

MORFOTECTÔNICA NA BORDA SUDESTE DO CRÁTON SÃO FRANCISCO/MG: primeira aproximação

Paula Campos, G. (IGC-UFMG) ; Poli Yamashiro, P. (UFMG-IGC) ; Fernando de Puala Barros, L. (IGC-UFMG) ; Pereira Magalhães Junior, A. (IGC-UFMG)

RESUMO

Este trabalho busca identificar indícios de reativação neotectônica na borda sudeste do Cráton São Francisco (CSF) por meio das relações entre o relevo e a dinâmica sedimentar recente das bacias dos rios Pará e Paraopeba. Para isso, foi feita uma análise integrada de perfis de varredura, modelos digitais de elevação, dados hipsométricos, de declividade e imagens de satélite. Os resultados mostram um maior desenvolvimento das zonas de sedimentação na bacia do rio Pará, assim como uma organização mais regular do relevo da bacia. Já na bacia do rio Paraopeba, as zonas de sedimentação são mais expressivas apenas no médio-baixo curso, podendo indicar movimentações recentes nos trechos à montante, levando a eventos de dissecação e entulhamento dos vales à jusante.

PALAVRAS CHAVES

Bacia do rio Pará; Bacia do rio Paraopeba; Perfis de Varredura; Neotectônica;

ABSTRACT

This work aims to identify signs of neotectonic reactivation on the southeast edge zone of the São Francisco Craton (CSF) through the relationships between the relief and the recent sedimentary dynamics of the Pará and Paraopeba river basins. For this, an integrated analysis of scan profiles, digital elevation models, hypsometric and slope data and satellite images was performed. The results show a greater development of the sedimentation zones in the Pará River basin and a more regular organization of the basin's relief. In the Paraopeba River basin, however, the sedimentation zones are more expressive only in the medium-low course, which may indicate recent movements in the upstream sections, leading to dissection and sedimentation events in the downstream valleys.

INTRODUÇÃO

Diversos trabalhos baseados na análise de níveis e sucessões deposicionais fluviais do Quaternário têm sugerido uma dinâmica tectônica em blocos para a região do Quadrilátero Ferrífero, inserido na zona da borda sudeste do Cráton São Francisco-CSF (MARQUES, 1997; MOREIRA, 1997; MAGALHÃES JR. et al., 2011; BARROS; MAGALHÃES JR., 2018; 2020; CARVALHO et al., 2020; OLIVEIRA, 2019). Nesse contexto, a bacia do Rio Paraopeba tem sido destacada como uma área de tectônica recente mais ativa que as bacias vizinhas (OLIVEIRA, 2019; BARROS; MAGALHÃES JR., 2020). Diante desse cenário, o presente trabalho busca identificar nas relações entre o relevo e a dinâmica sedimentar recente das bacias dos rios Pará e Paraopeba indícios de reativação neotectônica por meio da movimentação de blocos na zona da borda sudeste do Cráton São Francisco (CSF). Para esse fim, foram gerados perfis de varredura para análise do relevo e mapeadas as zonas de sedimentação fluvial recente. A utilização de perfis de varredura tem sido empregada com frequência em estudos que buscam entender a morfoestrutura e a morfotectônica do território brasileiro (MEIS, MIRANDA e FERNANDES, 1982; SILVA e DA SILVA, 2018). Por sua vez, por serem sensíveis a variações súbitas na topografia, os cursos d'água e os seus registros sedimentares são indicadores muito utilizados nos estudos sobre movimentação crustal recente (PERUCCA et al., 2014; DEMOULIN et al., 2017). As bacias dos rios Pará e Paraopeba estão inseridos no Cráton São Francisco (CSF), na zona da borda sudeste. As porções superiores da bacia do Paraopeba são margeadas pelo Quadrilátero Ferrífero (QF) e apresentam diversas evidências de controles litoestrutural e tectônico da drenagem associados à matriz estrutural herdada do Ciclo Brasileiro (MAGALHÃES; SAADI, 1994, BARROS; MAGALHÃES, 2018). Por sua vez, o restante de ambas as bacias se desenvolve no CSF, caracterizado por estabilidade tectônica pós- arqueana (SAADI, 1991). Sendo assim, a região de transição entre os

