

ASPECTOS DA GEOMORFOGÊNESE E DA GEOMORFODINÂMICA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL/MG

Raul Vieira Martins da Silva ¹

RESUMO

O trabalho objetiva abordar como materiais, processos e formas de relevo são essenciais nos trabalhos de evolução da paisagem a partir da gênese e da dinâmica geomorfológica. Para isto, foram feitos trabalhos de campo entre 1 e 3 de maio de 2024, durante a estiagem, no município de Gouveia. Foi verificado que a disposição do embasamento na formação do relevo caracteriza a megageomorfologia do Cráton São Francisco; os processos em encosta com intensa atuação da erosão linear e *pipes* bastante desenvolvidos demonstraram movimentações recentes; e os meandros abandonados são registros das características de alterações hidrossedimentológicas frente às mudanças do nível de base regional. Portanto, percebeu-se que a geomorfogênese está relacionada à formação do relevo caracterizado pelos quartzitos e que a geomorfodinâmica está relacionada às mudanças fluviais do Quaternário, bem como a atuação da erosão pluvial, e com estas evidências percebeu-se que a Teoria do Equilíbrio Dinâmico fundamentou o caráter não-estático do Espinhaço Meridional.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrogeomorfologia. Complexo Gouveia. Diaclases. Voçoroca. Ribeirão da Areia.

ASPECTS OF GEOMORPHOGENESIS AND GEOMORPHODYNAMICS OF THE SOUTHERN ESPINHAÇO RANGE/MG

ABSTRACT

The study aims to address how materials, processes, and landforms are essential to understanding landscape evolution based on geomorphological genesis and dynamics. To this end, fieldwork was carried out between May 1st and 3rd, 2024, during the dry season, in the municipality of Gouveia. It was observed that the arrangement of the basement rocks in the landform structure characterizes the megageomorphology of the São Francisco Craton; slope processes with intense linear erosion and well-developed *pipes* indicated recent movements; and abandoned meanders serve as records of hydrosedimentological changes in response to variations in the regional base level. Therefore, it was concluded that geomorphogenesis is linked to the formation of relief characterized by quartzite outcrops, while geomorphodynamics is associated with Quaternary fluvial changes and the action of pluvial erosion. These findings support the idea that the Theory of Dynamic Equilibrium underlies the non-static nature of the Southern Espinhaço range.

KEYWORDS: Hydrogeomorphology. Gouveia Complex. Diaclases. Voçoroca. Ribeirão da Areia.

¹ Mestrando em Geografia - Instituto de Geociências/Universidade Federal de Minas Gerais; raul.v45@yahoo.com

ASPECTOS DE LA GEOMORFOGÉNESIS Y LA GEOMORFODINÁMICA DEL ESPINHAÇO MERIDIONAL/MG

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo abordar cómo los materiales, procesos y formas del relieve son esenciales para comprender la evolución del paisaje a partir de la génesis y la dinámica geomorfológica. Para ello, se realizaron trabajos de campo entre los días 1 y 3 de mayo de 2024, durante la estación seca, en el municipio de Gouveia. Se verificó que la disposición del basamento en la conformación del relieve caracteriza la megageomorfología del Cratón de San Francisco; los procesos en ladera con intensa erosión lineal y la presencia de "*pipes*" bien desarrollados demostraron movimientos recientes; y los meandros abandonados representan registros de alteraciones hidrosedimentológicas frente a los cambios en el nivel base regional. Por lo tanto, se concluyó que la geomorfogénesis está relacionada con la formación del relieve caracterizado por afloramientos de cuarcitas, y que la geomorfodinámica está asociada a los cambios fluviales del Cuaternario, así como a la acción de la erosión pluvial. Estas evidencias respaldan que la Teoría del Equilibrio Dinámico fundamenta el carácter no estático del Espinhaço Meridional.

PALABRAS CLAVE: Hidrogeomorfología. Complejo Gouveia. Diaclasas. Voçoroca. Ribeirão da Areia.

INTRODUÇÃO

Interpretações recentes entendem que a Serra do Espinhaço, onde também está contida a Serra Geral, está sitiada no interior do Cráton do São Francisco, no qual houve a fundação de novas faixas de dobramentos do Grupo Espinhaço e do Grupo Chapada Diamantina sob condicionantes paratectônicas, na primeira metade do Pré-Cambriano Superior. No contexto geológico existe reativação de antigos falhamentos do embasamento. Em Minas Gerais (MG), a Serra do Espinhaço contém estruturas de idade brasileira, com desenvolvimento no complexo inferior da cobertura do Cráton do São Francisco. Pode-se afirmar que todo o Espinhaço está intimamente relacionado ao Ciclo Transamazônico, cujo metamorfismo regional sob fácies de xisto verde até anfíbolito, sedimentação e atuação da migmatização local tiveram ação ainda sobre rochas mais antigas (DE ALMEIDA, 1977). O primordial movimento orogénico foi a junctura do Supercontinente Rodínia, em torno de 1,300-1,000 Ma - após a deposição da Supersequência Rifte. As resultantes foram as inversões de riftes estaterianos onde atualmente corresponde à Serra do Espinhaço, tal como a inversões dos falhamentos normais no substrato da Bacia do São Francisco (ZALÁN & SILVA, 2007).

Ao abordar uma porção da Serra Geral contida na Serra do Espinhaço (MG), King

(1956) observou afloramentos de quartzito do Grupo Itacolomi até o norte de MG. No mesmo contexto regional, ao sul de Belo Horizonte (MG), os afloramentos da série algonquianas (de idade arqueana), definidos por King como “região montanhosa”, foram constatados em suas observações em campo. Já à sudoeste de Caeté (MG), os cursos d’água fluem em *canyons*, cujo direcionamento é controlado estruturalmente pelas rochas mais antigas.

Quando investigada a origem da litologia de origem arqueana, os gnaisses soerguidos e expostos na superfície foram dissecados pelo Ciclo Erosivo (teoria que aborda a atuação da erosão dividida por demarcações temporais), gerando os pontões (“pão-de-açúcar”). Estes foram constatados durante as observações de Minas Gerais a Espírito Santo, evidenciando que vales encontrados alinhados à litologia mais frágil são provenientes do sistema mais antigo. Para compreender toda essa dinâmica geomorfológica observada em campo, descrita e interpretada por King (1956), foi necessário interpretar a gênese no longo termo da região, remetendo ao Mesozoico superior e ao dito Terciário (termo em desuso) que atualmente abarca a Era do Cenozoico, sobretudo por regressão de escarpas e pedimentação regionalmente. Os ciclos (de aplainamento) foram gerados através de soerguimentos tectônicos seriados, sendo operados de modo quase independente em distintos cenários paleoclimáticos e com afetação no subcontinente.

Nesta abordagem e análise, King precisou utilizar da geomorfogênese e da geomorfodinâmica para entender a região de MG. Além disso, a Geomorfologia tem como base interpretativa aquilo que se denomina a “Tríade Geomorfológica”, cujos conceitos fundantes são: (a) formas de relevo - macro, meso e microescala; (b) processos - antrópicos e naturais; (c) materiais - rocha e solo. Estes estão encadeados pelo tempo longo (geológico/longo termo) e o curto (humano) (BARROS & VALADÃO, 2018). Assim sendo, a geomorfologia dinâmica apropria-se do tempo curto, já a geomorfologia genética utiliza do longo termo.

