



TRANSFORMAÇÕES DE VEREDAS NO CERRADO MINEIRO: INDICADORES GEOMORFOLÓGICOS ASSOCIADOS À EROÇÃO REMONTANTE

Marcos Esdras Leite ¹
Hérick Lyncon Antunes Rodrigues ²
Paloma Rodrigues Cordeiro ³
Georgyann Victoria Muniz Soares ⁴
Mariley Gonçalves Borges ⁵

RESUMO

As veredas são áreas úmidas típicas do Cerrado, associadas às superfícies de aplainamento e à dinâmica hidrológica das bacias hidrográficas. Este estudo tem como objetivo analisar a dinâmica geoambiental das veredas no norte de Minas Gerais, com ênfase nos processos de erosão remontante e nos indicadores de evolução geomorfológica, em superfícies aplainadas situadas à margem esquerda do rio São Francisco, abrangendo afluentes do rio Pandeiros. A metodologia baseou-se em revisão bibliográfica de estudos recentes em geomorfologia e hidrologia do Cerrado e no processamento de dados em ambiente SIG. Os resultados evidenciaram que a manutenção e a regressão das veredas estão diretamente relacionadas à incisão fluvial e à dissecação progressiva do relevo. Foram identificados indicadores geomorfológicos importantes, como a ocorrência de *knickpoints* nos perfis longitudinais dos canais, veredas suspensas em vales encaixados e relictos de solos hidromórficos em posições topográficas elevadas, evidenciando a retração das áreas úmidas. Também foram observadas alterações fitofisionômicas, caracterizadas pela substituição gradual da vegetação típica de veredas por formações mais adaptadas a ambientes bem drenados, como matas de galeria e cerrado stricto sensu. As veredas representam estágios evolutivos da paisagem, constituindo ambientes dinâmicos e transitórios, sensíveis às mudanças naturais e antrópicas, fatores que reforçam a necessidade de estratégias de conservação.

Palavras-chave: Áreas Úmidas; Geomorfologia; Dissecação; Evolução da paisagem.

INTRODUÇÃO

As veredas constituem áreas úmidas (*wetlands*) típicas do bioma Cerrado, associadas a vales amplos e de baixa dissecação do relevo, onde o afloramento do nível freático propicia a manutenção de condições hidromórficas e o acúmulo de água ao longo do tempo. Conforme Boaventura (1981),

¹ Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia - MG, marcos.leite@unimontes.br;

² Doutorando pelo Curso de Geografia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - MG, herick.lyncon.geo@gmail.com;

³ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - MG, cordeiropr29@gmail.com;

⁴ Graduanda pelo Curso de Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - MG, geomuniz331@gmail.com;

⁵ Professora orientadora: Doutora, Universidade Estadual de Montes Claros - MG, marileigoncalvesborges@gmail.com.

as veredas ocorrem em áreas de relevo aproximadamente plano, caracterizadas por fluxo lento de água e exsudação do nível freático, condições frequentemente relacionadas às superfícies de chapadas.

Esses ambientes desempenham importantes funções hidrológicas, ecológicas e geomorfológicas, contribuindo para a recarga de aquíferos, a regulação dos regimes hídricos, a retenção de sedimentos, a filtragem de poluentes e a conservação da biodiversidade. Além disso, exercem papel relevante na estabilidade das áreas de cabeceira e na conectividade ecológica da paisagem. Em razão de sua importância ambiental, as veredas são reconhecidas internacionalmente pela Convenção de Ramsar sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional e, no Brasil, são protegidas como Áreas de Preservação Permanente pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012).

Do ponto de vista geomorfológico, as veredas estão intimamente relacionadas à evolução das superfícies de aplainamento e à dinâmica da rede de drenagem no Cerrado. Segundo Lima e Queiroz Neto (1996), esses ambientes desenvolvem-se preferencialmente em áreas de baixa energia do relevo, onde o nível freático permanece próximo à superfície. Nessas condições, a drenagem apresenta reduzido grau de encaixamento, favorecendo a manutenção de solos hidromórficos e de fitofisionomias adaptadas à elevada disponibilidade hídrica. Entretanto, alterações nos níveis de base locais e regionais podem desencadear processos de incisão fluvial capazes de modificar as condições geomorfológicas e hidrológicas responsáveis pela permanência desses ambientes.

