UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI

CURSO DE GEOGRAFIA (BACHARELADO)

PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS MORTES, MG E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Autores: **Jean da Silva Guimarães**
João Pedro Campos Sandin

Orientador: Prof. Dr. Múcio do Amaral Figueiredo

SÃO JOÃO DEL REI

Dezembro de 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI

Jean da Silva Guimarães
João Pedro Campos Sandin

PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS MORTES, MG E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Orientador: Prof. Dr. Múcio do Amaral Figueiredo

Monografia apresentada à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, no formato artigo científico, como pré-requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Geografia.

SÃO JOÃO DEL REI
Dezembro de 2021.

PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS MORTES, MG E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Jean da Silva Guimarães
João Pedro Campos Sandin
Universidade Federal de São João del-Rei, Curso de Geografia

Resumo: *A bacia do rio das Mortes encontra-se em uma região bastante utilizada pela agricultura e consideravelmente pela mineração. Neste sentido, os solos ficam vulneráveis a erosão, principalmente considerando o período dos maiores índices pluviométricos, decorrendo em deslocamentos de terra e voçorocas muito comuns na região, o que necessita de cuidado e controle para evitar possíveis desastres dentro e fora das cidades, em especial ao município de São João del-Rei-MG.*
Portanto dar-se-á necessidade de estudos relacionados a todos os possíveis meios de erosão, buscando suas causas, impactos, formas de controle antes que situações catastróficas afetem a economia e a saúde dos cidadãos da região da bacia do rio das Mortes. Este trabalho apresenta um compilado das mais variáveis formas de erosão com o intuito de alertar as áreas que mais podem ser impactadas e afetar a vida dos moradores da região.

Palavras-chave: *agricultura, mineração, economia*

1. INTRODUÇÃO

A erosão é um processo de desprendimento de partículas do solo/cobertura que logo serão transportadas pela água, vento, possuindo as atividades antrópicas como catalisadoras de tal fenômeno. As rochas existentes na superfície da Terra estão sujeitas ao intemperismo, que é o conjunto das modificações de natureza física (desagregação) e química (decomposição) sofridas e que dependem de vários fatores, como clima, relevo, fauna, flora, tipo de rocha e tempo de exposição para que ocorra. O clima e o relevo são determinantes para esta ação no solo, influenciando no intemperismo por fatores hídricos, variação de temperatura e reações químicas. O controle da erosão é fundamental para a preservação do meio ambiente, pois o processo erosivo faz com que o solo perca suas propriedades nutritivas, impossibilitando o crescimento de vegetação no terreno atingido, causando desta forma sério desequilíbrio ecológico.

De acordo com o Status of the World's Soil Resources: Main Report (2015), publicado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), cerca de 30% dos solos do planeta encontram-se degradados, havendo o elemento humano como causador em muitos dos casos, o que decorrerá em diversos problemas para as gerações futuras. A agricultura e o meio ambiente são os que mais correm riscos e consequentemente o ser humano irá sofrer o mesmo, visto que a degradação gera infertilidade ao solo (perda de nutrientes, estrutura e comprometimento da ação de microrganismos importantes para a nutrição das plantas), afetando a produção de alimentos e a alimentação humana. Em um país onde a economia agrária é responsável por grande parte do Produto Interno Bruto (PIB), cerca de R$ 1,55 trilhão ou 21,4% do PIB brasileiro no ano de 2019, de acordo com a Confederação Nacional de Agricultura (CNA), problemas como a erosão devem ser avaliados como algo de alto risco para a economia.

O Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED, 2013) revela que os desastres por deslocamento de massa é a segunda maior causa de mortes por desastres no país, sendo responsável por 15,6%, o que demonstra a importância de medidas governamentais em tais tipos de erosão. O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) identificou em 2020 mais de 298 mil pessoas vivendo em áreas de risco no Brasil, muitas dessas convivendo com risco de deslizamentos de terra e desabamento de imóveis.

Este trabalho objetiva mostrar os riscos que a erosão pode causar a sociedade, quando advinda de práticas da terra inadequadas, incluindo danos para as construções urbanas e/ou devastando plantações com perdas de valores no preço da terra. O controle dos processos erosivos é fundamental para a preservação do meio, evitando gastos em recuperação de terreno, que além de caros, costumam não ter tanta eficácia, dependendo do terreno em torno de 50 mil por hectare de acordo com RODRIGUES (2016). Para preservar vidas que possam ser afetadas ou destruídas por deslizamentos, movimentos de massa, nos terrenos declivosos ocupados em São João del-Rei e região, dados precisam ser fornecidos e que haja cobrança dos órgãos responsáveis pela administração e urbanização dos municípios.

Definindo bacia hidrográfica

A Lei de recursos hídricos brasileira organiza o território em bacias hidrográficas, com delimitação fisiográfica definida topograficamente pelos divisores de água, possuindo conectores e descarga em um ponto. Denota-se em uma bacia hidrográfica: sua forma, processos e suas inter-relações.

As inter-relações podem ser definidas por:

a) área, fator de forma, compacidade, altitude, declividade, densidade de drenagem, número de canais, direção e comprimento do escoamento superficial, comprimento da bacia, hipsometria (altitude), comprimento dos canais, padrão de drenagem, orientação da drenagem, rugosidade dos canais, dimensão e forma dos vales, índice de circularidade, dentre outros aspectos físicos;
b) tipos de rochas, tipos de solos, tipos de sedimentos fluviais etc.;
c) tipos de cobertura vegetal, espécies, densidade, índice de área foliar, biomassa etc.

Para Dunne e Leopold (1978), bacias hidrográficas são terrenos de drenagem de materiais com uma saída em comum. A importância da definição das bacias está no planejamento dos recursos hídricos, seja para o governo municipal, estadual ou federal, definirem como executar projetos e na distribuição de recursos. Logo, as bacias são regidas por legislações e normas que regulamentam a proteção e o uso dos recursos hídricos.

As microbacias são de fundamental importância para a alimentação dos sistemas fluviais, não podendo ser menosprezadas dentro das pesquisas. São mais sensíveis ao manejo, assim, de fácil observação dos impactos ambientais e da degradação que poderá gerar a erosão antrópica, em que o processo pedogenético é prejudicado (PRGDH, 2013).

2. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS MORTES

A Bacia Hidrográfica do rio das Mortes encontra-se na mesorregião do Campo das Vertes e Centro-Oeste de Minas Gerais, situando-se ao longo de 30 sedes municipais, com uma população de cerca de 522 mil habitantes e uma área de 10.547 km². Com um clima predominante semiúmido, com estiagens de quatro à cinco meses, o que influência o regime hídrico que está ligado aos processos de erosão. O curso do rio das Mortes abrange os municípios de Barbacena, Antônio Carlos, Barroso, Dores de Campos, Prados, Tiradentes, São João del-Rei, Santa Cruz de Minas, Ritápolis, Coronel Xavier Chaves, São Tiago, Conceição da Barra de Minas, Bom Sucesso, Nazareno e Ibituruna, conforme Figura 1. O maior município da Bacia é São João del-Rei, com 1.464 km² de área, e Santa Cruz de Minas o menor, com 3,5 km² (IGAM ,2010).

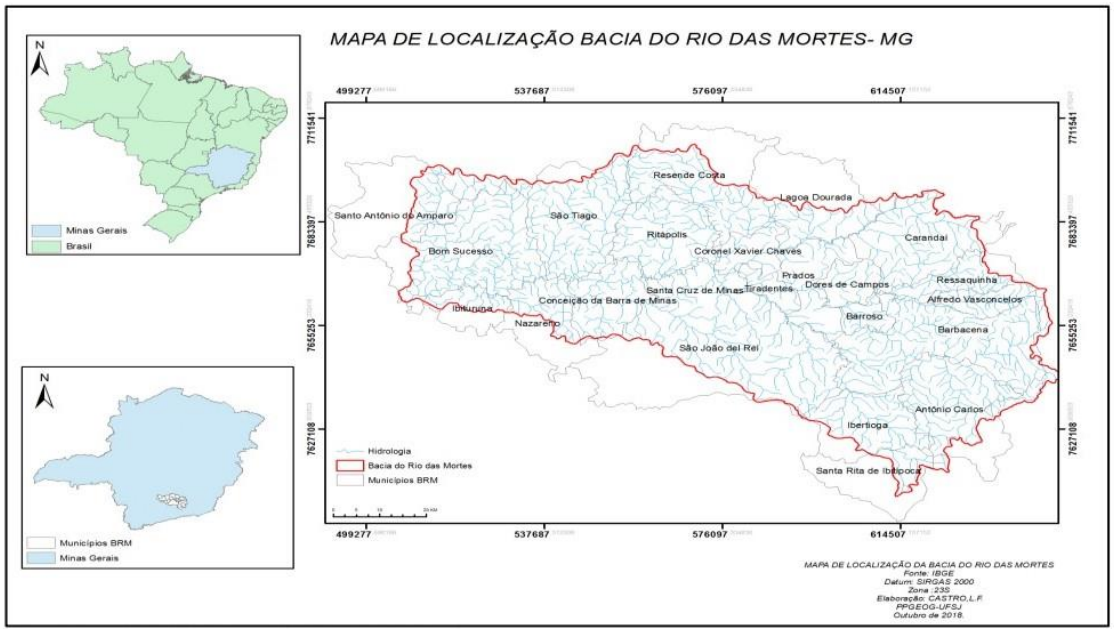

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio das Mortes, MG. Fonte: CASTRO (2019).

O Plano Diretor de Recursos Hídricos engloba a bacia do rio das Mortes e a bacia do rio Jacaré, com dados de que a população urbana encontra-se em 88,2% e a população rural 11,8%, resultado de intenso êxodo rural desde a década de 80. O PIB total da bacia foi cerca de R$ 6,58 bilhões no ano de 2007, com uma economia de base no setor de serviços/industrial, com predominância para a atividade agropecuária e comércio. A maior parte da população, exclusiva do rio das Mortes, está localizada nos municípios de Barbacena e São João del-Rei, (PRGDH, 2013).

A bacia do rio das Mortes encontra-se em uma área com fragmentos de floresta estacional semidecidual e campos de altitude. A nascente do rio das Mortes encontra-se entre os municípios de Senhora dos Remédios e Barbacena, desaguando em outro rio, o Rio Grande, como pode ser visto na Figura 2, no município de Ibituruna (IGAM, 2010).

Figura 2. Localização da bacia hidrográfica do rio Grande, rio das Mortes e do rio Jacaré. Fonte: IGAM (2010).

Os afluentes (sub-bacias) do rio das Mortes são: o rio Carandaí, Baixo rio das Mortes, Médio, e Alto, rio Elvas, rio do Peixe e rio das Mortes Pequeno (IGAM, 2010).

A sub-bacia Alto rio das Mortes possui suas águas destinadas ao consumo humano, seja pelo tratamento simplificado ou convencional, e dessedentação animal. Há trechos com pesca amadora e irrigação de hortaliças, plantio de frutas que se desenvolvem rentes ao solo. A avicultura e irrigação de flores ornamentais, como rosas, são atividades comuns no município de Barbacena. A criação de aves para abate e pecuária ocorre em Prados, município onde a Reserva Ecológica Libélulas da Serra São José sofre pressão antrópica (PRGDH, 2013).

