



EVOLUÇÃO DE VALES FLUVIAIS NO ALTO RIO DOCE (MG) NO QUATERNÁRIO SUPERIOR: INFERÊNCIAS PALEOBIOGEOCLIMÁTICAS A PARTIR DO CASO DO CÓRREGO JOÃO FERREIRA

Arian Alves Ferreira Gonçalves¹
Luiz Fernando de Paula Barros²
Antônio Pereira Magalhães Junior³

RESUMO

O córrego João Ferreira, situado na zona rural do município de Piranga (MG), é um afluente do rio Piranga que, apesar de sua pequena dimensão, apresenta registros sedimentares aluviais altamente expressivos e conservados. O presente trabalho se propôs a investigar, a partir do caso do referido córrego, os eventos tectônicos e climáticos que influenciaram na configuração de vales no alto rio Doce. Para isso, foram feitos levantamentos e análises de registros estratigráficos, geocronológicos e paleovegetacionais de níveis fluviais. Os resultados revelam que a configuração do vale é recente, fruto de um relevo dinâmico frente às mudanças ambientais do Quaternário Superior. Cinco estágios de evolução do vale foram propostos com base em análises morfoestratigráficas, datações por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) e análises isotópicas de Carbono 13 ($\delta^{13}C$). Foram identificados quatro níveis deposicionais fluviais, sendo todos os níveis mais novos embutidos no nível deposicional mais antigo. O trabalho permite a inferência de atividade neotectônica e as datações por LOE permitiram associar os eventos deposicionais e erosivos com os períodos de alterações climáticas estabelecidas na literatura. O cenário constatado é marcado por condições mais frias e secas no Pleistoceno Médio e Inferior, com o domínio de vegetações herbáceas, as quase deram lugar a condições mais quentes e úmidas no Holoceno, com a preponderância de vegetações arbóreas e arbustivas.

INTRODUÇÃO

Os sistemas fluviais organizam-se de forma sistêmica e interligada ao ambiente em que estão inseridos. Realizam trocas constantes de matéria e energia com componentes da paisagem, como fauna, flora, relevo, solos e litoestrutura, bem como com elementos imateriais como o clima e o comportamento tectônico. Estas variáveis acabam influenciando e sendo influenciadas pelo regime hidrossedimentar das bacias hidrográficas, que afetam a configuração morfológica dos canais fluviais e dão indícios

¹ Geógrafo pela UFMG, a.alvesfg19@gmail.com;

² Professor do Curso de Geografia da UFMG, luizbarros@ufmg.br;

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



da evolução do relevo ao longo do tempo (BARROS; MAGALHÃES JR., 2020). Durante essa evolução, os processos da dinâmica fluvial deixam formas e registros deposicionais, denominados arquivos fluviais, que podem auxiliar na reconstituição de cenários paleoambientais e subsidiar hipóteses sobre eventos tectônicos, climáticos ou antrópicos, sobretudo quando a cronologia dos depósitos fluviais é conhecida (BARROS; MAGALHÃES JR., 2020). Em conjunto a isso, a avaliação das condições geomórficas das bacias e linhas de drenagem aos quais estes registros sedimentares se encontram associados constitui um dos caminhos eficazes para a construção de uma correlação das variáveis litológicas e estruturais com os aspectos fisiográficos da paisagem (SUKRISTIYANTI et al., 2018).

No contexto específico da alta bacia do Rio Doce, leste de Minas Gerais, a dinâmica acelerada de incisão fluvial tem criado um cenário propício ao desenvolvimento de estudos de evolução do relevo regional, em função da abundância de depósitos fluviais conservados. Trabalhos como os de Bertolini (2015), Bertolini & Cherem (2016), Marent & Valadão (2015), entre outros, trazem apontamentos para ocorrências de capturas fluviais e rearranjos de drenagem nas cabeceiras do rio Piranga, associadas ao neotectonismo na Serra da Mantiqueira. No entanto, dada a escala regional desses trabalhos, não são enfatizados aspectos relacionados à geocronologia de registros hidrossedimentares em vales fluviais de menor ordem.