Não é incomum trabalhos que criam seções conjuntas de morfogênese e morfodinâmica. A título de exemplo, há as alternâncias sinformes e antiiformes da Chapada Diamantina, com dobras largas e flanqueadas predominantes, cortadas por falhas proeminentes no sentido NNW-SSE, havendo alternações com dobras mais inclinadas ou flancos assimétricos de camadas mais expostas. Lima e Nolasco (2015) tiveram que remeter

a 600 e 500 milhões de anos atrás, a partir do ciclo tectônico Brasileiro, no qual houve o soerguimento de uma cordilheira - durante o ciclo orogênico com Magmatismo Tardio-Orogênico (emplastamento de granitos tardios) e Magmatismo Pós-Orogênico (intrusão dos granitos mais alcalinos) (HASUI, 2012; ALKMIM, 2012; SCHOBENHAUS & BRITTO-NEVES, 2003) - , e o consequente dobramento, o que gerou terrenos elevados em larga escala.

A geomorfodinâmica trabalha com as resultantes por meio da erosão, do transporte e da deposição de sedimentos sobretudo e com ações de esculturação do relevo por ações químicas e físicas. Em síntese, a geomorfodinâmica tem por objetivo processos físicos referentes às mudanças na paisagem no decorrer do tempo. Nesse sentido, a geomorfogênese ocupa-se com a formação e a evolução do relevo - montanhas, vales, planícies -, relacionados à origem e ao desenvolvimento terrestre. Ademais, a geomorfogênese estuda como as forças geológicas atuam para criar diferentes formas de relevo e como essas formas evoluem ao longo do longo tempo (AB'SABER, 1969; CHRISTOFOLETTI, 1980[2012]; SAADI, 1998).

A abordagem teórica do trabalho tem como referência a Teoria de Equilíbrio Dinâmico, no qual a evolução da paisagem não segue uma concepção linear ou meramente 'evolutiva' de mudanças que substituem a paisagem natural antiga por uma nova paisagem. Na Teoria do Equilíbrio Dinâmico a paisagem encontra um mínimo nível de equilíbrio entre as ações geológicas em macroescala (soerguimento, origem litológica, ação tectônica, *etc.*) em relação a ações de modelamento do relevo (pelo clima, processos de erosão e deposição, *etc.*), no qual persistem resíduos dos materiais antigos que evidenciam a ocorrência dos processos, e estes vão se ajustando ao paleoclima. A paisagem está em movimentação, no qual o soerguimento respeita a atuação da erosão e há uma tendência de ajustamento para as formas de relevo, mantendo um mínimo esforço de agentes endógenos (FIERZ, 2016; LEITE, 2011; HACK, 1970; HACK, 1960; GILBERT, 1877).

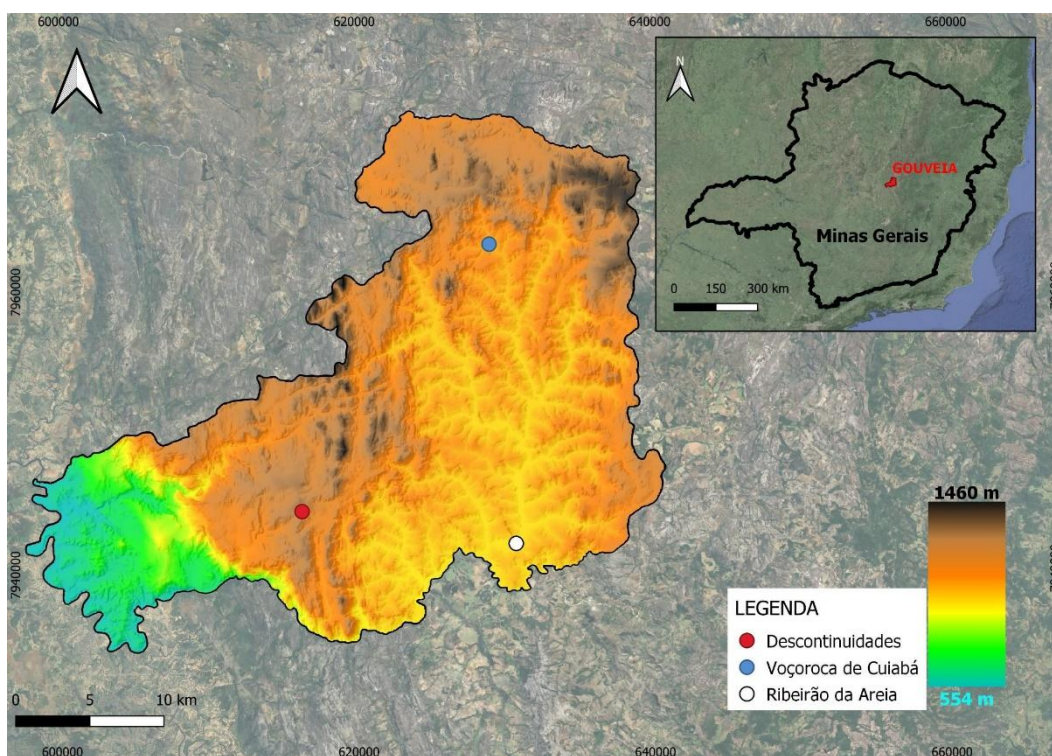
O presente trabalho objetiva abordar como a geomorfogênese e a geomorfodinâmica são essenciais para a compreensão da paisagem a partir da interpretação dos materiais, das formas e dos processos. Para isto, foram utilizadas como análise interpretativa 3 (três) áreas distintas contidas no Espinhaço Meridional, no município de Gouveia: um afloramento de quartzito em meio a uma família de descontinuidades paralelas; uma voçoroca cujas

condições hidrogeomorfológicas são marcadas pela efemeridade e pela permanência concomitantemente; e um meandro abandonado, bem como planícies de inundações que caracterizam os paleocanais regionais.

CARACTERIZAÇÃO DE ÁREA

O município de Gouveia encontra-se a centro-leste em MG, cuja área aproximada é de 866,60 km² (Figura 1). A bacia do Rio Paraúna é dividida por dois principais ribeirões: do Chiqueiro e da Areia, que drenam as águas com seus afluentes na região. O clima é afetado pela topografia e pela sequência de serras, sendo classificado como Tropical Sub-Úmido. Comumente, a média anual da temperatura é maior a 20° C. Além disso, os verões são quentes e úmidos; os invernos são secos. As chuvas são bem distribuídas anualmente. A precipitação média anual é de 1.500 mm, com maior incidência no início de outubro até março (AUGUSTIN *et al.*, 2012).

