



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Michel do Carmo Arruda

ANÁLISE DA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA NAS ÁREAS DE MANANCIAIS DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG

Rio de Janeiro

2023



UFRJ

Michel do Carmo Arruda

ANÁLISE DA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA NAS ÁREAS DE MANANCIAS DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^ª. DSc. Monica Pertel

Rio de Janeiro

2023

A779a Arruda, Michel do Carmo
ANÁLISE DA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA NAS ÁREAS DE
MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DO MUNICÍPIO DE
JUIZ DE FORA - MG / Michel do Carmo Arruda. -- Rio
de Janeiro, 2023.
61 f.

Orientadora: Monica Pertel.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Escola de
Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Ambiental, 2023.

1. Empreendimentos imobiliários. 2. Mananciais
de abastecimento. 3. Recursos hídricos. 4. Uso e
ocupação do solo. I. Pertel, Monica, orient. II.
Título.



UFRJ

ANÁLISE DA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA NAS ÁREAS DE MANANCIAS DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG

Michel do Carmo Arruda

Orientadora: Prof^a. DSc. Monica Pertel

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca:

Presidente, Prof^a. Monica Pertel, DSc, UFRJ

Prof^a. Cristina Aparecida Gomes Nassar, DSc, UFRJ

Prof. Frank Pavan de Souza, DSc, UFRJ

Prof^a. Mayara Amario, DSc, UFRJ

Rio de Janeiro

2023

*Aos meus maiores mestres:
meu pai Jezuino (In Memoriam) e
minha mãe Rozália pelo apoio,
amor e sabedoria.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus que renova minhas forças a cada dia.

Aos meus pais, Jezuino (*In memoriam*) e Rozália, que me ensinaram a nunca desistir. Gratidão pelas sábias palavras na hora certa, por incentivar meus sonhos e me ajudar a realizá-los.

A minha irmã Rosemery pelo companheirismo e momentos de alegria em todas as etapas da vida.

A minha esposa Lidiane por estar sempre ao meu lado, acompanhando cada etapa, me apoiando nos momentos difíceis e celebrando comigo cada vitória. Gratidão por ter você em minha vida.

A minha orientadora Monica Pertel pela paciência e suporte para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos do Departamento de Licenciamento Ambiental da Prefeitura de Juiz de Fora pelos bons momentos, em especial a Marília e ao Erix, pelos ajustes de horário para que fosse possível conciliar o trabalho com as aulas e o desenvolvimento da dissertação.

A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), ao Programa Pós-graduação em Engenharia Ambiental e a todos os professores e colegas do programa.

Agradeço aos membros da banca pelas contribuições para o trabalho.

A todos vocês o meu muito obrigado!

RESUMO

ARRUDA, Michel do Carmo. **Análise da ocupação antrópica nas áreas de mananciais de abastecimento público do município de Juiz de Fora - MG**. Rio de Janeiro, 2023. Dissertação (Mestrado) - Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

A preservação dos mananciais de abastecimento público é essencial para a garantia da qualidade de vida e saúde de uma população. O objetivo deste trabalho foi analisar a situação de dois mananciais de abastecimento do município de Juiz de Fora - MG quanto aos impactos decorrentes da ocupação antrópica nas áreas das bacias de contribuição. Para isso, dados de uso e cobertura do solo para a região das bacias São Pedro e Dr. João Penido foram pré-processados no Software QGIS. Imagens geradas entre 1985 e 2020 foram classificadas quanto aos tipos de uso do solo e utilizadas na elaboração de mapas, tabelas e gráficos. Ao final de 35 anos de estudo, 799,961 ha (26,661%) da área total da bacia São Pedro foram urbanizados, crescimento proporcional à redução de 20,801% (621,376 ha) das áreas de pastagem e supressão de 231,014 ha (7,726%) da vegetação existente na região do manancial. Na bacia Dr. João Penido, cerca de 687,882 ha (9,714%) de floresta foram desmatados, enquanto as pastagens passaram a ocupar 13,812% (982,250 ha) da área da bacia. Conclui-se que novos padrões de ocupação do solo nas bacias São Pedro e Dr. João Penido estão promovendo a supressão de fragmentos florestais para comportar o avanço da urbanização sobre os mananciais de abastecimento. Para conter esse avanço, o município de Juiz de Fora precisa cumprir e garantir que todos cumpram a legislação ambiental, disciplinar o uso das áreas de mananciais e conscientizar a população sobre a importância de se preservar os recursos naturais para as atuais e futuras gerações.

Palavras-chave: Empreendimentos imobiliários, mananciais de abastecimento, recursos hídricos, Represa São Pedro, Represa Dr. João Penido, rodovias, uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

ARRUDA, Michel do Carmo. **Analysis of anthropic occupation in the areas of public water supply in the municipality of Juiz de Fora - MG.** Rio de Janeiro, 2023. Dissertação (Mestrado) - Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

The preservation of public supply sources is essential to guarantee the quality of life and health of a population. The objective of this work was to analyze the situation of two supply sources in the municipality of Juiz de Fora - MG regarding the impacts resulting from the anthropic occupation in the areas of the contribution basins. For this, land use and land cover data for the region of São Pedro and Dr. João Penido were pre-processed in the QGIS Software. Images generated between 1985 and 2020 were classified according to the types of land use and used in the preparation of maps, tables, and graphs. At the end of 35 years of study, 799,961 ha (26.661%) of the total area São Pedro basin were urbanized, a growth proportional to the reduction of 20.801% (621,376 ha) of pasture areas and the suppression of 231,014 ha (7.726%) of vegetation existing in the watershed region. In the basin Dr. João Penido, around 687.882 ha (9.714%) of forest were cleared, while pastures now occupy 13.812% (982.250 ha) of the basin area. It is concluded that new land use patterns in the basin São Pedro and Dr. João Penido are promoting the suppression of forest fragments to accommodate the advance of urbanization on the supply sources. To contain this advance, the municipality of Juiz de Fora needs to comply with and ensure that everyone complies with environmental legislation, discipline the use of spring areas and make the population aware of the importance of preserving natural resources for current and future generations.

Keywords: Real estate developments, fountainheads of supplies, water resources, Dam São Pedro, Dam Dr. João Penido, highways, land use and occupation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Mananciais de Juiz de Fora e as leis que os protegem	4
3.2. Antropização dos mananciais de abastecimento de Juiz de Fora	9
3.2.1. Empreendimentos imobiliários	9
3.2.2. Rodovias	12
3.2.2.1. Rodovia AMG-3085	13
3.2.2.2. Rodovia BR-440	14
3.3. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Caracterização do município de Juiz de Fora	22
4.2. Avaliação temporal do uso e ocupação do solo nas áreas de mananciais de abastecimento público de Juiz de Fora	22
4.2.1. Pré-processamento	23
4.2.1.1. Obtenção de dados primários	23
4.2.1.2. Obtenção de imagens de satélite	24
4.2.1.3. Tratamento das imagens e delimitação das áreas de interesse	24
4.2.2. Processamento	25
4.2.2.1. Classificação do uso e ocupação do solo	25
4.2.2.2. Elaboração de mapas e relatórios	25
4.2.3. Pós-processamento	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1. Uso e ocupação do solo da bacia São Pedro	26
5.2. Uso e ocupação do solo da bacia Dr. João Penido	34
5.3. Atualização do uso e ocupação do solo das bacias São Pedro e Dr. João Penido para o ano de 2021	40
5.4. Medidas para mitigação de impactos nos mananciais de abastecimento	43
6. CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

A água é essencial para conforto, higiene e sobrevivência da humanidade, sendo utilizada, principalmente, para o consumo humano, para a dessedentação de animais, e para a produção de alimentos e energia (BRASIL, 1997). Assim, a água deve ser considerada como um recurso dotado de valor econômico para a sociedade, além de ser utilizada como objeto de pesquisas que buscam o desenvolvimento sustentável e a gestão estratégica dos recursos hídricos (CASTRO, 2019). Estudar a ocupação antrópica em áreas de mananciais é de fundamental importância para subsidiar as políticas públicas de preservação dessas áreas, a fim de garantir água em quantidade e qualidade para todos que dela necessitam (ANA, 2019).

Toda ou qualquer forma de ocupação antrópica do solo pode gerar impactos ambientais distintos. Além do desmatamento ilegal do bioma local (ROCHA et al., 2018a), o estabelecimento de empreendimentos imobiliários em áreas de mananciais de abastecimento pode interferir diretamente na qualidade da água. A implantação de loteamentos e outras formas de parcelamento do solo em áreas de mananciais pode acarretar despejo de lixo e esgoto doméstico sem tratamento (na maioria das vezes) nos corpos d'água (ROCHA et al., 2018b; CRUZ e MIERZWA, 2020). Reduzir a qualidade da água significa elevar os custos do tratamento, necessário para torná-la apta ao consumo humano (ROCHA et al., 2018c). Esse aumento nos custos de tratamento, por vezes acaba sendo repassado à população, gerando impactos econômicos no orçamento doméstico.

Nos últimos anos, parte considerável das bacias hidrográficas dos mananciais de abastecimento do município de Juiz de Fora vem sendo alvo de ocupações antrópicas. Na bacia da Represa São Pedro, existe a pressão de loteamentos, vias, condomínios, ocupações subnormais e rodovias, como a BR-040 e BR-440 (MACHADO, 2010). Já na bacia da Represa Dr. João Penido existe urbanização nas margens do reservatório (condomínios e chácaras), utilização do corpo d'água para atividade de lazer (esportes náuticos), criação de animais, solo exposto e a construção da rodovia AMG-3085 (BUCCI, 2011). Em termos de gestão de bacias hidrográficas, é preciso entender como processos de uso e ocupação do solo se alteram ao longo do tempo, já que afetam diretamente a dinâmica hidrológica das bacias (MENDOZA et al., 2011).

