



EVOLUÇÃO FLUVIAL DA BACIA DO RIO PIRANGA (ALTO RIO DOCE/MG): arquivos fluviais quaternários e suas implicações

Luiz Fernando de Paula Barros ¹
Arian Alves Ferreira Gonçalves ²
Antônio Pereira Magalhães Junior ³

RESUMO

A bacia do rio Piranga, principal formadora do rio Doce, destaca-se por apresentar expressivos depósitos aluviais, com potenciais registros de processos neotectônicos e oscilações climáticas do Quaternário. Neste sentido, buscando contribuir para as discussões acerca da evolução do relevo na fachada atlântica brasileira, este trabalho busca fornecer subsídios à compreensão do quadro da bacia do rio Piranga em termos da distribuição, cronologia e morfoestratigrafia dos arquivos fluviais quaternários. Além das técnicas de descrição e análise em campo, foram obtidas datações por Luminescência Opticamente Estimada (LOE) de alguns depósitos-chave. Como resultado, foram identificados até cinco níveis de deposição fluvial durante os últimos ~70 ka. A maior parte dos depósitos encontra-se ainda conservada como expressivos terraços fluviais em afluentes de menor porte, tributários do alto e médio curso do rio Piranga. As interpretações do conjunto dos níveis levam à proposição de um evento de deposição de maior magnitude, há cerca de 40 ka, que atulhou os vales e gerou um nível de preenchimento no qual uma série de eventos de retomadas erosivas e de deposição originou novos níveis embutidos. Em regiões como a dos domínios cimeiros da Serra do Mar e da Mantiqueira, as respostas aos movimentos epirogenéticos que afetam o Escudo Atlântico comumente incluem a deposição de espessos pacotes sedimentares ao longo de alguns vales, em certas armadilhas de sedimentos, muitas vezes de caráter tectônico. Esse quadro seria válido para a bacia do rio Piranga, a porção com maior concentração de indícios de reativações tectônicas quaternárias na bacia do rio Doce, conforme aponta a literatura. Assim, embora a produção e o escoamento de sedimentos na bacia tenham influências das oscilações climáticas quaternárias, a reativação de estruturas herdadas da tectônica pré-cambriana e mesocenozoica é fundamental para a formação das principais zonas de acumulação e para uma retomada erosiva agressiva recente. Em diversos vales, esta última fase de dissecação levou ao abandono de níveis fluviais com cerca de 10 ka como terraços, inclusive do tipo escalonado em alguns vales.

INTRODUÇÃO

Em ambientes tropicais, os cursos d'água são reconhecidos como principais agentes modeladores do relevo, pois desempenham um papel crucial na dissecação do modelado por meio da erosão do leito e transporte de sedimentos provenientes de toda a bacia de drenagem (MAGALHÃES JR. et al., 2022). Ao longo desse trabalho fluvial, são formadas feições erosivas e sedimentares características, tais como planícies e terraços

¹ Professor do Curso de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, luizbarros@ufmg.br;

² Geógrafo pela UFMG, a.alvesfg19@gmail.com;

³ Professor do Curso de Geografia da UFMG, antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com



aluviais. Esses registros morfossedimentares fluviais trazem consigo indícios importantes sobre as condições de produção e transporte de sedimentos na evolução dos vales (JACOBSON et al., 2003; MAGALHÃES JR.; BARROS, 2020). A obtenção da cronologia desses depósitos pode trazer evidências significativas sobre os condicionantes da formação da paisagem como um todo, incluindo a correlação entre eventos geomorfológicos e fatores climáticos, tectônicos ou antrópicos (BRIDGLAND; WESTAWAY, 2014; MAGALHÃES JR.; BARROS, 2020). No entanto, o contexto tropical é, em geral, limitante para a preservação dos depósitos aluviais, sobretudo em contexto serrano, o que pode limitar esse tipo de estudo aos registros deposicionais mais recentes (MAGALHÃES JR. et al., 2022).