Os impactos antrópicos sobre as áreas úmidas do Cerrado, especialmente as veredas, têm se intensificado no Quaternário recente, sobretudo no Holoceno tardio, em decorrência da expansão das atividades agropecuárias e da ocupação das áreas de cabeceira. Essas intervenções promovem alterações significativas na dinâmica hidrológica, como o rebaixamento do nível freático, a compactação dos solos e a redução da infiltração, favorecendo o aumento do escoamento superficial. Como consequência, há intensificação dos processos erosivos, especialmente da incisão fluvial e da erosão remontante, que atuam na dissecação do relevo e na transformação progressiva das veredas em canais de drenagem mais encaixados. Esse processo resulta na perda das condições hidromórficas, comprometendo a funcionalidade ecológica e a permanência desses ambientes na paisagem.

Nesse contexto, a erosão remontante não atua apenas como um processo natural de evolução da paisagem, mas também como um mecanismo potencialmente intensificado por ações antrópicas, acelerando a degradação e o desaparecimento das veredas. Assim, o ser humano configura-se como um agente geológico de grande magnitude, com capacidade de modificar processos naturais em escala comparável aos agentes geomorfológicos clássicos, conforme destacado por Suguio (2010), especialmente no contexto do Quaternário recente.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica geoambiental das veredas no norte de Minas Gerais, com ênfase nos processos de erosão remontante e sua relação com a evolução geomorfológica da paisagem. A realização deste estudo justifica-se pela necessidade de compreender os mecanismos responsáveis pela transformação desses ambientes e pelos diferentes estágios de evolução associados à dissecação das superfícies de aplainamento. Nesse sentido, a pesquisa contribui para o avanço do conhecimento sobre a evolução geomorfológica das veredas e fornece subsídios para o planejamento ambiental e a conservação desses ecossistemas.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (Figura 1) compreende o norte do estado de Minas Gerais, no domínio do Cerrado, caracterizado por clima tropical sazonal com estação seca bem definida. A região apresenta elevada variabilidade pluviométrica e marcada sazonalidade, influenciando diretamente a dinâmica hidrológica e geomorfológica. A área de análise corresponde a superfícies de aplainamento situadas à margem esquerda do rio São Francisco, abrangendo afluentes do rio Pandeiros.

