

Capítulo 2

Características naturais e uso da terra

Daniel Pereira Guimarães

Elena Charlotte Landau

O meio ambiente representa a fonte de recursos para a sobrevivência de todos os seres vivos. Características físico-ambientais, incluindo recursos naturais e aspectos decorrentes do uso da terra, permitem avaliar o grau de conservação natural e padrões territoriais de uso antrópico da área de interesse. O meio físico condiciona o uso e a ocupação de terras, representando potencialidade e limitações às diversas possibilidades de desenvolvimento econômico local, principalmente nas áreas rurais. Neste capítulo, são apresentadas características naturais e de uso da terra, englobando geologia, geomorfologia, relevo, clima, solos, dinâmica da água no solo, bioma, vegetação natural e padrões de cobertura vegetal, e uso da terra no âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha.

2.1 Geologia

Geologia aborda o estudo da estrutura e evolução do globo terrestre, incluindo os processos que ocorrem no interior e na superfície da Terra. A Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha abrange uma das áreas de maior geodiversidade do território brasileiro, apresentando uma longa e complexa evolução geológica (Figura 2.1), decorrente da diversidade de processos tectônicos ali registrados. Nas cabeceiras da bacia, na Serra do Espinhaço (municípios de Diamantina, MG; Serro, MG e São Gonçalo do Rio Preto, MG), predominam formações da era mesoproterozoica (de 1,6 a 1,0 bilhão de anos atrás), e na maior parte da bacia, formações do cambriano (paleozoico, mesozoico e cenozoico). As formações mais antigas (paleoarqueano, mesoarqueano e neoarqueano) concentram-se principalmente nos municípios de Botumirim, MG; Itacambira, MG, ao norte, e de Itamarandiba, MG, ao sul, havendo extensões da era neoarqueana próximo aos limites entre os estados de Minas Gerais e Bahia, principalmente em áreas dos municípios de Itapetinga, BA;

Itarantim, BA e Salto da Divisa, MG.

De acordo com Kuchenbecker (2018), de maneira geral, a porção mais a oeste é dominada por rochas metassedimentares de baixo grau metamórfico, relacionadas a diferentes ciclos bacinais pré-cambrianos (entre 540 e 4.600 milhões de anos atrás). Já nas áreas mais a leste predominam rochas (meta) magmáticas ou rochas metamórficas de mais alto grau, que variam de pré-cambrianas a paleozoicas; e as rochas mais novas, na sua maioria de natureza sedimentar, concentram-se principalmente nas chapadas do Alto Jequitinhonha e nos tabuleiros costeiros¹.

Na Figura 2.1, também podem ser observados os principais lineamentos estruturais na área da bacia. Os lineamentos longos correspondem à quebra de relevo negativa, representando prováveis manifestações rúpteis (fraturas e falhas), enquanto os lineamentos curtos representam quebras de relevo positivo, típicas de manifestações de estruturas dúcteis (foliações).

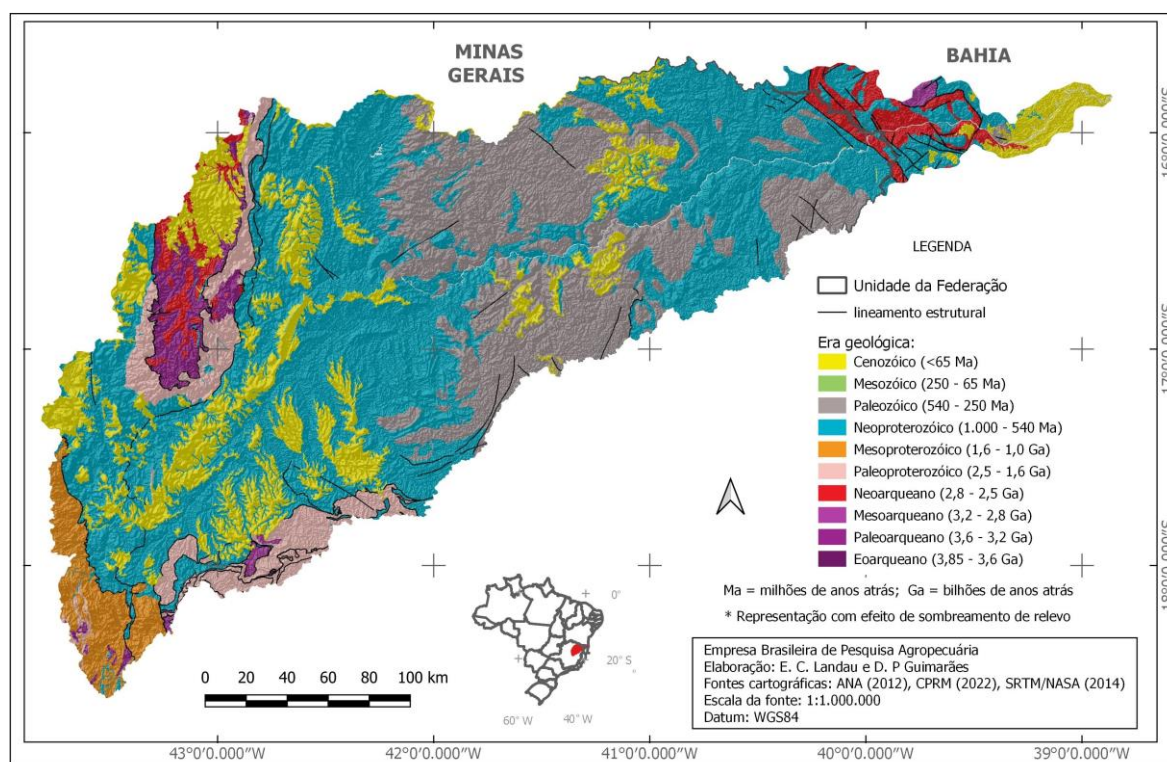


Figura 2.1. Eras geológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Bahia e Minas Gerais, Brasil. Legenda definida com base nas cores adotadas no mapa de eras geológicas do Brasil (Schobbenhaus; Neves, 2003, p. 27).

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012), United States Geological Survey (2014), IBGE (2020) e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2022).

¹ Informações complementares sobre os domínios litoestruturais da região e respectivas formas de relevo são apresentadas por Ferreira (2007).

2.2 Geomorfologia

O mapeamento geomorfológico possibilita o entendimento do modelado terrestre, contribuindo principalmente para a compreensão da paisagem, a visualização dos compartimentos do relevo e a identificação de áreas de estocagem de sedimentos. As principais unidades são representadas por planaltos, planícies e depressões. Para o mapeamento das características geomorfológicas da bacia, foi considerado o arquivo vetorial disponibilizado pelo IBGE (2021), escala 1:250.000, com maior detalhamento sobre as categorias identificadas, apresentado em IBGE (2009).

A categoria de modelado geomorfológico predominante na área da Bacia do Rio Jequitinhonha é a “homogênea convexa” (42,04% da área), seguida por “pediplano degradado inumado” (17,86%), “homogênea aguçada” (13,75%), “estrutural aguçada” (8,41%), “homogênea tabular” (5,30%), “estrutural convexa” (5,16%) e “pediplano retocado inumado” (4,86%)² (Figura 2.2). A categoria “homogênea convexa” apresenta distribuição espacial relativamente homogênea no âmbito da bacia, estando presente em quase toda a extensão dela, excetuando-se as áreas próximas à nascente e desembocadura do Rio Jequitinhonha, sendo mais frequente em áreas de serranias e depressões altitudinais. As classes “pediplano degradado inumado” e “homogênea aguçada” apresentaram maior frequência no terço superior da bacia, principalmente em áreas de planalto e chapadas. As classes “estrutural convexa” e “pediplano retocado inumado” apresentaram maior concentração nas áreas de maior altitude e/ou declividade da bacia. Pouco acima da metade da bacia, e próximo à desembocadura do Rio Jequitinhonha, foram observadas manchas consideráveis representadas pela categoria “homogênea tabular”, abrangendo principalmente os municípios de Araçuaí, MG; Belmonte, BA; Berilo, MG; Chapada do Norte, MG; Diamantina, MG; Francisco Badaró, MG; Itagimirim, BA; Jenipapo de Minas, MG; Rubelita, MG; Salinas, MG e Virgem da Lapa, MG. Próximo à desembocadura do Rio Jequitinhonha, no município de Belmonte, BA, são observadas áreas de planícies litorâneas e terraços fluviais representados pelas categorias “planície fluviolacustre”, “planície fluviomarinha”, “terraço fluviomarinho” e “terraço marinho”.

² Maior detalhamento sobre as categorias geomorfológicas citadas é apresentado em IBGE (2009).

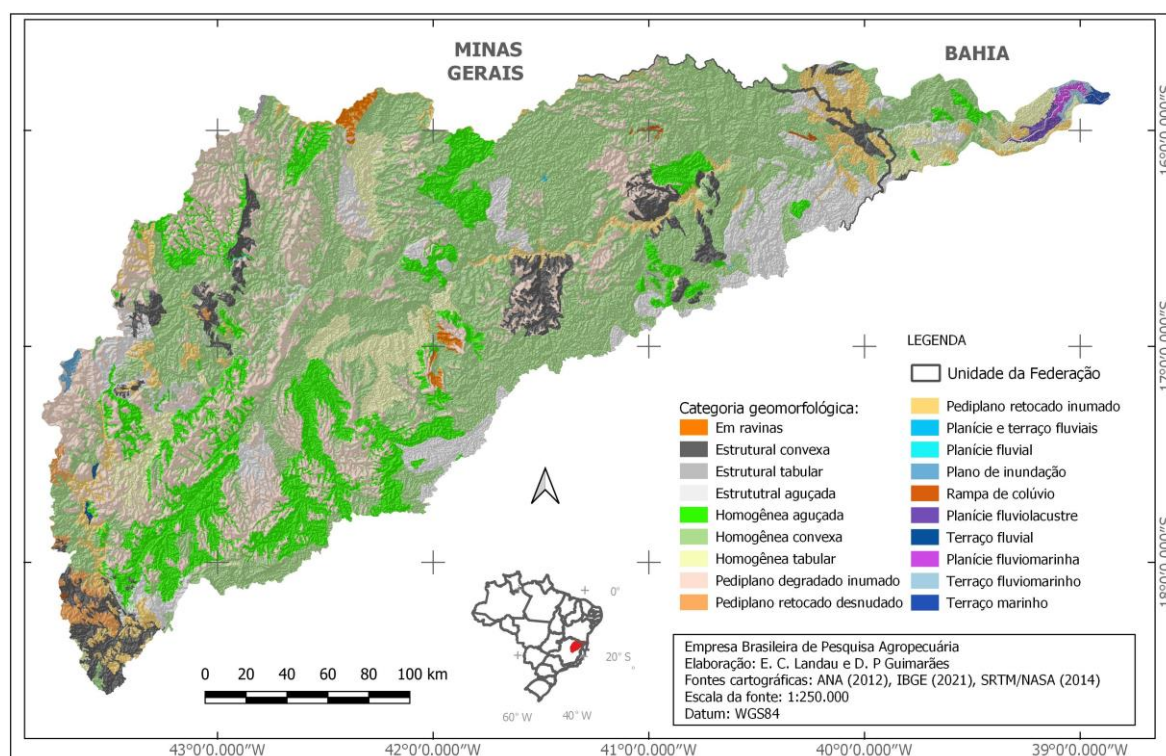


Figura 2.2. Modelado geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Bahia e Minas Gerais, Brasil.

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012) e IBGE (2009, 2021).

2.3 Relevo

A caracterização do relevo foi baseada no modelo digital de elevação obtido pelo satélite SRTM (United States Geological Survey, 2014), com resolução de 30 m (um arco-segundo). Foram gerados mapas de elevação, declividade e ângulo de orientação.

De forma geral, as características do relevo estão fortemente associadas às geológicas, com muitos escarpamentos ocorrendo sobre lineamentos estruturais ou linhas de falhas (Ferreira, 2007). As altitudes na bacia variam entre o nível do mar e 1.032 m (Figura 2.3). As maiores altitudes representam o “divisor de águas” que separam a bacia do Rio Jequitinhonha da do Rio São Francisco. As maiores altitudes e declividades ocorrem na porção oeste, na Serra do Espinhaço, onde se concentram as cabeceiras dos rios principais da bacia.

Planaltos do Rio Jequitinhonha ocupam parte do alto e praticamente todo o setor médio da bacia, com ocorrência de chapadas em locais com relevo fortemente ondulado no entorno de áreas suavemente onduladas dos relevos tabulares das chapadas. Principalmente a jusante do município de Almenara (leste da área da bacia), ocorrem planaltos dissecados caracterizados

por formas mais suaves de relevo, resultantes de intenso processo de dissecação fluvial, e em que predominam colinas e cristais com vales encaixados ou fundo achatado (Ferreira, 2007).

Em geral, verifica-se grande variação de relevo no âmbito da bacia (Figuras 2.4 a 2.6). De acordo com a classificação de aptidão agrícola das terras proposta por Ramalho Filho e Beek (1995), considerando a declividade do terreno, observa-se que a maior parte da área da bacia apresenta declividades superiores a 13% (Figura 2.5), portanto, sem aptidão para uso agrícola e com forte indicação de conservação da vegetação original. Áreas com declividades entre 8 e 13% permitem a realização de uma agricultura moderna, desde que sejam adotadas técnicas adequadas de manejo e conservação do solo, e locais com declividades inferiores a 8% são mais aptos para a agricultura, sendo frequentemente necessária a adoção de procedimentos para melhoria da fertilidade do solo e controle erosivo. Mas a predominância de áreas com relevo ondulado e fortemente ondulado em grande parte da bacia limita a realização de atividades agrícolas econômica e ambientalmente sustentáveis na região.

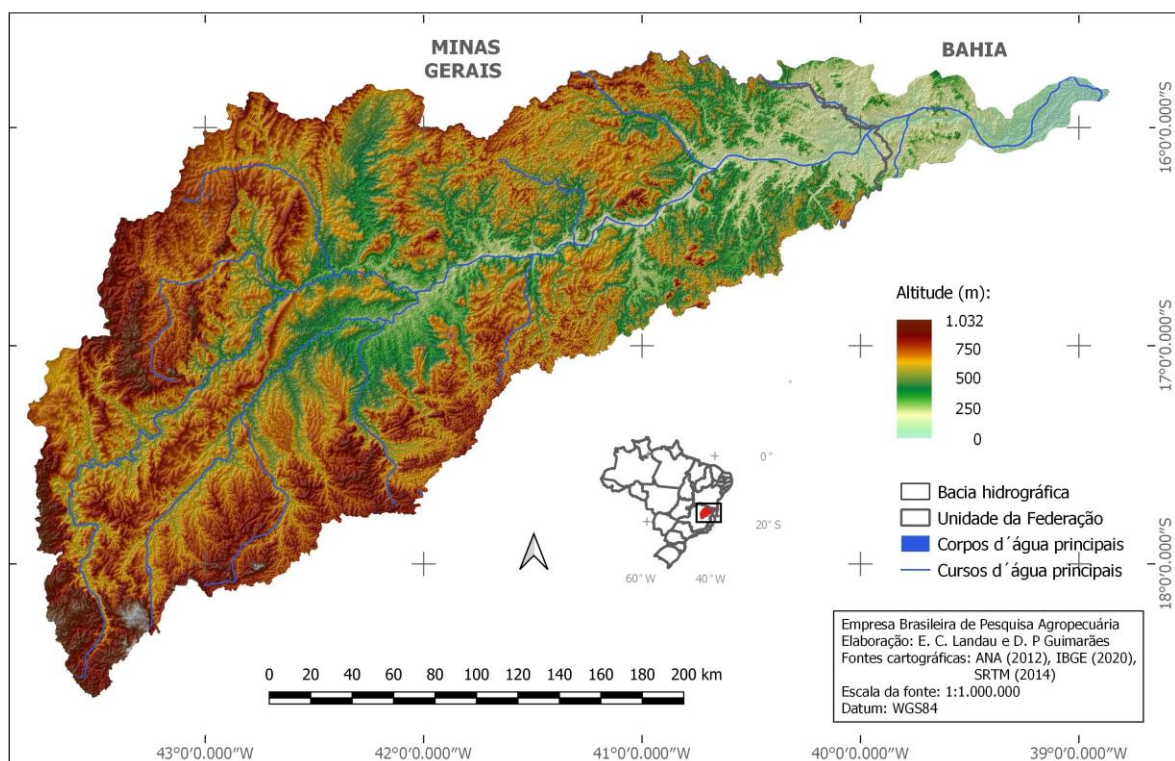


Figura 2.4. Variação altitudinal na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil, incluindo efeito de sombreamento do relevo.

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012), United States Geological Survey (2014) e IBGE (2019, 2020).