No contexto do Alto Rio Doce, em zona transicional entre as províncias estruturais da Faixa Mantiqueira e do Cráton São Francisco, o relevo é composto por planaltos escalonados, entre as serras do Grande Escarpamento da Mantiqueira e as serras do Quadrilátero Ferrífero. São observados fundos de vale extensos, aplainados e colmatados de sedimentos, com amplos terraços fluviais conservados. Segundo Souza (1995) e Bertolini (2015), a bacia do rio Piranga se configura como a mais importante bacia de contribuição do alto rio Doce, sendo densamente falhada, fraturada e marcada por descontinuidades e megaestruturas herdadas de ciclos tectônicos pré-cambrianos e eventos do Meso-Cenozoico, porém influentes até o período Quaternário.

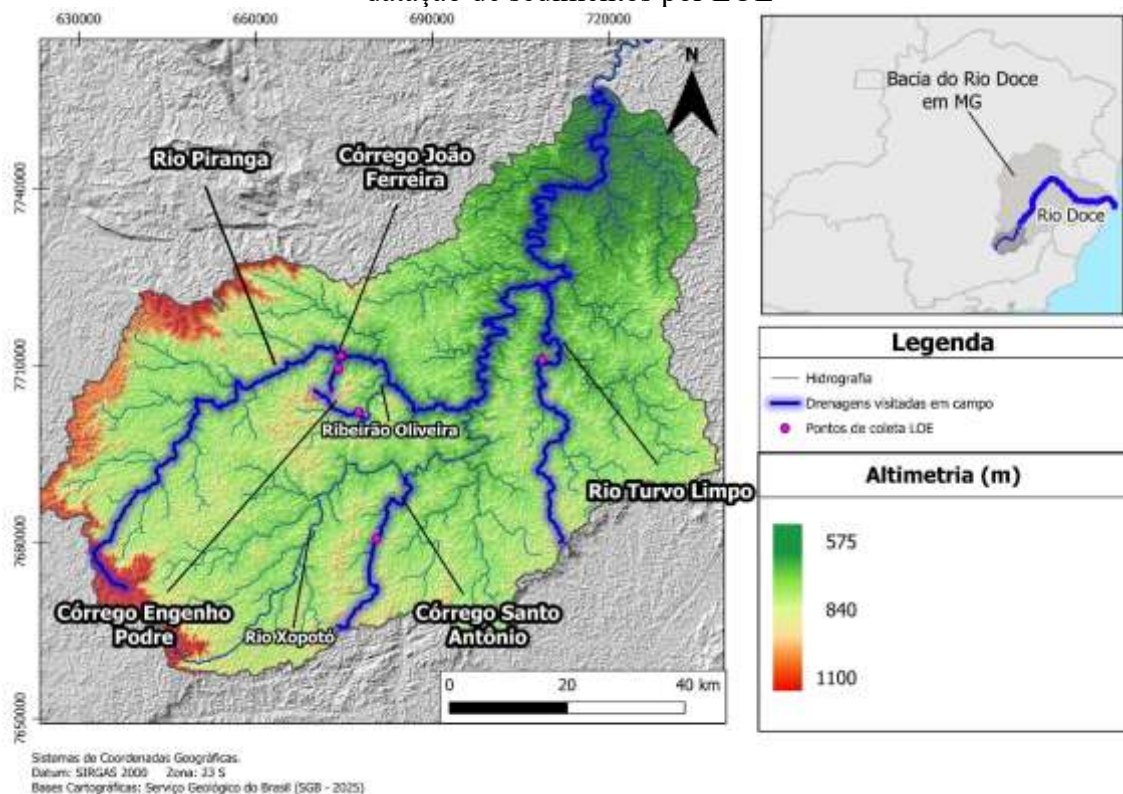
Buscando compreender melhor a dinâmica de evolução do relevo regional no Alto Rio Doce, este trabalho objetivou identificar e caracterizar os registros sedimentares aluviais da bacia do rio Piranga, em termos de distribuição, cronologia e morfoestratigrafia, de modo a avaliar os cenários representativos da evolução dos vales durante o Quaternário, com destaque para eventos paleoclimáticos e neotectônicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico e organizado um acervo cartográfico de bases georreferenciadas para auxílio na definição de áreas favoráveis à presença de níveis fluviais conservados a serem visitados em campo (Figura 1). Este acervo incluiu: (i) o mapeamento geológico do estado de Minas Gerais, digitalizado e disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) na escala 1:100.000; (ii) o modelo digital de elevação (MDE) do satélite ALOS PALSAR (12,5 m de resolução),

