

Distribuição espacial e gênese de barras de canal na Serra do Espinhaço Meridional – MG: evidências de condicionantes do quadro físico e da atividade garimpeira na bacia do rio Pinheiro

Carvalho, A. (IFMG-OP) ; Magalhães Junior, A.P. (IGC-UFMG) ; Delpupo, C. (IFMG-OP) ; Lopes, F.A. (IFMG-OB) ; Andrade, A.A. (IGC-UFMG)

RESUMO

Este trabalho discutiu aspectos da distribuição espacial e da gênese de barras de canal na bacia do rio Pinheiro, afluente do rio Jequitinhonha (Serra do Espinhaço Meridional –NE-MG), relacionando-as à litologia, solos, altitude e ações antrópicas. Realizou-se o mapeamento das barras arenosas, analisado em conjunto com mapas de litologia, solos e altitude. Calculou-se o RDEs/RDEt, identificando-se segmentos anômalos e discutindo suas possíveis relações com as barras. Os perfis longitudinais permitiram a análise da distribuição espacial das barras e dos valores de RDEs/RDEt. As barras se formam em segmentos sem anomalia ou com anomalias de 2ª ordem. Sua gênese deve estar associada às condições vigentes no S/SW da área: maiores altitudes, Neossolos Quartzarênicos, FM Sopa-Brumadinho (diamantíferas), e coberturas superficiais exploradas intermitentemente pelo garimpo de diamantes. Assim, o garimpo pode ter sido o principal responsável pela disponibilização de sedimentos aos cursos d'água.

PALAVRAS CHAVES

Geomorfologia fluvial; Garimpo de diamante; Rio Jequitinhonha; Relação declividade-extensão; Rio Pinheiro

ABSTRACT

This paper discussed aspects of the distribution and genesis of sandbars in the Pinheiro River basin, Jequitinhonha River tributary (Serra do Espinhaço - MG), relating these features to the lithology, soils, altitude, and anthropic actions. Sandbars were mapped and analyzed together with lithology, soil, and altitude maps. The RDEs/RDEt of the channel segments was calculated, identifying anomalous river segments, and their possible relationships with the sandbars were discussed. Longitudinal profiles allowed the analysis of the sandbars and RDEs/RDEt values distribution. The sandbars are formed in segments without anomaly or with 2nd order anomalies. The sandbars genesis must be associated with the conditions in the S/SW of the area: higher altitudes, Quartzarenic Neosols, Sopa-Brumadinho Fm (diamondiferous), and quaternary surface materials intermittently exploited by diamond mining. Thus, mining must have been the main responsible for making sediments available to the watercourses.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é um sistema aberto resultante da interrelação entre os componentes da paisagem, como o clima, geologia, geomorfologia, solos, vegetação e as atividades antrópicas. Na bacia hidrográfica, os cursos d'água são considerados os agentes mais importantes no transporte de materiais intemperizados para os fundos dos vales, sobretudo em ambientes tropicais úmidos. Desta forma, os processos fluviais de erosão e sedimentação estão presentes de forma marcante na evolução do relevo (SACRAMENTO; REGO, 2006; STEVAUX, LATRUBESSE, 2017; MAGALHÃES JÚNIOR; BARROS, 2020). Barras de canal, planícies e terraços fluviais são exemplos de feições deposicionais resultantes da dinâmica dos cursos d'água que podem indicar respostas aos condicionantes ambientais e antrópicos (BRIERLY, FRYIRS, 2000). Igualmente, portanto, a compreensão da gênese e evolução de barras fluviais é um tema importante nos estudos ecológicos, devido à sua importância para a fauna e flora e suas possíveis conexões com atividades antrópicas. A relação entre os processos fluviais, as formas de relevo e a morfologia da paisagem é tradicionalmente abordada em estudos geomorfológicos e ambientais (AGOSTINHO, JULIO JUNIOR, 1999; AMSLER, PRENDES, 2000; QUEIROZ et al., 2016; STEVAUX, LATRUBESSE, 2017). Barras arenosas tendem a refletir ajustes nos