domínios foi marcada por uma dinâmica tectônica particular, sob influência das faixas móveis brasileiras. Os rios Pará e Paraopeba são importantes contribuintes da margem direita do alto rio São Francisco (Figura 1). O rio Paraopeba percorre ~550 km até sua foz na represa de Três Marias e possui ~13.600 km² de área. Por sua vez, a bacia do rio Pará possui área aproximada de 12.200 km² e o canal principal percorre ~310 km. Enquanto a bacia do rio Paraopeba apresenta formato estreito e alongado, próximo ao retangular (SCHVARTZMAN et al., 2002), a bacia do rio Pará possui formato mais arredondado. O padrão de drenagem é predominantemente dendrítico em ambas e orientação predominante dos rios principais é SSE-NNW (OLIVEIRA, 2019). Nas porções superiores das bacias ocorrem rochas arqueanas do embasamento cristalino: Complexo Belo Horizonte, gnaisse Alberto Flores e gnaisse Fernão Dias (CARNEIRO, 1992; NOCE et al., 1997; INACHVILI, 2014) – Figura 1. Essas áreas são marcadas por colinas convexas e cristas alongadas, vales abertos e geralmente entulhados (TULLER et al., 2010). Na porção oeste do QF predominam rochas dos supergrupos Rio das Velhas e Minas, sustentando os relevos serranos escarpados. A maior resistência à desnudação das porções serranas do QF provém dos quartzitos e formações ferríferas bandadas (itabiritos), cujas taxas de desnudação são inferiores às do embasamento (SALGADO et al., 2004; VARAJÃO et al., 2009). Na porção inferior das bacias, sobretudo na do rio Paraopeba, predominam unidades do Grupo Bambuí: formações Serra da Saudade, Lagoa do Jacaré, Serra de Santa Helena, Sete Lagoas e Carrancas (PERILLO, 1998; OLIVEIRA, 1999; ROMANO, 2007). Enquanto nas áreas de ocorrência da Formação Sete Lagoas ocorre relevo cárstico bordejado por morros e serras, nas da Formação Serra de Santa Helena notam-se elevações suavizadas com coberturas detrito-lateríticas derivadas do intemperismo dos pelitos (TULLER et al., 2010).

MATERIAL E MÉTODOS

A delimitação das bacias hidrográficas foi realizada por meio do produto Bacias Hidrográficas do Brasil (BHB250), em escala 1:250.000, no formato vetorial, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A hidrografia em escala 1:50.000 foi obtida em formato vetorial no portal Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA) do Governo do Estado de Minas Gerais, enquanto a geologia foi obtida em formato vetorial no Portal da Geologia em escala 1:1.000.000. Os dados foram importados para os softwares QGIS e/ou ArcGIS. As zonas de sedimentação foram vetorizadas em escala de 1:150.000 no software QGIS, utilizando como base Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado pelo portal da National Aeronautics and Space Administration (NASA) em sua coleção ALOS-PALSAR – Global Radar Imagery, com resolução de 12,5m. A partir do MDE, foram elaborados modelos de hipsometria e declividade, sobrepostos a uma camada de relevo sombreado gerado a partir da mesma base para as duas bacias. Com isso, foram consideradas zonas de sedimentação fluvial recente os terrenos adjacentes aos cursos d'água com declividades abaixo de ~7% e que não apresentassem “rugosidades” acentuadas. A hipsometria foi aplicada para comparação entre cota altimétrica de interflúvios, sopés de encostas e fundos de vale, a fim de refinar a delimitação das zonas. Para elaboração dos perfis de varredura, foi utilizado o MDE Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) com resolução espacial de 30 metros, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no portal TopoData, e o ArcGIS Desktop 10.5 para processamento dos dados. Após a extração dos topos de morro é desenhada uma área o mais perpendicular possível em relação a rede de drenagem para se coletar as informações dos pontos de topo de morro gerados e plotar em um gráfico. Nos gráficos gerados, buscou-se identificar padrões e rupturas no relevo, como alçamentos ou basculamentos de superfícies. A técnica possui a limitação de mascarar as nuances das vertentes, porém é extremamente competente ao reconstruir a inclinação de blocos morfotectônicos e, assim, possibilita a identificação de feições tais como horsts e grabens (MEIS, MIRANDA e FERNANDES, 1982).

