



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

CAMILA DA SILVA STOCKLER

**ANÁLISE DO USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO DO CIRCUITO DAS
ÁGUAS (1985-2019), NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Prof. Dr. BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
AGOSTO – 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

CAMILA DA SILVA STOCKLER

**ANÁLISE DO USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO DO CIRCUITO DAS
ÁGUAS (1985-2019), NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
AGOSTO – 2021

**ANÁLISE DO USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO DO CIRCUITO DAS
ÁGUAS (1985-2019), NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

APROVADA EM: 13/08/2021

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. BRUNO ARAÚJO FURTADO DE MENDONÇA – UFRRJ
Orientador

Dr. WILSON MESSIAS DOS SANTOS JUNIOR – UERJ
Membro

Prof. Dra. CLÁUDIA MOSTER – UFRRJ
Membro

“... Não morrerão, porém, tuas sementes!
E assim, para o Futuro, em diferentes
Florestas, vales, selvas, glebas, trilhos,

Na multiplicidade dos teus ramos,
Pelo muito que em vida nos amamos,
Depois da morte inda teremos filhos!”

Augusto dos

RESUMO

Como a origem do Circuito das Águas de Minas Gerais (CAMG) se deve a exploração turística e comercial das águas minerais exercidas pelas estâncias hidrominerais, compreendidas na Bacia Hidrográfica do Rio Verde, estudos referentes ao uso e cobertura da terra se tornam extremamente necessárias, tendo em vista que quando sofrem contaminação, as águas minerais deixam de ser viáveis para consumo. Portanto, o presente trabalho utilizou de dados fornecidos por satélite, através do projeto MapBiomias, para a análise de uso e cobertura da terra das cidades do CAMG, a partir da plataforma do Google Earth Engine (GEE), no período de 1985-2019. Como resultado obtido tem -se uma redução da área de agropecuária em 5,7%, sendo essa perda convertida em 3,5% em florestas nativas. Outro ponto importante abordado foi a questão da expansão da infraestrutura urbana na região, mesmo representando uma porcentagem muito pequena na área, cerca de 1%, esse uso pode ser um potencial poluidor das águas minerais. Conclui-se que medidas preservacionistas dos recursos naturais, visando a recuperação da vegetação nativa e o controle das atividades agrárias e o monitoramento no crescimento urbano se fazem necessárias para proteção das águas minerais.

Palavras-chaves: Circuito das Águas de Minas Gerais; Águas Minerais; Uso e Cobertura da Terra; MapBiomias.

ABSTRACT

As the origin of the Minas Gerais Water Circuit (CAMG) is due to the tourist and commercial exploitation of mineral waters carried out by the hydro-mineral resorts, included in the Green River watershed, studies regarding the use and coverage of the land are extremely necessary, having considering that when they suffer contamination, mineral waters are no longer viable for consumption. Therefore, this study used data provided by satellite, through the MapBiomias project, for the analysis of land use and land cover in CAMG cities, from the Google Earth Engine (GEE) platform, in the period 1985-2019. As a result, there is a reduction of the agricultural area of 5.7%, with this loss being converted into 3.5% in native forests. Another important point addressed was the issue of expanding urban infrastructure in the region, even though it represents a very small percentage in the area, around 1%, this use can be a potential polluter of mineral waters. It is concluded that preservation measures of natural resources, aiming at the recovery of native vegetation and the control of agrarian activities and monitoring of urban growth are necessary to protect mineral waters.

Keywords: Minas Gerais Water Circuit; Mineral Waters; Use and coverage of the land; MapBiomias.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. <i>Bacia Hidrográfica do Rio Verde</i>	2
2.2. <i>Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento</i>	6
2.3. <i>Google Engine e MapBiomias</i>	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1. <i>Localização e caracterização da área de estudo</i>	10
3.2. <i>Processamento dos dados</i>	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
5. CONCLUSÕES	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

A região do sul de Minas Gerais, especificamente os municípios de Cambuquira, Caxambu, Lambari e São Lourenço, tiveram uma forte contribuição no desenvolvimento do setor turístico no estado. Iniciado no final do século XIX, utilizando seus recursos hídricos minerais para tratamentos medicinais, essas cidades foram responsáveis pela principal fonte econômica na região nesse período (ALMEIDA JÚNIOR, 2011). Atualmente as atividades são mais diversificadas, explorando características culturais, como o setor rural, sendo um exemplo a Rota do Café nos municípios de Carmo de Minas e São Lourenço, que mostra todo o processo realizado para a produção dos cafés especiais, da escolha dos grãos na colheita até o produto final (UNIQUE CAFÉS, 2021).

Por ter seu histórico econômico associada à presença desse recurso no seu território, a água mineral não deve ser só vista comumente como uma fonte explorável na vertente econômica, mais também na caracterização da identidade regional do Circuito das Águas - MG, sendo a sua preservação fundamental para gerações futuras (NINIS; DRUMMOND, 2008). Considerando que para a legislação, o recurso em questão está passível de ser usado até o seu esgotamento, iniciativas que questionam essa posição colocam que as águas minerais seriam mais protegidas se fossem de responsabilidade dos comitês de gestão hídrica, objetivando a proteção e minimização dos impactos causados pela sua constante exploração (PORTUGAL JÚNIOR, 2016).

Como forma de obtenção de informações que ajudem na preservação desse recurso hídrico fundamental, se faz necessário compreender o uso e ocupação do solo na região, detectando áreas de fragilidade que comprometem a qualidade dos aquíferos, que podem trazer consequências negativas para a população local, sendo a abrangência das áreas relativas à floresta nativa, agropecuária e infraestrutura urbana, indicadores importantes para a análise de preservação e qualidade das suas águas (TULLIO, 2018).

Nesse contexto, o sensoriamento remoto é um dos meios utilizados para obtenção desses dados, pois os sensores presentes nos satélites fornecem observações com frequência temporal e resolução espacial com abrangência territorial muito extensa, capazes de distinguir a reflectância da radiação solar dos elementos que compõe a superfície terrestre, detectando a heterogeneidade da paisagem de acordo com as particularidades de cada componente envolvido no processo, captando suas assinaturas espectrais singulares como forma de diferenciação superficial (LIU, 2015).

Um dos veículos que se destaca na disponibilização e processamento das informações de imagens de satélite, com o viés de pesquisa, é o Google Earth Engine (GEE). Conforme Mutanga e Kumar (2019), a plataforma GEE lida com extensos conjuntos de dados em escalas diversas, pois oferece uma cartela de informações geradas por diferentes satélites, com o propósito de criar um sistema automatizado em linguagem de programação simples, podendo ser utilizado no monitoramento de atividades nos diferentes campos da ciência. Pensando na utilização desse recurso computacional gratuito, o projeto MapBiomias (2021) foi criado com o objetivo de descrever o uso e ocupação da terra da região brasileira em escalas temporais, fornecendo esse conhecimento de forma simples, rápida e atualizada para o usuário.

O objetivo que se pretende alcançar neste estudo é analisar o uso e cobertura da terra na região do Circuito das Águas de Minas Gerais, ao longo de 35 anos (1985-2019), de forma associativa com os recursos hídricos minerais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Bacia Hidrográfica do Rio Verde

Localizada na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas gerais, a bacia hidrográfica do Rio Verde é uma das unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos (UPGH), denominada de GD4, da bacia hidrográfica federal do Rio Grande (BHRG) que está situada entre os territórios mineiro e paulista. A UPGH-GD4 corresponde a 4,25% da área total da sua bacia de origem, abrangendo 31 municípios (Figura 1), sendo 16 completamente influenciados por ele. Suas nascentes originam na Serra da Mantiqueira, especificamente entre as cidades de Passa Quatro e Itanhandu, percorrendo por volta de 220 Km até desaguar na represa da Usina Hidroelétrica de Furnas (CBH VERDE, 2009a).

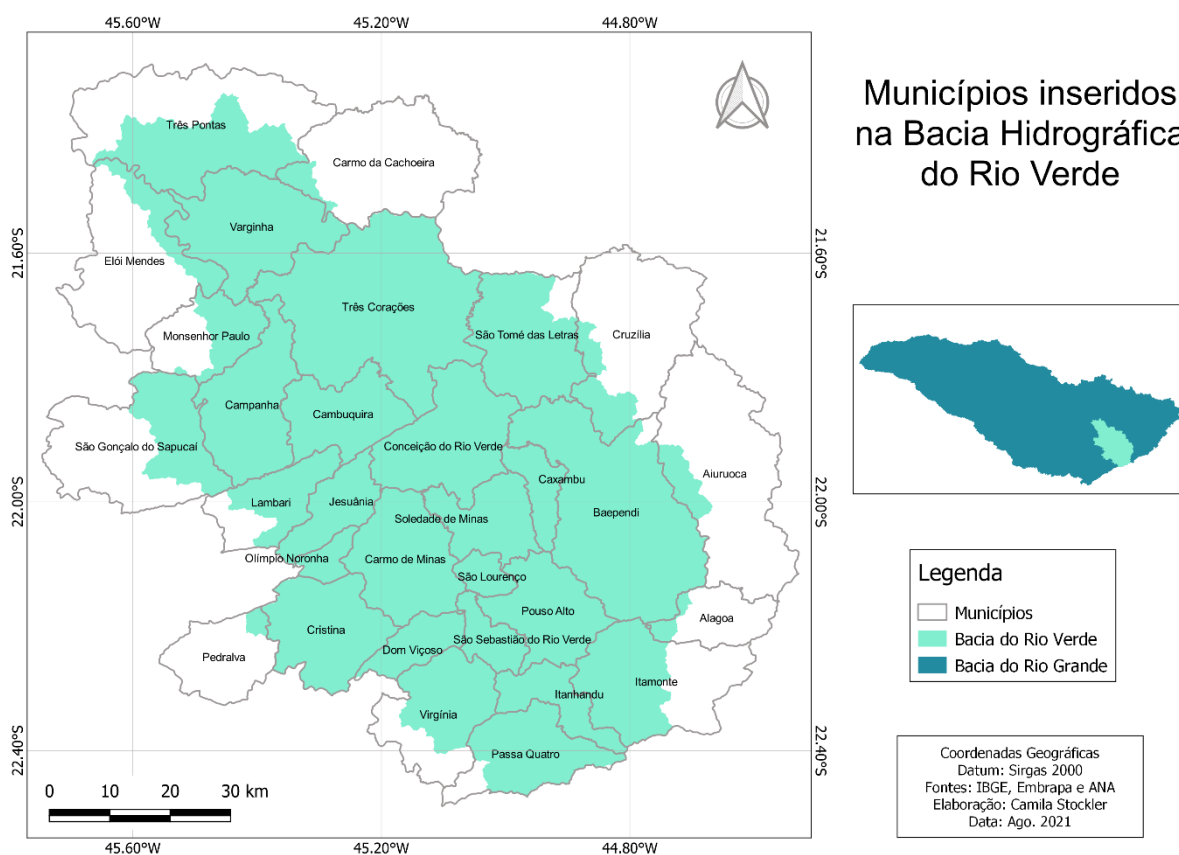


Figura 1- Mapa da delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Verde em relação aos municípios.

Fonte: A autora (2021).

O clima regional da UPGH-GD4 pertence ao domínio climático mesotérmico brando (CBH VERDE, 2009a), com temperaturas variando entre: máximas de 27° C nos meses mais quentes do ano, correspondendo a janeiro, fevereiro e março; mínimas de 13° C em junho e julho; e média anual de 19° C. Em relação à precipitação, a distribuição de chuvas são bem definidas, apresentando dois períodos distintos: chuvoso, com altos índices pluviométricos nos meses de outubro a março, coincidindo com o intervalo mais quente do ano; e de estiagem, entre abril a setembro, compreendendo as estações do ano mais frias. A umidade relativa do ar média é elevada, variando entre 70 a 80% ao longo do ano, classificada como zona climática úmida (CODEMGE, 2018).

A região apresenta a Serra da Mantiqueira como o domínio geomorfológico que lhe confere a parte do relevo com formações montanhosas de origem tectônica, resultando em picos com mais de 2500 m de altitude presente nos municípios de Passa Quatro e Itatiaia. Já na composição dos planaltos, Alto do Rio Grande e Varginha, o padrão observado de topografia é do tipo mares de morros, possuindo morros e colinas com feições convexas, compostas principalmente pelo mineral caulinita e solos mais profundos e antigos (MARQUES NETO; PEREZ FILHO; OLIVEIRA, 2014).

A Mata Atlântica é o bioma predominante da região Sul/ Sudoeste de Minas Gerais (Figura 2), cujos tipos de vegetação mais comuns na BH do Rio verde são: Florestas Ombrófila Densa (FOD) e Floresta Estacional Semidecidual (FES) (CODEMGE, 2018). De acordo com o manual de vegetação do IBGE (2012), a FOD está situada em regiões tropicais com temperaturas médias de 25° C e de alta precipitação, sendo as chuvas distribuídas homogeneamente durante todo o período do ano, não ocorrendo longos períodos de estiagem, sendo composta por espécies lenhosas, incluindo lianas e plantas arbóreas de alto e baixo porte, entre 5 a 50 m de altura, além de diversos tipos de epífitas. Já a FES apresenta características caducifólias, cuja a população arbórea perde de 20 a 50 % das suas folhas, pois o clima onde estão inseridas apresentam secas rigorosas no período de baixas temperaturas, com médias mensais de 15° C, e verões com chuvas intensas.

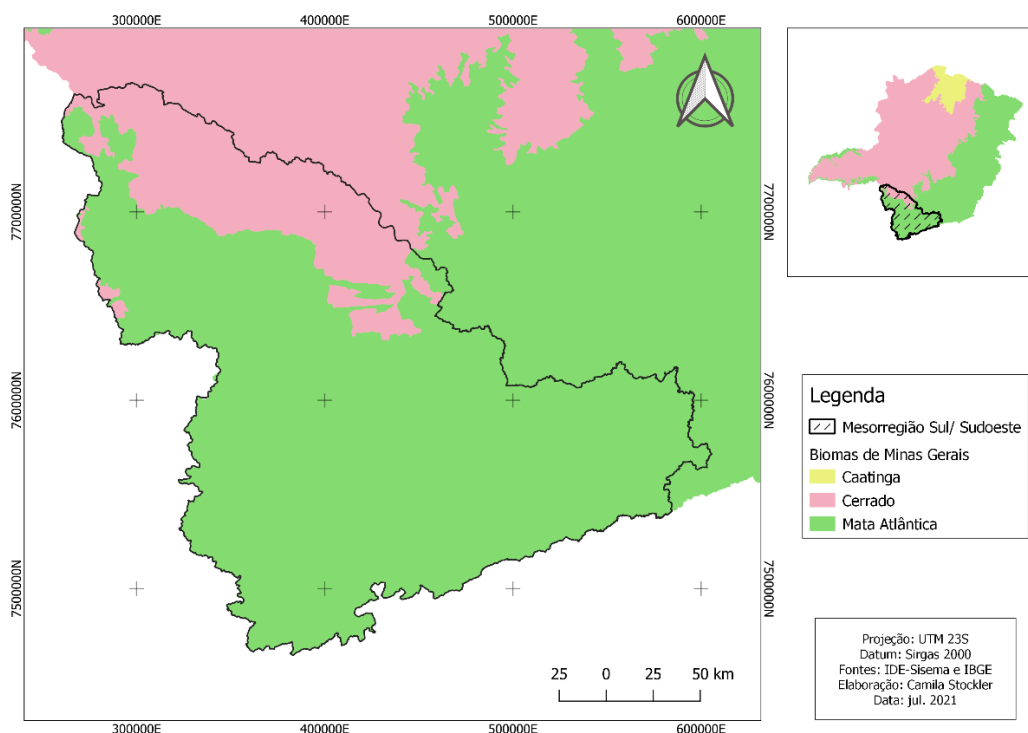


Figura 2: Biomas que pertencem a mesorregião Sul/ Sudoeste de Minas Gerais.
 Fonte: Modificado IDE-Sisema (2021).

