

Áreas de preservação permanente como suporte à gestão dos recursos hídricos

Geovana Magdália de Freitas Martins*, Brenda Teixeira Scardini Marinho, Emanuely Bettina Peluchi Nascimento, Victória de Oliveira Coutinho, Gustavo de Oliveira Dias, Iagor Gabriel Marcelino Martins, James Lacerda Maia e Eliane Maria Vieira

Universidade Federal de Itajubá. Programa de Educação Tutorial de Engenharia Ambiental. *Campus* de Itabira. Rua Irmã Ivone Drummond, 200. Distrito Industrial II. Itabira-MG, Brasil (CEP 35903-087). *E-mail: geovanamartins358@gmail.com.

Resumo. A má gestão dos recursos naturais intensificada pelo crescimento e desenvolvimento das atividades humanas ao entorno das bacias hidrográficas têm interferido negativamente na qualidade e quantidade de água doce disponível para o abastecimento público. A fim de se mitigar os impactos provenientes dessas ações antrópicas e resguardar os mananciais de forma a garantir o abastecimento de água e estabelecer condições mínimas para o usufruto da população, é imprescindível estabelecer métodos para o monitoramento dessas bacias. Desta forma, o presente artigo apresenta técnicas de Sistema de Informações Geográficas aplicadas ao monitoramento ambiental na Microbacia do Ribeirão Candidópolis, principal fonte responsável pelo abastecimento do Município de Itabira, em Minas Gerais. Através do software QGis, delimitou-se as áreas de preservação permanente dos cursos d'água, nascentes e declives, correspondendo a área de 5,86 km², 1,26 km² e 0,008 km², respectivamente. Ou seja, 18,92% da área total da microbacia. Não foram identificadas áreas de preservação permanente em topos de morro. do total de 6,41 km² das áreas delimitadas, cerca de 71,6% corresponde à área coberta por vegetação nativa ou em estágios de regeneração. Das demais, constatou-se a presença de áreas de pastagens e atividades antrópicas. Tal situação demonstra que a bacia vem sofrendo intensos processos de degradação ambiental advindos da ação do homem e como consequência, potencializando o déficit hídrico na região.

Palavras-chave: APP; Degradação; Monitoramento; QGis; SIG.

Abstract. *Permanent preservation areas to support the management of water resources.* Poor management of natural resources interified by growth and development of human activities around the watersheds has negatively affected the

Recebido
08/10/2020

Aceito
10/06/2021

Disponível *on line*
27/06/2021

Publicado
31/08/2021



Acesso aberto



ORCID

0000-0003-0004-8883

Geovana Magdália de
Freitas Martins

0000-0001-7452-151X


Brenda Teixeira
Scardini Marinho


0000-0002-1794-4521


Emanuely Bettina
Peluchi Nascimento


quality and quantity of fresh water available for public supply. In order to mitigate the impacts arising from these anthropic actions and safeguard the springs to guarantee the water supply and establish minimum conditions for enjoyment of the population, it is essential to establish methods for monitoring the watersheds. Thus, this article presents Geographic Information System techniques applied to environmental monitoring in the Ribeirão Candidópolis Microbasin, the main source responsible for supplying the Municipality of Itabira, in Minas Gerais. Through the QGIS software, the permanent preservation areas of the water courses, springs and slopes were defined, corresponding to an area of 5.86 km², 1.26 km² and 0.008 km², respectively. This is 18.92% of the total area of the microbasin. No permanent preservation areas have been identified on hilltops. Of the total 6.14 km² of the delimited areas, about 71.6% corresponds to the area covered by native vegetation or in stages of regeneration. Of the others, pasture areas and human activities were found. This situation demonstrates that the watershed has been suffering an intense process of environmental degradation due to the action of humans and, as a consequence, potentiating the water deficit in the region.


Keywords: PPA; Degradation; Monitoring; QGIS; GIS.

 0000-0001-5371-1226
Victória de Oliveira
Coutinho

 0000-0002-2512-8161
Gustavo de Oliveira
Dias

 0000-0002-8726-1478
Iagor Gabriel
Marcelino Martins

 0000-0001-8792-8722
James Lacerda Maia

 0000-0003-1749-6105
Eliane Maria Vieira

Introdução

Com o advento dos processos de globalização, a população humana cresce a cada dia, e da mesma forma, a demanda por recursos acompanha tal crescimento. Os recursos hídricos são responsáveis pela manutenção da vida, e por oferecer ao homem condições de desenvolver suas atividades, tais como geração de energia, irrigação, navegação, recreação e pesca (ANA, 2018).

No desenvolvimento das atividades humanas, como nos processos de urbanização, os centros urbanos enfrentam inúmeros problemas advindos da má gestão do território, os quais provocam grande parte da perda da qualidade ambiental. Os problemas ambientais provocados podem ser quanto à qualidade da água, através do lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado provocando a poluição do corpo hídrico. Podem também ser a respeito da qualidade do solo, através da contaminação pela má gestão dos resíduos urbanos, industriais e minerários, ou devido ao manejo incorreto de áreas de pasto ou de desenvolvimento urbano. Outro fator dá-se pela contaminação atmosférica através do lançamento de poluentes químicos ou pela suspensão de particulados, o que afeta diretamente a saúde da população (IPEA, 2016).

A gestão de recursos hídricos estima ações para regular o uso, o controle e a proteção da hidrografia conforme suas características, usufruto e legislação vigente. Para tanto, é instituído parâmetros ambientais que auxiliem na estimativa da qualidade dos recursos hídricos, e apontar a quais usos tais recursos podem ser destinados.

Os parâmetros utilizados para o levantamento da qualidade de água podem ser físicos, químicos ou bióticos. A utilização de tais parâmetros influi diretamente sobre a identificação desses impactos, sendo possível mensurar sua fonte e determinar técnicas de manejo a fim de se reduzir os impactos provocados.

O principal manancial responsável por abastecimento do Município de Itabira, no Estado de Minas Gerais, é o Ribeirão Candidópolis, pertencente à Microbacia do Ribeirão Candidópolis, que pertence a Sub-Bacia do Rio Piracicaba, e que por sua vez, pertence à Bacia do Rio Doce. A captação de água no manancial ocorre através da ETA Pureza, a qual está situada na foz do curso hídrico (Sartori et al., 2017).