A proteção dos mananciais de abastecimento é fundamental para que os problemas de escassez da água doce sejam evitados ou reduzidos no futuro. Observa-se, no mundo, elevado crescimento demográfico e produção agrícola recorde, atividades essas que demandam aumento do consumo de água. Porém, os recursos naturais não aumentam à medida que crescem as necessidades, o que causa impactos e deterioração dos ecossistemas (RODRIGUES et al.,

2018). Diante de sua importância, o estudo das áreas de mananciais de abastecimento deve ser objeto de análise por parte dos órgãos governamentais nas definições de vetores de crescimento para as cidades, bem como definir restrições em seus planos diretores municipais.

Nesse contexto, a Prefeitura de Juiz de Fora - Minas Gerais vem trabalhando na proteção dos mananciais de abastecimento do município, exemplo disso é a Lei Municipal 6.087 de 1981 (JUIZ DE FORA, 1981), que estabelece critérios para o uso e ocupação do solo na área de bacia hidrográfica da Represa Dr. João Penido. No entanto, o próprio município promoveu alterações nessa lei, a fim de permitir a implantação de obras de infraestrutura de “elevado interesse público”, o que pode ser observado na Lei Municipal 11.817 de 2009 (JUIZ DE FORA, 2009).

A inexistência de legislação municipal específica de proteção das bacias de Juiz de Fora ou a falta de cumprimento das leis existentes, torna os mananciais do município vulneráveis à exploração imobiliária e à ocupação desordenada e ilegal. Para mitigar esses problemas e fomentar políticas públicas que de fato protejam os recursos naturais, torna-se necessário monitorar diversos tipos de uso do solo através de informações espaço-temporais que revelam mudanças na paisagem (MENDOZA et al., 2011). Com esses dados, metodologias de geoprocessamento podem mapear e quantificar o grau de perturbação antrópica em um habitat natural e, com esses resultados, construir um conhecimento acerca das capacidades e limitações de uma região (COELHO et al., 2014). Diversos estudos foram capazes de identificar e correlacionar os efeitos de cada tipo de uso e cobertura do solo nas bacias São Pedro (MACHADO, 2010; FREITAS et al., 2015; ROCHA et al., 2015; ROCHA e COSTA, 2015; COSTA, 2016; ROCHA et al., 2018a; ROCHA et al., 2019b; ROCHA et al., 2019c; ROCHA et al., 2022) e bacia Dr. João Penido (BUCCI e OLIVEIRA, 2014; BUCCI et al., 2015a, 2015b; ROCHA et al., 2014, 2016, 2018b, 2018a, 2018d, 2019a, 2019c; ROCHA e PEREIRA, 2016; OLIVEIRA et al., 2018; SILVA et al., 2019; EDUARDO et al., 2020; LANA et al., 2021).

Diante do exposto, o objetivo geral do presente trabalho foi analisar a situação de dois mananciais de abastecimento do município de Juiz de Fora - MG quanto aos impactos decorrentes da ocupação antrópica nas áreas das bacias de contribuição.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar a situação de dois mananciais de abastecimento do município de Juiz de Fora - MG quanto aos impactos decorrentes da ocupação antrópica nas áreas das bacias de contribuição.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar levantamento das formas uso e ocupação do solo das bacias das represas Dr. João Penido e São Pedro nas décadas de 1980 e 1990 até 2021.
- Construir mapeamentos avaliativos a partir de técnicas de geoprocessamento que mostrem zonas de ocupação e impactadas, estabelecendo a integração de dados das décadas de 1980, 1990 até 2021.
- Definir medidas para reduzir os impactos nos mananciais de abastecimento público causados pela ocupação antrópica descontrolada.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Mananciais de Juiz de Fora e as leis que os protegem

O município de Juiz de Fora é abastecido por quatro mananciais, sendo eles Represa Chapéu D'uvas, Ribeirão Espírito Santo, Represa Dr. João Penido e Represa São Pedro. No presente trabalho, será estudada a ocupação antrópica da Represa Dr. João Penido e Represa São Pedro, devido ao fato de ambas estarem localizadas nas proximidades do centro urbano e, conseqüentemente, estarem mais suscetíveis a impactos ambientais (RIBEIRO, 2009; CESAMA, 2022) (Figura 1).

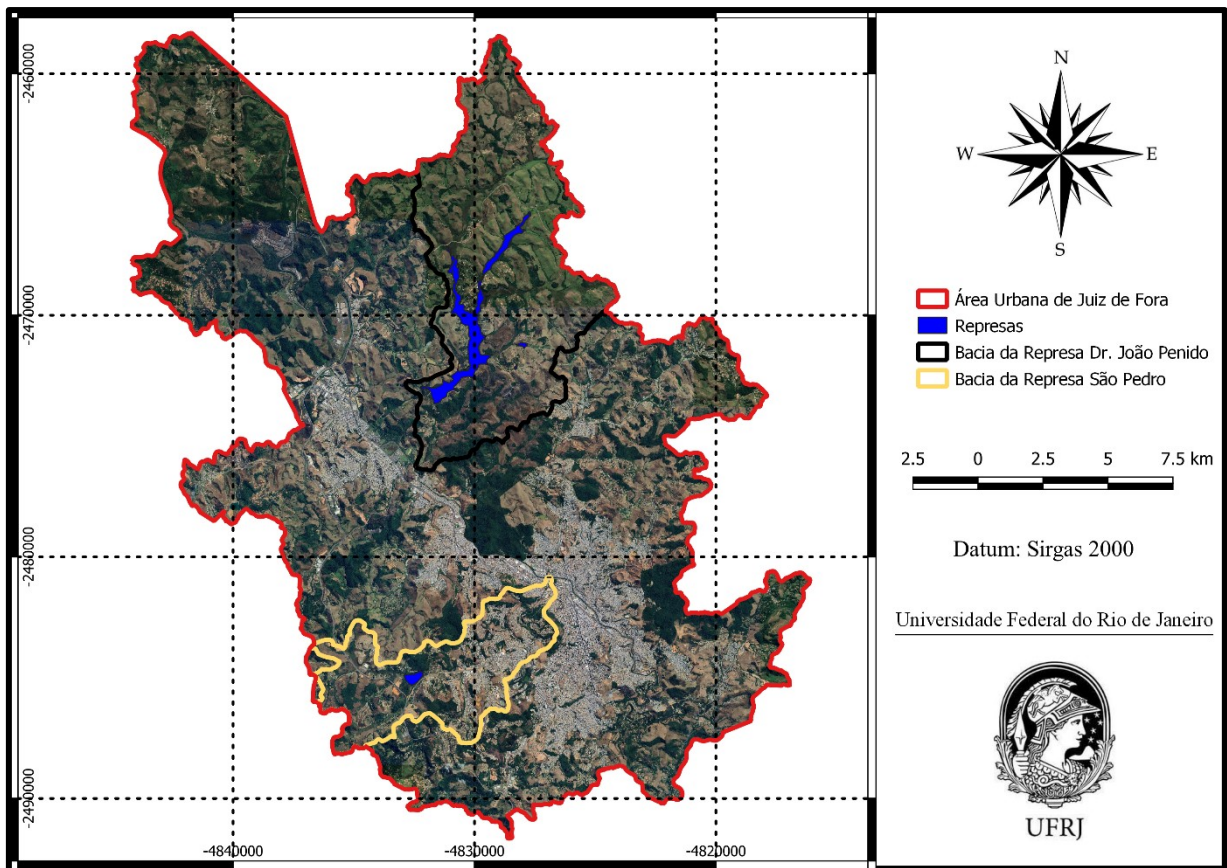


Figura 1. Localização das represas Dr. João Penido e São Pedro.

A Represa Dr. João Penido está localizada ao norte de Juiz de Fora, a 10 km do município (Figura 2A). Construída em 1934, a barragem de terra abastece 50% da cidade e possui 11,5 m de altura e 80 m de comprimento. O Ribeirão dos Burros, afluente do Rio Paraibuna, é seu principal tributário, além do Córrego da Grama e o Córrego Vista Alegre. Esta barragem armazena 16 bilhões de litros de água e possui 68 km² de bacia (CESAMA, 2022).

A Represa São Pedro se localiza a 8 km do centro de Juiz de Fora, região oeste da cidade, onde abastece 8% do município (Figura 2B). A barragem faz parte da bacia do Rio Paraíba do Sul e ocupa uma área de 13 km², sendo os Córregos de São Pedro e Grota do Pinto seus principais afluentes. A barragem é composta por espelho d'água de 0,04 km² e possui 200 m de comprimento e 5 m de altura (CESAMA, 2022).

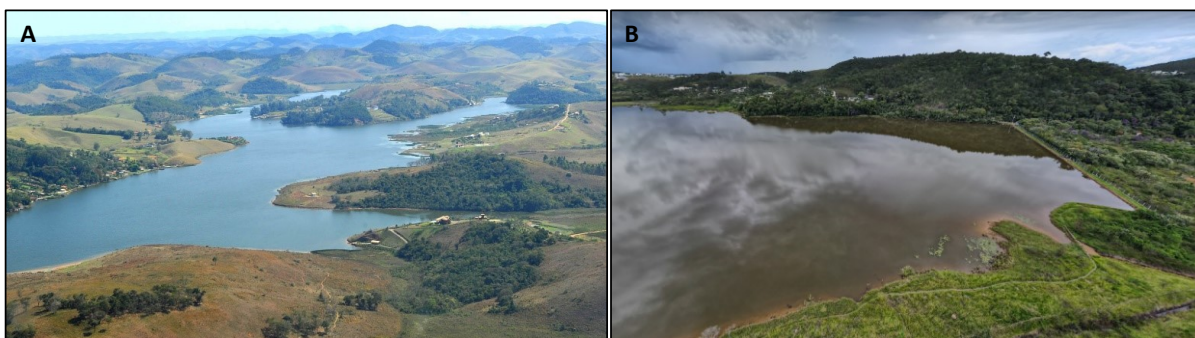


Figura 2. Represa Dr. João Penido (A) e Represa São Pedro (B). Fonte: CESAMA (2022).