Em relação a sub-bacia Médio rio das Mortes, ela apresenta boa parte do seu percurso no perímetro urbano, e suas águas são destinadas para o consumo humano, após tratamento simplificado, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças e frutas de desenvolvimento rente ao solo, dessedentação animal e pesca amadora. Ocorre trechos de irrigação de culturas arbóreas e cerealíferas, recreação de contato secundário, cultivos silvícolas e de grãos, e extração de areia. Há pressão antrópica nas áreas de expansão urbana (PRGDH, 2013).

Sabe-se que a sub-bacia do Baixo rio das Mortes tem suas águas destinadas ao consumo humano, por tratamento convencional, abastecimento industrial, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, parques, jardins, campos de esporte e lazer, plantio de frutas, atividade de pesca, dessedentação animal, aquicultura e considerável geração de energia (PRGDH, 2013).

Nota-se que a sub-bacia do rio Carandaí tem suas águas destinadas ao consumo humano, após tratamento simplificado, irrigação de hortaliças e de frutas de desenvolvimento rente ao solo, dessedentação de animais e pesca amadora.
Há trechos de irrigação de jardins e campos de futebol, recreação de contato primário como no "Parque das Águas e Balneário Ministro Gabriel Passos" em Águas Santas, onde há o banho nas piscinas do local. Cultivos de olerículas, beterraba, cenoura, repolho, brócolis e tomate, cuja pulverização de defensivos favorece a retirada de cobertura, carreando sedimentos para os cursos hídricos, cultivo de frutíferas, além das atividades pecuárias. Há geração de energia e a extração de areia (PRGDH, 2013).

A sub-bacia do rio Elvas tem suas águas utilizadas para a pesca amadora, dessedentação de animais, recreação de contato primário.
A aquicultura e o cultivo de grãos, olerículas, cultivos florestais ocorre em alguns trechos (PRGDH, 2013).

Enquanto a sub-bacia do rio do Peixe utiliza das águas para o consumo humano, tratamento simplificado ou convencional, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças e frutas, pesca amadora e dessedentação de animais. Há extração de areia e falta de mata ciliar por completo em alguns trechos, ocorrendo desabamentos de encostas e assoreamento do curso hídrico (PRGDH, 2013).

E por fim, a sub-bacia do rio das Mortes Pequeno, conhecida também como sub-bacia ribeirão Barba de Lobo, e presente com esta denominação no Quadro 1, tem suas águas destinadas ao consumo humano, pelo tratamento simplificado, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças e frutas, dessedentação de animais, pesca amadora e pequena geração de energia (PRGDH, 2013).

Quadro 1: Sub-bacias da bacia do rio das Mortes.

SUB-BACIA	MUNICÍPIOS INCLUÍDOS	ÁREA (ha)
Alto Rio das Mortes	Alfredo Vasconcelos Antonio Carlos Barbacena Barroso Dores de Campos Prados Ressaquinha	181.664,69
Rio Elvas	Ibertioga Santa Rita do Ibitipoca	86.656,07
Médio Rio das Mortes	Coronel Xavier Chaves Resende Costa Ritápolis Santa Cruz de Minas São João del Rei Tiradentes	96.015,97
Rio Carandaí	Carandaí Casa Grande Lagoa Dourada	67.617,10
Ribeirão Barba-de-Lobo	Conceição da Barra de Minas	56.286,54
Rio dos Peixes	São Tiago	51.155,47
Baixo Rio das Mortes	Bom Sucesso Ibituruna Nazareno	121.079,41

Fonte: PRGDH (2013).

2.1. Solo

A ISO 11074-1 de 1/08/1996 define o solo como uma camada superficial da crosta terrestre constituída por partículas minerais, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos. O solo é dado por processo ocorridos durante um longo espaço de tempo, envolvendo variáveis como: material de origem; clima; relevo; organismos vivos; e as atividades antrópicas. Sua degradação geralmente se dá de forma física, em poucos casos química e biológica, e é algo natural ao ambiente. As interferências humanas podem acelerar esse processo, causando o aparecimento de erosões e voçorocas de forma muito mais rápida do que em um ambiente disposto apenas pela natureza.

A bacia do rio das Mortes apresenta Neossolos flúvicos, resultado de depósitos aluviais que geram camadas estratificadas de cor forte de acordo com RESENDE (1988); Latossolos, derivados de alto intemperismo, constituidos de argilas oxídicas e silicatas; Gleissolos de constante saturação de água, gerados próximos a corpos hídricos e formados não raras vezes em áreas inclinadas; e Cambissolos, de pequena profundidade e elevada quantidade de minerais primários, com presença de intemperismo dado EMBRAPA (2006). Porém o que mais se destaca na Bacia são Cambissolos e Latossolos cobrindo os relevos da região do Campo das Vertentes, localização de grande parte da bacia do Rio das Mortes (CURI, 1994).

Os Cambissolos ocupam cerca de 32,90% da bacia, enquanto os Latossolos vermelho-amarelo ocupam outros 52,60%, podendo ser verificado tal predominância dos solos na Figura 3(PRGDH, 2013 apud CASTRO, 2019).

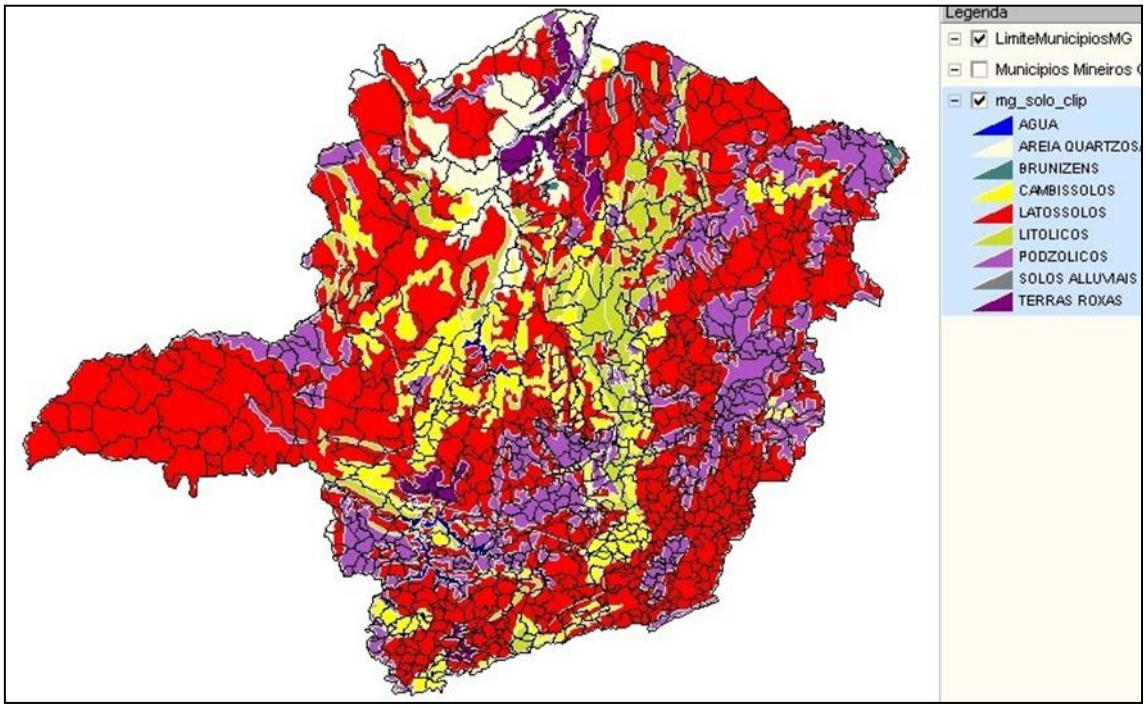

Figura 3. Mapa de solos do estado de Minas Gerais. Fonte: DPS/UFV (2011).

2.2. Relevo

A bacia do rio das Mortes encontra-se na borda sul do Cráton do São Francisco, com rochas das províncias litoestruturais Tocantins e Mantiqueira, com embasamento cristalino, e natureza metamórfica, ígnea, além dos sedimentos quartenários. (PRGDH, 2013)
Ocorrem três megassequências, a de São João del-Rei, Carandaí e a de Andrelândia, de tectonismo fraco que preservou texturas, estruturas e a composição das rochas do local . A megasequência de São João del-Rei é uma sucessão quartizítica com afloração nas Serras do Lenheiro e de São José, abrangendo os municípios de Tiradentes e o que dá nome a sequência, mantendo as estruturas primárias, metamorfismo em fácies xisto verde, cianita, veios de quartzo e arenitos quartzolíticos. A sequência de Carandaí é uma sucessão de metacalcários e metapelitos filíticos, que vai desde o município de São João del-Rei ao município de Carandaí e Barbacena, cobrindo as sequências Barroso e Prados, com rochas em fáceis xisto verde com biotita, crenulação nos pelitos e clivagem ardosiana. E por fim a megassequência de Andrelândia, que é uma sucessão metassedimentar com rochas metaígneas máficas, constituída de seis associações de litofácies, metamorfisadas, indo de fácies xisto verde à granulitos (PRGDH, 2013).

Com relevo homogêneo e densidade de drenagem de média à baixa, a região do Campo da Vertentes detém cristas alongadas, assimétricas, e dobras onde se encontram extensas voçorocas de grande profundidade . Os relevos presentes na bacia do rio das Mortes são, em maioria, do tipo vertentes e colinas, próximos a jusante relevos com vertentes altas e vales encaixados, ao curso médio do rio das Mortes o relevo apresenta rebaixamento do nível de base com baixa declividade, vales maiores e até mesmo planícies próximas aos rios. Próximo a montante o relevo configura-se em colinas extensas, de topo suavizados e planícies amplas (CETEC, 1989).

O Planalto do Campos das Vertentes é uma subdivisão do Planalto Centro-Sul de Minas, demonstra certa estabilidade, e possui faixas móveis consolidadas, sem alterações tectônicas de grande influência. Seus relevos são de forma topográfica desnivelada, planálticos soerguidos e rebaixados com variância de tamanho de 400 à 1300 metros. Dotado de colinas e morros de granito-gnáissicos da época do pré-cambriano, formam-se “mares de morros” dado CETEC (1989).

Nota-se na altimetria as Serras do Lenheiro e de São José, que mesmo em um relevo dotado de morros se destacam na região, Figura 4, e com destaque na Figura 5.

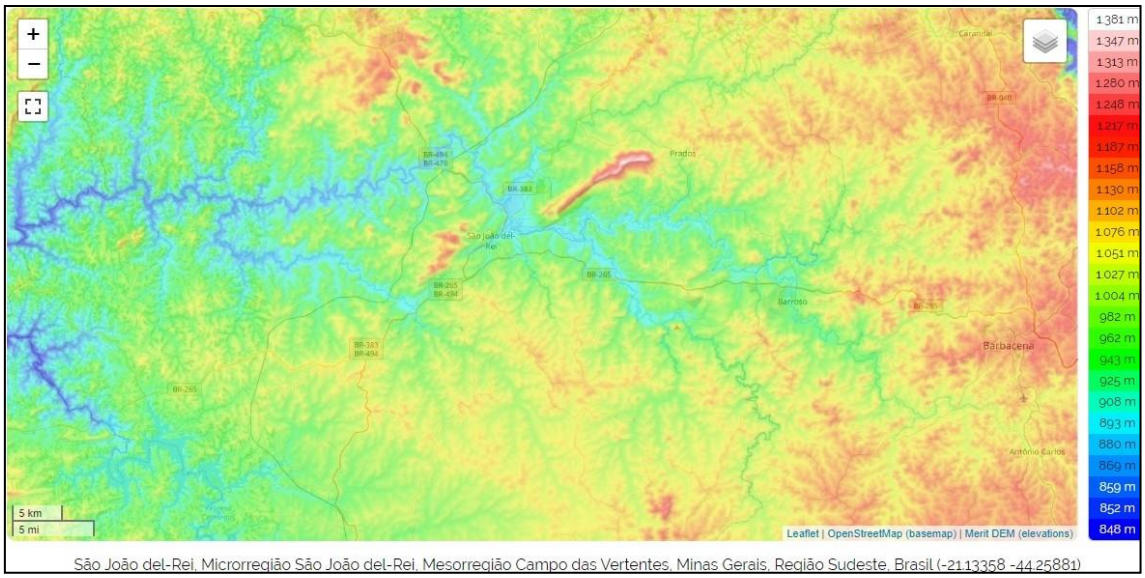

Figura 4. Altimetria da região da bacia do rio das Mortes. Fonte: topographic-map

Figura 5. Imagem de satélite de São João del-Rei-MG. Fonte: Google earth

A cidade de São João del-Rei encontra-se em uma região de relevo ondulado (suave a forte), de vertentes com topos convexos e pedologia suscetível à processos erosivos (FERREIRA, et.al., 2012; POSSA; VENTORINI, 2014).