A Microbacia do Ribeirão Candidópolis é constituída pelos Córregos Alto e Baixo Candidópolis, Contendas, Vista Alegre, Barreiro e Lavoura (Sartori et al., 2017). Sendo, portanto o Ribeirão Candidópolis e sua respectiva bacia, principal manancial responsável pelo abastecimento do município. Por força da Lei nº 3.547/2000, a Microbacia do Ribeirão Candidópolis é declarada como área de proteção ambiental, pertencendo à Área de Proteção Ambiental Pureza e Gatos. A lei enquadra também os afluentes e toda a área de drenagem da bacia, além de outros mananciais do município responsáveis pelo abastecimento da população (Itabira, 2000).

No Município de Itabira, o abastecimento de água dá-se através do uso de mananciais de superfície, sendo o Ribeirão Pureza com contribuição de 55%, Ribeirão Pai João contribuindo com 25%, e o Córrego das Três Fontes com 5% de contribuição para o abastecimento da população. O restante do abastecimento é realizado através de poços artesianos, sendo o Poço das Três Fontes (Chacrinha), e Poços Chapada, entre outros poços de abastecimento que atendem o perímetro rural (SAAE, 2015).

Segundo dados da IBIO (2015), a captação de água no Córrego Candidópolis é acima do permitido pela outorga. À montante do ponto de captação, Estação de Tratamento de Água Pureza, existe o lançamento de efluentes domésticos sem tratamento, além da existência do Distrito Industrial da Vila Barreiro, onde também há o lançamento de efluentes por parte de indústrias localizadas no distrito. A jusante do reservatório, em períodos de estiagem, o abastecimento encontra-se em estado crítico devido ao déficit hídrico provocado na região, que se dá por consequência da degradação ambiental as quais o córrego está acometido, levando a seca parcial do reservatório.

É imperativo ressaltar que as alterações ambientais às quais o reservatório está sujeito são provenientes do crescimento urbano desordenado. Segundo dados do Plano Diretor Participativo do Município de Itabira (Itabira, 2016), o zoneamento urbano da sede municipal fixa padrões de uso e ocupação do solo que sejam adequadas para as áreas do município. A divisão das áreas se dá considerando a disponibilidade de infraestrutura, o espaço físico disponível, a capacidade de adensamento e o grau de incômodo e de poluição provocados pelas atividades econômicas desenvolvidas no município.

De acordo com dados da FUNARBE (2014), apenas 15,8% da população residente na Região do Ribeirão Candidópolis possui coleta de esgoto, já a fossa negra, corresponde a 43,7%, e do montante da população residente, 37,4% não tem acesso a nenhum tipo de tratamento de esgoto, sendo o mesmo lançado *in natura* no córrego.

O uso e ocupação do solo na região da Microbacia do Ribeirão Candidópolis, dá-se através das atividades agropecuárias, representando 49,0% da vegetação, as formações naturais representando 32,9%, e área urbanas e loteamentos de propriedades rurais que totalizam cerca de 10% da área (IBIO, 2015). Outro fator a ser considerado é a perda da qualidade do solo, provocada pela pavimentação e pecuária. Tal fator provoca a redução da vegetação rasteira e a compactação do solo, aumentando o escoamento superficial e reduzindo a infiltração, que por sua vez provoca a perda de vazões do manancial (Tundisi e Tundisi, 2008).

A importância no processo de catalogação de áreas de preservação permanente quanto no levantamento de fauna e flora, deve-se, segundo Senna et al. (2013), à crise da biodiversidade, uma vez que, constantemente vários ambientes são completamente devastados sem que sua fauna e flora tenham sido levantadas e catalogadas. Resultando na extinção de espécies ainda desconhecidas.

Segundo Perdigão et al. (2012) e Tundisi e Tundisi (2008), a importância das áreas de APP afetam os fatores biológicos, como fornecer refúgio e alimento para a fauna, além de interferir nos mecanismos de transporte d'água, afetando a qualidade das águas subterrâneas e a recarga dos mananciais. Alvarenga et al. (2015), retratam que a vegetação presente na Microbacia do Ribeirão do Candidópolis é composta por fragmentos de Mata Atlântica de florestas estacionais semidecíduais, hoje secundárias, em diferentes estágios de regeneração e Mata de Transição do Cerrado, com presença de reflorestamentos e campos antrópicos, de tal forma a sua preservação é de extrema relevância para a preservação da fauna local, além de contribuir como zona de recarga do Ribeirão Candidópolis.

Diante da importância das Áreas de Preservação Permanente (APPs) para a manutenção da vida da fauna e da flora, da recarga hídrica da bacia e a proteção dos recursos hídricos, delimitaram-se as áreas de preservação permanente das nascentes, dos cursos d'água, de declividade e em topos de morro, seguindo os parâmetros da Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), conhecida como Novíssimo Código Florestal, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Avaliou-se a situação de ocupação, estabelecendo um paralelo entre a ação do homem e os processos de degradação da bacia, o que ao longo dos anos, vem provocando a redução de vazões do manancial e intensificando o déficit hídrico na região.

Metodologia

Área de estudo

O Município de Itabira possui uma área territorial de 1.253,704 km², contando com um total de 120.060 habitantes (IBGE, 2019). Itabira está localizada dentro da Sub-Bacia do Rio Piracicaba e ocupa uma área de 5.465,38 km², e nesta sub-bacia estão municípios pertencentes às Mesorregiões Metropolitana de Belo Horizonte e Vale do Rio Doce, e tendo maior destaque, às Microrregiões de Itabira e Ipatinga (Piracicaba, 2010).

A área da sub-bacia também abriga um dos principais complexos minerários do país, dentre elas, na Região de Itabira a indústria minerária responsável pela extração de minério de ferro é uma das principais atividades identificadas na modificação do território.

A Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Candidópolis, área de estudo (Figura 1), encontra-se dentro da Sub-Bacia do Rio Piracicaba, tendo uma área de drenagem de aproximadamente 33,87 km². A microbacia é responsável por cerca de 55% da água tratada fornecida à população urbana de Itabira, sendo sua captação superficial, e operação caracterizada como altamente suscetível à degradação (SAAE, 2015).