A presença de unidades de conservação (UCs) na região BH do Rio Verde ocasionou a preservação de fragmentos da Mata Atlântica, evidenciado nos dois principais parques da região, situados na Serra da Mantiqueira: o Parque Nacional do Itatiaia (Parna Itatiaia) e o Parque Estadual da Serra do Papagaio (PESP) (MARQUES NETO, 2012). O PESP é responsável por abrigar a maior reserva de araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze.) do estado mineiro (IEF, 2009), pertencendo ao tipo de vegetação atlântica Floresta Ombrófila Mista, originária das antigas florestas de coníferas que dominava a região do

hemisfério sul no período Jurássico (IBGE, 2012). Além dessa peculiar formação florestal, as feições do relevo da serra de São Thomé, com formação rochosa de quartzito (MARQUES NETO; PEREZ FILHO; OLIVEIRA, 2014), resultou na formação paisagística com cobertura vegetal de campos rupestres, arbustos e florestas de pequeno porte, com aspectos pedológicos de predomínio arenoso e profundidade superficial (MARQUES NETO, 2021).

O setor econômico que mais se destaca na região da BH do Rio Verde é o de bens e serviços, que foi responsável por cerca de 60% do PIB nos anos 2000 (CBH VERDE, 2009a). De acordo com a Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado de Minas Gerais (Fecomércio MG) (2018), houve um aumento de 10,8 % na relevância do setor e as demais porcentagens distribuídas na indústria e agropecuária, com porcentagens de 21,3 e 7,9 % respectivamente. Ainda segundo esse levantamento, apesar de representar uma relevância pequena em comparação ao todo, o setor agrário possui importância econômica para o estado de 21,8%, destacando – se a exportação de café com 13,1% do total.

Rico em cursos naturais e belas paisagens montanhosas, a BH do Rio Verde favorece uma diversidade de atividades turísticas (CBH VERDE, 2009a). Dentre os sete circuitos turístico pertencentes ao sul de Minas, dois estão situados na região: Circuito das Águas, abrigando as principais estâncias hidrominerais do país; e Circuito das Terras Altas da Mantiqueira, composta por municípios que possuem os picos mais elevados da Serra da Mantiqueira.

A Bacia Hidrográfica do Rio Verde apresenta atributos hídricos únicos, abrigando as principais regiões de captação de água mineral de fonte natural do estado de Minas Gerais (CBH VERDE, 2009b). Definidas como águas subterrâneas presentes em aquíferos que emergem da superfície, tanto de forma artificial quanto natural, apresentando em sua composição substâncias de origem mineral com propriedades medicamentosas (BRASIL, 1945), as águas minerais influenciaram no desenvolvimento populacional em decorrência do turismo proporcionado pelas estâncias hidrominerais presentes na bacia (CBH VERDE, 2009a).

Participando de uma das fases do ciclo hidrológico, as águas subterrâneas são resultantes de uma parte da infiltração das gotículas de chuva que percolam no solo a níveis inferiores, movimentando-se de acordo com o grau de porosidade ou fissuras da sua estrutura rochosa (FEITOSA et al., 2008).

Apoiado por esses conceitos fundamentais, foram realizados estudos referentes a hidrogeologia que abrange a bacia, constatando que 95% da sua área é formada por aquíferos fissurados, com predominância das rochas cristalinas constituídas por gnaisses e rochas com presença de xisto e quartzo, com porcentagens de 60 e 35 %. Devido à ausência de porosidade primária, esse tipo de arranjo lhe confere uma anisotropia e heterogeneidade no percurso hídrico, refletindo no armazenamento descontínuo e restrito, ocasionado pelas atividades tectônicas que ocorreram no passado, variando o comportamento da água em associação com a amplitude das fissuras, cuja a pressão está em concordância com o nível de profundidade (CBH VERDE, 2009b), mostrado na Figura 3.

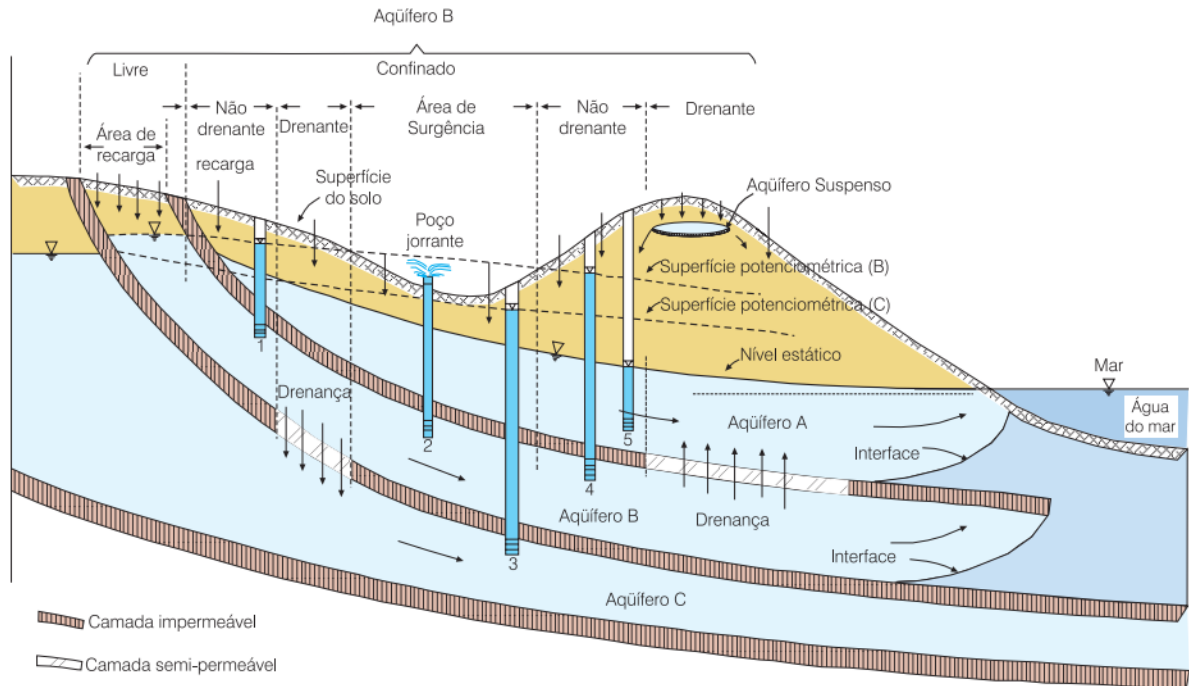


Figura 3: Representação esquemática dos diferentes tipos de aquíferos, de acordo com o sistema de pressão de suas águas e com a natureza das camadas que os delimitam no topo e na base (modificado de Bear & Verruijt, 1987).

Fonte: FEITOSA et al. (2008).

Definido pela lei nº 2.661, de 3 de dezembro de 1955, as estâncias hidrominerais são regiões que exploram os recursos hídricos minerais naturais em concordância com o decreto-lei nº 7841, de 8 de agosto de 1945, detalhando toda a infraestrutura necessária para o seu funcionamento, incluindo a higienização das redes hoteleiras e restaurantes, fornecimento de assistência médica especializada, presença de postos meteorológicos para obtenção dos dados climáticos e realização de análises periódicas da qualidade de água a ser consumida (BRASIL, 1955, BRASIL, 1945).

Em conformidade com as leis expostas, as cidades de Cambuquira, Caxambu, Conceição do Rio Verde, Lambari, Passa Quatro e São Lourenço (Figura 4), pertencentes a BH do Rio Verde, abrigam 7 das 10 estâncias hidrominerais localizadas na mesorregião Sul/Sudoeste do estado de Minas Gerais (JABER; PROFETA, 2018).

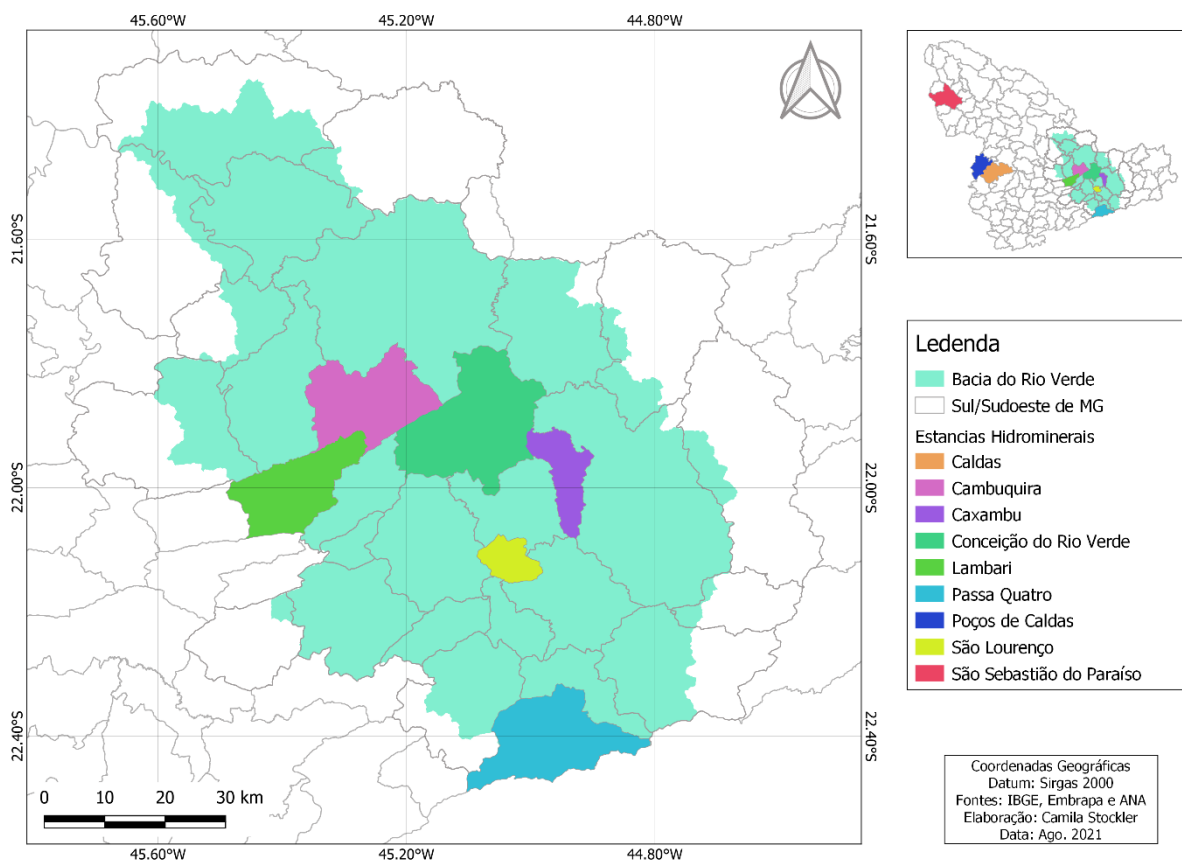


Figura 4. Localização dos municípios que possuem estâncias hidrominerais na Bacia Hidrográfica do Rio Verde, na região Sul/Sudoeste de Minas Gerais.

Fonte: Modificado de JABER; PROFETA (2018).

O estudo recente publicado pela Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (2018) sobre a origem das águas minerais na Bacia Hidrográfica do Rio Verde, constatou que as águas medicinais foram formadas por chuvas que ocorreram a mais de 40 mil anos e armazenadas em aquíferos muito profundos, movimentando -se através das fraturas presentes nas rochas. Devido a sua localização, seria difícil a contaminação dessas águas de forma natural, já que estão distantes dos aquíferos superficiais. Mesmo com esses resultados, foi destacado a importância do comitê da BH do Verde, em conjunto com a sociedade e órgãos públicos, na promoção de práticas que promovam melhorias nas sub-bacias, como a recuperação da vegetação nas áreas de preservação permanentes (APPs), principalmente as de nascentes e margens de cursos d'água, garantindo a sustentabilidade ambiental e evitando que as águas superficiais e aquíferos rasos contaminem as águas minerais.

2.2. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento

O sensoriamento remoto é o registro de instrumentos que utilizam mecanismos de obtenção, sem contato, do espectro eletromagnético para adquirir informações por meio visual ou como origem de dados para geoprocessamento de imagens digitalizadas (JENSEN, 2009).

As imagens de satélite são as vias mais utilizadas atualmente para a tomada de decisão referentes aos estudos da superfície terrestre (Figura 5), permitindo uma análise rápida e de confiabilidade nos resultados obtidos. Devido sua dependência na relação entre o sensor e a

diversidade de informações do ambiente, utilizar fontes sem conhecer sua procedência pode gerar erros de análise. Para garantir a qualidade das informações, deve-se relacioná-las com as características de estrutura e resolução dos dados oriundos dos sensores utilizados por cada satélite (TULLIO, 2018).

O caráter estrutural é fornecido através do arranjo de elementos, chamados celas, possuindo localização definida por meio de sistemas de coordenadas geográficas e atributos visuais em escala de cinza, sendo esse último conhecido como DN (*digital number*). O aglomerado de números específicos de celas é denominado de pixel (*picture element*), sendo este responsável por descrever a área dimensionada do local (CRÓSTA, 1992).

Os aspectos de resolução são diferenciados em 4 tipos: espacial, possuindo a função de descrever a geometria do elemento em sua forma e tamanho, resultando no dimensionamento e no grau de detalhamento da imagem; espectral, relacionada com a captura do detalhamento do intervalo de coloração dos DNs contidos no local; radiométrica, cuja atribuição é averiguar os níveis de escala de cinza presentes, com medição em forma de bits (2^n), ou seja, quando n for igual 6, a imagem possuirá um intervalo de coloração de 64 níveis de cinza; e temporal, frequência o qual o sensor capta a informação em um intervalo de tempo (ZANOTTA; FERREIRA; ZORTEA, 2019).

