

Influência dos fatores geológicos, geomorfológicos e fisiográficos, na dinâmica fluvial do alto curso do Rio Jequitinhonha no segmento entre Diamantina e Couto Magalhães de Minas – Minas Gerais/Brasil

Influence of geological, geomorphological and physiographic factors on the fluvial dynamics of the upper course of the Jequitinhonha River in the segment between Diamantina and Couto de Magalhães - Minas Gerais/Brazil

Influencia de los factores geológicos, geomorfológicos y fisiográficos en la dinámica fluvial del curso alto del río Jequitinhonha en el segmento entre Diamantina y Couto de Magalhães de Minas - Minas Gerais/Brasil

Bruno Teles de Souza  

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Diamantina (MG), Brasil
brteles@gmail.com

Hernando Baggio  

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Diamantina (MG), Brasil
hbaggio@ufvjm.edu.br

Bárbara Thaíssa da Silva Barros  

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Diamantina (MG), Brasil
barbara.barros@ufvjm.edu.gov.br

Resumo

A Serra do Espinhaço Meridional é composta essencialmente por litologias do Supergrupo Espinhaço, formado principalmente por rochas quartzíticas, filíticas e conglomeráticas, com predominância absoluta dos quartzitos. Essa formação constitui uma cobertura rígida



densamente fraturada e cisalhada. A Serra do Espinhaço é compartimentada em duas unidades geomorfológicas: os planaltos, que se encontram muito bem individualizados e, a depressão, que se diferencia por uma zona deprimida de direção NW-SE. Na borda leste, encontra-se a bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha, rio este, de extrema relevância para região Nordeste do estado de Minas Gerais. Estudos abordando a geomorfologia fluvial são importantes e relevantes para entender como a dinâmica fluvial influencia o comportamento hidrológico do rio. Neste trabalho, analisaram-se os fatores fisiográficos do segmento fluvial do Rio Jequitinhonha, que abrange o município de Diamantina. As características fisiográficas ao longo deste segmento contribuem diretamente no seu comportamento fluvial. Características tais, como as feições geomorfológicas, aspectos geológicos e litológicos, característica climática, fitofisionomia vegetal, além, das atividades de mineração, tornam-se responsáveis por modificações na dinâmica fluvial.

Palavras-chave: Serra do Espinhaço Meridional. Rio Jequitinhonha. Geomorfologia Fluvial. Aspectos Fisiográficos.

Abstract

The Serra do Espinhaço Meridional is essentially composed of lithologies of the Espinhaço Supergroup, formed mainly by quartzitic, phylitic, conglomeratic rocks, with absolute predominance of quartzites, composing a densely fractured and sheared rigid cover. Serra do Espinhaço is compartmentalized into two geomorphological units: the plateaus, which are very well individualized, and the depression, which is distinguished by a depressed area in a NW-SE direction. Located on its eastern edge, is the hydrographic basin of the Jequitinhonha river, east river, of extreme relevance for the Northeast region of the state of Minas Gerais. Studies approaching fluvial geomorphology are important and relevant to understand how fluvial dynamics influence the hydrological behavior of the river. In this work, the physiographic factors of the fluvial segment of the Jequitinhonha river covering the municipality of Diamantina were analyzed. The physiographic characteristics along this segment directly contribute to its fluvial behavior. Characteristics such as geomorphological features, geological and lithological aspects, climatic characteristics, plant phytophysiology, in addition to mining activities, become responsible for changes in fluvial dynamics.

Keywords: Serra do Espinhaço Meridional. Jequitinhonha River. Fluvial Geomorphology. Physiographic Aspects.

Resumen

La Serra do Espinhaço Meridional está compuesta esencialmente por litologías del Supergrupo Espinhaço, formado principalmente por rocas cuarcíticas, filíticas, conglomeráticas, con predominio absoluto de cuarcitas, componiendo una cubierta rígida densamente fracturada y cortada. La Serra do Espinhaço está compartimentada en dos unidades geomorfológicas: las mesetas, que están muy bien individualizadas, y la depresión, que se distingue por un área deprimida en dirección NW-SE. Ubicada en su margen este, se encuentra la cuenca hidrográfica del Río Jequitinhonha, río del este, de extrema relevancia para la región Nordeste del estado de Minas Gerais. Los estudios que abordan la geomorfología fluvial son importantes y relevantes para comprender cómo la dinámica fluvial influye en el comportamiento hidrológico del río. En este trabajo se analizaron los factores fisiográficos del segmento fluvial del Río Jequitinhonha que cubre el municipio de Diamantina. Las características fisiográficas a lo largo de este segmento contribuyen directamente a su comportamiento fluvial. Características tales como rasgos geomorfológicos, aspectos geológicos y litológicos, características climáticas, fitofisionomía vegetal, además de las actividades mineras, se vuelven responsables de los cambios en la dinámica fluvial.

Palabras clave: Serra do Espinhaço Meridional. Río Jequitinhonha. Geomorfología Fluvial. Aspectos Fisiográficos.

Introdução

A dinâmica do escoamento do fluxo em canais fluviais proporciona atributos distintos relacionados aos processos fluviais, especialmente sob perspectivas morfológicas. Desempenha um papel importante na ação da água sobre os sedimentos do leito fluvial, incluindo transporte e deposição, além de contribuir para a modelagem da topografia do leito. Aspectos fisiográficos aliados às condições climáticas e meteorológicas são responsáveis pelo controle da morfogênese das vertentes (CHRISTOFOLETTI, 1980, 1981).

Parte da carga detrítica dos rios é resultante de processos erosivos provocados pela ação do fluxo de água sobre o leito, o fundo e as margens do canal fluvial. Todavia, outra parte desta carga provém da excisão detrítica das vertentes. Desde modo, o processo de transporte dos sedimentos é regido pelas condições hidrológicas que atuam diretamente no regime hídrico. Os aspectos hidrológicos que mais contribuem para gênese desse material intemperizado e seu transporte até os rios estão diretamente relacionados à quantidade e à distribuição das precipitações, às estruturas geológicas, litológicas e geomorfológicas, bem como à cobertura vegetal da bacia hidrográfica. Assim, o fluxo e o transporte dos sedimentos contribuem de forma atuante como resposta aos processos de equilíbrio do sistema fluvial. Nesse contexto, é extremamente importante interpretar a atuação do ambiente de sedimentação fluvial para compreender a evolução histórica da paisagem na escala geológica (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A Serra do Espinhaço é composta por um conjunto de terras altas com orientação N-S e convexidade voltada para oeste (SAADI, 1995). Sua porção meridional estende-se por cerca de 300 Km na direção N-S, começando no Quadrilátero Ferrífero e abrangendo os municípios de Serro, Diamantina até os limites de Olhos d'Água/ Bocaiuva. As regiões acima citadas estão inseridas em litologias do Supergrupo Espinhaço, sobretudo, rochas quartzíticas, filíticas, conglomeráticas e vulcânicas (ALMEIDA-ABREU, 1995). Nesse contexto, encontra-se o Rio Jequitinhonha, um importante rio brasileiro, cujas nascentes estão na Serra do Espinhaço Meridional.