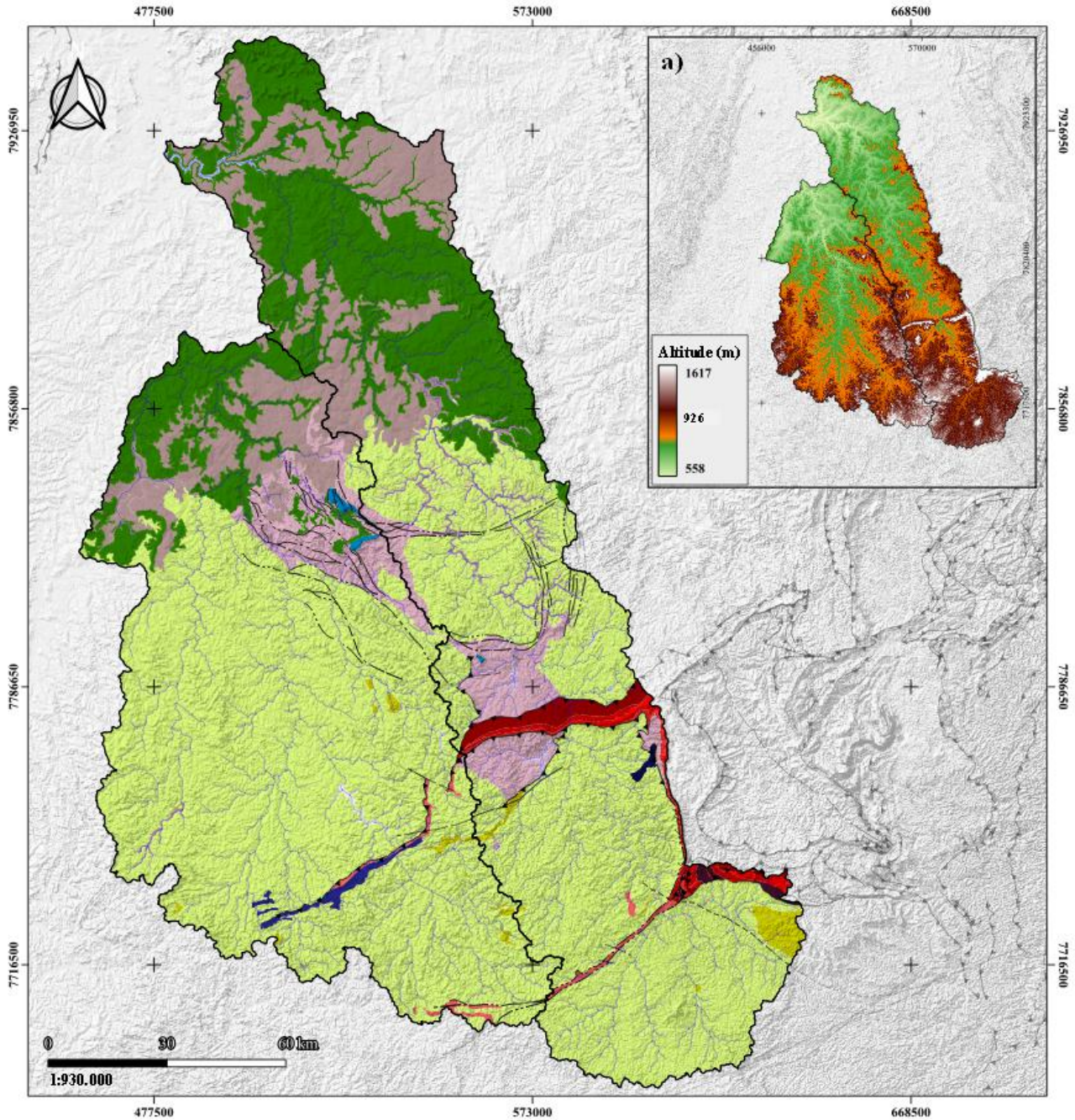
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na bacia do rio Pará, as zonas de sedimentação recente foram mapeadas em toda a bacia (Figura 2), porém elas são um pouco menos comuns no baixo curso. As zonas de sedimentação mais expressivas estão associadas aos principais tributários da margem esquerda do Rio Pará, rios Itapeçerica, Lambari e, especialmente, o rio Picão. Destaca-se que elas são mais desenvolvidas, inclusive, que aquelas associadas ao próprio Rio Pará. Em relação aos perfis de varredura (Figura 3),