Base de dados

Para atingir os objetivos deste trabalho, utilizou-se a rede hidrográfica gerada no SWAT a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) da microbacia do Ribeirão Candidópolis empregando a base de dados do satélite ALOS e sensor PALSAR, órbita 26708 do *ASF Data Search Vertex* do EARTHDATA da NASA. O mapeamento de todas as áreas de preservação permanente foi realizado no *software* QGis versão 3.10.7, utilizando o sistema de referência de coordenadas EPSG: 31983 - SIRGAS 2000/UTM Zona 23S. Para as análises das áreas de preservação permanente, foi utilizado o *software* Google Earth Pro em sua versão 7.3, com imagens do dia 26/06/2020.

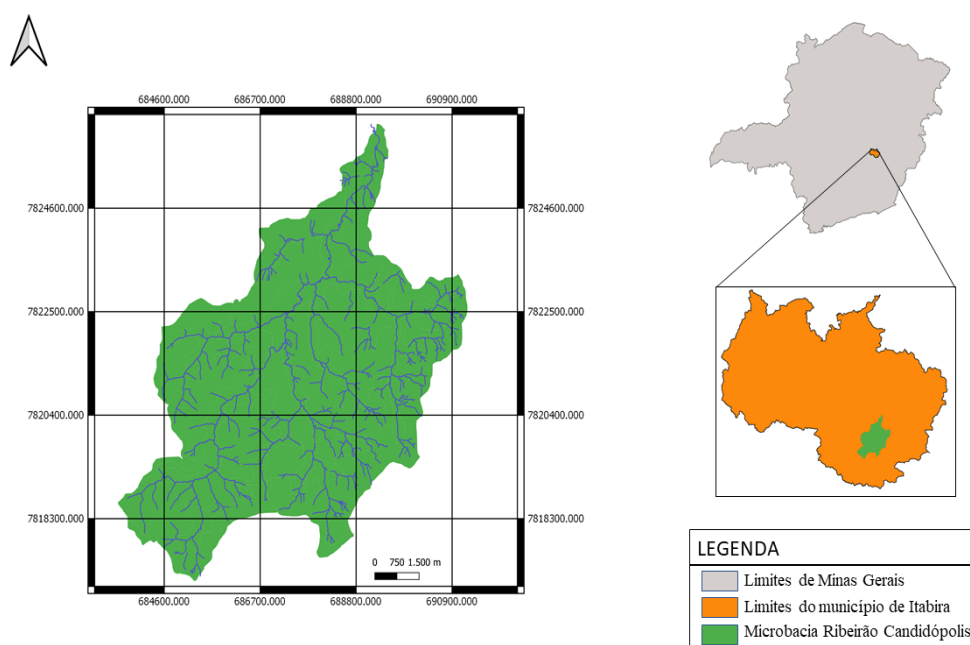


Figura 1. Localização da microbacia do Ribeirão Candidópolis, Itabira-MG.

Área de preservação permanente dos cursos d'água

Para a delimitação da área de preservação permanente dos cursos d'água, utilizou como parâmetro a Lei nº 12.651/2012, que considera em seu inciso I, do art. 4º, como área de preservação permanente (Brasil, 2012):

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (Brasil, 2012).

Como todos os cursos d'água da bacia possuem uma largura inferior a 10 m, gerou-se um *buffer* sobre os dados da rede hidrográfica da microbacia, aplicando uma largura de 30 m. Após a delimitação da APP, contabilizou a porcentagem da área em que existia a presença da vegetação natural, analisando a situação dessas áreas em torno dos corpos d'água no Google Earth Pro.

Área de preservação permanente das nascentes

Para a delimitação da área de preservação permanente das nascentes, criou-se uma camada com a geometria *Ponto* para a demarcação de todas as áreas de nascentes na rede hidrográfica do limite da microbacia. A partir da ferramenta *Buffer*, criou-se uma circunferência com um raio de 50 m ao redor de cada ponto para delimitar a APP das nascentes, com base nos critérios estabelecidos pela Lei nº 12.651/2012, que define em

seu inciso IV, do art. 4º, como área de preservação permanente “as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 metros” (Brasil, 2012).

Após gerar o *buffer* nas áreas das nascentes, analisaram-se os limites delimitados no *Google Earth Pro*, diagnosticando o estado de preservação das mesmas, além da porcentagem das áreas cobertas pela vegetação natural.

Área de preservação permanente de declividade

Para a delimitação da área de preservação permanente de encostas, utilizou-se a ferramenta de *Declividade* de Análise do Raster, através do Modelo Digital do Terreno para delimitar todas as encostas com declividade superior a 45º, de acordo com o inciso V, do art. 4º, da Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012).

O mapeamento foi estratificado em áreas menores que 25º, atribuindo para essa classe a cor verde, mostrando as áreas que em relação a declividade não possuem critérios de preservação. Para a classe com declividade entre 25º e 45º, atribui-se a cor amarela, mostrando quais são as áreas, que de acordo com o art. 11, da Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012):

Art. 11. [...] serão permitidos o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agronômicas, sendo vedada a conversão de novas áreas, excetuadas as hipóteses de utilidade pública e interesse social.

Já para a classe com declividade superior a 45º, atribuiu-se a cor vermelha, mostrando as APPs consideradas de declividade e que devem ser preservadas de acordo com a Lei.

Área de preservação permanente em topos de morro

O mapeamento das APPs em topos de morro foi realizado através da base de dados do Modelo Digital do Terreno, extraíndo inicialmente as curvas de nível da área através da ferramenta raster *Contorno* com uma equidistância de 20 m entre as curvas. A análise foi realizada com base no inciso IX, do art. 4º, da Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012):

Art. 4º [...]

IX - no topo de morro, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25º, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a $\frac{2}{3}$ (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d’água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação.

Para atingir os objetivos deste trabalho, utilizou-se a rede hidrográfica gerada no SWAT a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) da Microbacia do Ribeirão Candidópolis, empregando a base de dados do satélite ALOS e sensor PALSAR, órbita 26708 do ASF Data Search Vertex do EARTHDATA da NASA. O mapeamento de todas as áreas de preservação permanente foi realizado no *software* QGis versão 3.10.7, utilizando o sistema de referência de coordenadas EPSG: 31983 - SIRGAS 2000/UTM Zona 23S. Para as análises das áreas de preservação permanente, foi utilizado o *software* Google Earth Pro, versão 7.3, com imagens do dia 26/06/2020.