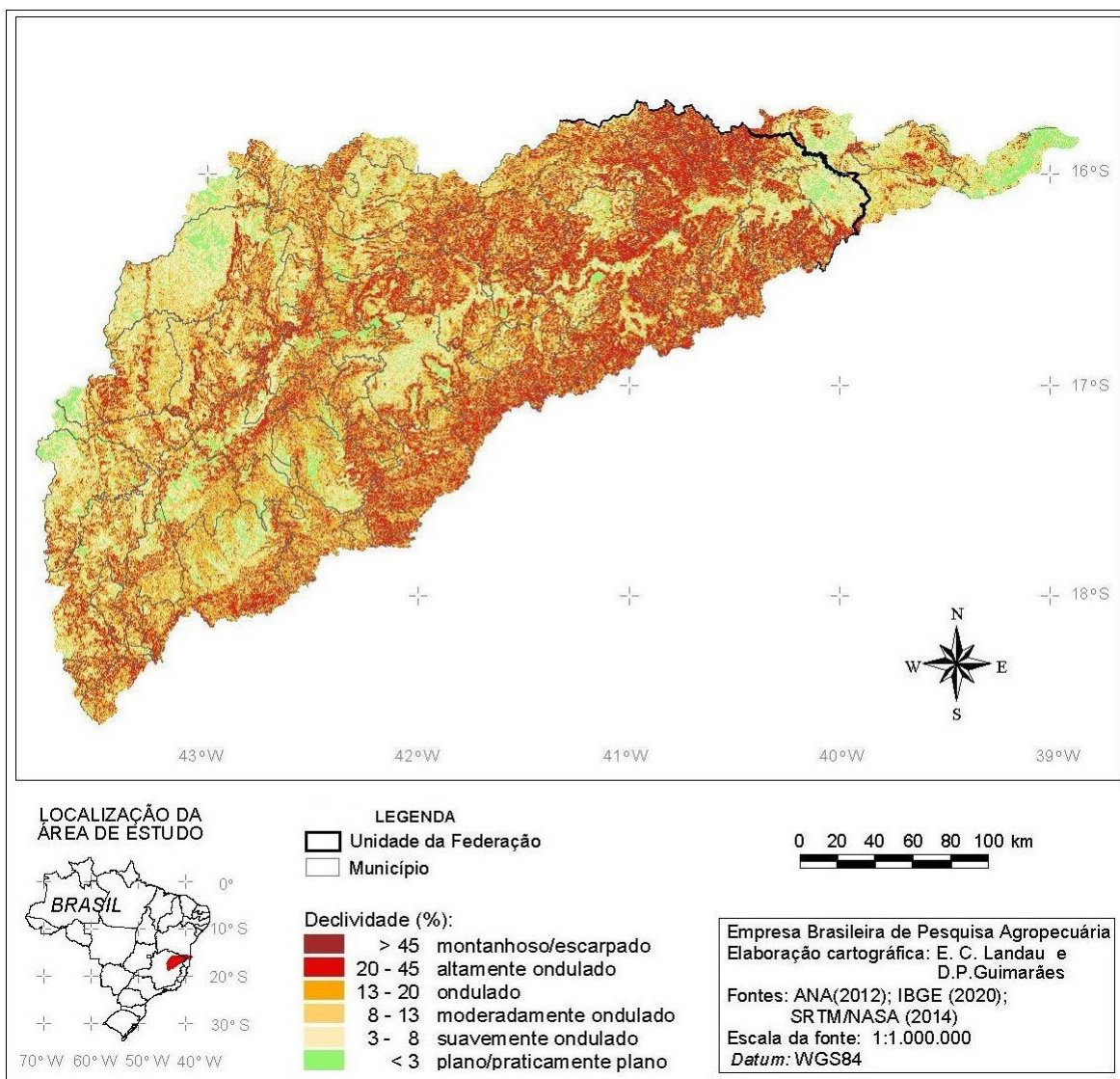


Figura 2.5. Níveis de declividade na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995), Guimarães et al. (2008), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012), United States Geological Survey (2014) e IBGE (2020).

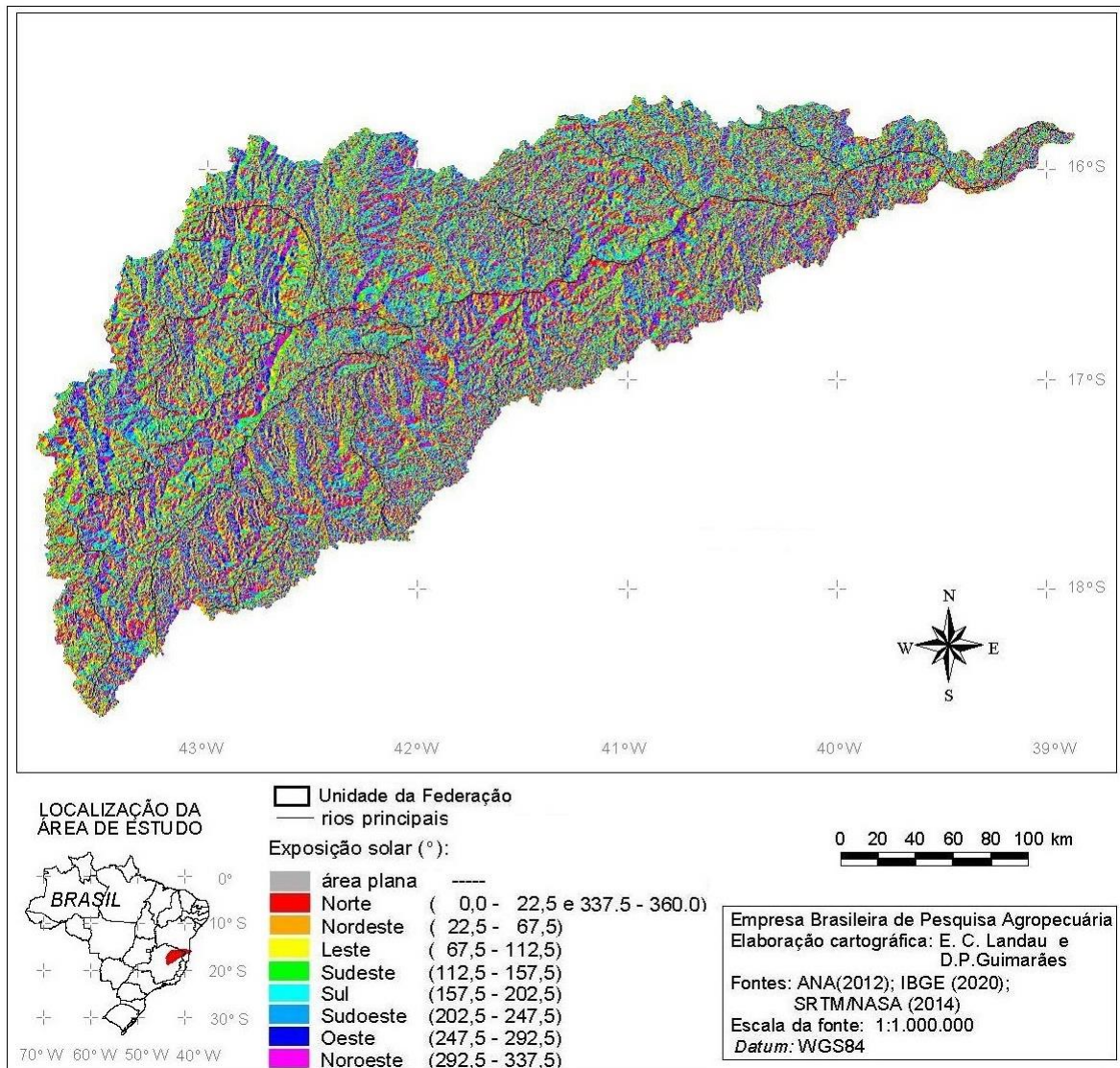


Figura 2.6. Ângulos de orientação solar na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012), United States Geological Survey (2014) e IBGE (2020).

2.4 Clima

a) Tipos climáticos conforme Köppen

De acordo com a classificação de Köppen, Álvares et al. (2013) identificaram oito tipos climáticos distintos para a área da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha:

- *Af*: clima tropical úmido ou superúmido, sem estação seca (precipitação total do mês mais seco superior a 60 mm e anual maior que 1.500 mm), com temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C.
- *Am*: Clima tropical subúmido, com estação seca de pequena duração e precipitação anual maior que 1.500 mm, e com temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C.
- *Aw*: clima tropical de savana, com inverno seco e verão chuvoso, temperatura média do mês mais frio acima de 18 °C e precipitação anual superior a 750 mm.
- *Cwa*: clima subtropical com inverno seco (temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C) e verão chuvoso e quente (temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C).
- *Cwb*: clima subtropical de altitude, com inverno seco (temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C) e verão chuvoso e ameno (temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C).
- *As*: clima tropical quente, com verão seco e inverno chuvoso (temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C).
- *Cfa*: Clima subtropical úmido, com verão quente. Chuvas superiores a 30 mm no mês mais seco e temperaturas médias superiores a 22 °C no verão.
- *Cfb*: Clima subtropical úmido, com verão ameno. Precipitação anual entre 1.100 e 1.200mm, regularmente distribuída ao longo do ano, sem estação seca, e temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C. Com ocorrência de geadas severas entre 10 e 25 dias por ano.

O clima tipo *Af* ocorre no litoral atlântico, na região da desembocadura do Rio Jequitinhonha, no município de Belmonte, BA, onde predominam altitudes de até aproximadamente 100 m (Figura 2.7). O clima *Am* ocorre numa faixa de aproximadamente 5 km de largura, a oeste do tipo climático *Af*, na área do limite entre os Municípios de Belmonte, BA, Itapebi, BA e Itagimirim, BA. Representa

uma transição entre os tipos climáticos *Af* e *Aw*. O tipo climático *Aw* predomina na área da bacia situada entre aproximadamente 80 e 200 km a oeste da foz do Rio Jequitinhonha, estando presente também no Alto Jequitinhonha, em torno dos leitos dos Rios Jequitinhonha e Araçuaí. Nos locais de maior altitude dentro da área de predominância do clima *Aw* há pequenas extensões com climas *Cwa* e *Cwb* (predominando, respectivamente, em altitudes acima de 600 e 700 m). O clima *As* é o que predomina no Médio Jequitinhonha, nas áreas até aproximadamente 20 km distantes do leito dos rios principais, sendo que nas áreas de maior altitude do Médio Jequitinhonha ocorrem os climas *Cfa* e *Cfb* (respectivamente, em altitudes acima de aproximadamente 800 e 900 m). No Alto Jequitinhonha, verifica-se predominância dos climas tipo *Cfa* e *Cfb*, onde ocorrem, respectivamente, altitudes acima de aproximadamente 900 e 1.000 m.

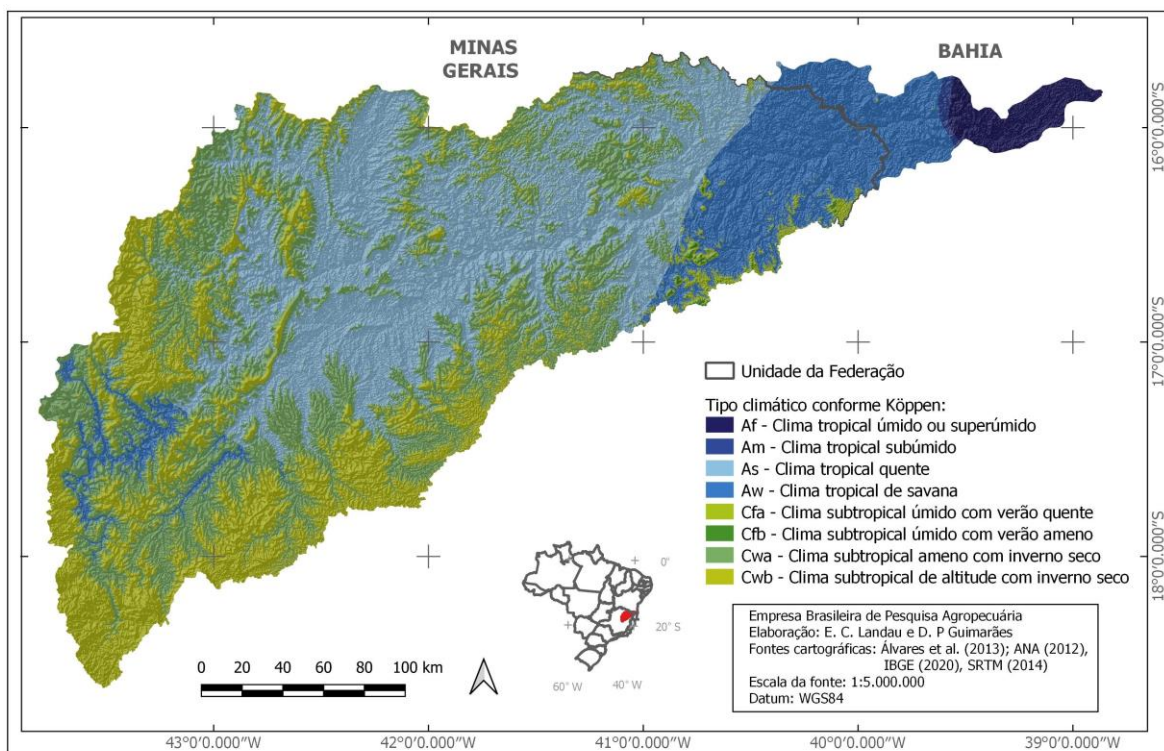


Figura 2.7. Classificação climática conforme Köppen da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil, incluindo efeito de sombreamento do relevo. A atribuição de cores da legenda por tipo climático foi baseada em Álvares et al. (2013).

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012), Álvares et al. (2013), United States Geological Survey (2014) e IBGE (2019, 2020).

b) Normais climatológicas

Nas Tabelas 2.1 a 2.5 são apresentadas normais climatológicas mensais e anuais de estações meteorológicas da região, obtidas a partir da análise de séries históricas de dados de 1960 a 2020 (Instituto Nacional de Meteorologia, 2021a). Não foram identificadas estações meteorológicas no Baixo Jequitinhonha. A precipitação média anual variou entre 766,1 e 1.389,3 mm, ocorrendo chuvas concentradas principalmente entre os meses de novembro e março. A região apresenta temperaturas médias anuais variando entre 18,6 e 24,7 °C, com temperaturas máximas médias entre 24,1 e 31,7 °C, e mínimas médias entre 14,6 e 19,4 °C. As temperaturas médias mais baixas foram observadas no mês de julho, chegando a valores entre 11,1 e 15,5 °C. Os meses de agosto e setembro são os que apresentam umidades relativas mais baixas, mas na maioria das vezes não ficando abaixo de 60%.

Tabela 2.1. Normais climatológicas de precipitação pluviométrica 1960–2020, observadas em estações meteorológicas da Bacia Hidrográfica do Jequitinhonha.

Estação meteorológica	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Araçuaí	117,8	75,6	96,1	33,0	15,5	3,0	6,2	6,2	15,0	74,4	159,0	164,3	766,1
Carbonita	161,2	86,8	136,4	45,0	12,4	3,0	6,2	6,2	18,0	86,8	204,0	251,1	1.017,1
Diamantina	266,6	145,6	173,6	78,0	27,9	6,0	9,3	12,4	36,0	124,0	234,0	275,9	1.389,3
Itamarandiba	170,5	98,0	117,8	48,0	15,5	6,0	6,2	9,3	27,0	108,5	222,0	232,5	1.061,3
Pedra Azul	120,9	67,2	114,7	57,0	27,9	12,0	15,5	9,3	18,0	68,2	180,0	186,0	876,7
Salinas	148,8	81,2	111,6	51,0	18,6	3,0	9,3	3,1	15,0	71,3	174,0	176,7	863,6

Tabela 2.2. Normais climatológicas de temperatura média 1960–2020, observadas em estações meteorológicas da Bacia Hidrográfica do Jequitinhonha.

Estação meteorológica	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Araçuaí	26,2	26,7	26,3	25,2	23,3	22,0	21,7	23,0	25,0	26,2	25,6	25,5	24,7
Carbonita	23,4	23,7	23,2	21,9	19,7	18,1	17,8	19,1	21,1	22,6	22,6	22,9	21,3
Diamantina	20,4	20,5	20,2	19,1	17,3	16,1	15,7	16,8	18,2	19,4	19,5	20,0	18,6
Itamarandiba	22,0	22,1	21,9	20,4	18,5	17,1	16,6	17,6	19,3	20,8	21,1	21,6	19,9
Pedra Azul	24,1	24,5	24,2	23,1	21,5	20,1	19,5	20,2	21,7	23,1	23,4	23,8	22,4
Salinas	25,0	25,2	25,1	23,9	22,0	20,6	20,5	21,9	24,1	25,3	24,7	24,6	23,6

Tabela 2.3. Normais climatológicas de temperatura máxima absoluta 1960–2020, observadas em estações meteorológicas da Bacia Hidrográfica do Jequitinhonha.

