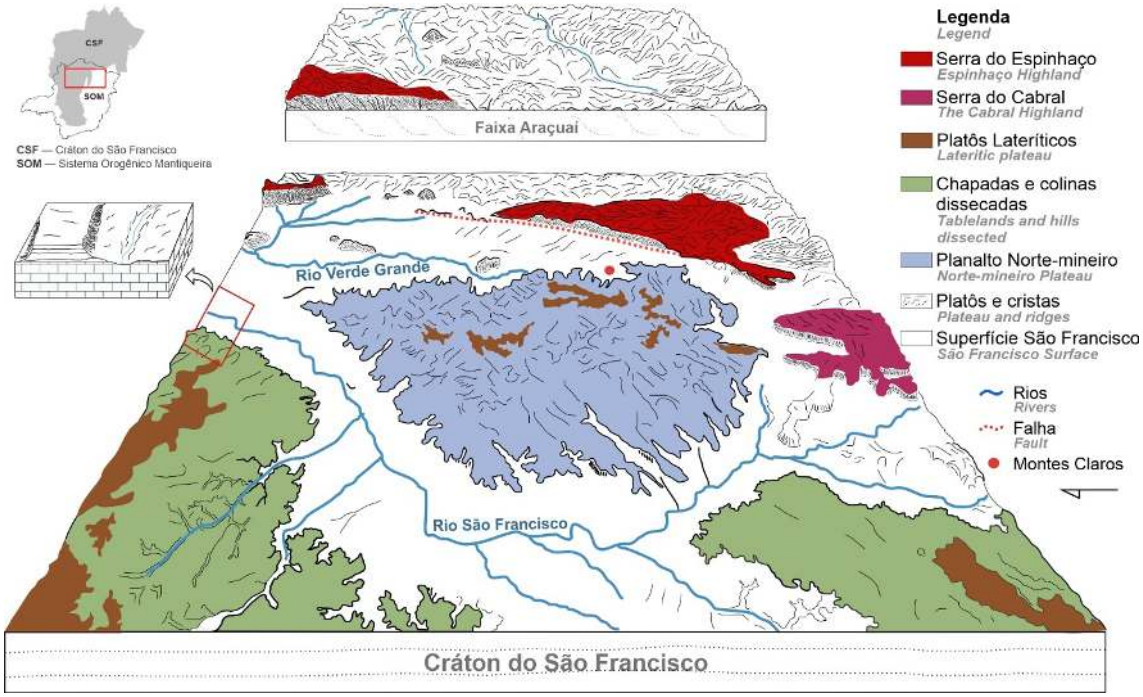
As condições morfoestruturais do Orógeno Araçuaí contribuíram para a instalação da rede de drenagem em zonas preferencialmente diaclasadas e falhadas, assim como nas porções mais rebaixadas dos sinclinais, o que facilitou a formação dos vales dos rios Jequitinhonha e Pardo, além de controlar diversas áreas que hoje estão em cotas próximas à Superfície São Francisco, por volta dos 500m. A área mais ao sul desse antigo bloco hoje corresponde às porções do Espinhaço Meridional, sustentado por quartzitos e composto por uma cadeia homogênea e maciça, a exemplo de outro compartimento a oeste, o Maciço da Serra do Cabral.

Podem-se observar processos erosivos mais expressivos ao norte da área, principalmente quando são constatados o padrão de dissecação do Espinhaço Setentrional e o próprio Vale do Jequitinhonha, o que remete a algumas considerações. O possível condicionamento estrutural está relacionado com a deformação brasiliana, que facilitou a instalação de processos lineares nas zonas de maior fraqueza na região, o que difere de outros setores, como o próprio Espinhaço Meridional, mais resistente e com estruturas que acabaram por organizá-lo como um grande divisor de águas. As possíveis influências de soerguimentos cretáceos podem ser consideradas, a destacar ainda a grande diversidade de relevos positivos em toda a área.

O outro elemento é o climático e diz respeito às condições de aridez que contribuíram para os aplainamentos regionais, assim como a atuação erosiva do próprio Rio São Francisco. A larga ocorrência de crostas lateríticas sustentando chapadas nas áreas elevadas e nos terraços fluviais demonstra a complexidade paleoclimática e erosional cenozoica na região (Penteado e Ranzani, 1973; Silva, 2016).