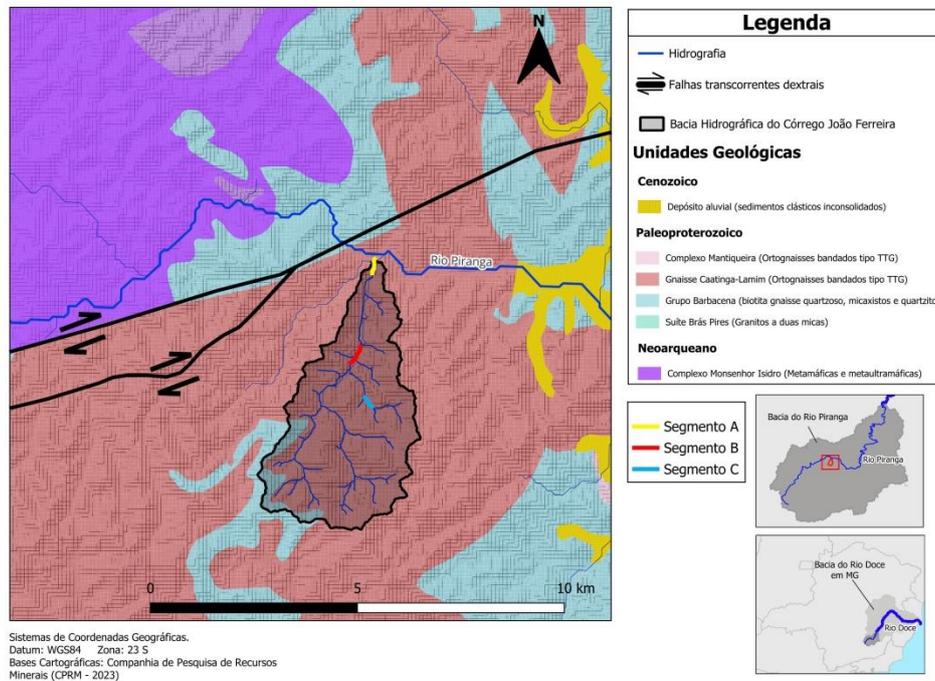
Visando complementar as discussões relacionadas à dinâmica fluvial regional no Alto Rio Doce, este trabalho busca reconstituir os principais eventos envolvidos na configuração do vale do córrego João Ferreira no Quaternário Tardio. A partir de análises morfoestratigráficas, datações de sedimentos aluviais e análises isotópicas de carbono, buscou-se discutir a dinâmica erosivo-deposicional na bacia e sua inserção no quadro regional, atentando-se às relações com os com fatores litoestruturais, tectônicos, antrópicos e climáticos. O córrego João Ferreira e seus tributários drenam ortognaisses bandados do tipo TTG, com algumas nascentes em rochas do Grupo Barbacena (biotita, micaxistos e quartzitos), conforme ilustra a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** A sua foz está localizada próximo à área urbana de Piranga (MG). Trata-se de um afluente de terceira ordem do médio curso do Rio Piranga, que por sua vez se une ao Rio do Carmo para formar o rio Doce. Apesar de sua baixa ordem, o córrego se



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

destaca por apresentar perfis sedimentares espessos, ricos em estruturas e em níveis morfológicamente bem conservados.

Figura 1: Localização e contexto geológico da bacia hidrográfica do Córrego João Ferreira



TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS

A primeira etapa do trabalho foi realizada em gabinete, onde foram consultadas bases cartográficas de geologia, hidrografia, topografia e demais elementos de referência. A partir disto, foi elaborada uma sistematização bibliográfica e cartográfica que inclui: (i) mapeamento geológico do estado de Minas Gerais, com falhas e lineamentos estruturais, digitalizado e disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) na escala 1:100.000; (ii) modelo digital de elevação (MDE) do satélite ALOS PALSAR com 12,5 m de resolução espacial, disponibilizado pelo portal da National Aeronautics and Space Administration (NASA); e (iii) imagens de satélite de alta resolução dos blocos de imagens CNES/Airbus (2 a 5 m de resolução espacial) provenientes do Google Earth. Estes materiais possibilitaram a geração do modelo de declividade para a identificação de níveis deposicionais e das linhas de drenagem de menor ordem da bacia do Córrego João Ferreira.



Numa segunda etapa, foram realizados dois trabalhos de campo para análises morfoestratigráficas e coleta de amostras dos depósitos para datação por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) e para análise isotópica de carbono ($\delta^{13}\text{C}$). Os níveis foram descritos conforme sua tipologia (escalonado, embutido, encaixado), sua localização frente ao contexto do vale (cota altimétrica, desnível em relação ao leito vazante do rio, etc.), sua espessura, sua composição granulométrica e organizacional das fácies sedimentares, entre outros aspectos, conforme Magalhães Jr. et al. (2022). Perfis estratigráficos e perfis-síntese transversais foram elaborados a partir dos dados de campo nos softwares LibreOffice Draw e CorelDRAW, visando sintetizar a disposição dos níveis fluviais ao longo do vale.

A escolha dos perfis para as coletas considerou a espessura dos pacotes sedimentares, a abundância das fácies e o número de níveis deposicionais identificados. As datações via LOE seguiram a técnica de Single-aliquot Regenerative-Dose com 15 alíquotas (SAR-15) e foram realizadas pelo Laboratório Datação, Comércio e Prestação de Serviços Ltda. (LVD), em São Paulo-SP. Foram selecionados cinco pontos em níveis deposicionais ao longo do córrego principal, priorizando as fácies arenosas com predominância de grãos de quartzo. As coletas foram realizadas com o uso de tubos de PVC de 50 mm de diâmetro e 30 cm de comprimento.