níveis de base, nas condições energéticas de fluxo e na deposição sedimentar em escala espaço-temporal (BRIDGE, 2003). A investigação do papel das barras sedimentares como arquivos da evolução dos sistemas fluviais e do relevo deve envolver, portanto, a análise dos condicionantes naturais e antrópicos em suas bacias hidrográficas de contribuição. As barras fluviais são feições deposicionais ativas, que podem se encontrar emersas ou submersas, associadas à sedimentação recente ou atual. Elas são formadas principalmente por carga de leito, destacando-se areia e cascalho. A sua relativa instabilidade em relação à dinâmica temporal dos fluxos resulta em sua migração conforme as variações de energia ao longo do tempo (MAGALHÃES JUNIOR, BARROS, 2020). Não há consenso na literatura sobre a classificação das barras de canal, destacando-se os critérios de morfologia, modo de ocorrência, posição no canal e tipo de padrão fluvial (SANTOS; STEVAUX, 2016). No Brasil, a maior parte dos estudos geomorfológicos abordam as barras de canal em grandes sistemas fluviais de planície, como o rio Paraná (SANTOS, STEVAUX, 2016; AMSLER, PRENDES, 2000; LELI, STEVAUX, ASSINE, 2013; SANTOS, FERNANDES, STEVAUX, 1992; SOUZA FILHO, RIGON, 2012). Nesse sentido, há uma lacuna quanto ao estudo da gênese e evolução de barras em sistemas fluviais montanhosos. No contexto geológico-geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) são observadas barras arenosas ao longo de diversos cursos d'água, destacando-se a bacia do rio Pinheiro, um importante afluente da margem esquerda do rio Jequitinhonha. Nela, diversos canais fluviais são marcados pela presença de barras arenosas em grande parte de sua extensão, ainda que o contexto geológico local seja caracterizado pelo predomínio de quartzitos resistentes à desnudação. Este trabalho tem como objetivo discutir o papel de condicionantes naturais e antrópicos na distribuição espacial e gênese de barras fluviais arenosas na bacia do rio Pinheiro, buscando contribuir para a compreensão do papel dos processos fluviais na configuração da paisagem regional.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Pinheiro integra a bacia do rio Jequitinhonha, inserida no contexto geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional (Fig. 1 A). A bacia está integralmente situada no município de Diamantina, o qual é marcado historicamente pelo garimpo de diamantes, sobretudo no Período Colonial. Na bacia ocorrem rochas do Grupo Macaúbas (Fm Duas Barras – Neoproterozoico) e do Supergrupo Espinhaço (Fm Galho do Miguel, Fm Sopa-Brumadinho, Fm São João da Chapada – Mesoproterozoico), além de diques e soleiras (Mesoproterozoico) e Grupo Costa Sena (Paleoproterozoico) – Fig. 1 B. O conglomerado da Fm Sopa- Brumadinho é a principal fonte de diamantes na região. A área é composta por afloramentos rochosos e manchas de Neossolos Quartzarênicos (Fig. 1 D). Também há registros de coberturas superficiais laterizadas (CHAVES, BENITEZ, 2004). Esses materiais não têm aptidão agrícola e neles se desenvolvem vegetações de campo rupestre, campo limpo, cerrado rupestre e campo cerrado (SILVA, 2005). A altitude varia de 1467m na subbacia do córrego dos Cristais a 668m na confluência do rio Pinheiro com o rio Jequitinhonha. De acordo com Neves, Almeida-Abreu e Fraga (2005), o clima da região pode ser considerado fortemente influenciado pelo fator orográfico, classificado como mesotérmico, Cwb na classificação de Koppen. Para a realização desse trabalho, foram selecionados os principais cursos d'água da bacia do rio Pinheiro. Assim, também foram investigados os córregos Santo Antônio, dos Morrinhos, das Pedras e dos Cristais e os ribeirões da Areia, das Pedras e do Guinda. Foram reunidas bases cartográficas com as seguintes informações: solos e hidrográficas (IDE-SISEMA – 1:100.000); topográficas (curvas de nível de 12,5 m), extraídas de imagens Alos Palsar; e geológicas (CODEMIG - 1:100.000). No Google Earth, utilizando as imagens com melhor resolução disponível, foram mapeados os canais principais e as barras arenosas em escala de detalhe. As áreas de garimpo de diamantes foram identificadas a partir da consulta à literatura e do levantamento em imagens do Google Earth. A partir dessas informações, foram elaborados mapas de litologia, de solos e de altitude, relacionando essas informações com as áreas ocorrência das barras e de garimpo na bacia do rio Pinheiro. Foi realizado o cálculo do Índice RDE (HACK, 1973), que permite analisar perfis longitudinais ou segmentos e identificar anomalias (FUJITA, 2009). Esse índice é calculado pelas seguintes equações: $RDE_{total} = \Delta H / \ln L$ e $RDE_{trecho} = (\Delta H / \Delta l) L$, onde ΔH corresponde à diferença altimétrica entre os extremos do canal ou do trecho analisado, $\ln L$ é o logaritmo natural, L é a extensão total do canal e Δl representa a extensão do trecho analisado. A relação $RDE_{trecho} / RDE_{total}$ pode ser utilizada para a identificação de anomalias no perfil longitudinal. De