De forma geral, a evolução do arcabouço geomorfológico da região demarcou duas áreas distintas (Figura 3), a porção oeste, com a interface entre o Cráton do São Francisco e o Orógeno Araçuaí, onde as faixas de dobramentos brasilianas condicionaram todo o relevo, que contribuiu para a instalação de vales bem definidos e cristas quartizíticas, e a porção leste, comandada pela disseção do Rio São Francisco e com predominância de relevos tabuliformes sustentados por rochas sedimentares mesozoicas da Bacia Sanfranciscana, e capeados por crostas lateríticas cenozoicas. Nessa interface tem-se o Planalto Norte-mineiro, um importante compartimento regional onde predominam as rochas carbonáticas do Grupo Bambuí.

**Figura 3** – Bloco diagrama esquemático de parte da área de estudo




## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste artigo é contribuir com o entendimento da geomorfologia em nível regional, com discussões de pesquisas já realizadas, mas que ainda não reuniam informações a ponto de lançar uma proposta metodológica de mapeamento para a região.

De forma geral, é possível observar que a classificação atende à complexidade dos processos geomorfológicos na região, tendo em vista a execução das etapas metodológicas na produção do mapeamento e interpretação do modelado.

As heranças estruturais, discutidas a partir da revisão bibliográfica, mapeamento temático e trabalhos de campo, serve de contribuição para compreender como os principais conjuntos morfoestruturais condicionam as principais formas do modelado, com possibilidade de subsídio para a compreensão de como os eventos paleoclimáticos interferiram nos processos denudacionais na região.

O relevo da mesorregião Norte de Minas Gerais é complexo e remete à necessidade de melhores investigações de eventos de ordem geológico-geomorfológica para a melhor compreensão da intensidade dos processos denudacionais que ocorreram na área.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. *Formas de relevo*: texto básico. São Paulo: Edart, 1975.

ALKMIM, F. F.; BRITO NEVES, B. B; ALVES, J. A. C. Arcabouço tectônico do cráton do São Francisco: uma revisão. *In*: *Cráton do São Francisco*: trabalhos apresentados na reunião Preparatória do Segundo Simpósio sobre o Cráton do São Francisco [S.l: s.n.], 1993.

ALKMIM, F. F. História Geológica de Minas Gerais. *In*: *Recursos Minerais de Minas Gerais.* CODENGE. Disponível em: http://recursomineralmg.codenge.com.br, 2018.

ALKMIM, F. F.; PEDROSA-SOARES A. C.; NOCE, C. M.; Cruz S. C. P. Sobre a evolução tectônica do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental. *Geonomos*, v. 15 n. 1, p. 25-43, 2007.

ALMEIDA, F. F. M. O cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 7, 1977.

ALMEIDA F. F. M. *et al*. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Science Reviews*, v. 17, n. 1, p. 1-21, 1981.

BABINSKI, M. *et al*. Geocronologia U-Pb SHRIMP em zircões detríticos do Grupo Macaúbas: implicações na idade de deposição e proveniência dos sedimentos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 14, Diamantina, Resumos..., p. 33. 2007.

BELÉM, R. A. Conceitos básicos da geologia e geomorfologia no contexto dos aspectos fisiográficos de Montes Claros e norte de Minas Gerais. *Revista Cerrados*, Montes Claros, v. 10, n. 1, 2012.

BRANDT, W. Aspectos geológicos de interesse para a espeleologia do norte de Minas Gerais, Brasil. *Anais do 14º Congresso Nacional de Espeleologia*. Belo Horizonte – MG, 1980.

CAMPOS, J. E. G; DARDENNE, M. A. Estratigrafia e sedimentação da bacia Sanfranciscana: uma revisão. *Revista Brasileira de Geociências*, 27(3), 1997.

CARNEIRO, M. F. B. Região Norte de Minas: caracterização geográfica e a organização espacial – breves considerações. *Revista Cerrados*, Montes Claros, v. 1, n. 1, 2003.