Na coleta de amostras para as análises isotópicas de carbono, foram selecionados os mesmos perfis amostrados para a LOE, com a adição de um situado em um afluente de segunda ordem do córrego João Ferreira. Foram colhidas dez amostras de camadas sedimentares (layers) de cinco perfis nos segmentos A, B e C (Figura 1). Para cada sucessão deposicional destes segmentos foi adotada a nomenclatura de Arranjos Depositionais (AD) para identificação das amostras coletadas. Cada Arranjo Depositional corresponde à um segmento e possui um número de layers diferentes. Portanto, a amostra AD1-L1, por exemplo, diz respeito ao layer 1 (camada mais profunda) do Arranjo Depositional 1; a amostra AD1-L3 corresponde ao layer 3 (camada mais superficial) do Arranjo Depositional 1; e assim por diante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A integração dos resultados possibilitou a construção de um modelo de reconstituição dos principais eventos que modelaram o vale do Córrego João Ferreira, especialmente no Quaternário Tardio. Os resultados revelaram que a configuração do vale é relativamente recente e demarcada por um relevo dinâmico, uma vez que os níveis fluviais se encontram conservados e denotam um encaixe abrupto da drenagem, ao mesmo tempo que o leito atual encontra-se em processo de encouraçamento.

Foram identificados quatro níveis deposicionais fluviais ao longo do vale, com destaque para o médio e baixo curso: uma planície de inundação holocênica (N1) e três níveis de terraços pleistocênicos (N2, N3 e N4). Estes níveis demonstram uma oscilação de momentos de incisão e deposição, sendo os níveis mais novos (N1, N2, N3) embutidos nos níveis mais antigos (N2 no N3, N3 no N4). As datações por LOE resultaram em idades de até 43 mil anos (ka) para esses níveis, conforme descrito no Quadro .

Quadro 1 - Síntese das características dos níveis deposicionais fluviais da bacia do Córrego João Ferreira

Segmento	Nível	Tipologia	Distribuição no Vale	Taxa de Dose Anual (Gy/ano)	Dose acumulada (Gy)	Idade (ka)	
A	N3	fácies inf.	Parcialmente embutido	Pareado	1.600 ± 80	52,7 ± 4,3	33,0 ± 3,2
		fácies sup.	Parcialmente embutido	Pareado	2.110 ± 90	52,0 ± 3,8	24,6 ± 5,3
	N4	De preenchimento	Pareado	-	-	-	
B	N1	Parcialmente embutido	Pareado	1.360 ± 80	8,9 ± 0,6	6,6 ± 0,58	
	N2	Parcialmente embutido	Pareado	-	-	-	
	N3	Parcialmente embutido	Pareado	2.270 ± 90	62,5 ± 3,3	27,5 ± 1,8	
	N4	De preenchimento		1.410 ± 70	59,9 ± 4,8	42,6 ± 4,1	
C	N1	Integralmente embutido	Pareado	-	-	-	
	N2	De preenchimento	Pareado	-	-	-	

No Segmento A (Fig. 1), ocorrem o N3 e o N4 (Fig. 2). O N4 é pareado e tem morfologia plana, porém suas fácies não foram detalhadas devido à dificuldade de acesso. Embutido no N4, o N3 tem idade de ~33 ka na fácies inferior e ~24,6 ka na



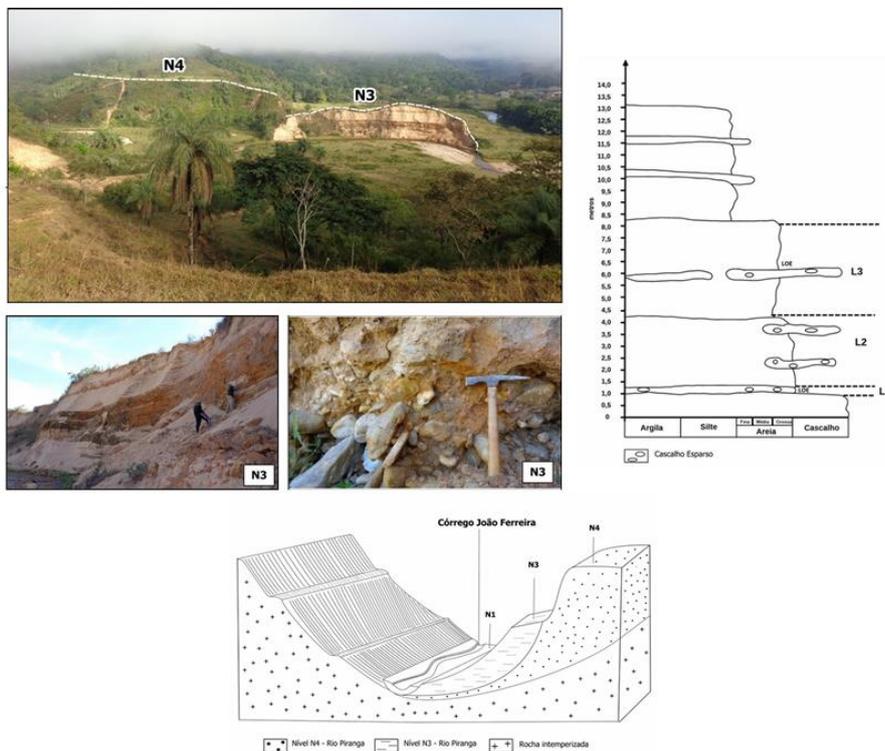
15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