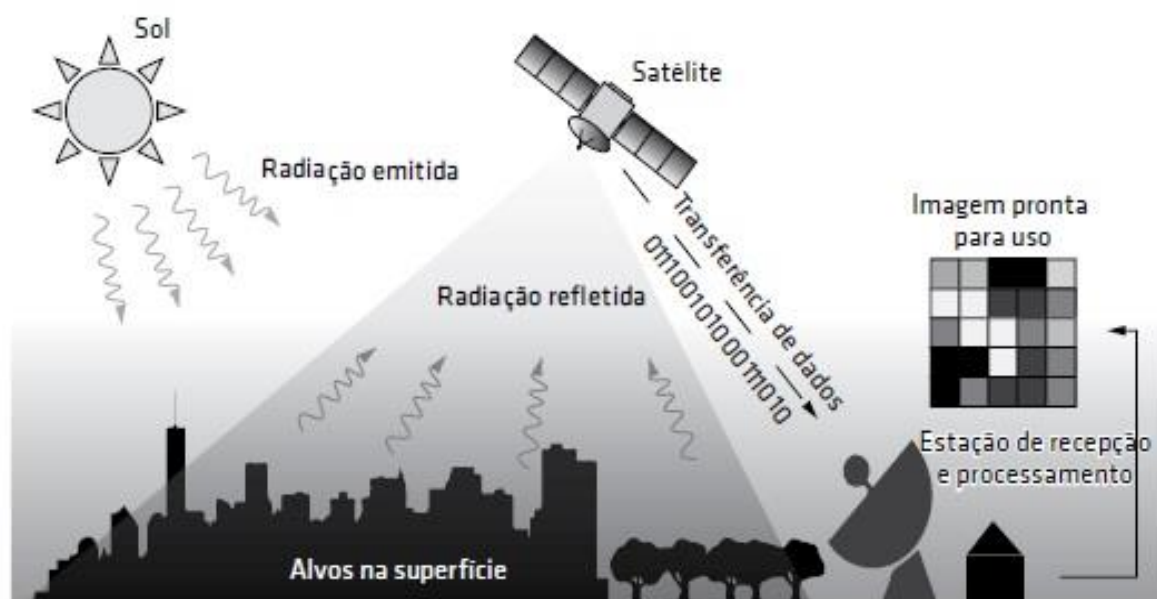


Figura 5: Etapas do processo de aquisição e distribuição das imagens de sensoriamento remoto. Parte da radiação solar que incide na superfície terrestre é refletida de volta para o espaço, sendo captada pelo satélite. Os dados-imagem são redirecionados por telemetria para estações de recepção localizadas na superfície, onde são pré-processados e disponibilizados para os usuários.

Fonte: (ZANOTTA; FERREIRA; ZORTEA, 2019).

As possibilidades de utilização do sensoriamento remoto são abrangentes, variando de acordo com a natureza do estudo a ser utilizado. Na vertente de análises ambientais, levantamentos de dados sobre recursos hídricos, pedológicos, geológicos e botânicos são fundamentais para compreender a dinâmica do uso e cobertura da terra (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

Para representar e armazenar as informações extraídas pelo sensoriamento remoto na linguagem computacional, utiliza-se o mecanismo de geoprocessamento, definido como uma junção de atividades e ferramentas de origem matemática capazes de processar elementos geográficos, resultando no reconhecimento de atributos pertencentes ao plano terrestre (IBRAHIN, 2014). Visando a precisão desses dados, as imagens devem ser corrigidas através de algum parâmetro de referência de coordenadas, adicionando propriedades de escala e projeção geográficas desejáveis, podendo estar associadas com uma outra imagem com procedência distinta equivalente a mesma área de interesse (CRÓSTA, 1992).

Os resultados coletados provenientes do geoprocessamento são originários de um sistema de informação geográfica (SIG ou GIS), representado por um conjunto de componentes que abrangem recursos intelectuais de natureza variável, interligando indivíduos com equipamentos que suportam programas computacionais, os *softwares*, capazes de destrinchar dados específicos, facilitando a visualização, manuseio e análise (FITZ, 2008). Dentre os *softwares* mais utilizados para este fim, destaca – se o QGIS, projeto gratuito da empresa Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), desenvolvido em código aberto para que o usuário participe como desenvolvedor, ajudando na melhoria da usabilidade do programa.

2.3. Google Engine e MapBiomias

O Google Earth Engine (GEE) é um serviço de processamento geoespacial, sustentado pela tecnologia de armazenamento das informações em formato nuvem, disponibilizado de forma gratuita para pesquisadores, com propósito de conceder uma plataforma interativa de fácil manipulação e criação de algoritmos pertinentes para os desenvolvedores em escala planetária. Segundo Gorelick et al. (2017), essa abordagem permite solicitar a apuração dos dados processados, empregando o comando de execução desejado, adquirindo os resultados em formatos distintos, podendo ser imagens, tabelas ou vídeos para *download*.

Uma particularidade do GEE é referente a escolha das características da imagem. A resolução dos pixels na escala gráfica é requerida na etapa de solicitação dos resultados, diferenciando-se de outros softwares que utilizam a linguagem de programação para realização de processamento de GIS. Portanto, o tamanho da imagem é escolhido a partir da saída dos dados e não na entrada destes.

Com uma vasta disponibilidade de elementos geoespaciais, sendo o formato JavaScript uma das linguagens ofertadas, a plataforma permite lidar com esse grande número de informações sem ser necessário equipamentos computacionais de alta performance de processamento de dados, sem a imposição de um investimento prévio em estrutura de alto custo (SANTOS, 2021), favorecendo à disseminação do conhecimento científico.

Segundo Silva (2018), apesar de apresentar várias vantagens, especialmente da não obrigatoriedade em conhecimentos aprofundados em programação para utilizar a plataforma, o GEE limita o usuário omitindo funcionalidades que podem ser fundamentais para execução da análise, sendo primordial um estudo prévio das ferramentas específicas para execução do trabalho que se almeja alcançar.

Com o propósito entender a dinamismo do uso dos solos brasileiros através da plataforma GEE, surgiu em 2015 o Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomias). De maneira rápida e atualizada, possibilita a produção de

mapas anuais de uso e cobertura da terra, considerando as particularidades dos biomas presentes no país, recuperando dados antigos e adicionando informações recentes de maneira a construir novos conhecimentos em um intervalo de tempo (MapBiomias, 2021). Como considerou todo o território brasileiro no projeto, o MapaBiomias não é indicado para análises que precisam de uma escala com maior grau de detalhamento, podendo omitir ou superestimar elementos essenciais para esse tipo de estudo (SANTOS, 2021). Para algumas informações mais generalistas, como dados de bacias federais, o projeto oferece a possibilidade de *download* no próprio *site*, sem a necessidade de acessar a plataforma GEE (Figura 6).

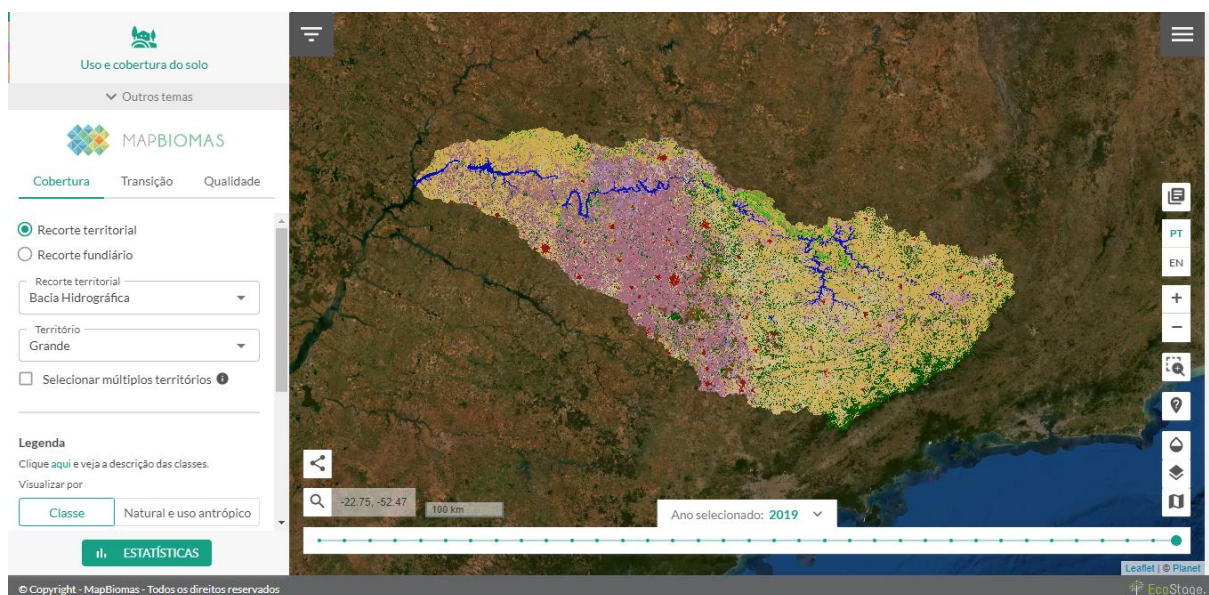


Figura 6: Visualização do uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Grande no *site* do MapBiomias, para o ano de 2019.

Fonte: MapBiomias (2021).

Conforme o ATBD (Documento Base Teórico do Algoritmo), metodologia empregada pelos seus realizadores, o MapBiomias (2021) usufruiu das imagens do satélite Landsat, com *pixels* de 30 x 30 metros fornecido pelo GEE, com série histórica de 30 anos. Para melhor tratabilidade das imagens, fatores indesejáveis que dificultam a análise como nuvens e fumaça, os *pixels* com essas características são retirados e substituídos por outros referentes a mesma época. A partir do mosaico de imagens, que são parâmetros de classificação do algoritmo e responsáveis por validar a acurácia visual, as classes de uso e cobertura do solo são alcançadas por meio de inteligência artificial, denominado de “*random forest*”, na plataforma GIS. Para se chegar nas matrizes finais cedidos, são produzidos mapas transicionais de classes entre distintas duplas de anos selecionados, com a intenção de detectar os tipos de coberturas que foram substituídas por outras, sendo a etapa final a filtragem com intuito de eliminar pixels isolados ou de borda.

Por utilizar imagens de satélite Landsat ao longo de 35 anos, consequentemente a melhoria da qualidade das imagens, o MapBiomias (2021) utiliza a acurácia como forma de garantir a veracidade das informações produzidas. As estimativas se baseiam na amostragem estatística de um número determinado de *pixels* em cada ano de estudo, usando métricas de comparação de classes em relação aos dados de referência.

Os produtos ofertados pelo projeto estão organizados em coleções conforme seu intervalo de tempo, sendo a primeira cobrindo o período de 2008 – 2015 e a quinta os anos de 1985 – 2019, publicada em agosto de 2020. Considerando a coleção 5 como a mais atual, foram utilizados bases de dados do IBGE relativos aos biomas e limites territoriais na escala de 1:250.000 e fisionomias em 1:1.000.000 (MapBiomias, 2021).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área de estudo

O Circuito das Águas de Minas Gerais (CAMG) é a união de municípios situados na mesorregião Sul/Sudoeste mineiro que possuem semelhanças nos valores culturais, sociais e econômicos. Como é considerada uma Instância de Governança Regional (IGR), exerce o papel de estruturar e desenvolver o setor turístico visando a sustentabilidade, consolidando uma identidade regional através da aliança dos integrantes que o compõe (MINAS GERAIS, 2003). Segundo o *site* do Circuito das Águas de Minas Gerais (2021), a associação também possui o dever de assessorar tecnicamente na elaboração de projetos turísticos de seus participantes, garantindo os recursos financeiros destinados ao desenvolvimento turístico nacional, atuando como intermediário entre as cidades e a Secretaria de Estado de Cultura e Turismo de Minas Gerais (SECULT-MG), além do incentivo na capacitação de profissionais na área turística.

Para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo, foram considerados 15 municípios: Baependi, Cambuquira, Campanha, Carmo de Minas, Caxambu, Conceição do Rio Verde, Cruzília, Dom Viçoso, Jesuânia, Lambari, Liberdade, Passa Vinte, São Lourenço, Soledade de Minas e Três Corações (CAMG, 2021).

A área de abrangência do CAMG, de acordo com os levantamentos realizados pelo IBGE em 2020, é de 486.153 hectares, sendo a maior parte da região concentrada nas coordenadas 21°36' e 22°12' latitude sul e 44°42' e 45°18' longitude oeste (Figura 7). São Lourenço e Três Corações são as extremidades na classificação, menor para o maior, em relação ao tamanho do território.

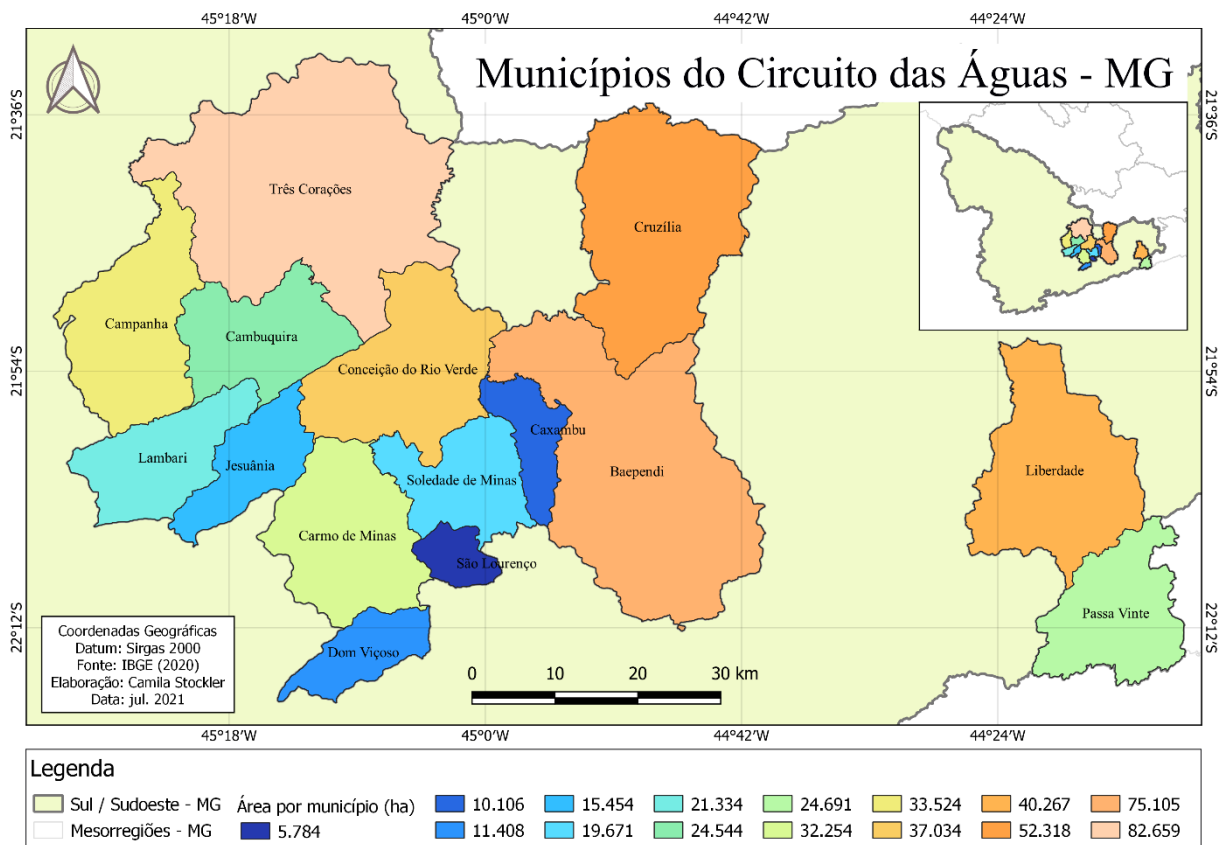


Figura 7: Mapa da área do Circuito das Águas.
Fonte: A autora (2021).