CHAVES, M. L. S. C; ANDRADE, K. W.; BENITEZ, L. Geologia integrada das Folhas Jequitaí, Bocaiúva e Montes Claros (1:100.000), *Geonomos*, Norte de Minas Gerais, v. 19, n. 2, p. 1-7, 2011.

COSTA, L. R. F. *et al*. Geomorfologia do nordeste setentrional brasileiro: uma proposta de classificação. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [S. l.], v. 21, n. 1, 2020. DOI: 10.20502/rbg.v21i1.1447. Disponível em: https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1447. Acesso em: 16 set. 2023.

COSTA, L. R. F. Considerações sobre as macrounidades geomorfológicas do Estado de Minas Gerais – Brasil. *William Morris Davis – Revista de Geomorfologia 2*, p.1-9, 2021.

COSTA, A. F.; DANDERFER FILHO, A. Tectonics and sedimentation of the central sector of the Santo Onofre rift, North Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 47, n. 3, p. 491-519, 2017.

CPRM. *Mapa geológico do Estado de Minas Gerais*. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Escala 1:1.000.000. Edição atualizada, 2014.

DARDENNE, M. A. The Brasília Belt. *In*: Cordani *et al. Tectonic Evolution of South America*, Rio de Janeiro, p. 231-263, 2000.

DOSSIN, I. A.; DOSSIN, T. M; CHAVES, M. L. S. C. Compartimentação estratigráfica do supergrupo espinhaço em Minas Gerais – Os Grupos Diamantina e Conselheiro Mata. *Revista Brasileira de Geociência*, v. 20, n. 1. p. 178-186, 1990.

DUSSIN, I. A.; DUSSIN, T. M. Supergrupo Espinhaço: modelo de evolução geodinâmica.

*Geonomos*, v. 3, p. 19-26, 1995.

GROSSI-SAD, J. H.; CARDOSO, R. N.; COSTA, M. T. Formações cretácicas em Minas Gerais: uma revisão. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 1, p. 2-13, 1971.

IGLESIAS, M; UHLEIN, A. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do rio São Francisco, norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 39, n. 2, 2009.

LEITE, M. R; BRITO, J. L. S. Mapeamento morfoestrutural e morfoescultural na região de cerrado no norte de Minas Gerais. *Revista Sociedade e Natureza*, Uberlândia, ano 24, n. 1, 2012.

LIMA, S. A. A. *et al*. A Formação Salinas, na area-tipo, norte de Minas Gerais: uma proposta de revisão da estratigrafia da Faixa Araçuaí com base em evidências sedimentares, metamórficas e idades U-Pb SHRIMP. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 32, n. 4, 491-500, 2002.

MARTÍNEZ, M. I. *Estratigrafia e tectônica do Grupo Bambuí no norte do Estado de Minas Gerais*. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Belo Horizonte, 2007.

MARTINS-NETO, M.A. Tectonic and sedimentation in a Paleo/Mesoproterozoic rift-sag basin (Espinhaço basin, southeastern Brazil). **Precambrian Research**, 103: 147-173, 2000.

MARTINS, M. S. Geologia dos diamantes e carbonados da bacia do Rio Macaúbas (MG). 2006. 231 p. Tese (Doutorado) – IGC/UFMG, Belo Horizonte, 2006.

MOREIRA, A. A. N; CAMELIER, C. Relevo. *In*: **Geografia do Brasil**: região sudeste. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro, 1977.

NOVO, T. A. *et al*. The Rio Doce Group revisited: An Ediacaran arc-related volcanosedimentary basin, Araçuaí orogen (SE Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, v. 85, p. 345-361, 2018.

PEDROSA SOARES, A. C. *et al*. Late Neoproterozoic – Cambrian granitic magmatism in the Araçuaí orogen (Brazil), the Eastern Brazilian Pegmatite Province and related mineral resources. *In*: SIAL *et al.* Granite-Related Ore Deposits. *Geological Society*, London, Special Publications, v. 350, p. 25-51, 2011.

PEDROSA SOARES, A. C. *et al*. Field Tripo Guide: Eastern Pegmatite Province. In: 4th *International Symposium on Granitic Pegmatites*. 28 p., 2009.