Figura 1 - Localização das áreas de estudo e hipsometria de Gouveia/MG

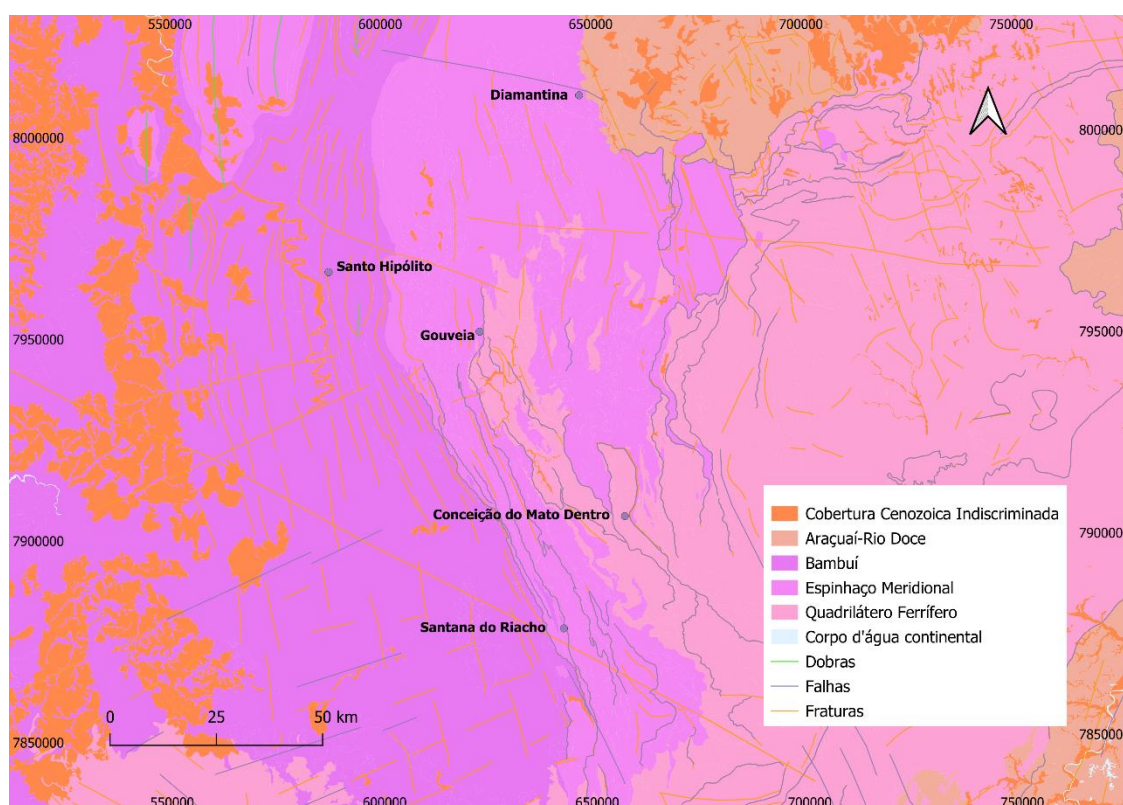


Fonte: Copernicus 90m; Google Earth, 2024; IBGE, 2023 e 2016. Elaboração: autor, 2024.

O município está contido especificamente na unidade estratigráfica do

Embasamento Cristalino, ressaltando os 3 principais conjuntos litoestratigráficos na região: (i) Complexo de Gouveia, onde há os granitos-gnaisses-migmatíticos basal, majoritariamente formados por monzogranitos e menos por granodioritos, tonalitos, trondhjemitos e melagranitos; (ii) Supergrupo Rio Paraúna, com sequências do metavulcano-sedimentar do pré-Espinhaço, que contém rochas com quartzo, mica xistos e vulcânicas ácidas, assim como as formações ferríferas bandadas; (iii) Supergrupo Espinhaço, sequências metassedimentares, cujas rochas são principalmente os quartzitos e as rochas conglomeráticas e vulcânicas de caráter básico e ácido, assim como ocorrem filitos, subordinadamente (ALMEIDA-ABREU, 1998; ARANHA *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2015). É possível perceber uma série de fraturas e falhas geológicas com direcionamentos variados, ressaltando as ações geológicas (Figura 2).

Figura 2 - Contexto regional geológico

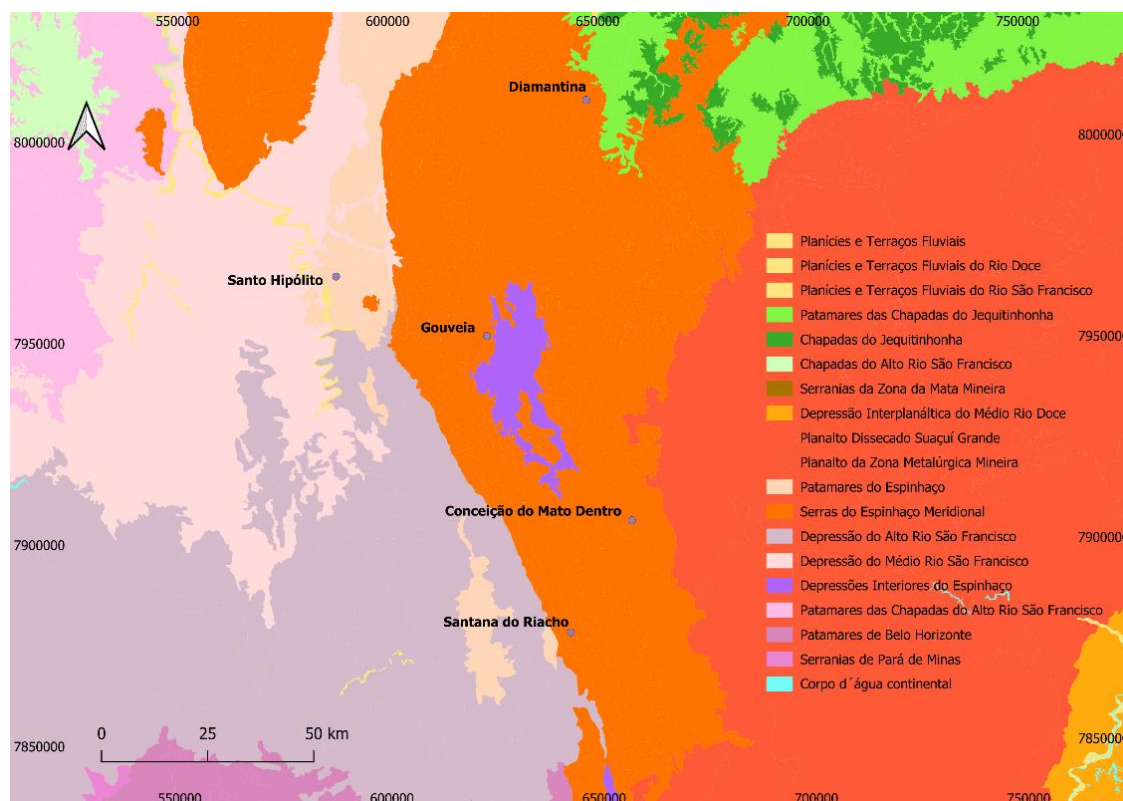


Fonte: IBGE, 2023. Elaboração: autor, 2025.

No mapeamento geomorfológico regional, o município de Gouveia está localizado nas estruturas convexas da unidade Serras do Espinhaço Meridional, tanto nas altimetrias mais altas a leste e mais baixas a oeste. Nas áreas de altimetria média, a sul, o município

encontra-se na unidade das Depressões Interiores do Espinhaço (Figura 3). As formas predominantes na área são de Colinas Convexas e Policonxexas da Depressão de Gouveias, sob um embasamento constituído majoritariamente por colinas formadas por granitóides, cujo nível de dissecação dos terrenos pela erosão fluvial é baixo (relativa preservação). Há a presença de formas com topos achatados e largos, vertentes alongadas, que servem como divisores de água às bacias menores no contexto local da drenagem (AUGUSTIN *et al.*, 2011).

Figura 3 - Contexto regional das unidades geomorfológicas



Fonte: IBGE, 2023. Elaboração: autor, 2025.

PROCEDIMENTOS

O procedimento de análise foi baseado, principalmente, em trabalhos de campo que ocorreram dos dias 01 a 03 de maio de 2024, durante o período seco e com temperaturas acima de 25°C, assim como as subsequentes interpretações das áreas. Para este trabalho, foram escolhidos 3 pontos distintos: Área 1 - 616.270,57 (x); 7.944.364,02 (y) (SIRGAS 2000 - 23k): família de descontinuidades por cisalhamento ou evidências de zonas de

cisalhamentos (*shear zones*), no Complexo Gouveia. Área 2 - 628.989,40 (x); 7.963.125,12 (y): voçoroca com estágios diferenciados da erosão regressiva, no distrito de Cuiabá. Área 3 - 630.730,5 (x); 7.942.009,8 (y): um curso d'água do Ribeirão da Areia, cujo leito menor tem materiais arenosos, caracterizado por um meandro abandonado e planícies de inundação (Figura 1). As análises em campo deram-se em áreas de altitudes médias e altas, entre 900m e 1.200m (Figura 1). Procurou-se observar 3 diferentes processos, formas e materiais em uma mesma região. Um associado a afloramento de rochas, outro relacionado a movimentos de massa e, por último, outrem concernente a paleocanais.