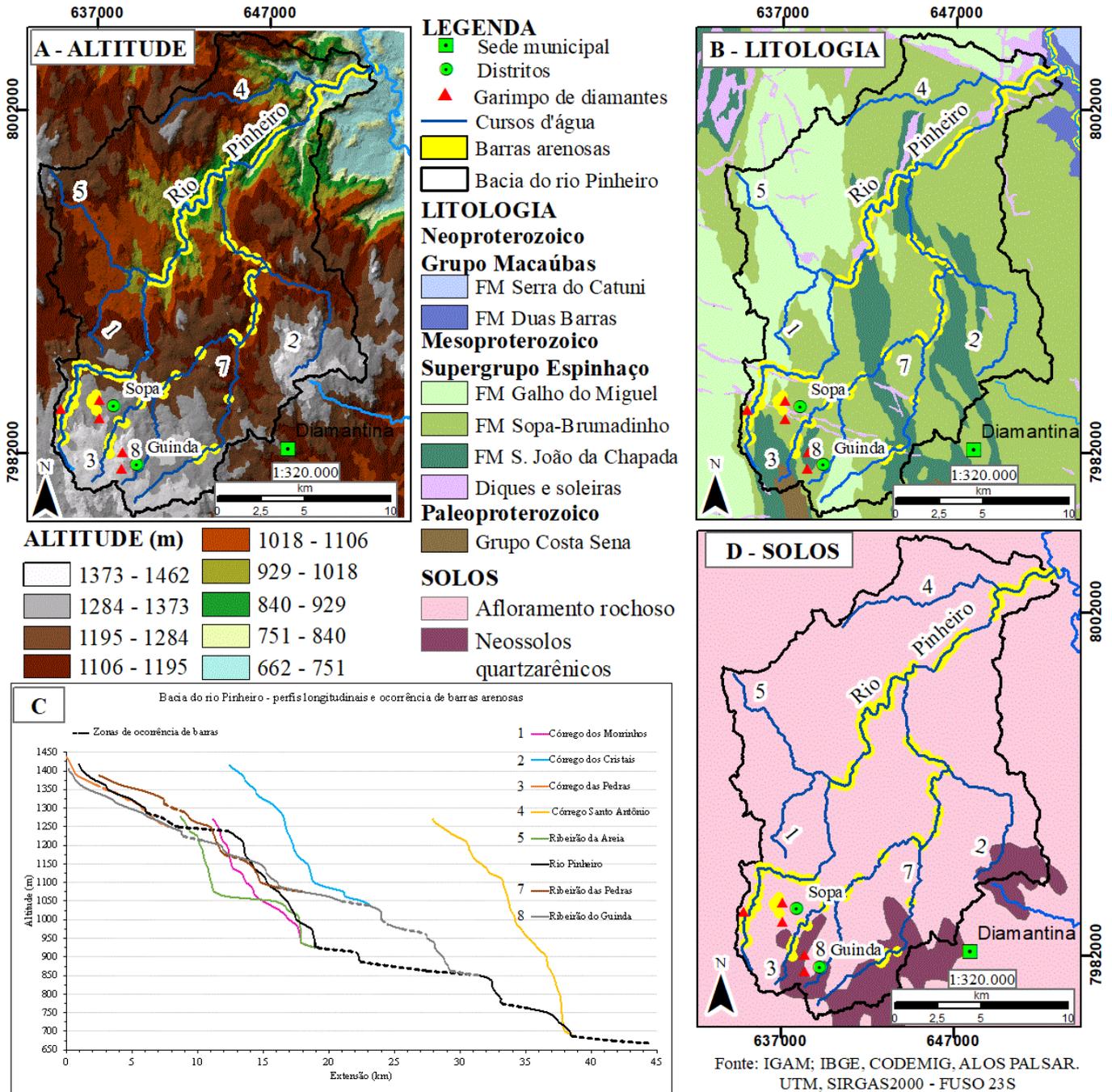
modo geral, valores abaixo de 2 indicam trechos sem anomalias, valores entre 2 e 10 indicam anomalias de 2ª ordem e valores acima de 10 indicam anomalias de 1ª ordem (QUEIROZ, SALAMUNI, NASCIMENTO, 2015). A identificação de anomalias de 1ª e/ou 2ª ordem pode ser um indicativo de presença de knickpoints e/ou de controle estrutural, assim como de controle litológico, devido à transição de litologias, de grandes confluências ou até de atividade neotectônica (CHEREM et al., 2020). A partir do mapeamento dos canais, em conjunto com os dados de altitude, foram gerados perfis longitudinais dos cursos d'água investigados. Nesses gráficos, foram inseridas informações como os segmentos em que ocorrem barras arenosas, os valores de RDEs/RDEt e o substrato litológico (perfil litológico). Com isso, buscou-se ampliar as discussões sobre a gênese e distribuição das barras arenosas na área estudada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As barras arenosas ocorrem no rio Pinheiro, nos ribeirões do Guinda e das Pedras e no córrego das Pedras. Com exceção do rib. do Guinda, as barras ocorrem nos segmentos superiores, acima de 1237,5m de altitude, em maior quantidade no rio Pinheiro e em menor quantidade no rib. das Pedras. No rio Pinheiro também são observados segmentos com barras arenosas entre 925m e 837,5m de altitude, entre 775m e 750 e entre 712,5m e 668m. No entanto, entre 1237,5m e 925m, 837,5m e 775m e 750m e 712m, não são observadas barras, o que deve estar associado à elevada declividade dos segmentos (Fig. 1 A e C). O cor. das Pedras e o rib. das Pedras desaguam no rib. do Guinda, o qual, a partir dessas confluências, passa a contar com barras arenosas. Elas são mais frequentes entre 1087m e 962,5m de altitude. No rib. do Guinda, a partir da cota de 962,5m há trechos de maior declividade, mas o mais relevante se estende desde essa cota até a confluência com o rio Pinheiro, no qual não se verifica a existência de barras (Fig. 1 A e C). Os cursos d'água com barras arenosas nascem na porção sul da bacia (Fig. 1A). Nas cabeceiras do rio Pinheiro afloram as rochas das Formações Sopa-Brumadinho (conjunto heterogêneo de rochas - filitos, quartzitos, com lentes de metaconglomerado) e São João da Chapada (quartzitos médios, com nível basal de metabrecha e metaconglomerado). Nas cabeceiras do rib. do Guinda afloram as rochas da Fm Sopa-Brumadinho. Nas cabeceiras do cor. das Pedras afloram rochas do Grupo Costa Sena (quartzo xisto e quartzo-mica xisto) e