disponibilizado pelo portal da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA); e (iii) imagens de satélite de alta resolução provenientes do *Google Earth*. Estes materiais viabilizaram a criação de mapas temáticos, de declividade e de altimetria da bacia no *software* QGIS 3.14, onde foram mapeados pontos de interesse para avaliação em campo.

Figura 1 – Localização da bacia do rio Piranga e dos pontos de coleta de amostras para datação de sedimentos por LOE



Assim, conforme Magalhães Jr. et al. (2022), as sucessões deposicionais foram avaliadas e descritas a partir de perfis verticais, sendo definida a tipologia dos níveis deposicionais (escalonado, embutido, encaixado, de preenchimento, pareado ou isolado); a altitude e a posição dos depósitos em relação aos cursos fluviais atuais; a textura, espessura e organização das fácies sedimentares, incluindo o tipo de transição (abrupta ou gradual); concentrações de matéria orgânica e a presença de estruturas sedimentares (plano-paralelas, estratificações cruzadas, entre outros). Na ocorrência de cascalho, foi observado o tamanho médio, a petrografia e o grau de arredondamento dos clastos. Em gabinete, foram elaboradas representações dos perfis estratigráficos e perfis em seções



transversais aos vales nos *softwares LibreOffice Draw* e *CorelDRAW*, a fim de se obter uma síntese representativa da organização espacial dos arquivos fluviais.

Por fim, foram coletadas amostras sedimentares para a determinação da idade absoluta por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) de depósitos representativos para o contexto da bacia (Figura 1). Priorizou-se a coleta em perfis com disponibilidade de estratos espessos e uniformes compostos principalmente de areia quartzosa. A amostragem foi realizada sob condições de ausência de luz, utilizando sacos pretos e tubos de PVC (com dimensões de 5 x 30 cm), introduzidos horizontalmente nos perfis por percussão. As amostras coletadas foram remetidas ao laboratório Datação, Comércio e Prestação de Serviços Ltda., situado em São Paulo, para que sua idade absoluta fosse determinada. No laboratório, o conteúdo da parte central dos tubos foi extraído e todo o processamento subsequente foi conduzido sob luz vermelha de baixa intensidade. A análise das amostras ocorreu por meio do protocolo SAR (*single aliquot regenerative-dose*) com 15 alíquotas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados e mapeados cinco níveis deposicionais fluviais ao longo do vale do Rio Piranga como um todo (Tabela 1; Figura 2), correspondendo a uma planície de inundação holocênica (N1), três níveis de terraços do Pleistoceno Inferior (N2, N3 e N4) e um nível mais antigo, datado do pleistoceno médio (N5), já em contexto de vertente e morfologicamente descaracterizado.

Além daqueles no vale do próprio Rio Piranga (alto curso), os principais terraços foram identificados nos seguintes vales (Tabela 1; Figura 1): do Córrego João Ferreira (Figura 3), do Córrego Engenho Podre (afluente do ribeirão Oliveira; Figura 4), do Córrego Santo Antônio (afluente do Rio Xopotó; Figura 5) e do Córrego Turvo Limpo (Figura 6).