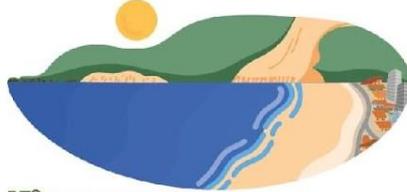
superior. O pacote sedimentar é espesso e pareado, com variações de fácies arenosas a silto-argilosas, ocorrendo estratificações plano-paralelas e cruzadas acanaladas.

No Segmento B (Figura 1), todos os quatro níveis foram observados (Figura 3): N1 (planície atual, ~6,6 ka), N2 (cerca de 1 m acima do leito), N3 (~27,5 ka) e N4 (~42,6 ka). A sucessão estratigráfica do N1 mostra transição de cascalho e areia grossa na base para argila na superfície, com clastos de quartzo incompatíveis com a energia de transporte atual do rio, sugerindo um processo de encouraçamento do leito, conforme definido por Cota (2022). O N2 apresenta fácies argilosas e o N3 exibe alternância de fácies argilosas e arenosas, assim conforme notado no Segmento A. O N4 se destaca por suas fácies espessas, pela sua amplitude, altura e morfologia plana conservada, apesar da ausência de estratificações perceptíveis.

No Segmento C, identificou-se o N1 (planície incipiente) embutido no N2 (Figura 4). O N2 neste segmento, com alta similaridade composicional ao N2 do curso principal, consiste em uma base de cascalho sobreposta por material fino.

Figura 2: Imagens e perfis-síntese do segmento A do vale do Córrego João Ferreira





15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

Figura 3: Imagens e perfis-síntese no segmento B do vale do Córrego João Ferreira