Os processos geológicos nesse sistema fluvial atuam diretamente no intemperismo das rochas do Supergrupo Espinhaço, onde inicialmente encontram-se ouro e diamantes. O transporte desses minerais ocorre nos leitos fluviais, que são constituídos por rochas e apresentam um relevo com acentuada declividade, até

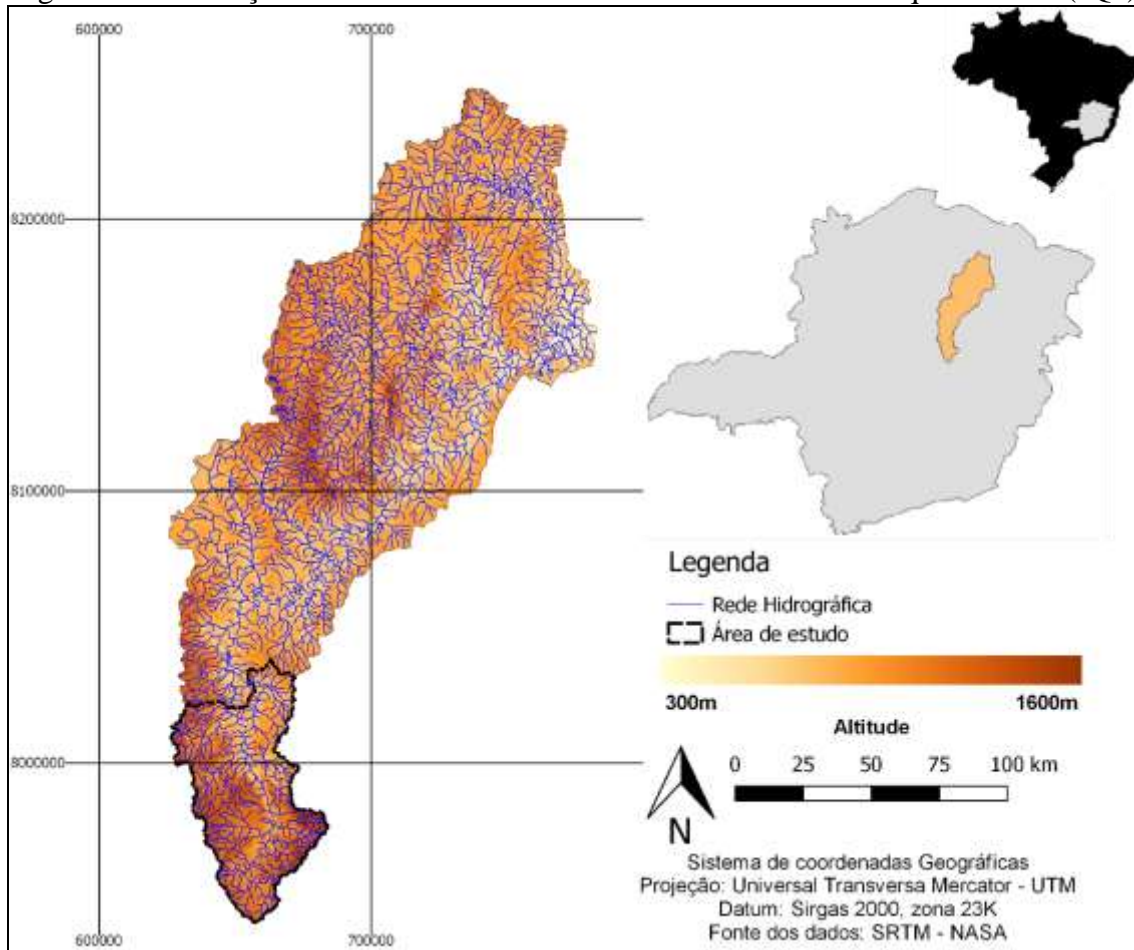
finalmente, esses minerais se depositarem nas áreas de menor desnível, como grandes depósitos de placers ricos em ouro e diamante. Considerando o contexto em que o Rio Jequitinhonha se encontra, propõe-se neste trabalho caracterizar a geomorfologia fluvial, discutir e compreender como o seu comportamento hidrodinâmico é controlado pelos fatores fisiográficos atuantes na bacia hidrográfica.

Localização e Características fisiográficas

Localização

O Rio Jequitinhonha, encontra-se localizado ao sul da região hidrográfica - Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) Alto Jequitinhonha - JQ1, como mostra a (Figura 1).

Figura 1: Localização da área de estudo dentro da UPGRH do Alto Jequitinhonha (JQ1)

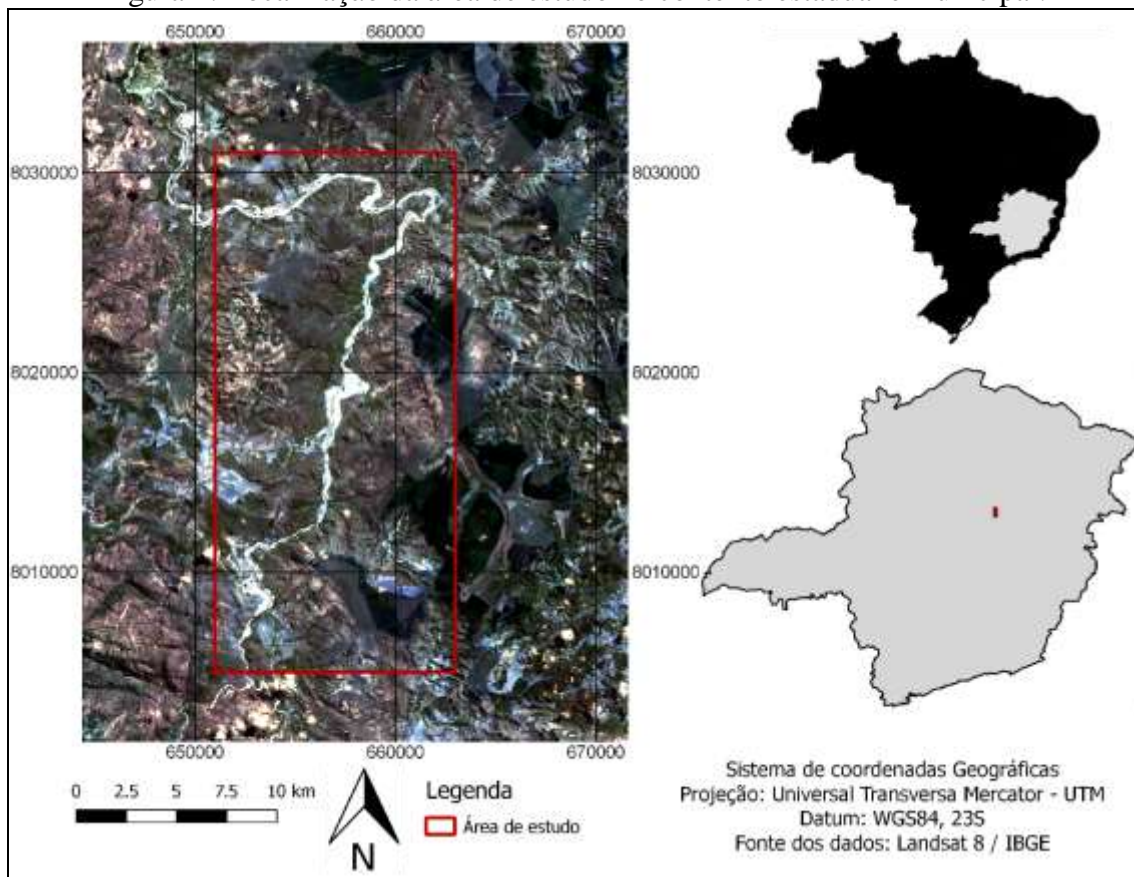


Fonte: SRTM – NASA. Org: Autores, 2019.

A área de contribuição da bacia abrange os seguintes municípios: Serro, Datas, Diamantina e Couto de Magalhães de Minas. A área de estudo encontra-se completamente inserida no município de Diamantina, onde o Rio Jequitinhonha é o divisor hidrográfico desses municípios. A principal via de acesso, saindo de Belo Horizonte é pela BR-040/BR-135 até o município de Caetanópolis, onde deverá seguir pela MG-231 e LMG-754 até o município de Curvelo. Em seguida, deverá continuar na BR-251 até o município de Diamantina, no sentido norte pela rodovia MGT-367 sentido Mendanha.

O segmento fluvial estudado encontra-se localizado no município de Diamantina, possuindo extensão de aproximadamente 33,5 km, localizado entre as latitudes: UTM: 8005000 a 8031000, e 651000 a 663000 - WGS84/23S, como mostra a (Figura 2).

Figura 2: Localização da área de estudo no contexto estadual e municipal.



Fonte: Landsat 8 / IBGE. Org: Autores, 2019.