Resultados e discussão

Área de preservação permanente dos cursos d'água

Segundo Cardoso (2012), a presença de vegetação nas margens dos rios é de grande importância para sua proteção, controlando os processos erosivos, evitando assim o assoreamento dos corpos d'água. As matas ciliares também atuam na retenção de poluentes, agrotóxicos e sedimentos, evitando que ao serem transportados para os cursos d'água prejudiquem a qualidade da água, a qualidade de vida da população, da fauna e da flora que vivem nessas áreas ou dependem destes recursos (Martins, 2014).

A área de preservação permanente dos cursos d'água se encontra distribuída por todo limite geográfico da bacia, correspondendo a uma área de 5,86 km², ocupando cerca de 17,30% da área total da microbacia. Da APP total delimitada, cerca de 4,22 km² da área possui vegetação nativa ou em estágios iniciais de sucessão natural. A Figura 2 está representando a delimitação da área de preservação permanente dos cursos d'água e a localização de quais são as áreas cobertas por vegetação.

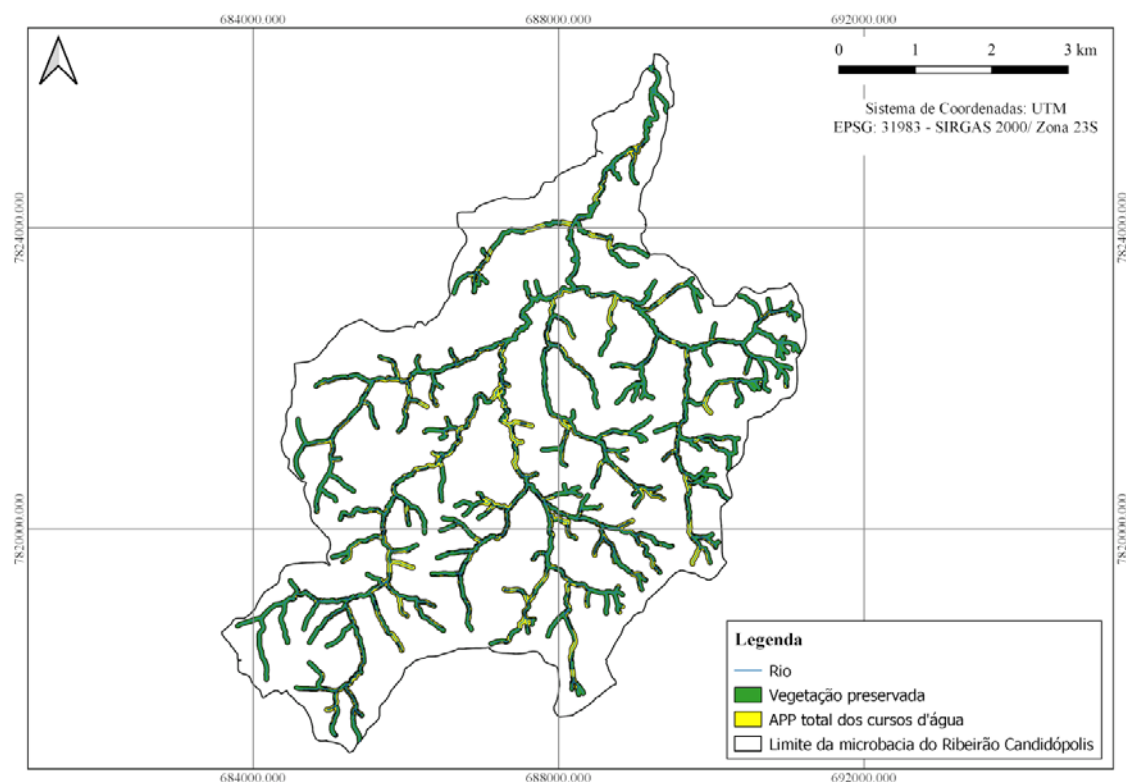


Figura 2. Área de preservação permanente dos cursos d'água da microbacia.

Após o desenvolvimento das análises e dos cálculos, foram identificados que 72% da área considerada como sendo de preservação permanente dos cursos d'água estava de acordo com a Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012).

Entretanto, cerca de 28% dessa área, correspondente a 1,64 km², deveria estar ocupada pela mata ciliar. Observou-se a existência de pastagens, construções civis, empreendimentos, estradas e áreas de cultivo. Na Figura 3 é identificada a presença de um empreendimento que realiza extração de rocha para produção de britas com ou sem tratamento, dentro do limite da área de preservação permanente do curso d'água.

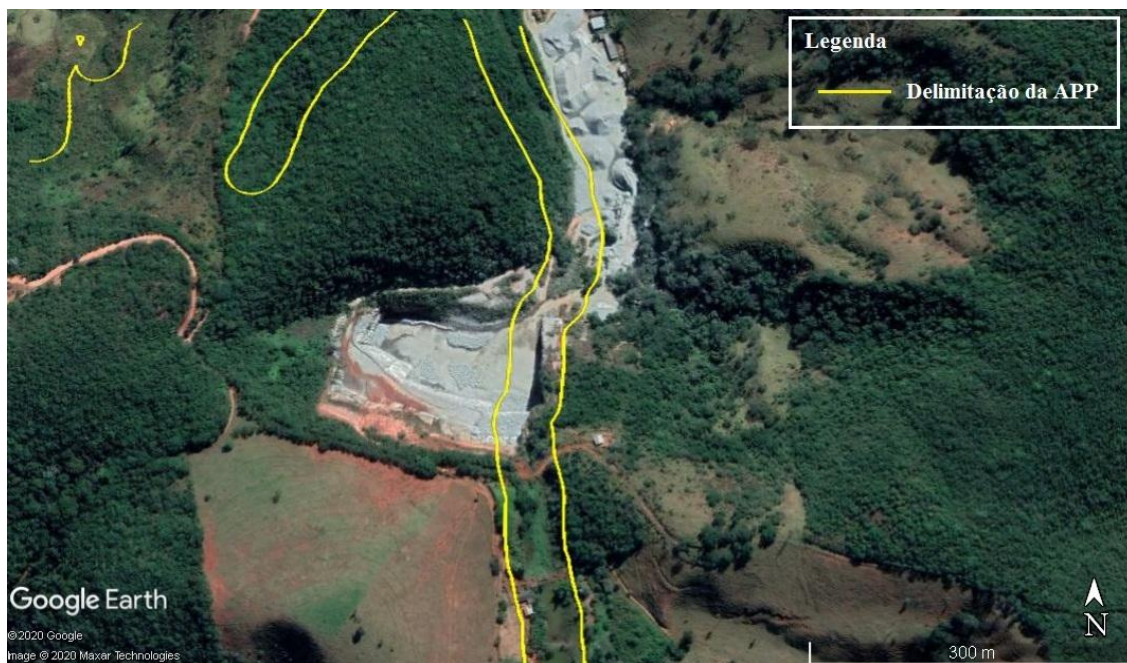


Figura 3. Empreendimento dentro do limite da APP em 26/06/2020. Fonte: Modificado de Google Earth, 2020.