Fm São João da Chapada. No caso do rib. das Pedras ocorrem as rochas da Fm Galho do Miguel (quartzitos puros). No rib. das Pedras, as barras começam a ser observadas quando este curso d'água começa a atravessar as rochas da Fm São João da Chapada (Fig. 1B). Outros cursos d'água, mesmo com cabeceiras em áreas de rochas das formações Galho do Miguel, Sopa Brumadinho e São João da Chapada, não apresentam barras expressivas. No norte da bacia, o rib. da Areia e o cor. Santo Antônio nascem em um contexto de rochas da Fm Galho do Miguel e Fm Sopa-Brumadinho. Já cor. dos Morrinhos, no oeste da bacia, nasce onde afloram rochas das Fm Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel. O cor. dos Cristais, a leste, nasce em um contexto de rochas das Fm São João da Chapada e Sopa-Brumadinho (Fig. 1B). Os cursos d'água com barras arenosas nascem nas áreas mais elevadas da bacia, onde a altitude alcança 1462m (Fig. 1A e C). O cor. dos Cristais, embora nasça em elevadas altitudes (1284m a 1373m) não têm barras em sua calha. Nessas áreas mais elevadas, na porção sul da bacia, também ocorrem Neossolos Quartzarênicos. No restante da bacia, ocorrem afloramentos rochosos ou manchas muito pequenas de outros tipos de solos que não são evidenciados pelo mapeamento (Fig. 1D). Os cursos d'água com barras nascem nessa porção mais elevada que também corresponde à área onde foram mapeados garimpos de diamante, na região de Sopa e Guinda, distritos de Diamantina (Fig. 1A). Nessa área, ocorrem dois tipos de materiais ricos em diamantes. De acordo com Chavez e Benitez (2004), o conglomerado da Fm Sopa-Brumadinho e as coberturas superficiais lateritizadas denominadas "cangas", "gorgulhos" e "paçocas" são ricos em diamantes e foram bastante explorados no período colonial, seguindo explorados periodicamente desde então. Desse modo, cinco aspectos se destacam na avaliação da localização das barras arenosas. As mapeadas se concentram em cursos d'água que nascem na porção S/SW da bacia, sendo frequentes na calha principal e de alguns afluentes - ribeirões do Guinda e das Pedras e cor. das Pedras. As cabeceiras dos cursos d'água com barras arenosas correspondem a áreas em que ocorrem rochas das Fm Sopa- Brumadinho, Fm Galho do Miguel e Fm São João da Chapada. Trata-se de uma área com as maiores elevações da bacia, chegando a 1462m de altitude e onde ocorrem os Neossolos. Todas essas características correspondem a uma área que inclui as localidades de Sopa e Guinda, nos quais o garimpo de diamantes foi uma atividade