De acordo com a Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), o clima é mesotérmico brando com variação de temperatura média de 10 e 15° C, com exceção da região de Campanha, pertencente ao clima subquente com médias de 15 a 18°C em pelo menos um mês do ano. O período de estiagem mais rigoroso se concentra nas cidades de Três Corações, Conceição do Rio Verde, Baependi e Cruzília, com mais de 3 meses sem chuva (Figura 8). O clima é do tipo úmido na classificação segundo Thornthwaite, diversificando entre B2, B3 e B4, com a predominância dos índices de umidade relativa de $60 \leq Iu < 80$ %.

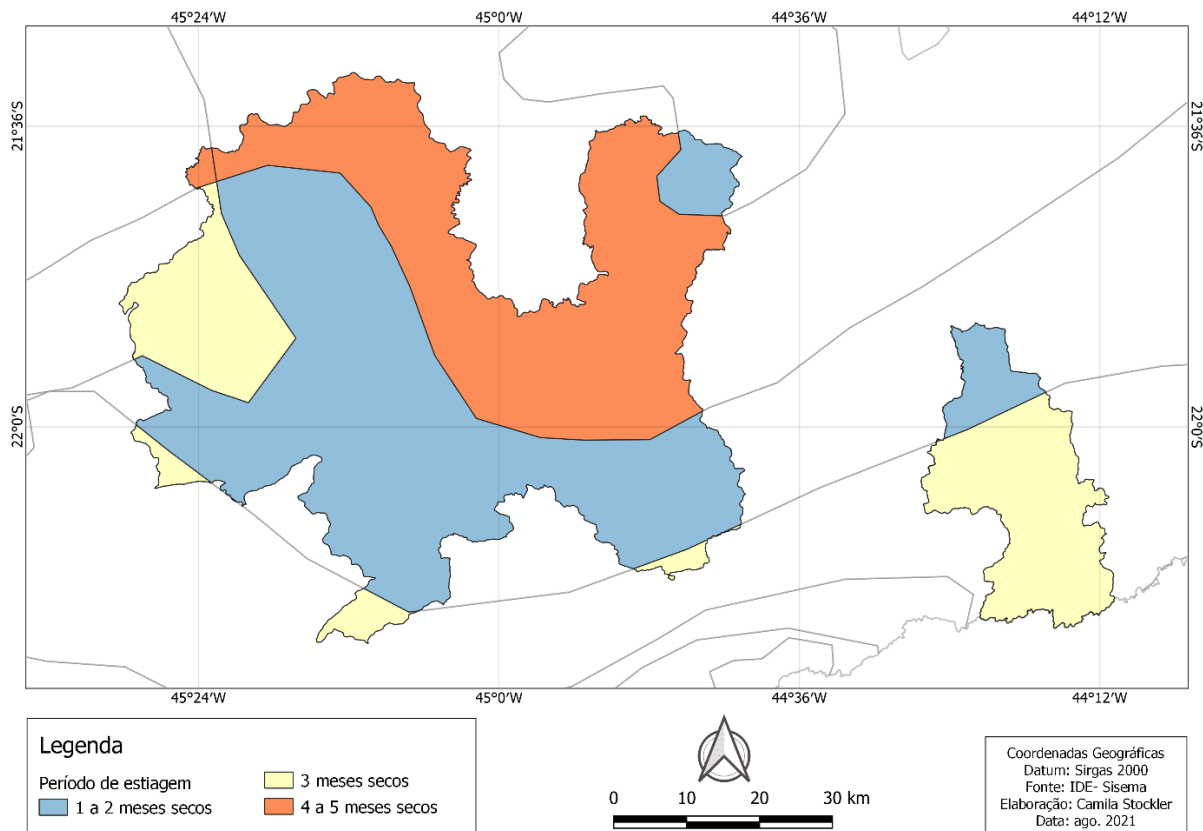


Figura 8: Mapa de classificação nos períodos de estiagem no Circuito das Águas – MG.
 Fonte: Modificado IDE-Sisema (2021).

A geomorfologia do Circuito das Águas é composta por cinco domínios, sendo as mais representativas os planaltos de Poços de Caldas e Alto do Rio Grande e a Serra da Mantiqueira Meridional (Figura 9). O planalto de Poços de Caldas possui paisagens planálticas de origem tectônica, formadas por colinas de formatos de meia laranja ou alongadas e taludes, e paisagens aluviais, que são áreas alagadas conhecidas como “planícies de inundação”. Os solos encontrados são desenvolvidos, com predominância de Latossolos e Argissolos (MORAES; RIMÉNEZ-RUEDA, 2008). O Planalto do Alto Rio Grande, especificamente a unidade do Planalto de Andrelândia, possui serras de origem mineral formada de quartzo que se erguem a altitudes superiores a 1400 metros de altitude, formando um relevo padronizado em morros e pequenas colinas (MARQUES NETO; PEREZ FILHO; VIADANA, 2011). A Serra da Mantiqueira Meridional também possui gênese quartzítica, porém com feições de relevo mais assimétrico, composta por encostas íngremes, caracterizada por rampas suavemente inclinada em direção ao fundo dos vales mantida por materiais sedimentados por ação da gravidade, e topos com geometria variando entre agudos e plainos, podendo alcançar mais de 1700 metros de altitude (OLIVEIRA, 2016).

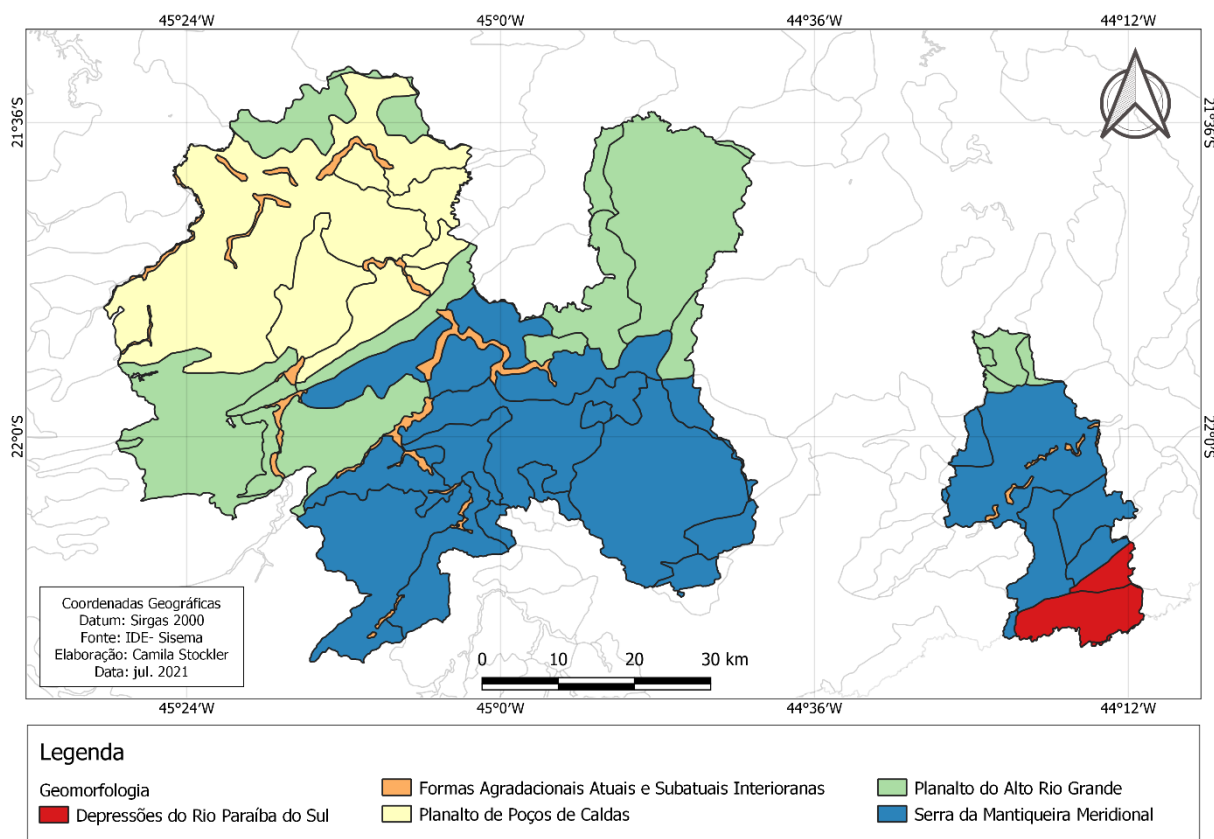


Figura 9: Mapa da geomorfologia do Circuito das Águas – MG.
Fonte: Modificado IDE-Sisema (2021).

Segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde, o CBH VERDE (2009a), a maior parte dos recursos hídricos da região estão situados na bacia do Rio verde, pertencente a bacia federal do Rio Grande, que é responsável por mais de 85% da drenagem dos rios pertencentes ao circuito turístico, cujas as nascentes se encontram na divisa dos municípios de Passa Quatro e Itanhandu, na Serra da Mantiqueira.

Além das águas superficiais, as águas subterrâneas são de extrema importância para o turismo local. As cidades de Cambuquira, Caxambu, Conceição do Rio Verde, Lambari e São Lourenço formam um complexo regional de estâncias hidrominerais, abrigando fontes de águas medicinais, e foram responsáveis pelo surgimento do Circuito das águas (ALMEIDA JÚNIOR, 2011).

A hidrogeologia local (Figura 10) apresenta dois tipos de aquíferos: poroso, representado pelas formações cenozoicas compostas por sedimentos de rochas antigas com terrenos arenosos de alta permeabilidade, podendo influenciar a vazão dos poços tubulares de acordo com as porcentagens de areia e argila; e fissurado, cujo os domínios cristalino e metassedimentos – metavulcânicas apresentam um padrão composto por fraturas e fendas com baixa porosidade, sendo seus reservatórios de águas pequenos, descontínuos e muito aleatórios, distinguindo -se na composição mineral de modo a ter acúmulo e fornecimento de água diferentes (BOMFIM, 2010).

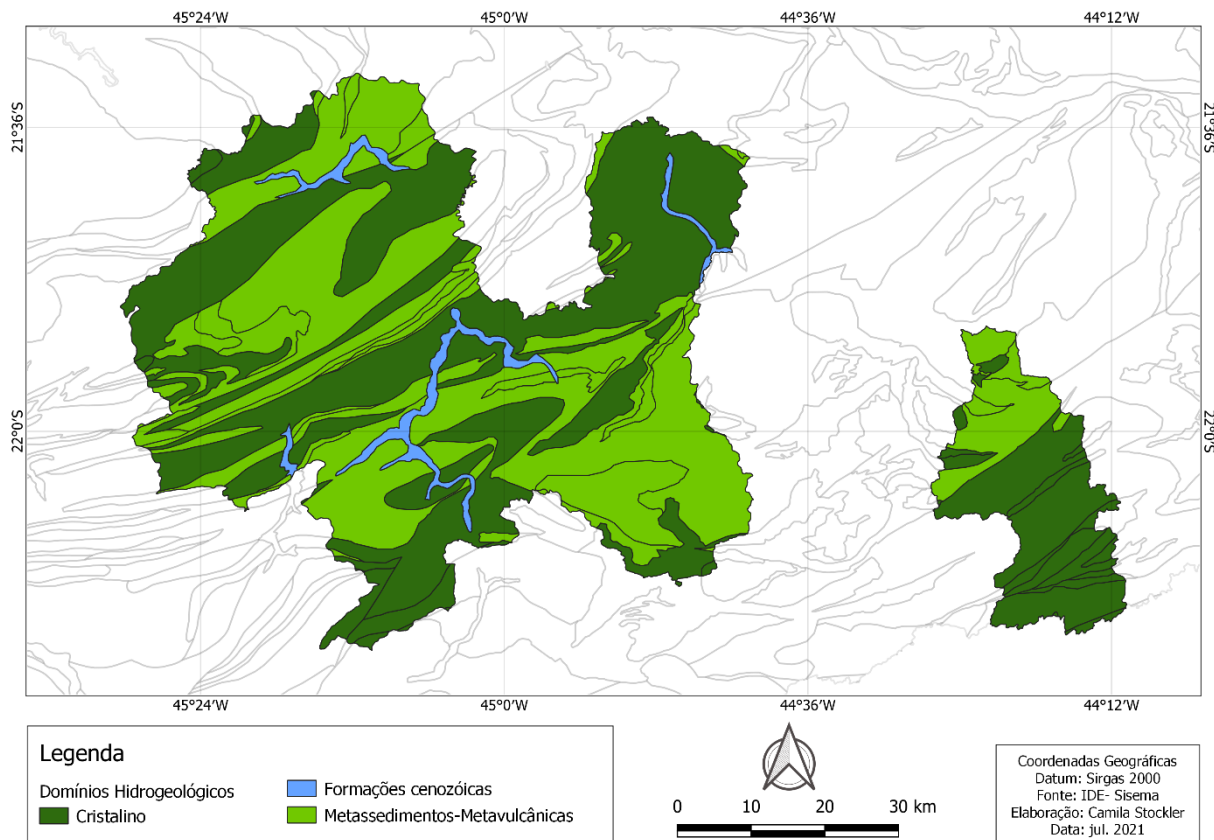


Figura 10: Os domínios hidrogeológicos do Circuito das Águas – MG.
 Fonte: Modificado IDE-Sisema (2021).

3.2. *Processamento dos dados*

Os mapas de uso e cobertura da terra serão elaborados através do projeto MapBiomias, utilizando a fonte de dados da coleção 5 lançada em agosto de 2020 na plataforma Google Earth Engine (GEE), em conjunto com as bases cartográficas dos limites municipais disponibilizadas pelo IBGE para o ano de 2020. O GEE será a via de obtenção das imagens do satélite Landsat para o processamento e caracterização das feições territoriais dos 15 municípios participantes do Circuito das Águas mineiro, através da linguagem de programação, nos anos de 1985 a 2019.