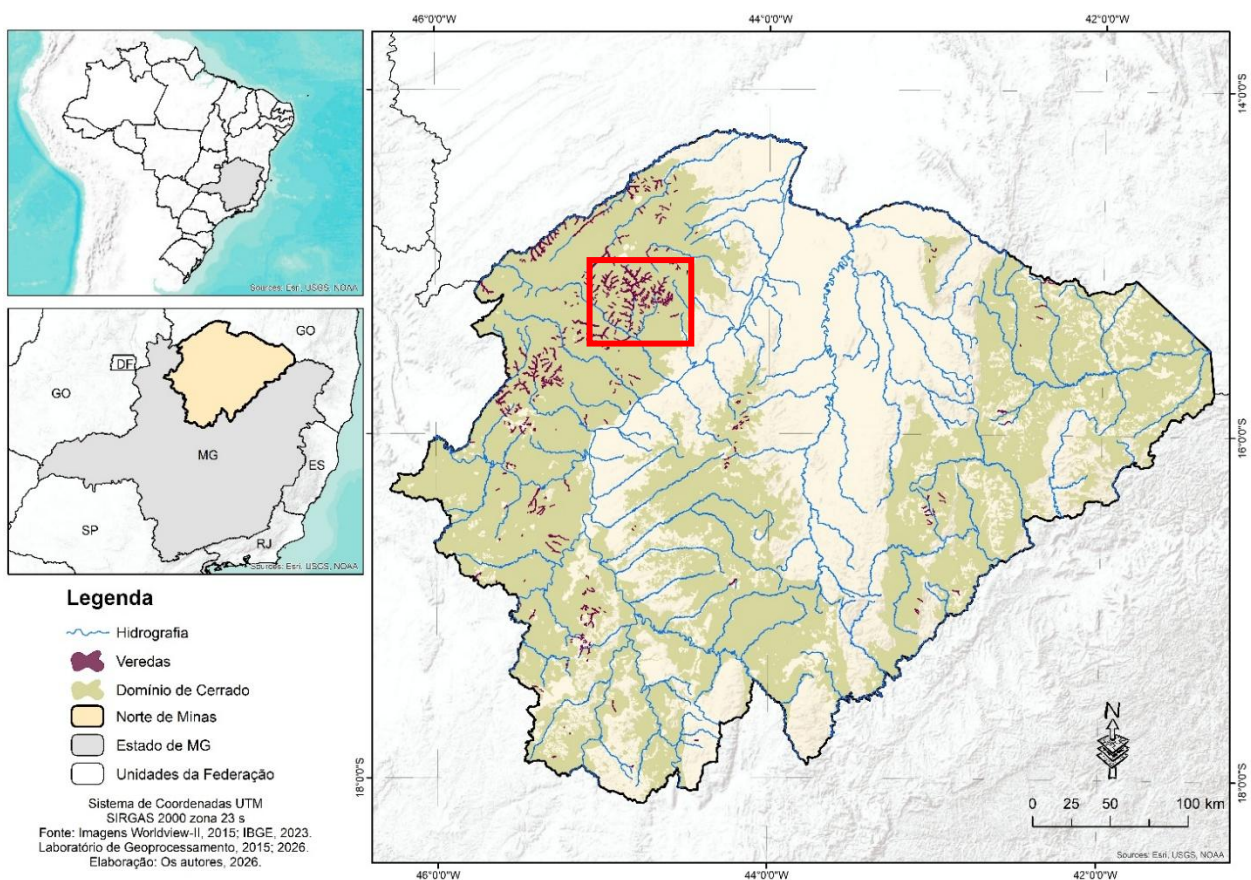


Figura 1: Localização das veredas em áreas do Cerrado no Norte de Minas Gerais
Fonte: Imagens Worldview-II, 2015; IBGE, 2023;

O relevo regional é marcado pela presença de extensas superfícies de aplanamento, associadas ao Cráton do São Francisco, intercaladas por áreas estruturais vinculadas ao Orógeno Araçuai, configurando um mosaico de formas que refletem diferentes estágios de dissecação. De acordo com Valadão (2009), essas superfícies de aplanamento resultam de processos de longa duração relacionados à dinâmica de desnudação continental, constituindo elementos fundamentais da megageomorfologia do Brasil Oriental.

Conforme Costa et al. (2023), os processos de incisão fluvial ao longo do Cenozoico desempenharam papel fundamental na escultura dos vales e na reorganização da rede hidrográfica. Nesse contexto, predominam relevos suavemente ondulados a planos, onde se desenvolvem sistemas de veredas associados às cabeceiras de drenagem. A dissecação progressiva do relevo altera as condições hidrológicas responsáveis pela gênese e manutenção dessas áreas úmidas, estabelecendo uma relação direta entre a evolução geomorfológica da paisagem e a dinâmica das veredas.

TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS

A pesquisa foi desenvolvida a partir de revisão bibliográfica sistemática, contemplando artigos científicos, dissertações e teses relacionadas à geomorfologia do Cerrado, dinâmica de veredas e processos de erosão remontante.

Os procedimentos técnicos foram realizados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), por meio do *software* livre QGIS. A área de estudo compreende o norte do estado de Minas Gerais, selecionada em função da expressiva ocorrência de veredas e de sua relevância na organização da rede de drenagem regional. Os limites da área foram definidos com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2023).

As veredas foram mapeadas por meio de vetorização manual, com base em imagens de alta resolução do satélite WorldView-II, concedidas pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), complementadas por imagens do Google Earth. A delimitação dessas áreas possibilitou a análise espacial de sua distribuição e sua relação com os padrões geomorfológicos e hidrológicos da região. Adicionalmente, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) ALOS PALSAR, com resolução espacial de 12,5 metros, visando à geração perfis longitudinais dos canais de drenagem, permitindo avaliar rupturas de declive (*knickpoints*).

A definição dos indicadores de evolução geomorfológica baseou-se em estudos clássicos e recentes, como Lima e Queiroz Neto (1996), Melo (1992, 2008), Borges e Costa (2022) e Borges (2023), os quais discutem a dinâmica da dissecação do relevo, a evolução dos sistemas fluviais e a transformação de áreas úmidas no contexto do Cerrado.