Historicamente, desde o século XVII até os dias atuais, o Rio Jequitinhonha vem sofrendo com atividades de extração mineral, tanto pelo garimpo artesanal quanto por grandes empresas de mineração. Nesse contexto, as mudanças ambientais provocadas pela atividade antrópica relacionada à extração de ouro e diamante tornaram-se um problema na região, alterando o fluxo e modificando o leito do rio. Isso envolve a supressão da vegetação para a abertura de frentes de lavra e o depósito de uma grande quantidade de material remobilizado ao longo do segmento fluvial do curso d'água (Souza *et. al.*, 2023).

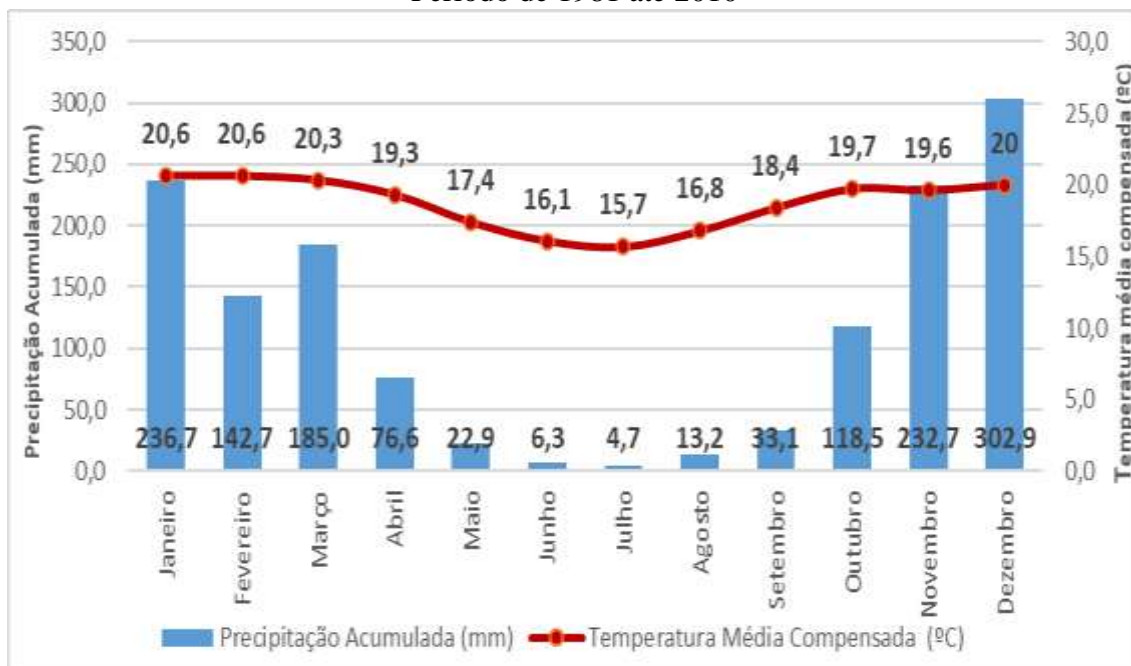
Aspectos Fisiográficos

Os aspectos fisiográficos podem afetar diretamente o comportamento dos sedimentos transportados pelos sistemas fluviais. Características como o tipo de relevo, clima, vegetação e geologia são responsáveis por gerar modificações em sua composição e deposição. Isso causa variações granulométricas que, por sua vez, influenciam o tipo de material detrítico encontrado no leito fluvial.

Clima

O clima característico da região é classificado como Cwb, mesotérmico, com duas estações bem definidas (Köppen-Geiger, 1928). Nessa região, a precipitação acumulada média anual é de 1375,3 mm, com temperatura de 18.7°C (Souza *et al.*, 2023). De acordo com a definição da Organização Meteorológica Mundial – OMM, normais são “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos”. (INMET, 2019, p.7). Ao analisar o gráfico de precipitações acumuladas, observa-se que os menores índices se encontram no mês de julho, caracterizando o auge do período seco. Por outro lado, no mês de dezembro, têm-se os maiores índices de precipitações registrados, definindo o período de cheias do Rio Jequitinhonha, como mostra a (Figura 3). (Souza *et al.*, 2023).

Figura 3: Dados da Normal Climatológica do Brasil, estação Diamantina – 83538.
Período de 1981 até 2010



Fonte: INMET, (2019). Org.: Autores, 2019.

Geologia

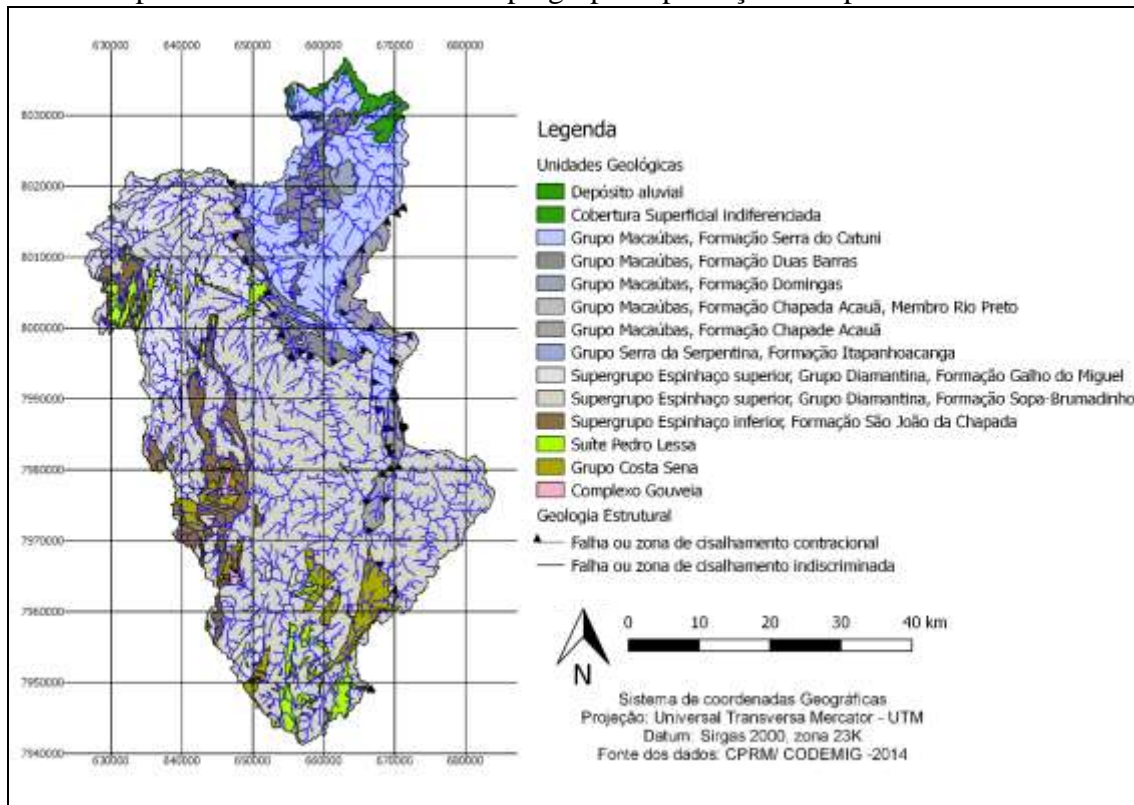
A Serra do Espinhaço representa a faixa Orogênica Pré-cambriana mais extensa e contínua do território brasileiro, estendendo-se por cerca de 1200 Km na direção N-S, desde a região de Belo Horizonte até os limites da Bahia com os estados de Pernambuco e Piauí (ALMEIDA-ABREU & RENGGER, 2002). A área de estudo está inserida no domínio da Faixa Araçuaí, que tem como principais unidades supracrustais o Supergrupo Espinhaço, de idade mesoproterozóica, e os Grupos Macaúbas e Bambuí, atribuídos ao Neoproterozóico (NOCE *et. al.*, 1997). A porção basal do Supergrupo Espinhaço se formou durante um evento de deformação decorrente de um rifteamento e posterior deposição, há cerca de 1,75 Ma. Posteriormente, estabeleceu-se a bacia Macaúbas, cujas rochas recobriram o batólito já aflorante (GROSSI-SAD *et. al.*, 1997). O Grupo Macaúbas consiste de material glacial ressedimentado e depositado como debris-flow subaquoso, além de ser composto por correntes de turbidez (metarritmitos turbidíticos). Este preencheu o rifte brasileiro, provavelmente durante o período de 900 a 700 Ma (UHLEIN *et. al.*, 1995). O fechamento da faixa Araçuaí ocorreu entre 660 Ma e prolongou-se até cerca de 550 Ma, durante o período Brasileiro (NOCE *et. al.*, 1997).