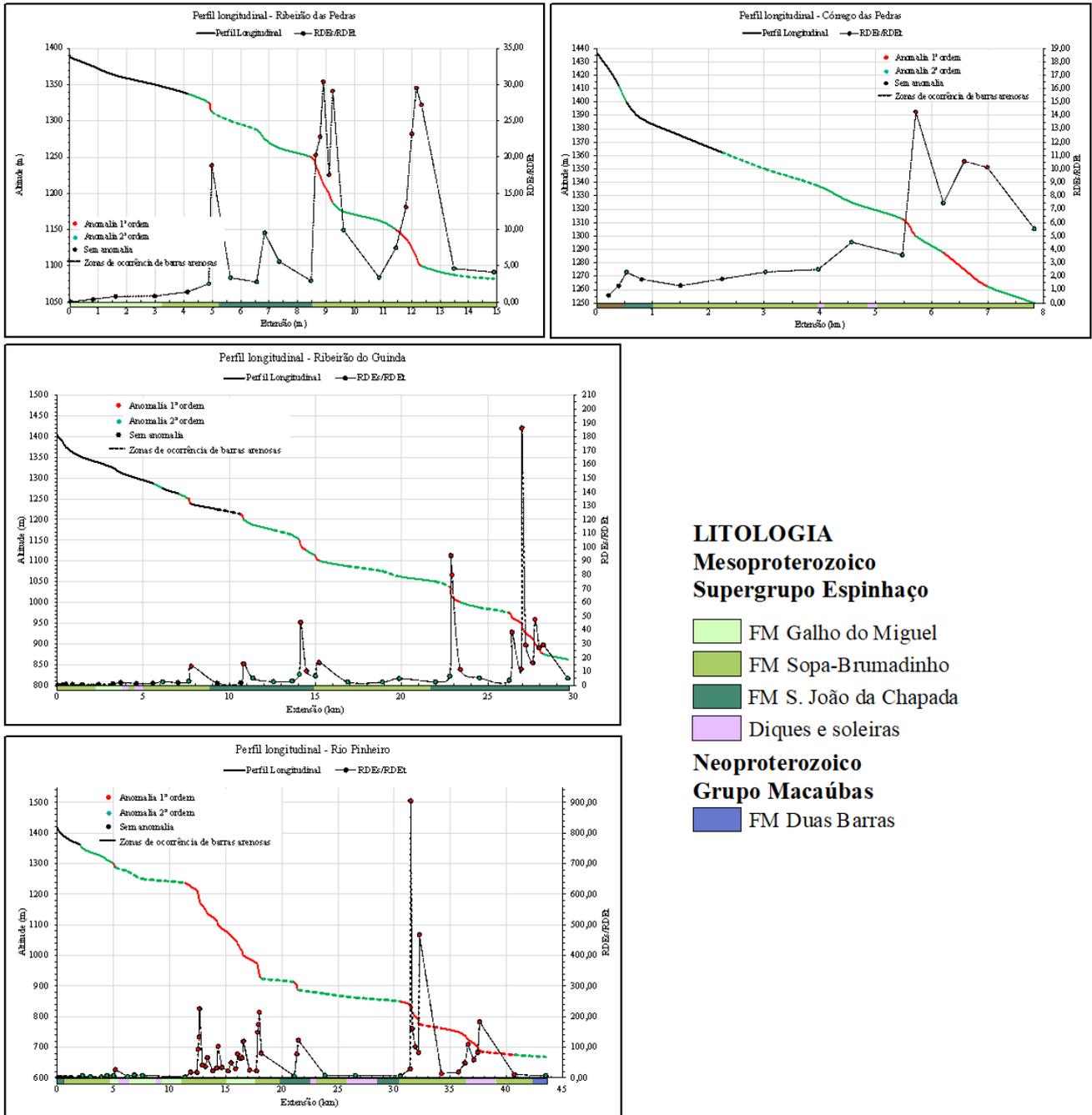
relevante durante o período colonial. Nesse contexto, a gênese das barras arenosas deve ter relação com as atividades humanas historicamente realizadas na região das localidades de Sopa e Guinda. O quadro litológico não parece ser o principal condicionante da sua presença, haja vista que cursos d'água que atravessam as mesmas litologias nem sempre apresentam barras arenosas. A presença do Neossolo Quartzarênico pode estar contribuindo com o fornecimento de sedimentos, haja vista que um solo arenoso, em um contexto de elevado potencial energético (maior amplitude altimétrica e maior declividade e valores de RDEs/RDEt - Fig. 2 e 3), tende a ser mais facilmente erodido. A partir do cálculo do RDEs/RDEt, buscou-se relacionar as anomalias nos segmentos fluviais (ou a sua inexistência) com a ocorrência de barras arenosas. No rio Pinheiro, as barras ocorrem em segmentos com menores gradientes, mas todos configuram segmentos com anomalias de 2ª ordem. É provável que, neles, existam pelo menos dois ambientes: um mais declivoso, onde, de fato, se concentra a anomalia, e outro mais suavizado, propício ao acúmulo de sedimentos. O RDEs/RDEt e o perfil longitudinal sugerem um curso d'água com elevado potencial energético, o que deveria atuar impedindo o acúmulo de sedimentos ou aumentando o transporte destes para jusante (Fig. 2). Nos ribeirões das Pedras e do Guinda e no cor. das Pedras, os quilômetros iniciais, nos altos cursos, apresentam baixas declividades e segmentos sem anomalias ou com anomalias de 2ª ordem. Apesar de serem condições que permitem o acúmulo de sedimentos em outros canais, nesses segmentos isso não ocorre. No rib. das Pedras, as barras surgem a partir do quilômetro 4, em um trecho com anomalias de 2ª ordem. No rib. do Guinda, elas surgem a partir do km 9, associadas a segmentos sem anomalias ou com anomalias de 2ª ordem. No cor. das Pedras, as