Em conjunto, esses procedimentos metodológicos, aliados às análises em ambiente SIG, possibilitaram a identificação e a análise integrada dos indicadores de evolução geomorfológica das veredas, contribuindo para a compreensão de sua dinâmica espacial e de sua relação com os processos de incisão fluvial e erosão remontante no norte de Minas Gerais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da dinâmica geomorfológica das veredas no norte de Minas Gerais associadas às superfícies de aplanamento, permitiram identificar importantes indicadores associados à atuação da erosão remontante. Dentre esses, destaca-se a presença de *knickpoints* ao longo do curso principal, evidenciando descontinuidades no perfil longitudinal dos canais e indicando processos ativos de incisão fluvial. Na bacia do riacho Borrachudo, entretanto, observa-se que esses processos já atingem um estágio mais avançado de evolução geomorfológica, com maior grau de ajuste do perfil longitudinal dos canais, indicando uma tendência ao equilíbrio dinâmico, ainda que persistam evidências de incisão associadas à erosão remontante.

Em contraste, em bacias onde esse ajuste ainda não ocorreu, como no córrego Catolé, afluente do rio Pandeiros, o perfil longitudinal apresenta rupturas de declive mais pronunciadas, evidenciando menor grau de ajuste e maior atuação da erosão remontante (Figura 2). Essas descontinuidades, localizadas aproximadamente a 9 km, 24 km e 34 km a partir da jusante, refletem estágios mais iniciais ou intermediários da evolução geomorfológica, nos quais a incisão fluvial ainda desempenha papel dominante na organização da rede de drenagem.

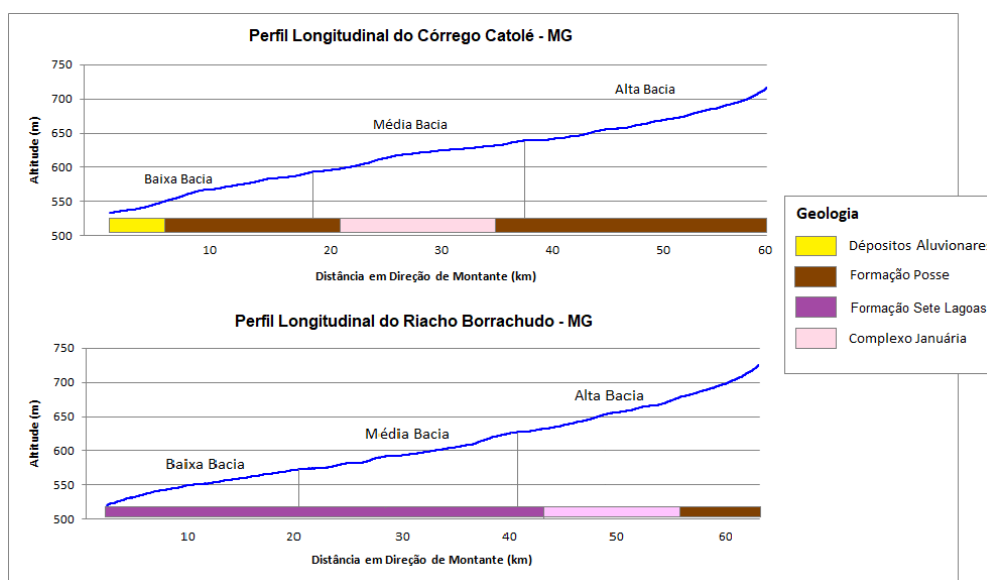


Figura 2 - Perfil longitudinal de dois rios em diferentes estágios de evolução geomorfológica.
Fonte: Imagens Worldview-II, 2015; IBGE, 2023; Laboratório de Geoprocessamento, 2015; 2026.

Observou-se também a ocorrência de relictos de solos hidromórficos (Figura 3) em posições topográficas mais elevadas, sugerindo condições pretéritas de maior saturação hídrica e a retração progressiva das áreas úmidas ao longo do tempo. Esses registros indicam que áreas anteriormente ocupadas por veredas foram submetidas à dissecação do relevo, resultando na alteração de suas condições ambientais.