A Serra de São José alcança cerca de 1.380 m e a jusante do rio das Mortes a 810m ao nível do mar. Nota-se que quanto mais próximo a nascente do rio das Mortes, mais alta é a altitude, e à medida que se aproxima da foz, menores são as altitudes. Isso é algo comum em bacias geográficas, porém bacias maiores e de relevos mais “aplainados” costumam ter diferenças menos abruptas de altitude. Com índice de declividade de variância 0 -164%, apresenta variações de terrenos mais aplainados até os 32%, escarpas e elevações até os 164% (CASTRO, 2019).

A variedade de relevos no município de São João del-Rei chama a atenção, de menor declive ao longo do rio das Mortes e seus afluentes, entremeado a altos declives provenientes das serras, como visto na Figura 6.

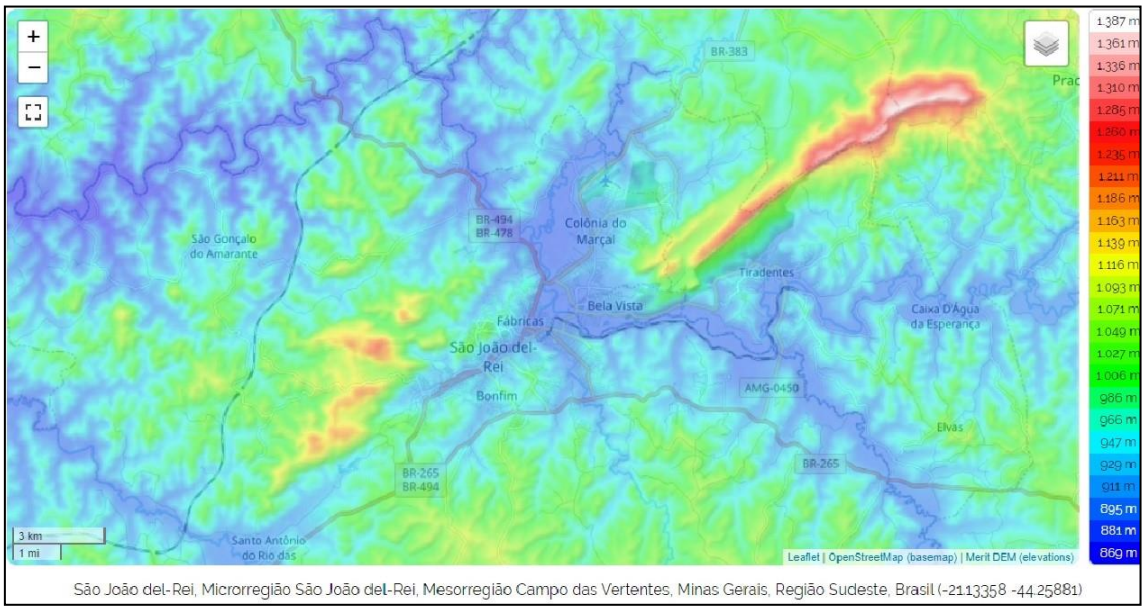

Figura 6. Altimetria do município de São João del-Rei. Fonte: topographic-map

2.3. Clima

A região do Campo das Vertentes, onde se localiza grande parta da bacia do rio das Mortes, apresenta classificação de Köppen CWa, temperado chuvoso, com o período de chuva iniciando em outubro, durando de 177 a 187 dias (MINUZZI, 2004).

A Bacia possui secas de junho, julho e agosto, dado a redução da umidade nas massas tropical atlântica e continental. Já nos meses de outubro à março essas massas de ar adquirem umidade e geram os períodos de alta pluviosidade , considerando que só no período do verão chove cerca de 50% da carga anual. (PRGDH, 2013)

A posição geográfica, relevo, associada as massas de ar controlam o clima e o regime pluviométrico na Bacia, com o inverno derivado de massas de ar frio, massa polar atlântica (mPa) e o verão de massas de ar quente, massa tropical atlântica (mTa), com acúmulo de maiores alturas de precipitação (SANT'ANNA NETO, 2005).

As características citadas a cima são favoráveis aos processos erosivos de característica hídrica, gerando problemas desde o campo à cidade. Vale ressaltar que as precipitações

podem ter influência do relevo, alterando nas áreas montanhosas, influenciando nos padrões de infiltração e no fluxo de radiação conforme AMBROISE (1995), e as formas sinuosas e de morros do Campo das Vertentes têm total capacidade de gerar tais interferências na distribuição de chuvas.

Com base em prognósticos realizados em cima das estações fluviométricas da Agência Nacional das Águas e da CEMIG, alterações da cobertura vegetal da Bacia e no manejo de solo podem ter influenciado na mudança do ciclo hidrológico, aumentando as taxas de evapotranspiração e reduzindo as taxas de infiltração de água no solo (PRGDH, 2013).

A cobertura vegetal e de corpos hídricos são de importante influencia na evapotranspiração, esta, que pelo ciclo hidrológico irá gerar a precipitação. A evapotranspiração é de grande utilidade nas classificações climáticas e quantificação das disponibilidades hídricas de acordo com SOUZA (2011). Apresentando certa cobertura natural e uma situação hídrica confortável, a evapotranspiração na bacia do rio das Mortes tem influência nos regime de chuvas. A evaporação anual é de cerca de 700 a 1070mm, com destaque aos meses de julho à outubro conforme (PRGDH, 2013).

No município de São João del-Rei o clima é quente e temperado, onde o verão é mais chuvoso que o inverno. Sua classificação segundo Köppen – Geiger tem o clima sendo Cwb (chuva de verão, verão moderadamente quente), com temperaturas médias mensais variando entre 22°C e 15°C (Barbosa et al., 2015). Isso é verificado logo abaixo na Figura 7.

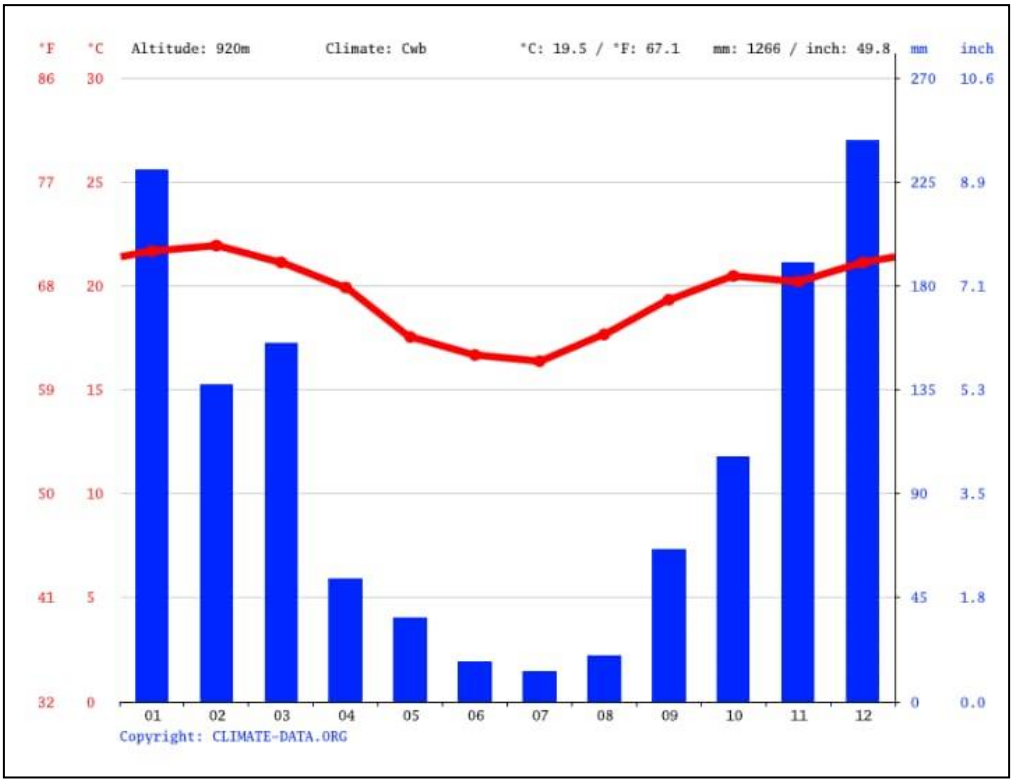

Figura 7. Climograma do Município de São João del-Rei. Fonte: Climate-data

No verão, com a maior incidência de radiação solar, aumento da evapotranspiração, há aumento nos volumes de chuva, o que ocasiona maior probabilidade de enchentes e deslizamentos na cidade de São João del-Rei (CAMPOS, 2014).

3. EROSÃO

Na natureza existem dois fatores de mudança ambiente, fator endógeno e o exógeno. Os fatores de característica endógena são os que vêm de dentro do planeta (vulcanismo, tectonismo, etc.), já os de característica exógena são os ligados a fenômenos externos ao interior do planeta (furacões, chuva, etc.). As erosões dependem de fatores externos e os fenômenos hídricos são os de maior poder erosivo.

A erosão é algo natural, assim como o aquecimento global, porém a interferência humana é capaz de acelerar os processos e dar início a algo que a natureza irá terminar. Os danos gerados pela erosão são problema tanto para o ambiente, quanto para a economia e a saúde humana, sendo extremamente necessário estudos para evitar e remediar possíveis catástrofes. Os solos tropicais, como os do Brasil, sofrem constante lixiviação e são suscetíveis a eutrofização, o que consequentemente tornará a terra infértil e de grande potencial erosivo (Tiessen et al., 2001; Gucker et al., 2009).

O desmatamento de áreas localizadas na base, laterais e topos de morros podem gerar o deslocamento de material, ocasionando no desmoronamento de terra. Nota-se uma expansão desordenada da cidade de São João del-Rei desde os séculos passados, com diversas ocupações irregulares nas margens secas do córrego do Lenheiro e do rio das Mortes, até ocupação na base de morros. Riscos de desmoronamento, erosão fluvial e enchentes ao canalizar os córregos do perímetro urbano, perda na qualidade da água são alguns dos problemas que o município ainda enfrenta. É estimado que apenas 15% da área da bacia do rio das Mortes possui cobertura vegetal natural (IGAM,2010)

Com uma topografia que contribui para erosão gravitacional e ocupação em áreas de alagamento, as temporadas de chuva na Bacia causam alerta para diversos problemas. A erosão depende de fenômenos como a topografia, cobertura vegetal, regime de chuvas e tipos de solo podendo ocorrer de forma abrupta ou suave, A bacia do rio das Mortes possui diversos fatores que contribuem para que ocorra de forma considerável a perda de solo.