O Novíssimo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), impõe a data 22 de julho de 2008, da sanção do Decreto nº 6.514/2008 (Brasil, 2008), que regulamentou a lei de crimes ambientais (Lei nº 9.605/1998) (Brasil, 1998), e dispõe sobre as infrações e sanções administrativas às ações que violem o uso, proteção e a recuperação do meio ambiente, como limite para a regularização de intervenções em APPs. Empreendimentos já pré-estabelecidos antes desta data podem sofrer penalização apenas se for exigido a regularização da construção pelo órgão fiscalizador. Segundo imagens do *Google Earth* do dia 21 de janeiro de 2006 (Figura 4), o empreendimento já existia no local, não sendo assim uma atividade irregular. Segundo dados da Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD, 2018), o empreendimento identificado está atualmente em processo de revalidação da licença de operação no estado, e atua na extração de rochas para a produção de britas, além de desenvolver atividades de postos revendedores, postos ou pontos de abastecimento, instalações de sistemas retalhistas, postos flutuantes de combustíveis e postos revendedores de combustíveis de aviação de acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004 (COPAM, 2004).

Área de preservação permanente das nascentes

Segundo os incisos XVII e XVIII, do art. 3º, da Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), entende-se por nascente como “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água” e olho d’água como o “afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;”. O principal objetivo de delimitar as áreas de preservação permanente, é proteger a vegetação em torno desses afloramentos perenes, mantendo o equilíbrio das nascentes e a recarga hídrica de uma bacia.

Em uma análise metódica quanto às APPs de nascentes foi possível identificar que das 166 nascentes existentes, 68 delas estavam totalmente cobertas por vegetação nativa e 88 parcialmente cobertas. Os pontos de APPs de nascentes identificadas são apresentados na Figura 5.

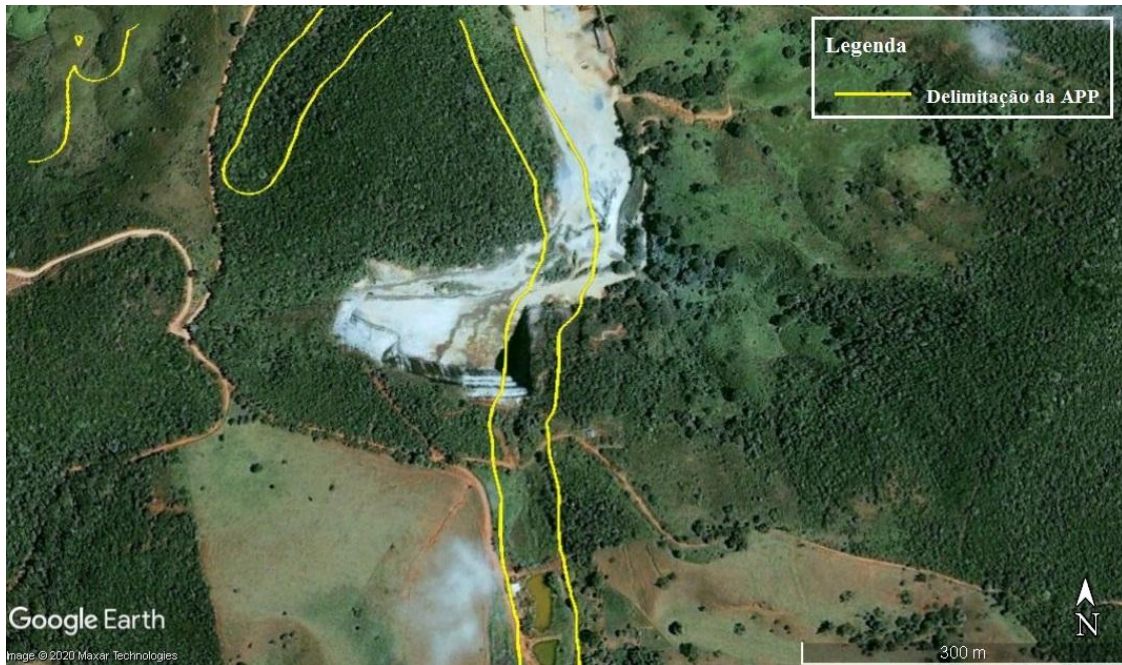


Figura 4. Empreendimento dentro do limite da APP em 21/01/2006. Fonte: Modificado de Google Earth, 2006.