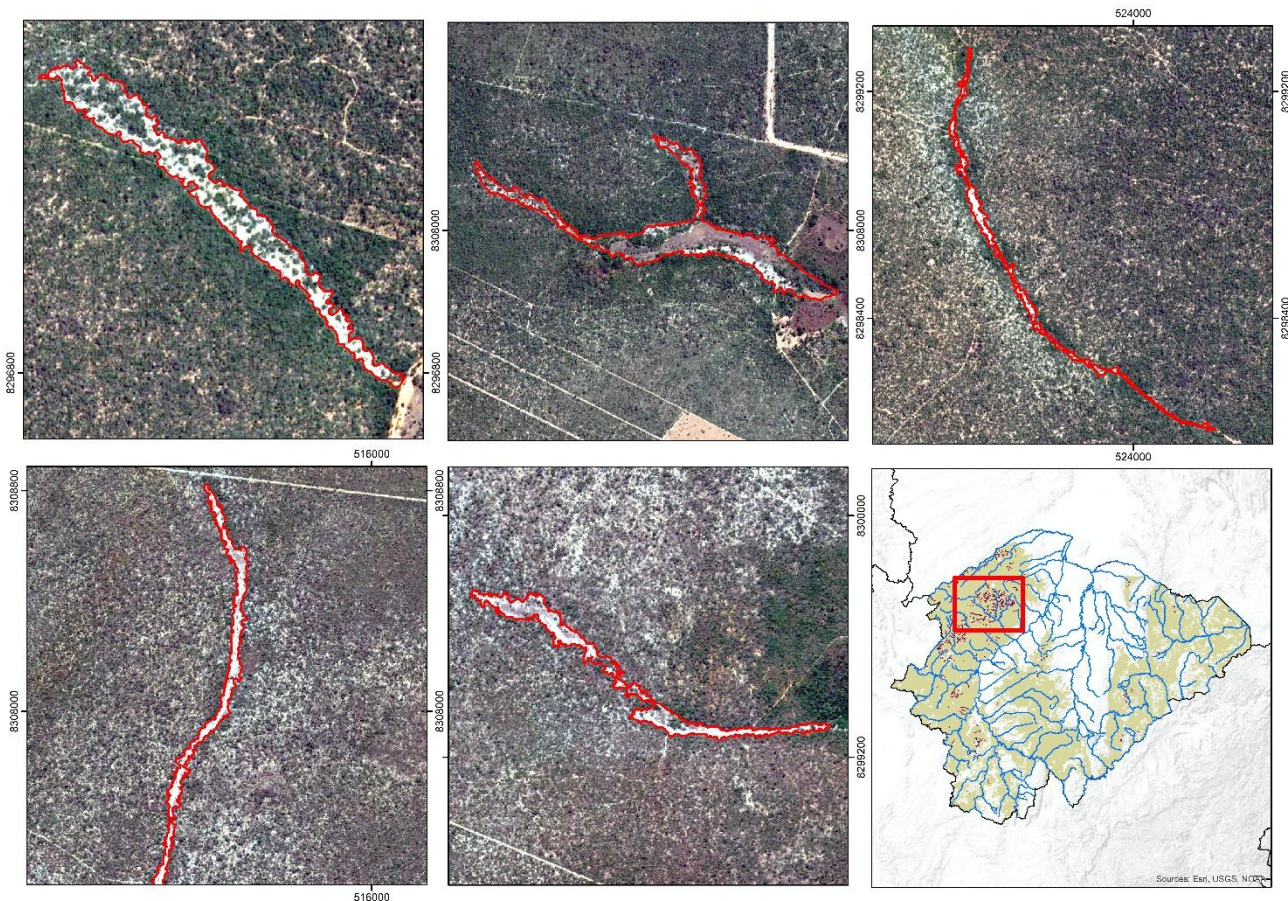


Figura 3: Relictos da ocorrência pretérita de veredas no Norte de Minas Gerais
 Fonte: Imagens Worldview-II, 2015; IBGE, 2023;

Adicionalmente, foram identificados fragmentos de veredas suspensas nos altos cursos dos canais de drenagem (Figura 4), configurando evidências morfológicas da atuação da erosão remontante. Esses remanescentes representam estágios intermediários no processo de transformação das veredas, marcando a transição entre superfícies pouco dissecadas e formas mais encaixadas do relevo.