Um ambiente sem interferências humanas, em equilíbrio, gera reposição do solo proporcional ao desgaste, de forma cadenciada, sem abruptosidades. Ao interferir de forma negativa o homem acelera o processo, desencadeando múltiplos outros processos, desequilibrando o meio.

Conforme o GPP(2013) a erosão é o processo de destacamento e transporte dos materiais do solo. Portanto há diversos fatores que geram esse deslocamento, seja por:

1.Erosão hídrica: perda de horizontes superficiais, deformação do terreno, movimento de massa, deposição. A erosão hídrica se divide em erosão fluvial e erosão pluvial, e essas se dividem em varias outras.
1.1. Erosão fluvial: causada pela água dos rios/riachos, retira camadas de solo localizadas próximas as margens. Agrava-se em áreas cuja mata ciliar encontra-se danificada
1.2. Erosão pluvial: desgaste do solo pela água da chuva, ocorrendo de forma acentuada em áreas sem cobertura vegetal (ou com rala cobertura).
1.2.1. Erosão splash: causada pelo impacto das gotas de origem pluvial. A energia cinética das gotas geram deslocamentos de partícula que poderão causar o fechamento de poros absorventes de água no solo.
1.2.2. Erosão por sulcos: em áreas de considerável declividade esse tipo de erosão é facilmente encontrado. A continua entrada de água no solo causa a formação de "pequenos rio"/linhas pelo terreno, escoando água e solo para as partes mais baixas.
1.2.3. Erosão laminar: a falta de absorção de água em um solo, saturado, causa a "lavagem deste", desgastando pela chuva.
2. Erosão eólica: perda de horizontes superficiais, deformação do terreno, movimento de massa, deposição.
3. Química: Aquilo que se difere da erosão física, portanto perda de nutrientes e/ou matéria orgânica, desequilíbrio de nutrientes, salinização, acidificação, poluição.
4. Biológica: Não é vista como um tipo de erosão por todos os estudiosos, mas a boa parte que a considera julga-a como a erosão causada por organismos que utilizam de formas físicas e químicas para a extração de minerais. Como exemplo podemos citar os liquens (associação de alga+fungo).

Das formas mais comuns de degradação, destaca-se a perda da camada superficial (70%), a deformação do terreno (13%), a perda de nutrientes (6,9%) e a salinização (3,9) (Hernâni et al., 2002).

Foram mapeadas um total de 1.509 voçorocas na Bacia do rio das Mortes, cerca de 2.253,30 hectares com base em FERREIRA & FERREIRA (2011). O voçorocamento tem maior ocorrência nas sub-bacias do Baixo rio das Mortes, com 385 mapeadas. (PRGDH, 2013).

As voçorocas são o mais alto grau de um processo de ravina/erosão linear, e podem se dividir em paleovoçorocas (em paleossolo), ativas (ainda em processo) e inativas (processo encerrado). O contínuo processo de erosão molda buracos que alçam metros até alcançar o ponto de equilíbrio nos lençóis freáticos.

> *A inclinação do declive do terreno é outro fator que influencia fortemente as perdas de solo e água por erosão hídrica, pois, à medida que ela aumenta, aumentam o volume e a velocidade da enxurrada e diminui a infiltração de água no solo. Com isso, aumenta a capacidade de transporte das partículas de solo pela enxurrada, assim como a própria capacidade desta de desagregar solo, por ação de cisalhamento, principalmente quando concentrada nos sulcos direcionados no sentido da pendente do terreno* (Cogo et al., 2003).

A declividade é um fator de fundamental importância para o estudo da erosão em um terreno, dado que a erosão hídrica é uma das principais formas de erosão no Brasil e em países de clima tropical, de acordo com Tiessen et al., (2001); Gucker et al., (2009). Portanto dar-se-á necessidade desse estudo de acordo com porcentagem de declive, quanto maior a porcentagem, maior será o possível dano ao terreno, conforme ROSS (1994). Locais mais planos possuem menor declividade, locais escarpados possuem maior declividade, essas características geram diferentes porcentagens como visto no Quadro 2:

Quadro 2. Fragilidade ambiental com base em ROSS (1994) com ênfase em declividade

Declividade (em porcentagem %)	**Características**
0-2	Planificações com deflúvio lento
2-5	Declives suaves e deflúvio médio
5-15	Apresenta inclinações, formas onduladas, com deflúvio de médio à rápido. A erosão causada é pequena.
15-30	Considerável inclinação, com deflúvio rápido e considerável erodibilidade
30-45	Alta inclinação e deflúvio muito rápido. Erosões ocorrem de forma corriqueira
45-70	Íngrime, locais montanhosos, altas erosões.
70-100	Escarpas ou locais altamente íngremes, não havendo muito solo devido a exposição do solo

Fonte: CASTRO (2019).

Com o cálculo da fragilidade ambiental de ROSS (1994), podemos analisar o risco ambiental que uma bacia geográfica corre. A declividade e variáveis como solo, ocupação, cobertura e pluviosidade são levadas em conta e são de grande importância para gerar resultados mais assertivos. Classificando de 1 a 5, as escalas correspondem de menor ao mais alto grau de fragilidade, conforme expostos nos Quadro 3, 4 e 5:

Quadro 3. Classes de vulnerabilidade, modificado de ROSS (1994)

Classes de Vulnerabilidade	**Tipos de Solo**
1-Muito Baixa	Latossolo Vermelho
2-Baixa	Nitossolos Latossolo Vermelho-amarelo
3-Média	Gleissolos Latossolo Amarelo Argissolos
4-Forte	Cambissolos
5-Muito Forte	Neossolos Material Coluvial

Fonte: CASTRO (2019).

Pela bacia do rio das Mortes apresentar na maior parte de sua cobertura Latossolos vermelho-amarelo e Cambissolos, como visto no tópico **2.1 Solos**, boa parte de Bacia encontra-se em vulnerabilidade Baixa e Forte. Os cambissolos, com perfil de baixa profundidade, que cobrem as áreas de alto declive, demonstram uma maior taxa de erodibilidade, correspondendo a Forte vulnerabilidade demonstrada na tabela.

Quadro 4. Quadro de fragilidade ambiental para ocupação do solo

Grau de Fragilidade	**Tipo de Uso de Solos**
1-Muito Baixa	Florestas/Matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade
2-Baixa	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso, capoeira densa)
3-Média	Mata homogênea de pinus densa, pastagens com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau.
4-Forte	Culturas de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas.
5-Muito Forte	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeado, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplanagens, culturas de ciclo curto sem praticas conservacionistas.

Fonte: CASTRO (2019).

O quadro a cima demonstra que a maior interferência humana no meio gera, proporcionalmente, maior fragibilidade ambiental. A cultura permanente do café e das temporárias, como o milho, feijão e a soja, e pecuária dentro da Bacia, que será vista no tópico **4.1Agropecuária**, tornam o ambiente mais frágil.

Quadro 5. Quadro de fragilidade para pluviosidade. ROSS (1994)

Classes	**Pluviosidade**
1-Muito Fraco	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 1000 mm/ano.
2-Fraco	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2000 mm/ano.
3-Médio	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses no inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março.
4-Forte	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 3 e 6 meses, alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril, quando ocorrem de 70% a 80% do total das chuvas.
5-Muito Forte	Situação pluviométrica com distribuição regular ou não, ao longo do ano. Com grandes volumes anuais ultrapassando 3.000 mm/ano; ou ainda, comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de alta intensidade e volumes anuais baixos geralmente abaixo dos 900 mm/ ano (semi-árido).

Fonte: CASTRO (2019).

Com base no que foi visto no tópico **2.3 Clima**, a região da bacia do rio das Mortes enquadra-se na fragilidade Média no quadro de pluviosidade, atendendo todas as especificidades.

Os resultados para vulnerabilidade e fragilidade para declividade apontam a existência de áreas com declives acentuados distribuídos espacialmente por quase toda extensão da bacia, boa parte da bacia com um total de 20% apresenta níveis muito forte e forte de vulnerabilidade, áreas com vulnerabilidade fraca e muito fraca compreendendo a maior parte da bacia com 54% da área total, os índices médios de vulnerabilidade em 26% da área total bacia por CASTRO (2019). Cerca de metade da bacia hidrográfica do rio das Mortes apresenta susceptibilidade à erosão, devido o relevo íngreme somado ao clima semiúmido de chuvas intensas no verão.

No município de Bom Sucesso há encostas com forte ação de erosão por ravina com tendência à voçorocas, e voçorocas de diversos estágios no município de São Tiago,

ativas e inativas, dada a elevada quantidade de mica e pouca cobertura vegetal (PRGDH, 2013).

As elevações de relevo são um fator importante para esse estudo, algo característico do estado de Minas Gerais, principalmente no terreno da Região das Vertentes, e de solos de alta saturação como visto na Figura 8 e Figura 9.

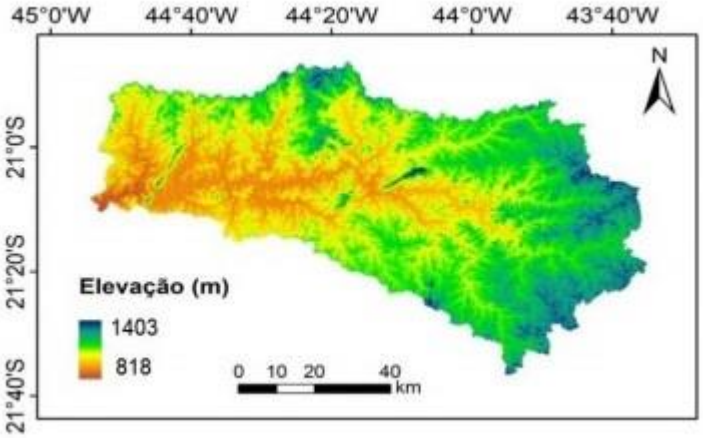

Figura 8. Elevação da bacia do rio das Mortes. Fonte: SILVA (2020).

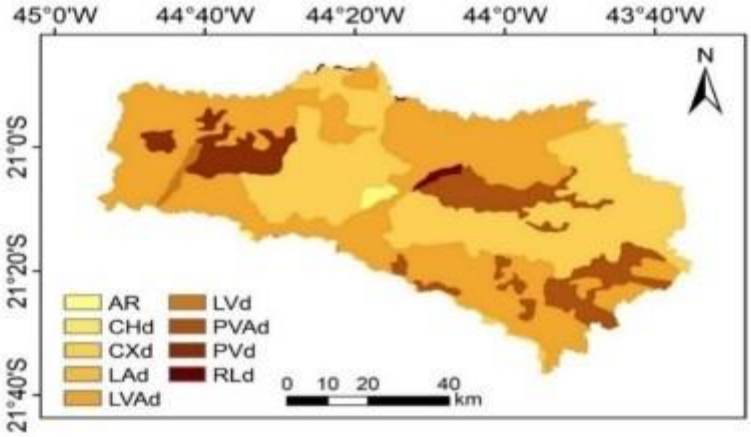

Figura 9. Solos da bacia do rio das Mortes. Fonte: SILVA (2020).