Estação meteorológica	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Araçuaí	33,0	33,9	33,4	32,1	30,6	29,4	29,2	30,6	32,1	32,8	31,5	31,7	31,7
Carbonita	29,8	30,5	29,6	28,4	26,9	25,8	25,9	27,4	28,9	29,7	28,7	28,9	28,4
Diamantina	25,5	25,9	25,4	24,4	22,8	21,7	21,4	23,1	24,3	25,1	24,4	24,9	24,1
Itamarandiba	28,0	28,4	28,0	26,4	25,0	24,1	23,7	25,2	26,5	27,2	26,6	27,3	26,4
Pedra Azul	30,0	30,8	30,2	28,8	27,3	26,0	25,5	26,5	27,8	29,1	28,9	29,6	28,4
Salinas	31,4	32,0	31,8	30,4	29,2	28,0	28,0	29,6	31,3	31,9	30,6	30,8	30,4

Tabela 2.4. Normais climatológicas de temperatura mínima absoluta 1960–2020, observadas em estações meteorológicas da Bacia Hidrográfica do Jequitinhonha.

Estação meteorológica	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Araçuaí	21,2	21,4	21,3	20,1	17,7	16,0	15,5	16,4	19,2	21,1	21,3	21,2	19,4
Carbonita	18,3	18,2	18,3	16,7	13,9	12,0	11,1	11,8	14,4	16,8	18,0	18,5	15,7
Diamantina	16,7	16,6	16,6	15,4	13,5	11,9	11,3	11,9	13,6	15,1	15,9	16,4	14,6
Itamarandiba	17,5	17,6	17,5	16,2	13,8	12,0	11,4	11,8	13,8	16,0	17,1	17,6	15,2
Pedra Azul	19,6	19,6	19,6	18,8	16,9	15,4	14,7	15,1	16,8	18,2	19,1	19,5	17,8
Salinas	20,0	20,0	20,1	19,0	16,5	14,3	14,0	14,5	17,4	19,5	20,1	20,0	18,0

Tabela 2.5. Normais climatológicas de umidade relativa do ar 1960–2020, observadas em estações meteorológicas da Bacia Hidrográfica do Jequitinhonha.

Estação meteorológica	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Araçuaí	71,5	68,0	69,9	69,4	69,4	67,9	65,5	61,6	60,1	63,3	71,3	74,3	67,7
Carbonita	72,6	69,4	73,8	73,4	73,6	72,7	68,4	61,7	59,5	62,8	72,0	75,6	69,6
Diamantina	78,7	76,3	79,4	79,4	77,4	75,4	72,0	67,2	68,7	72,6	79,6	81,0	75,6
Itamarandiba	79,4	78,2	80,2	81,1	80,6	79,4	77,9	72,4	70,9	74,1	80,4	81,5	78,0
Pedra Azul	72,5	70,4	73,3	74,8	76,2	76,1	74,4	69,6	67,2	68,3	73,6	74,7	72,6
Salinas	75,2	71,2	73,7	74,6	73,7	70,2	65,7	58,2	57,4	61,5	73,9	78,1	69,5

c) Direção predominante dos ventos

O estudo da direção predominante do vento permite subsidiar a alocação de estruturas físicas (construções), dimensionamento de barreiras quebra-ventos, tendência de deslocamentos de gases poluentes, orientação de fontes de captação de energia eólica, etc. A análise da direção dos ventos considerou a ocorrência de rajadas com velocidades acima de 10 km/h, a partir da análise de séries históricas horárias de três estações meteorológicas automáticas do Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia, 2021b). Os dados foram expressos em termos percentuais de ocorrência. Em Almenara, MG; Araçuaí, MG e Capelinha, MG predomina o vento norte; em Diamantina, MG, o vento noroeste;

em Itaobim, MG, o vento nordeste; e, em Salinas, MG, verifica-se maior frequência de ventos nas direções noroeste e nordeste (Figura 2.8).

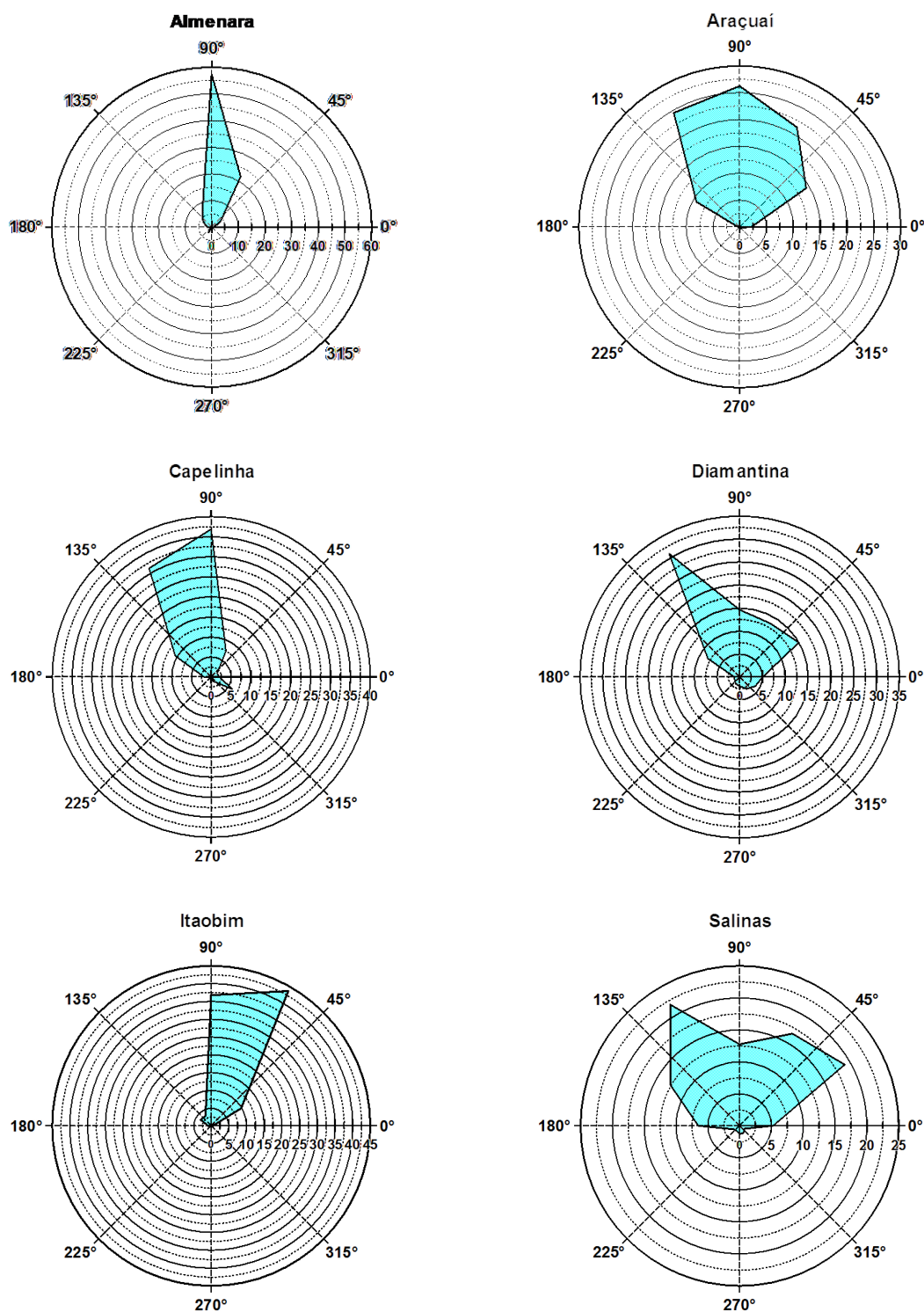


Figura 2.8. Direção predominante dos ventos nas estações meteorológicas automáticas instaladas na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

Elaboração: Daniel Pereira Guimarães.

Fonte: Adaptado de Instituto Nacional de Meteorologia (2021b).

d) Variação geográfica da precipitação pluviométrica

A distribuição das chuvas na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha foi gerada a partir das bases diárias *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data* (CHIRPS) (University of California, 2021), em razão da base de dados consistida, validada e combinada com informações de satélite com as bases de observações terrestres. A resolução espacial de aproximadamente 5 km (0,05 *arc degrees*) permite uma melhor avaliação da variabilidade das precipitações, como as causadas pelos impactos do relevo (Funk et al., 2015).

A avaliação dos resultados indica a precipitação dos maiores volumes anuais nas áreas próximas à nascente e, principalmente, próximo à foz do Rio Jequitinhonha. No tocante à variação geográfica, observa-se um gradiente de precipitação pluviométrica ao longo da bacia, com índices maiores de precipitação próximo às escarpas do planalto e duração menor da estação seca nessas áreas (Comissão de Desenvolvimento do Vale do Jequitinhonha, 1967) (Figura 2.9). De acordo com Getúlio Vargas Barbosa (Minas Gerais, 1960 citado por Ferreira, 2007, p. 8), quase toda a área do chamado Médio Jequitinhonha permanece ao abrigo das influências marinhas, e, apenas excepcionalmente, as “chuvas de neblina” ultrapassam a cidade de Almenara, caindo sobre as chapadas, concentrando-se no Baixo Jequitinhonha e em parte do curso médio. No Médio Vale do Jequitinhonha, há locais que chegam a 9 ou 10 meses sem chuva ou com precipitação escassa, apresentando altos níveis de aridez.

Em termos sazonais, principalmente na região do Alto Jequitinhonha, verifica-se alta concentração das chuvas nos meses de novembro a janeiro, com forte período de estiagem entre junho e agosto. Já no Baixo Jequitinhonha, próximo à foz, não foi observada variação sazonal expressiva ao longo do ano, não ocorrendo período de estiagem sazonal na área mais próxima à foz, no estado da Bahia (Figura 2.10).

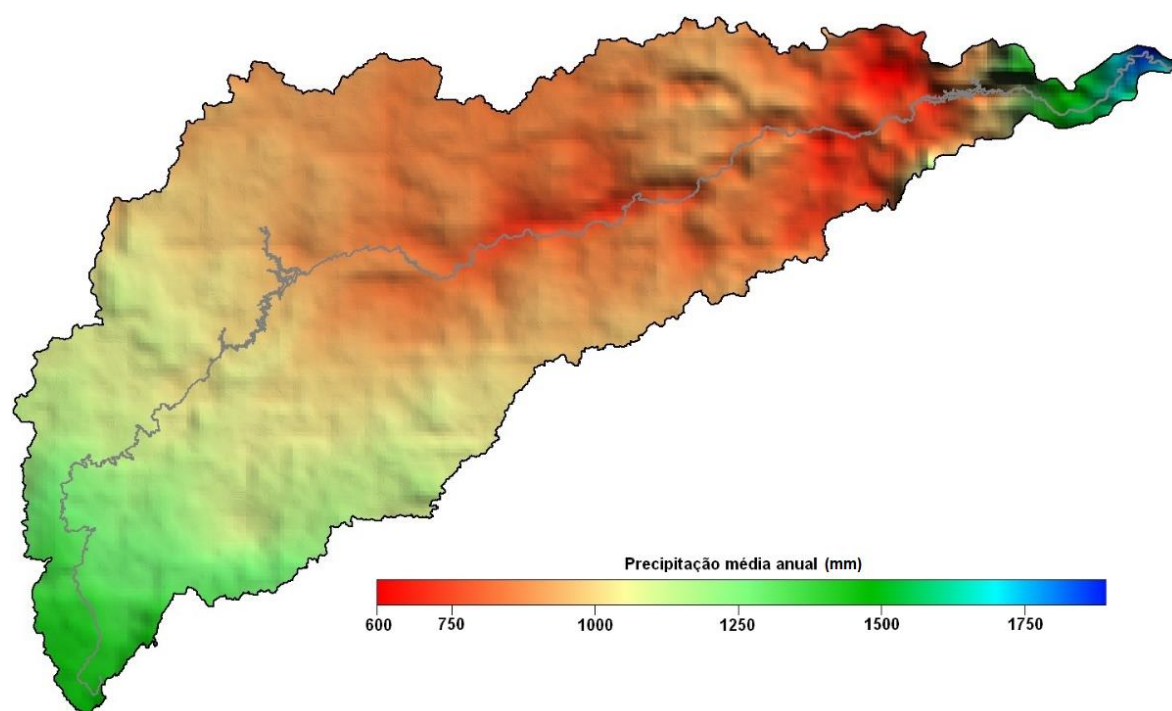


Figura 2.9. Precipitação média anual na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

Elaboração: Daniel Pereira Guimarães.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012) e University of California (2021).

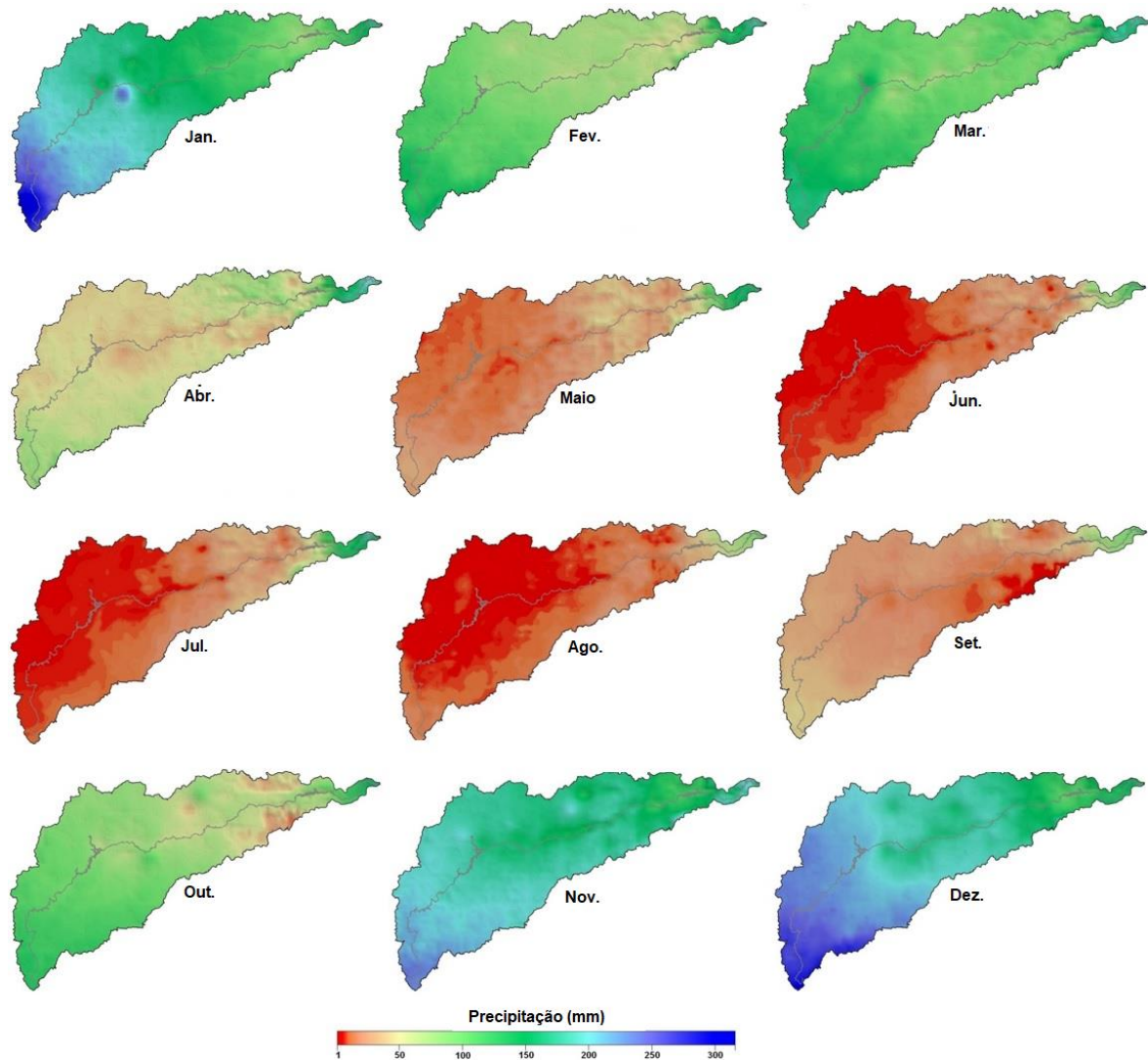


Figura 2.10. Precipitação média mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

Elaboração: Daniel Pereira Guimarães.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012) e University of California (2021).

e) Eventos meteorológicos extremos

Eventos meteorológicos extremos podem se apresentar de diversas formas, como na ocorrência de enchentes, secas prolongadas, ondas de calor ou de frio, tufões, etc. O conhecimento de eventos meteorológicos extremos registrados numa região contribui para o planejamento e a prevenção de possíveis impactos no ambiente, na saúde e nos bens da população. A partir de séries temporais de dados disponibilizadas pelo Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia, 2021a, 2021b), para cada mês do ano, foram obtidos os valores máximos diários e

horários registrados em termos de precipitação, valores extremos de temperatura, valores mínimos de umidade relativa e velocidades máximas registradas de rajadas de vento.