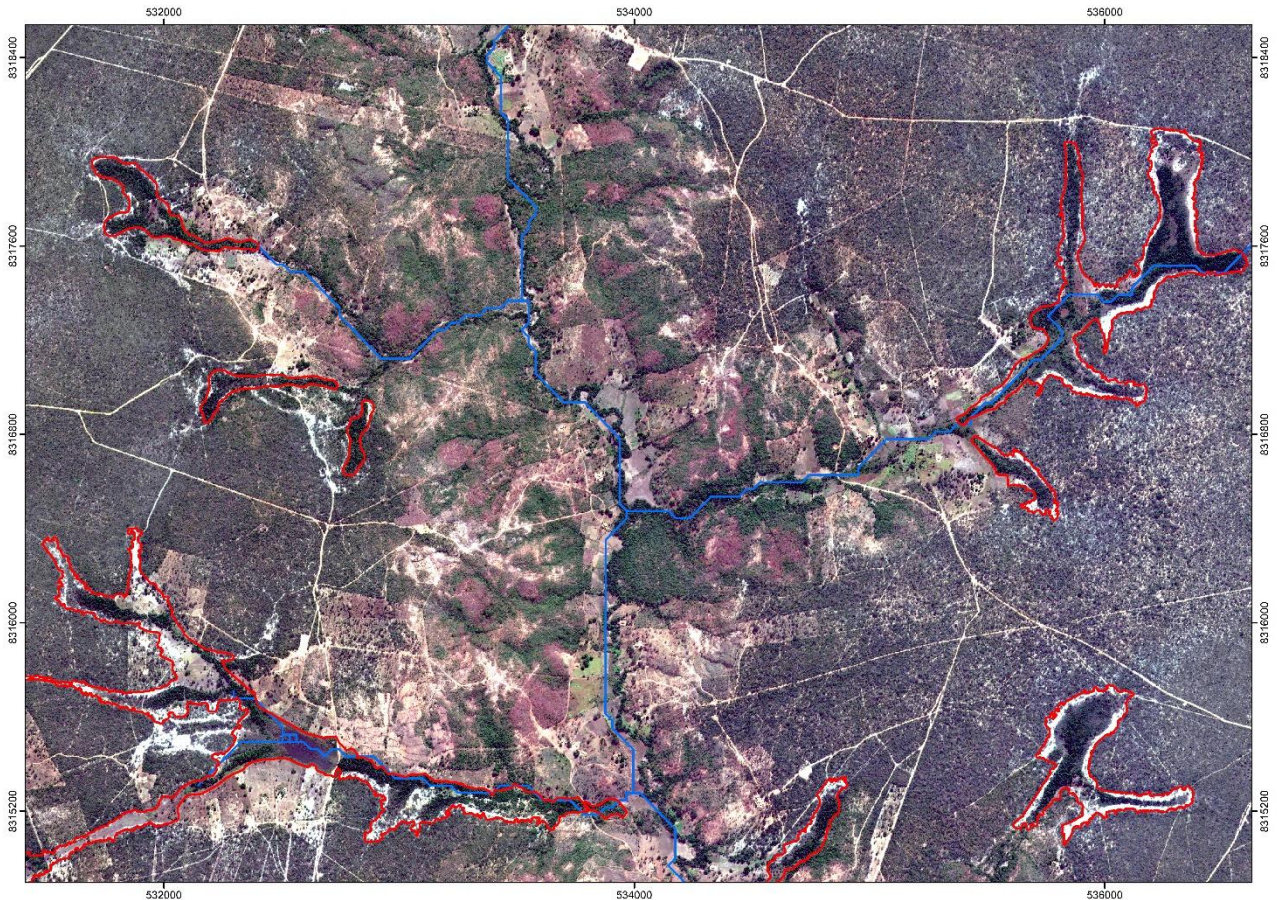


Figura 4: Veredas suspensas em vales encaixados no Norte de Minas Gerais
Fonte: Imagens Worldview-II, 2015; IBGE, 2023.

Outro importante indicador da atuação da erosão remontante é a substituição progressiva das veredas por formações vegetais típicas de ambientes mais bem drenados, como matas de galeria e cerrado stricto sensu. Esse processo reflete alterações nas condições hidrológicas locais, especialmente a redução da saturação hídrica dos solos em função do rebaixamento do nível freático e do aumento da dissecação do relevo. À medida que a incisão fluvial avança e promove o encaixamento dos canais, as condições hidromórficas deixam de ser mantidas, favorecendo a instalação de fitofisionomias adaptadas a solos mais secos (Costa e Borges, 2022). Dessa forma, a substituição da vegetação típica de veredas por outras formações do Cerrado (Figura 5) constitui um importante indicador da transformação fitoflorística, geomorfológica e funcional desses ambientes.