As nascentes do Rio Jequitinhonha estão inseridas diretamente em rochas da Formação Sopa-Brumadinho, onde predominam rochas metamórficas do tipo metaconglomerados. Na região de estudo, prevalece as rochas do Grupo Macaúbas, dividido em três Formações: Unidade Inferior - Formação Domingas: esta formação tem uma ocorrência geográfica restrita e é constituída por metassiltitos encerrando corpos lenticulares de metadolomitos estromatolíticos (UHLEIN *et. al.*, 1995).

Este pacote pelito-carbonático é recoberto pela Formação Duas Barras, que é composta por quartzitos mal selecionados e impuros, frequentemente microconglomeráticos, com estratificação cruzada acanalada, além de camadas de filitos; Unidade Superior - Formação Serra do Catuni: essa formação é constituída por metadiamicititos e intercalações subordinadas de quartzitos e filitos. Estes metadiamicititos não apresentam estratificação e possuem matriz quartzítica de granulação fina a média, com uma variedade de clastos em termos de composição, formas e dimensões. Essas características surgem uma deposição em ambiente glacial (NOCE *et. al.*, 1997).

O Rio Jequitinhonha, juntamente como o Rio Araçuaí, seriam responsáveis por uma vigorosa dissecação fluvial, que ocorre até a cota 700m, próximo à região de Couto Magalhães de Minas. Essa região é denominada por Saadi, (1995), como o “Rasgo Interplanáltico da Cordilheira do Espinhaço”, e está associada à redução da resiliência litológica dos litotipos do Grupo Macaúbas e falhamentos de direção NW-SE. A área de estudo, encontra-se em sua maior parte sobre as rochas do Grupo Macaúbas, que se estendem ao longo do flanco oriental do Anticlinório da Serra Mineira. No flanco ocidental, o Supergrupo Espinhaço encontra-se em contato direto com o Grupo Bambuí. O mapa geológico da área de contribuição da bacia pode ser visto na (Figura 4).

Figura 4: Mapa geológico confeccionado para a área de estudo. Observa-se o predomínio das rochas do Supergrupo Espinhaço e Grupo Macaúbas



Fonte: CPRM/CODEMIG, (2014). Org: Autores, 2019.

Geomorfologia

Em escala regional, a Serra do Espinhaço é subdivisível em três compartimentos geomórfológicos: os planaltos, que se encontram bem individualizados e a depressão, que se diferencia por uma zona deprimida de direção NW-SE, passando por Couto de Magalhães, ao norte de Diamantina. Esses compartimentos são denominados como Planaltos Meridional, Setentrional e a Depressão de Couto de Magalhães (SAADI, 1995). Nesta área, destacam-se vertentes íngremes/escarpadas e vales profundos. As configurações morfológicas das escarpas são bastante diversificadas, causadas principalmente por condicionantes lito-estruturais. Observa-se tanto uma muralha montanhosa imponente quanto um degrau escarpado mais degradado devido à ação diferencial dos processos tectônicos e erosivos (FERREIRA, 2011). A área da pesquisa está inserida em um setor do compartimento Planalto Meridional e uma parte no compartimento Depressão ou Rasgo Interplanáltico de Couto de Magalhães.

O Rio Jequitinhonha tem sua nascente localizada no Planalto de Diamantina (SAADI, 1995). Na sua porção superior os vales são profundos e estreitos, formando canyons entalhados nas rochas quartzíticas, com a largura dos aluviões raramente excedendo os 20 m. A partir da localidade de Mendanha, o rio entra em seu médio curso, desenvolvendo aluviões mais largos, muitas vezes com o flat alcançando 1.000 m de largura. Também é observada uma forte queda no gradiente do rio, com altitudes iniciais entre 1.200 a 1.500 m/alt - no alto curso, diminuindo para 700-600m no médio curso, (CHAVES & CHAMBEL, 2004).

Do ponto de vista geológico, a característica fundamental da Serra do Espinhaço Meridional é a predominância absoluta dos quartzitos, que em toda a extensão do compartimento formando uma cobertura rígida densamente fraturada e cisalhada. O planalto de Diamantina assume a função de ponto irradiador das drenagens dos rios São Francisco, Doce, Jequitinhonha e Araçuaí, confirmando seu caráter de teto orográfico regional. (SAADI, 1995).

Devido à influência da litologia sobre na geomorfologia e topografia, a área pode ser dividir em dois domínios principais: o domínio do Supergrupo Espinhaço e o domínio do Grupo Macaúbas. O domínio de rochas do Supergrupo Espinhaço está associado à presença de quartzitos e metaconglomerados, que ocupam as áreas mais elevadas e próximas às nascentes do Rio Jequitinhonha. Nas áreas rebaixadas estão associadas ao Grupo Macaúbas, onde são encontradas rochas metapelíticas, cujo contato erosivo pode ser observado junto à formação de uma planície aluvionar.

Nas regiões de menor elevação, podemos observar a depressão de Couto de Magalhães, que é o resultado de uma vigorosa dissecação fluvial que ocorreu até a cota de 700m, associado, ao alto curso dos rios Araçuaí e Jequitinhonha. O vigor da dissecação está associado à diminuição da resistência litológica, principalmente devido aos afloramentos de litotipos do Grupo Macaúbas, e aos falhamentos de direção NW-SE (SAADI, 1995). Essa diferença no relevo está associada à desnudação diferencial, que resulta da maior resistência dos quartzitos. A desnudação diferencial agrega os processos tanto mecânicos quanto geoquímicos na interpretação da gênese e evolução do modelo continental (SALGADO & VALADÃO, 2003).

As feições morfológicas também podem ser divididas em duas grandes classes, sendo elas classificadas como de agradação ou degradação (KING, 1956). A primeira

classe compreende os locais onde ocorre a deposição de sedimentos, como os depósitos de aluvião. A segunda classe pode ser observada em áreas onde ocorre a erosão ou os ciclos de desnudação, envolvendo a remoção de uma fase anterior de um ciclo de deposição. De modo geral, as chapadas e planaltos dissecados de Minas Gerais compõem áreas com o predomínio dos processos de degradação (KING, 1956; AUGUSTIN *et. al.*, 2011). Porém, ao entrar no domínio litológico do Grupo Macaúbas, é possível observar grandes acumulações detríticas coluvionais, que datam do Terciário-Quaternário e são identificadas como superfícies de aplainamento (NOCE & FOGAÇA, 1996; AUGUSTIN *et. al.*, 2011). Embora, diversos processos associados à dissecação fluvial pelo Rio Jequitinhonha e seus afluentes ocorram, essa área se caracteriza como uma zona de agradação, associado ao acúmulo e deposição de sedimentos.

Vegetação

A área de estudo está localizada nos domínios do bioma Cerrado. Nessa região, o tipo de clima e os solos favorecem o desenvolvimento de uma flora típica. Na extremidade ocidental da bacia do Jequitinhonha, a vegetação é composta de campos rupestres e vegetação de altitude, com ocorrências de florestas estacionais decíduais nos fundos de vale (FERREIRA, 2011).

A ocorrência dos Campos Rupestres geralmente está associada a altitudes acima de 900 metros. Na extremidade ocidental da bacia, ao norte da Depressão de Couto de Magalhães, encontramos uma série de ecossistemas, incluindo florestas estacionais semi-decíduais, campos de altitude e campos rupestres e cerrados. Já nas vertentes, são encontradas as florestas estacionárias semi-decíduais (MENDONÇA FILHO, 2005).