Após o trabalho de campo, com a finalidade de fazer uma interpretação abrangente, buscou-se fazer uma revisão bibliográfica seletiva, cujos principais trabalhos iam de King (1956) até Carvalho e Júnior (2022).

INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO

Área 1 - 616270,57 (x); 7944364,02 (y). Ao observar rochas de quartzito, todas em conjuntos em um trecho com vegetação rasteira e baixa, em uma área com ocorrências de resistatos, observou-se que se tratava de um afloramento de quartzito, cujas descontinuidades estavam paralelas uma à outra (Figura 4), tratando-se de diaclases por atuação de esforços de torção ou por mecanismos de fadiga de rocha. Pelo contexto da área de estudo, percebia-se que se tratava de diaclases de cisalhamento (ou de corte), possivelmente.

Em campo, foi possível observar fraturas mecânicas na rocha aproximando-se a *joints* ou ao *fissure*. Fissure ou falhas são fraturas de extensão mais abertas do que as *joint* ou fraturas. Estes são característicos de partes superiores a algumas centenas de metros da crosta sólida, onde podem estar até vários quilômetros de comprimento. As fraturas de extensão são típicas por deformações sob baixa ou nenhuma pressão confinante e formam-se em baixa tensão diferencial. Ademais, famílias de fraturas, como visto (Figura 4), demonstram ter um plano do tipo planar ou subplanar, paralelismo verticais e horizontais e de mesma orientação (DAVIS & REYNOLDS, 1996; FOSSEN, 2010). Há tendências de minerais como a pirolusita - devido à baixa mobilidade do manganês – precipitarem-se e concentrarem-se em níveis onde há descontinuidades de rocha, como diaclases e planos de foliação, o que já foi constatado no Complexo Gouveia (LIMA & VALADÃO, 2002).

Figura 4 - Descontinuidades por diaclases de cisalhamento



Fonte: autor, 01/05/2024.

Outrossim, os quartzitos aflorados são materiais resistentes e foram erguidos de uma maneira conjunta nesse trecho, ao que indica. A temperatura ou/e a pressão foram suficientes ao ponto de deformar internamente e aflorar tal material resistente hipoteticamente. Os quartzitos, rochas abundantes ao longo de todo o Espinhaço Meridional, formaram boa parte das cristas durante o Ciclo Brasileiro, em várias faixas do Cráton. Ao que indica, trata-se de um cisalhamento no qual nessa zona ocorreu deformação compressional ou por estiramento interno, com obliquidade e tensão necessárias para inclinar o material de leste a oeste em sentido e direção concordante à orientação inclinada de modo suave, com nítidas características de basculamento das camadas geológicas no Complexo Gouveia (Figura 5). Interpretações pelo relevo elucidam isso.

Figura 5 - Inclinação das rochas direcionadas pela concordância com o relevo



Fonte: autor, 01/05/2024

Zonas de cisalhamentos permeiam o Espinhaço, a exemplo o núcleo anticlinal de Gouveia. Neste núcleo falhas de empurrão estão inseridas pelo embasamento, transformando-se em uma área com zonas de cisalhamento dúcteis-rúpteis, demarcada por filonitos e milonitos, que são rochas deformadas em estágio plástico com grãos consolidados e foliados (grãos pulverizados e com recristalização, havendo orientação paralela e plana) (CRUZ *et al.*, 2005). No Espinhaço Meridional, essas zonas são acompanhadas por assembleias de estruturas mesoscópicas, como lineação de estiramento, bainha, *boudinage* de foliação e, por diferentes estilos de feições estruturais, pela heterogeneidade da deformação e pela intensidade, indicaria possível colisão tectônica e movimentos interestratais (ALMEIDA-ABREU *et al.*, 1987). Em suma, a geometria, a evolução cinemática e o processo deformacional, nessas zonas de cisalhamento que cortam o embasamento e que resultam em vários planos de descontinuidades, remetem a compreensão do longo termo, dos éons arqueano e proterozoico.

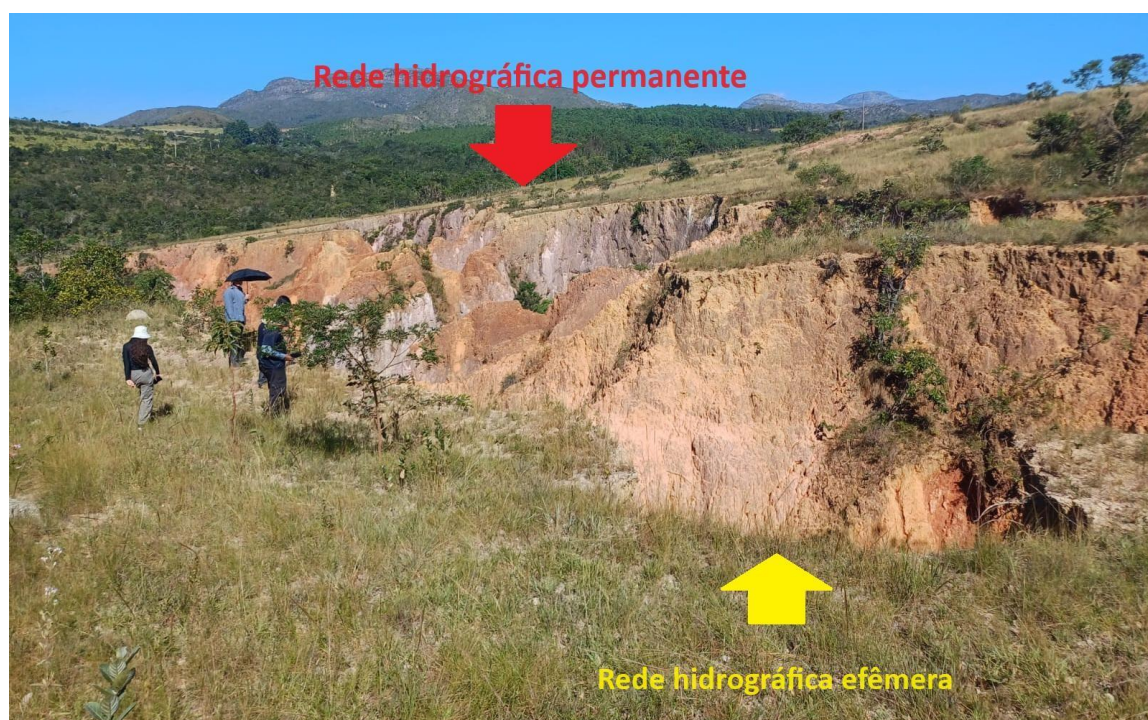
A paisagem sugere a presença de linhas de rochas quartzíticas sobre camadas menos resistentes, possivelmente associadas a sedimentos depositados em depressões geradas pelo cavalgamento do embasamento. Outra possibilidade é que essas rochas estejam sendo progressivamente exumadas devido à inversão climática para um regime mais seco, favorecendo a remoção diferencial de materiais menos resistentes e a exposição de feições estruturais antigas. A exposição dos quartzitos, diaclases e fraturas sugerem controle

estrutural do relevo, já a possibilidade de inversão climática seria importante para a remoção de materiais mais friáveis, contendo as rochas mais resistentes no relevo, com lineamento de estiramento, *boudinage* e estruturas mesoscópicas que mantêm as características do relevo herdado. A Teoria do Equilíbrio Dinâmico tem sustentáculo a partir da geologia regional.