As represas Dr. João Penido e São Pedro, bem como qualquer recurso hídrico, são protegidas pela Constituição Federal, que estabelece competências entre União e Estados da Federação quanto ao gerenciamento e definição de outorga de direito de uso da água (BRASIL, 1988). A instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433 de 1997) é um marco legal de extrema relevância, considerando que ela cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, define os fundamentos dessa política e estabelece seus objetivos, como “*assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.*” (BRASIL, 1997). Além disso, relevância deve ser dada a Lei 9.433 de 1997, que propiciou a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através da Lei 9.984 de 17 de julho de 2000 com atualização prevista na Lei 14.026 de 2020, cuja função principal é implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e ser parte integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (BRASIL, 2000).

Para fazer referência a proteção de mananciais é indispensável citar o Código Florestal Federal - Lei 12651 de 2012, que em seu Artigo 4º estabelece Áreas de Preservação Permanente (APP's) para a devida proteção das áreas de nascentes e cursos d'água (BRASIL, 2012). Já no Estado de Minas Gerais existe o Código Florestal Estadual regido pela Lei 20.922 de 2013, onde em seu artigo 8º as APP's são tratadas como áreas de uso restrito e definidas como “*Área coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos*

hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.” (MINAS GERAIS, 2013a). As APP's são delimitadas pelos artigos 4º e 9º do Código Florestal Federal e Estadual, respectivamente, como:

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:

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

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 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;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado. (BRASIL, 2012; MINAS GERAIS, 2013a).

Como o presente estudo se aplica a sistemas de abastecimento público de água oriundos de represamento artificial de cursos d'água naturais, é importante trazer a Resolução CONAMA nº 302 de 2002, que apresenta definições, limites e parâmetros para APP's de reservatórios artificiais e seu entorno (BRASIL, 2002). Define-se no Artigo 3º da referida Lei que as APP's no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal, são constituídas de:

- I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;
- II - quinze metros, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até dez hectares, sem prejuízo da compensação ambiental;
- III - quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural. (BRASIL, 2002).

No Estado de Minas Gerais, é a Lei 10.793 de 1992 que trata especificamente da proteção de mananciais destinados ao abastecimento público (MINAS GERAIS, 1992). Esta veda em seu Artigo 4º (Inciso VI) a instalação, nas bacias de mananciais, de projetos ou empreendimentos de parcelamento do solo que comprometam os padrões mínimos de qualidade das águas.

Apesar do rigor estabelecido na Lei Estadual 10.793 de 1992 (MINAS GERAIS, 1992), ela não é aplicada em sua totalidade, haja vista a existência de parcelamentos de solo nas bacias dos mananciais de abastecimento de Juiz de Fora, destacando regiões da Represa São Pedro e da Represa Dr. João Penido. Desta forma, atenção especial deve ser dada à essas bacias hidrográficas, utilizando-se de ferramentas da política de gestão de recursos hídricos para protegê-las.

Além das legislações federais e estaduais, existe um arcabouço legal municipal que trata de questões referentes aos mananciais de abastecimento de Juiz de Fora e suas respectivas bacias de contribuição. Nesse sentido, o Plano Diretor do Município de Juiz de Fora, Lei Complementar 082 de 2018, também apresenta diversas medidas a serem implementadas para a preservação de mananciais, como a criação de APA's (Área de Proteção Ambiental) em seu entorno (JUIZ DE FORA, 2018b). No entanto, essa Lei Complementar não apresenta mecanismos para sua implantação e decretos para regulamentação dos artigos referentes à proteção dos mananciais.

Para a Represa Dr. João Penido existe uma legislação municipal específica que protege o manancial, a exemplo da Lei nº 6087 de 1981 que dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo na área da bacia hidrográfica (JUIZ DE FORA, 1981). Entende-se que o legislador ao criar essa lei teve o objetivo de disciplinar o eixo de crescimento do município para a região do manancial de abastecimento. Contudo, essa Lei passou por emendas através da Lei nº 11.817 de 2009, com destaque para o Artigo 9º:

É vedado qualquer tipo de ocupação nas áreas consideradas de preservação nos termos do disposto no art. 3.º desta Lei. §1º. O disposto neste artigo não se aplica aos serviços,

obras e edificações destinadas a: a - proteção de mananciais; b - controle de recuperação de erosão; c - estabilização de encostas; d - irrigação; e - manutenção da saúde pública; f - implantação de infraestrutura de alto interesse público. (JUIZ DE FORA, 2009).

Observa-se que essa emenda à Lei, em especial o Inciso F citado acima, foi inserido de forma a facilitar a implantação de obras de infraestrutura na bacia do manancial, a exemplo da Rodovia AMG-3085, que será tratada a seguir.

Ainda para a Represa Dr. João Penido, vem sendo atualizado, anualmente, um Decreto do Poder Executivo Municipal (em vigor o Decreto 14.794 de 2021) que suspende, em caráter temporário, a emissão de licenças e autorizações para toda a área de contribuição dessa bacia (JUIZ DE FORA, 2021). Por outro lado, a Lei Municipal nº 13.672 de 2018 também tem por objetivo restringir o uso do manancial, contudo, esta apresenta diversas aberturas que possibilitam a continuidade e a ampliação de seu uso incorreto, conforme dispõe o Artigo 1º:

Art. 1º Para preservação permanente dos mananciais do município ficam expressamente vedadas as seguintes atividades naquele reservatório:
I - pesca em geral, em qualquer de suas formas;
II - uso de barcos, canoas, lanchas e congêneres, para fins de pesca ou prática esportiva, ressalvado o direito adquirido dos atuais proprietários e clubes, desde que respeitados os critérios técnicos anti-poluentes;
III - natação, exceto em eventos esportivos, realizados por empresas credenciadas, que garantam a integridade física dos atletas participantes. (JUIZ DE FORA, 2018a).

Enquanto a Represa Dr. João Penido apresenta um vasto compêndio de Leis para sua proteção, mesmo que falhas, a Represa São Pedro foi esquecida pelo legislador. Acredita-se que isso possa estar relacionado com o fato da Represa São Pedro estar localizada em uma região de alto valor imobiliário e atrair empreendimentos que atendam o público com alto poder aquisitivo. Entende-se que os poderes executivo e legislativo do município de Juiz de Fora preteriram a potencialidade da Represa São Pedro como manancial de abastecimento, ficando esta protegida pela legislação estadual e federal, o que não foi suficiente para a sua correta preservação.

Mesmo diante da existência de uma legislação ambiental específica para proteger os mananciais de Juiz de Fora, o entorno das represas Dr. João Penido e São Pedro vem sendo ocupado ao longo dos anos, onde inúmeras edificações e rodovias foram e estão sendo implantadas nas suas margens, acarretando diversos problemas ambientais.

3.2. Antropização dos mananciais de abastecimento de Juiz de Fora

3.2.1. Empreendimentos imobiliários

Nas últimas décadas, houve uma crescente demanda da população classe A e B para obtenção de habitações mais afastadas dos centros urbanos, impulsionada por fatores sociais e econômicos, com destaque para os problemas de segurança das cidades, busca por melhorias na qualidade de vida e por maior integração com a natureza. Dessa forma surgiram os condomínios residenciais (Condomínios de casas ou de lotes), que visam propor um estilo de vida mais saudável, com conforto e segurança (ZINN, 2017). A estruturação de áreas urbanizadas na tipologia “Condomínio de Lotes” muitas vezes se caracteriza por loteamento fechado que tem sua área cercada e delimitada, a fim de controlar o acesso ao local por portarias, trazendo segurança e privacidade para os moradores. Esta estruturação ainda proporciona a criação de áreas verdes e de infraestrutura de acordo com o padrão local, bem como a criação de associação de moradores para administrar e gerenciar os espaços comuns (ZINN, 2017).

O município de Juiz de Fora possui grande relevância no cenário econômico do Estado de Minas devido aos processos históricos e localização geográfica. Além disso, a região é destaque no setor terciário devido ao comércio local e serviços nas áreas de educação e saúde. Indicadores de atividade econômica destacam a movimentação bancária e a arrecadação municipal como os principais responsáveis pelo resultado positivo da economia da cidade (RIBEIRO, 2009). Como a maioria das cidades brasileiras de porte médio, Juiz de Fora sofreu as consequências do crescimento urbano e econômico. Em meio a esse cenário, a criação de condomínios residenciais surgiu como solução para muitas famílias de classe média e alta melhorarem sua qualidade de vida e segurança.

Ao se analisar a antropização nas áreas de mananciais de abastecimento do município de Juiz de Fora é importante destacar alguns empreendimentos que estão instalados nessas regiões e que passaram pelo processo de licenciamento ambiental. O Loteamento Alphaville Juiz de Fora é um empreendimento que está situado na bacia de contribuição da Represa São Pedro e trata-se de parcelamento do solo urbano caracterizado por loteamento com controle de acesso. O licenciamento ambiental desse loteamento foi realizado pelo Estado de Minas Gerais através da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), ficando a análise do processo e a elaboração de parecer técnico/jurídico a cargo da Superintendência Regional de Meio Ambiente da Zona da Mata (SUPRAM-ZM).