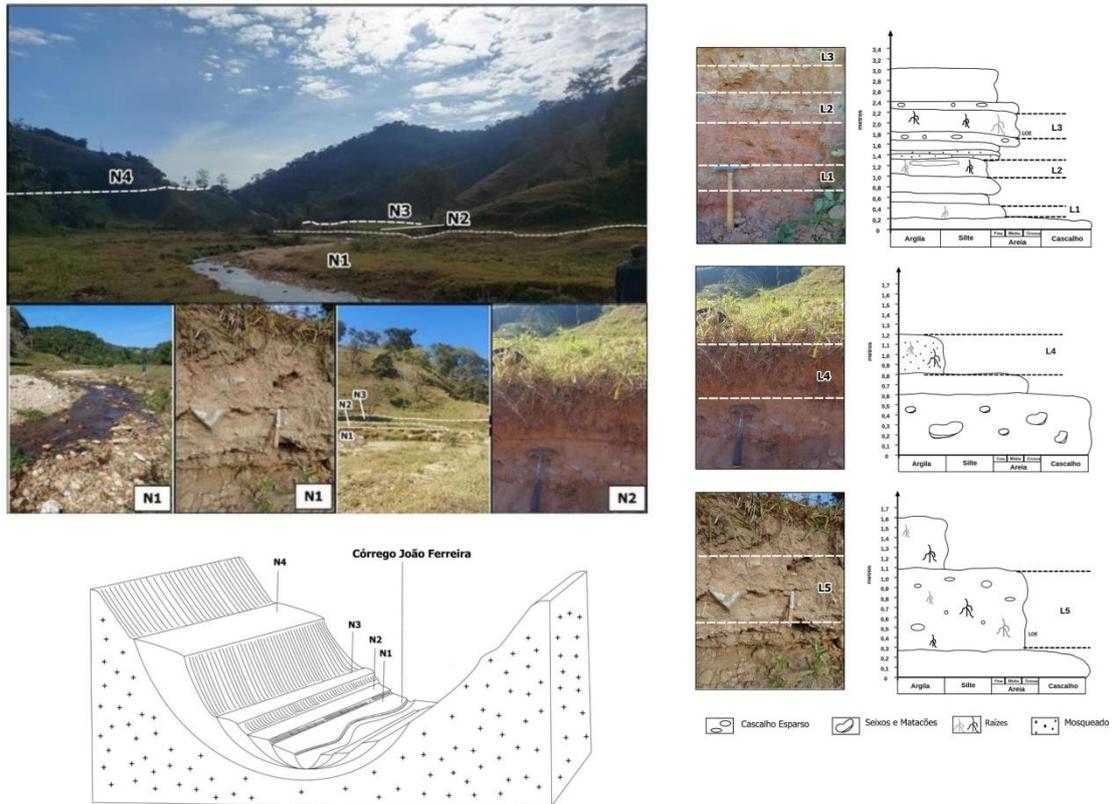
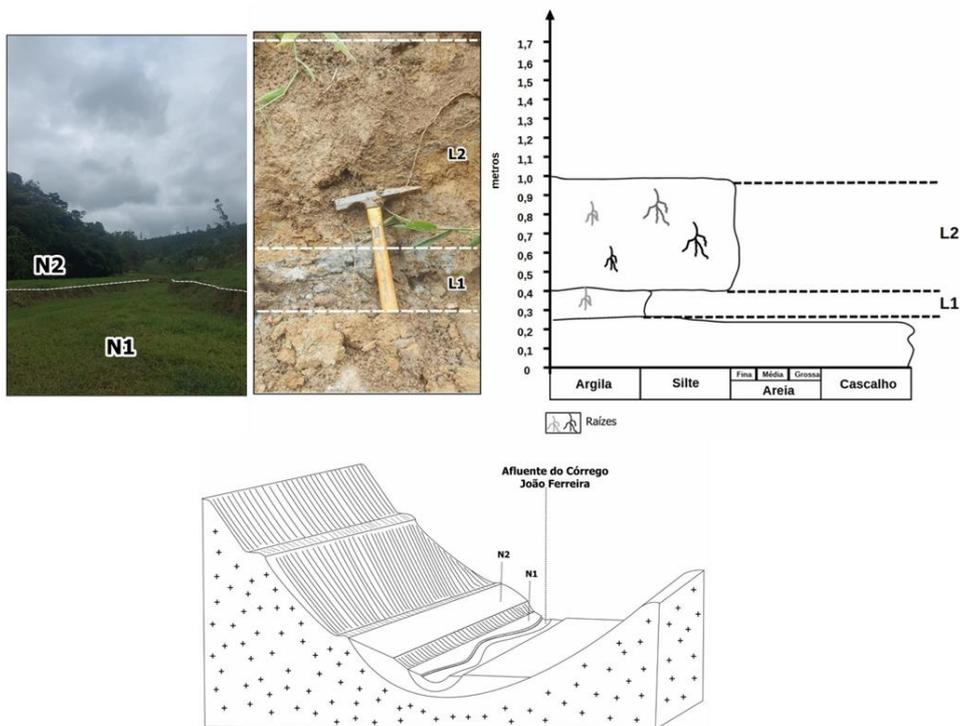
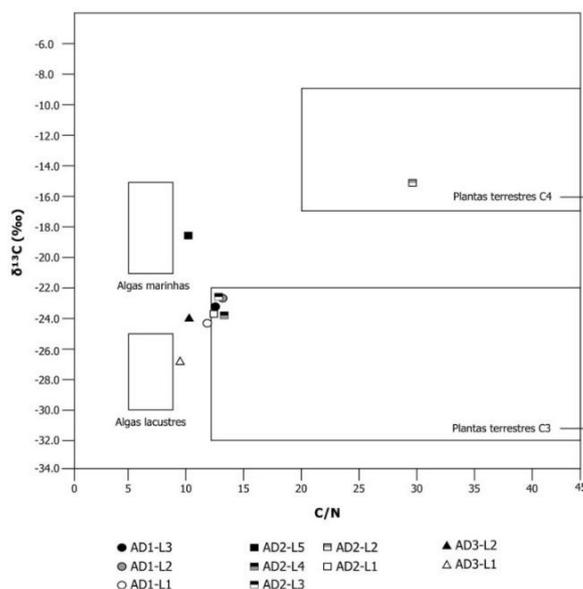


Figura 4: Imagens e perfil-síntese no segmento C do vale do Córrego João Ferreira