Área 2 - 628989,40 (x); 7963125,12 (y). No distrito de Cuiabá, uma voçoroca contém diferentes condições hidrogeomorfológicas condicionadas por efemeridade e permanência (Figura 6). Quanto à efemeridade, isto indicaria um lençol freático menos afetado geoquimicamente e um relevo dissecado nos períodos de chuva por escoamento direto e rápido, nas áreas mais altas da encosta. Na rede hidrográfica permanente, o lençol freático contém maior percolação d'água, e isto produz materiais mais argilosos e lamosos em áreas mais baixas, o que seria o atual *knickpoint*. Os entendimentos relativos à voçoroca abordam à alteração do xisto *in situ*; ou na outra interpretação: que o xisto representaria boa parte dos materiais, há uma *stoneline* delimitadora nas proximidades do horizonte A do solo (onde estão alocados os veios de quartzo) e colúvios por cima (AUGUSTIN *et al.*, 2012).

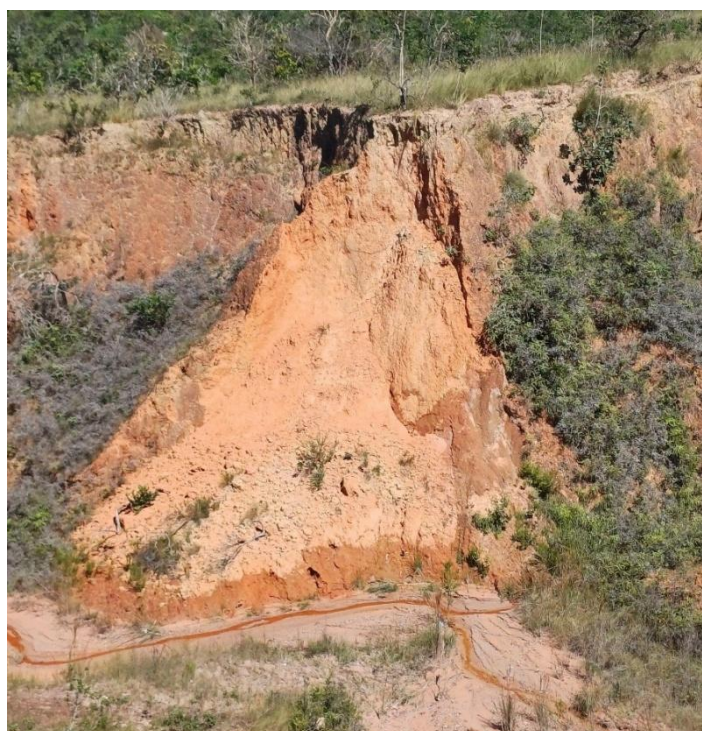
Na porção da permanência hidrográfica, existe a exfiltração do lençol freático. Mesmo na ida a campo no mês de maio, em um período de seca, percebeu-se um persistente fluxo diminuto e contínuo d'água (Figura 7). Observou-se também que o teor de argila é maior nas rochas e nos solos em áreas mais rebaixadas, onde há saída d'água e ocorre a presença de uma *seepage face* para garantir o fluxo de retorno (Figura 7). Para mais, o escoamento subsuperficial é maior nesse trecho e encontra descontinuidades e as argilas junto aos cascalhos ficam mais abaixo, com materiais coluviais acima assim como os xistos estão mais acima (AUGUSTIN & ARANHA, 2006a; VAZ *et al.*, 2010).

Figura 6 - Voçoroca do distrito de Cuiabá (Gouveia/MG)



Fonte: autor, 02/05/2024

Figura 7 - Fluxo d'água, *seepage face* e movimento de massa



Fonte: autor, 02/05/2024

A erosão regressiva está relacionada ao processo de escavação de dutos ou de

cavidades, principalmente em *piping*. *Piping* pode ocorrer onde há erosão regressiva com formatos mais angulosos e arqueados, resultando em alcovas, em que a umidade é maior e, inclusive, mais acentuada (Figura 8). A direção dessa erosão é comumente mais alargada (Figura 8). Por estar mais próxima ao material argiloso e em contato à rede hidrográfica permanente, isto indica um contato que se aproxima mais do escoamento subsuperficial. Há maior suscetibilidade de movimentos de massa rápidos rotacionais nesses trechos alargados, o que é comum nas voçorocas de Gouveia (VIEIRA *et al.*, 2002; AUGUSTIN & ARANHA, 2006a; AUGUSTIN & ARANHA, 2006b)

Figura 8 - Alcovas e a ação da erosão regressiva



Fonte: autor, 02/05/2024

Nessas condições, o desenvolvimento de voçorocas está diretamente relacionado ao tipo de solo e à sua profundidade. Solos mais profundos e arenosos, especialmente aqueles formados sobre sedimentos mais recentes e pouco consolidados, são mais suscetíveis ao *piping* e ao escoamento subsuperficial concentrado, favorecendo a formação de dutos e o colapso do solo. Já em solos mais rasos ou compactados, o escoamento superficial concentrado tende a intensificar a erosão linear, contribuindo para o aprofundamento e

alargamento das voçorocas. Além disso, a presença de rupturas de encosta e descontinuidades estruturais pode acelerar o avanço dessas feições erosivas, tornando os trechos alargados mais propensos a movimentos de massa rápidos e rotacionais, como observado nas voçorocas no distrito de Cuiabá (AUGUSTIN & ARANHA, 2006a).

A funcionalidade dos *pipes* está relacionada à drenagem d'água através do solo à medida que os tubos desenvolvem-se e tendem a criar redes de drenagem semelhantes a “riachos superficiais”. Geralmente, desenvolvem-se em terrenos mais elevados localmente ou em solos considerados profundos, seja em encostas montanhosas, em relevos com incisão profunda, terras áridas ou à margem de rios (GUERRA, 2011). A origem está atribuída ao fluxo de água que produz uma força suficiente para arrastar o material no ponto de saída da infiltração. A essencial característica do mecanismo é que a pressão d'água dentro da cavidade torna as partículas ou agregados do solo sem peso (eles ficam suspensos), contrabalançando a gravidade (GOUDIE, 2004).

A evolução dessa encosta indicaria que os materiais foram espalhados a partir da desembocadura no alto da encosta, em formato de atuais cones aluviais abaixo. O transporte do material seria por correntes de aluvionamento, iniciado na abertura somada à incisão da área e com a descida desse material encosta abaixo. O desenvolvimento dos *pipes* teria ocorrido nesse período, com solapamento de sedimentos na base seguido de desabamento do topo (AUGUSTIN & ARANHA, 2006b). Como houve uma perda de energia ao desembocar numa área plana, isto permitiu sedimentos de granulometrias distintas, as aluviões holocênicas. Estas depositaram-se muito próximos ao que é o Córrego do Pereira, atualmente.

Com a finalidade de acompanhar as mudanças dos níveis fluviais na paisagem, a área foi rebaixada no nível de base local e regional, no Córrego do Pereira (CARVALHO, 2019). No contexto da dinâmica da paisagem, o nível de base local sofreu ajustes ao longo do tempo devido à incisão fluvial e ao rebaixamento da rede de drenagem regional, processos que ocorrem em uma escala temporal maior. Essas mudanças no nível de base influenciam a erosão a longo prazo e podem ter favorecido a dissecação da paisagem, criando condições propícias para a erosão acelerada em setores específicos da encosta. No caso da voçoroca, sua gênese e evolução não estão diretamente associadas a uma mudança recente do nível de base, mas sim a um conjunto de fatores erosivos atuantes em uma escala temporal mais curta, como o escoamento superficial concentrado, a saturação dos solos e a erosão regressiva.