O número de níveis deposicionais fluviais varia nos diferentes vales investigados. No entanto, de modo geral, além das planícies de inundação, puderam ser observados, na maior parte dos vales, dois a três níveis ainda preservados como terraços fluviais e um nível, mais antigo, já descaracterizado morfologicamente.

Tabela 1 - Síntese das principais características dos níveis deposicionais fluviais da bacia do Rio Piranga.

Curso Hídrico	Nível	Tipologia	Distribuição no Vale	Desnível (m)	Idades (mil anos)
Rio Piranga (alto curso)	N5	Escalonado	Isolado	20	68,8 ± 6,9
	N4	De preenchimento	Pareado	10	-
	N3	Parcialmente embutido	Pareado	6	-
	N2	Parcialmente embutido	Pareado	3	-
	N1	Parcialmente embutido	Pareado	2	-
Córrego João Ferreira	N4	De preenchimento	Pareado	12	42,6 ± 4,1
	N3 (Fácies sup.)	Parcialmente embutido	Pareado	4	24,6 ± 5,3
	N3 (Fácies inf.)	Parcialmente embutido	Pareado	2	33,0 ± 3,2
	N2	Parcialmente embutido	Pareado	1	-
	N1	Parcialmente embutido	Pareado	0	6,6 ± 0,6
Córrego Engenho Podre	N3	Escalonado	Isolado	6	11,2 ± 0,95
	N2	De preenchimento	Pareado	2	-
	N1	Parcialmente embutido	Pareado	0,5	-
Córrego Santo Antônio	N4	Escalonado	Isolado	10	-
	N3	De preenchimento	Pareado	6	-
	N2	Embutido	Pareado	3	7,4 ± 0,6
	N1	Embutido	Pareado	1	-
Rio Turvo Limpo	N4	Isolado	Isolado	6	-
	N3	De preenchimento	Isolado	4	-
	N2	Embutido	Pareado	3	9,4 ± 0,7
	N1	Embutido	Pareado	0	-

Figura 2 - Distribuição dos níveis fluviais do vale do rio Piranga (alto curso) e perfil estratigráfico da sucessão deposicional datada

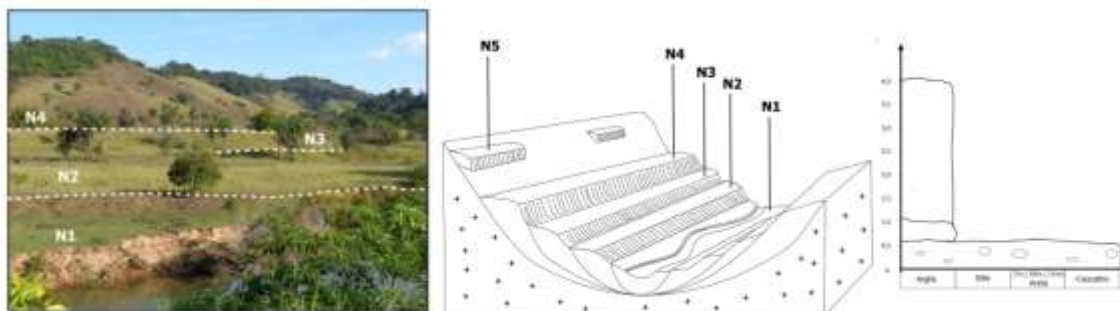


Figura 3 - Distribuição dos níveis fluviais do vale do córrego João Ferreira e perfis estratigráficos das sucessões deposicionais datadas