Os resultados indicam que chuvas diárias acima de 100 mm foram registradas em quase todas as estações meteorológicas, sendo as maiores incidências durante a estação chuvosa. Locais com maiores índices pluviométricos tendem a apresentar registros de chuvas de maior intensidade, e o maior registro ocorreu em Diamantina, atingindo 186,2 mm em 27 de março de 1995 (Tabela 2.6). Chuvas com intensidades superiores a 40 mm por hora também foram registradas em todas as estações meteorológicas automáticas, com séries históricas de menor duração que as estações convencionais (Tabela 2.7). Essas informações são importantes para as análises da erosividade das chuvas, além de determinarem parâmetros de segurança para obras de engenharia, como calhas de drenagem em estradas e áreas urbanas, construção de pontes, barragens, áreas de riscos de inundação, e outras.

Temperaturas máximas extremas contribuem para as análises de riscos de abortamentos de flores e frutos na área agrônômica, o incômodo animal em granjas e o desconforto nas construções urbanas. Na bacia, foram registradas temperaturas máximas extremas acima de 30 °C em todos os meses, com registro de até 42,6 °C na estação de Araçuaí, em outubro de 2020 (Tabela 2.8). Na maioria dos meses entre junho e setembro também têm sido registradas temperaturas mínimas absolutas inferiores a 5 °C em diversas estações meteorológicas situadas no estado de Minas Gerais (Tabela 2.9). Nas mesmas estações, em quase todos os meses, houve registros de umidades relativas mínimas inferiores a 15%. (Tabela 2.10). Baixas umidades relativas da atmosfera causam impactos na saúde humana, no conforto animal e aumentam os riscos da ocorrência de incêndios. Os resultados mostram que nas regiões de menores índices pluviométricos as baixas umidades do ar ocorrem também durante a estação chuvosa.

Em quase todos os meses e estações meteorológicas do estado de Minas Gerais houve registros de rajadas de vento acima de 50 km por hora (Tabela 2.11). As informações acerca da velocidade dos ventos servem para subsidiar a alocação de estruturas físicas (construções), o dimensionamento de barreiras quebra-ventos, os riscos de danos em cultivos agrícolas, o potencial de geração

de energia eólica, etc. Como as estações meteorológicas automáticas do País foram instaladas a partir do ano 2000, tendo em vista a curta duração das séries temporais das estações automáticas (estudos relativos a UR%, ventos, etc.), optou-se por não fazer inferências sobre mudanças climáticas.

Tabela 2.6. Máxima Precipitação Diária – P_{máx} (mm) registrada em estações meteorológicas do Inmet situadas na Bacia do Rio Jequitinhonha.

Estação	Araçuaí		Carbonita		Diamantina		Itamarandiba		Pedra Azul		Salinas	
Mês	Data	P _{máx}	Data	P _{máx}	Data	P _{máx}	Data	P _{máx}	Data	P _{máx}	Data	P _{máx}
Jan.	19/1/1964	79,4	15/1/2005	99,4	18/1/1991	167,6	1/1/1981	165,4	2/1/2002	132,8	10/1/1979	92,2
Fev.	24/2/1968	106,3	18/2/2005	69,6	12/2/2004	103,2	4/2/1979	160,5	27/2/2008	90,0	17/2/2004	83,1
Mar.	27/3/2002	88,0	14/3/2000	92,6	27/3/1995	186,2	9/3/1970	83,0	5/3/1994	78,6	4/3/2010	94,8
Abr.	6/4/1984	61,3	19/4/1996	68,0	4/4/1987	134,8	12/4/2004	113,6	1/4/1978	71,9	9/4/1994	77,0
Mai.	10/5/1966	75,0	16/5/2012	47,5	3/5/1990	57,0	16/5/2012	55,7	8/5/1989	85,8	17/5/1977	98,4
Jun.	22/6/1969	18,2	26/6/1989	21,0	6/6/1997	25,8	4/6/2013	27,2	27/6/1989	38,0	5/6/2004	11,6
Jul.	21/7/1983	13,8	21/7/1983	33,2	13/7/1990	51,3	11/7/2004	18,4	28/7/2014	24,8	22/7/1978	79,6
Ago.	30/8/2000	53,1	27/8/1984	25,8	30/8/1990	36,0	13/8/1998	26,8	12/8/1996	29,8	21/8/1979	41,4
Set.	25/9/1962	43,4	29/9/1985	58,0	13/9/1976	90,4	29/9/1985	75,0	26/9/1980	63,0	20/9/1979	55,2
Out.	31/10/1987	66,2	13/10/1981	79,3	28/10/1973	122,6	31/10/2009	137,7	22/10/1975	77,5	17/10/1979	108,6
Nov.	25/11/1996	105,0	9/11/2006	111,4	22/11/1973	96,8	21/11/2001	95,8	27/11/1980	91,2	11/11/2006	120,9
Dez.	7/12/2000	129,1	18/12/2013	116,8	23/12/1972	91,9	17/12/2013	114,5	8/12/2005	123,6	20/12/1978	116,0

Tabela 2.7. Máxima Precipitação Horária – P_{máx} (mm) registrada em estações meteorológicas do Inmet situadas na Bacia do Rio Jequitinhonha.

Estação	Almenara		Araçuaí		Capelinha		Diamantina		Itaobim		Salinas	
Mês	Data	P _{máx}	Data	P _{máx}	Data	P _{máx}	Data	P _{máx}	Data	P _{máx}	Data	P _{máx}
Jan.	2/1/2003	43,6	5/1/2020	41,8	27/1/2013	31,0	28/1/2013	42,8	27/1/2013	34,0	13/1/2018	44,6
Fev.	12/2/2005	41,2	3/2/2018	32,2	13/2/2016	41,0	2/2/2017	30,8	6/2/2018	38,8	7/2/2015	31,4
Mar.	14/3/2005	31,0	22/3/2018	37,4	5/3/2016	36,8	17/3/2012	30,8	22/3/2018	40,8	11/3/2020	32,6
Abr.	8/4/2013	60,8	7/4/2019	5,4	8/4/2015	47,6	2/4/2015	38,8	11/4/2019	13,8	24/4/2017	22,8
Mai.	9/5/2003	18,2	17/5/2020	8,6	25/5/2020	25,0	15/5/2012	17,6	17/5/2020	11,8	8/5/2015	13,6
Jun.	12/6/2016	23,0	12/6/2019	2,8	10/6/2016	10,6	7/6/2012	10,8	12/6/2016	10,6	12/6/2016	11,2
Jul.	27/7/2019	7,8	17/7/2017	1,6	26/7/2014	5,0	26/7/2014	5,8	1/7/2020	8,6	19/7/2015	3,8
Ago.	3/8/2006	11,0	6/8/2019	2,2	29/8/2012	6,0	7/8/2018	11,2	18/8/2015	3,0	28/8/2013	6,4
Set.	10/9/2013	10,0	17/9/2018	2,2	16/9/2018	9,8	20/9/2018	17,8	17/9/2018	11,0	27/9/2016	19,6
Out.	27/10/2020	32,4	23/10/2019	46,8	21/10/2014	29,4	17/10/2018	40,4	22/10/2019	31,6	29/10/2015	43,2
Nov.	21/11/2004	35,2	13/11/2018	19,6	15/11/2015	39,8	16/11/2018	38,4	2/11/2012	41,2	7/11/2017	38,4
Dez.	3/12/2005	36,8	26/12/2018	21,8	12/12/2013	38,0	4/12/2013	26,4	8/12/2007	38,2	16/12/2014	41,6

Tabela 2.8. Temperaturas Máximas mensais – T_{máx} (°C) registradas entre 1960 e 2021 em estações meteorológicas do Inmet situadas na Bacia do Rio Jequitinhonha.

Estação	Almenara		Araçuaí		Capelinha		Carbonita		Diamantina		Itamarandiba	
Mês	Data	T _{máx}	Data	T _{máx}	Data	T _{máx}	Data	T _{máx}	Data	T _{máx}	Data	T _{máx}
Jan.	2/1/2016	42,1	13/1/2020	40,6	2/1/2016	35,9	26/1/2006	37,4	26/1/2006	32,7	26/1/2006	35,2
Fev.	13/2/2019	38,9	4/2/2019	41,6	11/2/2016	34,0	11/2/1999	36,4	17/2/2010	31,6	8/2/2006	35,2
Mar.	19/3/2019	39,6	19/3/2019	40,6	11/3/2013	33,9	25/3/1998	36,0	14/3/2009	31,0	13/3/2013	34,3
Abr.	9/04/2016	36,7	29/4/2019	39,0	1/4/2015	33,1	19/4/1998	34,2	7/4/1996	30,2	1/4/2015	32,8
Mai.	15/5/2017	37,3	26/5/2019	38,8	15/5/2017	30,5	1/5/1998	33,4	12/5/2001	28,8	2/5/1998	32,0
Jun.	4/6/2016	36,1	28/6/1996	35,8	6/6/2016	32,1	3/6/2007	32,0	6/6/2016	27,6	26/6/1973	31,0
Jul.	6/7/2019	35,1	29/7/1989	37,2	5/7/2019	30,2	27/7/1989	33,4	22/7/2001	28,2	29/7/2006	31,0
Ago.	29/8/2004	35,8	12/8/2018	39,4	27/8/2013	31,8	3/8/2011	33,8	27/8/2007	30,5	27/8/2007	33,0
Set.	21/9/2014	37,5	28/9/2020	41,2	25/9/2015	36,4	29/9/2009	38,4	10/9/1997	33,1	29/9/2009	36,2
Out.	8/10/2020	39,9	8/10/2020	42,6	7/10/2020	36,2	28/10/2008	38,0	8/10/1987	35,8	18/10/2005	35,4
Nov.	23/11/2019	38,6	5/11/2019	42,0	6/11/2015	36,7	1/11/2007	38,2	1/11/2007	33,6	2/11/2007	37,0
Dez.	7/12/2015	40,0	22/12/2019	40,1	11/12/2015	33,0	30/12/2014	35,8	31/12/2014	31,8	10/12/1963	35,4

Continuação..

Estação	Itaobim		Pedra Azul		Salinas	
Mês	Data	T _{máx}	Data	T _{máx}	Data	T _{máx}
Jan.	2/1/2016	42,3	7/1/1998	37,1	2/1/2016	39,9
Fev.	4/2/2019	40,3	10/2/1973	37,0	25/2/2019	39,3
Mar.	11/3/2013	41,0	15/3/2009	38,0	11/3/2013	39,5
Abr.	6/4/2013	38,4	19/4/1998	36,1	2/4/1998	38,3
Mai.	20/5/2018	38,1	17/5/2004	37,2	1/5/1998	37,5
Jun.	6/6/2016	37,5	18/6/1976	33,7	6/6/2016	37,4
Jul.	5/7/2019	37,1	22/7/2001	33,1	5/7/2019	36,4
Ago.	27/8/2013	37,5	29/8/2004	36,0	22/8/2016	37,3
Set.	23/9/2013	40,6	10/9/1997	37,9	24/9/2013	39,6
Out.	10/10/2020	42,5	13/10/1982	38,8	8/10/2020	42,1
Nov.	13/11/2015	40,9	4/11/2008	37,8	5/11/2019	40,7
Dez.	3/12/2015	39,9	20/12/1982	37,4	3/12/1961	39,4

Tabela 2.9. Temperaturas mínimas mensais – Tmin (°C) registradas entre 1960 e 2021 em estações meteorológicas do Inmet situadas na Bacia do Rio Jequitinhonha.

Estação	Araçuaí		Carbonita		Diamantina		Itamarandiba		Pedra Azul		Salinas	
Mês	Data	Tmin	Data	Tmin	Data	Tmin	Data	Tmin	Data	Tmin	Data	Tmin
Jan.	21/1/1963	15,4	11/1/1982	12,8	18/1/1975	7,0	18/1/1977	10,8	3/1/1973	8,6	22/1/1979	10,7
Fev.	27/2/1961	16,4	24/2/2003	12,2	25/2/1977	11,1	1/2/1976	11,6	1/2/1977	13,7	23/2/1981	13,2
Mar.	30/3/1961	13,0	16/3/1997	11,6	18/3/2012	11,8	23/3/1970	11,7	27/3/1972	10,1	29/3/1981	12,2
Abr.	25/4/1968	11,0	26/4/2000	9,2	30/4/2014	9,4	24/4/1963	9,8	5/4/1972	10,0	22/4/1966	11,4
Mai.	22/5/1963	8,0	11/5/1998	5,5	23/5/2001	5,6	22/5/1963	5,8	27/5/1980	8,2	31/5/1961	7,0
Jun.	19/6/1968	6,6	26/6/2000	4,2	1/6/1979	4,6	1/6/1964	4,0	19/6/2010	7,2	18/6/1985	3,7
Jul.	30/7/1962	6,5	18/7/2000	2,8	31/7/1972	2,8	31/7/2007	3,6	11/7/2011	7,2	13/7/1979	4,9
Ago.	30/8/1963	6,6	10/8/1989	1,8	23/8/1981	6,2	7/8/2000	5,3	11/8/1994	5,6	7/8/1993	2,9
Set.	19/9/1962	10,0	11/9/1989	2,6	4/9/1972	6,7	4/9/2011	5,5	4/9/2011	7,4	24/9/1979	6,9
Out.	7/10/1962	9,0	15/10/2013	7,1	1/10/2012	8,0	2/10/1994	8,8	9/10/1993	10,6	17/10/1979	10,9
Nov.	22/11/1975	13,6	22/11/2013	11,5	19/11/1975	6,5	6/11/2011	9,7	25/11/1988	12,2	10/11/1985	10,3
Dez.	5/12/1965	16,4	25/05/1998	12,6	9/12/1961	9,9	20/12/1993	10,1	3/12/1988	13,7	6/12/1980	10,2

Tabela 2.10. Umidades Relativas Mínimas mensais – URMín (%) registradas entre 1960 e 2021 em estações meteorológicas do Inmet situadas na Bacia do Rio Jequitinhonha.

Estação	Almenara		Araçuaí		Capelinha		Diamantina		Itaobim		Salinas	
Mês	Data	URmín	Data	URmín	Data	URmín	Data	URmín	Data	URmín	Data	URmín
Jan.	2/1/2016	14	12/1/2020	13	12/1/2015	20	20/1/2018	16	1/1/2016	13	31/1/2015	12
Fev.	13/2/2019	20	1/2/2019	14	18/2/2016	18	4/2/2014	28	11/2/2019	15	13/2/2019	15
Mar.	17/3/2003	17	17/3/2019	18	2/3/2012	27	3/3/2012	22	10/3/2013	14	31/3/2015	11
Abr.	26/4/2016	20	7/4/2019	20	29/4/2018	17	17/4/2017	27	9/4/2016	15	30/4/2012	15
Mai.	17/5/2016	15	23/5/2019	20	9/5/2018	12	21/5/2018	12	6/5/2017	15	31/5/2016	14
Jun.	6/6/2016	19	14/6/2020	18	6/6/2016	22	11/6/2020	25	3/6/2016	14	2/6/2016	14
Jul.	15/7/2019	17	15/7/2019	11	21/7/2017	19	14/7/2016	20	16/7/2019	14	16/7/2019	14
Ago.	13/8/2019	20	31/8/2020	13	10/8/2017	16	12/8/2018	10	27/8/2013	12	10/8/2016	10
Set.	21/9/2014	13	28/9/2020	7	19/9/2015	11	28/9/2020	12	21/9/2014	10	28/9/2020	9
Out.	20/10/2003	12	8/10/2020	10	23/10/2017	10	17/10/2015	12	3/10/2020	9	3/10/2020	8
Nov.	18/11/2015	13	10/11/2019	9	6/11/2015	12	5/11/2015	18	11/11/2019	10	12/11/2007	10
Dez.	11/12/2015	13	21/12/2019	16	1/12/2017	21	29/12/2014	19	28/12/2012	10	25/12/2015	14

Tabela 2.11. Máximas rajadas de ventos (km/h) registradas nas estações meteorológicas automáticas do Inmet na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha.