O estado de Minas Gerais está situado no domínio morfoclimático do Cerrado. Sua vegetação é sustentada por solos arenosos e pedregosos, podendo ocorrer diretamente sobre as rochas. A flora é composta por comunidades vegetais que variam segundo a topografia local, ângulo de declividade, influências microclimáticas e natureza do substrato (COSTA, 2005). Nas vertentes de córregos e rios, são comumente encontradas as florestas estacionárias semi-decíduais, as quais estão condicionadas pela dupla estacionalidade climática, com período de intensas chuvas no verão seguidas por estiagens acentuadas. (MENDONÇA FILHO, 2005).

Os dados gerados pelo levantamento do IBGE no ano base de 2016 para a região estudada permitiram observar uma maior concentração de áreas classificadas como vegetação campestre. Nas áreas de menor altitude, é facilmente observado vegetação florestal ao longo das margens dos leitos fluviais.

Etapas, Materiais, Métodos e Técnicas

O escopo deste trabalho encontra-se fragmentado em etapas: Revisão Bibliográfica, Etapa de Gabinete, Caracterização Fisiográfica.

Revisão Bibliográfica

Nesta etapa, foi realizada uma revisão bibliográfica e cartográfica sobre a área, com estas informações, foi possível definir os métodos e a escolha dos procedimentos a serem utilizados.

Características Fisiográficas

A caracterização fisiográfica da área foi executada em duas campanhas de campo: no período da estiagem e no período úmido, facilitando dessa forma, a descrição e compreensão da dinâmica fluvial do Rio Jequitinhonha, associando a suas feições morfológicas. Para interpretar os dados obtidos, buscou-se analisar as condições geológicas, geomorfológicas, climáticas e hídricas da região.

Os dados geológicos foram adquiridos no formato de arquivo shape em escala de 1:1.000.000, do mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, o qual é parte do PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL. Este projeto foi executado pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil em parceria com a CODEMIG – Companhia de Desenvolvimento Econômico do Estado de Minas Gerais no ano de 2014.

O modelo digital de elevação permitiu realizar a definição da área de contribuição e delimitação da bacia, análises topográficas, extração das drenagens e a hierarquização da bacia hidrográfica. Para a realização deste, foram utilizadas imagens ASTER da NASA com resolução espacial de 30 metros. Os produtos e dados ASTER L1B foram obtidos na central de dados on-line, por cortesia do Centro de Distribuição

de Arquivos Processados em Terra da NASA (LP DAAC), USGS/Earth Fontes de observação e ciência (EROS) Sioux Falls, South Dakota do Sul.

Os dados hidrográficos foram compilados da base cartográfica do IBGE, na escala de 1:250.000, em formato de arquivo tipo shape em sua versão 2015. Estes dados permitiram definir os principais rios e contribuintes presentes na área. Para essa análise preliminar, todo o suporte foi realizado através do Software Google Earth Pro versão 7.1 e o software livre Quantum Gis 2.18 (QGIS 2.18).

Etapa de Gabinete

Em gabinete, foram tabulados os dados coletados em campo, confeccionados os mapas e, discutido os resultados.

Resultados e Discussões

Hierarquia Fluvial e Assimetria da Bacia

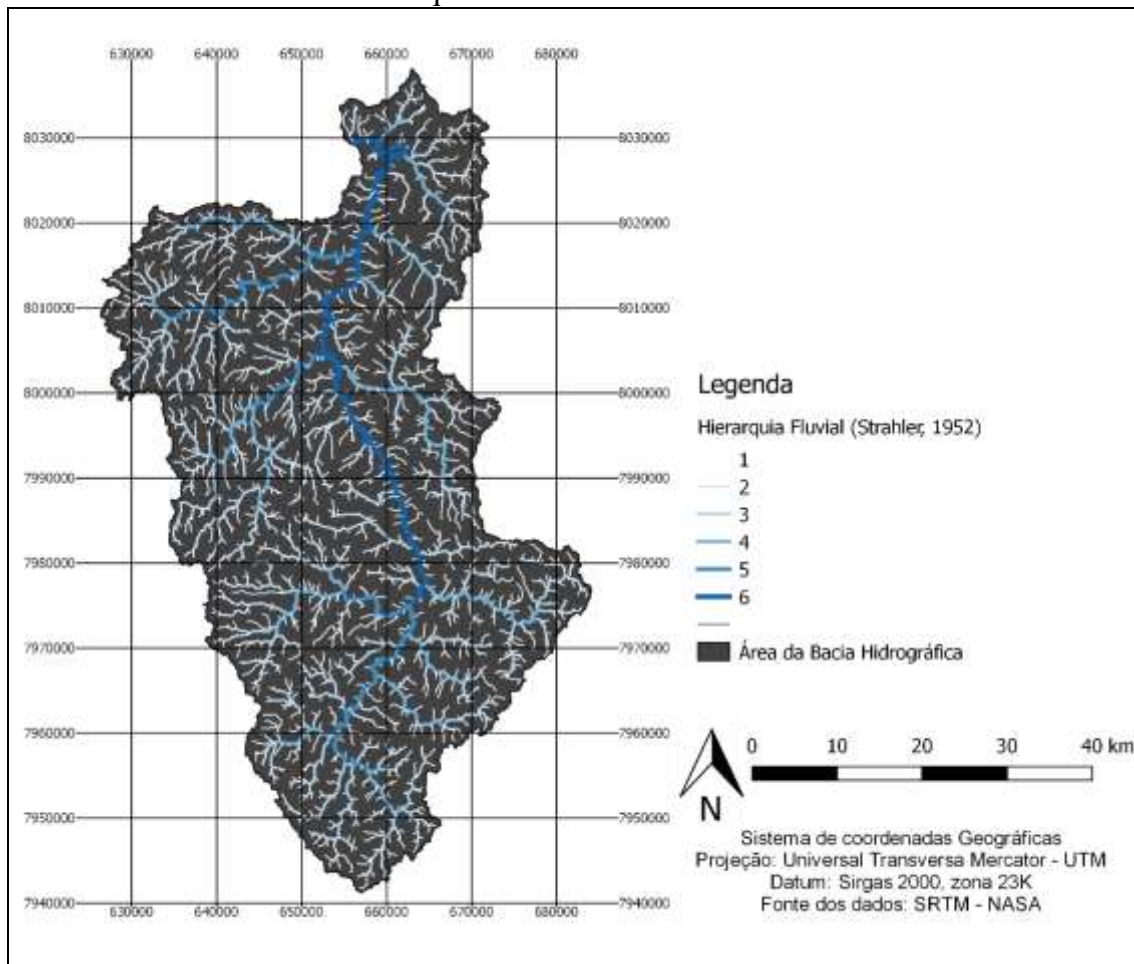
A classificação da ordem de drenagem é um importante procedimento para a análise de bacias hidrográficas. Esse processo estabelece a classificação de determinado curso da água, ou de água drenada que lhe pertence, no conjunto total da bacia hidrográfica, na qual se encontra. Essa classificação tem como função facilitar e tornar mais objetivos os estudos morfométricos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A classificação da ordem de drenagem mostra que toda a rede de canais, incluindo todas as linhas de fluxo intermitentes e permanentes localizados em vales claramente definidos, até os menores tributários, serão classificados como de 1ª ordem. Quando dois canais de primeira ordem se encontram, formam um seguimento de 2ª ordem. Deste modo, quando dois canais de 2ª ordem se unem, é criado um canal de 3ª ordem, e assim sucessivamente. O seguimento fluvial onde será direcionada toda a descarga de água e sedimento será o seguimento de maior ordem. O número de ordem está associado proporcionalmente às dimensões da bacia, ao tamanho dos canais e ao fluxo de descarga no local do sistema (STRAHLER, 1957).