há marcantes diferenças entre os trechos alto, médio e baixo da bacia. No alto rio Pará, os topos de morro não ultrapassam 1.190 m de altitude, apresentando padrão muito bem definido, típico de área com relevo maduro (ROMANO, 2007). Os vales do ribeirão Santo Antônio, do rio Itapecerica e do rio Pará são bem marcados e estão posicionados em cotas relativamente semelhantes. No médio rio Pará, a análise do perfil de varredura (Figura 3), permite identificar os topos de morro no interflúvio da margem esquerda com ~1.000 m de altitude, enquanto os topos de morro no interflúvio na margem oposta, compartilhado com a bacia do rio Paraopeba estão a ~1.130 m de altitude, resultando em uma amplitude de pouco mais de cem metros entre os limites da bacia. Também é notório o arrasamento da superfície promovido pelo rio Pará, observado no centro do perfil de varredura, reforçando a tendência de um relevo maduro (ROMANO, 2007). Seu vale está posicionado no centro da bacia e em cotas marcadamente inferiores que os vales dos tributários. No baixo rio Pará, a análise do perfil de varredura (Figura 3) permite identificar a suavização do relevo na área de ocorrência das rochas do Grupo Bambuí. Os topos de morro apresentam baixas altitudes e certo nivelamento. Chama a atenção no perfil, a configuração do vale rio Picão, consideravelmente rebaixado em relação ao restante da bacia. O rio Picão também aparece deslocado para W, estando muito próximo do interflúvio. O perfil como um todo também apresenta um marcante caimento de E para W. Em conjunto, esses fatos sugerem a hipótese de controle tectônico, havendo basculamento e abatimento de blocos no baixo curso. Na bacia do Rio Paraopeba, as zonas de sedimentação recente foram mapeadas em quase toda a bacia (Figura 2), pois elas são pouco comuns no baixo curso. Em geral, elas são bastante estreitas, estando as zonas de sedimentação mais expressivas localizadas no trecho médio da bacia, com destaque para aquelas do rio Vermelho, ribeirão Grande, dos Macacos e São João. Em relação aos perfis de varredura (Figura 3), também há marcantes diferenças entre os trechos alto, médio e baixo da bacia. No alto rio Paraopeba, o perfil de varredura permite identificar topos de morro com altitude de até ~1.220 m no interflúvio na margem esquerda e caimento suave para o vale do rio Brumado, alçado em relação aos demais. Os interflúvios internos têm altitude máxima de ~1.070 m, separando os vales dos rios Camapuã, Paraopeba (levemente assimétrico) e Maranhão. Este tem seu limite no QF/borda do CSF, onde é possível verificar topos de morro com até ~1.420 m de altitude. Assim, é possível identificar a formação de uma feição escarpada no interflúvio da margem direita. No trecho entre os fechos de Jeceaba e Funil, as zonas de sedimentação (Figura 2) possuem baixa expressividade, configurando somente como áreas das atuais planícies de inundações dos respectivos canais fluviais. A análise do perfil de varredura (Figura 3), permite identificar topos de morro com altitude de até ~1200m no interflúvio na margem esquerda, com caimento suave até o canal do rio Manso, onde o formato em “V” da dispersão dos pontos de topo de morro, pode sugerir um processo de incisão vertical da drenagem. Já o rio Paraopeba, após atravessar o fecho de Jeceaba, se estabelece em um vale ligeiramente mais alargado com características de processos de arrasamento da superfície. Já no interflúvio na margem direita, é possível identificar a formação de uma feição escarpada no QF/borda do CSF em razão da distribuição dos topos de morro (~1520m de altitude). No médio rio Paraopeba, as zonas de sedimentação (Figura 2) possuem maior expressividade, havendo entulhamento do vale principal e dos seus afluentes. É possível considerar que o conjunto de falhas da zona de cisalhamento transcorrente (N-S a W-E) presente na região possa ter passado por reativações neotectônicas que intensificaram os processos erosivos à montante, promovendo eventos de sedimentação neste trecho (CARVALHO et al., 2020). O perfil de varredura (Figura 3) permite identificar topos de morro com altitudes de até ~930 m no interflúvio na margem esquerda, porém há interflúvios internos levemente mais elevados, com ~1.000 m de altitude, coincidentes com cristas sustentadas por grandes veios de quartzo, conforme aponta Romano (2007). Destaca-se, no centro do perfil, um interflúvio interno muito bem demarcado. Uma hipótese para sua gênese é a presença de rochas mais resistentes do Maciço Granitóide de Maravilhas-Cachoeira da Prata. Porém, tendo em vista a concentração de estruturas tectônicas antigas na margem direita e o visível deslocamento do rio Paraopeba para sua margem esquerda, é possível aventar também a possibilidade de causas tectônicas. No interflúvio da margem direita, os topos de morros chegam a ~960 m de altitude. Apesar de, em termos absolutos, ser uma diferença pequena em relação ao interflúvio da margem direita, na margem esquerda aparecem um número muito superior de pontos em cotas superiores aos da margem esquerda. Assim, certo caimento topográfico E-W é percebido neste trecho da bacia. No baixo rio Paraopeba, as zonas de sedimentação (Figura 2) desaparecem por completo a jusante

do knickpoint onde foi instalada a UHE Retiro Baixo. Isso pode indicar que há retenção dos sedimentos neste ponto e/ou condições mais erosivas à jusante, não permitindo o desenvolvimento de planícies significativas. Por sua vez, a análise do perfil de varredura (Figura 3) permite identificar que os topos de morros não ultrapassam os 810 m de altitude, os vales fluviais possuem morfologia mais alargada, evidenciando relevo mais suavizado. Em média, os terrenos na margem esquerda são mais elevados que na margem direita, em direção à qual o Rio Paraopeba certo deslocamento.