Estação	Almenara		Araçuaí		Capelinha		Diamantina		Itaobim		Salinas	
Mês	Data	Rjmáx	Data	Rjmáx	Data	Rjmáx	Data	Rjmáx	Data	Rjmáx	Data	Rjmáx
Jan.	2/1/2003	70,2	6/1/2019	70,2	24/1/2020	68,8	12/1/2017	79,2	7/1/2018	88,9	25/1/2017	73,8
Fev.	25/2/2006	58,3	25/2/2019	76,0	27/2/2019	64,8	2/2/2017	78,8	28/2/2019	68,8	3/2/2017	59,0
Mar.	3/3/2003	69,1	13/3/2019	77,0	5/3/2016	64,1	22/3/2014	61,9	8/3/2018	73,4	17/3/2012	62,3
Abr.	19/4/2019	70,9	7/4/2019	53,3	9/4/2019	59,8	13/4/2013	58,0	7/4/2019	63,4	7/4/2012	69,1
Mai.	15/5/2018	48,6	29/5/2020	50,4	9/5/2018	46,3	29/5/2013	56,5	25/5/2015	61,6	29/5/2013	49,7
Jun.	24/6/2004	49,3	15/6/2019	81,7	4/6/2019	47,9	15/6/2020	62,6	6/6/2015	67,0	19/6/2016	52,9
Jul.	29/7/2017	64,4	6/7/2017	55,1	3/7/2017	49,0	2/7/2007	62,6	29/7/2018	55,4	5/7/2019	51,8
Ago.	19/8/2012	57,6	26/8/2018	55,1	11/8/2012	52,2	30/8/2007	61,2	9/8/2014	63,0	28/8/2013	57,6
Set.	30/9/2018	51,5	14/9/2019	67,0	16/9/2007	81,7	4/9/2007	57,2	23/9/2019	58,0	7/9/2012	79,6
Out.	27/10/2018	72,7	29/10/2017	67,3	19/10/2012	73,1	27/10/2018	68,8	10/10/2020	74,5	31/10/2012	70,9
Nov.	29/11/2004	68,0	2/11/2018	62,3	15/11/2015	70,9	24/11/2015	68,0	18/11/2016	61,9	15/11/2015	79,9
Dez.	7/12/2019	65,5	6/12/2018	62,3	7/12/2016	86,4	18/12/2012	83,9	23/12/2018	59,4	26/12/2015	72,7

2.5 Solos e dinâmica da água no solo

a) Características dos solos

As seguranças hídrica e alimentar da população dependem das interações solo-planta-atmosfera. O armazenamento da água no solo varia em função de características inerentes ao solo (textura, estrutura, teor de matéria orgânica, profundidade), da entrada de água no sistema (principalmente pela chuva) e das perdas de água por evapotranspiração, percolação e escoamento superficial. A implementação do Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos no Brasil (PronaSolos), a partir de 2015, (Polidoro et al., 2016) vem contribuindo para o mapeamento sistemático dos solos no Brasil, permitindo a geração de informações sobre capacidade de água disponível (CAD), suscetibilidade e vulnerabilidade dos solos brasileiros à erosão hídrica, condutividade elétrica e estoques de carbono. A Plataforma PronaSolos foi disponibilizada em 2021 no formato de sistemas de informações geográficas (SigWeb), contendo informações geradas nos últimos 80 anos pelo Serviço Geológico do Brasil da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), pela Embrapa e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além de contribuições de instituições estaduais e universidades (Polidoro et al., 2021).

De acordo com o IBGE, as classes de solos predominantes no Brasil referem-se aos Latossolos e Argissolos, sobre os quais se concentram as

principais áreas de produção agrícola do País. A Figura 2.10 apresenta distribuição das classes de solos (primeira ordem) na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, e a Tabela 2.12 exhibe o percentual da área da bacia ocupado por cada classe, sendo que por volta de 75% dos solos ocorrentes na região são considerados aptos para o cultivo agrícola (Argissolos, Latossolos, Luvisolos e Chernossolos) e 21,7% são de usos mais restritos (Cambissolos e Neossolos).

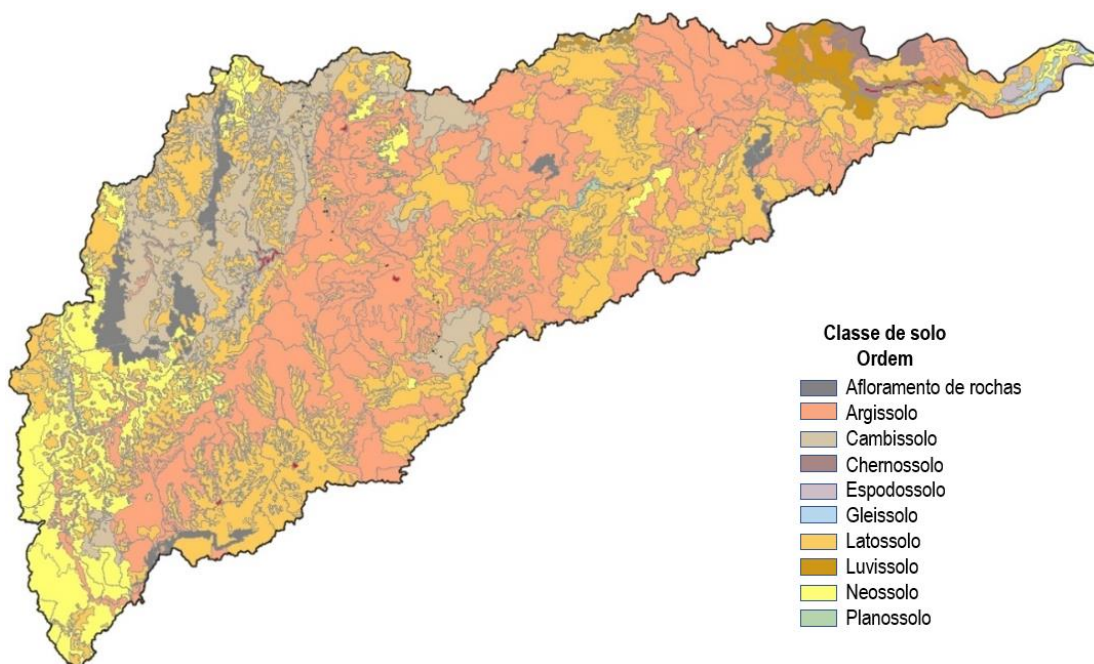


Figura 2.10. Classes de solos (1ª ordem) ocorrentes na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha.

Elaboração: Daniel Pereira Guimarães.

Fonte: Adaptado de Polidoro et al. (2021).

Tabela 2.12. Percentual de ocorrência das classes de solos na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha.

Classe de solo (primeira ordem)	Área relativa de ocorrência na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha (%)
Argissolo	37,3
Latossolo	35,1
Cambissolo	11,3
Neossolo	10,5
Afloramento de rochas	2,7
Luvisolo	1,9
Chernossolo	0,6
Espodossolo	0,3
Gleissolo	0,2
Planossolo	0,2

Teixeira et al. (2021) usaram funções de pedotransferência para fazer inferências sobre a água disponível nos solos em função das classes texturais de areia, silte e argila. A Figura 2.11 mostra a capacidade de retenção de água nos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha. Observa-se que os solos com maior capacidade de armazenamento de água tendem a ocorrer nas regiões do Médio e Baixo Jequitinhonha, enquanto os solos com as menores capacidades de retenção da água disponível ocorrem, em sua maioria, no Alto Jequitinhonha, região com os maiores índices de precipitação pluviométrica.

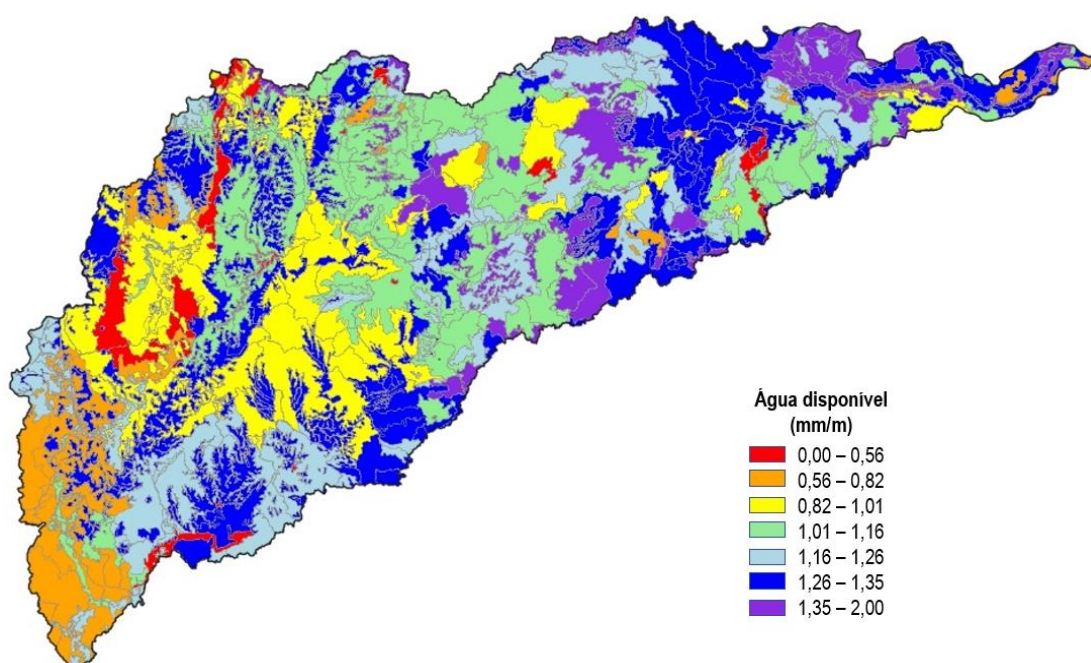


Figura 2.11. Capacidade de Água Disponível (CAD) nos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha.

Elaboração: Daniel Pereira Guimarães.

Fonte: Adaptado de Polidoro et al. (2021).

b) Dinâmica da água no solo

A água representa um elemento essencial no contexto da evolução e dinâmica das paisagens, incluindo processos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos e bióticos, representando um dos principais vetores de transformação da superfície terrestre, e influenciando na disponibilidade de diversos recursos naturais, em termos quantitativos e qualitativos. Pela sua importância, a água deve assumir posição de destaque nas políticas de desenvolvimento regional, numa perspectiva que visa compreender as diversas

funções locais dela, numa visão sistêmica, como elemento essencial para a conservação da biodiversidade e sobrevivência da sociedade (Ferreira, 2007).

O ciclo hidrológico é um fenômeno contínuo da circulação da água entre a superfície terrestre e a atmosfera. A água encontra-se em constante fase de mudanças entre os estados sólido (gelo), líquido e gasoso (vapor). Esse ciclo ocorre há bilhões de anos e é fundamental para a existência de vida no planeta. A Figura 2.12 ilustra as transformações ocorridas no ciclo da água. A dinâmica da água nos solos do Brasil depende basicamente das chuvas (entrada da água no solo) e da evapotranspiração, que se refere ao retorno da água para a atmosfera na forma gasosa resultante da evaporação do solo e transpiração das plantas.

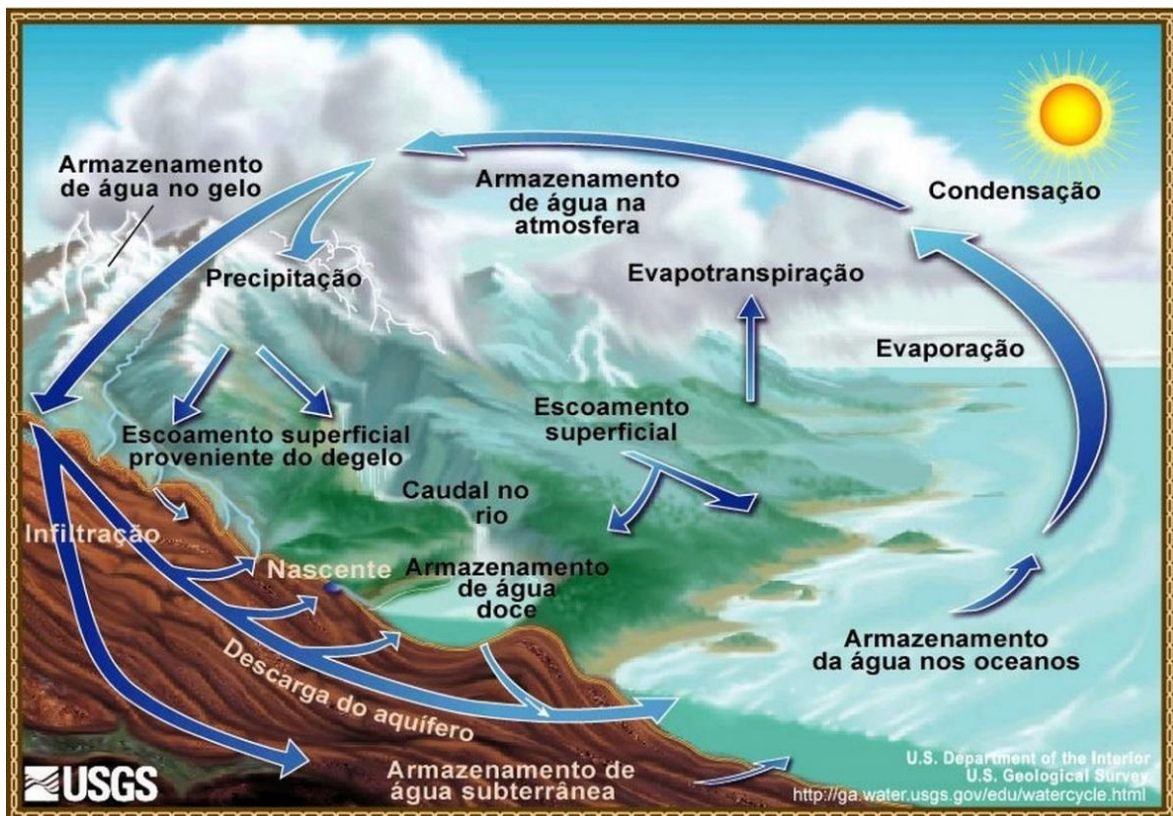


Figura 2.12. O ciclo hidrológico.

Fonte: Adaptado de United States Geological Survey (2022).

O monitoramento das chuvas no Brasil é feito por estações terrestres (estações meteorológicas convencionais e automáticas, postos pluviométricos manuais e automáticos, e pelo uso de sensores orbitais ou modelos climatológicos). As séries históricas de longa duração baseiam-se unicamente em coletas realizadas em pluviômetros manuais, e são afetadas por falhas ocasionadas pela falta de medições e também em função dos erros inerentes a

esse tipo de coleta de dados: erros sistemáticos, falhas humanas, localização inadequada do ponto amostral e perdas das séries históricas. Para a análise do balanço, disponibilidade e excedente hídricos no âmbito da bacia, foram consideradas bases pluviométricas disponibilizadas pelo *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station* (CHIRPS) (Funk et al., 2015) e estimativas de evapotranspiração.

A opção pelo uso das bases pluviométricas CHIRPS levou em consideração os seguintes aspectos:

- Base de dados pluviométricos diários em escala global (-50°S e 50°N).
- Série histórica contínua desde 1981 (40 anos).
- Combinação de informações de sensores orbitais e informações terrestres.
- Análise de consistência das bases terrestres.
- Informações padronizadas.
- Resolução espacial de 0,05° (5 km na linha do Equador) gerando mais de 280 mil pontos de observação no território brasileiro.

A estimativa da evapotranspiração teve como base os trabalhos de Hobbins (2016), que usou as bases de dados MERRA-2 (*Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications*) da NASA (Gelaro et al., 2017) para implementar a equação de Penman-Monteith em escala global.

A equação de evapotranspiração de referência (ET_o) de Penman-Monteith parametrizada pela FAO (Allen et al., 1998; Rocha et al., 2011) é a Equação 2.1:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34u_2)} \quad (2.1)$$

em que

ET_o : Evapotranspiração de referência da cultura hipotética (grama), mm dia⁻¹.

Rn : Saldo de radiação líquida na superfície da(s) cultura(s), MJ m⁻² dia⁻¹.

G : Fluxo de calor no solo, considerado nulo em escala diária, MJ m² dia⁻¹.

γ	: Constante psicrométrica, kPa °C ⁻¹ .
T	: Temperatura média diária do ar a 2 m de altura, °C.
u_2	: Velocidade do vento a 2 m de altura, m s ⁻¹ .
e_s	: Pressão de saturação de vapor do ar, kPa.
e_a	: Pressão de vapor do ar atual, kPa.
$e_s - e_a$	: Deficit de saturação de vapor do ar, kPa
Δ	: inclinação da curva de pressão de vapor <i>versus</i> temperatura, kPa °C ⁻¹

O aumento da resolução espacial foi obtido por meio da reamostragem usando como subconjunto as bases de evapotranspiração do IWTI (International Water Management Institute). Esse procedimento permitiu coincidir a resolução espacial das bases de dados de chuva e evapotranspiração (cerca de 5 km).

O balanço hídrico sequencial foi gerado a partir de algoritmo de álgebra de imagens combinando a entrada de água no solo (chuva–CHIRPS), evapotranspiração potencial (Hobbins, 2016) e capacidade de água disponível dos solos (CAD) gerada a partir de funções de pedotransferência (Teixeira et al., 2021), tendo como base o mapeamento dos solos brasileiros pelo PronaSolos.