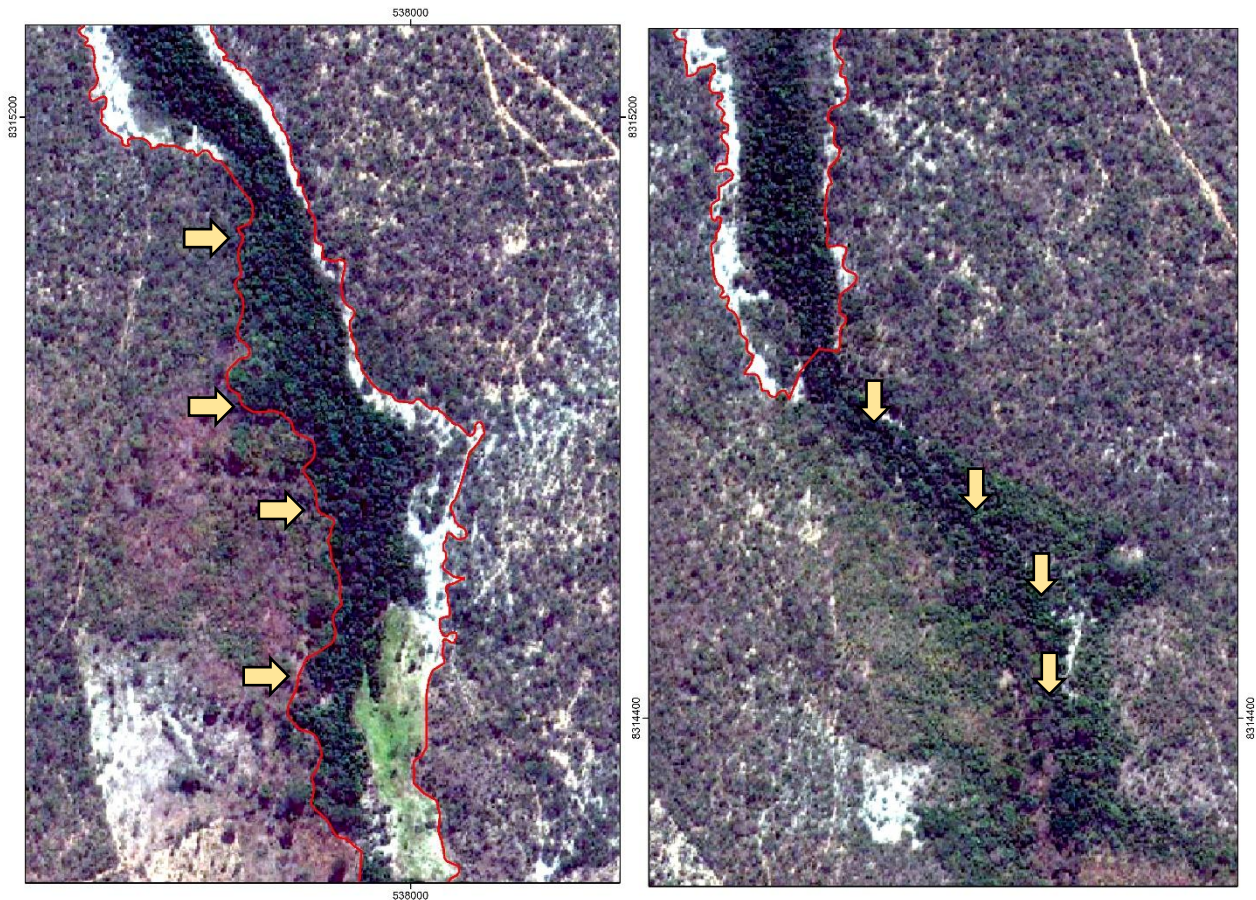


Figura 5: Substituição de veredas por ambientes drenados no Norte de Minas Gerais
Fonte: Imagens Worldview-II, 2015.

Em conjunto, esses indicadores geomorfológicos e fitofisionômicos permitem interpretar a dinâmica evolutiva das veredas no contexto dos modelos clássicos de evolução da drenagem no Cerrado. Os padrões observados, especialmente a presença de *knickpoints*, veredas suspensas e relictos de solos hidromórficos, evidenciam a atuação da dissecação progressiva das superfícies de aplanamento. De acordo com Lima e Queiroz Neto (1996), as veredas estão diretamente relacionadas com superfícies aproximadamente planas, onde o nível freático se encontra próximo à superfície. Nesses contextos, a drenagem apresenta baixo grau de encaixamento, favorecendo a manutenção de condições hidromórficas.