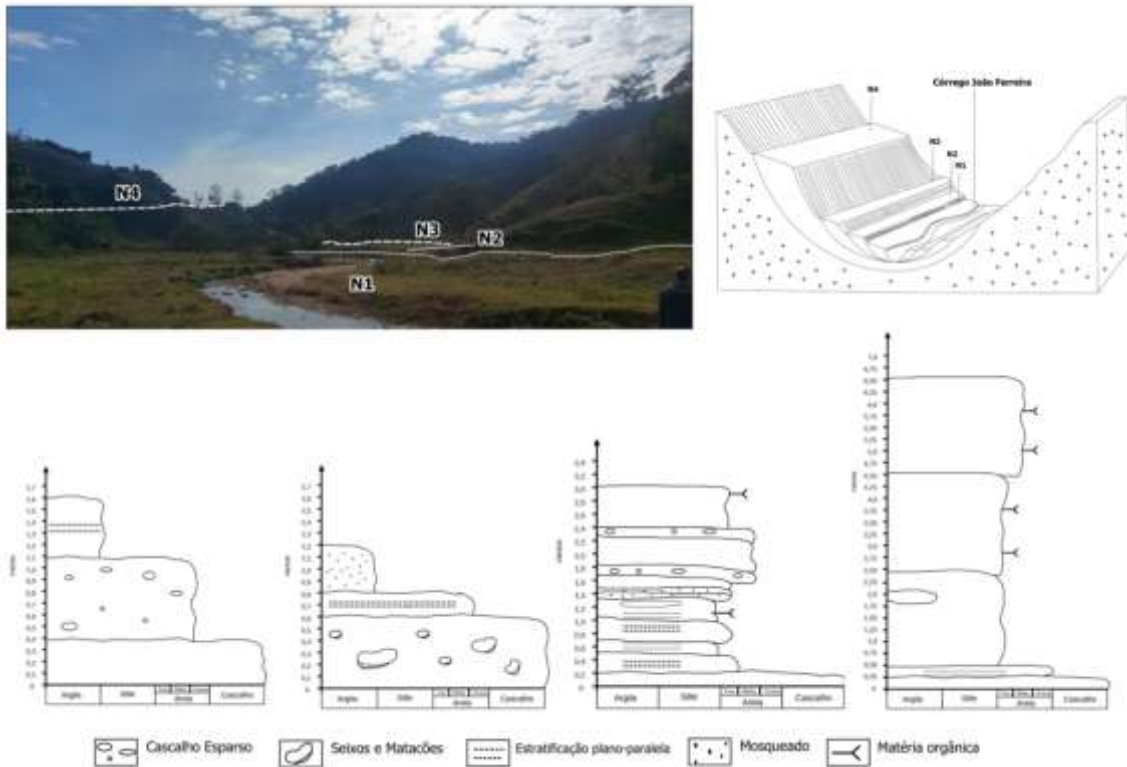


Figura 4 - Distribuição dos níveis fluviais do vale do córrego Engenho Podre e perfil estratigráfico da sucessão deposicional datada

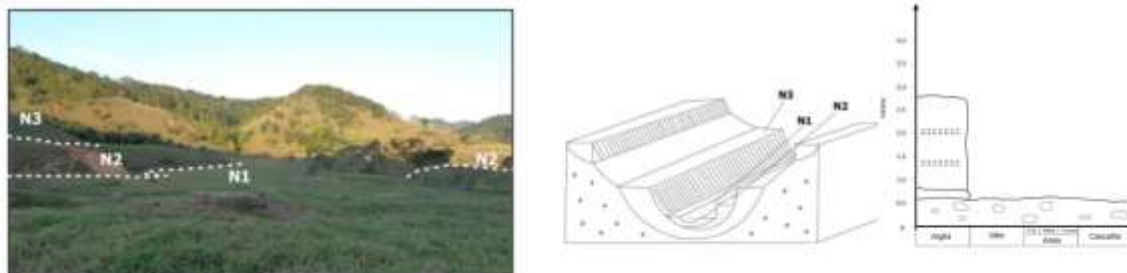


Figura 5 - Distribuição dos níveis fluviais do vale do córrego Santo Antônio e perfil estratigráfico da sucessão deposicional datada