No segmento analisado, o Rio Jequitinhonha foi classificado como um rio de sexta ordem. Fonseca e Augustin (2014) classificaram que esta mesma porção do Alto

Jequitinhonha apresenta eixos principais de drenagem dispostos de sul para norte e índices de circularidade com forte tendência ao alongamento. Além disso, a classificação das drenagens também pode ser elaborada a partir do estudo de sua forma observada por imagens de satélite.

Figura 5: O mapa apresenta a hierarquia fluvial, estruturada para a bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha na área de estudo



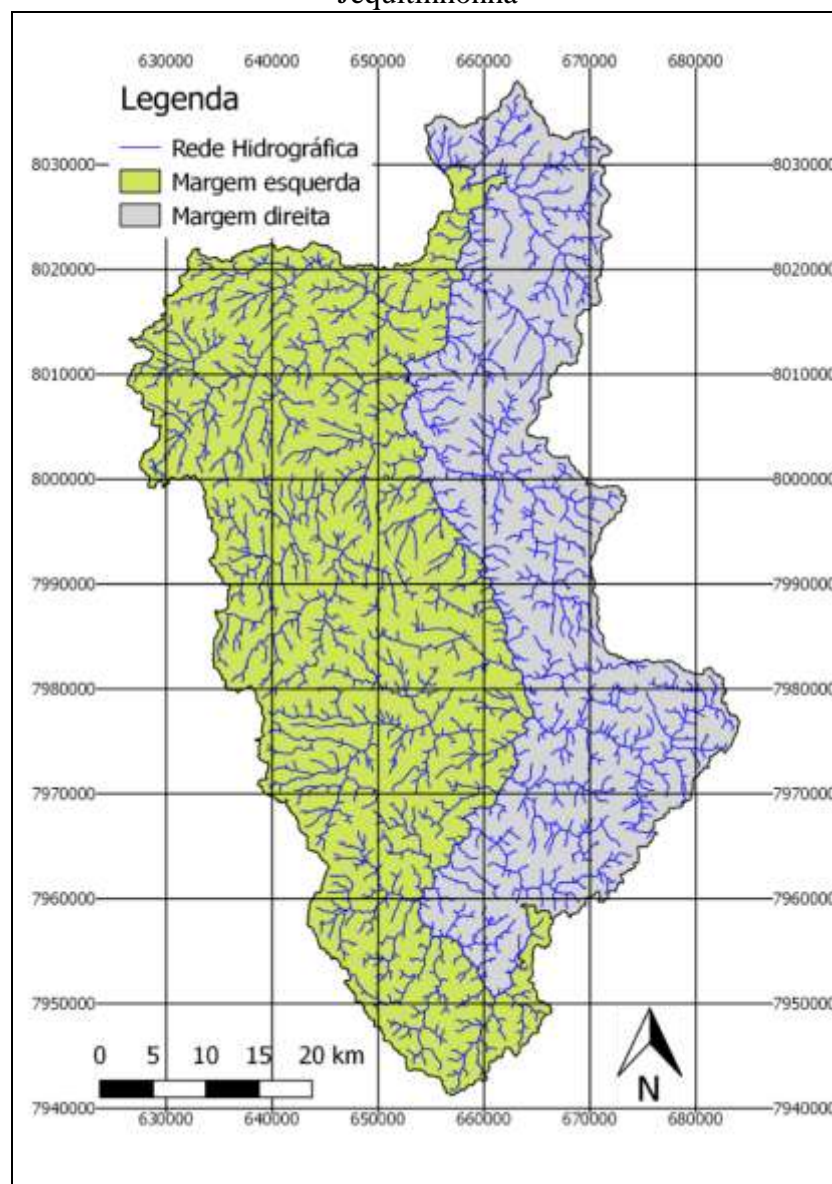
Fonte: SRTM – NASA. Org: Autores, 2019.

A geometria das redes de fluxo pode ser descrita de diversas maneiras, sejam elas qualitativas ou quantitativas. Quando as drenagens desenvolvem em presença de deformação por atividades tectônicas, a rede pode apresentar uma geometria distinta. O fator de assimetria da bacia foi desenvolvido para detectar basculamento tectônico transversal ao fluxo das drenagens da bacia em larga escala (KELLER e PINTER, 2002). Quando o fator de assimetria da bacia tiver valores maiores que 50 implica que existe um basculamento para a esquerda (observando a direção do fluxo).

$$\text{Fator de assimetria da Bacia} = 100 \times \frac{\text{Área da bacia à direita}}{\text{Área total da bacia}}$$

Dessa maneira, a bacia formada pelo Rio Jequitinhonha apresenta um basculamento para direita com 40.14% da área total da Bacia. Dessa forma, infere-se que o forte controle estrutural do Orógeno Espinhaço condicionou a instalação da rede de drenagem, como observado na (Figura 6).

Figura 6: Mapa apresentando o fator de assimetria de 40.14%, para a bacia do Rio Jequitinhonha

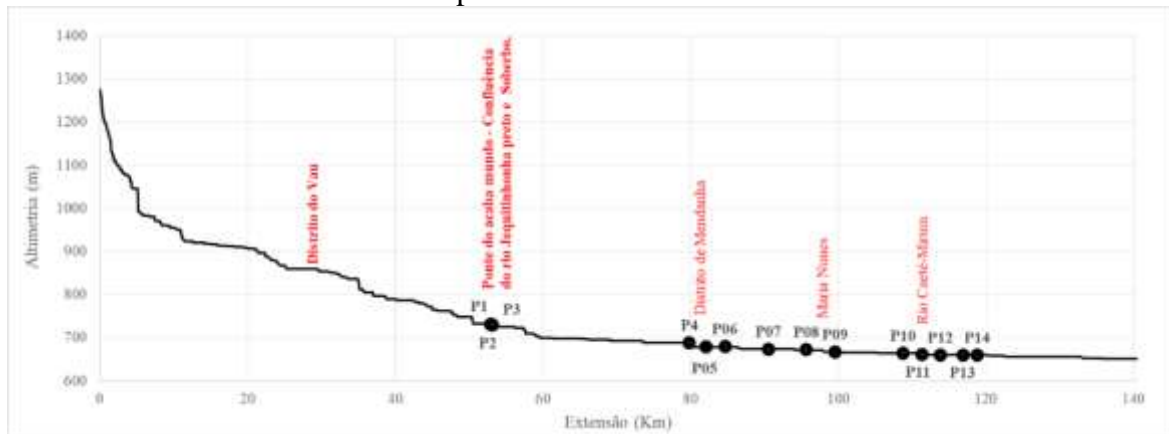


Fonte: Autores, 2019.

Morfologia do Canal

A área total de contribuição da bacia analisada, para a área de estudo, é de 3.006,8km². Topograficamente, o Rio Jequitinhonha tem uma variação entre 1276 a 652 metros de altitude, com um desnível médio em torno de 624 metros, e uma extensão aproximada de 140 km, como mostra a (Figura 7).

Figura 7: perfil longitudinal do Rio Jequitinhonha, apresentado as localidades e os pontos de controle



Fonte: Autores, 2019.

O perfil longitudinal de um rio mostra a sua declividade, ou gradiente, sendo uma representação visual da relação entre a altimetria e o comprimento de um determinado curso de água, abrangendo as diversas localidades entre a nascente e a foz (CHRISTOFOLETTI, 1981). As características morfológicas ao longo do Rio Jequitinhonha na área de estudo estão diretamente associadas às características geológicas e geomorfológicas regionais. À montante, próximo as suas nascentes, o Rio Jequitinhonha apresenta alta declividade, fluxo turbulento e canais estreitos e rochosos. Por volta da cota de 700 alt/m, observa-se uma mudança na litologia, onde o fluxo passa a drenar rochas do Grupo Macaúbas, havendo uma redução na declividade, o canal apresenta maior largura e, o fluxo torna-se laminar (SOUZA *et al.*, 2023) como observado na (Figura 8).

Figura 8: Visada NNE-SSO, mostrando o leito fluvial do Rio Jequitinhonha no domínio de rochas do Grupo Macaúbas, onde é possível observar fluxo laminar, sobre o leito granular



Fonte: Autores, 2019.