O Loteamento Alphaville possui área total de 218 hectares, sendo classificado pela Deliberação Normativa COPAM nº 74 de 2004 (em vigor na época de sua implantação) como

classe 5, onde o potencial poluidor é considerado médio e o porte grande. Assim o empreendimento estava sujeito a apresentação de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) conforme dispõe a Resolução CONAMA 01 de 1986 e teve seu licenciamento em 3 etapas: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO) (MINAS GERAIS, 2008).

Ao seguir os tramites legais, o órgão ambiental licenciador realizou consulta ao órgão municipal responsável pela gestão da Represa São Pedro, no caso, a Companhia Municipal de Saneamento (CESAMA), quanto aos impactos provenientes da instalação desse grande empreendimento na cabeceira da represa, sendo esta utilizada como fonte de água para abastecimento de grande parte do município de Juiz de Fora. E conforme consta no parecer exarado pela SUPRAM, página nº 937 do Processo Ambiental nº 02906/2004/001/2006, a CESAMA se dignou a informar que *“não havendo impedimentos pelos órgãos ambientais, conforme preceitos ditados pela DN 58/2002, que está ciente da localização geográfica do futuro loteamento relativo à sub-bacia e cabeceira do Córrego São Pedro, o qual, neste trecho possui qualidade de água classe I.”* (MINAS GERAIS, 2008). Com a resposta da CESAMA, o órgão ambiental deu prosseguimento ao processo de licenciamento ambiental, onde fora emitida a Licença Prévia no ano de 2008.

Posteriormente, na etapa de LI (ano de 2011), foram estabelecidas duas condicionantes com vistas a uma melhor manutenção da qualidade das águas do manancial, sendo elas:

Condicionante nº 4: Tendo em vista que a vazão de efluente sanitário a ser gerada é superior à capacidade da rede coletora existente, o efluente tratado deverá ser lançado no Córrego São Pedro, através de um emissário, em ponto à jusante do manancial de abastecimento da CESAMA;

Condicionante nº 7: A respeito do sistema de drenagem pluvial, solicita-se que o ponto de lançamento final do mesmo esteja localizado a jusante do manancial de abastecimento público da região. Apresentar detalhamento deste ponto através de planta da drenagem pluvial do empreendimento. (MINAS GERAIS, 2011).

O parecer de LO do referido loteamento (ano de 2013), apresenta, entre outras informações, o relatório de cumprimento das condicionantes da LI, onde pode-se verificar que a Condicionante nº 4 fora cumprida e descreve-se que o empreendedor executou as obras de construção do emissário e que o efluente seria lançado no Córrego São Pedro a jusante da represa (MINAS GERAIS, 2013b). Contudo, a Condicionante nº 7 foi alterada após solicitação do empreendedor, onde conforme descrito no parecer de LO, o empreendedor apresentou uma

nova proposta contemplando a instalação de caixas com câmaras de retenção de sedimento e sistema separador de água e óleo ao longo da rede de drenagem (MINAS GERAIS, 2013b). Conforme o parecer da LO, essa nova proposta foi aceita pelo órgão ambiental. No entanto, destaca-se que licenças de operação de loteamentos não tem previsão de revalidação e de monitoramento ambiental, considerando que o loteamento implantado se torna parte de um bairro e sua conservação fica sob a responsabilidade do município (MINAS GERAIS, 2013b).

Em Juiz de Fora, situações relacionadas a dispositivos de drenagem são preocupantes, considerando que o município apresenta diversos problemas relacionados às redes de captação de água pluvial e não possui mão de obra suficiente para realizar sua manutenção. Dessa forma, considera-se que o órgão ambiental cometeu uma falha ao permitir a alteração do projeto de drenagem, visto que a nova solução depende de manutenção periódica que, se não realizada de maneira correta, poderá resultar no assoreamento da represa, comprometendo ainda mais a qualidade das águas do manancial.

O assoreamento é um dos maiores problemas que afetam as represas de Juiz de Fora, principalmente a Represa São Pedro, sendo esse impacto gerado e intensificado pelo aumento da ocupação urbana dos arredores, o que resultou no desmatamento e na construção de fossas sépticas nas margens do manancial. Todos esses eventos contribuem para a degradação das águas da bacia (RIBEIRO, 2009; MARTINS et al., 2020). Rocha e Costa (2015) destacam que a proximidade do Condomínio Alphaville ao corpo d'água principal contribui para o assoreamento, a supressão da vegetação ciliar e a emissão *in natura* de esgotos domésticos, prejudicando a qualidade da água para abastecimento público da região.

É preciso destacar que os empreendimentos instalados na bacia de contribuição dos mananciais de Juiz de Fora, e aqui citados, passaram pelo licenciamento ambiental. No entanto, diversos outros empreendimentos imobiliários foram e estão se instalando nessas regiões sem o devido licenciamento ambiental.

Primeiramente, é necessário descrever o entendimento da Prefeitura de Juiz de Fora quanto à diferenciação entre loteamentos e condomínios. Para isso, será utilizado o Parecer do Departamento de Procuradoria do Patrimônio, Urbanismo e Meio Ambiente da Procuradoria Geral do Município de Juiz de Fora (JUIZ DE FORA, 2017). Ao ser questionada pela Secretaria de Meio Ambiente sobre a possibilidade dos condomínios terem o mesmo tratamento dos loteamentos no que tange questões relativas ao licenciamento ambiental, a Procuradoria Geral do Município respondeu que:

...dado o princípio da estrita legalidade, a administração pública não pode agir sem estar embasada em norma jurídica expressa. Assim, sendo, e diante da ausência de norma jurídica que preveja o licenciamento de tal atividade, não nos cabe licenciar, mas tão somente analisar os aspectos ambientais que possam decorrer de intervenções passíveis de licenciamento e/ou autorização, como, por exemplo, supressão vegetal ou intervenção em APP. Naturalmente que, caso o município considere conveniente e oportuno, poderá vir a elaborar norma jurídica que contemple o licenciamento de tal atividade, sendo certo que, ao meu sentir, não seria possível aplicar, por analogia, os dispositivos referentes a parcelamento do solo em uma atividade que, a rigor não contempla “parcelamento”, mas tão somente a subdivisão em frações ideais. (JUIZ DE FORA, 2017).

Respeitando a competência dos órgãos jurídicos municipais, tem-se entendimento totalmente diverso do que o apresentado pela Procuradoria, uma vez que do ponto de vista técnico as obras para a implantação de um condomínio de casas e/ou de lotes são muito similares a de um loteamento de igual porte. Em ambas as obras são necessárias abertura de vias, supressão de vegetação, obras de drenagem, redes de água potável e de coleta de esgoto.

Desse modo, o Departamento de Licenciamento Ambiental da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Juiz de Fora submeteu ao Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMDEMA) uma revisão da norma municipal que trata dos parcelamentos de solo, essa foi avaliada pelos conselheiros e publicada em 08 de abril de 2022. Assim, foi revogada a Deliberação Normativa COMDEMA nº 49 de 2018, que estabelecia normas e procedimentos relativos ao licenciamento ambiental de parcelamento do solo urbano, caracterizado como loteamento (JUIZ DE FORA, 2018c). Atualmente, está em vigor a Deliberação Normativa COMDEMA nº 58 de 2022, que estabelece normas e procedimentos relativos ao licenciamento ambiental de loteamentos, condomínios de edificações horizontais e condomínios de lotes (JUIZ DE FORA, 2022).

Além dos empreendimentos imobiliários citados, destaca-se que a construção de rodovias, como AMG-3085 e BR 040, também dificulta a preservação dos mananciais de Juiz de Fora.

3.2.2. Rodovias

Na bacia de contribuição das represas Dr. João Penido e São Pedro foram construídas duas rodovias. A Rodovia AMG-3085 foi construída com objetivo de fazer a ligação entre o Aeroporto Regional da Zona da Mata com a Rodovia BR-040 sem a necessidade de acessar o centro urbano do município de Juiz de Fora, o que gerou interferência direta nas nascentes da Represa Dr. João Penido. Já a Rodovia BR-440 foi projetada com objetivo de interligar a

Rodovia BR-040 com a Rodovia BR-267 na área urbana de Juiz de Fora, impactando diretamente a Represa São Pedro.

A seguir, serão abordados alguns aspectos relevantes dos empreendimentos citados e seus processos de licenciamento ambiental.

3.2.2.1. Rodovia AMG-3085

A Rodovia MG-3085 está localizada entre os municípios de Juiz de Fora e Coronel Pacheco. Seu projeto foi concebido com o objetivo de interligar a Rodovia MG-353 (Acesso ao Aeroporto Regional da Zona da Mata) com a BR-040, sendo a execução das obras de responsabilidade do Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER-MG).

Para o licenciamento ambiental, nos termos da Deliberação Normativa COPAM nº 74 de 2004, o empreendimento seria enquadrado como não passível de licenciamento ambiental, haja vista que a atividade “implantação ou duplicação de rodovias” corresponde ao código “E-01-01-5” da Deliberação Normativa COPAM nº 74 de 2004, enquanto “pavimentação e/ou melhoramento de rodovias” corresponde ao código “E-01-03-1” (MINAS GERAIS, 2004). Estão previstos 9,8 km de rodovia a ser implantada e 5,5 km de pavimentação e/ou melhoramentos, sendo esse valor abaixo do mínimo exigido para licenciamento ambiental. Contudo, o empreendimento foi convocado ao licenciamento ambiental (LP+LI) pela SEMAD/MG, por entender que as duas tipologias deveriam ser analisadas de forma cumulativa (não fragmentada), uma vez que o traçado previsto está sobre um dos tributários da Represa João Penido.