Os resultados das análises isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ revelaram informações cruciais sobre as alternâncias da vegetação de superfície ao longo do tempo, o que permitiu a construção de inferências da influência do panorama climático quaternário na evolução do vale. Nesse sentido, foi observado que as camadas do N3 no Segmento A (datadas entre ~33 ka e ~24,6 ka) apresentaram valores de $\delta^{13}\text{C}$ indicativos de dominância de vegetação do tipo C3 (arbóreas e arbustivas), sugerindo um clima predominantemente úmido durante este intervalo de tempo. No Segmento B, as análises do nível N3 demonstraram uma transição durante ~27 ka. A camada inferior mais profunda indicou predomínio de C3, enquanto que a camada no médio perfil apresentou valores de $\delta^{13}\text{C}$ de C4 (gramíneas), sugerindo um período temporariamente mais árido, seguido por um retorno de condições úmidas com C3 dominantes nas camadas mais recentes. A camada mais superficial mostrou uma mescla de plantas C4 e fitoplânctons lacustres, sugerindo a presença de áreas úmidas/brejosas ao longo da planície durante o Holoceno inicial. No Segmento C, as amostras do N2 indicaram um ambiente úmido, com influência majoritária de carbono derivado de fitoplânctons lacustres e mescla de algas e plantas C3, sugerindo a existência de zonas de retenção de água e pequenos lagos durante a formação do N2. A Figura 5 exemplifica de forma sistematizada, os resultados obtidos em cada amostra e seus respectivos tipos de matéria orgânica originários.

Figura 5: Distribuição de $\delta^{13}\text{C}$ e C/N de fontes de matéria orgânica das amostras de sedimentos fluviais (Adaptado de LAMB et al., 2005 e VIDOTTO, 2008).





Estágios de Evolução do Vale do Córrego João Ferreira

São propostos cinco estágios de evolução do vale entre ~7 e ~43 ka, influenciados por eventos geomorfológicos, climáticos e possivelmente tectônicos:

1º Estágio (até ~43 ka): abertura do vale com intensa incisão vertical, possivelmente associada a eventos tectônicos de subsidência de blocos à jusante, e subsequente colmatação do vale, com acumulação de espesso pacote aluvial (N4). O clima era predominantemente seco e frio, com temperaturas baixas e dominância de campos e gramíneas (BEHLING & LICHTER, 1997; LEDRU *et al.*, 1996), favorecendo a transferência de sedimentos das vertentes para os fundos de vale e o desmonte de registros deposicionais mais antigos.

2º Estágio (~43-33 ka): após incisão nos depósitos do N4 e sua erosão parcial, porém sem incisão no leito rochoso, ocorre a deposição do N3. Este processo pode ter sido favorecido por limiares internos ao sistema fluvial e/ou nova ativação tectônica. O clima ainda permanecia frio e seco, mas com uma tendência à umidade (BEHLING & LICHTER, 1997), com predomínio de florestas de planície (C3). Assim, um contexto de menor aporte sedimentar das vertentes e maior disponibilidade hídrica teria favorecido o desmonte parcial do N4 e acumulação do N3, embutido.

3º Estágio (~33-24 ka): continuidade do processo de preenchimento do vale por sedimentos correlatos ao N3, porém sob contexto de alternância de climas mais quentes e úmidos com frios e secos (BEHLING & LICHTER, 1997; BEHLING *et al.*, 2002). Infere-se uma retração de florestas de planície e domínio de campos e gramíneas (C4) em momentos curtos de aridização, seguidos por um retorno a condições mais úmidas, com domínio de plantas C3.

4º Estágio (~16-11 ka AP): aumento gradual da umidade (LEDRU *et al.*, 1996) e expansão de matas ciliares, embora as temperaturas permanecessem baixas. Foi formado o N2 (pouco espesso), com sedimentos finos no topo e grossos na base. A presença de fitoplânctons lacustres sugere a ocorrência de zonas úmidas e pequenos lagos nos afluentes do córrego João Ferreira, possivelmente devido ao represamento dos vales tributários do rio Doce no Último Máximo Glacial (PFLUG, 1969).



5º Estágio (~7 ka AP ao presente): transição para um clima mais úmido e mais quente, até o estabelecimento do atual (BEHLING & LICHTER, 1997; ENTERS *et al.*, 2010), havendo desmonte parcial dos níveis mais antigos e a formação do N1 (planície de inundação atual). As análises isotópicas indicam a coexistência dominante de gramíneas e algas (C4). O cenário atual dos depósitos ainda é marcado pelas atividades antrópicas, com indícios de exploração agropecuária e garimpo aluvionar desde o século XVIII, e que contribuiriam para o desmonte dos depósitos e aumento da carga sedimentar do rio.