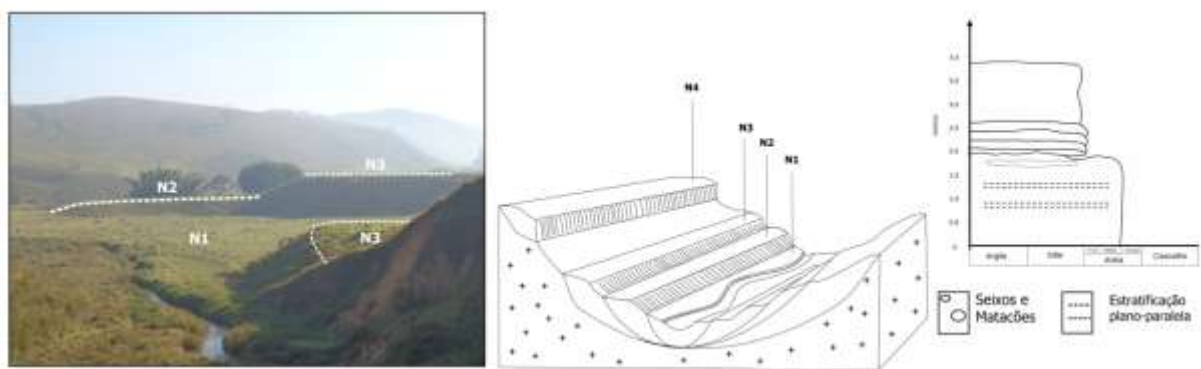
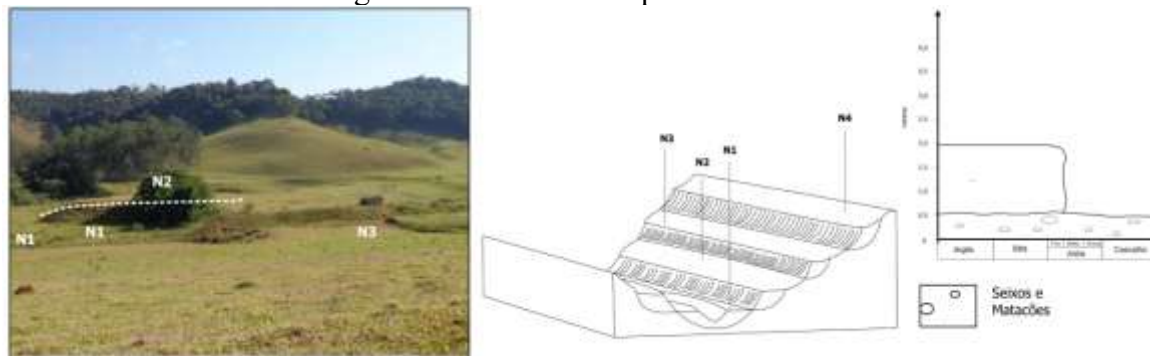


Figura 6 - Distribuição dos níveis fluviais do vale do rio Turvo Limpo e perfil estratigráfico da sucessão deposicional datada



Através da distribuição espacial dos depósitos, de suas sucessões estratigráficas caracterizadas em campo e suas respectivas idades, observa-se que a evolução do relevo regional do Alto Rio Doce sugere reativações tectônicas no Quaternário, responsáveis por criar “armadilhas” de acumulação de sedimentos nos vales. Além disso, os eventos sucessivos de incisão e deposição estão possivelmente relacionados a eventos climáticos importantes que se sucederam durante o Quaternário Tardio.

Assim, o nível N5 (~69 ka) do vale do rio Piranga, que atualmente se encontra descaracterizado, representa um nível escalonado e isolado, diferente dos níveis mais recentes, em geral, embutidos e pareados. Acredita-se que após a formação do N5, a subsidência de blocos regionais à jusante na bacia do Doce (SAADI, 1991; BERTOLINI, 2015; SOUZA, 1995) condicionou um *input* energético abrupto para a drenagem. Este evento, inclusive nos vales afluentes, se estendeu até o momento em que se estabeleceu um clima seco e frio (BEHLING; LICHTER, 1997; LEDRU et al., 1996), que conteve o potencial erosivo hídrico na bacia e possibilitou a formação do nível N4 (~43 ka), de preenchimento (*fill terrace*), durante um longo período de atulhamento dos vales.