Os leitos fluviais podem ser classificados de forma sumária como granulares ou coesivos. Os leitos granulares são constituídos de partículas soltas de diversos tamanhos e formas que são transportadas pelos próprios rios. Por outro lado, os leitos coesivos são constituídos de materiais mais resistentes à erosão e sofrem modificações em sua forma ao longo de intervalos de tempo mais longos (BAPTISTA e SPERLING, 2014).

Na área de domínio das rochas do Supergrupo Espinhaço, é comum observar a presença de leitos coesivos (Figura 9), embora em algumas localidades também se encontrem leitos fluviais granulares. Este tipo de leito granular foi observado com maior frequência no predomínio das rochas do Grupo Macaúbas, com a redução no ângulo de inclinação de seus canais. Nesse ponto, são observadas planícies aluvionares relacionadas aos depósitos dos tipos placers de ouro e diamantes, como descritos anteriormente.

Figura 9: Visada NNE-SSO, mostrando o leito fluvial rochoso do Rio Jequitinhonha, inserido no domínio de rochas do Supergrupo Espinhaço, observar-se o fluxo turbulento sobre o leito coesivo



Fonte: Autores, 2019.

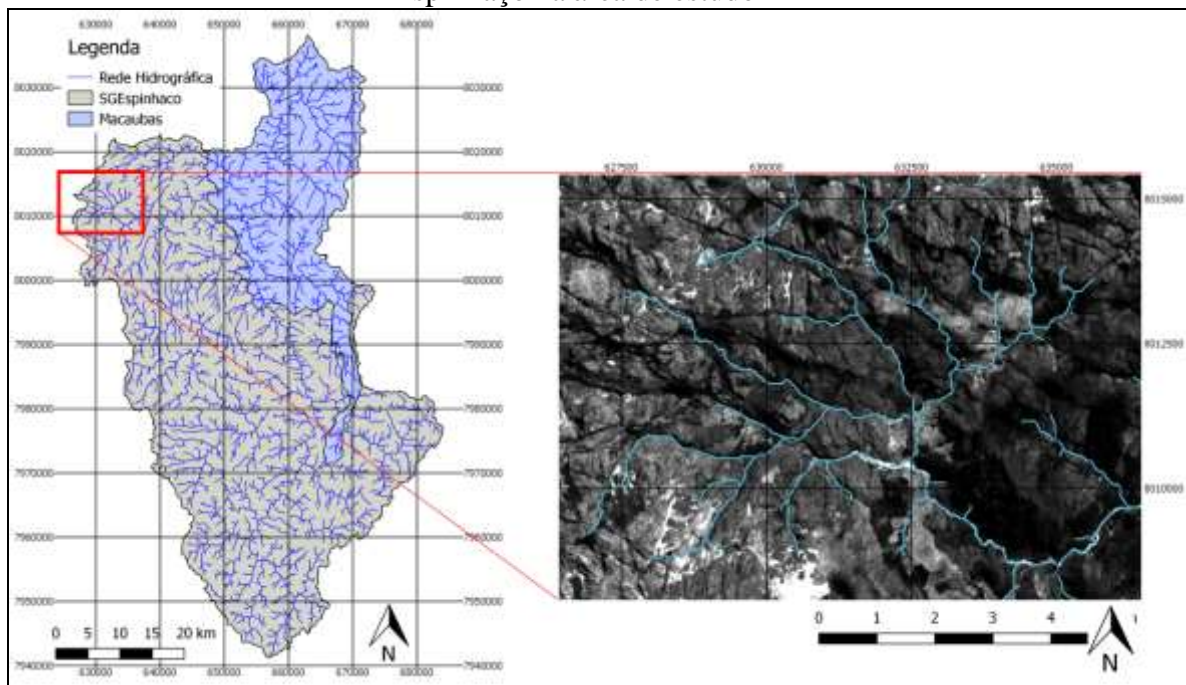
Drenagens

Os padrões formados pelas drenagens são determinados pelas desigualdades nos ângulos e na resistência das rochas. Esses padrões de drenagem irão refletir os mergulhos originais das rochas e estruturas originais, bem como os sucessivos episódios os quais as superfícies foram modificadas, incluindo soerguimentos, depressões, dobramentos, fraturamentos e juntas, também como, deposições pelo mar, glaciações, vulcões, ventos e rios (ZERNITZ, 1932). Os padrões de drenagem também fornecem informações valiosas sobre a permeabilidade e a textura dos materiais geológicos, o que irão inferir na classificação desses materiais (HOWARD, 1967).

A classificação dos padrões de drenagem pode variar de acordo com as classes de rochas encontradas na área. Nas regiões onde predomina o Supergrupo Espinhaço, é comum observar padrões de drenagens retangular (Figura 10) e padrões de drenagens dendrítico, com tendência ao paralelo, nas áreas, onde o substrato das rochas

metassedimentares não se encontra revestido por sedimentos detríticos, na área de predomínio do Grupo Macaúbas (AUGUSTIN *et. al.*, 2011). Segundo Zernitz (1932), o padrão de drenagens retangular é caracterizado por dobras de alto ângulo no seguimento fluvial principal como em seus tributários. O controle estrutural é proeminente, e os padrões são diretamente condicionados por sistemas de juntas e fraturas presentes nas rochas.

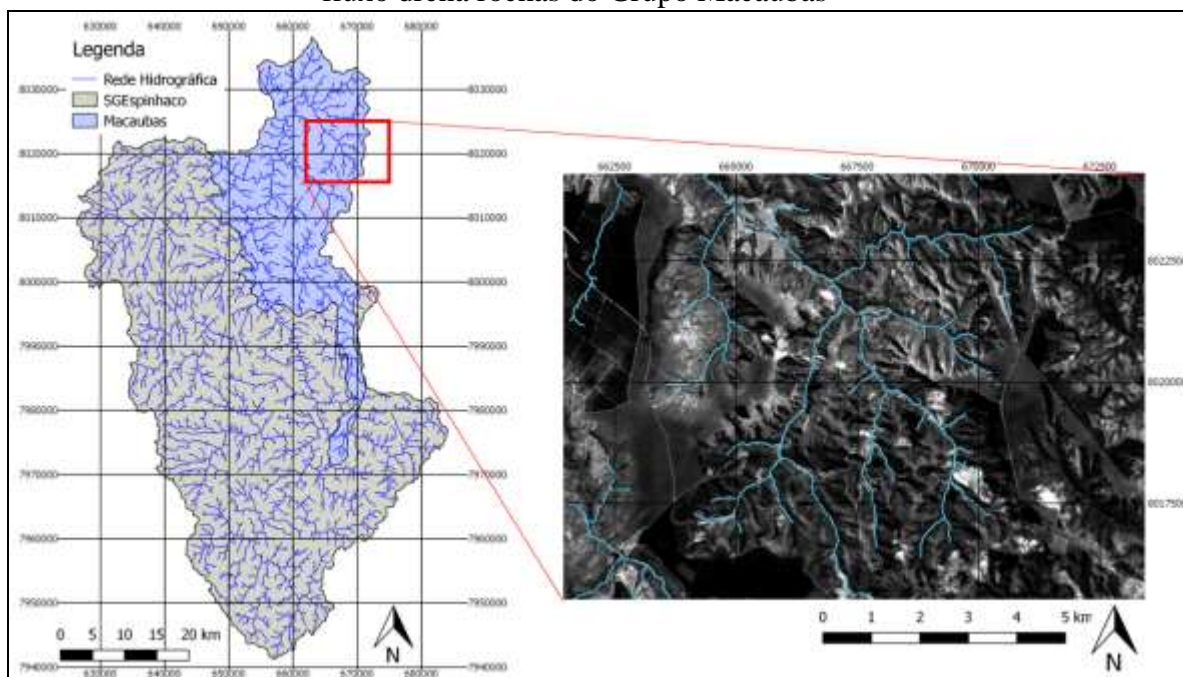
Figura 10: Padrão de drenagem retangular no domínio das rochas do Supergrupo Espinhaço na área de estudo



Fonte: Autores, 2019.