Conforme descrito no Parecer Único nº 59954 de 2010, referente a etapa de LP e LI, o empreendimento rodoviário compreende uma extensão de 15,3 km e visa retirar do perímetro urbano de Juiz de Fora o fluxo de trânsito de veículos, bem como promover a otimização da logística de transporte na região ao realizar uma ligação estratégica entre o Aeroporto Regional da Zona da Mata e a Rodovia BR-040 (MINAS GERAIS, 2010). O Parecer Único de LP e LI do empreendimento descreve, ainda, que para reduzir o impacto sobre as águas da Represa Dr. João Penido ocorreram alterações no projeto original, afastando a via das margens do lago.

Entre os principais impactos gerados pela construção da rodovia está, segundo o parecer, a interceptação de dois cursos d’água (Ribeirão dos Burros e Córrego do Grama) formadores da Represa João Penido, além de outros contribuintes da represa e de outras microbacias. Com a implantação da rodovia, haveria um aumento no trânsito de veículos e caminhões no local e, conseqüentemente, maior risco de acidentes. Tendo em vista a existência do lago João Penido a jusante da rodovia, o risco de acidentes possui maior importância, principalmente com relação

aqueles envolvendo veículos que transportam cargas perigosas e que podem comprometer a qualidade da água da represa (MINAS GERAIS, 2010).

De acordo com os levantamentos apresentados no Relatório de Controle Ambiental do empreendimento (MINAS GERAIS, 2010), o lago João Penido vem sofrendo um intenso processo de assoreamento, causado por diversas formas de uso e ocupação das terras da sub-bacia em questão e, principalmente, pelo intenso desmatamento da região. Atualmente, as drenagens dos afluentes do lago João Penido, nos locais onde a rodovia fará a transposição dos cursos d'água, são formadas por vegetação de brejo. O parecer destaca, ainda, que existem outros pontos onde o traçado da rodovia irá transpor braços secundários da represa. Estes pontos também merecem atenção especial, pois alimentam os córregos que deságuam na represa.

Após descrever os impactos gerados pela obra da Rodovia AMG-3085, o parecer lista medidas mitigadoras para os impactos nos mananciais, incluindo sinalização educativa, controle/redução de velocidade e barreiras de contenção (MINAS GERAIS, 2010). A sinalização educativa visa prevenir a ocorrência de acidentes com cargas perigosas nos trechos da rodovia com transposição dos cursos d'água do lago João Penido. Para o controle/redução da velocidade (fixada em 40 km/h) tem-se placas sinalizadoras e barreiras físicas nos pontos de transposição dos cursos d'água e dos braços secundários do lago. Já as barreiras de contenção ficam às margens da rodovia, em locais de transposição dos cursos d'água principais (Ribeirão dos Burros e Córrego do Grama) e em todos os pontos de transposição dos braços secundários que abastecem a represa João Penido. As barreiras evitam que veículos saiam da pista e que o vazamento da carga escoe para a represa.

O Parecer Único nº 0872118 de 2017 descreve que as obras foram iniciadas em 03 de abril de 2013, mas foram paralisadas em 01 de novembro de 2014 em virtude do período de transição governamental. Dessa forma, não foi possível concluir a obra dentro da vigência da LI anteriormente concedida e a retomada das obras foi amparada por um Termo de Ajustamento de Conduta, sendo posteriormente formalizado novo processo com solicitação de Licença de Instalação em Caráter Corretivo (LIC) e concomitante com a Licença de Operação (LO) (MINAS GERAIS, 2017).

3.2.2.2. Rodovia BR-440

O projeto da BR-440 foi concebido com o objetivo de realizar a integração entre as Rodovias BR-040 e BR-267 no município de Juiz de Fora. Atualmente, essa ligação é realizada utilizando a malha viária do município, o que causa impactos negativos à comunidade, como aumento no fluxo de veículos e deterioração do pavimento.

A rodovia BR-440 trata da construção de 5 km de rodovia ligando a BR-040 à Rua José Lourenço Kelmer, que se desenvolve ao longo do curso do Córrego São Pedro, com 3,78 km de canalização. O projeto também propõe a interligação entre a rodovia e os bairros Mariano Procópio, Borboleta e São Pedro, além de viadutos, intercessões de ruas e avenidas, obras de canalização e interceptores de esgoto do Córrego São Pedro.

O processo de licenciamento desse empreendimento foi conturbado. Inicialmente, é preciso esclarecer que a implantação do entroncamento da BR-440 com a BR-040 no município de Juiz de Fora foi licenciada pelo COMDEMA em 26 de agosto de 2009. A instalação do empreendimento foi objeto de ação movida pelo Ministério Público Federal, sendo que o desfecho dessa ação foi homologado pelo Juiz da 3ª Vara Federal da Subseção Judiciária de Juiz de Fora, por meio de decisão proferida em 17 de agosto de 2016, da qual transcreve-se um trecho:

O DNIT e a EMPA S.A, comprometem-se a sujeitar a Rodovia BR-440, como um todo, compreendendo o trecho já executado e as obras e serviços remanescentes, a processo de licenciamento ambiental corretivo, perante o órgão ambiental estadual, que possibilite o desenvolvimento de diagnóstico ambiental de toda a área de influência do empreendimento, mediante metodologia adequada de identificação e quantificação de impactos em áreas de preservação permanente do Córrego São Pedro e do reservatório da represa de São Pedro, em outros espaços territoriais especialmente protegidos, no tráfego viário e na mobilidade urbana na especulação imobiliária e no adensamento populacional e na rede de drenagem e nas probabilidades de enchentes e alagamentos, em especial no baixo curso do Córrego São Pedro, com a estipulação de medidas pertinentes e suficientes de controle, mitigação e compensação(...). (MINAS GERAIS, 2018).

O projeto foi classificado pela Deliberação Normativa COPAM nº 74 de 2004 (revogada) segundo as atividades E-03-03-4 (Retificação de curso d'água) e E-01-01-5 (Implantação ou Duplicação de Rodovias), classificadas como de grande porte, médio potencial poluidor e classe 5 (MINAS GERAIS, 2004).

A canalização do curso hídrico foi justificada nos estudos ambientais como forma de mitigar impactos sobre a população do entorno, evitando a desapropriação de famílias, supressões de vegetação e enchentes durante os períodos chuvosos. O estudo inclui a construção de galerias paralelas ao córrego para coleta do esgoto, evitando a contaminação e o mau cheiro, direcionando-o para uma Estação de Tratamento de Esgoto em construção pela Prefeitura de Juiz de Fora (MINAS GERAIS, 2018).

Questões referentes aos recursos hídricos e intervenções em APP estão descritas no Parecer Único 0783388 de 2018 e mostram que o empreendimento rodoviário está inserido na

bacia hidrográfica do Córrego São Pedro, pertencente à bacia do rio Paraibuna, que por sua vez pertence à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (MINAS GERAIS, 2018).

O empreendimento está localizado parcialmente em APP da Represa de São Pedro e do Córrego de São Pedro, ocupando uma área de 12,36 ha. O empreendimento foi declarado de utilidade pública, enquadrando-se em exceção prevista no Código Florestal Federal - Lei 12651 de 2012. Em manifestação da CESAMA sobre a possibilidade de intervenção na APP no manancial Represa de São Pedro, foram solicitadas algumas medidas mitigadoras por parte do empreendedor, a saber:

Mais importante que a supressão ou não desta parcela de vegetação, é garantir que seja mantido o fluxo de vazão, fruto de precipitações que ocorram na porção sul da bacia, até o interior do lago. Para isso, algumas providências devem ser tomadas, como por exemplo, a existência de bueiros no fundo do talvegue no trecho a ser complementado de rodovia, bem como adotar as saias dos aterros de revestimento vegetal. E ainda, formar uma proteção ciliar através de um cercamento físico, como com cercas de mourões e fios aliás as cercas vivas (sansão do campo) e espécies ciliares para atuar como barramento seletivo ao carreamento de materiais para o interior do lago, mas não o respectivo volume precipitado, no trecho a jusante da rodovia. (MINAS GERAIS, 2018).

Verifica-se que, diferentemente do processo de licenciamento da rodovia AMG-3085, na BR-440 não foram tomados cuidados referentes aos riscos inerentes ao tráfego de veículos que possam carrear poluentes para o interior dos mananciais. Além disso, não foram estabelecidas medidas para contenção de possíveis vazamentos de materiais combustíveis, nem medidas educativas, a exemplo de sinalização de trânsito com informações sobre a existência do manancial de abastecimento público. Destaca-se, ainda, que as supressões de vegetação e intervenções em APP para a implantação da rodovia foram realizadas, mas a obra não foi concluída até hoje.

A ocupação das áreas de mananciais de abastecimento de Juiz de Fora por empreendimentos imobiliários e rodovias precisa ser estudada, a fim de se estabelecer medidas sustentáveis para a preservação da região.

3.3. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram concebidos pelos Estados Membros das Nações Unidas no ano de 2015. Os objetivos compõem um plano global de ações com vista de erradicar a pobreza e promover o desenvolvimento sustentável em cinco áreas: pessoas, planeta, prosperidade, paz e parceria (NAÇÕES UNIDAS, 2015).