A partir deste evento de maior magnitude de deposição do N4, uma série de retomadas erosivas e deposicionais originaram a formação de novos níveis fluviais, ora escalonados, ora embutidos no N4, a depender da condição energética de cada afluente. Compreende-se que os momentos de desequilíbrio no sistema fluvial que ocasionaram os novos encaixamentos possam estar ligados com reativações tectônicas das estruturas pré-cambrianas e mesocenoicas que recortam a bacia e à contribuição das oscilações de climas secos e frios para quentes e úmidos. Destaca-se o vale do córrego Engenho Podre, cujo N3, cuja base está situada cerca de 6 m acima da drenagem atual, foi datado em apenas ~11 ka, demonstrando forte incisão recente da drenagem.



No alto Piranga, na foz do córrego João Ferreira, o nível N3 é embutido no N4 e indica nova fase de atulhamento entre ~25-33 ka. Este período foi marcado pelo domínio de condições mais úmidas que o anterior em diversas localidades de MG (BARROS et al., 2011). No entanto, durante o Último Máximo Glacial (UMG) os dados disponíveis indicam aridez acentuada e baixas temperaturas (BARROS et al., 2011).

Pflug (1969), Meis e Machado (1978) e Turcq *et al.* (1994) indicam a ocorrência de um barramento dos vales tributários do Rio Doce e Piranga, atribuído ao excesso de carga sedimentar nos rios no período seco pós-UMG. Este episódio possivelmente consistiria no principal fator condicionante do encouraçamento do leito (COTA et al., 2018) de alguns dos afluentes do médio-alto curso, assim como identificado no leito atual do Córrego João Ferreira.

Em geral, os níveis subsequentes ao N3 também são embutidos, no alto Piranga N2 e N1 (~7 ka). Baixos terraços holocênicos embutidos também foram datados em ~9 ka no Rio Turvo Limpo (N2) e ~7 ka no Córrego Engenho Podre (N2). Diversos trabalhos em MG apontam para um pequeno período mais úmido no começo do Holoceno, entre ~10-8 ka AP, e a ocorrência de um novo evento seco e bastante sazonal entre 8,5-5,5 ka AP, seguido pelo início do estabelecimento do clima atual (BARROS et al., 2011), ao qual se associam, em geral, as planícies de inundação.

Assim, após a estabilização das calhas, potencializado pelo encouraçamento em alguns vales, as oscilações climáticas teriam desempenhado um papel preponderante na formação de diferentes níveis aluviais.

CONCLUSÃO

Os arquivos fluviais têm um relevante potencial de sinalização das condições de evolução da rede de drenagem na bacia quando analisados conjuntamente com as demais informações do quadro geológico e geomorfológico regional. Porém, no contexto serrano de MG, geralmente, os níveis sedimentares remanescentes em vales fluviais costumam ser restritos lateralmente e possuírem formas cada vez mais descaracterizadas proporcionalmente ao quão mais velhos estes níveis são (MAGALHÃES JR. et al., 2022). Assim, a conservação de espessos pacotes sedimentares observados em afluentes do rio Piranga pode estar associada a condicionantes tectônicos e estruturais regionais. Ademais, a bacia do Piranga está inserida em um contexto de basculamento de blocos



morfotectônicos da bacia do rio Doce (SOUZA, 1995), associados, inclusive, com a distribuição de epicentros sísmicos (SAADI et al., 2005).