Os resultados obtidos neste estudo apontam que a atuação da erosão remontante promove a transição de sistemas difusos, associados às veredas, para canais progressivamente mais encaixados. Esse processo está em consonância com o modelo proposto por Melo (1992; 2008), no qual a evolução das veredas ocorre por meio da incisão fluvial regressiva, responsável pelo rebaixamento do nível de base local e consequente aprofundamento dos vales. A coexistência de bacias em

diferentes estágios de ajuste, como observado entre o riacho Borrachudo e o córrego Catolé, evidencia a heterogeneidade espacial da evolução geomorfológica.

Além disso, a ocorrência de veredas suspensas e relictos de solos hidromórficos em posições topográficas elevadas corrobora a hipótese de retração progressiva das áreas úmidas, associada ao avanço da dissecação do relevo. Esse padrão é amplamente descrito na literatura como um indicativo de paleossolos hidromórficos, posteriormente desconectados do nível freático em decorrência do entalhamento da rede de drenagem.

Dessa forma, os resultados obtidos reforçam o entendimento de que as veredas não constituem feições estáticas da paisagem, mas sim elementos transitórios, cuja gênese, manutenção e degradação estão diretamente vinculadas à dinâmica evolutiva da drenagem. A erosão remontante, nesse contexto, atua como um dos principais mecanismos responsáveis pela transformação desses ambientes, promovendo a substituição de sistemas hidromórficos por formas de relevo mais dissecadas e hidrologicamente mais eficientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As veredas do Cerrado mineiro constituem sistemas dinâmicos, cuja evolução está diretamente associada aos processos de incisão fluvial e erosão remontante. Os indicadores identificados, como *knickpoints*, relictos de solos hidromórficos, veredas suspensas em vales encaixados e mudanças fitofisionômicas, evidenciam diferentes estágios de transformação dessas áreas úmidas. Além disso, a atuação antrópica intensifica esses processos, acelerando a dissecação do relevo e a perda das condições hidromórficas. Dessa forma, as veredas devem ser compreendidas como elementos transitórios da paisagem, cuja conservação é fundamental para a manutenção da dinâmica hidrológica e ecológica do Cerrado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro e pelas bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

BOAVENTURA, R. S. Contribuição aos estudos sobre a evolução das veredas: Características geomorfológicas". In: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC. **Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro**, 2: Recursos Naturais. Belo Horizonte: CETEC, 1981.

BORGES, M. G. Evolução da Paisagem em Relevo de Chapada no Cerrado. 2023. 165f. **Tese (Doutorado em Geografia)** – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2023.

BORGES, M. G.; COSTA, L. R. F. Tipologia de áreas úmidas na bacia hidrográfica do rio Pandeiros em Minas Gerais – Brasil. **Cadernos de Geografia**. v.32, n.69, 2022. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2022v32n69p508>

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.** Brasília – DF, 2012. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm >. Acesso em: 27 abril 2026.

COSTA, L. R. F.; SOUZA, J. P. S.; BAGGIO FILHO, H. CAVALCANTI, J. A. D.; LEITE, M. R. Geomorfologia da mesorregião Norte de Minas Gerais – Brasil. **Revista da ANPEGE**, v.19, 2023. <https://doi.org/10.5418/ra2023.v19i40.17870>

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023. **Geociências**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html> >. Acesso em: 27 abril 2026.

JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY (JAXA). **ALOS Global Digital Surface Model (AW3D30)**. Version 3.2. Tokyo: JAXA, 2021. Disponível em: <https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/> Acesso em: 07 abril 2026.

LIMA, S. do, C.; QUEIROZ NETO, J. P. de. As veredas e a evolução do relevo. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 15, 1996.

MELO, D. R. **As veredas nos planaltos do noroeste mineiro, caracterizações pedológicas e os aspectos morfológicos e evolutivos**. Rio Claro - SP: Universidade Estadual de São Paulo, 1992, 218p. (Dissertação, mestrado em Geografia).

_____. **Evolução das veredas sob aspectos ambientais nos geossistemas planaltos de Buritizeiro/MG**. Belo Horizonte - MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008, 341p. (Tese, doutorado em Geografia).

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

UNIMONTES, Universidade Estadual de Montes Claros. Laboratório de Geoprocessamento. **Imagens de satélite WorldView-II**. Montes Claros, 2015.

VALADÃO, R. C. Geodinâmica de superfícies de aplanamento, desnudação continental e tectônica ativa como condicionantes da megageomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.10, n.2, p.77-90, 2009. <https://doi.org/10.20502/rbg.v10i2.132>.