PENTEADO, M. M; RANZANI, G. *Relatório de viagem ao médio vale do rio São Francisco*. Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo, 40 – Geomorfologia, São Paulo, 1973.

PIMENTEL, M. M *et al*.. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasilia Belt, central Brazil, based on SHRIMP and LA-ICPMS U-Pb sedimentary provenance data: a review. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 31, p. 345-357, 2011.

PINTO, C. P.; SILVA, M. A. *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais*, Escala 1:1.000.000. Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, Codemig e Serviço Geológico do Brasil, CPRM, 2014.

RODRIGUES, S. C.; HELENA RIBEIRO ROCHA AUGUSTIN, C.; ISABELA SILVA MARTINS NAZAR, T. Mapeamento Geomorfológico do Estado de Minas Gerais: uma proposta com base na morfologia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [S. l.], v. 24, n. 1, 2023. DOI: 10.20502/rbg.v24i1.2233. Disponível em: https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2233. Acesso em: 4 set. 2023.

ROSS, J. L. S. O Relevo Brasileiro nas Macroestruturas Antigas. *Revista Continentes* (UFRRJ), v. 2, 2013.

SAADI, A. *Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais*: tensões intraplaca, descontinuidades crustais e morfogênese. 1991. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 1991.

SAADI, A. Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminares. *Geonomos* – Revista de Geociências, v. 1, p. 1-15, 1993.

SALGADO-LABOURIAU, M, L. *História ecológica da terra*. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1998.

SANTOS, R. F.; ALKMIM, F. F.; PEDROSA-SOARES, A. C. A Formação Salinas, Orógeno Araçuaí (MG): história deformacional e significado tectônico. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 39, n. 1, p. 81-100, 2009.

SENA-SOUZA, J. P. *et al*. Influência do Relevo na Dinâmica Temporal do Uso e Cobertura da Terra no Norte de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 15, n. 5, 2022.

SGARBI G. N. C. *et al*. 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/MG, 2001. p. 93-138.

SILVA, M. L. Mapeamento de superfícies aplainadas no norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 9, n. 2, 2016.

SILVA, L. C *et al*. Disclosing the Paleoarchean to Ediacaran history of the São Francisco craton basement: The Porteirinha domain (northern Araçuaí orogen, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, v. 68, p. 50-67, 2016.

UHLEIN, A; TROMPETTE, R.; SILVA, M. E. Estruturação tectônica do Supergrupo Espinhaço na região de Diamantina. *Revista Brasileira de Geociências,* v. 16, n. 2, p. 212-216, 1986.

VALADÃO, R. C. Geodinâmica de superfícies de aplanamento, desnudação continental e tectônica ativa como condicionantes da megageomorfologia do Brasil oriental. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 10, n. 2, 2009.

VIEIRA, V. S. *Significado do Grupo Rio Doce no contexto do Orógeno Araçuaí*. 2007. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências da UFMG, Belo Horizonte-MG, 129 p., 2007.

## SOBRE OS AUTORES

**LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA** – Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES. Atualmente é Chefe do Departamento de Geociências (gestão 2023/2024). Foi Coordenador Didático do Curso de Licenciatura em Geografia (gestão 2021/2022). Doutor em Geografia (2017) pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, com período sanduíche na Universidade de Cabo Verde – Uni-CV. É Licenciado (2012) e Mestre (2014) em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). É pesquisador do Laboratório de Geomorfologia da UNIMONTES, com atuação na área da geografia física com ênfase em geomorfologia, mapeamento geomorfológico e análise ambiental em áreas degradadas/desertificadas.