Palavras-chave: geomorfologia fluvial, geocronologia, estratigrafia.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa PQ do prof. Antônio Magalhães; à FAPEMIG pelo auxílio financeiro no âmbito do Projeto APQ-00770-24 e do processo PCE-001140-25; à CAPES (código de financiamento 001) e ao Departamento de Geografia da UFMG pelo auxílio financeiro; ao grupo de pesquisa RIVUS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, L. F. P.; LAVARINI, C.; LIMA, L.S.; MAGALHÃES JR., A. P. Síntese dos cenários paleobioclimáticos do Quaternário Tardio em Minas Gerais/Sudeste do Brasil. *Sociedade & Natureza (UFU. Online)*, v. 23, p. 371-386, 2011.

BEHLING, H.; LICHTÉ, M. Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical southeastern Brazil. *Quaternary Research*, v.48, p. 348-358, 1997.

BERTOLINI, W. Z. **A alta bacia do rio Piranga: estudo geomorfológico a propósito da condição de equilíbrio do relevo.** 2015. 207 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BRIDGLAND, D., WESTAWAY, R. 2014. Quaternary fluvial archives and landscape evolution: a global synthesis. *Proceedings of the Geologists' Association*. 125, 600–629.

COTA, G. E. M.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. PROCESSOS DE ENCOURAÇAMENTO DE LEITOS FLUVIAIS: sistematização de bases teóricas e estudo de caso na Serra do Espinhaço Meridional (MG). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 19, p. 777-791, 2018.

JACOBSON, R.; O'CONNOR, J. E.; OGUCHI, T. Surficial geologic tools in fluvial geomorphology. In: KONDOLF, G.M., PIEGAY, H. (Eds.). **Tools in fluvial geomorphology**. Chichester: Wiley, 2003. p. 25–57.

LEDRU, M. -P., SOARES BRAGA, P. I., SOUBIÈ, S. F., FOURNIER, M., MARTIN, L., SUGUIO, K., TURCQ, B. The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 123:239-257, 1996.

MAGALHÃES JR., BARROS L. F. P. **Hidrogeomorfologia: Formas, processos e registros sedimentares fluviais.** 1ª Ed. Rio de Janeiro, 2020. 418p.

MAGALHÃES JR., A. P.; BARROS, L. F. P.; CARVALHO, A.; OLIVEIRA, L. A. F. ARQUIVOS FLUVIAIS QUATERNÁRIOS NO INTERIOR



CONTINENTAL: o contexto serrano de Minas Gerais, Brasil. In: Carvalho Júnior, O. A.; Gomes, M. A. V.; Guimarães, R. F.; Gomes, R. A. T. (Orgs.). **Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira**. 1ed. Brasília: Calíandra, 2022, p. 24-60.

MEIS, M. R. M.; MACHADO, M. B. A morfologia de rampas e terraços no Planalto do Sudeste do Brasil – médio vale do rio Doce. *Finisterra - Revista Portuguesa de Geografia*, vol XIII, n.26. Lisboa, 1978.

PFLUG, R. Quaternary lakes of eastern Brazil. *Photogrammetria*, 24:29-35, 1969.

SAADI, A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais: tensões intra-placa, descontinuidades crustais e morfogênese**. Tese. Concurso de Professor Titular, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 1991.

SAADI, A., BEZERRA, F.H.R., COSTA, R.D., IGREJA, H.L.S., FRANZINELLI, E. Neotectônica da Plataforma Brasileira. In: Souza C.R.G., Suguio K., Oliveira. A.S., 2005. Oliveira P.E. (eds.). **Quaternário do Brasil**. Holos, Ribeirão Preto, Brazil, 211-234.

SOUZA, C. J. O. **Interpretação Morfotectônica da Bacia do Rio Doce**. 1995. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

TURCQ B., SUGUIO K., Y. J. P., ALBUQUERQUE A. L. S., COCQUIT C., KOHLER H., MARTIN L., SALGADO-LABOURIAU M. L. Evolution of lakes in the middle Doce river basin, Minas Gerais, Brazil. In: International Sedimentological Congress, 14, Recife, PE, Abstracts, S6-10, 1994.