Assim, a voçoroca pode ser interpretada como uma feição morfogenética associada à dinâmica de vertentes e ao escoamento pluvial intenso, enquanto a mudança no nível de base atua em uma escala mais ampla, influenciando padrões de incisão fluvial que, indiretamente, podem ter moldado o relevo em que a voçoroca se formou. A voçoroca representaria, na interpretação atual, a localidade dos antigos terraços e patamares, dado que isso pode ser visto por meio das rampas de colúvio de textura grosseira na baixa e na alta encosta (SAADI & VALADÃO, 1987; VIEIRA *et al.*, 2002; VAZ *et al.*, 2010).

A análise dos materiais na mais alta vertente indicou uma dissecação da rede hidrográfica mais recentemente, fazendo com que esse material fosse exposto (SAADI & VALADÃO, 1987). Tendo em vista esta dinâmica, isto demonstraria que houve uma mudança no nível de base na região de Gouveia por demarcação de uma nova linha de talvegue local e inauguração de uma nova vertente, (SALGADO & VALADÃO, 2003; CARVALHO, 2019). Atualmente, a dinâmica citada resultou no encaixamento da rede de drenagem, mudanças altimétricas nas vertentes e um material aluvial em proximidade ao córrego Pereira (SAADI & VALADÃO, 1987). No entanto, essa mudança da paisagem só é possível ser compreendida a partir das mudanças fluviais no Quaternário da bacia do rio Paraúna, que demonstram o rebaixamento local das vertentes e regional no Ribeirão da Areia e do Chiqueiro (CARVALHO, 2019; CARVALHO & JÚNIOR, 2021; CARVALHO & JÚNIOR, 2022).

A voçoroca seria um indicativo de desajuste efêmero e instabilidade geomorfológica, com a incisão aprofundada por parte ação da erosão pluvial. A erosão regressiva serviu para ajustar a paisagem frente aos movimentos de massa contínuos. O rebaixamento do nível de base inicia um novo padrão fluvial, com reconfigurações nas encostas regionalmente. A ocorrência temporal da mudança do nível de base e dos movimentos de massa em tempos distintos demonstra a necessidade da ocorrência das atividades sequenciais para ajustar a paisagem enquanto um todo. Isso também é objeto de entendimento a partir da Teoria do Equilíbrio Dinâmico.

Área 3 - 630.730,5 (x); 7.942.009,8 (y). No vale do Ribeirão da Areia, percebe-se um meandro abandonado (um curso d'água que integrava o fluxo antigo), tornando-se atualmente uma planície de inundação a partir das mudanças dos níveis de base do

Quaternário. O que se percebe é algo semelhante a um *oxbow swamp*, isto é, um meandro abandonado que contém paleocanais ainda do antigo canal (Figura 9). Não são incomuns os meandros abandonados no Rio Paraúna, cujo Ribeirão do Chiqueiro e da Areia desaguam e fazem confluência.

Figura 9 - Meandro abandonado no vale do Ribeirão da Areia (Gouveia/MG)



Fonte: *Google Earth*, 2024; Elaboração: Autor, 2024

Em tese, sedimentos de granulação mais fina são depositados a partir de carga suspensa, comumente, em canais abandonados e planícies de inundação. Já sedimentos mais grossos são depositados, a partir do leito, em locais onde a tensão de cisalhamento do leito é maior. No local de observação, percebe-se planícies fluviais de grande extensão e planícies fluviolacustre, sendo caracterizadas por barras em pontal (Figura 10) (GOUDIE, 2004; IBGE, 2009). O curso d'água principal apresenta saltitação e carga de leito (vazante) em suspensão. Paleocanais fluviais, como esse que foi visto em campo (Figura 9), mostram avulsões fluviais, o que tem como consequência paleomeandros, no qual são formados os conhecidos conceitualmente *oxbow swamp*, como se apresenta no mapeamento de Isola *et al.* (2017). Estes ocorrem comumente em antigos e longos canais meandantes.

Os sedimentos que compõem a planície de inundação são principalmente as

aluviões, que, por sua vez, são advindos do fluxo fonte geralmente. As acreções menores de sedimentos eólicos ou de colúvio das paredes dos vales são materiais encontrados nessas áreas. Nos períodos de inundações, o volume do canal é aumentado, incluindo as planícies de inundação da área, a fim de acomodar a descarga (que foi aumentada). Já a planície de inundação ativada, atinge a área de inundação topográfica, que abrangeria todo o fundo do vale e inclui partes de planícies aluviais na forma de terraços fluviais. Após sucessivas inundações, é gerada a deposição às margens dos canais. As inundações elevam as superfícies acima do canal principal, desse modo, os depósitos tendem ao grau de partículas relativamente grossas de baixo para cima para tamanhos mais finos (GOUDIE, 2004; IBGE, 2009).

Figura 10 - Barra em pontal, leito menor e o curso d'água (leito vazante)



Fonte: autor, 03/05/2024

Segundo Bueno *et al.* (1997), em terraços do Espinhaço Meridional, níveis inferiores do tipo várzea que têm sua base inferior à cota média da lâmina d'água apresentam fácies orgânicas de meandro abandonado. Os níveis superiores desconfigurados de suas

características originais estão contidos em níveis de terraços e no nível de várzea.

Boa parte dos materiais são arenosos e areno-argilosos (finos e antigos). Nos vales regionais do rio Paraúna, os meandros abandonados são indicativos de meandramento de canais. Os segmentos possuem muitas barras de pontal/laterais e há barras de canal, em geral, com materiais arenosos, o que hipoteticamente daria indícios de alterações no padrão hidrossedimentológico (Figura 10). Nas áreas de vale, de forma geral, na proximidade entre o Ribeirão da Areia com o do Chiqueiro, os depósitos sedimentares fluviais cenozoicos estão contidos às margens do curso d'água. O leito fluvial é do tipo aluvial nessa região, prevalentemente (CARVALHO, 2019).

As estratificações cruzadas encontradas localmente dão indicativos de ondulações por correntes, como se encontra na atual planície de inundação observável, que já fez parte dos antigos canais no Ribeirão da Areia. São, naturalmente, relevantes para os estudos de paleocanais e reconstituição paleogeográfica (Figura 11).

Figura 11 - Estratigrafia cruzada em planícies de inundação, que já integraram o canal



Fonte: autor, 03/05/2024

Os paleocanais, que hoje estão abandonados, remontam a épocas pretéritas. No entanto, todas essas observações em campo só foram possíveis serem compreendidas ao remeter ao Pleistoceno e ao Holoceno (novamente ao Quaternário). A bacia do rio Paraúna

foi rebaixado e houve elevação dos níveis de base locais e os da região - como dito anteriormente (CARVALHO, 2019; CARVALHO & JÚNIOR, 2021; CARVALHO & JÚNIOR, 2022).

Planícies de inundação, terraços fluviais e meandro abandonado são evidências robustas de mudanças conjuntas e ajustadas para a melhor mobilidade fluvial na calha do rio. A deposição de aluviões em meio a sedimentos variados que foram desprendidos de outras sub-bacias fez com que novos materiais fossem acrescentados à paisagem junto às areias finas. As estratificações cruzadas e a presença de ondulações por correntes revelam que, mesmo em escala menor, o sistema está em constante adaptação para equilibrar fluxo e deposição. Outro ponto no qual a Teoria do Equilíbrio Dinâmico encontra embasamento.

Em síntese, ao fazer as interpretações em campo, utilizou-se das compreensões geológicas regionais, da evolução dos relevos, da dinâmica hidrogeomorfológica e da natureza dos materiais encontrados. Com isso, percebeu-se que recorrer à reconstituição dos eventos ao longo termo, a fim de se tornarem mais compreensíveis as ocorrências atuais e a forma como a paisagem está modelada, torna-se fundante.