Figura 1



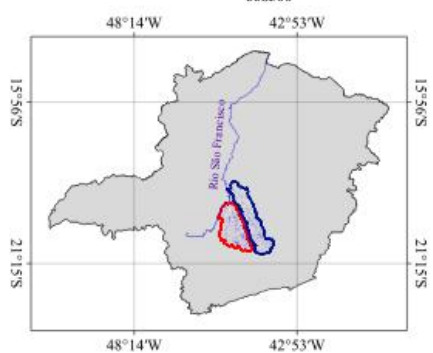
Legenda

- Hidrografia
- Massa d'água
- Limite das Bacias
- Bacia Hidrográfica do Rio Pará
- Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba
- Estado de Minas Gerais
- Geologia**
- Cenozóico**
- Formações Superficiais Inconsolidadas
- Proterozóico**
- Grupo Itacolomi
- Supergrupo São Francisco
- Grupo Bambuí

- Supergrupo Minas**
- Indiviso
- Grupo Caraça
- Grupo Itabira
- Grupo Piracicaba
- Grupo Sabará
- Arqueano**
- Supergrupo Rio das Velhas**
- Grupo Nova Lima
- Grupo Maquiné
- Indiviso
- Grupo Quebra Osso
- Complexo Cristalino**
- Embasamento
- Supracrustais

Estruturas Geológicas

- Falha ou zona de cisalhamento contracional
- Falha ou zona de cisalhamento indiscriminada
- Falha ou zona de cisalhamento transcorrente
- Falha ou zona de cisalhamento transcorrente dextral
- Falha ou zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- Lineamento estrutural