As imagens rasterizadas no formato Geotiff (tiff.) serão obtidas após o cadastramento na plataforma GEE, referentes ao uso e cobertura da terra do estado de Minas Gerais, sendo necessário a delimitação do local de interesse a partir da utilização dos dados de limites municipais do IBGE é escala de 1: 250.000 no formato vetorial do tipo shapefile (shp.). O geoprocessamento das informações ocorrerá no software livre Quantum GIS (QGIS) na versão 3.14, a mais estável do projeto no período de análise. Todas as etapas e ferramentas necessárias para o processo estão esquematizadas no fluxograma representado na Figura 11.

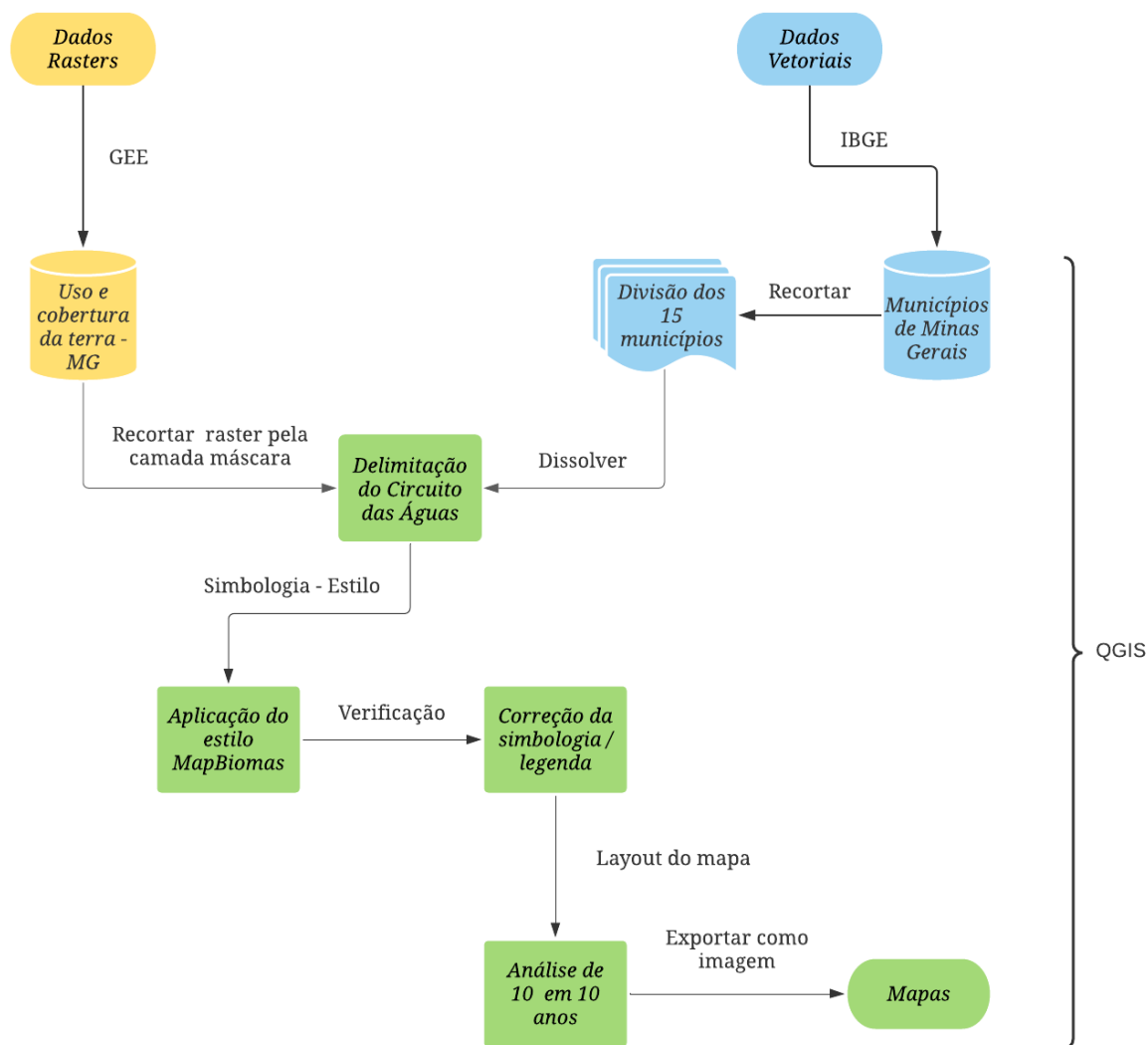


Figura 11: Fluxograma da elaboração dos mapas de uso e cobertura da terra do Circuito das Águas - MG.

Fonte: A autora (2021).

Como será utilizado duas informações de origens distintas, será necessário a verificação das áreas dos municípios, comparando o tamanho, por hectare, descrito no arquivo shapefile do IBGE com as informações da planilha de dados do MapBiomias.

Para garantir que todas as informações classificadas estão com a coloração que corresponde a sua categoria, será feito a comparação entre simbologia/legenda com os dados do projeto referente a coleção 5 (Figura 12), corrigindo eventuais erros no processo.

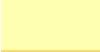







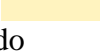
3. Agropecuária	3. Farming	14	FFFFB2	
3.1. Pastagem	3.1. Pasture	15	FFD966	
3.2. Agricultura	3.2. Agriculture	18	E974ED	
3.2.1. Lavoura Temporária	3.2.1. Temporary Crop	19	D5A6BD	
3.2.1.1. Soja	3.2.1.1. Soy bean	39	c59ff4	
3.2.1.2. Cana	3.2.1.2. Sugar Cane	20	C27BA0	
3.2.1.3. Outras Lavouras Temporárias	3.2.1.3. Other Temporary Crops	41	e787f8	
3.2.2. Lavoura Perene	3.2.2. Perennial Crop	36	f3b4f1	
3.3 Mosaico de Agricultura e Pastagem	3.3. Mosaic of Agriculture and Pasture	21	fff3bf	

Figura 12: Códigos das classes da legenda e paleta de cores utilizadas na Coleção 5 do MapBioma para agropecuária.

Fonte: MapBiomias (2021).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os resultados obtidos para o uso e cobertura da terra no Circuito das Águas – MG, foram encontrados cinco domínios: floresta, formação não florestal, agropecuária, área não vegetada e copos d'água.

Analisando somente os valores extremos, de 1985 e 2019 (Tabela 2), a agropecuária foi o maior representante observado na região, correspondendo a mais de 70% da cobertura do relevo neste período. Com o intuito de melhorar descrição das feições, a categoria foi subdividida em: agricultura, mosaico de agricultura e pastagem e pastagem. Dentre os subdomínios, o que possui maior representatividade é a pastagem, com mais de 40% no ano de 2019, sendo o responsável pela maior parte da paisagem da região. Mesmo possuindo uma hegemonia na região nos dias atuais, a pastagem perdeu de 93.489 ha ao longo dos 35 anos de estudo que ocasionou a mudança de porcentagem nas demais subdivisões da categoria agropecuária (Figura 13), sendo a agricultura o maior beneficiário, saindo de 0,3% para 8,2%, com ganho de 38.406 ha.

Tabela 2: Dados de proporção e área do Circuito das Águas – MG referente ao uso e cobertura da terra nos anos de 1985 e 2019.

Uso e Cobertura da terra	1985	2019	1985	2019
	%		ha	
Floresta	22,3%	27,2%	108.396	132.105
Plantada	0,1%	1,5%	544	7.144
Natural	22,2%	25,7%	107.852	124.961
Formação natural não florestal	0,2%	0,3%	978	1.564
Afloramento rochoso	0,2%	0,3%	978	1.564
Agropecuária	77,0%	71,3%	373.970	346.368
Agricultura	0,3%	8,2%	1.421	39.827
Mosaico de Agricultura e Pastagem	15,6%	21,2%	75.635	103.116
Pastagem	61,1%	41,9%	296.914	203.425
Área não vegetada	0,4%	1,0%	1.972	5.090
Outras áreas não vegetadas	0,1%	0,1%	428	421
Infraestrutura urbana	0,3%	1,0%	1.545	4.669
Corpos d'água	0,1%	0,2%	596	785
TOTAL	100%		485.912	

Fonte: MapBiomias (2021).

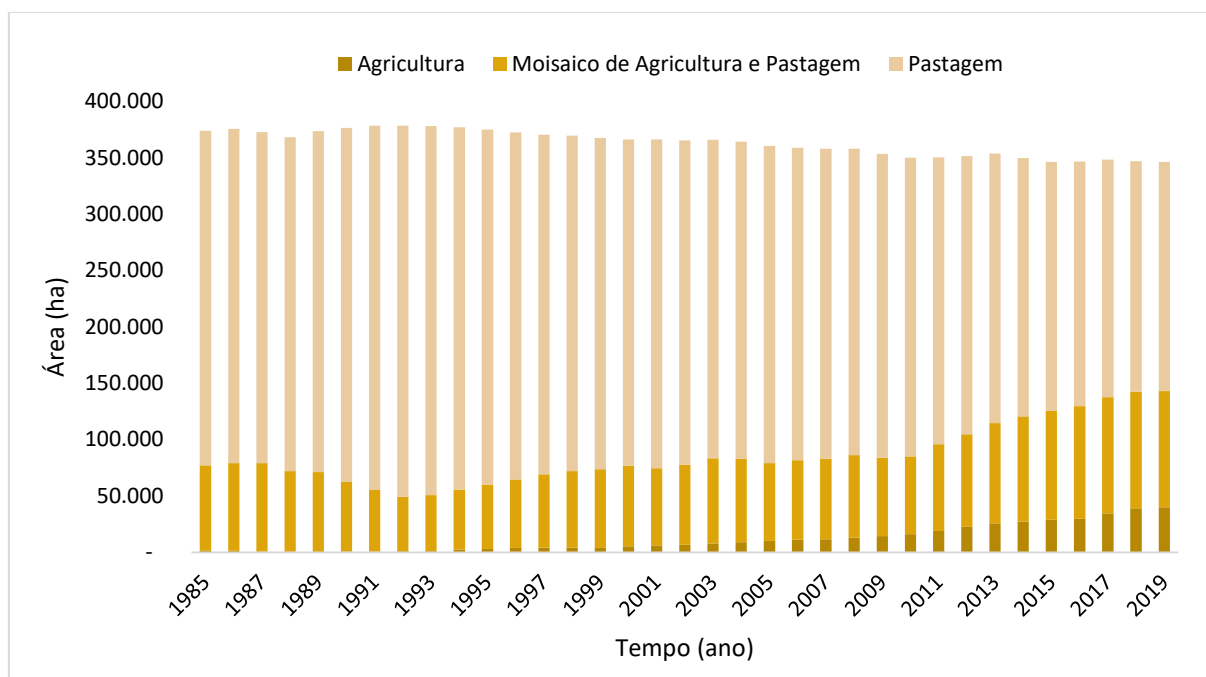


Figura 13: Proporção das subcategorias de agropecuária referente ao uso e ocupação da terra no intervalo de tempo de 1985 a 2019.

Fonte: Modificado MapBiomias (2021).

O segundo domínio mais visto no cenário regional foi o de floresta, abrangendo mais de 20% da cobertura da terra. Dentre as suas subcategorias, a floresta natural apresentou a maior área, com 124.961 ha, ocorrendo um aumento de 17.109. O acréscimo 23.709 ha em

extensão total da cobertura florestal foi ocasionado pela perda da área agropecuária. Ao longo do período de análise, a dinâmica de perdas e ganhos das duas categorias evidencia uma conexão inversamente proporcional, cujo o ganho de uso agropecuário reflete na supressão da vegetação florestal, especialmente a de origem natural. O ano de 2005 foi o ponto de mudança no comportamento dos domínios em questão, indicando que após esse momento, a floresta começou a expandir na paisagem, como mostra a Figura 14. De acordo com o CBH VERDE (2009a), a perda de pastagem é em decorrência a decrescente representatividade no setor de gado de leite no estado de Minas Gerais no panorama brasileiro, especialmente na região sul que historicamente ocupava uma parcela importante na produção leiteira no estado, perdendo espaço para o Triângulo Mineiro/Alto Paraíba.

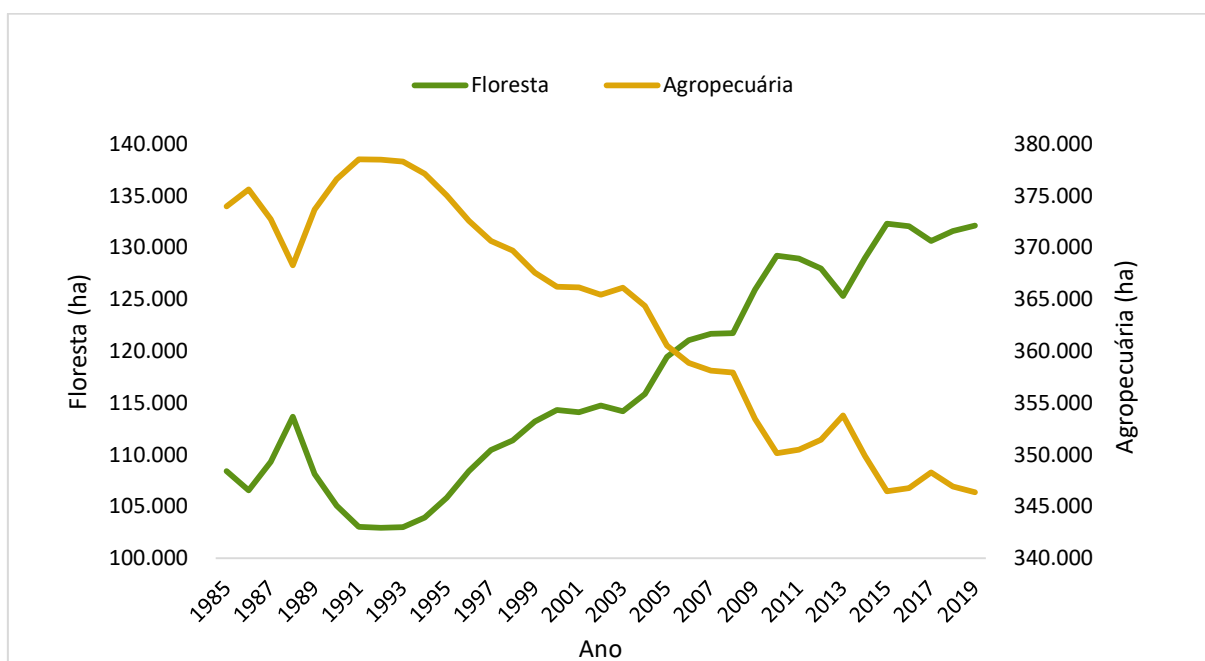


Figura 14: Relação entre ganhos e perdas das áreas de agropecuária e floresta no Circuito das Águas – MG ao longo de 35 anos.

Fonte: Modificado MapBiomass (2021).

A infraestrutura urbana, inclusa nas áreas não vegetadas, apresentou um aumento de 33% no ano de 2019, resultado de acordo com o esperado, considerando que um dos pilares do turismo está relacionado com a existência de infraestrutura para recepção e acomodação dos visitantes, como a construção de hotéis, restaurantes e estabelecimentos comerciais (MESENTIER, 2021).