A Figura 2.13 ilustra a variação ao longo do ano da água disponível nos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha. Observa-se que os municípios de Potiraguá, Itapebi, Itagimirim e Itarantim, na Bahia, e de Salto da Divisa, em Minas Gerais, praticamente não apresentam volumes significativos de água disponível nos solos durante todo o ano. Isto se dá em decorrência das condições semiáridas onde a evapotranspiração tende a ser maior que o volume de chuvas incidentes nessas localidades. A região do Alto Jequitinhonha (nascente) apresenta os maiores valores e a maior duração temporal da água disponível nos solos apesar da incidência de neossolos e afloramentos rochosos. Isso se dá em razão da maior pluviosidade e menores índices de evapotranspiração nas condições de elevadas altitudes. A região da Foz do Jequitinhonha recebe bons índices pluviométricos durante todo o ano, de forma que o solo mantém alta disponibilidade hídrica em todas as épocas do ano. Os meses de dezembro e janeiro são os que apresentam maior disponibilidade de água nos solos, sendo que a partir de abril até outubro ocorrem elevados índices de estresse hídrico.

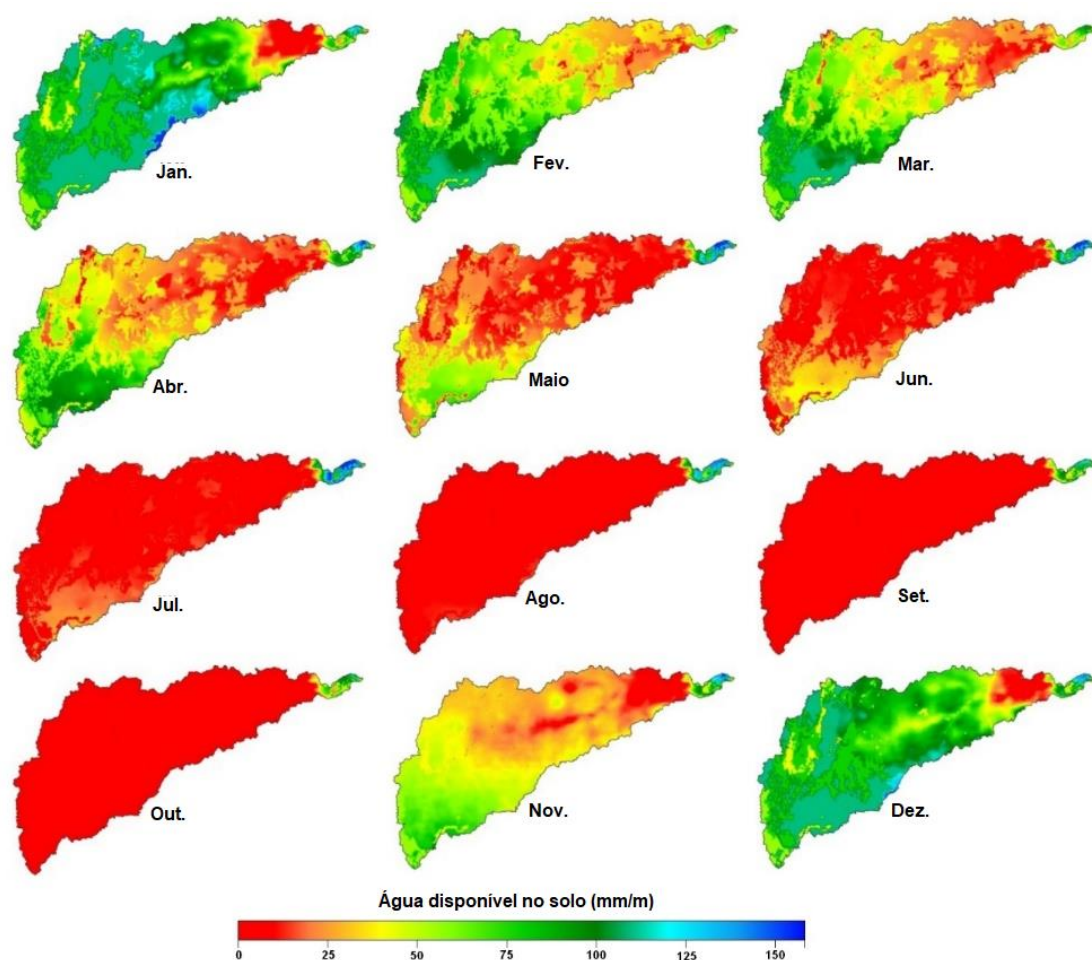


Figura 2.13. Disponibilidade hídrica mensal nos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha.

Elaboração: Daniel Pereira Guimarães.

c) Excedente hídrico

O excedente hídrico representa o volume de água que não é retido pelas partículas do solo, uma vez que este tenha atingido a capacidade de campo. O volume hídrico excedente indica a quantidade de água que é percolada para o lençol freático ou sofre escoamento superficial. Assim, o excedente hídrico corresponde ao volume de água que abastecerá os corpos hídricos. A Figura 2.14 mostra o excedente hídrico anual na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha calculado considerando metodologia apresentada por Guimarães et al. (2022).

Os maiores excedentes hídricos ocorrem no Alto Jequitinhonha e nas proximidades da foz do rio, na condição climática da Mata Atlântica. As condições edáficas do Alto Jequitinhonha com alta incidência de solos Litólicos (afloramento

de rochas) e Neossolos Litólicos apresentam baixas capacidades de infiltração de água. Essas características, aliadas ao relevo escarpado, facilitam o rápido escoamento superficial, contribuindo para a ocorrência de enchentes e alagamentos e reduzindo o fluxo hídrico durante o período de estiagem. Grande parte das áreas de ocorrência dos Argissolos e Latossolos, com boas capacidades de retenção de água, apresentam baixos excedentes hídricos em função da escassez de chuvas e alta demanda evaporativa. O uso de plantas adaptadas e práticas de conservação dos solos são de grande importância para o desenvolvimento rural. A Tabela 2.13 apresenta os municípios com maior contribuição para a geração de excedentes hídricos (escoamento superficial e/ou percolação) na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha. Verifica-se que os municípios mineiros de Diamantina, Itamarandiba, Olhos-d'Água e Grão Mogol, representam cerca de 30% da contribuição para o excedente hídrico. Os quatro estão situados na parte oeste da bacia, onde ocorrem as maiores altitudes no âmbito da bacia e há importantes nascentes de rios que integram a bacia.

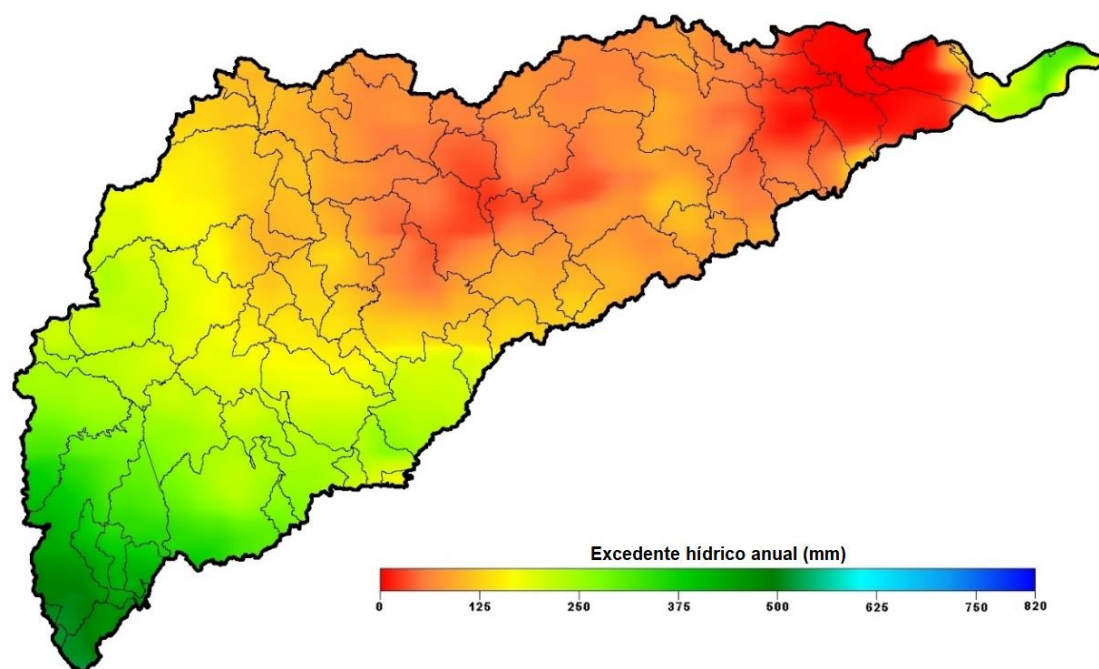


Figura 2.14. Excedente Hídrico Anual (percolação e escoamento superficial) na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha.

Elaboração: Daniel Pereira Guimarães.

Tabela 2.13. Municípios com maior contribuição para a geração de excedentes hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha.

Município	UF	Excedente médio (mm)	Área na Bacia (ha)	Contribuição relativa do excedente hídrico da bacia (%)
Diamantina	MG	385,2	274.802,5	10,2
Itamarandiba	MG	283,0	273.316,0	7,5
Olhos-d'Água	MG	283,3	208.788,7	5,7
Grão Mogol	MG	150,0	388.221,1	5,6
Itacambira	MG	212,0	178.747,4	3,7
Novo Cruzeiro	MG	213,1	170.032,2	3,5
Minas Novas	MG	192,0	181.241,1	3,4
Carbonita	MG	235,0	145.611,1	3,3
Senador Modestino Gonçalves	MG	325,0	95.205,2	3,0
Botumirim	MG	179,3	156.889,5	2,7
Serro	MG	489,3	55.363,6	2,6
Belmonte	BA	227,4	116.372,5	2,6
Jequitinhonha	MG	69,4	351.424,1	2,3
Capelinha	MG	245,2	96.288,2	2,3
Bocaiúva	MG	213,8	105.333,8	2,2
Turmalina	MG	186,7	115.311,9	2,1
Araçuaí	MG	92,8	223.629,5	2,0
Couto de Magalhães de Minas	MG	414,6	48.565,7	1,9
Almenara	MG	68,1	229.444,2	1,5
Joáima	MG	89,2	166.312,1	1,4
Felício dos Santos	MG	415,1	35.737,7	1,4
Total				70,8

2.6 Bioma e vegetação natural

Bioma representa uma unidade biológica que engloba a área originária de um conjunto de ecossistemas terrestres com características fitofisionômicas, macroclimáticas e geológicas semelhantes, que sofreram processos similares de formação histórica da paisagem, resultando em diversidades de flora e fauna características (adaptado de Cox; Moore, 2000; IBGE, 2004a; Coutinho, 2006; Brasil, 2019). O estado de conservação da vegetação nativa e as características de uso atual da terra indicam a existência ou não de habitats adequados para as espécies originais ou outras, bem como a manutenção de serviços ambientais e o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência de populações humanas, como a qualidade da água, do ar, etc. (adaptado de Brasil, 2019; Landau; Moura, 2020).

Foi considerada a delimitação de biomas e a base sobre vegetação disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), escala 1:250.000. As nascentes do Rio Jequitinhonha e os aproximadamente dois quintos mais a leste da bacia estão situadas no bioma Cerrado, enquanto as áreas mais a oeste, até a desembocadura do rio no Oceano Atlântico, estão situadas no bioma Mata Atlântica, que abrange mais da metade da área da bacia. Também há uma pequena área dentro do bioma Caatinga (em torno de 15 km²) (Figura 2.15). Dos 101 municípios com ao menos parte da sua área situada na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, vinte e dois estão inteiramente localizados dentro do bioma Cerrado (Berilo, MG; Bocaiúva, MG; Botumirim, MG; Buenópolis, MG; Carbonita, MG; Cristália, MG; Datas, MG; Diamantina, MG; Francisco Sá, MG; Grão Mogol, MG; Guaraciama, MG; Itacambira, MG; José Gonçalves de Minas, MG; Josenópolis, MG; Juramento, MG; Leme do Prado, MG; Olhos-d'Água, MG; Padre Carvalho, MG; Rio Pardo de Minas, MG; São Gonçalo do Rio Preto, MG; Turmalina, MG; Veredinha, MG); dois apresentam parte da suas áreas dentro do bioma Cerrado e pequenas partes no bioma Caatinga (Riacho dos Machados, MG e Serranópolis de Minas, MG); quarenta e nove estão inteiramente localizados dentro do bioma Mata Atlântica (Belmonte, BA; Canavieiras, BA; Encruzilhada, BA; Eunápolis, BA; Guaratinga, BA; Itagimirim, BA; Itapebi, BA; Itarantim, BA; Macarani, BA; Maiquinique, BA; Mascote, BA; Potiraguá, BA; Santa Cruz Cabralia, BA; Águas Formosas, MG; Águas Vermelhas, MG; Almenara, MG; Bandeira, MG; Cachoeira de Pajeú, MG;

Carai, MG; Coluna, MG; Comercinho, MG; Divisópolis, MG; Divisa Alegre, MG; Felisburgo, MG; Frei Lagonegro, MG; Fronteira dos Vales, MG; Itaipé, MG; Itaobim, MG; Itinga, MG; Jacinto, MG; Jequitinhonha, MG; Joáima, MG; Jordânia, MG; Ladainha, MG; Malacacheta, MG; Mata Verde, MG; Medina, MG; Monte Formoso, MG; Novo Oriente de Minas, MG; Padre Paraíso, MG; Palmópolis, MG; Pedra Azul, MG; Ponto dos Volantes, MG; Rio do Prado, MG; Rubim, MG; São Sebastião do Maranhão, MG; Salto da Divisa, MG; Santa Maria do Salto, MG; Santo Antônio do Jacinto, MG), e 28 apresentam parte da suas áreas dentro do bioma Mata Atlântica e partes dentro do Cerrado (Água Boa, MG; Angelândia, MG; Araçuaí, MG; Aricanduva, MG; Capelinha, MG; Chapada do Norte, MG; Coronel Murta, MG; Couto de Magalhães de Minas, MG; Felício dos Santos, MG; Francisco Badaró, MG; Fruta de Leite, MG; Itamarandiba, MG; Jenipapo de Minas, MG; Minas Novas, MG; Novo Cruzeiro, MG; Novorizonte, MG; Presidente Kubitschek, MG; Rio Vermelho, MG; Rubelita, MG; Salinas, MG; Santa Cruz de Salinas, MG; Santo Antônio do Itambé, MG; Senador Modestino Gonçalves, MG; Serra Azul de Minas, MG; Serro, MG; Setubinha, MG; Taiobeiras, MG; Virgem da Lapa, MG).

Nas áreas do bioma Cerrado, a vegetação original é do tipo savana, e, mais próximo ao Rio Jequitinhonha, observa-se um ecótono formado pelo contato entre savana e floresta estacional (Figura 2.16). Nas áreas de Mata Atlântica, no trecho médio onde ocorre esse bioma, a vegetação natural predominante é de floresta estacional decidual e de ecótono entre savana e floresta estacional. Ainda no bioma Mata Atlântica, no terço final do rio, observa-se predominância de vegetação natural formada por floresta estacional semidecidual e, nos últimos 30 km do rio, de floresta ombrófila densa. A cobertura vegetal natural vem sofrendo alterações antrópicas consideráveis, principalmente decorrentes do estímulo aos plantios de monoculturas de eucalipto e de impactos da extração de minério e ocorrência de garimpos ilegais.