Com solos de considerável tendência erosiva, a bacia do rio das Mortes tem maior tendência de perca de terreno em épocas de alta pluviosidade, com destaque ao período de dezembro a janeiro visto por CAMPOS (2014). Nota-se no Quadro 6 uma maior erodibilidade no Argissolo Vermelho (solo de relevo ondulado) , Neossolo Litólico(solos rasos) e no Cambissolo Húmico (solo de altitude), com características que geram maior tendência para desprendimento.

Quadro 6. Erodibilidade do Solo na Bacia do rio das Mortes

Tipo de solo		Área (%)	K (t h MJ^{-1} mm^{-1})	Fonte
Afloramento Rochoso	AR	0,610	0	
Cambissolo Húmico distrófico	CHd	0,045	0,0433	Manningel *et al.* (2002)
Cambissolo Háplico distrófico	CXd	35,244	0,0237	Reatto *et al.* (2000)
Latossolo Amarelo distrófico	LAd	0,002	0,0280	Borges *et al.* (2012)
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	LVAd	48,150	0,0171	Reatto *et al.* (2000)
Latossolo Vermelho distrófico	LVd	0,672	0,0061	Manningel *et al.* (2002)
Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico	PVAd	10,160	0,0270	Sá *et al.* (2004)
Argissolo Vermelho distrófico	PVd	4,601	0,0550	Demarchi; Zimback (2014)
Neossolo Litólico distrófico	RLd	0,516	0,0569	Castro *et al.* (2011)

Fonte: SILVA (2020).

3.1. Urbanização e erosão

Algumas das cidades que compõem a bacia do rio das Mortes foram povoadas a bastante tempo, séculos XVIII e XIX, entre elas podemos citar: São João del-Rei, Prados, Tiradentes, Ibituruna. No período em que se formaram não havia planos de urbanização, levando em consideração o tipo de solo, relevo, erodibilidade do terreno em que se estabeleceram. Com o êxodo rural e o aumento da população urbana, ao longo do tempo, a falta de planejamento se tornou ainda mais notável com o crescimento desordenado e a formação das periferias nos mais diversos municípios.

De acordo com a proposta do Zoneamento Ambiental baseado na lei nº 6.766 no Art 3° Parágrafo Único, são admitidos parcelamentos do solo e a expansão urbana apenas em locais aprovados por lei, o parcelamento do solo em terrenos alagadiços e sujeitos a inundação, com declividade igual ou superior a 30%, em terrenos com condições geológicas instáveis, em áreas de preservação ecológica assim como em Zonas de Proteção Ambiental (ZPA), Zonas de Controle Ambiental (ZCA) e Áreas de Preservação Permanente, não é admitido (BRASIL, 1979).
Os instrumentos de política urbana mais incidentes na bacia do rio das Mortes são a lei específica de contribuição de melhoria, com 54,8%, o código de posturas e o código de obras, com 71,4% e 57,1% respectivamente. (PRGDH, 2013)

Ocupada no século XVII, próximo a serra do lenheiro, o vilarejo que virou a cidade de São João del-Rei passou por diversas fases de mudança econômica, recebendo pessoas do campo em êxodo, pessoas que foram trabalhar na cidade na época da industrialização. Entre os anos de 1980 a 2010 a população urbana cresceu, aproximadamente 29%, enquanto a população rural diminuiu cerca de 47% (IBGE 1980, 2010; TEIXEIRA, 2020).

A arquitetura apresenta diversos contrastes históricos, gerando uma mescla de tempos diferentes. A cidade, localizada num fundo de vale, com encostas, nunca teve um planejamento urbano e muitos dos lotes irregulares conseguem ser aprovados. O patrimônio urbanístico de São João del -Rei foi tombado, como representativo das influências portuguesas, abrangendo toda a cidade sem nenhum tipo de delimitação de perímetro, critério de ocupação ou mesmo de expansão do município (ANDRADE, 2013). O crescimento começou seguindo o percurso do Córrego do Lenheiro, e a Colônia do Marçal cresceu a parte (formada por imigrantes italianos que trabalhavam no

campo) juntando-se a cidade a medida que a malha urbana expandiu. Na década de 40 foi o começo da expansão da cidade próximo ao centro, ocupando morros e locais inadequados.

Um Projeto de Desenvolvimento Urbano (PDU) com políticas urbanas voltadas a ocupações e aproveitamento do solo é mais do que necessário para uma cidade. Várias das localidades ocupadas encontram-se em áreas de risco como visto na Figura 10.

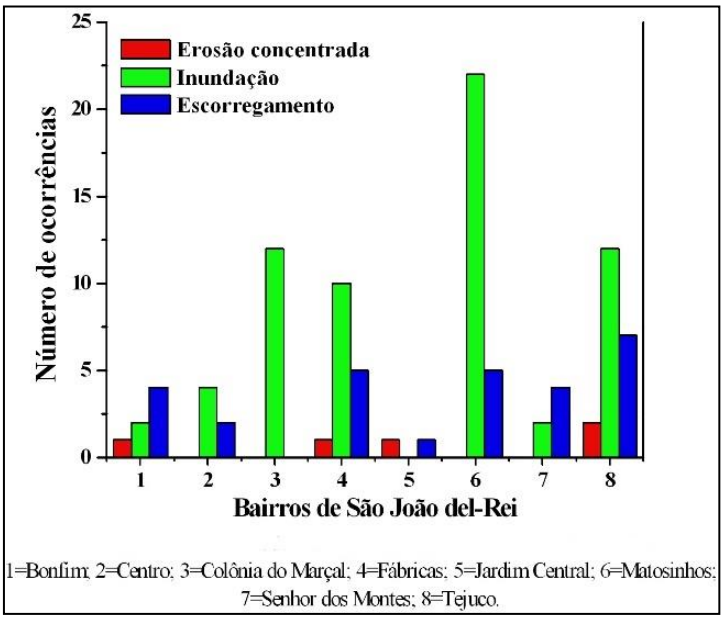

Figura 10. Ocorrências de risco geológico-geomorfológico nos bairros de São João del-Rei. Fonte: FERREIRA, 2012.

O bairro de São Dimas localiza-se em uma área de risco, com ocupação desordenada, possuindo diversas ravinas e voçorocas. Tejuco e Pio XII possuíram ocorrências de deslizamentos nas décadas passadas, e outros bairros como Parque Real, Colina dos Inconfidentes, Vila Tiradentes e Vila Belizário apresentam voçorocas de tamanho considerável. O bairro Bela Vista apresenta forte voçorocamento e alto risco de desmoronamento, este que se encontra próximo ao bairro mais alto de São João Del-Rei, Senhor dos Montes. O bairro Senhor dos montes é conhecido pelas fortes enxurradas, erosão linear e ravinas. As regiões que não se encontram na planície (parte baixa onde há alagamentos), se encontram em regiões altas onde há focos de deslizamento (TEIXEIRA, 2020).

A cidade de Barbacena passou por uma extrema urbanização nos últimos 60 anos, com a chegada de vários empreendimentos, gerando empregos no perímetro urbano, causando um grande aumento no número de habitantes, causando a falta de espaço nas áreas centrais, gerando as periferias (FRANCELINO, 2020).

Isso causou uma enorme redução da cobertura vegetal, desnudando morros para a construção de moradias irregulares em áreas de grande declividade e perigo de deslizamentos. Os bairros como o Vilela e Novo Horizonte já apresentam nível zero de cobertura vegetal, enquanto Nova Suíça, Nova Cidade, Santa Maria e João Paulo II tiveram uma forte redução. A desigualdade econômica e o descaso da prefeitura são os

grandes responsáveis por esta situação que pode gerar um imenso prejuízo econômico e humano futuramente (DIAS, 2020).

O Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Ambientais (CEMADEN), apontou ocupações desordenadas e irregulares das encostas, com moradias em áreas inadequadas (PMSB, 2014, p.242)

Em São Tiago, município também pertencente a bacia do rio das Mortes, ocorreu no ano de 2017 deslizamentos de terra na Rua Joaquim Marques da Silva, no bairro Várzea, atingindo 26 famílias que ficaram desabrigadas. De acordo com o engenheiro de minas, Fernando César Resende: "É um terreno de solo mole, composto por tufo e areia [...] um terreno de baixa resistência mecânica [...] o aumento de volume de água, devido a pavimentação asfáltica da cidade, a drenagem não é preparada para receber esse tipo de água [...] foi criando bolsões, fazendo erosões, que contribuíram para um solo que já é saturado" em reportagem ao G1 Sul de Minas. Conclui-se que a falta de drenagem no local, considerado parte antiga da cidade, foi o fator que levou ao deslocamento de massa, demonstrando a falta de planejamento urbano.

É recorrente, nas cidade da Bacia, a falta de planejamento e descaso das prefeituras aos métodos de prevenção de efeitos erosivos, deslizamentos, que atinge as áreas mais periféricas, onde o relevo, solo, e a qualidade das construções podem levar a desastres econômicos e de saúde aos cidadãos.

INFLUÊNCIAS EROSIVAS

De acordo com BIGARELLA (2007), a erosão é mais frequente em lugares onde há ação antrópica intensa. Dado como uma área de exploração mineral, na época imperial, e uma área de agricultura/pecuária nos dias atuais, há diversos contribuintes para que as erosões possam ocorrer na região da Bacia. Atualmente, é uma região que ainda possui mineração, agricultura e pecuária como principais fontes de renda.

3.2. Agropecuária

Conforme a Organização Mundial da Agricultura, FAO (2015), a perda de solo é grave e cerca de 30% dos solos no mundo estão degradados, e a agricultura sem manejo correto é uma das principais causas.

A erosão agrícola é algo que aflige os países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, como o Brasil, dado que grande parte do território é utilizado para a agricultura. A erosão hídrica e eólica contribui para cerca de 85% desta degradação conforme citado por OLDEMAN (1992), e considerando que é um território tropical de clima semiúmido isso afeta demasiadamente o relevo. Apresentando um território declivoso, Minas Gerais é conhecida pelo cultivo do café e considerável pecuária, tanto para extração de leite, quanto carne. A região da bacia do rio das Mortes compartilha essas mesmas características, dotada de vertentes e diversas áreas de agricultura familiar que se tornou empresarial com o passar do tempo.

O município de São João del-Rei retardou o estabelecimento do mercado agropecuário na região. A Comarca do rio das Mortes, demonstrou escassas atividades agropecuárias até o do século XVIII, se dedicando e estabelecendo tais atividades ao decorrer do século XIX (LIMA, 2016).

De acordo com Carlos de Oliveira Malaquias (2010), durante o século XVIII a atividade em São José del-Rei, atual Tiradentes, teve foco majoritariamente na exploração do ouro, um caminho distinto dos demais distritos, que "por sua vez, especializaram-se no agropastoreio – opção viável e lógica dados a disponibilidade e qualidade das terras, a modéstia dos investimentos para um empreendimento pequeno e amplo mercado consumidor nas minas" (MALAQUIAS, 2010, p.3).

Dado o Censo Agropecuário (2006), a bacia do rio das Mortes/rio Jacaré continha 900 mil hectares de estabelecimentos agropecuários, destes 120 mil ha de lavouras permanentes, 76 mil ha de lavouras temporárias, e 507 mil ha de pastagens (a maior parte natural). Dentro da bacia do rio das Mortes, dentre as lavouras permanentes, dá-se destaque ao café, principalmente nos municípios de Bom Sucesso e Ibituruna, onde o plantio toma grande parte das áreas plantáveis, com plantio em morros. O cultivo da banana e da laranja vem em seguida, porém com muito menos importância econômica para a região que o cultivo do café. As lavouras temporárias ocorrem em toda a bacia, o milho é a principal cultura, ocupando 69, 88% das áreas no ano de 2009, seguido do feijão com 8.118 ha no mesmo ano, com destaque aos municípios de Carandaí e São João del-Rei. Há também o cultivo de outras culturas temporárias, como a soja em São João del-Rei e o trigo em Carandaí (PRGDH, 2013).