Nas categorias restantes, a formação natural não florestal, vinculada aos afloramentos rochosos, e corpos d'água, representa percentualmente com 0,3 e 0,2 % em 2019. A diferença entre os anos extremos mostrou que as áreas dessas duas categorias não apresentaram crescimentos representativos ao uso e cobertura da terra da região no intervalo analisado.

Os mapas de uso e cobertura da terra estão representados nas figuras 15, 16, 17 e 18. Foram elaborados no período de 10 em 10 anos para melhor visualização das informações. Analisando de uma forma geral, as modificações visuais ocasionadas pelas mudanças na cobertura do relevo foram de maneira gradativa, exceto o ano de 2006 na cidade de Cruzília, com o aparecimento de florestas plantadas. Esse fato é em decorrência da presença de uma indústria de eucalipto na cidade. Segundo o *site* da empresa, a Eucatratux (2021) é referência

no tratamento em autoclave de madeira de eucalipto no Sul de Minas, apresentando em sua cartela de produtos madeiras roliças e serradas.

Outro ponto importante é a detecção de novos usos descrito da legenda, sendo eles: lavouras perenes, observada pela primeira vez em 2000; e plantios de soja, a partir de 2014. A cultura do café foi provavelmente o plantio caracterizado na primeira classificação, tendo em vista que Três Corações possui uma das bases econômicas no setor (CBH VERDE, 2009a). Em um contexto geral, a região sul do Minas possui histórico com forte presença do setor cafeeiro, sendo observado um aumento na produção no período de 2008-2018 em decorrência do desenvolvimento de técnicas a procura de uma maior produtividade, não necessitando de áreas extensas de plantio (VIVALDI; PORTUGAL JÚNIOR; ALVES, 2020). Referente ao plantio de soja, a região não possui histórico de produção e está no início da sua expansão.

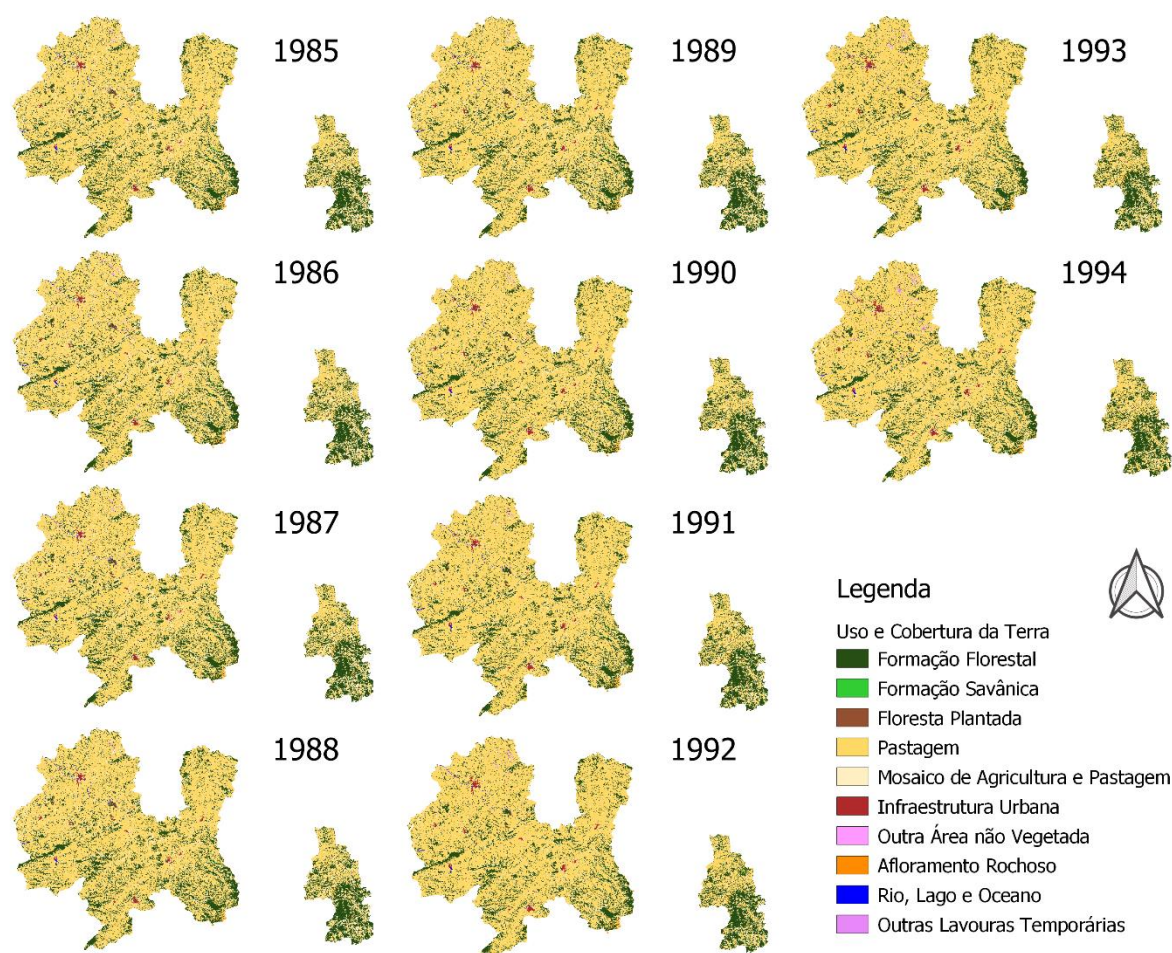


Figura 15: Mapa de uso e ocupação da terra no Circuito das Águas de Minas Gerais nos anos de 1985 a 1994.

Fonte: Modificado MapBiomas (2021).

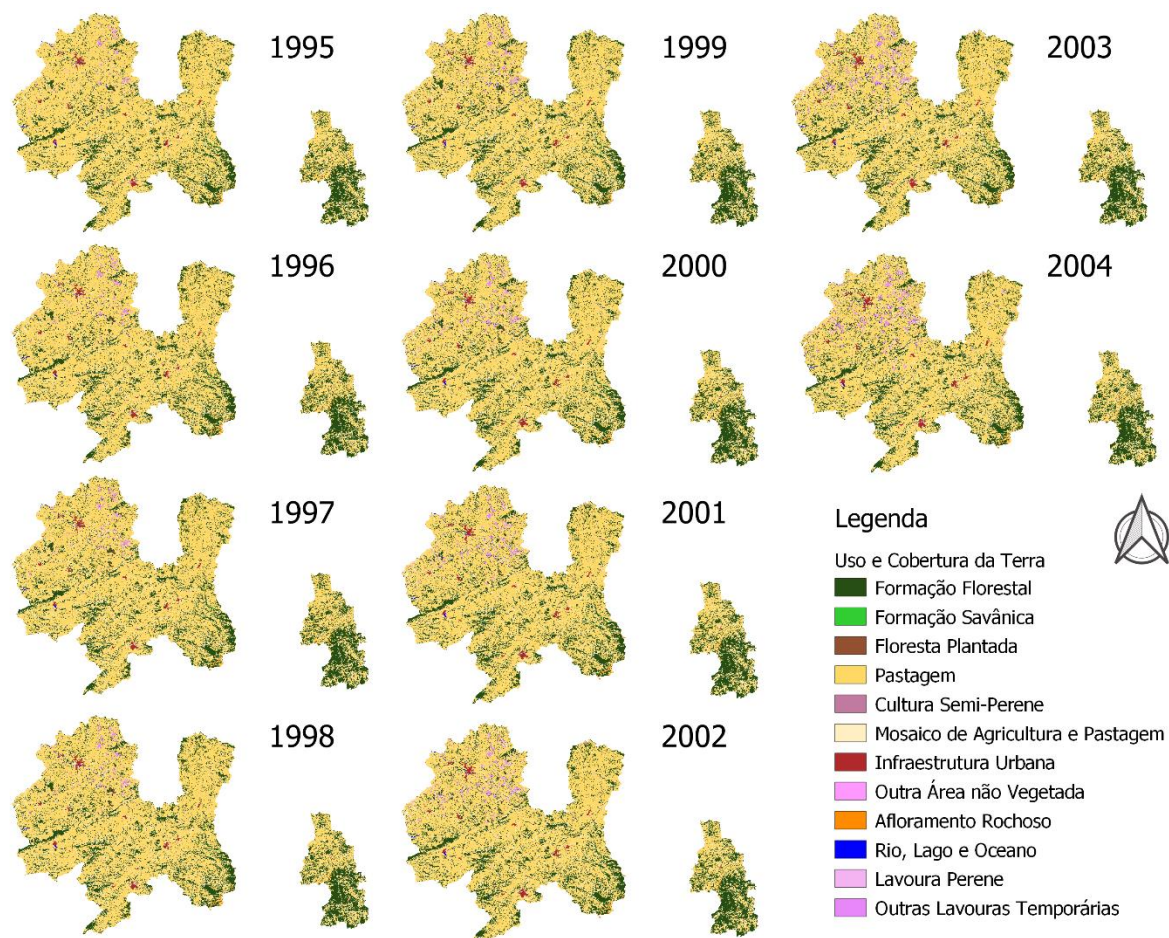


Figura 16: Mapa de uso e ocupação da terra no Circuito das Águas de Minas Gerais nos anos de 1995 a 2004.

Fonte: Modificado MapBiomas (2021).

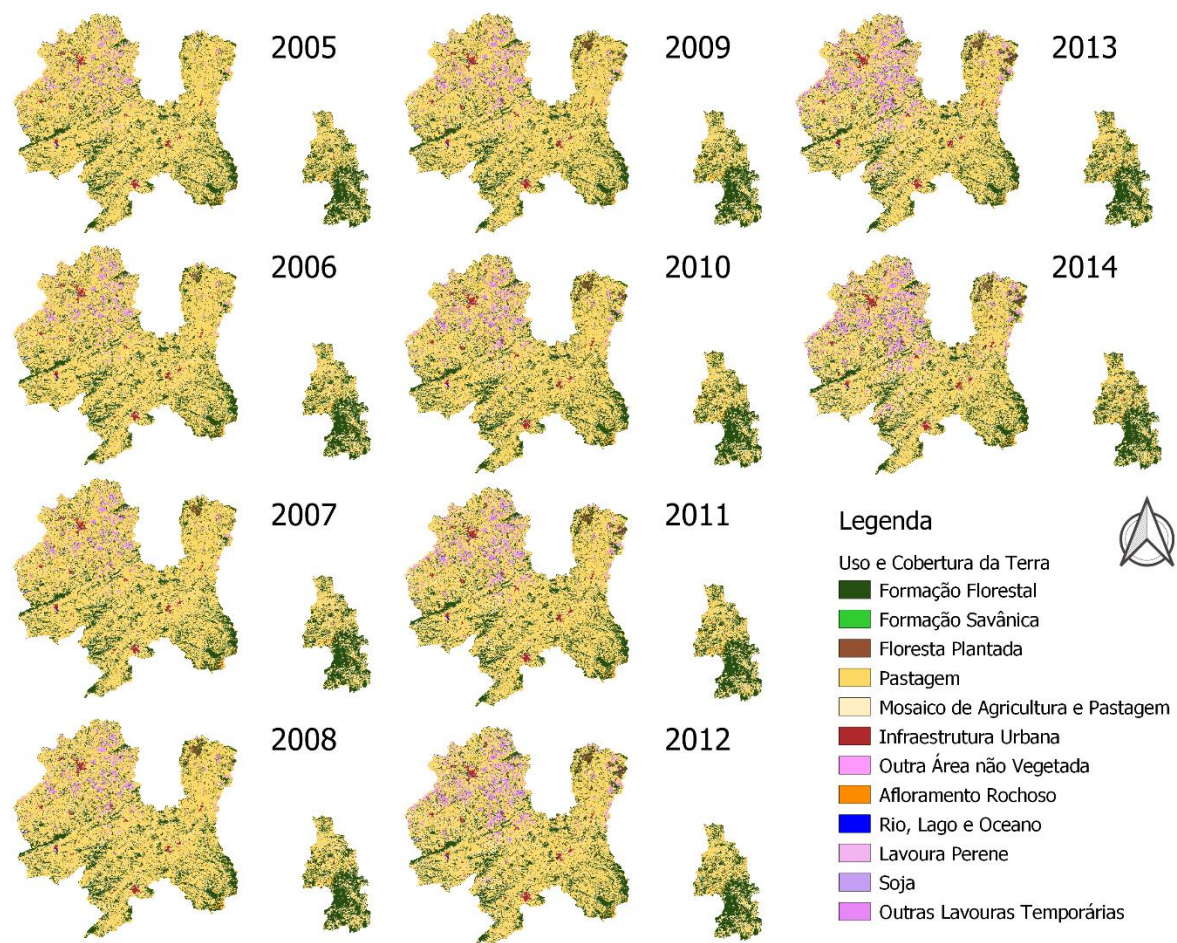


Figura 17: Mapa de uso e ocupação da terra no Circuito das Águas de Minas Gerais nos anos de 2005 a 2014.

Fonte: Modificado MapBiomas (2021).

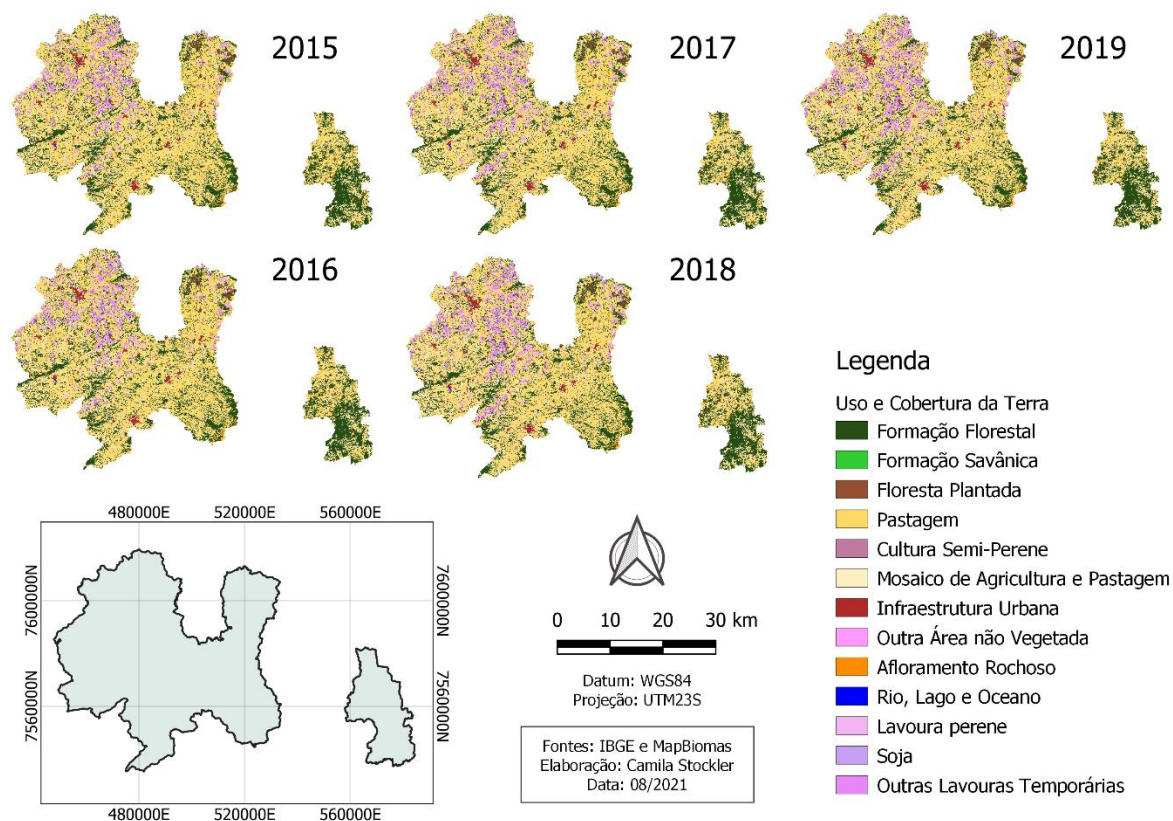


Figura 18: Mapa de uso e ocupação da terra no Circuito das Águas de Minas Gerais nos anos de 2015 a 2019.