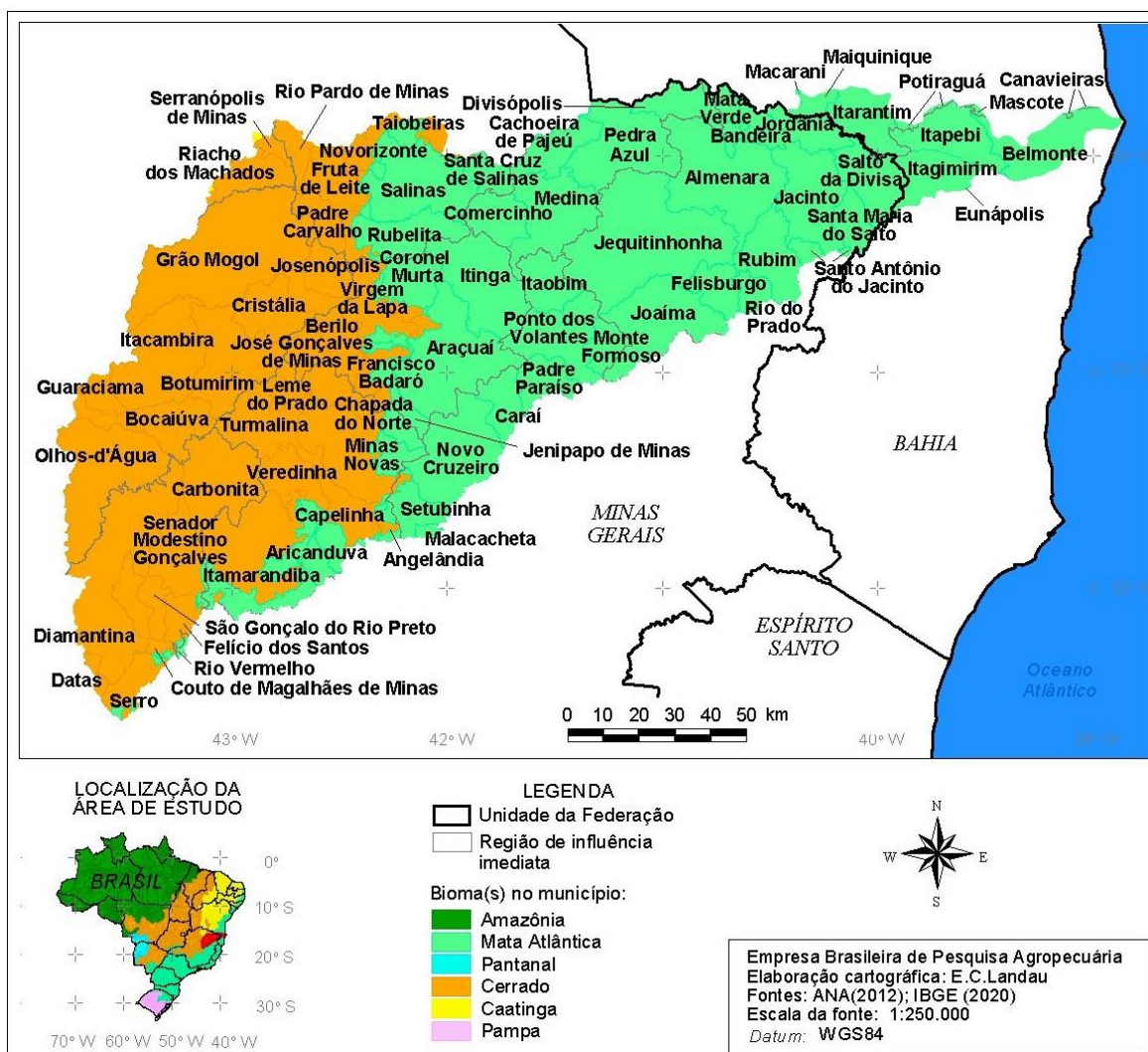


Figura 2.15. Biomas da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012) e IBGE (2020).

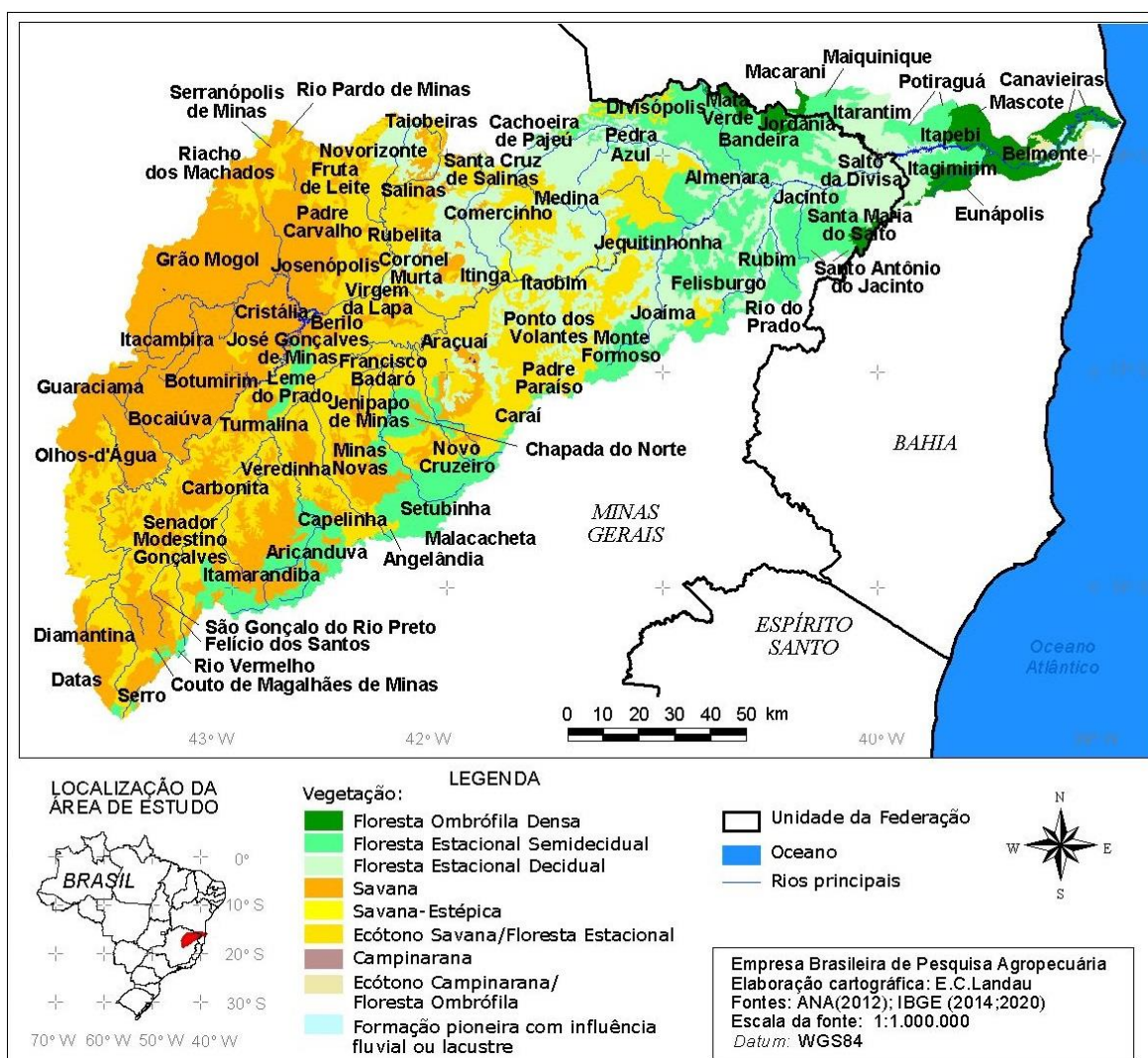


Figura 2.16. Vegetação original da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de IBGE (2004b, 2020) e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012).

2.7 Cobertura vegetal e uso da terra

Para representação da cobertura vegetal e uso da terra, foi considerada a versão 5 da base cartográfica disponibilizada pelo Projeto MapBiomas, referente a 2019 (Projeto MapBiomas, 2020). A denominação e as cores representativas da legenda de algumas classes foram modificadas em relação ao proposto originalmente pelo projeto, optando-se pela representação prioritária de classes terrestres de origem natural em tons de verde ou marrom; e a de classes de origem antrópica, utilizando cores nos tons vermelhos ou cinzas. Estratos arbóreos e classes indicando maior permanência temporal no território foram representados em cores preferentemente mais escuras que classes indicando estratos herbáceos e/ou de duração temporária, conforme apresentado na Tabela 2.14.

Os padrões de cobertura vegetal e uso da terra da bacia são apresentados nas Figuras 2.17 e 2.18, e na Tabela 2.15. Mais de 30% da área da bacia hidrográfica é ocupada por formação savânica (31,9%, 22.347,4 km²), outros quase 30%, por pastagem (28,2%, 19.778,5 km²) e próximo de 25%, por formações florestais (24,7%, 17.311,2 km²). Também se observa quase 7% da área destinada para o plantio de silviculturas (6,97%, 4.880,2 km²). As formações savânicas e as silviculturas predominam na área correspondente ao bioma Cerrado, representando, respectivamente, 44,3% e 14,1% da cobertura vegetal nesse bioma. Já as áreas de pastagem e de formações florestais predominam no bioma da Mata Atlântica, ocupando 37,6% e 32,7%, respectivamente da área desse bioma na bacia. Neste, as áreas de pastagem concentram-se principalmente na faixa localizada entre 20 km a oeste e 20 km a leste do limite entre os estados de Minas Gerais e Bahia. Não foi informado o grau de conservação das formações de origem natural nem de degradação das pastagens.

Conforme Gonçalves (1997), o uso da terra tem passado por expressivas transformações nas últimas décadas. Entre as décadas de 1960 e 1980, houve um avanço marcante do plantio de eucalipto, passando de 11% da área da bacia para 24% no período. Mudanças consideráveis no processo de assalariamento da força de trabalho no período refletiram num crescimento considerável das

atividades pecuárias, da cafeicultura e do plantio de eucalipto, e, a partir de 1970, tendência de substituição das técnicas agrícolas praticadas pelo cultivo mais comercial. De acordo com o autor, na década de 1990, as áreas destinadas à pecuária e ao plantio de monoculturas florestais de eucalipto já excediam o total de terras aptas recomendadas para a implantação dessas atividades, havendo ainda áreas para agricultura, desde que adotando técnicas mais avançadas e assumindo os riscos climáticos severos ocorrentes na região.

No âmbito da bacia, os municípios com maiores extensões ocupadas por pastagens foram Jacinto, MG (965 ha); Almenara, MG (831 ha); Jequitinhonha, MG (775 ha); Salto da Divisa, MG (760 ha) e Rubim, MG (718 ha); e, em termos percentuais, sete municípios apresentaram mais do que 60% da área por pastagens: Salto da Divisa, MG (81,09%, correspondente a 760 ha); Rubim, MG (74,46%, 718 ha); Jordânia, MG (70,17%, 384 ha); Jacinto, MG (69,24%, 965 ha); Santa Maria do Salto, MG (65,35%, 288 ha); Itagimirim, BA (63,39%, 510 ha) e Itapebi, BA (61,13%, 612 ha).

Em relação à qualidade das pastagens no âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, de acordo com o Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (2021), mais da metade delas (56,85%) apresenta níveis de degradação intermediários a severos (Figura 2.19). As pastagens com degradação mais severa foram observadas principalmente em áreas da bacia onde predominam declividades acima de 20% (Figura 2.5) e argissolos com CADs inferiores a 1 mm/m (Figuras 2.10 e 2.11), e onde há um período anual mais extenso com menor disponibilidade hídrica que em outras áreas da bacia (Figuras 2.9 e 2.10). Cinco municípios apresentaram mais do que 100 km² de pastagens com degradação severa: Salinas, MG (251 km²); Grão Mogol, MG (169 km²); Araçuaí, MG (168 km²); Itacambira, MG (145 km²) e Salto da Divisa, MG (120 km²); e 18 municípios, mais do que 100 km² de pastagens sem degradação ou com baixa degradação: Almenara, MG (703 km²); Jacinto, MG (515 km²); Joaíma, MG (494 km²); Jequitinhonha, MG (467 km²); Itapebi, BA (353 km²); Rubim, MG (312 km²); Jordânia, MG (260 km²); Salto da Divisa, MG (201 km²); Itarantim, BA (177 km²); Itamarandiba, MG (177 km²); Bandeira, MG (171 km²); Itagimirim, BA (150 km²); Felisburgo, MG (141 km²); Novo Cruzeiro, MG (127 km²); Araçuaí, MG (126 km²); Itinga, MG (124 km²); Belmonte, BA (123 km²) e Pedra Azul, MG (108 km²). Em termos proporcionais, quatro municípios tiveram mais do que 10%

da sua área coberta por pastagens com nível severo de degradação: Salinas, MG (13,50%); Salto da Divisa, MG (12,82%); Santa Cruz de Salinas, MG (12,44%) e Itagimirim, BA (10,03%); e, por outro lado, 24 apresentaram mais de 10% de suas áreas com pastagens sem degradação ou degradação baixa: Jordânia, MG (47,62%); Mata Verde, MG (37,82%); Jacinto, MG (36,99%); Bandeira, MG (35,30%); Itapebi, BA (35,28%); Rubim, MG (32,38%); Almenara, MG (30,65%); Joaíma, MG (29,70%); Felisburgo, MG (27,78%); Rio do Prado, MG (26,94%); Salto da Divisa, MG (21,47%); Itarantim, BA (21,06%); Maiquinique, BA (20,16%); Santa Maria do Salto, MG (19,50%); Itagimirim, BA (18,71%); Divisópolis, MG (17,44%); Aricanduva, MG (15,29%); Itaobim, MG (13,60%); Jequitinhonha, MG (13,31%); Francisco Badaró, MG (12,74%); Jenipapo de Minas, MG (11,64%); Belmonte, BA (10,59%); Monte Formoso, MG (10,31%) e Virgem da Lapa, MG (10,14%).

Tabela 2.14. Legenda adotada para a representação cartográfica da cobertura vegetal e uso da terra.

Cobertura vegetal ou uso da terra	Cor
1. Floresta	
1.1. Floresta natural	
1.1.1. Formação florestal	
1.1.2. Formação savânica	
1.1.3. Mangue	
1.2. Monocultura florestal/Floresta plantada/Silvicultura	
2. Formação natural não florestal	
2.1. Campo alagado ou área pantanosa	
2.2. Formação campestre natural	
2.3. Apicum (ambiente salino)	
2.4. Afloramento rochoso	
2.5. Outras formações não florestais	
3. Agropecuária	
3.1. Pastagem	
3.2. Agricultura	
3.2.1. Lavoura temporária	
3.2.1.1. Soja	
3.2.1.2. Cana-de-açúcar	
3.2.1.3. Outras lavouras temporárias	
3.2.2. Lavoura perene	
3.3 Mosaico de agricultura e pastagem	
4. Área não vegetada	
4.1. Praia ou duna	
4.2. Infraestrutura urbana	
4.3. Mineração	
4.4. Outras áreas não vegetadas	
5. Corpos d'água	
5.1. Rio, lago, oceano	
5.2. Aquicultura	
6. Não observado	

Fonte: Adaptado de adaptado de Projeto MapBiomass (2020).

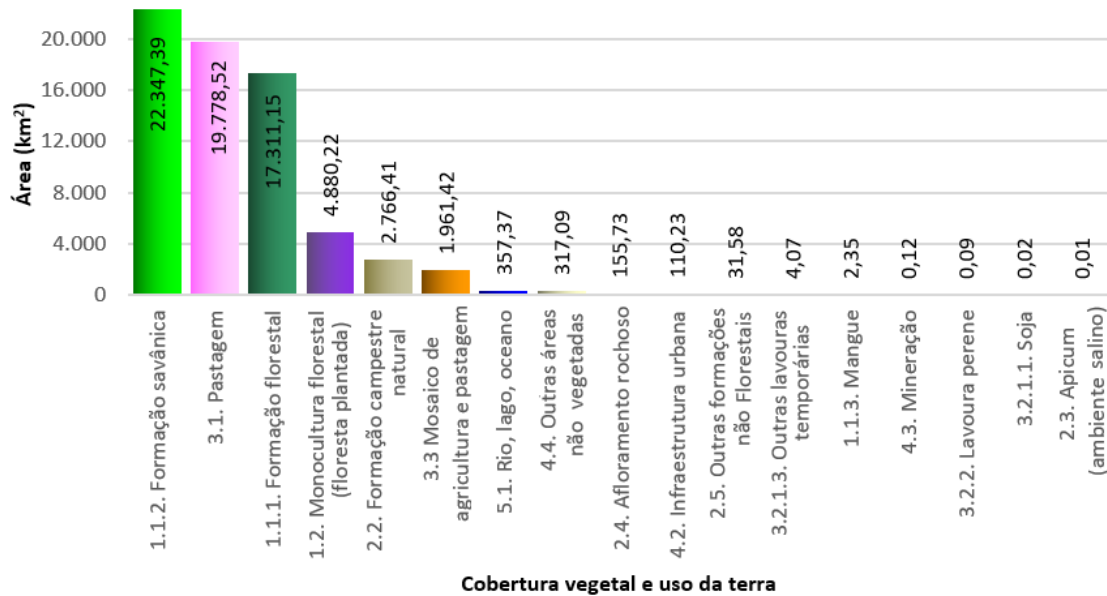


Figura 2.17. Área da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha ocupada por classe de cobertura vegetal e uso da terra em 2019.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012), IBGE (2019) e Projeto MapBiomias (2020).