O padrão de drenagem dendrítico, que é predominante no domínio de rochas do Grupo Macaúbas (Figura 11), é caracterizado pela ramificação irregular em todas as direções, com os tributários se unindo ao canal principal de várias maneiras. Os padrões dendríticos se formam em áreas as quais não ocorrem zonas de fraquezas associadas a estruturas nas rochas.

Figura 11: Padrão de drenagem dendrítico observado na bacia de drenagem, quando o fluxo drena rochas do Grupo Macaúbas



Fonte: Autores, 2019.

Considerações finais

Pesquisas abordando a hidrogeomorfologia são extremamente relevantes para a compreensão da influência da dinâmica fluvial exercida nas mudanças do regime hídrico e na transformação e evolução do relevo, sendo afetada pelas características geológicas, geomorfológicas, climáticas, vegetacionais e antrópicas de uma região.

Na área da pesquisa, o Rio Jequitinhonha foi classificado como um rio, de acordo com as ordens de drenagem, sendo de 6ª ordem. Sua geometria indica um fator de assimetria com basculamento para a direita. As variações em sua declividade, tipo de fluxo e padrão de drenagem, apresenta-se como dendrítico/retangular, condicionados a um controle lito-estrutural.

Através da caracterização geomorfológica fluvial do Rio Jequitinhonha, foi possível iniciar os estudos para contribuir no entendimento da dinâmica que o rio exerce sob a litologia e os compartimentos geomorfológicos no qual ele encontra-se inserido - segmento entre Diamantina e Couto de Magalhães de Minas, uma vez que, o Rio Jequitinhonha exerce um papel extremamente importante na região nos que diz respeito, aos aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Estudos climáticos, hidrológicos, geológicos e geomorfológicos na região, principalmente em áreas afetadas pela extração mineral é de extrema importância para compreender o comportamento do Rio Jequitinhonha. Diante disso, infere-se que os fatores de ordem natural, como a geologia e a geomorfologia associados aos fatores antrópicos, em especial a mineração descontrolada, afetam diretamente na dinâmica fluvial do Rio Jequitinhonha. Características como o tipo de relevo, litologia, clima e vegetação são responsáveis por gerar modificações naturais em seu fluxo, assim como, na deposição e composição sedimentar e variabilidade hídrica.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido.

Referências

ALMEIDA-ABREU, P. A. O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais): O rifte, a bacia e o orógeno. **Revista Geonomos**, Belo Horizonte, n. 3, v. 1, p. 1-18, 1995.

ALMEIDA-ABREU, P. A.; RENGER, F. E. Serra do Espinhaço Meridional: um orógeno de colisão do Mesoproterozóico. **Revista Brasileira de Geociências**, [S./l.], v.32, n.1, p.1-14, 2002.

AUGUSTIN, C. H. R. R; FONSECA, B. M; ROCHA, L. C. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. **Revista Geonomos**, [S./l.], v.19, n.2, p.50-69, 2011.

BAPTISTA, M. B; SPERLING, M. V. Morfologia Fluvial. In: VON SPERLING, M (Org.). **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios** (Princípios de tratamento biológico de águas residuárias, V.7). 2. ed. Editora UFMG. Belo Horizonte, p. 139 – 184, 2014.

CHAVES, M. L. S. C.; CHAMBEL, L. Diamantes do médio Rio Jequitinhonha, Minas Gerais: Qualificação gemológica e análise granulométrica. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 57, n. 4, p. 267-275, 2004.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 188 p. 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. Volume I - O canal fluvial. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 297 p. 1981.

COSTA, F. N. Campos Rupestres. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. O. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e ambientes**. O Lutador, 2005, 271p.

FERREIRA, V. O. Unidades de paisagem da bacia do rio Jequitinhonha, em Minas Gerais: subsídios para a gestão de recursos hídricos. **Caminhos de Geografia**, [S./l.], v. 12, n. 37, abr. 2011.

FONSECA, B.; AUGUSTIN, R. Análise morfométrica de bacias de drenagem e sua relação com a estrutura geológica na Serra do Espinhaço Meridional-MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S./l.], v.15, n.2, p. 153-172, 2014.

GROSSI-SAD, J. H.; ROQUE, N. C.; KNAUER, L. G., NOCE, C. M. & FONSECA, E. Geologia da Folha Carbonita. In: GROSSI-SAD, J. H.; LOBATO, L. M.; PEDROSA-SOARES, A. C. & SOARES-FILHO, B. S. (Ed.). **PROJETO ESPINHAÇO EM CD-ROM (textos, mapas e anexos)**. Belo Horizonte, COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais, p.1251-1371, 1997.

HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, [S./l.], v. 51, nº11, p. 2246-2259. 1967.

INSTITUTO METEOROLÓGICO DO BRASIL – INMET. **Normais climatológicas do Brasil, período 1981 – 2010**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: 26 Out. 2019.

KELLER, E. A.; PINTER, N. **Active tectonics, earthquakes, uplift, and landscape**. 2nd ed. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey, 2002. 362p.

KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, [S./l.], v.8, n.2, p. 147-266, 1956.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. (Wall-map 150cmx200cm.).

MENDONÇA FILHO, C. V. Vegetação. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. O. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e ambientes**. O Lutador, 2005, 271p.

NOCE, C. M.; FOGAÇA, A. C. C. Mapa geológico da Folha Curimataí, Minas Gerais, Brasil. **Projeto Espinhaço**. Belo Horizonte: COMIG/IGC-UFMG, 1996.

NOCE, C. M. Geologia da Folha Curimataí, Minas Gerais. In: Grossi-Sad, J.H.; Lobato, L.M.; Pedrosa-Soares, A.C.; Soares-Filho, B.S. (Org.). **Projeto Espinhaço em CD-ROM**. 1ed. Belo Horizonte: Companhia Mineradora de Minas Gerais, p. 1199-1250, 1997.

SAADI, A. A geomorfologia da serra do espinhaço em minas gerais e de suas margens. **Revista Geonomos**, [S./l.], v.3, n.1, p.41-63, 1995.

SOUZA, B. T.; SANTOS, M. S.; BAGGIO FILHO, H.; SILVA, R. F. Análise Espacial e Temporal do Uso e Ocupação da Terra Associado a Atividade de Extração Mineral no Rio Jequitinhonha Diamantina - MG. **Acta Geográfica**, [S./l.], v. 16, p. 166-188, 2023.

SALGADO, A. A. R; VALADÃO, R. C. Contribuição da Desnudação Geoquímica na Evolução da Erosão Diferencial no Espinhaço Meridional-MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S./l.], v. 4, nº 2, p. 31-40, 2003.

STRAHLER, ARTHUR, N. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. **Amer. Geoph. Union Trans**, [S./l.], v. 38, p. 913-920, 1957.

UHLEIN A., TROMPETTE R., EGYDIO-SILVA M. Rifteamentos superpostos e tectônica de inversão na borda sudeste do Cráton São Francisco. **Geonomos**, [S./l.], v. 3, n. 1, p. 99-107, 1995.

ZERNITZ, E. R. Drainage patterns and their significance. **The Journal of Geology**, [S./l.], v.40, n.6, p.498-521, 1932.

Autores

Bruno Teles de Souza – É Graduado em Geologia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e Mestre em Geologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Atualmente atua como geólogo no setor de mineração.

Endereço: Rodovia MGT 367 – Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, Diamantina, MG, CEP: 39100-000.

Hernando Baggio – É Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Doutor em Geologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente é professor pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Endereço: Rodovia MGT 367 – Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, Diamantina, MG, CEP: 39100-000.

Bárbara Thaíssa da Silva Barros – É Graduada em Geografia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e Mestre em Geologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Atualmente é Professora na rede pública da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE/MG).

Endereço: Rodovia MGT 367 – Km 583, n° 5000, Alto da Jacuba, Diamantina, MG, CEP:
39100-000.

Artigo recebido em: 21 de abril de 2023.

Artigo aceito em: 22 de agosto de 2023.

Artigo publicado em: 10 de setembro de 2023.