barras aparecem entre o quilômetro 2 e 4, associadas a anomalias de 2ª ordem. Esses três cursos d'água, assim como o rio Pinheiro, apresentam indícios de elevado potencial energético devido ao elevado número de segmentos com anomalias de 2ª e 1ª ordem (Fig. 2). Nos cursos d'água dos córregos Santo Antônio, dos Morrinhos, dos Cristais e rib. da Areia, verifica-se a inexistência de barras, apesar de, em vários segmentos, esses cursos d'água apresentarem condições de declividade e RDEs/RDEt semelhantes ao observado nos cursos d'água que possuem barras. No cor. Santo Antônio, no alto e no baixo curso existem segmentos sem anomalias e ao longo do médio curso segmentos com anomalias de 2ª ordem. No cor. dos Morrinhos, apenas o segmento final possui anomalia de 1ª ordem, enquanto o restante do canal, a montante, apresenta anomalias de 2ª ordem ou segmentos sem anomalias. No cor. dos Cristais, o curso d'água apresenta segmentos sem anomalias e segmentos com anomalias de 1ª e 2ª ordem. E no rib. da Areia, um longo trecho em seu médio curso não possui anomalias (Fig. 3). Os cursos d'água que não possuem barras apresentam características que possibilitariam a sua formação nas calhas. Neles, são observados segmentos curtos e/ou longos sem anomalias ou com baixa declividade e, mesmo assim, sem a presença de barras - cor. Santo Antônio, cor. dos Morrinhos, cor. dos Cristais e rib. da Areia. Por outro lado, cursos d'água como o rio Pinheiro, o rib. da Pedra, rib. do Guinda e o cor. das Pedras apresentam barras arenosas mesmo em segmentos com anomalias de 2ª ordem. Verifica-se que as barras podem ser formadas em segmentos menos declivosos, sem anomalias ou com anomalias de 2ª ordem, desde que em cursos d'água que tenham as áreas de Guinda e Sopa como fonte. Apesar de o mesmo conjunto de rochas aflorar na área estudada, a litologia não é, de forma explícita, um fator determinante da formação de barras nas calhas.