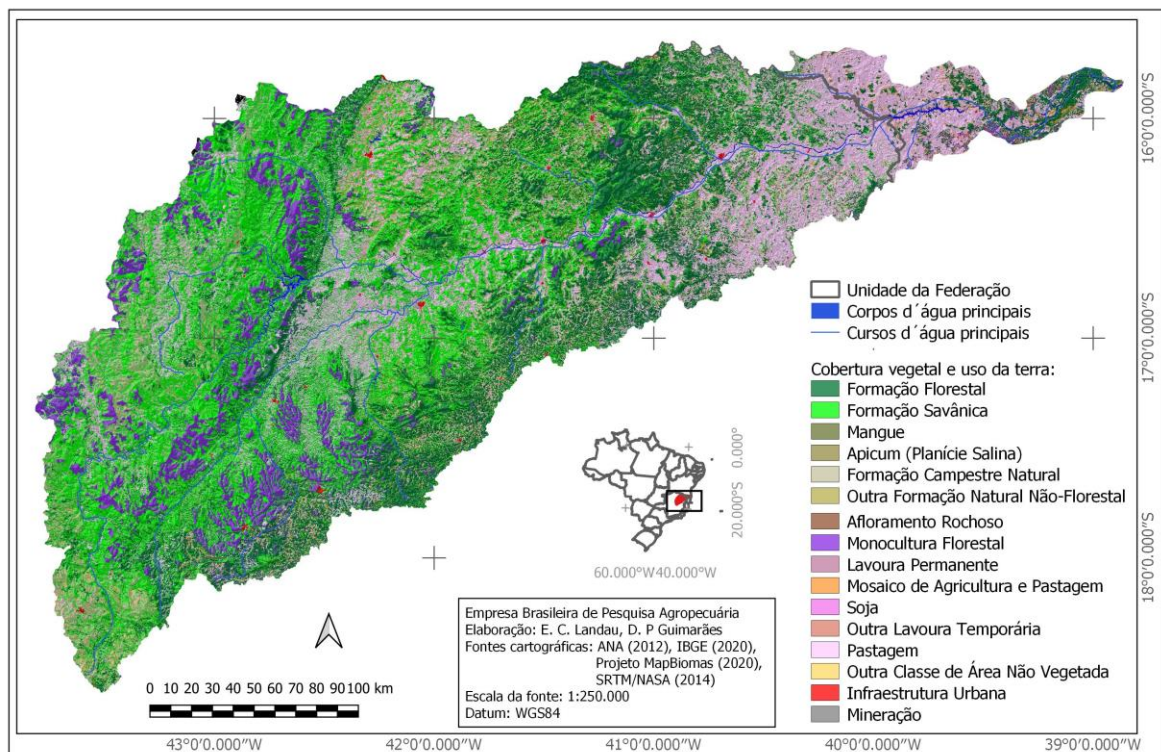


Figura 2.18. Cobertura vegetal e uso da terra em 2019 na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012), United States Geological Survey (2014); IBGE (2020) e Projeto MapBiomias (2020).

Tabela 2.15. Área total e por bioma da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha ocupada por classe de cobertura vegetal e uso da terra em 2019.

Cobertura vegetal e uso da terra	Cerrado		Mata Atlântica		Total	
	Área (km ²)	Área relativa (%)	Área (km ²)	Área relativa (%)	Área (km ²)	Área relativa (%)
1. Floresta						
1.1. Floresta natural						
1.1.1. Formação florestal	4.559,683	14,707	12.751,472	32,679	17.311,155	24,722
1.1.2. Formação savânica	13.730,760	44,289	8.616,633	22,082	22.347,393	31,914
1.1.3. Mangue			2,353	0,006	2,353	0,003
1.2. Floresta plantada/monocultura florestal	4.385,650	14,146	494,566	1,267	4.880,216	6,969
2. Formação natural não florestal						
2.1. Campo alagado ou área pantanosa						
2.2. Formação campestre natural	2.766,408	8,923	0,003	0,000	2.766,411	3,951
2.3. Apicum/ ambiente salino			0,013	0,000	0,013	0,000
2.4. Afloramento rochoso	0,002	0,000	155,724	0,399	155,726	0,222
2.5. Outra formação não florestal			31,581	0,081	31,581	0,045
3. Agropecuária						
3.1. Pastagem	5.115,528	16,500	14.662,995	37,577	19.778,522	28,245
3.2. Agricultura						
3.2.1. Lavoura temporária						
3.2.1.1. Soja	0,022	0,000			0,022	0,000
3.2.1.2. Cana-de-açúcar						
3.2.1.3. Outras lavouras temporárias	4,061	0,013	0,011	0,000	4,072	0,006
3.2.2. Lavoura perene			0,088	0,000	0,088	0,000
3.3. Mosaico de agricultura e pastagem	0,020	0,000	1.961,402	5,027	1.961,422	2,801
4. Área não vegetada						
4.1. Praia ou duna						
4.2. Infraestrutura urbana	44,988	0,145	65,244	0,167	110,232	0,157
4.3. Mineração			0,116	0,000	0,116	0,000
4.4. Outra área não vegetada	290,764	0,938	26,322	0,067	317,086	0,453
5. Corpos d'água						
5.1. Rio, lago, oceano	105,013	0,339	252,353	0,647	357,367	0,510
5.2. Aquicultura						
6. Não observado						
Somatório	31.002,898	100,000	39.020,875	100,000	70.023,773	100,000

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012), IBGE (2019), Projeto MapBiomas (2020).

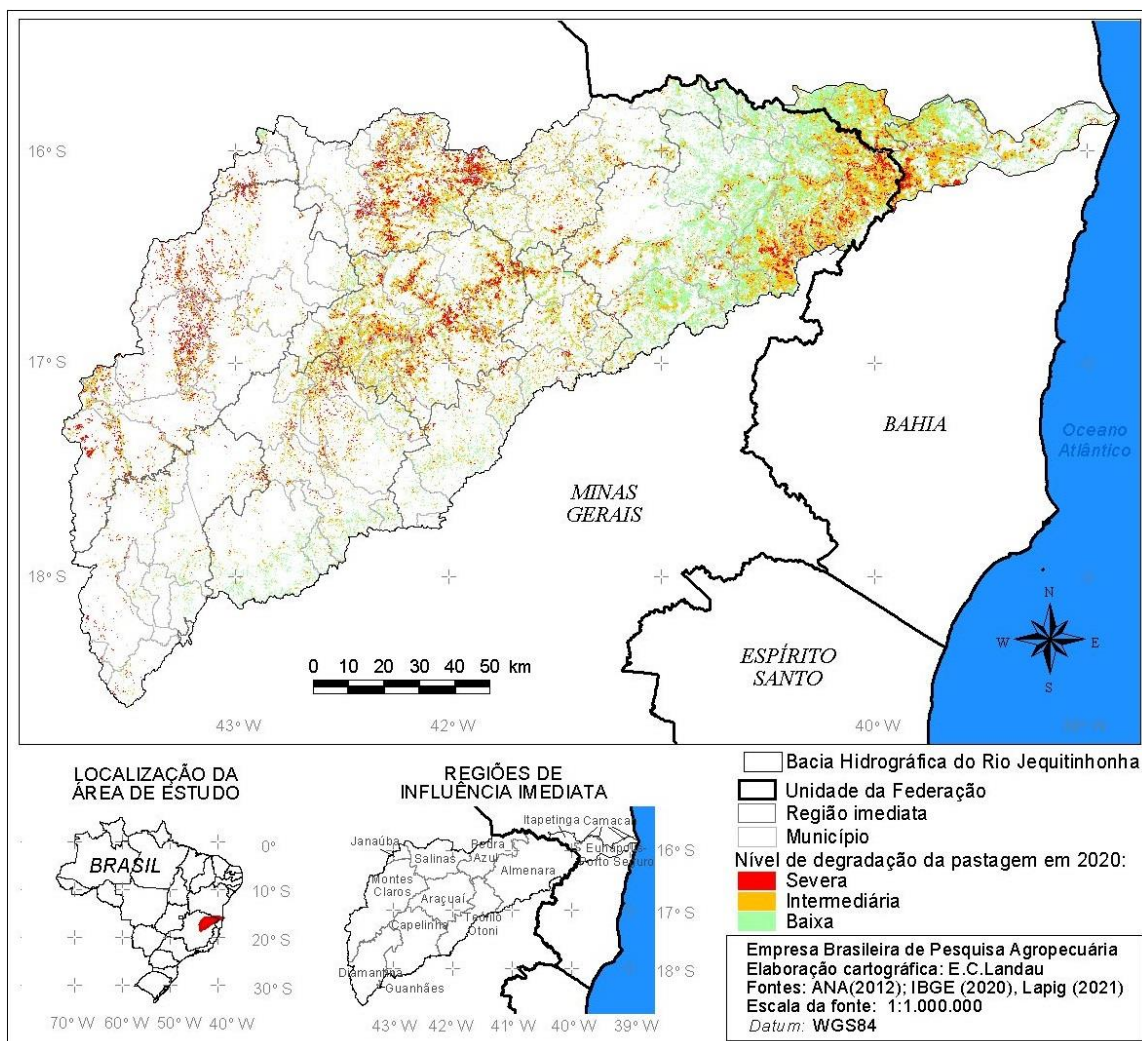


Figura 2.19. Qualidade das pastagens em 2020 na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012), IBGE (2020) e Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (2021).

2.8 Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Níveis Otto 1-7)**: Bacias Hidrográficas Otto Nível 3. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f>. Acesso em: 30 jun. 2021.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56). Disponível em: <https://www.fao.org/4/X0490E/x0490e06.htm#fao%20penman%20monteith%20equation>. Acesso em: 14 set 2023.

ÁLVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVE, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Biomass**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomass>. Acesso em: 10 maio 2019.

COMISSÃO DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO JEQUITINHONHA. **Pré-diagnóstico do Vale do Jequitinhonha: o espaço físico e a realidade infraestrutural**. Belo Horizonte, 1967. 2 v.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **GeoSGB**: dados, informações e produtos do Serviço Geológico do Brasil. Arquivo vetorial no formato shapefile, escala 1:1.000.000. Disponível em: <https://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>. Acesso em: 29 abr. 2022.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Botânica Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 13-26, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000100002>.

COX, C. B.; MOORE, P. D. **Biogeography: an ecological and evolutionary approach**. 6. ed. London: Blackwell Scientific Publications, 2000. 298 p.

FERREIRA, V. de O. **Paisagem, recursos hídricos e desenvolvimento econômico na Bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais**. 2007. 291 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MPBB-78RN42>. Acesso em: 3 dez. 2021.

FUNK, C.; PETERSON, P.; LANDSFELD, M.; PEDREROS, D.; VERDIN, J.; SHUKLA, S.; HUSAK, G.; ROWLAND, J.; HARRISON, L.; HOELL, A.; MICHAELSEN, J. The climate hazards infrared precipitation with stations: a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v. 2, article 150066, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>.

GELARO, R.; MCCARTY, W.; SUÁREZ, M. J.; TODLING, R.; MOLOD, A.; TAKACS, L.; RANGLES, C.; DARMENOV, A.; BOSILOVICH, M. G.; REICHLE, R.; WARGAN, K.; COY, L.; CULLATHER, R.; DRAPER, C.; AKELLA, S.; BUCHARD, V.; CONATY, A.; SILVA, A. da; GU, W.; KIM, G.-K.; KOSTER, R.; LUCCHESI, R.; MERKOVA, D.; NIELSEN, J. E.; PARTYKA, G.; PAWSON, S.; PUTMAN, W.; RIENECKER, M.; SCHUBERT, S. D.; SIENKIEWICZ, M.; ZHAO, B. The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2). **Journal of Climate**, v. 30, p. 5419-5454, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0758.1>.

GONÇALVES, R. do N. **Diagnóstico ambiental da Bacia do Rio Jequitinhonha: diretrizes gerais para a ordenação territorial**. Salvador: IBGE, 1997. 64 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95902.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2021.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C.; BRANDÃO, G. R. **Variação espaço-temporal dos excedentes hídricos no território brasileiro**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2022. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 247). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1150230/1/Boletim-de-Pesquisa-247-Variacao-espaco-temporal-dos-excedentes-hidricos-no-territorio-brasileiro.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2023.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C.; COSTA, T. C. e C. da. **Relevo digital dos municípios brasileiros**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 75). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS-2009-09/21395/1/Doc_75.pdf. Acesso em: 10 nov. 2021.

HOBBINS, M. T. The variability of ASCE Standardized Reference Evapotranspiration: a rigorous, CONUS-wide decomposition and attribution. **Transactions of the ASABE**, v. 59, n. 2, p. 561-576, 2016. DOI: <https://doi.org/10.13031/trans.59.10975>.

IBGE. **Bases cartográficas contínuas - Brasil**: bc250: versão 2019. Rio de Janeiro, 2019. Escala 1:250.000. Arquivo em formato *shapefile*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em: 6 maio 2021.

IBGE. **Biomass**: escala: 1:5.000.000. Rio de Janeiro, 2004a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/15842-biomass.html?=&t=downloads>. Acesso em: 10 maio 2018.

IBGE. **Geomorfologia 1:250.000**: vetores: escala 250 mil: versão 2021. Rio de Janeiro, 2021. Arquivo em formato *shapefile*, escala 1:250.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia/10870-geomorfologia.html?=&t=downloads>. Acesso em: 28 abr. 2022.

IBGE. **Malha municipal digital 2019**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2017/Brasil/BR//. Acesso em: 12 nov. 2020.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2009. 182 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>. Acesso em: 3 maio 2022.

IBGE. **Mapa de biomas e de vegetação**. Rio de Janeiro, 2004b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em: 10 maio 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>. Acesso em: 3 nov. 2021a.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Séries históricas horárias das estações meteorológicas automáticas do Inmet**. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/>. Acesso em: 4 nov. 2021b.

KUCHENBECKER, M. Evolução geológica dos vales do Jequitinhonha e Mucuri: uma revisão. **Revista Espinhaço**, v. 7, n. 1, p. 53-64, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327120827_Evolucao_geologica_dos_vales_do_Jequitinhonha_e_Mucuri_uma_revisao. Acesso em: 16 maio 2022.

LANDAU, E. C.; MOURA, L. Configuração territorial do Brasil: divisão política, biomas, características demográficas e socioeconômicas. In: LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARÃES, D. P. (ed.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**: cenário histórico, divisão política, características demográficas, socioeconômicas e ambientais. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 1, cap. 3, p. 61-92. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1122609>. Acesso em: 20 set. 2022.

LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E GEOPROCESSAMENTO - Lapig/ Universidade Federal de Goiás. **Atlas Digital das Pastagens Brasileiras**. 2021. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/>. Acesso em: 24 maio 2022.

POLIDORO, J. C.; MENDONÇA-SANTOS, M. de L.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO JÚNIOR, W. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; CURCIO, G. R.; CORREIA, J. R.; MARTINS, E. de S.; SPERA, S. T.; OLIVEIRA, S. R. de M.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V.; TOSTO, S. G.; VENTURIERI, A.; SA, I. B.; OLIVEIRA, V. A. de; SHINZATO, E.; ANJOS, L. H. C. dos; VALLADARES, G. S.; RIBEIRO, J. L.; MEDEIROS, P. S. C. de; MOREIRA, F. M. de S.; SILVA, L. S. L.; SEQUINATTO, L.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. de O. **Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2016. 53 p. (Embrapa Solos. Documentos, 183).

POLIDORO, J. C.; COELHO, M. R.; CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; OLIVEIRA, A. P. de; VASQUES, G. de M.; MACARIO, C. G. do N.; VICTORIA, D. de C.; BHERING, S. B.; FREITAS, P. L. de; QUARTAROLI, C. F.; BREFIN, M. de L. M. S. (ed.). **Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil (PronaSolos)**: diretrizes para implementação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2021. (Embrapa Solos. Documentos, 225).

PROJETO MAPBIOMAS. **Mapas de cobertura e uso do solo no Brasil**. Disponível em: <http://mapbiomas.org/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. 65 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/330132/1/Sistema-de-avaliacao-da-aptidao-agricola-das-terras-1995.pdf>. Acesso em: 5 out. 2022.

ROCHA, É. da J. T.; EVANGELISTA, S. R. M.; FUCK JÚNIOR, S. C. de F.; GONDIM, R. S. Estimativa da Eto pelo modelo Penman-Monteith FAO com dados mínimos integrada a um Sistema de Informação Geográfica. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 75-83, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33126/1/estimativa.pdf>. Acesso em: 3 set 2023.

SCHOBENHAUS, C.; NEVES, B. B. de B. A geologia do Brasil no contexto da plataforma sul-americana. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (ed.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**. Brasília, DF: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2003. p. 5-54. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/recursos_minerais/livro_geo_tec_rm/capl-a.pdf. Acesso em: 13 maio 2022.

TEIXEIRA, W.; BARROS, A.; LUMBRERAS, J.; FILHO, J.; SILVA, F.; LIMA, E.; BUENO FILHO, J.; MONTEIRO, J. **Predição da água disponível no solo em função da granulometria para uso nas análises de risco no Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2021. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 272).

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Shuttle Radar Topography Mission. **Modelo Digital de Elevação (MDE)**: versão 4: resolução: 30 metros. 2014. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 20 nov. 2020.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **The water cycle**. Imagem de domínio público. Disponível em: <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/o-ciclo-dagua-water-cycle-portuguese>. Acesso em: 10 ago. 2022.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **CHIRPS**: rainfall estimates from rain gauge and satellite observations. Disponível em: <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>. Acesso em: 20 out. 2021.