A irrigação na bacia rio das Mortes/ rio Jacaré atinge 12.065 unidades, com destaque a Barbacena e Carandaí visto o grande cultivo de hortaliças e de flores. A pecuária é de destaque em Prados e Bom Sucesso, com o gado leiteiro, e a avicultura com mais de 1.319.579 de cabeças em Barbacena no ano de 2006 (PRGDH, 2013).

A precipitação na região disposta de um solo descoberto pode gerar desde a erosão laminar à lixiviação dos nutrientes, este ultimo tornando o solo infértil. O pisoteio do gado pode gerar a incapacidade de infiltração de água no solo, tornando-o improdutivo e consequentemente erosivo. A erosão do solo agrícola pode levar à eutrofização das águas superficiais, ao transportar os nutrientes do solo para os corpos hídricos, acarretando no crescimento acelerado de plantas aquáticas que irão reduzir o oxigênio e a luminosidade para os organismos lá presentes dado FIGUEIRÊDO (2007). O escoamento superficial, causado pelas chuvas intensas, erode, carregando e depositando sedimentos nos ecossistemas aquáticos (DUDGEON, 2008).

As cargas difusas, geradas nas épocas de alta pluviosidade, e a ressuspensão de sedimentos, pelo aumento da vasão, geram fortes impactos nos rios e córregos, afetando a qualidade das suas águas voltadas à captação para o uso humano, dessedentação animal e a irrigação. A localidade com melhor Índice de Qualidade de Água (IQA) foi a montade da foz do ribeirão Caieiro, afluente do rio das Mortes, e a pior foi no rio das Mortes a jusante da cidade de Barroso de acordo com o ano de 2010. Na jusante da cidade de São João del-Rei houveram trechos de índices médios e ruins em 2009, resultado da descarga de esgoto, não tratado, das atividades mineradoras e agrícolas (PRGDH, 2013).

Grande parte dos rios brasileiros apresentam turbidez, o que será elevada em áreas de solos de tendência erosiva, carreando partículas de argila, areia, óxidos metálicos e silte de acordo com LIBÂNIO (2005). Essa capacidade de carreamento pode gerar a renovação do solo das margens nas épocas de alta pluviosidade, tornando-as mais férteis que o resto do terreno com base em CRAVO & SMYTH (1991). Apesar de não permitido (Lei n°12.651/2012) do Código Florestal, a possibilidade do plantio nas margens dos corpos hídricos na bacia do rio das Mortes é considerável e a retirada das matas ciliares é vista em vários pontos. (BRASIL, 2012)

A presença de vegetação no solo é de suma importância para a dissipação da força das gotas de chuva (pelas folhas), e reduz o deslocamento do solo por fluxos de água (pelas raízes), gerando uma infiltração correta de água ao solo, além disso, gera sombra e contribui para a nutrição do ecossistema presente abaixo desse. O uso recorrente de pesticidas e fertilizantes de característica artificial podem gerar uma futura infertilidade ao solo, deixando-o sem cobertura vegetal e gerando consequentemente a erosão.

A falta de rotação de culturas na parte oeste do município de São João Del-Rei onde se vê inúmeras plantações de milho e soja em meio aos morros) causa o empobrecimento do solo, o que futuramente irá gerar a falta de cobertura e erosão de acordo com SPERA (2011). Na agricultura, segundo ASSAD & ALMEIDA (2004), estará substituindo plantas nativas já habituadas e desempenhando um papel no ambiente, por plantas diferentes cuja função é simplesmente econômica, e que irão apresentar dificuldades para resistir a ambiente e erosão.

Mesmo com o advento das tecnologias e da informação em relação ao uso e ocupação do solo, da importância de áreas com vegetação nativa, planejamento territorial, etc., não são aplicadas as práticas conservacionistas de modo efetivo, o que é comprovado com retração da vegetação nativa ao longo dos últimos 30 anos na área da bacia do rio das Mortes (CASTRO, 2017)..

Localizada na região dos mares de morro, termo denominado pelo geógrafo Aziz Ab' Saber, a declividade é um fator importante para medir a fragilidade e a ocorrência de processos erosivos. Ocupar áreas como essa para agricultura gera a retirada da cobertura natural, propícia para segurar o solo e evitar o deslocamento de massa em épocas de chuva. O manejo do solo influencia o comportamento do mesmo, de acordo com a Figura 11 e Quadro 7.

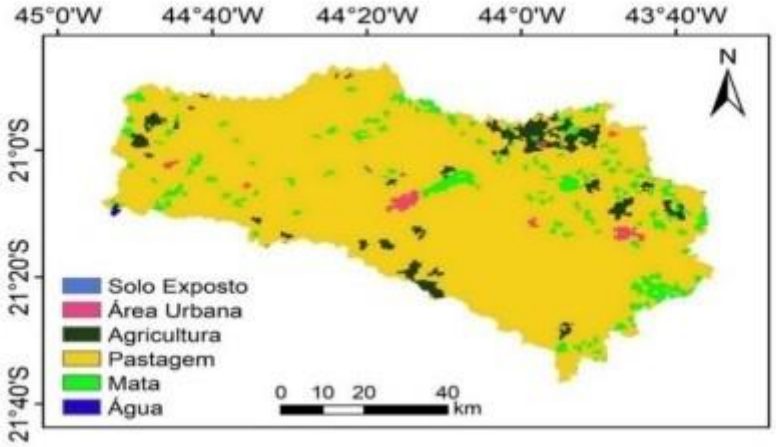

Figura 11. Manejo de Solo na bacia do rio das Mortes.Fonte: SILVA (2020).

Quadro 7. Cobertura e manejo de solo na bacia do rio das Mortes

Uso do solo	Área (%)	C	Fonte
Solo exposto	0,025	1,00	
Área urbana	0,876	0,00	
Agricultura	4,177	0,29	Beskow *et al*. (2009)
Pastagem	88,670	0,09	Ozsoy *et al*. (2012)
Mata	6,179	0,01	Beskow *et al*. (2009)
Água	0,073	0,00	

Fonte : SILVA (2020).

Sabe-se que o café é uma das cultura que apresenta problemas com erosão hídrica, principalmente ao ser cultivada nos morros da região, a capina manual, em que se revolve o solo, apresenta perdas terreno para erosões hídricas maiores ainda, sendo mais vantajoso a utilização de métodos menos agressivos a terra, principalmente se a palha, das plantas, retiradas anteriormente, for mantida (CARVALHO, 2007).

Cerca 83,54% do território da bacia é utilizado como área de pastagem ou agricultura, e a pressão antrópica nessas áreas é bastante intensa de acordo com CARVALHO & SCOLFORO (2008). Grande parte dos terrenos encontra-se sob cambissolos (de declividade média de 30%) e latossolos (relevo suave), dentro da Bacia (BONO, 1996).

Por volta de 85,35% da área da bacia do rio das Mortes/rio Jacaré é desprovida de vegetação nativa e 14,65% da vegetação nativa encontra-se na sub-bacia do rio Elvas, baixo e médio rio das Mortes (PRGDH, 2013).

Práticas conservacionista, sejam elas mecânicas (estruturas artificiais), vegetativas (utilizando a vegetação para a proteção), edáficas (modificando o sistema de cultivo) podem ser utilizadas para o controle da erosão no solo agrícola, evitando a perda de solo e favorecendo a manutenção dos lençóis freáticos.

3.3. Mineração

O território onde situa a bacia do rio das Mortes é de passado extrativista mineral, com alta exploração do ouro ao longo do século XVIII. As cidades mais antigas da região se desenvolveram a partir das atividades de mineração durante o Brasil Império, as estrutura urbana presente até hoje é um reflexo dos sucessos e insucessos desta exploração.

A mineração, com o garimpo a partir do século XVIII, gerou a extração de areia e demais materiais da margem dos rios em busca do ouro superficial, desencadeando erosões e desabamentos de terra em São João del-Rei, Tiradentes e demais cidades em que essa atividade era exercida. Atualmente a extração de rochas como o granito e calcita, com cortes no território e a utilização de dinamites, geram enorme impacto no ambiente em que ocorrem os processos (PONTES, 2016).

As betas, profundas escavações no solo para a mineração de ouro, podem ser encontradas até hoje pela cidade de São João del-Rei. As betas abandonadas viraram depósito de lixo ou foram aterradas para construções de casas, que algumas vezes foram engolidas pelo terreno instável (PAES, 2016).

Um dos maiores problemas que afetavam a cidade de São João del-Rei eram as explosões desordenadas de dinamites dentro das betas subterrâneas, gerando tricas às construções ao entorno. O uso destes explosivos representaram uma ameaça ao patrimônio arquitetônico da cidade. Como hoje o uso de explosivos dentro do perímetro urbano é proibido pela prefeitura a extração de ouro é feita de forma manual e quem se arrisca a utilizar dinamites logo é delatado pelo proprietário de outra mina (PAES, 2016).

No caso da explosão de rochas utilizando dinamites, a área afetada por desgaste no solo pode ser múltiplas vezes a área onde se localiza a mineração, interferindo na camada de solo, facilitando o desgaste e a formação de voçorocas. Ao ser abandonada, a área da mineração, caso não seja adequadamente recuperada, irá causar ainda mais danos ao meio, gerando voçorocas que se expandirão conforme o deslocamento de material e os efeitos exógenos operarem no local.

Na bacia do rio das Mortes há exploração de calcários, granitos, cassiterita, quartzo, caulim, manganês, ferro, níquel e ouro, o que pode ser averiguado na Figura 12. A extração de areia e cascalho para o setor de construção é o mais comum, encontrada em diversos pontos da Bacia.

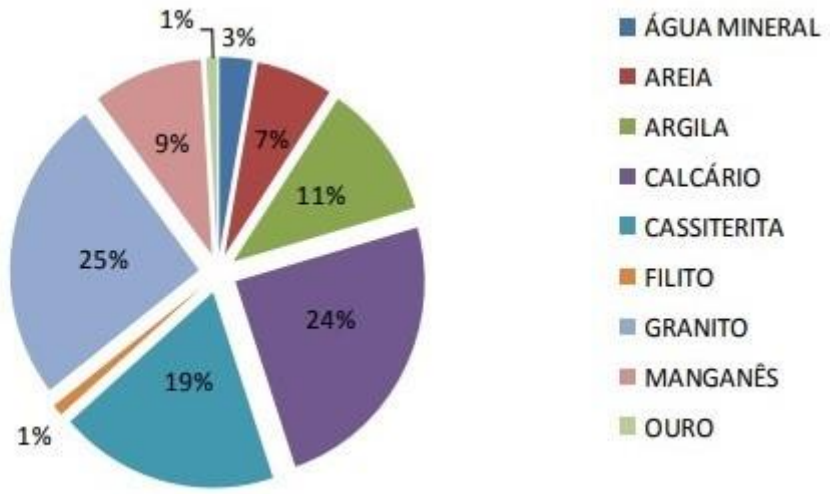

Figura 12. Concessões de lavra na bacia do rio das Mortes/rio Jacaré. Fonte: PRGDH, 2013

Em São João del-Rei há lavra de folhas de ouro dentro do município, e ouro primário nos veios de quartzo Lenheiro, em betas exploradas de forma artesanal. Há caulim derivado dos corpos pegmatíticos e argilas pra construção civil no município de São João, além da exploração na região de pegmatitos ricos em estanho. Esses pegmatitos também apresentam lítio, explorados no município de Nazareno (PRGDH, 2013).