Segundo Chankseliani e McCowan (2021), as instituições de ensino superior fornecem insumos valiosos para a implementação dos ODS. Estes variam de metas relacionadas a aspectos sociais, aspectos econômicos e infraestrutura, e outros assuntos emergenciais relacionados às mudanças climáticas.

São 17 objetivos (Figura 3) e 169 metas que compreendem as demandas apoiadas pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Esses objetivos e metas demandam transformação nos aspectos econômicos, sociais e ambientais para que sejam atingidos.



Figura 3. 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Fonte: Nações Unidas (2015).

No presente estudo, que aborda temática referente à mudança de uso de solo em regiões de mananciais de abastecimento público, verifica-se a presença de três ODS: 1) *Objetivo 6* - Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos; 2) *Objetivo 11* - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; 3) *Objetivo 15* - Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização do município de Juiz de Fora

O município de Juiz de Fora - MG se localiza na porção Sudeste do Brasil, região conhecida como Zona da Mata mineira, uma das mesorregiões geográficas que compõem o Estado de Minas Gerais (Figura 4). O município está situado estrategicamente entre três principais metrópoles nacionais, sendo São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

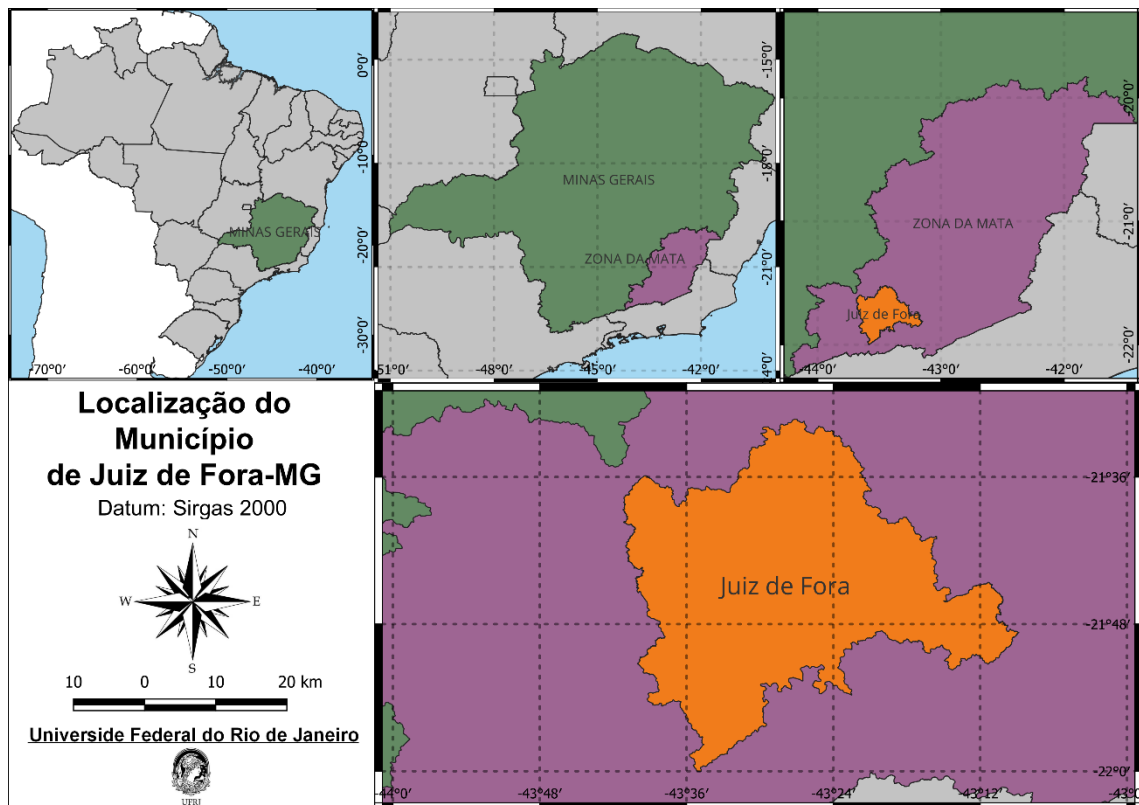


Figura 4. Localização do Município de Juiz de Fora - MG.

O clima da região é tropical úmido de altitude, caracterizado como CWA, onde se observa inverno seco, com precipitação média inferior a 60 mm, e verão quente, com temperatura média acima de 22 °C (SÁ JUNIOR, 2009).

Geologicamente, o município de Juiz de Fora situa-se na Faixa Ribeira, que constitui uma faixa móvel de idade Neoproterozóico-cambriana, gerada durante as etapas finais da Orogênese Brasileira (Figura 5). Este segmento da faixa é compartimentado em diferentes terrenos tectono-estratigráficos, justapostos de leste a oeste durante a etapa principal de convergência, denominados: Terreno Cabo Frio, Terreno Oriental, Klippe Paraíba do Sul e Terreno Ocidental (DUARTE et al., 2003). O empilhamento destes terrenos é caracterizado pelo imbricamento de escamas crustais para oeste, em direção à margem São Franciscana. A

cidade de Juiz de Fora assenta-se sobre unidades litológicas dos Domínios Andrelândia e Juiz de Fora, as quais estão associadas ao Terreno Ocidental, bem como nas unidades do Klippe Paraíba do Sul.

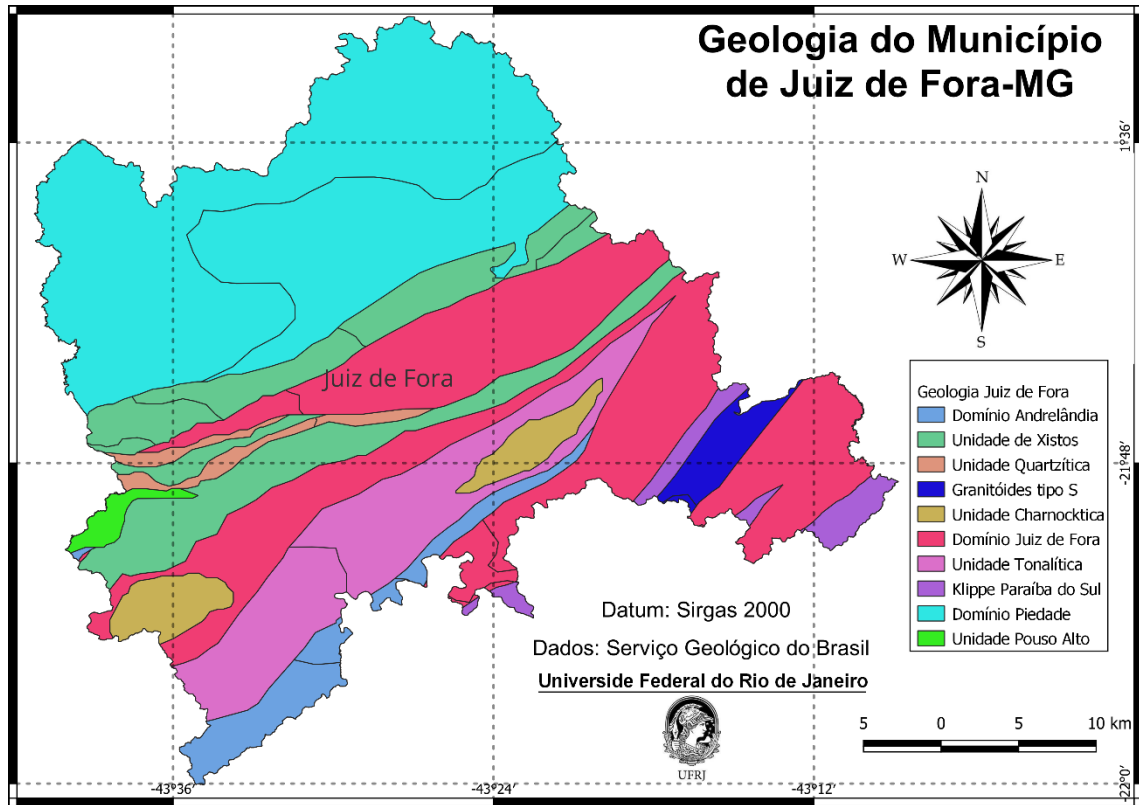


Figura 5. Geologia do Município de Juiz de Fora - MG.

Quanto aos aspectos geomorfológicos, a Zona da Mata Mineira, de acordo com Duarte et al. (2003), encontra-se no domínio Planalto da Serra da Mantiqueira Setentrional, que se distingue por ser montanhosa, com altitude média entre 500 e 700 m. O relevo é constituído por pequenas serras alongadas na direção Nordeste, que possuem segmentos de encostas íngremes, além de extensos domínios de colinas convexas de baixa amplitude altimétrica e encostas mais suaves. De um modo geral, a região apresenta um espesso manto de alteração intempérica, ao qual associam-se várias ocorrências minerais de origem supergênica, como bauxita, caulim e saibro. O município de Juiz de Fora, especificamente, situa-se em região dos planaltos cristalinos rebaixados, com altitude média de 750 m. O município possui um relevo com forte dissecação, que pode ser considerado montanhoso, tendo a hidrografia local papel fundamental em seu modelamento. Sua zona urbana apresenta declividades que variam de 12 a 50%, sendo que as declividades diferentes a estas estão, em sua maioria, em localidades mais afastadas da sede (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2004).