Figura 1



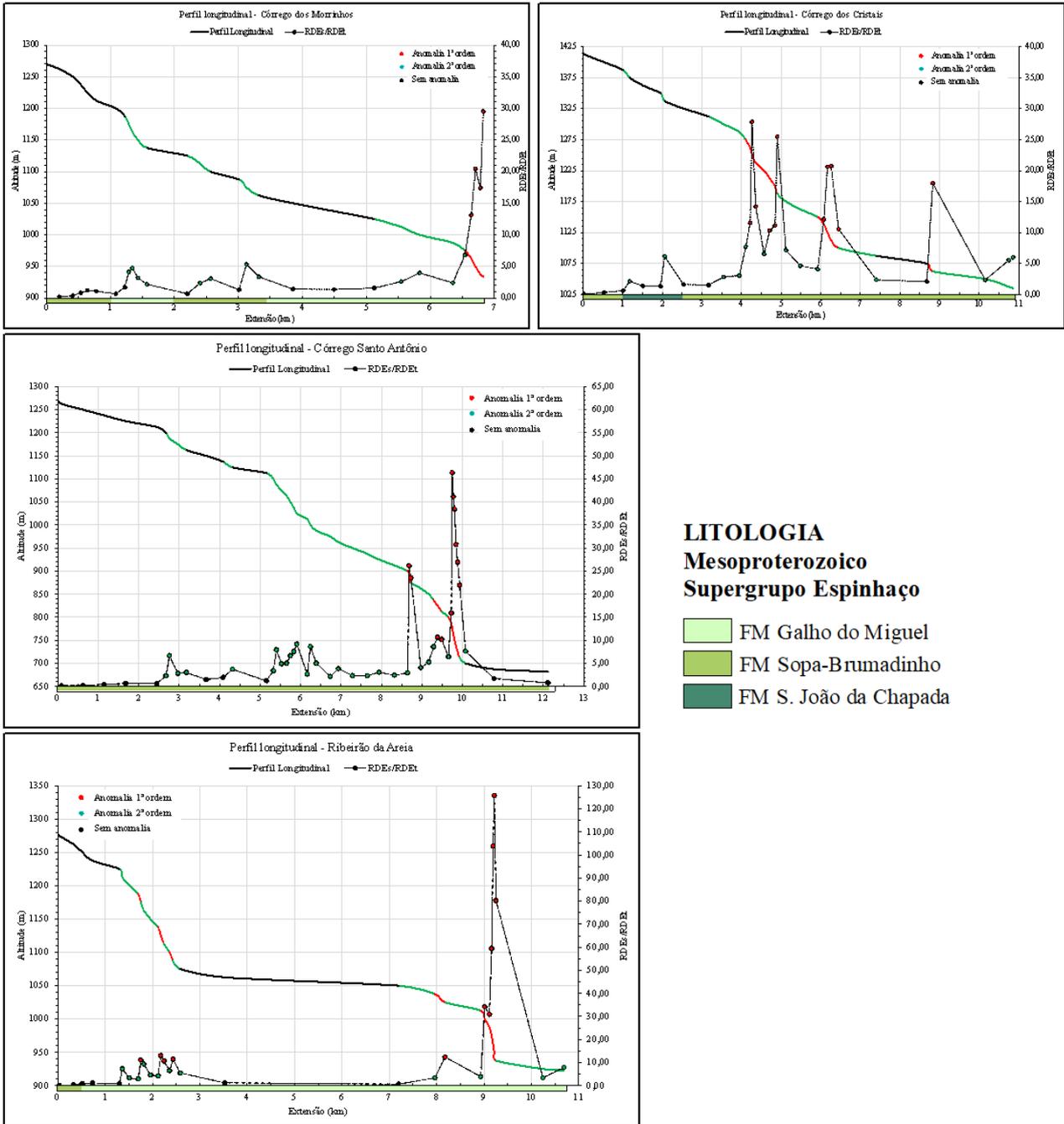
Localização e contexto fisiográfico da bacia do rio Pinheiro: A - altitude; B - litologia; C - perfis longitudinais; D - solos.

Figura 2



Cursos d'água com barras arenosas - perfis longitudinais e litológicos

Figura 3



Cursos d'água sem barras arenosas – perfis longitudinais e litológicos

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As barras arenosas ocorrem em cursos d'água que nascem na porção sul da bacia do rio Pinheiro. Nessa área, observam-se as seguintes características: maiores altitudes da bacia, Neossolos Quartzarênicos, rochas da Formação Sopa-Brumadinho (diamantíferas), coberturas superficiais exploradas pela mineração de diamantes desde o Período Colonial (“gorgulhos, paçocas e cangas”). Devido à existência de diamantes, a área seguiu sendo garimpada de forma intermitente desde o século XVIII. As barras arenosas foram observadas em canais sem e com anomalias de 2ª ordem. Contudo, os cursos d'água que não possuem barras são justamente aqueles que possuem segmentos extensos sem anomalias e ainda vários segmentos com anomalias de 2ª ordem. Assim, infere-se que as barras podem se formar nesses dois tipos de segmentos (menos declivosos, sem

anomalias ou com anomalias de 2ª ordem). A sua formação deve estar condicionada à presença de garimpos a montante e não somente ao quadro litológico. Também é possível que a gênese e distribuição das barras tenha relação com os solos arenosos da região de Guinda e Sopa, os quais devem ser mais propensos aos processos erosivos nas subbacias com maiores amplitudes altimétricas.