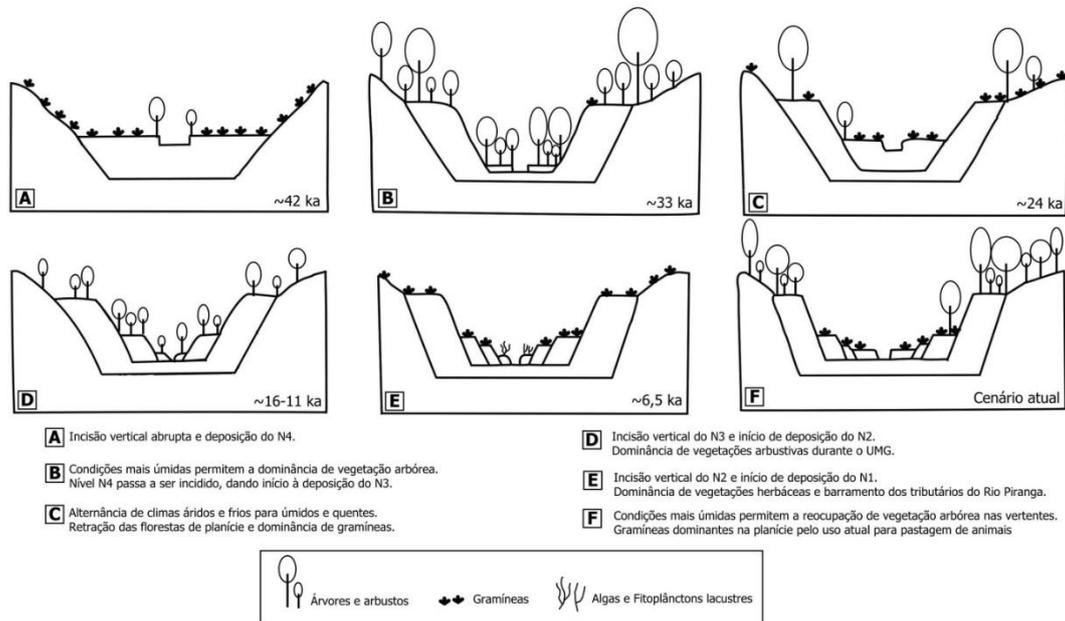
Para além dos indicadores geocronológicos e paleovegetacionais, a dinâmica abrupta de encaixamento e barramento dos vales do alto Rio Doce também valida a influência de fatores neotectônicos na evolução dos vales. A distribuição dos níveis fluviais e a organização da hidrografia, com padrões que se repetem nos tributários do rio Piranga, paralelos ao córrego João Ferreira, corrobora a hipótese do soerguimento do Escudo Brasileiro e a movimentação de blocos interiores perturbados por pulsos neotectônicos pleistocênicos (SAADI, 1993; BARROS, 2015). A bacia do rio Piranga apresenta muitos falhamentos SW-NE. Além disso, *knickpoints* de 1ª e 2ª ordem já identificados nos vales afluentes do Rio Piranga sugerem, além do controle estrutural, possível reativação tectônica local (GONÇALVES *et al.*, 2023).

Desse modo, o vale do Córrego João Ferreira, evidencia marcadores da influência neotectônica local quaternária no alto Rio Doce através de princípios ativos em menor escala. A Figura 6 a seguir ilustra os estágios de evolução geomorfológica do vale desde a formação do primeiro nível deposicional fluvial.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

Figura 6: Ilustração de modelo proposto de evolução dos níveis fluviais do Córrego João Ferreira



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados e a definição dos estágios de evolução são estimativos e podem conter inconsistências pelas margens de erro na indicação da origem da matéria orgânica sedimentar. Fatores como contaminação de amostras e a presença de nitrogênio inorgânico podem influenciar os resultados. As datações por LOE também podem apresentar erros de estimativas e ser comprometidas por amostras com mistura de grãos sem adequado fotoesvaziamento anterior à deposição final. Apesar dessas limitações, a integração dos resultados permitiu a proposição de um modelo evolucionar do vale do córrego João Ferreira. Tendo em vista que os principais registros deposicionais se encontram na zona de confluência do córrego com o rio Piranga, sugere-se novos estudos a fim de buscar maiores relações entre a drenagem principal e seus afluentes.

Palavras-chave: geomorfologia fluvial, geocronologia, estratigrafia.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa PQ do prof. Antônio Magalhães; à FAPEMIG pelo auxílio financeiro via projetos de pesquisa APQ-00770-24 e APQ-00511-21; ao grupo de pesquisa RIVUS – Geomorfologia e Recursos Hídricos.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, Luiz Fernando de Paula. **Implicações Geomorfológicas e Paleoambientais de Registros Sedimentares Fluviais do Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais**. 2015. 133 f. Tese. PPG Geografia, UFMG, Belo Horizonte, 2015.

BARROS, L. F. P. *et al.* Síntese dos cenários paleobioclimáticos do quaternário tardio em Minas Gerais/sudeste do Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 23, p. 371-385, 2011.

BARROS, L. F. P.; MAGALHÃES JR., A. P. Late quaternary landscape evolution in the Atlantic Plateau (Brazilian highlands): Tectonic and climatic implications of fluvial archives. **Earth-Science Reviews**, v. 207, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103228>

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

BEHLING, H.; et al. Late Quaternary vegetational and climate dynamics in southeastern Brazil, inferences from marine cores GeoB 3229-2 and GeoB 3202-1. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 179, p. 227 - 243, 2002.