Na organização pedológica da Zona da Mata, há predomínio dos Latossolos de coloração laranja ou amarelada, que se apresentam com perfis profundos e horizontes pouco diferenciados (VALVERDE, 1958). Também são encontrados Litossolos derivados de sericitaxistos e micaxistos, bem como Latossolos húmicos, os quais são mais escuros e férteis (VALVERDE, 1958). Segundo Baruqui (1982), em regiões elevadas da paisagem da Zona da Mata encontra-se o Latossolo vermelho-amarelo húmico, além de Nitossolos associados aos diques de rochas máficas. Nas baixadas, na posição de terraço, são encontrados Argissolos vermelho-amarelos câmbico distrófico e eutrófico. Nos leitos maiores dos cursos d'água são encontrados solos aluviais, quase sempre eutróficos, e nas partes mais rebaixadas os solos hidromórficos, geralmente distróficos. Estudos realizados pelo Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC, 1983) mostram que os Latossolos ocorrem de forma predominante na região, ocupando 88% da Zona da Mata, seguido dos Argissolos com 6%, e, em menor proporção, aparecem os Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos.

O território de Juiz de Fora se localiza na Bacia Hidrográfica Federal do Rio Paraíba do Sul e na região da Macrobacia Hidrográfica do Atlântico Sudeste (Figura 6). A bacia do rio Paraíba do Sul ocupa uma área de aproximadamente 62.074 km², que drena uma das regiões mais desenvolvidas do país, estendendo-se por parte do Estado de São Paulo (14.510 km²), na região conhecida como Vale do Paraíba Paulista, parte do Estado de Minas Gerais (20.173 km²), denominada Zona da Mata Mineira, e metade do Estado do Rio de Janeiro (26.851 km²). Neste percurso, abrange um total de 184 municípios, o que corresponde a 0,7% da área do país (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2007). O vale do rio Paraíba do Sul distribui-se na direção Leste-Oeste entre as Serras do Mar e da Mantiqueira, situando-se em uma região de relevo bastante acidentado, com colinas e montanhas de mais de 2.000 m nos pontos mais elevados e poucas áreas planas (CEIVAP, 2014). No entanto, diversas formas de poluição têm impactado negativamente os recursos hídricos da região. De acordo com o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2014), as principais causas de poluição das águas da região estão relacionadas à disposição inadequada do lixo; ao desmatamento indiscriminado com consequente erosão que acarreta o assoreamento dos rios, agravando as consequências das enchentes; a retirada de recursos minerais para a construção civil sem a devida recuperação ambiental; o uso indevido e não controlado de agrotóxicos; a extração abusiva de areia; a ocupação desordenada do solo; a pesca predatória; dentre outras. Concomitante a isso, a ausência de tratamento de esgoto em 90% dos municípios que compõem a bacia contribui para a degradação dos recursos hídricos locais. Assim, a carga poluidora que chega diariamente na

bacia é de cerca de 300 toneladas de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), dos quais 86% é de origem de efluentes domésticos e 14% de efluentes industriais (CEIVAP, 2014).

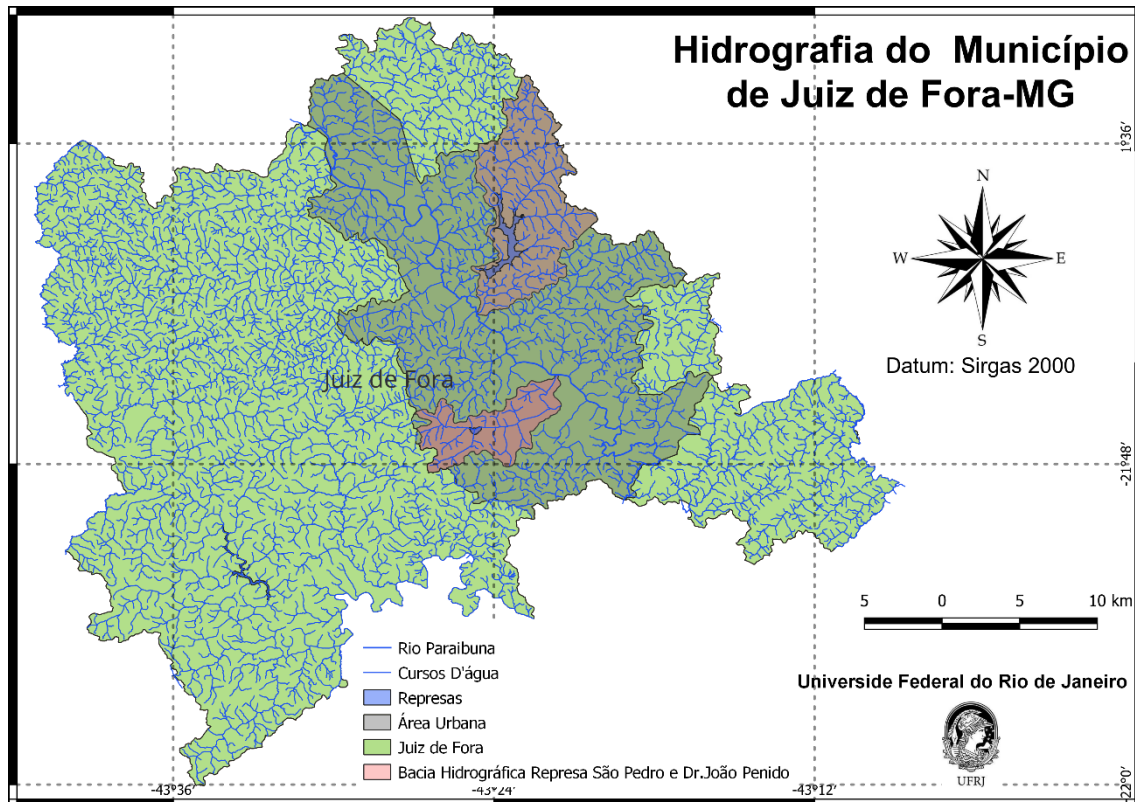


Figura 6. Hidrologia do Município de Juiz de Fora - MG.

O Estado de Minas Gerais possui 853 municípios (IBGE, 2010) com relevo, clima, recursos hídricos e solos típicos, além de vegetações adaptadas aos diferentes tipos de ambientes. A cobertura vegetal do estado está distribuída em três Biomas, incluindo Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga. Os dois primeiros são considerados *hotspots* mundiais, ou seja, são ecossistemas prioritários para a conservação devido ao endemismo elevado e alto grau de ameaça (DRUMMOND et al., 2009). Já o município de Juiz de Fora encontra-se inserido integralmente dentro dos limites de abrangência do bioma Mata Atlântica, região denominada Zona da Mata, representada principalmente por Florestas Estacionais Semidecíduais e por manchas de florestas secundárias em processo de regeneração natural, além de áreas de pastagem e agricultura abandonadas (PAIVA et al., 2015; VALVERDE, 1958; OLIVEIRA-FILHO e FONTES, 2000; OLIVEIRA-FILHO et al., 2005). A Mata Atlântica apresenta clima quente e úmido, além de alto índice pluviométrico, o que mantém a vegetação sempre verde e densa. É constituída de árvores altas com diferentes tipos de folhas, normalmente grandes e lisas (RIZZINI, 1997; MARTINS, 2012). A Floresta Estacional Semidecidual é constituída por

árvores com altitude superiores a 4 m e que podem atingir até 40 m de altitude (OLIVEIRA-FILHO, 2006). Esse tipo de floresta é caracterizado por verões quentes e chuvosos e por invernos frios e secos, o que determina a queda parcial das folhas em 20-50% das árvores (IBGE, 2012; VELOSO et al., 1991).

4.2. Avaliação temporal do uso e ocupação do solo nas áreas de mananciais de abastecimento público de Juiz de Fora através de geoprocessamento

As geotecnologias formam um conjunto de técnicas para coleta, armazenamento, edição, processamento, análise de dados e informações com referência espacial geográfica. São compostas por soluções em hardware, software, peopleware e dataware (ZAIDAN, 2017). No rol das geotecnologias encontra-se o Geoprocessamento, Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto por Satélites, Sistema de Posicionamento Global, Aerofotogrametria e Topografia (CARRARA et al., 2018). Dentre as geotecnologias citadas, destaca-se o geoprocessamento e SIGs.

O termo geoprocessamento representa uma disciplina do conhecimento que utiliza um conjunto de técnicas, métodos teóricos e ferramentas computacionais associadas à coleta, entrada, armazenamento de dados e análises avançadas de estruturas matemáticas para o tratamento de informações geográficas (ZAIDAN, 2017). Nesse sentido, o geoprocessamento de dados tem influenciado cada vez mais análises ambientais, prospecção mineral, transportes e planejamento urbano (CÂMARA et al., 2001; ARAÚJO, 2017). É importante observar que informações georreferenciadas têm como característica principal o atributo de localização, ou seja, estão ligadas a uma posição específica do globo terrestre por meio de suas coordenadas (ZAIDAN, 2017).

Diferentes tipos de dados e informações podem ser trabalhados em ferramentas de geoprocessamento, a exemplo de dados cadastrais, dados de redes, modelos numéricos, imagens e dados temáticos (CÂMARA et al., 2001). Os dados temáticos fornecem informações para descrever a distribuição espacial de uma grandeza geográfica de forma qualitativa e podem ser obtidos através de classificação de imagens ou por levantamento de campo com posterior digitalização das informações (CÂMARA et al., 2001).

Ferramentas de geoprocessamento foram utilizadas para analisar o uso e a ocupação do solo nas bacias das represas São Pedro e Dr. João Penido. Para isso, a metodologia de tratamento dos dados foi dividida em três etapas: 1) Pré-processamento; 2) Processamento; 3) Pós-processamento, conforme pode ser observado no esquema abaixo (Figura 7).