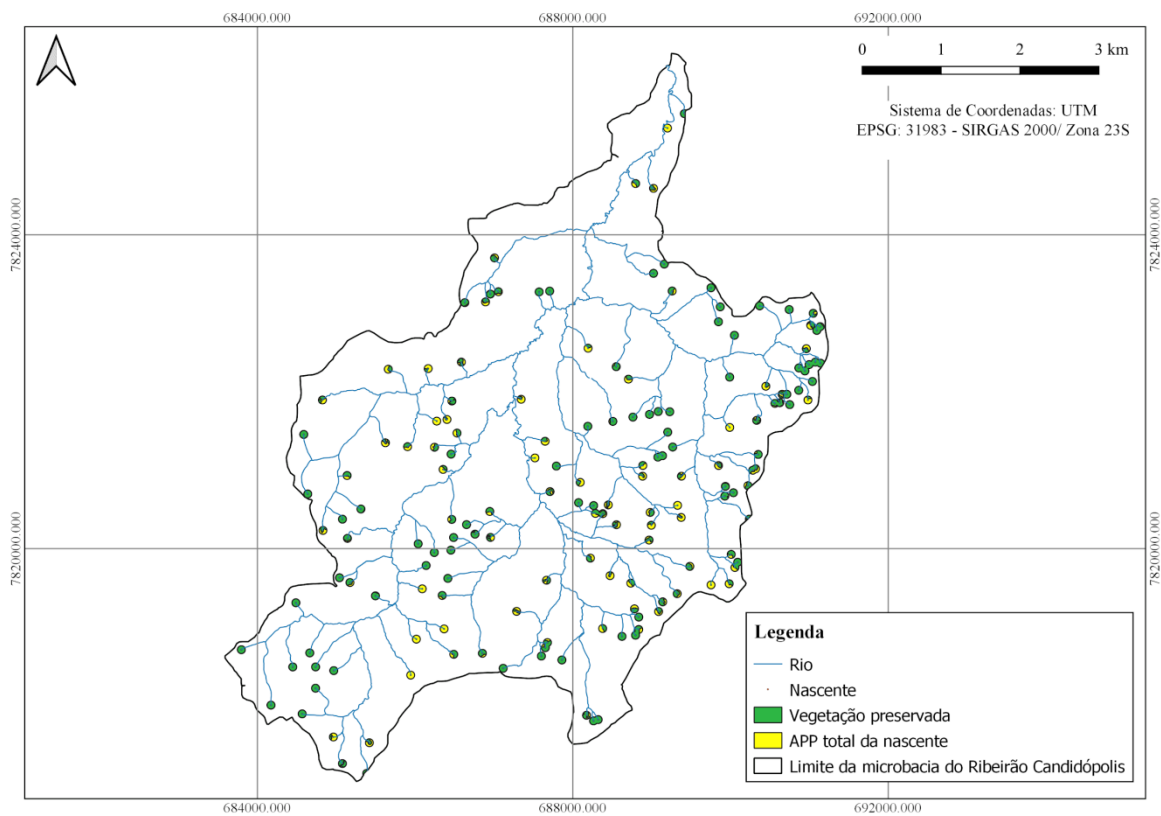


Figura 5. Área de preservação permanente das nascentes da microbacia.

Entretanto, nos outros 3,72% de área total da microbacia em que deveria haver mata ciliar, identificou-se áreas de urbanização, pastagens e empreendimentos, como mostra a Figura 6.



Figura 6. Áreas de urbanização identificadas nas nascentes. Fonte: Modificado de Google Earth, 2020.

Para ter conhecimento quanto à sua regularização, imagens do dia 22 de julho de 2008 foram analisadas, como apresenta a Figura 7.

A partir da análise foi possível observar a situação das nascentes identificadas inicialmente com construções em 2020, e como elas encontravam-se anteriormente, em 2008. Em todas elas, as construções não existiam antes do Decreto nº 6.514/2008 (Brasil, 2008) entrar em vigor, dessa forma, todas foram enquadradas como APPs usadas de forma irregular.

Apesar da importância da preservação das nascentes para a recarga hídrica de uma bacia, pode-se observar que essa não é a realidade da Microbacia do Ribeirão Candidópolis. Dos 1,26 km² de área de APP delimitadas, apenas 0,9 km² estão em acordo com a legislação vigente, o que representa cerca de 71,42% da área de APP de nascentes. Ou seja, em 10 das nascentes identificadas apresentaram a vegetação ausente e em 88, áreas de urbanização, pastagens ou empreendimentos.

Área de preservação permanente de declividade

Segundo Skorupa (2003), o emaranhado das raízes da vegetação promove a estabilidade do solo em encostas acentuadas, protegendo assim as partes mais baixas do terreno, como estradas e cursos d'água.

Na área da microbacia do Ribeirão Candidópolis, identificou-se uma pequena APP de declividade de 0,008 km², ocupando apenas 0,02% da área total. A identificação da área está apresentada na Figura 8.



Figura 7. Análise de possíveis construções pré-existentes nas nascentes. Fonte: Modificado de Google Earth, 2020.

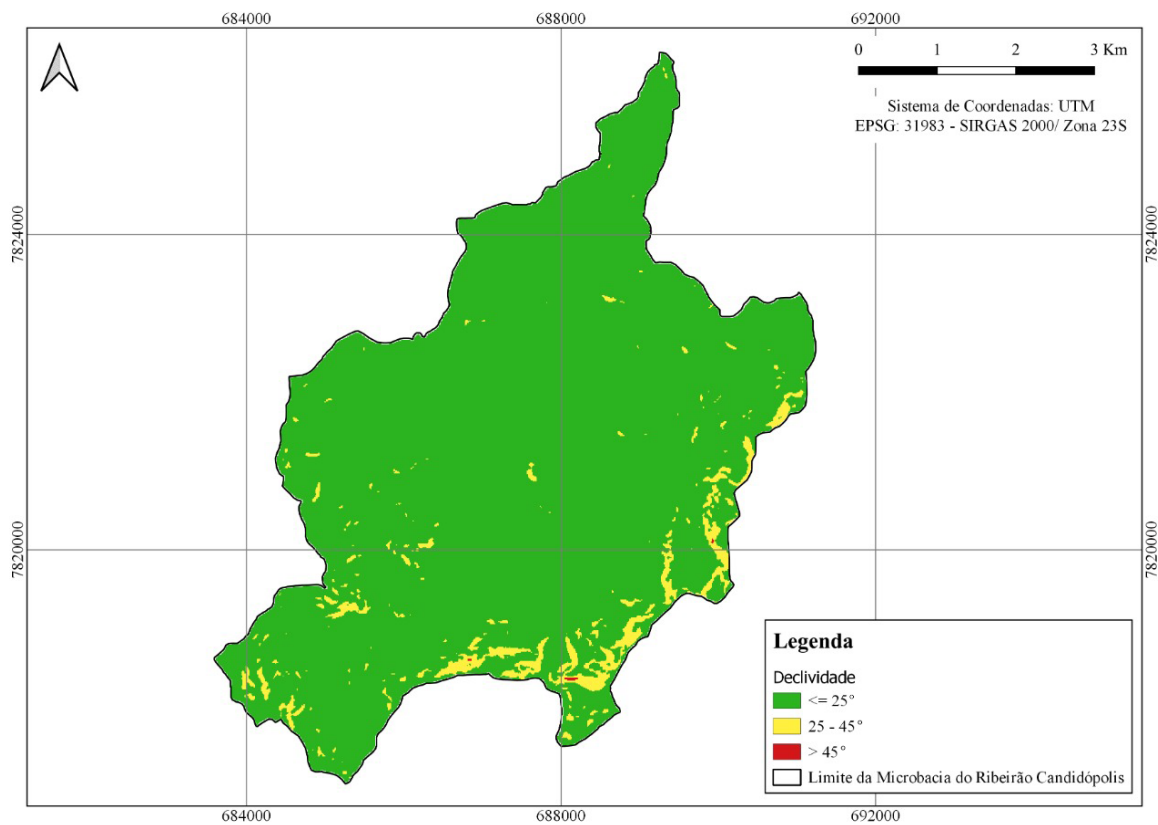


Figura 8. Área de preservação permanente das encostas da microbacia.