Os quartizitos voltados a decoração, revestimento, são extraídos em Tiradentes, já em Conceição da Barra de Minas há pequenas jazidas e garimpos de manganês e cassiterita (pra extração de estanho) e pequena exploração de cromitita em Bom Sucesso. Neste mesmo município há uma grande jazida de ferro pelos itabiritos ricos em magnetita, mas de baixo teor férrico. A exploração dos metacalcários Barroso geram produção de cimento e de fertilizantes na região. O níquel ocorre de forma geral na Bacia com depósitos lateríticos em complexos metaultramáficos. Cascalho, areia e brita, para a construção civil, são explorados por toda a Bacia, em córregos, rios e pedreiras (PRGDH, 2013).

As lavras, utilizadas em grande parte do Brasil e atualmente na área da bacia do rio das Mortes, são à céu aberto. Elas causam maior impacto ambiental que as lavras subterrâneas, tornando o solo estéril e podendo causar a poluição dos recurso hídricos ao redor. Ao submeter uma área à mineração a extração das camadas superficiais leva a retirada da camada de proteção, cobertura vegetal, o que contribuirá para a erosão do solo remanescente, que dificilmente será recuperado por métodos e regeneração ambiental dado SOBREIR (2014). O clima, a precipitação na região e o tipo de solo presente ao longo da bacia do rio das Mortes propicia aos processos erosivos.

A erosão, gerando a degradação dos solos, afeta as águas, subterrâneas, diminuindo a qualidade dessas na mineração hídrica, afetando o setor econômico de acordo com OLIVEIRA (1987). As cidades de São João del-Rei e Tiradentes detêm um considerável potencial e extração de água subterrânea.

Com solos de rio constituídos por silte e areia, a bacia do rio das Mortes apresenta em seus trechos integridade moderada ou totalmente perturbada, dado os impactos gerados

pela extração de areia e cascalho de acordo com BÖECHAT (2013). Ao demonstrar baixa resiliência, dificuldade de regeneração, a área degradada necessita da ação antrópica para a recuperação, neste caso, das matas ciliares, afetadas pela extração de areia e cascalho das margens, uma ação fundamental e que deve ser feita com urgência.

De acordo com o PRGDH (2013), diagnósticos alertam para a necessidade de uma melhor gestão da sub-bacia do Alto rio das Mortes, pela falta de cobertura das matas ciliares, com altos percentuais de vazão de retirada. Ao controlar a erosão, as matas ciliares evitam o assoreamento dos cursos hídricos, além de atenuar as enchentes.

As antigas jazidas minerais, abandonadas, são locais onde o processo erosivo é apresenta maturidade, necessitando de grande atenção. A ocupação próximo a esses locais jamais deverá ser feita sem antes haver a recuperação do solo e o estudo completo da estabilidade do terreno. Na figura 13 nota-se a grande quantidade de instituições ligadas à mineração na região.

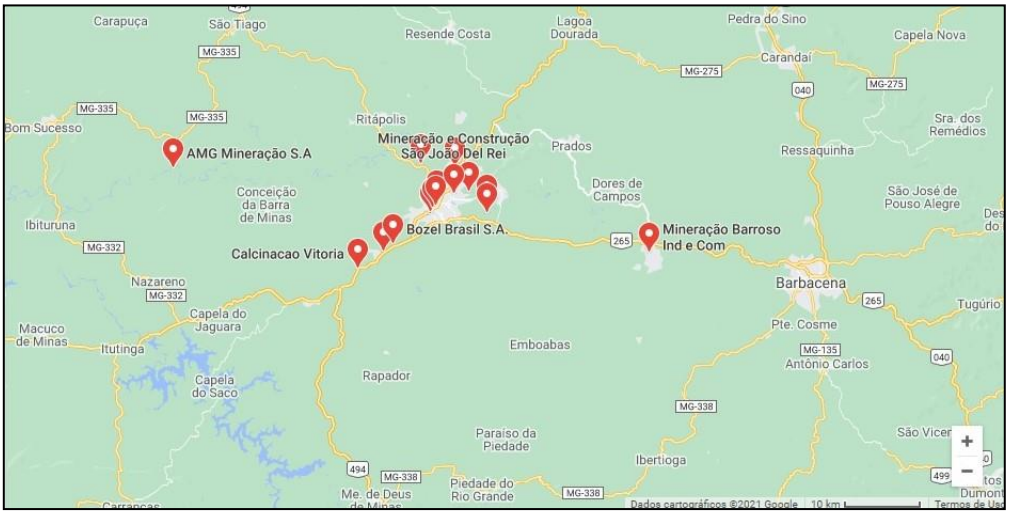

Figura 13. Localização de empresas ligadas à mineração na região da bacia rio das Mortes. Fonte: Google Maps, 2021

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É necessário durante a prospecção e desenvolvimento de uma mineração, buscar formas mitigadoras menos agressivas para a lavras, que não gerem grande impacto e erosão aos territórios ao redor da zona de extração. Leis mais rigorosas perante às mineradoras e aos impactos por elas causados devem ser cobradas. O perfil topográfico do local deve ser recuperado após a utilização das áreas de extração/minas, adequando a linha do horizonte de onde se foi extraído o mineiro, aterrando e recuperando a cobertura vegetal.

A agricultura com uma menor alteração da estrutura ambiental, tanto biológica quanto física, é fundamental para que processos erosivos não venham a ocorrer ao meio. A semeadura direta, mobilização reduzida, e o plantio em meio à espécies nativas, geram um menor impacto local e evitam a formação de voçorocas. A rotação de culturas também evita que o terreno venha a se tornar infértil no futuro, mantendo sempre uma cobertura vegetal. O uso de técnicas naturais, como o uso do fumo para o controle de pragas, ou a introdução de predadores nativos são importantes para evitar o uso de pesticidas e agrotóxicos que geraram a erosão.

A implantação de estratégias físicas, como a construção de terraços e bacias de retenção para as enxurradas, com base em PRUSKI (2006), é de grande importância para o controle erosivo. A construção de canais escoadouros, escadas de dissipação, e de barreiras de bambu ou pneus usados no interior das voçorocas, são outras alternativas no combate aos efeitos erosivos dentro e fora das cidades (PRGDH, 2013).

Uma melhor conservação do solo é importante tanto para o meio ambiente, quanto para nós, cidadãos que o usufruem, nos conceitos sociais e econômicos. Uma maior facilidade ao acesso à informação e o apoio técnico das universidades e demais órgãos particulares e governamentais são importantes para que problemas sejam reduzidos na nossa sociedade.

5. REFERÊNCIAS

Altimetrias do município de São João del-Rei e da bacia do Rio das Mortes: Disponível em: https://pt-br.topographic-map.com/ . Acesso 13 em nov.2021.

AMBROISE, B. Topography and the water cycle in a temperate middle mountain environment: The Need for interdisciplinary experiments. Agricultural and Forest Meteorology, v.73, p.217-235. 1995.

ANDRADE, M.F.de et al. O tombamento dos bens arquitetônicos e urbanísticos de São João del-Rei: embates em torno da preservação e do progresso. 2013.

ASSAD, M. L. L. ; ALMEIDA, Jalcione. Agricultura e sustentabilidade : contexto, desafios, cenários. Ciência & Ambiente, n. 29, 2004.

BARBOSA, H. S. L., TEIXEIRA, P. H. S., CAMPOS, A. C., FIGUEIREDO, M. A., ROCHA, L. C., & NEGREIROS, A. B. (2015). Aspectos da degradação ambiental de uma trilha recreacional na Serra do Lenheiro, São João del-Rei, MG. Revista Territorium Terram, 3(5), 32-40.

BIGARELLA, J. J. et al. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007. v.3.

BOËCHAT[1]*, I.G.; DE PAIVA[1], A.BM.; HILLE[2], Sandra; GÜCKER[1], Björn. Land-use effects on river habitat quality and sediment granulometry along a 4th-order tropical river. Ambiente & Água - An Interdiciplinary Jounal of Applied Science, Taubaté-SP, v. 8, n. 3, p. 54-64, dez. 2021.

BONO, J.A.M.; CURI, N.; FERREIRA, M.M; EVANGELISTA, A.R.; CARVALHO, M.M.; SILVA, M.L.N. Cobertura vegetal e perdas de solo por erosão em diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas. **Pasturas Tropicales**, [*s. l.*], v. 18, n. 2 1996.

BRASIL. Lei n° 9785, de 29 de janeiro de 1999 . Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e altera a Lei 6766/79. Diário Oficial da União, [1999]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9785.htm.Brasília, 29 de janeiro de 1999. Acesso em:06. dez. 2021.

BRASIL. Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012. Altera leis sobre a proteção da vegetação nativa. Código Florestal Brasileiro. Brasília: Congresso Nacional, [2012]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Brasília, 25 de maio de 2012. Acesso em: 05. dez.2021.

CAMPOS[1], A.C; COSTA[1], J.C ; PEREIRA[1], Gabriel. ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DEL REI (MG). *In*: SIMPÓSIO MINEIRO DE GEOGRAFIA, I., 2014, Alfenas-MG. **ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DEL REI (MG)** [...]. [*S. l.*: *s. n.*], 2014. Disponível em: https://www.unifalmg.edu.br/simgeo/system/files/anexos/Alan%20C%C3%A1ssio%20Campos.pdf. Acesso em: 14 nov. 2021.

CARVALHO, L. M. T.; SCOLFORO, J. R. Inventário florestal de Minas Gerais: monitoramento da flora nativa 2005–2007. Lavras: Ed da UFLA, 2008. 357 p.

CARVALHO, Ricardo; SILVA, M. L.N; AVANZI, J.C; CURI, Nilton; SOUZA, F.S. Erosão hídrica em latossolo vermelho sob diversos sistemas. EM LATOSSOLO VERMELHO SOB DIVERSOS SISTEMAS 1679 DE MANEJO DO CAFEEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS. **Ciênc. agrotec.**, Lavras-MG, v. 31, n. 6. nov./dez., 2007

CASTRO, L.F. Comparação temporal da cobertura vegetal na bacia do rio das Mortes através do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada-NDVI. XII SINAGEO, 2018. Disponível em: http://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/9/9-458-2205.html. Acesso em: 13 nov. 2021.

CASTRO, L.F. LEVANTAMENTO E REGIONALIZAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL E VULNERABILIDADE Á PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA DO RIO DAS MORTES-MG. Orientador: André Batista de Negreiros. . 122 p. Mestrado (Pós-graduação em Geografia) - Universidade Federal de São João Del Rei – MG, UFSJ, São João Del Rei-MG, 2019.

CENSO AGROPECUÁRIO 2006. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, 2006 . ISSN 0103-6157.

CETEC - Fundação Centro de Tecnologia do Estado de Minas Gerais. Caracterização ambiental da bacia do Rio das Mortes - MG. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Comissão de Política Ambiental, Belo Horizonte, 1989.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declividade e níveis de fertilidade do solo. R. Bras. Ci. Solo, Viçosa, v.27, p.743-753, 2003.