Sistema de Referência de Coordenadas

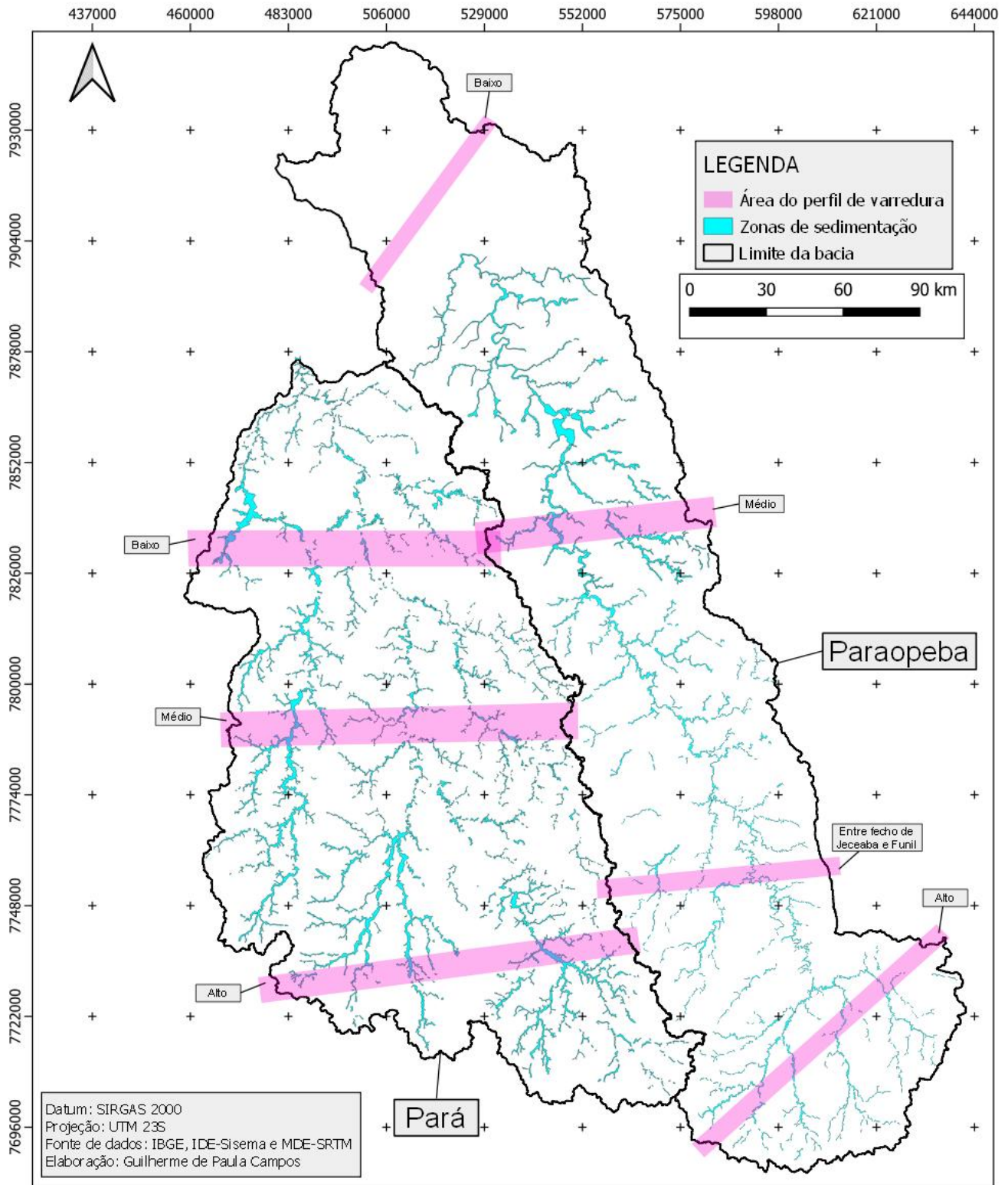
Datum: SIRGAS 2000, UTM Zone 23S

Base Cartográfica

Geologia: CPRM, 2014 (acesso em 10/11/2022)
 Modelo Digital de Elevação: SRTM (acesso em 05/03/2023)
 Bacias Hidrográficas; Hidrografia: IGAM (acesso em 10/11/2022)
 Limite Estadual: IBGE (acesso em 10/04/2023)

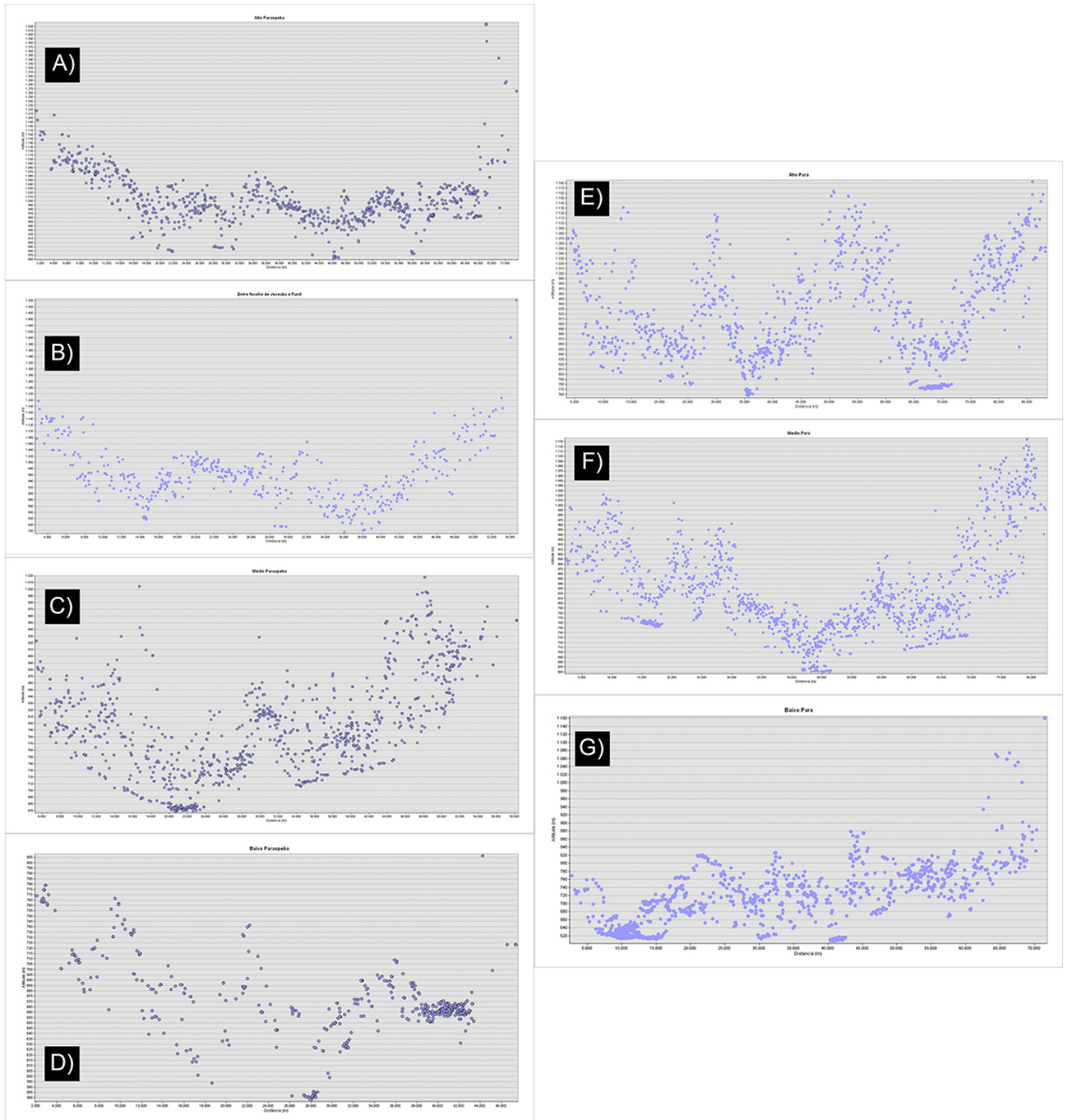
Mapa principal: Agrupamentos geológicos (simplificado). Encartes: a) Hipsometria.