BERTOLINI, William Zanete. **A alta bacia do rio Piranga: estudo geomorfológico a propósito da condição de equilíbrio do relevo**. 2015. 207 f. Tese. PPG Geografia, USP, São Paulo, 2015.

BERTOLINI, W. Z., & CHEREM, L. F. S. **Relação entre o relevo e a rede de drenagem na análise da condição de equilíbrio no alto Rio Piranga (MG)**. *Revista Geografias*, 12(1), p. 102–118, 2016. <https://doi.org/10.35699/2237-549X.13417>

BRAGANÇA, Mário Teixeira Rodrigues. **Morfoestrutura e Morfotectônica no Noroeste de Minas Gerais: o graben holocênico do baixo Ribeirão Cotovelo e seu enquadramento na hidrogeomorfologia regional**. 2022. 277 f. Tese. PPG Geografia, USP, São Paulo, 2022.

CARVALHO, A. **O papel dos processos fluviais na evolução do modelado do relevo na bacia do Rio Paraúna, Serra do Espinhaço Meridional - MG**. 235 f. Tese. PPG Geografia, UFMG, Belo Horizonte, 2019.

CARVALHO, A.; MAGALHÃES JR. Fluvial archives as records of the late Quaternary landscape evolution in the southeastern Brazilian highlands. **Journal of South American Earth Sciences**, v.116, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.103829>

COTA, Guilherme Eduardo Macedo; HENRIQUES, Renata Jordan; JÚNIOR, Antônio Pereira Magalhães. **Processos de encouraçamento de leitos fluviais (bed armouring) na perspectiva geomorfológica: o caso do rio Conceição--Quadrilátero Ferrífero/MG/**. *Ra'e Ga*, v. 53, p. 95-116, 2022.

CHEREM, L. F. S. **Morfo-pedogênese das bordas dos planaltos escalonados do sudeste mineiro**. 122 f. Tese. Departamento de Geologia da Escola de Minas da UFOP, Ouro Preto, 2012.

CHEREM, L. F. S.; VARAJÃO, C. A. C.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; SALGADO, A. A.; OLIVEIRA, L. A. F.; BERTOLINI, W. Z.; VARAJÃO, A. F. D. C. **O papel das capturas fluviais na morfodinâmica das bordas interplanálticas do sudeste do Brasil**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. v.14, n.4. p.299-308, 2013.

ENTERS, D.; BEHLING, H.; MAYR, C.; DUPONT, L.; ZOLITSCHKA, B. Holocene environmental dynamics of south-eastern Brazil recorded in laminated sediments of Lago Aleixo. **J Paleolimnol**, 44, p. 265 - 277, 2010.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

GONÇALVES, Arian *et al.* **Subsídios à investigação da evolução hidrográfica e do relevo nos planaltos do leste de Minas Gerais: Anomalias de drenagem na bacia do Rio Piranga.** SINAGEO, 2023.

LAMB, Angela L.; WILSON, Graham P.; LENG, Melanie J. **A review of coastal palaeoclimate and relative sea-level reconstructions using $\delta^{13}\text{C}$ and C/N ratios in organic material.** Earth-Science Reviews, v. 75, n. 1-4, p. 29-57, 2006.

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

MARENT, B. R. **Geomorfogênese dos degraus escalonados do sudeste de Minas.** 190 f. Tese. Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFMG, Belo Horizonte. 2016.

MARENT, B. R.; VALADÃO, R. C. **Compartimentação geomorfológica dos planaltos escalonados do sudeste de Minas Gerais - Brasil.** Revista Brasileira de Geomorfologia, 16, p. 255-270, 2015.

NOVELLO, Valdir Felipe *et al.* Aplicação de isótopos estáveis de carbono no estudo das mudanças climáticas e ambientais. **Derbyana**, São Paulo, v. 42, p. 1-27, 6 out. 2021. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/derb.v42.735>.

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

SALLUN, A.E.M., SUGUIO, K., TATUMI, S.H., YEE, M., SANTOS, J., BARRETO, A.M.F. **Datação absoluta de depósitos quaternários brasileiros por luminescência.** Revista Brasileira de Geociências, v. 37, n. 2, p. 401-412, 2007.

SOUZA, Carla Juscélia de Oliveira. **Interpretação Morfotectônica da Bacia do Rio Doce.** 1995. 147 f. Tese. Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFMG, Belo Horizonte, 1995.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial: ambientes de sedimentação e sua interpretação e importância.** Curitiba: UFPR, 1979. 183 p.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia.** E.Blucher, São Paulo, SP, Brasil, 1973. 317p.

VIDOTTO, E. **Reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) no Parque Estadual da Ilha do Cardoso e SP durante o Quaternário tardio.** 2008. 210 f. Tese. Centro de Energia na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.