Da área total dessa classe de APP, apenas 0,002 km² está preservada, correspondendo a 25% da área. Entretanto, 0,006 km² dessa classe de APP sofre com a interferência humana.

Área de preservação permanente em topos de morro

Seguindo a metodologia descrita, não foram identificados morros com altura mínima de 100 m e inclinação média maior que 25°, não havendo, portanto, áreas de preservação permanente em topos de morro na Microbacia do Ribeirão Candidópolis. Comparando-se com o estudo de Souza et al. (2015), seguindo os parâmetros do Novíssimo Código Florestal de 2012 (Brasil, 2012), ambos os trabalhos não identificaram topos de morro, delimitando dessa forma apenas as APPs de nascentes, de rios e de declividade.

Na Tabela 1, estão apresentados os valores da área de preservação permanente delimitada para cada categoria, além de sua porcentagem em relação à área total analisada da microbacia que corresponde a cerca de 33,87 km². Estão apresentados também os valores da área que se encontra com vegetação natural em diversos estágios de senescência ou vegetação nativa, bem como a porcentagem de ocupação em relação à APP total delimitada.

Tabela 1. Análises das áreas preservadas das categorias das APP em estudo.

Categoria das APP	Área (km ²)	Área (%)	Área preservada (km ²)	Área preservada (%)
APP dos cursos d'água	5,86	17,30	4,22	72,00
APP das nascentes	1,26	3,72	0,9	71,42
APP de declividade	0,008	0,02	0,002	25,00
APP total	6,41	18,92	4,59	71,60

Após a delimitação da área de preservação permanente para cada categoria, observou-se que essa área corresponde a uma área total de 6,41 km², correspondendo a 18,92% da área total da microbacia. Da área total considerada como de preservação permanente, cerca de 4,59 km² estão cobertas por vegetação, mostrando que cerca de 71,6% da APP da microbacia está preservada, ainda coberta por vegetação natural nativa ou em vários estágios de regeneração.

A Figura 9 apresenta a delimitação da área total das três classes (cursos d'água, nascentes e de declividade), consideradas como preservação permanente da Microbacia do Ribeirão Candidópolis.

Neste trabalho, não foram avaliados os usos distintos às áreas de APP, sabe-se que estes podem impactar na qualidade e quantidade dos recursos hídricos locais, diretamente. Dessa forma, tal estudo deve ser realizado de forma contínua, visto que também são dinâmicos no espaço e no tempo.

Comparando com Vidal (2019), foi relatado que o principal problema da Região da Microbacia do Ribeirão Candidópolis são as ocupações irregulares e desordenadas do manancial pela falta de uma infraestrutura, degradação das matas ciliares, pastagem e solo exposto, assim como abordado no presente trabalho.

Diante dos resultados obtidos é perceptível a necessidade do desenvolvimento de um plano de ações com a finalidade de elaborar medidas para a preservação das áreas de preservação permanente, de uma forma mais intensificada.

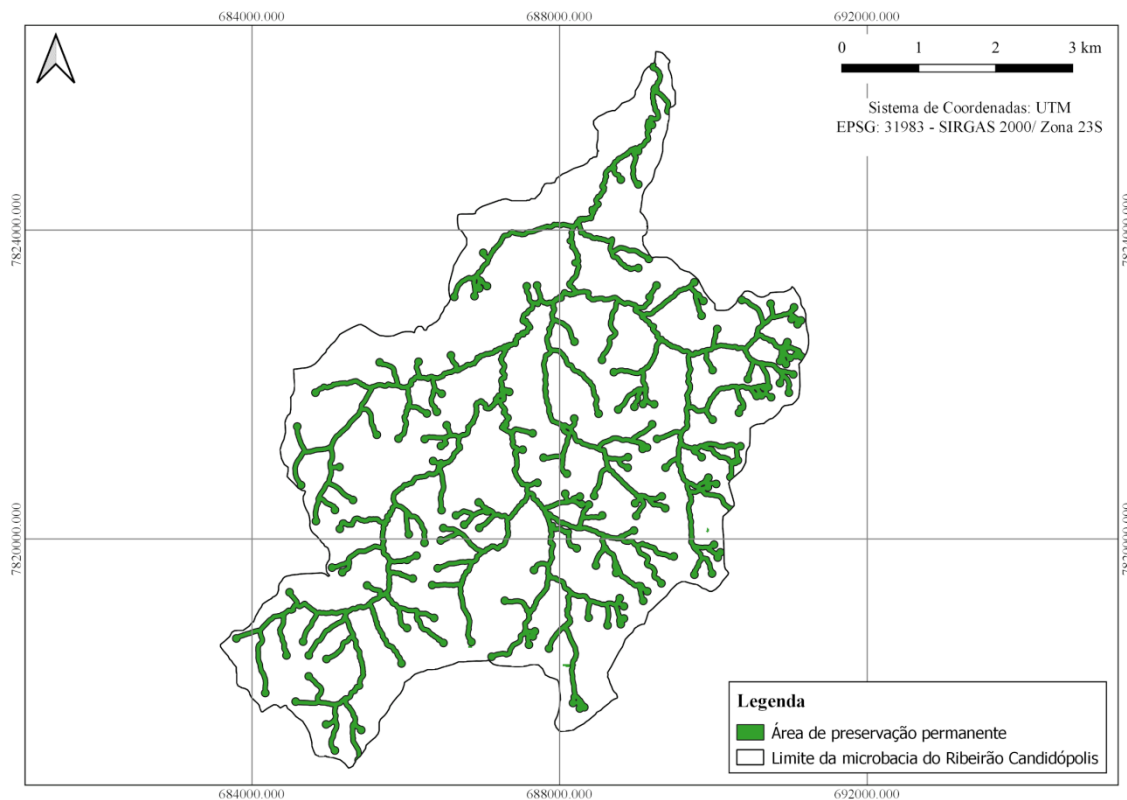


Figura 9. Área de preservação permanente total da microbacia.