E-mail: luis.costa@unimontes.br

**JOÃO PAULO SENA SOUZA –** Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade de Brasília (UnB – 2019), com período como pesquisador visitante na Universidade da California em Davis CA, entre 2018 e 2019 (bolsista CAPES/PDSE). É bacharel em Gestão Ambiental (FUP/UnB – 2013) e Mestre em Geografia pela Universidade de Brasília (GEA/UnB – 2015). Possui Especialização em Estatística pela Universidade Federal de Minas Gerais (ICEx/UFMG – 2023). Foi bolsista do CNPq (PIBITI, PIBIC e DTI) no Laboratório de Pedologia da Embrapa Cerrados (CPAC – 2011-2013). Durante o doutorado foi bolsista CAPES, atuando no Laboratório de Relação Solo-Vegetação do Departamento de Ecologia da UnB. Participou da School of Advanced Science on Nitrogen Cycling, Environmental Sustainability and Climate Change (2016), financiado pela FAPESP e organizado pelo CENA/USP e pelo Inter-American Institute for Global Change Research (IAI). É alumni do SPATIAL Course – Isotopes in Spatial Ecology and Biogeochemistry, na Universidade de Utah (turma 2018), com foco na aplicação de isótopos estáveis em sistemas espaciais. É membro fundador da Rede Nacional de Isótopos Forenses (RENIF) e membro da Rede Mineira de Ciências Forenses. Desde 2019, é professor efetivo e cientista do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), onde coordena o Laboratório de Geografia Física, é atual Coordenador do Curso de Geografia Bacharelado (gestão 2023-2024) e atuou como Coordenador Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO – gestão 2023). Desenvolve pesquisas e orienta nas áreas de isótopos forenses, geomorfologia, pedologia, ecologia de ecossistemas, modelagem ambiental, análise espacial e geoestatística.

E-mail: jpsenasouza@gmail.com

**HERNANDO BAGGIO FILHO –** Possui graduação em Geografia Bacharelado pela Universidade Federal de Minas Gerais (1989), mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2002), doutorado em Geologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2008), Pós-doc em Geologia pela Universidade Federal de Ouro Preto

(2011). É professor associado da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, coordenador dos projetos fomento: CNPq (2011); FAPEMIG (2010) IRSIS-Unesco (2010). Líder dos grupos de pesquisas Geoquímica Ambiental CNPq; Estudos Geográficos dos vales do Jequitinhonha e Mucuri ? CNPq. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geomorfologia, Geoquímica Ambiental, Hidrologia e Análise Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: meio ambiente, carste, qualidade ambiental dos recursos hídricos, poluição atmosférica mineral, contaminação metais pesados. Foi bolsista modalidade pesquisa de curta duração doutorado pelo DAAD (2006) na Universidade de Leipzig/Alemanha – Instituto de Geografia, e é membro da rede GOAL – Geo-Network of Latin American-German Alumni. Coordenador do laboratório de Geoquímica Ambiental – LGA/NUGEO/UFVJM Vice coordenador do Programa Mestrado em Geologia (32010010045P3)/UFVJM.

E-mail: hbaggio@ufvjm.edu.br

**JOSÉ ADILSON DIAS CAVALCANTI –** Possui graduação em Engenharia Geológica pela Universidade Federal de Ouro Preto (1996), mestrado em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas (1999) e doutorado em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas (2003). Foi professor da PUC-Minas por 5 anos e da Universidade Federal do Ceará por 1,5 anos. É pesquisador em Geociências do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) desde 2007 quando atuou na Residência de Fortaleza. Está lotado na Superintendência Regional de Belo Horizonte (Sureg-BH) desde 2014. Tem experiência em Mapeamento Geológico, Geologia Econômica, Geologia Regional, Geologia Marinha, Carste, Espeleologia e Geodiversidade.

E-mail: jose.adilson@cprm.gov.br

**MANOEL REINALDO LEITE** – Possui Graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Montes Claros, possui mestrado em Geografia, com concentração em Cartografia e Sensoriamento Remoto, pela Universidade Federal de Uberlândia. Atualmente é coordenador do Núcleo de estudos Sismológicos do Município de Montes Claros e Coordenador do Curso de Geografia Bacharelado da universidade estadual de Montes Claros – MG. Possui experiência em mapeamentos Geodésicos e topográficos, Mapeamento por Sensoriamento remoto, Climatologia Geográfica, balanço de radiação e de energia, balanço hídrico e montagem e gerência de banco de dados geográficos utilizando algoritmos nos softwares ArcGIS, ENVI, ERDAS e SAGA. (SIG).

E-mail: manoel.leite@unimontes.br