Fonte: Modificado MapBiomas (2021).

De acordo com as documentações de repasse de verba para os municípios que participam de organizações turísticas disponibilizadas pelo SECULT (2021), a composição do Circuito das Águas é volátil, mudando constantemente no decorrer dos anos, incluindo municípios que não pertencem a BH do Rio Verde (Figura 19).

Portanto, para a análise dos recursos hídricos de origem mineral, consideraremos as cidades que abrigam as estâncias hidrominerais: Cambuquira, Caxambu, Conceição do Rio Verde, Lambari e São Lourenço.

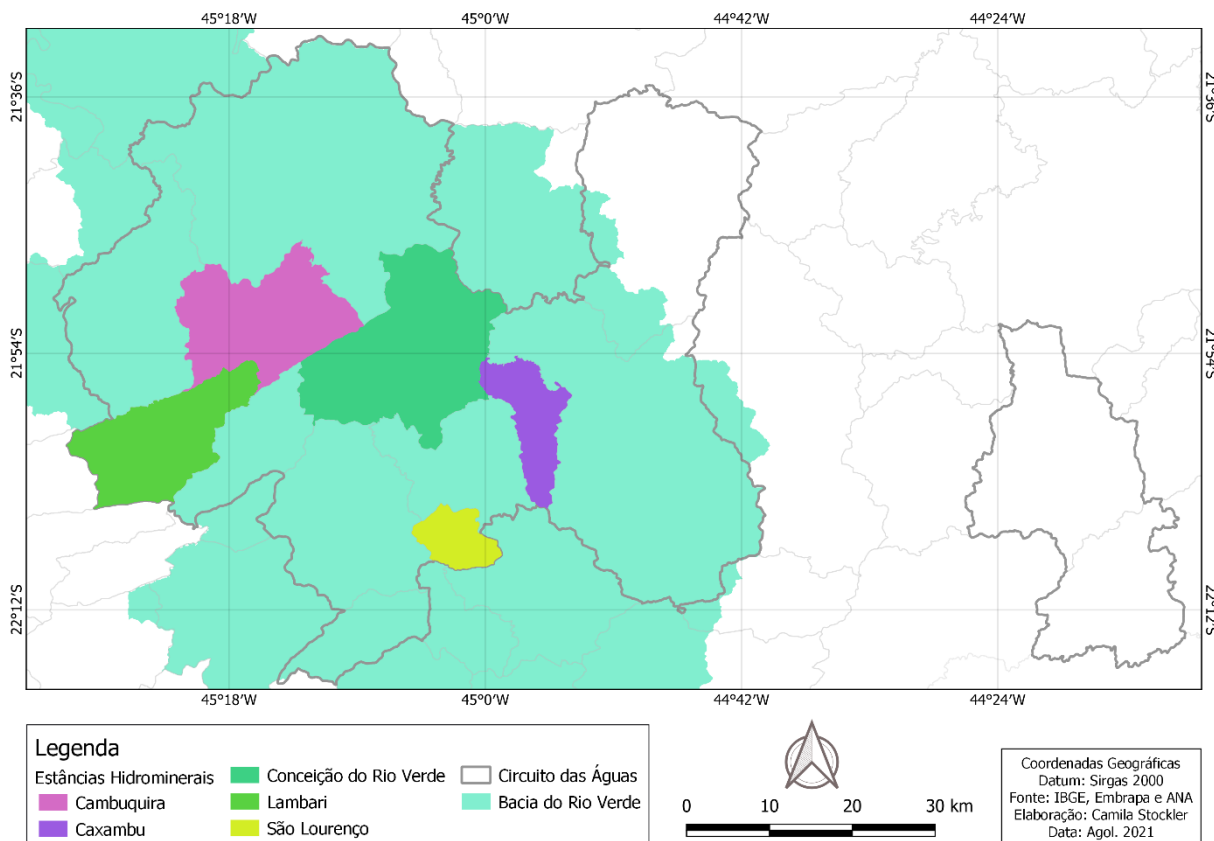


Figura 19: Municípios que possuem Estâncias Hidrominerais no Circuito das Águas – MG incluídas na Bacia Hidrográfica do Rio Verde.

Fonte: A autora (2021).

Os resultados encontrados para os anos de 1985 e 2019 (Tabela 3), englobando as 5 cidades, revela que as proporções de mudanças de classificação do uso e ocupação do solo estão em concordância, variando entre 5 a 10 % nos aumentos e reduções de cada classe, destacando o aumento do mosaico de agricultura e pastagem em 11,2% e a perda de pastagem em 24,9%

Tabela 3: Dados de proporção e área das 5 cidades que abrigam as estâncias hidrominerais referente ao uso e cobertura da terra nos anos de 1985 e 2019.

Uso e Cobertura da terra	1985	2019	1985	2019
	%		ha	
Floresta	18,5%	22,5%	18.306	22.259
Plantada	0,0%	0,8%	10	786
Natural	18,5%	21,7%	18.296	21.473
Formação natural não florestal	0,1%	0,1%	82	102
Afloramento rochoso	0,1%	0,1%	82	102
Agropecuária	80,4%	75,1%	79.415	74.213
Agricultura	0,2%	8,6%	170	8.480
Mosaico de Agricultura e Pastagem	14,2%	25,4%	14.042	25.108
Pastagem	66,0%	41,1%	65.202	40.626
Área não vegetada	0,8%	2,0%	821	1.992
Outras áreas não vegetadas	0,2%	0,1%	149	94
Infraestrutura urbana	0,7%	1,9%	671	1.899
Corpos d'água	0,1%	0,2%	142	199
TOTAL	100%		98.765	

Fonte: MapBiomias (2021).

Comparando as áreas classificadas no intervalo de 1985 e 2019 (Tabela 4), o acréscimo de infraestrutura urbana no Circuito das Águas (CA) foi causado pelos 5 municípios pertencentes a associação, representando cerca de 39,3% (Figura 20), mostrando o grau de intervenção das atividades turísticas voltadas para utilização e exploração as águas minerais.

Tabela 4: Porcentagem de influência que as cidades que abrigam as estâncias hidrominerais (EH), que abrigam as águas minerais, exercem no Circuito das Águas (CA) sobre o uso e ocupação da terra nos anos de 1985 e 2019.

Uso e Cobertura da terra	Perda/Acréscimo (ha)		%
	EH	CA	
Floresta	3.953	23.709	16,7%
Plantada	775	6.599	11,7%
Natural	3.177	17.109	18,6%
Formação natural não florestal	20	586	3,5%
Afloramento rochoso	20	586	3,5%
Agropecuária	-5.201	-27.602	18,8%
Agricultura	8.309	38.406	21,6%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	11.066	27.481	40,3%
Pastagem	-24.576	-93.489	26,3%
Área não vegetada	1.171	3.118	37,6%
Outras áreas não vegetadas	-56	-7	834,9%
Infraestrutura urbana	1.227	3.124	39,3%
Corpos d'água	57	189	30,0%

Fonte: MapBiomias (2021)

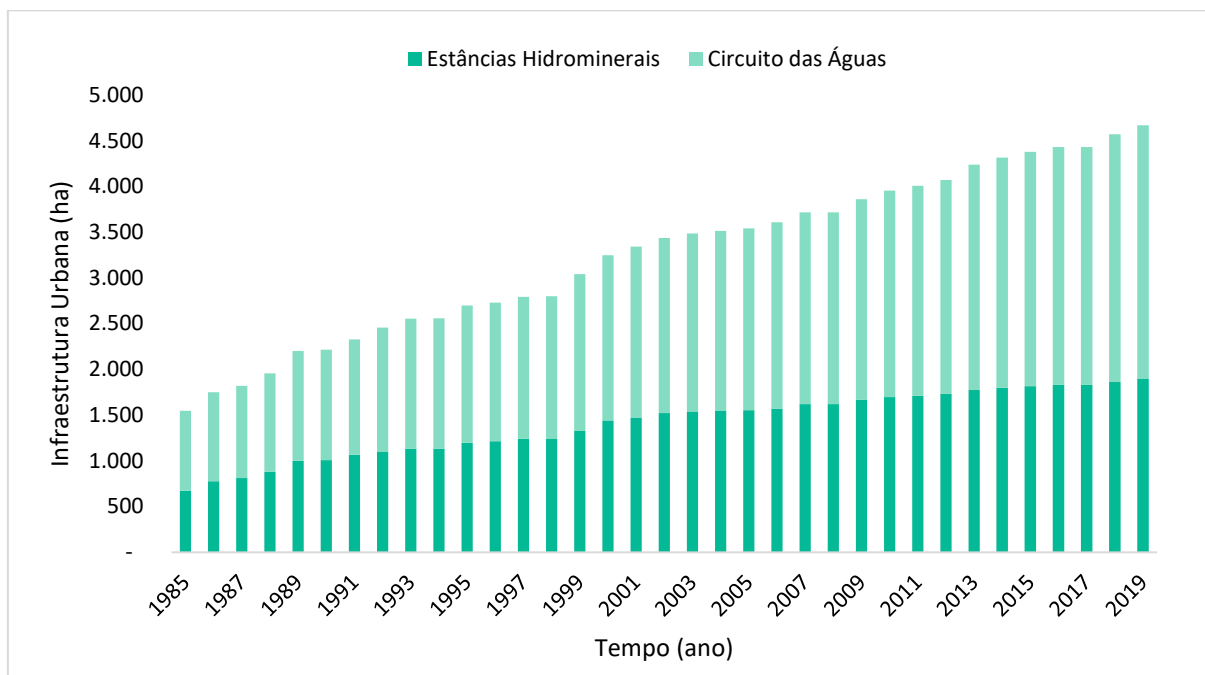


Figura 20: Destaque da infraestrutura urbana dos municípios que possuem, estâncias hidrominerais, locais que utilizam das águas minerais de fontes naturais para fins turísticos, pertencentes ao Circuito das Águas – MG ao longo dos anos de 1985 a 2019.

Fonte: Modificado MapBiomias (2021).

Segundo a Agência Nacional de Mineração (ANM), antigo DNPM (1998), se faz necessário um controle do uso e ocupação nessas localidades, pois grande parte das reservas de águas minerais exploradas estão próximas a ambientes urbanos, indústrias, atividades agropecuárias e afins, com chances de contaminação. Caso ocorra a alteração na composição química devido aos agentes poluentes, sua utilização e consumo se tornam inviáveis e irreversíveis. Como o crescimento da infraestrutura urbana está ocorrendo de forma progressiva e linear (Figura 21), a preocupação da presença de contaminantes oriundos do chorume provindos dos aterros sanitário, pois de acordo com Machado et al. (2021), estudos que abordam a qualidade das águas minerais no estado de São Paulo, maior produtor deste produto, já apontam presença de patógenos em sua composição.

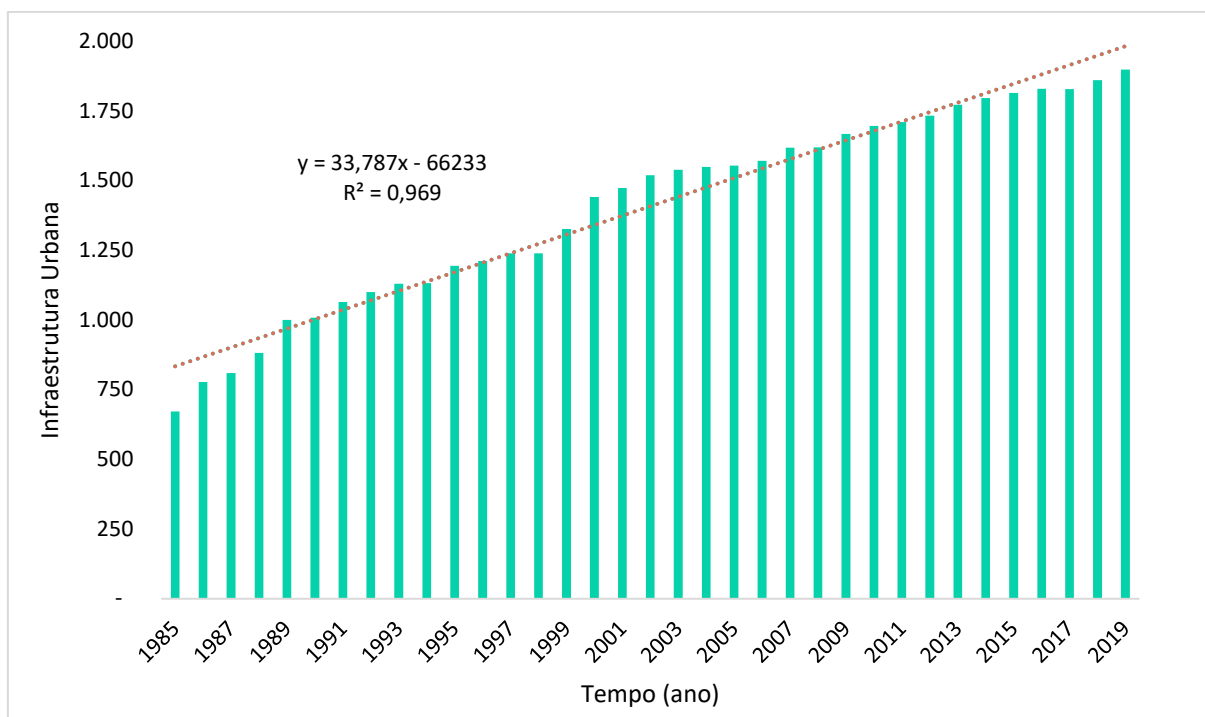


Figura 21: Linha de tendência do crescimento na infraestrutura urbana dos municípios que abrigam as estâncias hidrominerais, que utilizam as águas minerais de fontes naturais para fins turísticos, no Circuito das Águas – MG ao longo dos anos de 1985 a 2019.