Conclusão

Foram delimitadas e quantificadas na área da Microbacia do Ribeirão Candidópolis três categorias de área de preservação permanente, sendo as APPs de cursos d'água, nascentes e de declividade. Observou-se que grande parte, cerca de 71,6% das categorias citadas estão preservadas e possuem cobertura vegetal.

Entretanto, constatou-se que cerca de 28,4% da área de preservação permanente, relacionada às três categorias quantificadas, não estão de acordo com a legislação vigente, devido a ações antrópicas como construções, empreendimentos e estradas, além das áreas de pastagens. As Áreas de Preservação Permanente identificadas de modo irregular, mostram que é necessária uma maior fiscalização para que a lei seja cumprida e que assim, os recursos naturais sejam preservados ou explorados de forma sustentável.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Educação Tutorial (PET) Engenharia Ambiental - Campus Itabira por todo apoio.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

ANA - Agência Nacional de Água. **Usos da água**. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/usos-da-agua/usos-da-agua>>. Acesso em: 26 ago. 2020.

Alvarenga, C. A.; Ribeiro, A. A.; Santos, C. I. F. As mudanças da vegetação arbórea no perímetro urbano de Itabira, MG nos anos de 1990 e 2007. **Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 55, p. 61-73, 2015.

Brasil. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 27 ago. 2020.

Brasil. **Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008**. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm>. Acesso em: 27 ago. 2020.

Brasil. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 27 ago. 2020.

Cardoso, A. S. **Proposta de metodologia para orientação de processos decisórios relativos a intervenções em cursos de água em áreas urbanas**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2012. (Tese de doutorado).

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa nº 74, de 09 de setembro de 2004**. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Disponível em: <<http://sisemanet.meioambiente.mg.gov.br/mbpo/recursos/DeliberaNormativa74.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2021.

FUNARBE - Fundação Arthur Bernardes. **Elaboração de diagnósticos socioambientais e valoração econômica do serviço ambiental a ser pago aos produtores rurais na Bacia do Ribeirão Candidópolis**. Viçosa: FUNARBE, 2014. v. 1. (Produto 5 - Relatório parcial 5).

IBIO - Instituto Bioatlântica. **Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Itabira**. São Paulo: Instituto Bioatlântica; Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba, 2015. (Produto 8; Tomo I; Relatório final).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Itabira, infográficos: dados gerais do município. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/mg/itabira/panorama>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Relatório brasileiro para o Habitat III**. Brasília: IPEA, 2016. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6014/3/Relatório brasileiro para a Habitat III.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6014/3/Relatório%20brasileiro%20para%20a%20Habitat%20III.pdf)>. Acesso em: 17 jul. 2020.

Itabira. **Lei nº 3.547, de 16 de Fevereiro de 2000**. Declara áreas de proteção ambiental os mananciais de abastecimento público do Município de Itabira e seus afluentes e dá outras providências. Disponível em: <<http://meioambiente.itabira.mg.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/Lei-n.-3547-2000-Declara-areas-de-ProtECAo-Ambiental-os-mananciais-de-abastecimento-publico-do-Municipio-de-Itabira-e-seus-afluentes.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2020.

Itabira. **Plano Diretor Participativo do Município de Itabira**. Itabira: Prefeitura Municipal de Itabira, 2016. Disponível em: <https://www.itabira.cam.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Plano_Diretor_Participativo_do_Municipio_de_Itabira_?cdLocal=2&arquivo=%7BC18EDD3E-3DCC-D4D4-A361-EB63DB46C8E6%7D.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

Martins, S. V. **Recuperação de matas ciliares: no contexto do novo código florestal**. 3. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014.

Perdigão, L. S.; Vieira, E. M.; Monte-Mor, R. C. A.; Pereira, P. H. R.; Bonfim, A. C. F. Diagnóstico da ocupação irregular de áreas de APP na Sub-Bacia do Rio do Peixe em Itabira-MG e a relação com a geração de sedimentos. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves, ABRH, 2013.

Piracicaba. **Plano de ação de recursos hídricos da unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos**. Piracicaba: Consórcio Ecoplan-Lume, 2010. Disponível em: <http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2015/01/PARH_Piracicaba.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2020.

SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **Relatório de análise, procedimentos e valores detectados na água distribuída**. Itabira: SAAE, 2015. Disponível em: <http://www.saaeitabira.com.br/images/agua_e_esgoto/tratamento-agua.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

Sartori, A. P.; Ferrari, E. M. M.; Vieira, E. M.; Rezende, A. A. P. **Avaliação da qualidade da água em reservatórios: estudo de caso do Reservatório Pureza - Itabira/MG**. Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Florianópolis, ABRH, 2017.

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Parecer Único nº 0487036/2018 (SIAM)**. Belo Horizonte: Superintendência Regional de Meio Ambiente do Leste Mineiro, 2018. Disponível em: <<http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/licenciamento/uploads/054y8ZqVL5e0yMU9W-eU-aFvNGQC9xhh.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2021.

Senna, A. R.; Figueiró, R.; Andrade, L. F.; Sardella, C. J. R.; Guedes-Silva, E.; Souza-Filho, J. F.; Miranda, G. S.; Oliveira, G. R.; Ferreira, R. L.; Docile, T. N. A Importância e os desafios para o conhecimento e a catalogação da biodiversidade no Brasil. *Acta Scientiae & Technicae*, v. 1, n. 1, p. 53-86, 2013. <https://doi.org/10.17648/uezo-ast-v1i1.8>

Skorupa, L. A. **Áreas de preservação permanente e desenvolvimento sustentável**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2003.

Souza, L. F. T.; Faria, M.; Fernandes Filho, E. I.; Oliveira, G. C. Comparação das áreas de preservação permanente delimitadas pelo Código Florestal de 1965 e pelo Código Florestal de 2012: estudo de caso da bacia do Ribeirão Candidópolis, Município de Itabira - Minas Gerais. Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Natal, 2015.

Tundisi, J. G.; Tundisi, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

Vidal, J. M. C. **Análise do uso e ocupação do solo nas áreas de proteção ambiental: APAs Piracicaba e Pureza em Itabira-MG**. Bambuí: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, 2019. (Dissertação de mestrado).



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.