CPRM identifica mais de 298 mil pessoas vivendo em áreas de risco de 17 estados. **SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL-CPRM**, Online, p. 1-1, 30 jun. 2020. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/CPRM-identifica-mais-de-298-mil-pessoas-vivendo-em-areas-de-risco-de-17-estados-6282.html. Acesso em: 15 nov. 2021.

Cravo, M.S.; Smyth, T.J., 1991a. Manejo de solo de várzea para arroz irrigado na Amazônia brasileira central. In: Smyth, T.J.; Raun, W.R.; Bertsch, F. Manejo de suelos tropicales en Latinoamerica. North Carolina State University. Raleig, N.C.

CURI, N.; CHAGAS, C. S.; GIAROLA, N. F. B. Distinção de ambientes agrícolas e relação solo-pastagens nos campos da Mantiqueira. In: CARVALHO, M. M.; EVANGELISTA, A. R.; CURI, N. Desenvolvimento de pastagens na zona fisiográfica Campos das Vertentes-MG. Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1994. 127 p.

DIAS[1], N. O.; FRANCELINO[2], D. M.; ALMEIDA[3], L. J.. **ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL COMO INDICADOR DE QUALIDADE DE VIDA NO MUNICÍPIO DE BARBACENA – MG**. 32. ed. Goiânia-GO: ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, 2020. 44 p. v. 17. DOI DOI: 10.18677/EnciBio_2020B4. Disponível em:

http://www.conhecer.org.br/enciclop/2020B/analise%20da.pdf. Acesso em: 4 dez. 2021.

DUDGEON, D. Tropical stream ecology. London: Academic Press, 2008. 316 p

DUNNE, Thomas; LEOPOLD, L. B. **Water in Environmental Planning**. [*S. l.*]: W.H.Freeman, 1978. 818 p. ISBN 0716700794.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

ESTUDO revela que 30% dos solos do mundo estão degradados., EMBRAPA, p. 1-1, 12 jul. 2016. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14343883/estudo-revela-que-30-dos-solos-do-mundo-estao-degradados. Acesso em: 15 nov. 2021.

FERREIRA, R. R. M.; FERREIRA, V.M (Coordenadores). Apostila técnica de estabilização de voçorocas. Projeto Tecendo a Rede Voçorocas, Nazareno-MG. Centrode Regional Integrado de Desenvolvimento Sustentável. 2009. 20p

FERREIRA, A.C ; FIGUEIREDO, M.A; ROCHA, L.C. CADASTRAMENTO DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A ESCORREGAMENTOS, INUNDAÇÃO E EROSÃO NA CIDADE DE SÃO JOÃO DEL-REI, MG: ESTUDOS PRELIMINAREs. IX Sinageo. Rio de Janeiro. Outubro 2012. Disponível em: http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/1/1-273-508.html

FIGUEIRÊDO, M.C.B.; TEIXEIRA, A.S.; ARAÚJO, L.F. P; ROSA, M. F; PAULINO, W.D.; MOTA, Suetônio; ARAÚJO, J.C.. AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DE RESERVATÓRIOS À EUTROFIZAÇÃO. ., Eng. Sanit. Ambient., v. 12, n. 4, p. 399-409, 2007.

FRANCELINO, D. M. O futuro da humanidade está em jogo. 2020. Revista Mandala, PR.

GPP (2013). A erosão do solo. PRRN – Programa para a Rede Rural Nacional. Gabinete de Planeamento Politicas e Administração Geral. Ministério da Agricultura e do Mar. Disponível em: www.gpp.pt/estatistica/Indicadores_aa/Docs/.../Ficha_Erosão%20do%20SoloCM.pdf

Gráfico do Clima do Município de São João del-Rei. Disponível em: https://images.climate-data.org/location/25029/climate-graph.png. Acesso em: 12 nov. 2021.

GÜCKER, B.; BOËCHAT, I. G.; GIANI, A. Impacts of agricultural land use on ecosystem structure and whole-stream metabolism of tropical Cerrado streams. Freshwater Biology, v. 54, n. 10, p. 2069-2085, 2009. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.02069.x

HERNANI, L. C. et al. Erosão e seu impacto. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. (Ed.). Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. cap. 5, p. 47–60.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. Censo Demográfico 2010.Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 out. 2021.

LIBÂNEO, Marcelo. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 2 ed. Campinas: Átomo, 2005.

LIMA, F. M. A. ATIVIDADES AGROPASTORIS DE ABASTECIMENTO E CRISE DA MINERAÇÃO NO SÉCULO XVIII MINEIRO: SÃO JOÃO DEL-REI, 1750-1800. 2016. Oficina do Historiador. Porto Alegre-RS. EDIPUCRS. v. 9, n. 2

Localização da Bacia do Rio das Mortes. Disponível em:https://www.researchgate.net/profile/SilviaVentorini/publication/292337907/figure/fig1/AS:365211769950212@1464084679966/Figura-1-Localizacao-da-bacia-do-Rio-das-Mortes-na-bacia-do-Rio-Grande.png. Acesso em: 13 nov. 2021.

Localização da região da bacia do Rio das Mortes por satélite. Disponível em: https://earth.google.com/web.Acesso em: 13 nov. 2021.

Localização das mineradoras na bacia do Rio das Mortes. Disponível em: https://google.com/maps. Acesso em: 13 nov. 2021.

MALAQUIAS, C.O. **TRABALHO, FAMÍLIA E ESCRAVIDÃO**: PEQUENOS PRODUTORES DE SÃO JOSÉ DO RIO DAS MORTES, DE FINS DO SÉCULO XVIII A MEADOS DO XIX.. Orientador: Prof. Dr. Douglas Cole Libby. . 153 p. Dissertação (Mestrado) - UFMG, Belo Horizonte, 2010.

Mapa de solos do estado de Minas Gerais. Departamento de Solos, Centro de Ciências Agrárias. UFV. 2011. Disponível em: http://www.dps.ufv.br/?page_id=742. Acesso em: 13 Nov. 2021.

MAPA on-line da CPRM permite visualizar áreas com riscos de desastres no Brasil: Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Brasília, ano ., v. ., n. ., 24 jan. 2020. ., p. . DOI . Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Mapa-on-line-da-CPRM-permite-visualizar-areas-com-riscos- de-desastres-no-Brasil-6146.html. Acesso em: 11 ago. 2021.

MINUZZI, R.B.; SEDIYAMA, G.C.; BARBOSA, E. M.; JÚNIOR, J.C.F. M.; CATALUNHA, M.J. Estudo climático do comportamento do período chuvoso no estado de Minas Gerais. Revista Ceres (no prelo) 2004.

OLDEMAN, L. R. 1992. Global extent of soil degradation. In ISRIC Bi-Annual Report 1991-1992. Wagenigen, the Netherlands:International Soil Reference and Information Center.

OLIVEIRA, A.M.S.; PONÇANO, W.L.; SALOMÃO, F.X.T.; DONZELI, P.L.; ROCHA, G.A.; VALÉRIO FILHO, M. Questões metodológicas em diagnósticos

regionais da erosão: a experiência pioneira da bacia do Peixe Paranapanema (SP). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 4, 1987, Marília. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 1987, p. 51-71.

PAES, A.F.N.. ENCONTRO NACIONAL DE HISTORIA ORAL, XIII., 2016, Porto Alegre-RS. **Sobre narrar, construir e desconstruir: reflexões a cerca das transformações físicas e sociais, decorrentes da mineração, na cidade de São João del-Rei** [...]. [*S. l.*: *s. n.*], 2016.

PANORAMA do Agro: .. **Confederação Nacional de Agricultura-CNA**, Brasília, ano , v. , n. , 10 jun. 2020. , p. . DOI . Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro. Acesso em: 11 ago. 2021.

PLANO Diretor de Recursos Hídricos: Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos GD2. **Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos GD2**, [*S. l.*], 2013.

PONTES, J.C.; LIMA, V.L.A.; SILVA, V.P. Revista Geociências. **IMPACTOS AMBIENTAIS DO DESMONTE DE ROCHA COM USO DE EXPLOSIVOS EM PEDREIRA DE GRANITO DE CAICÓ-RN**. UNESP. São Paulo,SP, v. 35, n. 2, p. 267-276, 2016.

PREFEITURA investiga área que desmoronou em São Tiago, MG. **G1 Sul de Minas**, [*S. l.*], p. 1-1, 28 fev. 2017. Disponível em: http://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2017/02/prefeitura-investiga-area-que-desmoronou-em-sao-tiago-mg.html. Acesso em: 4 dez. 2021.

PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; TEIXEIRA, A.F.; CECÍLIO, R.A.; SILVA, J.M.A.; GRIEBELER, N.P. *Hidros. Dimensionamento de sistemas hidroagrícolas* Viçosa: Editora UFV. 2006. 259 p.

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico de Barbacena – MG PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBACENA. Habitat Ecológico, LTDA, Curitiba, 2014.

RESENDE, M, CURI, N. & SANTANA, D.P. Pedologia e fertilidade do solo.;Interações e aplicações. Piracicaba, MEC/ESAL/POTAFOS, 1988, 83p.

RODRIGUES, N.G. **CUSTO PARA RECUPERAR UMA ÁREA DEGRADADA: UM PROJETO PARA A CASCALHEIRA DO PARQUE SUCUPIRA**. Orientador: Alexandre Nascimento de Almeida. 2015. 19 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Gestão Ambiental) - Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2016.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 1, n. 8, p. 63-74. 1994.

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da climatologia do Sudeste Brasileiro. In. Revista Brasileira de Climatologia. Presidente Prudente: ABClima. 2005.

SILVA1 , J.R.M.; RODRIGUES2 , J.A.M.; OLIVEIRA3 , L.F.C.; VIOLA4, Marcelo. Estimativa da vulnerabilidade dos solos à erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio das Mortes (MG). In: . 1. ed. Maringá-PR: **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 2020. v. 14, e-ISSN: 2176-9168.

SOBREIR, Frederico. MINERAÇÃO DO OURO NO PERÍODO COLONIAL: ALTERAÇÕES PAISAGÍSTICAS ANTRÓPICAS NA SERRA DE OURO PRETO, MINAS GERAIS. **Quaternary and Environmental Geosciences**, [*S. l.*], v. 5, n. 1, 2014

SOUZA, L.P., FARIAS, O.S., MOREIRA, J.G.V., GOMES F.A., JUNIOR, E.F.F..Comparação de métodos da estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Cruzeiro do Sul–Acre.Enciclopédia biosfera, v.7, n.12, p.1-8, 2011.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; MALDANER, G.L; SCHEER, C.M. Avaliação de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos de solo, após quatro anos. *In*: V REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA E TRITICALE, 2011, Dourados/MS. . [...]. [*S. l.*: *s. n.*], 2011.

STATUS of the World's Soil Resources: Main Report. ed. Roma: FAO, 2015. 650 p. v. . ISBN 978-92-5-109004-6.

TEIXEIRA, A.L.; CARVALHO, A.L.M; VENTORIN, S.E.. Problemáticas da expansão urbana em cidade histórica: estudo em São João Del-Rei. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento Edição Especial V Seminário Nacional de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba-PR, v. 9, n. 4, p. 513-526, out.2020.

TIESSEN, H.; CUEVAS, E.; CHACON, P. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. Nature, v. 371, n. 6500, p. 783-785, 2002. http://dx.doi.org/10.1038/371783a0

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). Curso de Capacitação básica em Defesa Civil. 4. ed. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: CAD UFSC, 2013.