Figura 2



Mapa de zonas de sedimentação e delimitação da área do perfil de varredura.

Figura 3 - Perfil de Varredura



a) Alto Paraopeba; b) Entre fecho de Jeceaba e Funil; c) Médio Paraopeba; d) Baixo Paraopeba; e) Alto Pará; f) Médio Pará; g) Baixo Pará.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise conjunta de zonas de sedimentação fluvial recente e perfis de varredura possibilitou investigar o controle geológico na organização e evolução da drenagem e do relevo nas bacias dos rios Pará e Paraopeba. De modo geral, as zonas de sedimentação da bacia do rio Pará estão presentes de forma mais generalizada ao longo de toda a bacia, que apresenta também topos mais regulares, exceto na sub- bacia do Picão, onde são encontrados indícios de controle neotectônico, tendo em vista seu perfil de varredura assimétrico e rebaixado. Na bacia do rio Paraopeba, as zonas

de sedimentação do alto curso até a porção superior do médio curso são de menor expressão, estando principalmente localizadas no vale do rio principal e de seus maiores afluentes. A partir da porção média-inferior até o início do baixo curso, as zonas de sedimentação se tornam mais expressivas, com possibilidade de indicarem a reativação de falhas na área, o que é sugerido também pela configuração do perfil de varredura neste trecho. Desse modo, as análises empreendidas são complementares de deverão ser associadas a outros indicadores morfológicos, morfométricos e morfossedimentares a fim de se aprofundar as investigações.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de pesquisa; à FAPEMIG pelo apoio financeiro (Projeto APQ- 00511-21); ao grupo de pesquisa RIVUS - Geomorfologia e Recursos Hídricos (UFMG), em especial, o Prof. Dr. Luis Felipe Soares Cherem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- BARROS, Luiz Fernando de Paula; MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira. Reconstituição de eventos geomorfológicos no Quadrilátero Ferrífero/MG a partir de registros deposicionais fluviais: a bacia do rio Paraopeba. *Quaternary and Environmental Geosciences*, [S.l.], v. 9, n. 2, nov. 2018. DOI: 10.5380/abequa.v9i2.51235.
- BARROS, L. F. P.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. M. Late quaternary landscape evolution in the Atlantic Plateau (Brazilian highlands): Tectonic and climatic implications of fluvial archives. *Earth-science reviews*, v. 207, 103228, 2020. DOI: 10.1016/j.earscirev.2020.103228.
- CARNEIRO, Maurício Antonio. O Complexo metamórfico Bonfim setentrional (Quadrilátero Ferrífero, MG): litoestratigrafia e evolução geológica de um segmento de crosta continental do arqueano. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992. DOI: 10.11606/T.44.1992.tde-18112015-104751.
- CARVALHO, A.; MAGALHÃES JR., A. P.; OLIVEIRA, L. A. F. Eventos quaternários de entulhamento e configuração de fundos de vale na bacia do rio Paraopeba - Cráton do São Francisco, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 21, p. 847-869, 2020. DOI: 10.20502/rbg.v21i4.1580.
- DEMOULIN, A.; MATHER, A.; WHITTAKER, A. Fluvial archives, a valuable record of vertical crustal deformation. *Geomorphology*, v. 166, p. 10-37, 2017.
- INACHVILI, Irakli. Prospecção geológica e geofísica com ênfase em formações ferríferas na faixa meridional do Quadrilátero Ferrífero do Supergrupo Minas Indiviso. Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2014. 89p.
- MAGALHÃES Jr, A. P. M.; CHEREM, L. F. S., BARROS, L. F. P.; SANTOS, G. B. OSL dating of sediments from a mountainous river in southeastern Brazil: Late Cenozoic tectonic and climatic implications. *Geomorphology*, v. 132(3-4), p. 187-194, 2011. DOI: 10.1016/j.geomorph.2011.05.008.
- MAGALHÃES Jr, Antônio Pereira; SAADI, A. Ritmos da Dinâmica Fluvial Neo-Cenozóica Controlados por Soerguimento Regional e Falhamento: O Vale do Rio das Velhas na Região de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Geonomos*, Belo Horizonte-MG, v. 2, n.1, p. 42-54, 1994. DOI: 10.18285/geonomos.v2i1.231.
- MARQUES, M. R. Morfodinâmica fluvial cenozóica no vale do Rio Paraopeba entre o Fecho do Funil e Juatuba, Minas Gerais. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997. 83p.
- MEIS, M.R.; MIRANDA, L.H.G. & FERNANDES, N. F. Desnívelamento de altitude como parâmetro para a compartimentação do relevo: bacia do médio-baixo Paraíba do Sul. In: Congresso Brasileiro de geologia, 32, 1982. Salvador. Anais: SBG. 1982. v. 4, p.1489-1509.
- MOREIRA, P. F. Depósitos cenozoicos e evolução morfodinâmica na bacia do Ribeirão Serra Azul (médio Rio Paraopeba), Minas Gerais. Dissertação (Mestrado). - Instituto de Geociências Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997, 104p.
- NOCE, Carlos Maurício; TEIXEIRA, Wilson; MACHADO, Nuno. Geoquímica dos gnaisses ttgs e granitóides neoarqueanos do complexo Belo Horizonte, quadrilátero ferrífero, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 27, n. 1, p. 25-32, 1997.
- OLIVEIRA, E. A. Geologia, petrografia e geoquímica do Maciço Granitoide de Cachoeira da Prata. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 1999. 82p.