Fonte: Modificado MapBiomias (2021).

De acordo com Brasil (1945), lei que abrange a utilização das águas minerais, esse recurso não é visto como um bem hídrico, ou seja, pode ser explorado até seu esgotamento, sendo uma visão incoerente do ponto de vista da sua origem de formação no ciclo hidrológico e no caráter ambiental. Diante disso, uma solução bastante discutida seria a mudança de um bem mineral para hídrico e com o monitoramento da qualidade da água encargo dos comitês das bacias hidrográficas, no caso a bacia do Rio Verde, através do programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas (ANA), que possui a proposta de fortalecer economicamente proprietários de terras na preservação e recuperação da floresta nativa em áreas que antigamente possuíam nascentes, por meio do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). A necessidade na alteração da lei é vista como essencial, principalmente quando essas águas são usadas para fins comerciais, ocorrendo em alguns casos a necessidade de desmineralização para retirada de concentrações altas de ferro, prejudicando a integridade do envase, por exemplo, para mineralizar novamente, como ocorre no município de São Lourenço (VIANNA; BRANQUINHO, 2018, BENINCÁ; CLEMENTE, 2021).

Aumentar incentivo no crescimento de áreas de cobertura vegetal nativa não só trará benefícios ambientais como também repercutir no turismo local. Segundo Coelho et al. (2021), a população reconhece que direta ou indiretamente os benefícios de florestas em áreas urbanas favorecem o turismo, cuja a metade dos entrevistados mostraram interesse em contribuir com ajuda de custo para monitorar e manter a qualidade dessas áreas, sendo necessário propostas e aplicação dessas práticas pelos gestores públicos.

5. CONCLUSÕES

A utilização dos dados disponibilizados pelo projeto MapBiomias foi fundamental para o diagnóstico de uso e cobertura da terra no Circuito das Águas mineiro, possibilitando a

verificação da perda de áreas que historicamente eram utilizadas para pastagem, destacando a produção leiteira, sendo substituída por áreas de florestas naturais e outras atividades agrícolas, como a produção de café.

Mesmo com o crescimento da vegetação nativa, projetos que incentivam a sua proteção e a recuperação são imprescindíveis, principalmente em regiões com presença de nascentes. Além da questão ambiental, o setor turístico também seria beneficiado pela sua expansão territorial, pois a associação citada tem como um dos seus objetivos promover atividades sustentáveis, oferecendo um local com belezas e recursos naturais únicos para seus visitantes.

Com a expansão da infraestrutura urbana, ainda que proporcionalmente pequena em relação as outras categorias observadas, a relevância do seu controle é indiscutível, principalmente considerando os resíduos produzidos pela população local e flutuante nos municípios, podendo gerar problemas hídricos irreversíveis, como a contaminação das águas minerais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JÚNIOR, A.L. **Analysis of tourist circuits policy in the perception of strategic agents: a case study in Circuito das Águas**. Dissertação (Mestrado em

Administração Pública) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. p. 113.

Disponível em: < <http://locus.ufv.br/handle/123456789/1952>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

BENINCÁ M. C.; CLEMENTE E. C. O programa " Produtor de Água" como proposta de fortalecimento socioeconômico e de recuperação dos recursos naturais. **Geosul**,

Florianópolis, v. 36, n. 78, 2021. p. 356-380. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/69947>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

BOMFIM, L. F. C. Mapa de domínios/subdomínios hidrogeológicos do Brasil em

ambiente SIG: Concepção e metodologia. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], 2010. Disponível

em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22886>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

BRASIL. 1945. Decreto-lei nº 7.841 de 8 de agosto de 1945. Código de Águas Minerais.

Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 ago. 1945. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/1937-1946/De17841.htm>. Acesso: 23 jul. 2021.

BRASIL. 1955. Lei nº 2.661 de 3 de dezembro de 1955. Dispõe sobre a regulamentação do § 4º do artigo 153 da constituição federal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 dez. 1955. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/12661.htm>. Acesso: 23 jul. 2021.

CBH VERDE - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE. **PDRH Rio Verde**: Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde - Volume IA. IGAM.

Belo Horizonte, 2009a. 434 p. Disponível em:

<<http://10.47.16.18:8080/jspui/handle/123456789/851>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

CBH VERDE - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE. **PDRH Rio Verde**: Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde - Volume IB. IGAM. Belo Horizonte, 2009b. 425 p. Disponível em: <<http://10.47.16.18:8080/jspui/handle/123456789/852>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

CAMG - CIRCUITO DAS ÁGUAS DE MINAS GERAIS. **Site do Circuito das Águas de Minas Gerais**. Lambari, MG. 2021. Disponível em: <<https://circuitodasaguasmg.com.br/>>. Acesso em: 23 jun. 2021.

CODEMGE - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS. **SIGA - Circuito das Águas**: Caracterização geoambiental, geológica, geofísica, hidrogeológica e hidrogeoquímica do Circuito das Águas de Minas Gerais, com ênfase nos parques hidrominerais de Caxambu, Cambuquira, Marimbeiro, Contendas e Lambari. 1ª edição. Belo Horizonte. Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE). 2018. 485 p. Disponível em: <<http://www.codemge.com.br/wp-content/uploads/2019/07/siga-circuito-das-aguas-100719.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

COELHO C. C.; BOSCHETTI A. C.; KANIESKI M. R.; VITORINO M. D. Percepção ambiental sobre florestas urbanas como estratégia turística e de desenvolvimento econômico/sustentável. **Revista de Geografia**, Recife. v. 38, n. 2, 2021. p. 566-586. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/viewFile/249478/38811>>. Acesso em: 08 ago. 2021.

CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SP, UNICAMP, 1992. 170 p.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Portaria nº 231, de 31 de julho de 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 jul. 1998. Disponível em: <https://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Port_231_98.htm>. Acesso em: 15 jul. 2021.

EUCATRATUS. **Site da Eucatratus - Eucalipto tratado**. Caxambu, MG. 2021. Disponível em: <<https://www.eucatratus.com.br/sobrenos>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 1997**: Projeto: Sistema de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais - Águas de Minas. Belo Horizonte, 1998. 198 p. Disponível em: <<http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/442>>. Acesso em: 14 jul. 2021

FECOMÉRCIO MG - FEDERAÇÃO DO COMÉRCIO DE BENS, SERVIÇOS E TURISMO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Estudo sobre as regiões de planejamento de Minas Gerais**: Sul de Minas. Belo Horizonte, MG, 2018. Disponível em: <<https://www.fecomerciomg.org.br/wp-content/uploads/2018/05/Projeto-Estadual-Sul-de-Minas.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2021.

FEITOSA F.A.C.; MANOEL FILHO J.; FEITOSA E.C.; DEMETRIO J.G.A. (coords.). **Hidrogeologia**: Conceitos e Aplicações. 3ªed. revisada e ampliada. CPRM. Rio de Janeiro, RJ, 2008. 812p. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/14818>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

FITZ P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo, SP: Oficina de Textos. p. 160. 2008.

GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**. v. 202, p. 18-27, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425717302900?via%3Dihub>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

HINATA, S. DA S.; BASSO, L. A.; SANTOS, J. G. DOS S. Mapeamento e avaliação dos serviços ecossistêmicos entre 1985 e 2019 na sub-bacia hidrográfica do Arroio Passo Fundo (Guaíba/RS). **Sociedade & Natureza**, v. 33, 8 jul. 2021. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/59170>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª ed. Rio de Janeiro. IBGE. 2012. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>>. Acesso em: 21 jun. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geomorfologia**. 2ª edição. Rio de Janeiro. IBGE. 2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281612>. Acesso em: 8 jul. 2021.

IBRAHIM F. I. D. **Introdução ao Geoprocessamento Ambiental**. 1 ed. São Paulo, SP: Érica. p. 128. 2014.

IDE-SISEMA - INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Site do IDE-Sisema**. 2021. Disponível em: <<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

IEF - Instituto Estadual de Florestas. **Plano de Manejo do Parque Estadual Serra do Papagaio**. Encarte 1. Belo Horizonte, MG. 2009. p. 118. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/noticias/3306-nova-categoria/1713-plano-de-manejo-serra-do-papagaio>>. Acesso em: 25 jun. 2021.

JABER, A.; PROFETA, A. L. Águas Minerais. In: CODEMGE. **Recursos Minerais de Minas Gerais On Line: Síntese do conhecimento sobre as riquezas minerais, história geológica, meio ambiente e mineração de Minas Gerais**. Belo Horizonte. Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE). 2018. p. 1 -37. Disponível em: <<http://recursomineralmg.codemge.com.br/wp-content/uploads/2018/10/AguasMinerais.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

JENSEN J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente. In: JENSEN J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos, SP: Parênteses. 2009. p. 2 - 38.

LUI W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. 2 ed. São Paulo, SP: Oficina de textos, 2015. Disponível em: <<https://www.ofitexto.com.br/livro/aplicacoes-de-sensoriamento-remoto/>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

MACHADO R. H. L.; MARINHO L. F. C.; DWORAK E. S.; CAROLINO I. D. R.; CONEGERO C. I.; MASSAGO M. Água mineral comercializada no Brasil: caracterização, consumo e qualidade microbiológica. **Arquivos do Mudi**, Maringá, PR. v. 23, n. 1, 2021. p. 12-25. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

MAPBIOMAS. **Cobertura e uso do solo no Brasil**. 2021. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>. Acesso em: 04 ago 2021.

MARQUES NETO R. Regionalização físico-geográfica em domínio de relevos montanhosos tropicais: geossistemas na região da Mantiqueira meridional, sudeste do Brasil. **RA'EGA**, Curitiba, V.50, p. 23 – 43. 2021. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/66721>>. Acesso em: 2021

MARQUES NETO R.; PEREZ FILHO A.; OLIVEIRA T. A. Geossistemas na bacia do Rio Verde (MG): Proposta de mapeamento de sistemas ambientais físicos em escala regional. **Geografia**, Rio Claro, v. 39, n. 2, p. 321-336, mai./ago. 2014. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/9323>>. Acesso em: 28 jul. 2021.

MARQUES NETO R.; PEREZ FILHO A.; VIADANA A. G. Superfícies geomórficas no planalto do Alto Rio Grande (MG): Região das cristas quartzíticas. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/issue/view/758>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

MARQUES NETO, R. **Estudo evolutivo do sistema morfoclimático e morfotectônico da bacia do Rio Verde (MG), sudeste do Brasil**. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012. 430 p. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/104389>>. Acesso em: 29 jul. 2021.

MESENTIER L. M. O patrimônio, o turismo, e o desenvolvimento das cidades: a relevância do ambiente urbano para o turismo. In: SILVA M. F.F. **Políticas públicas & mobilidade urbana**: Uma compreensão da atualidade. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021. p. 235-250. Disponível em: <<https://www.editoracientifica.org/books/isbn/978-65-87196-78-7>>. Acesso em: 05 ago. 2021.

MINAS GERAIS. Decreto nº 43.321/2003 de 08/05/2003. Dispõe sobre o reconhecimento dos Circuitos Turísticos e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**, Minas Gerais, 08 maio 2003. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/mg/decreto-n-43321-2003-minas-gerais-dispoe-sobre-o-reconhecimento-dos-circuitos-turisticos-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 05 ago. 2021.

MORAES F. T.; RIMÉNEZ-RUEDA J. R. Fisiografia da região do planalto de Poços de Caldas, MG/SP. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 38 (1). p. 196-208. 2008. Disponível em: <www.sbgeo.org.br>. Acesso em: 20 jul. 2021.

MUTANGA O.; KUMAR L. Google Earth Engine Applications. **Remote Sensing**. Switzerland, v. 11, art. 591. 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-4292/11/5/591/htm>>. Acesso em: 07 ago. 2021.

NINIS A. B.; J A DRUMMOND. Águas (des)protegidas do Brasil: As estâncias hidrominerais. **Ambiente & Sociedade**. Campinas, v. 11, n. 1, p. 207-218. 2008.

Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asoc/a/zpSY8NkJ7whpvb6ysN5hg4v/?lang=pt>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

OLIVEIRA C. S. **Estudo dos geossistemas das cristas quartzíticas da Mantiqueira Meridional**: a paisagem em perspectiva multiescalar. Dissertação de mestrado em Geografia. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2016. p. 131. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/1501>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

PONZONI F. J.; SHIMABUKURO Y. E. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2 ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos. p. 176. 2012.

PORTUGAL JUNIOR, P. S. **A controvérsia sobre as águas**: uma proposta de integração institucional e políticas públicas para o segmento de águas minerais no âmbito da gestão de recursos hídricos. Tese de doutorado, Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. SP, 2016, p. 190. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/305638>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

SANTOS M. J. G. **Classificação de culturas agrícolas de Inverno com recurso à plataforma Google Earth Engine e imagens dos satélites Sentinel-1 e Sentinel-2**. Trabalho de mestrado em Sistemas de Informação Geográfica, Tecnologias e Aplicações, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Lisboa, 2021. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10451/48443>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SECULT - SECRETARIA DE ESTADO DE CULTURA E TURISMO DE MINAS GERAIS. **Site da Secretaria de Estado de Cultura e Turismo de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG. 2021. Disponível em: <<https://www.secult.mg.gov.br/programas-e-acoess/icms-turismo>>. Acesso em: 05 ago. 2021.

SILVA A. L. F. **Estudo de seca na Península Ibérica usando o Google Earth Engine**. Trabalho de mestrado em Engenharia Geográfica, Departamento de Geociências, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto. Porto, 2018. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/118799/2/312124.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

TULLIO L. (Orga.). **Aplicações e princípios do sensoriamento remoto**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2018. Disponível em: <<https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2018/10/E-book-Aplica%C3%A7%C3%B5es-e-Princ%C3%ADpios-do-Sensoriamento-Remoto-1.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

UNIQUE CAFÉS. **Rota do café especial**: Conecte-se ao universo dos cafés especiais. São Lourenço, MG. 2021. Disponível em: <<https://uniquecafes.com.br/rota-do-cafe/#passeios>>. Acesso em: 07 ago. 2021.

VIANNA, R.; BRANQUINHO, F. T. B. Sobre Águas e Minerais. HALAC: Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña. **Revista de la Solcha**, v. 8, n. 1, p. 158-183, 2018. DOI: <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2018v8i1.p158-183>. Disponível em: <<https://www.halacsolcha.org/index.php/halac/article/view/327>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

VIVALDI G. A. D.; PORTUGAL JÚNIOR P. S.; ALVES A. F. A cafeicultura na microrregião de Varginha - MG. Interação - **Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 22, n. 2, p. 143 - 159, 05 ago. 2021.

ZANOTTA D. C.; FERREIRA M. P.; ZORTEA M. **Processamento de imagens de satélite**. São Paulo, SP: Oficina de textos. p. 320. 2019.