Em relação às mecânicas de fraturamento e caracterização das rochas afloradas que concentram minerais, em meio aos relevos de inclinação suave, foi necessário compreender as movimentações das zonas de cisalhamento. A cinemática dos movimentos, a deformação dos quartzitos, a forma como estão alocadas as famílias de descontinuidades só foram mais bem interpretadas quando remetido ao Proterozoico e ao Arqueano, tempos profundos e que são do quadro geomorfológico em macroescala.

Além das condições de suscetibilidade de movimento de massa rápidas atuais e a compreensão de como as aluviões de granulometrias diversos foram depositados no *knickpoint*, assim como o papel da erosão regressiva em encostas, foi necessário compreender a mudança no nível de base somada à incisão iniciada na (atual) vertente, ainda que em tempos distintos, fazendo o processo de voçorocamento. Estes eventos seriam correspondentes ao Quaternário. Dessa forma, ainda que sejam tempos recentes, remontam à inauguração dos novos vales e encaixe da rede de drenagem em dinâmica de vertente.

Ao tratar de paleocanais e a paleohidrologia, que atualmente são meandros abandonados em meio aos vales, a abordagem da evolução da paisagem juntamente à

geomorfologia fluvial faz com que a compreensão durante o Pleistoceno e o Holoceno (Quaternário), na escala da região ao longo do Espinhaço, seja de suma importância. Ainda sendo tempos mais recentes, esses eventos não deixam de tratar da evolução paisagística da região, dando ensejo a estudos de neotectônica.

Assim, as discussões demonstram que, para o trabalho geomorfológico o qual deseja compreender a dinâmica contida na geomorfologia, torna-se, sobretudo, importante a reconstituição regional em tempos recentes (Quaternário) ou mais pretéritos (Proterozoico e Arqueano), a partir dos estudos no Espinhaço. Ao tratar de três observações *in locu* e em microescala (cartograficamente), que se referem a distintos materiais (os sedimentos, os solos e as rochas vistas em campo), processos (voçorocamento, cisalhamento, meandramento, fraturamento) e formas (convexidades, depressões e vales encaixados), as rochas naturalmente foram tratadas a partir do longo termo, já o modelamento da paisagem, na perspectiva hidrogeomorfológica, remonta a tempos mais recentes - ainda que o longo termo seja importante para tratar da origem de canais escavados e encaixados. Em suma, para compreender as origens dos processos de dinâmica localmente e em escalas de detalhamento, abordar os fatores das gêneses regionais são diferenciais para fazer a hipotetização e as primeiras aproximações referentes às áreas de estudo, assim como procedeu King (1956) na compreensão do Espinhaço, isto é, por meio da interpretação em campo a partir da reconstituição geomorfológica em macroescala.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As observações de King (1956), quanto ao relevo e as disposições litológicas, foram conduzidas a partir do éon Fanerozoico. Ao utilizar como procedimento a interpretação em campo por mais de 2 meses e com uso de barômetro aneróide, boa parte das explicações remontam que no Cenozoico ocorrera o aplainamento generalizado do ciclo Sul-Americano, no qual os formatos do lineamento fundamental foram modelados pelo ciclo erosivo. No Mesozoico, a ação do mesmo ciclo erosivo no "Pós-Gondwana" resultou em cortes de vales e planícies regionais, junto ao soerguimento da massa continental. Saadi e Valadão (1987b) indicam controle tectônico no Pós-Cretáceo. Além disto, estes constataram que topos acima de 1.300m encontram-se preservados do Pós-Gondwana, ratificando King quanto à preservação de formas (relevos residuais).

No Neógeno, ocorreria a escavação da bacia e maiores mudanças fluviais durante o Quaternário. A orogênese do cinturão Oeste Congolês (750-500 Ma) causou uma forte reativação do Sistema Espinhaço, com as unidades dos grupos Macaúbas e Bambuí - sendo sobrepostas por sequências do Supergrupo Espinhaço. Conjuntamente, a subducção a oeste da placa oceânica da bacia do Congo Ocidental sob a borda sudeste do cráton São Francisco foi entendida por observação das rochas graníticas e plútons nas partes orientais do Cinturão Araçuaí e do Supergrupo Espinhaço Meridional, assim como o evento térmico do Brasileiro - como demonstram as rochas metamórficas e graníticas na porção oriental deste cráton (ALMEIDA-ABREU, 1995).

Ademais, a morfologia das porções superiores dos planaltos é caracterizada por relíquias de superfícies de aplainamento, sendo que no Pleistoceno os vales registraram a formação de vários terraços escalonados. Há encostas cobertas por finas camadas coluvionares, durante o Pleistoceno Superior. As atuais fisiografias vistas na Serra do Espinhaço retratariam o Mioceno, o que está relacionado à estabilidade tectônica (recente) (SAADI, 1995). Ainda no Plioceno, os eventos tectônicos de forte compressão foram reativando as principais falhas de empurrão do pré-cambriano, dando ensejo a estudos de neotectonia, como o de Carvalho (2019).

Portanto, os trabalhos de geomorfologia dinâmica que se ocupam em trabalhar a disposição das rochas frente ao relevo, os movimentos de massa e a caracterização hidrológica regional têm como suporte os trabalhos da gênese e da megageomorfologia, como procedeu tradicionalmente King (1956) em suas primeiras abordagens em síntese. A gênese regional do éon Fanerozoico tem relevância para explicar processos dinâmicos atuais, ainda que para remontar a tempos recentes do Quaternário ao remeter aos estudos de geomorfologia fluvial, neotectonia e modelamento do relevo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geociência, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Agradeço também pela condução do trabalho de campo por parte do prof. Dr. Roberto Célio Valadão (UFMG) e pelas colaborações do Leandro Silva dos Santos Amaral, mestre em Geologia Regional (UFMG).

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, v. 18, p. 1-23, 1969. Disponível em: https://biblio.fflch.usp.br/AbSaber_AN_2164075_UmConceitoDeGeomorfologiaAServicoDasPesquisas.pdf. Acesso em: 10 maio 2024.
- ALKMIM, F. F. A Serra do Espinhaço e a Chapada Diamantina. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; BARTORELLI, A.; DE ALMEIDA, F. F. M. (Org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, v. 1, p. 236-244, 2012.
- ALMEIDA-ABREU, P. A. O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais): o Rifte, a Bacia e o Orógeno. **Geonomos**, v. 3, n. 1, p. 1-18, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v3i1.211>. Acesso em: 15 maio 2024.
- ALMEIDA-ABREU, P. A.; FERNANDES, P. C. O.; KNAUER, L. G.; HARTMANN, M. B.; DONATO, M. T. R.; SCHORSCHER, H. D. Elementos da zona de cisalhamento dúctil da Borda Oriental da Serra do Espinhaço, Minas Gerais. In: **Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia, Goiânia**, Goiás, v. 3, p. 1219-1225, 1986.
- ARANHA, P. R. A.; PENA, R. M.; KNAUER, L. G. Mapeamento geológico da região de Gouveia/MG com auxílio de métodos geofísicos. **Geonomos**, v.18 n. 1, p. 1-12, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v18i1.62>. Acesso em: 15 maio 2024.
- AUGUSTIN, C. H. R. R.; FONSECA, B. M.; ROCHA, L. C. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. **Geonomos**, v.19, n.2, p. 50-69, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v19i2.41>. Acesso em: 16 maio 2024.
- AUGUSTIN, C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A. A Ocorrência de voçorocas em Gouveia, MG: características e processos associados. **Geonomos**, v. 14, n.1, 2, p.75-86, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v14i2.112>. Acesso em: 16 maio 2024. (a)
- AUGUSTIN, C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A. Piping em área de Voçorocamento, Noroeste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 7, nº 1, p. 9-18, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v7i1.56>. Acesso em: 16 maio 2024. (b)
- AUGUSTIN, C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A.; COE, H. H. G. Distribuição espacial das voçorocas em Gouveia - MG: fatores associados. **Revista Geonorte**, v.1, n.4, p. 634-647, 2012. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1862>. Acesso em: 16 maio 2024.
- BARROS, P. H. C. A.; VALADÃO, R. C. Aquisição e Produção do Conhecimento em Geomorfologia: a investigação geomorfológica e seus conceitos fundantes. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 22, n. 2, p. 416-436, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2018.123896>. Acesso em: 04 abr. 2024.