- OLIVEIRA, L.A.F. Ajustes e reconfigurações geomorfológicas entre as bacias hidrográficas dos rios Pará e Paraopeba no quaternário tardio, alto São Francisco, MG. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. 184p.
- PERILLO, M. Geologia, petrografia e geoquímica do Maciço Granitoide de Florestal. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998. 128p.
- PERUCCA, L.P., ROTHIS, M.; VARGAS, H.N. Morphotectonic and Neotectonic Control on River Pattern in the Sierra de La Cantera Piedmont, Central Precordillera, Province of San Juan, Argentina. *Geomorphology*, v. 204, p. 673-82, 2014.
- ROMANO, A. W. Nota explicativa da folha Pará de Minas – SE.23-Z-C-IV. Brasília: UFMG/CPRM, 65p. 2007.
- SAADI, A. Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais: tensões intraplaca, descontinuidades crustais e morfogênese. Belo Horizonte, 1991. Tese (Professor Titular), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. 285p.
- SALGADO, A. R.; COLIN, F.; NALINI JÚNIOR, H. A. O papel da denudação geoquímica no processo de erosão diferencial no Quadrilátero Ferrífero/MG. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Uberlândia, v. 5, n.1, p. 55-69, 2004. DOI: 10.20502/rbg.v5i1.32.
- SCHVARTZMAN, A. S.; NASCIMENTO, N. O.; VON SPERLING, M. Outorga e cobrança pelo uso de recursos hídricos: aplicação à bacia do rio Paraopeba, MG. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.7, n.1, p.103-122, 2002. DOI: 10.21168/rbrh.v7n1.p103-122.
- SILVA, F. P.; SILVA, T. M. Perfil de Relevo em Varredura: Procedimentos Automáticos Utilizando Sistemas de Informação Geográfica. *Revista Brasileira de Cartografia*, [S. l.], v. 70, n. 3, p. 846-866, 2018. DOI: 10.14393/rbcv70n3-45704.
- TEIXEIRA W., SABATÉ P., BARBOSA J., NOCE C.M., CARNEIRO M.A. Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco craton, Brazil. In: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A., Campos D.A. (eds.). *Tectonic Evolution of South America*. 31^º International Geological Congress, 2000. Rio de Janeiro, p. 101-137.
- TULLER, M. P.; RIBEIRO, J. H.; SIGNORELI, N.; FÉBOLI, L.; PINHO, J. M. M. Programa Geologia do Brasil: Projeto Sete Lagoas – Abaeté. Belo Horizonte: CPRM, 160p., 2010.
- VARAJÃO, C. A. C. et al. Estudo da evolução da paisagem do quadrilátero ferrífero (Minas Gerais, Brasil) por meio da mensuração das taxas de erosão (10be) e da pedogênese. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 5, p. 1409-1425, 2009. DOI: 10.1590/S0100-06832009000500032.