AGRADECIMENTOS

Ao IFMG-OP, à PRPPG-IFMG e aos grupos de pesquisa Geoquímica e Paisagem e Rivas – Geomorfologia e Recursos Hídricos; ao CNPq pela bolsa de pesquisa; à CAPES pela bolsa de mestrado; à FAPEMIG pelo auxílio financeiro (APQ 00511-21).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JUNIOR, H. F. (1999) Peixes da bacia do Alto rio Paraná. In: LOWE-MCCONNELL, R. H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo: Edusp, 1999, p 374-400.
- AMSLER, M.; PRENDES, H. Transporte de sedimentos y procesos fluviales asociados. In: PAOLI, C., SCHREIDER, M. (eds.) El Río Paraná en su tramo medio. Centro de Publicacions Universitarias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina, 2000, p. 233-306.
- BRIDGE, J.S. Rivers and floodplains: forms, processes, and sedimentary record. Oxford-UK:Wiley-Blackwell, 2003. 504p.
- BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. River styles, a geomorphic approach to catchment characterization: implications for river rehabilitation in Bega catchment, New South Wales, Australia. *Environmental Management*, v. 25, n. 6, p. 661-679, 2000.
- CHAVES, M. L. S. C.; BENITEZ, I. Depósitos superficiais diamantíferos da região de Diamantina, Serra do Espinhaço (Minas Gerais). *Geociências*, v. 23, n. 1/2, p. 31-42, 2004.
- CHEREM, L. F. S.; FARIA, S. D.; ZANCOPE, M. H. C.; SORDI, M. V.; NUNES, E. D.; ROSA, L. E. Análise morfométrica em bacias hidrográficas. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P.; BARROS, L. F. P. (Org.). Hidrogeomorfologia – formas, processos e registros sedimentares fluviais. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020, p.175-215.
- FUJITA, R. H. O perfil longitudinal do rio Ivaí e sua relação com a dinâmica de fluxos. Maringá: Programa de Pós-Graduação em Geografia/Universidade Estadual de Maringá, Dissertação (Mestrado em Geografia). 118 f. 2009.
- HACK, J. T. Stream-Profile Analysis and Stream-Gradient Index. *Journal Research U.S. Geology Survey*. Vol. n. 4, 1973
- LELI, I. T.; STEVAUX, J. C.; ASSINE, M. L. Canal Fechado (Ressaco) em Grandes Sistemas de Rios Anabranching: Exemplo do Alto Curso do Rio Paraná. In: SEXTO SIMPOSIO REGIONAL SOBRE HIDRÁULICA DE RÍOS. 2013, Santa Fe, Argentina. Anais...Santa Fé, 2013, CD-ROM.
- MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. Depósitos fluviais e feições deposicionais. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P.; BARROS, L. F. P. (Org.). Hidrogeomorfologia – formas, processos e registros sedimentares fluviais. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020, p.259-278.
- MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. Bases teóricas e fatores controladores da dinâmica fluvial. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P.; BARROS, L. F. P. (Org.). Hidrogeomorfologia – formas, processos e registros sedimentares fluviais. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020, p.24-49.
- NEVES, S. C.; ALMEIDA-ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. S. Fisiografia. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F., ALMEIDA-ABREU, P. A. (Eds.). Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes. Belo Horizonte: O Lutador, p. 47-58, 2005.
- QUEIROZ, G. L.; SALAMUNI, E.; NASCIMENTO, E. R. Knickpoint finder: A software tool that improves neotectonic analysis. *Computers & Geosciences*, v. 76, p. 8-87, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2014.11.004>
- QUEIROZ, P. H. B.; COELHO, G.K.S.; CAVALCANTE, A.A.; PINHEIRO, L.S. Evolução morfológica de barras fluviais no canal do rio Jaguaribe a jusante da barragem do açude Castanhão - CE. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 11., 2016, Maringá PR. Anais [...]. Maringá-PR, 2016.
- SACRAMENTO, M. F.; REGO, M. J. M. A bacia de drenagem enquanto unidade integradora nos estudos geoambientais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia-GO. Anais [...]. Goiânia-GO, 2006.

- SANTOS, M.L.; FERNANDEZ, O.V.Q.; J.C, STEVAUX, J.C. Aspectos Morfométricos das Barras de Canal no Rio Paraná, trecho de Porto Rico. Boletim de Geografia de Maringá, v. 1, p.11-24, 1992. DOI: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v10i1.12177>
- SANTOS, V. C.; STEVAUX, J. C. Gênese de barras de soldamento e suas características morfológicas: alto rio Paraná, Brasil. Geographia Meridionalis, v. 2, n. 1, p. 127-144, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15210/gm.v2i1.8102>
- SILVA, A. C. Solos. In: SILVA, A.C., PEDREIRA, L. C. V. S. F., ALMEIDA-ABREU, P. A. (Eds.). Serra Do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes. O Lutador, Belo Horizonte, p. 61-77, 2005.
- SOUZA FILHO, E. E.; RIGON, B. T. C. Avaliação da Velocidade de Deslocamento de Barras Fluviais do Rio Paraná por Meio de Imagens CBERS/CCD. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 13, n. 1, p. 57-64, 2012. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v13i1.342>
- STEVANUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. Geomorfologia Fluvial. São Paulo: Oficina de Textos, 2017, 336p.