BUENO, G. T.; TRINDADE, E. S.; JÚNIOR, A. P. M. Paleociclos Depositionais e a Moderna Dinâmica Fluvial do Ribeirão do Chiqueiro - Depressão de Gouveia/Espinhaço Meridional - MG. **Geonomos**, v. 5, n. 2, p. 15-19, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v5i2.177>. Acesso em: 10 maio 2024.

CARVALHO, A. **O papel dos processos fluviais na evolução do modelado do relevo na bacia do rio Paraúna, Serra do Espinhaço Meridional - MG**. 2019. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais.

CARVALHO, A; JÚNIOR, A. P. M. Sequências deposicionais fluviais e evolução geomorfológica da bacia do Rio Paraúna - Serra do Espinhaço Meridional, Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 22, nº 4, p. 769-792, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v22i4.1878>. Acesso em: 02 jun. 2024.

CARVALHO, A; JÚNIOR, A. P. M. Fluvial archives as records of the late quaternary landscape evolution in the southeastern Brazilian highlands. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 116, p. 1-22, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.103829>. Acesso em: 02 jun. 2024.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2ª edição, 1980 [2012].

CRUZ, S. C. P.; ALKMIM, F. F.; LAGOEIRO, L. E. Zona de cisalhamento do núcleo do Anticlinatório de Gouveia, Cordilheira do Espinhaço, MG: geometria, cinemática e processos deformacionais. **Revista Brasileira de Geociências**, v.35, n.4, p.441-452, 2005.

DAVIS, G.H.; REYNOLDS, S.J. **Structural Geology of Rocks and Regions (second edition)**. John Wiley & Sons, Inc, p.316, 1996.

DE ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, v.7, p. 349-364, 1977.

FIERZ, M. M. A teoria do equilíbrio dinâmico em geomor-fologia. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 3, p. 605-629, 2016

FOSSEN, H. **Structural Geology**. Cambridge University Press, Cambridge, p 463, 2010.

GILBERT, G. K. **Report on the geology of the Henry Mountains**. Washington: Government Printing Office, 1877.

GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of Geomorphology, Volume 1 A–I**. London: Routledge, 240, 2004.

GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

- HACK, J. T. Dynamic equilibrium and landscape evolution. In: MELHORN, W. N.; FLEMAL, R. C. (Ed.). **Theories of landform development**. London: Allen & Unwin, p. 87-102, 1975.
- HACK, J. T. **Interpretation of erosional topography in humid temperate regions**. American Journal of Science, Bradley, v. 258, p. 80-97, 1960.
- HASUI, Y. Sistema orogênico Mantiqueira. IN: HASUI, Y., CARNEIRO, C. D. R., ALMEIDA, F. F. M., BARTORELLI, A. **Geologia do Brasil**. São Paulo, Beca Editora, p.331-374, 2012.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil, escala 1:250.000 (2023)**. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/>. Acesso em: 19 maio de 2024.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 182 p., 2ª ed., 2009.
- ISOLA, I.; BINI, M.; RIBOLINI, A.; ZANCHETTA, G.; D'AGATA, A. L. Geomorphology of the Ceyhan River lower plain (Adana Region, Turkey). **Journal of Maps**, v. 13, n. 2, p. 147-155, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17445647.2016.1274684>. Acesso em: 04 jun. 2024.
- KING, L. C. A geomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.
- LEITE, A. F. Análise teórico-filosófica dos modelos de evolução da paisagem: tendências passadas e atuais. **Revista Geográfica de América Central**, EGAL, 2011- Costa Rica, II Semestre 2011, pp. 1-17, 2011.
- LIMA, O. N. B.; VALADÃO, R. C. Evolução da frente de intemperismo do Complexo Gouveia, Serra do Espinhaço Meridional - MG. In: **IV Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2002, São Luís do Maranhão. Anais do IV Simpósio Nacional de Geomorfologia**, v. 1. p. 1-7, 2002.
- LIMA, C. C. U.; NOLASCO, M. C. Chapada Diamantina: A Remarkable Landscape Dominated by Mountains and Plateaus. In: VIEIRA, B. C.; SALGADO, A. A. R.; SANTOS, L. J. C (eds.). **Landscapes and Landforms of Brazil**. London: Springer, p. 211-220, 2015.
- SAADI, A. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. **Geonomos**, v. 3, n. 1, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v3i1.215>. Acesso em: 22 maio 2024.
- SAADI, A. Modelos morfogenéticos e tectônica global: reflexões conciliatórias. **Geonomos**, v. 6, n. 2, p. 55-63, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v6i2.170>. Acesso em: 10 de maio 2024.

SAADI, A.; VALADÃO, R. C. Evolução Morfodinâmica Quaternária da Região de Gouveia, Serra do Espinhaço - MG. In: **Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 4., 1987, Belo Horizonte/MG. Anais... Belo Horizonte/MG: Sociedade Brasileira de Geologia – SBG, Núcleo Minas Gerais, p.434-448, 1987. (a)**

SAADI, A.; VALADÃO, R. C. O Cenozóico da porção mediana-central do Espinhaço Meridional – 1ª Síntese. In: **Congresso da ABEQUA – Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1., 1987, Porto Alegre/RS. Anais... Porto Alegre/RS: UFRGS/ABEQUA, p.393-407, 1987. (b)**

SALGADO, A. A. R.; VALADÃO, R. C. Fatores controladores dos processos desnudacionais geoquímicos no Espinhaço Meridional (Depressão de Gouveia, MG). **Geonomos**, v.13 n. 1, e2, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v13i1e2.135>. Acesso em: 15 maio 2024.

SCHOBENHAUS, C.; BRITO-NEVES, B. B. A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (eds.). IN: **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Brasília, p. 5-54, 2003.

SILVA, M. C. R.; CHAVES, M. L. S. C.; ANDRADE, K. W. Clastos de Formação Ferrífera Bandada no Conglomerado Diamantífero Sopa em Extração (Diamantina, MG). **Geociências**, v. 34, n. 2, p. 153-168, 2015. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/10106>. Acesso em: 19 maio 2024.

VAZ, C. L.; BARROS, P. H.; CERQUEIRA, R. T. Identificação e Descrição de Terraços Fluviais na Porção Média Baixa do Córrego Dos Pereiras – Gouveia/MG. In: **VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2010, Recife. VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia Sensitividade de Paisagens: a geomorfologia no contexto das mudanças ambientais globais**, p. 1-12, 2010.

VIEIRA, E. F. C.; SILVA, L. A.; SANTOS, N. A. P.; VALADÃO, R. C. Cartografia geomorfológica e processos de voçorocamento. In: **V Simpósio Nacional de Geomorfologia I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia FSM - RS, 02 a 07 de Agosto de 2004**.

ZALÁN, P. V.; SILVA, P. C. R. Bacia do São Francisco. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 15, n. 2, p. 561-571, 2007.