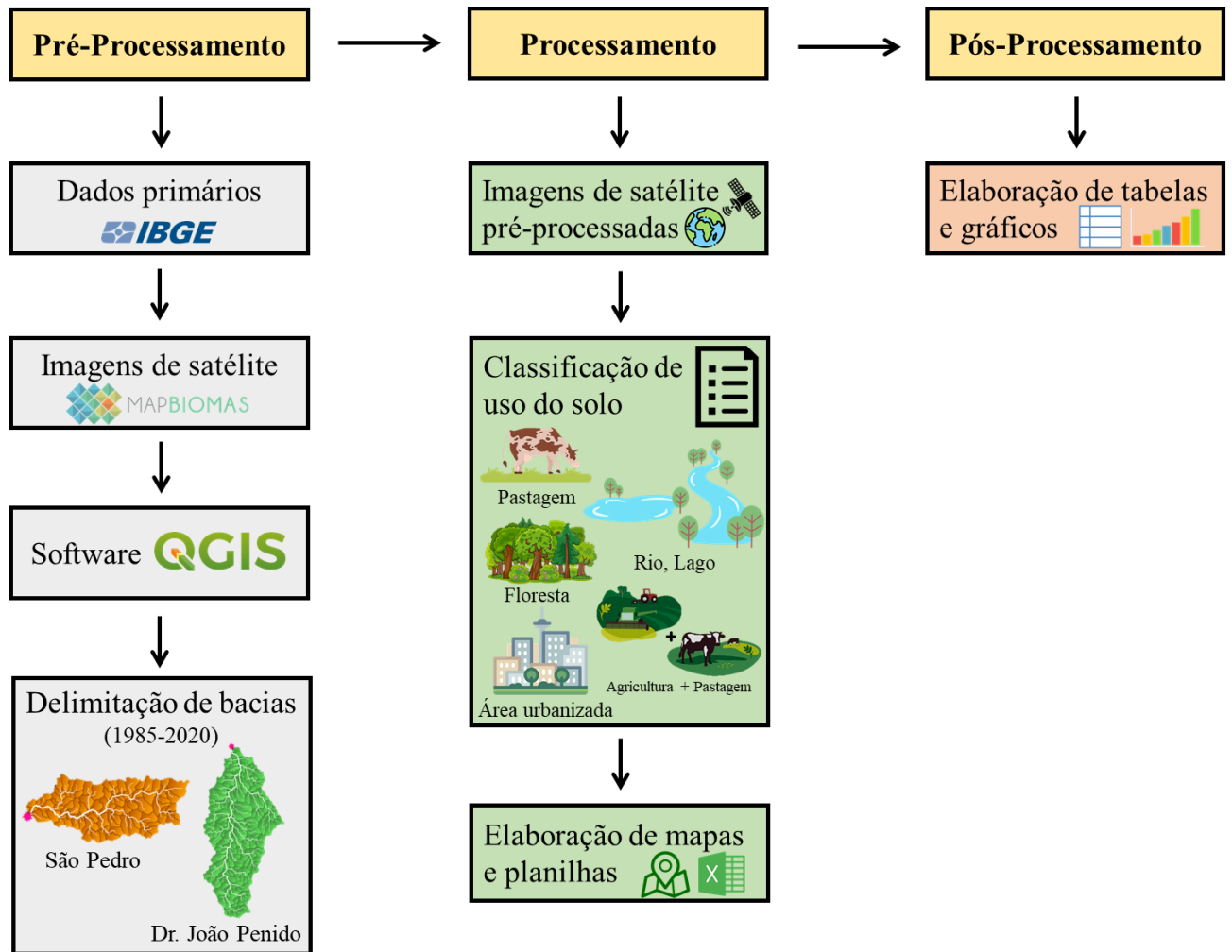


Figura 7. Fluxograma da metodologia empregada no estudo.

4.2.1. Pré-processamento

4.2.1.1. Obtenção de dados primários

A etapa de pré-processamento consistiu na busca por dados primários da região de estudo. Foram obtidos modelos digitais de elevação (MDE) disponíveis no site da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o município de Juiz de Fora. As imagens foram obtidas no formato GeoTIFF (*raster*) e trabalhadas no Software Quantum GIS (QGIS) versão 3.22.6 “Bialowieza”. O Software QGIS possui código aberto disponível segundo os termos da Licença Geral Pública GNU (<https://www.qgis.org/>).

No software QGIS, o MDE para o município de Juiz de Fora foi convertido do Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) WGS 1984 para o padrão brasileiro SRC SIRGAS 2000 (Zona 23S). Posteriormente, utilizou-se o módulo (*plugin*) GRASS que possibilitou a delimitação das bacias hidrográficas das áreas de interesse, sendo bacia da Represa Dr. João

Penido e bacia da Represa São Pedro. Os arquivos das bacias foram salvos no formato Vetor (*Shape File*) para serem utilizados, posteriormente, como camada máscara para recortes das imagens de satélite.

A partir da delimitação das bacias hidrográficas, foram obtidas as coordenadas centrais 21°40'46.67"S 43°24'0.04"O e área total de 7.084 ha para a Represa Dr. João Penido. Para a Represa São Pedro, as coordenadas centrais foram 21°46'44.37"S 43°24'41.31"O e a área total 2.998 ha.

4.2.1.2. Obtenção de imagens de satélite

As informações referentes às alterações do uso do solo foram obtidas através do Projeto MapBiomias. O Projeto MapBiomias é uma rede de colaboração formada por Organizações não Governamentais, Universidades e Startups de tecnologia. O projeto tem o propósito de revelar as transformações do território brasileiro por meio da ciência e proporcionar o acesso ao conhecimento sobre o uso da terra, visando contribuir para a conservação dos recursos naturais e mitigação das mudanças climáticas. O projeto possui mapeamento anual da cobertura e uso do solo, monitoramento da superfície de água e de intervenções causadas por incêndio, com dados a partir de 1985.

Os dados do MapBiomias foram obtidos através do *Google Earth Engine* (projects/mapbiomas-workspace/public/collection7/mapbiomas_collection70_integration_v2) e as imagens do Município de Juiz de Fora transferidas no formato GeoTIFF. Foram selecionadas imagens dos anos 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020. Escolheu-se trabalhar com imagens de satélite geradas a cada 5 anos no período de 1985 a 2020 para se alcançar uma representação real das modificações do uso do solo nessas regiões ao longo de 35 anos.

4.2.1.3. Tratamento das imagens e delimitação das áreas de interesse

Os dados do projeto MapBiomias, que representam toda a extensão do município de Juiz de Fora, foram obtidos no SRC WGS 1984 e convertidos para o SRC Sirgas 2000. Considerando que no presente estudo serão analisadas duas bacias específicas, realizou-se o recorte das camadas *raster* (GeoTIFF) com base nas camadas das bacias hidrográficas (vetor) obtidas na etapa de pré-processamento.

No QGIS utilizou-se a ferramenta “recortar *raster* pela camada máscara”, etapa que foi repetida para as duas bacias hidrográficas trabalhadas e para os anos de interesse.

4.2.2. Processamento

4.2.2.1. Classificação do uso e ocupação do solo

As imagens *raster* (GeoTIFF) recortadas na etapa de pré-processamento foram classificadas com base na simbologia definida pelo QGIS, onde a renderização da banda foi “Paletizado/Valores únicos”. As cores e rótulos foram alterados conforme Legenda de Cores definida pelo Projeto MapBiomias (https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/downloads/EN_C%C3%B3digos_da_legenda_Cole%C3%A7%C3%A3o_7.pdf).

O uso do solo nas regiões de interesse foi classificado com base na interpretação das imagens de satélite, onde predominou-se, com alguma variação ao longo dos anos, os seguintes usos: Pastagem, Formação Florestal, Mosaico de Agricultura e Pastagem, Área Urbanizada, Rio-Lago, Outras áreas não vegetadas.

4.2.2.2. Elaboração de mapas e relatórios

Finalizada a classificação das imagens, elaborou-se mapas usando o “layout de impressão” do QGIS, com a inserção de dados do mapa, legendas, seta norte, escala, dentre outras informações necessárias para a sua correta interpretação.

No software QGIS foi utilizada a ferramenta “R.Report” que possibilita a obtenção de planilhas de dados e relatórios estatísticos das camadas *raster* analisadas, o que resultou em uma coleção de dados para cada mapa gerado.

4.2.3. Pós-processamento

Os dados obtidos pela ferramenta “R.report” foram exportados no formato txt e, posteriormente, trabalhados em planilhas do software Microsoft Excel. Os dados em Excel foram plotados em tabelas e gráficos que revelam o uso do solo na região das represas Dr. João Penido e São Pedro.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Uso e ocupação do solo da bacia São Pedro

Para analisar a ocupação antrópica nos mananciais de abastecimento do município de Juiz de Fora - MG, utilizou-se ferramentas de geoprocessamento para produzir mapas, tabelas e gráficos do uso e ocupação do solo das bacias São Pedro e Dr. João Penido entre os anos de 1985 à 2020.

O uso e ocupação do solo na bacia da Represa São Pedro entre os anos de 1985 e 2020 revelou uma redução das áreas de pastagem e de formação florestal e sua substituição pela urbanização (Figuras 8, 9, 10 e 11). A expansão média da mancha urbana foi de 114,422 ha a cada 5 anos, o que corresponde à 3,808% da área total da bacia (Tabela 1). A área urbanizada da Represa São Pedro segue um vetor de crescimento de leste para oeste (Figuras 8, 9, 10 e 11), com tendência de ocupação de toda área da bacia nos próximos anos.

Diferentes níveis de antropização na área florestal da bacia São Pedro foram detectados, onde observou-se declínio da área vegetada entre os anos 1985 e 2000 (Figuras 8 e 9); estabilização da supressão no período de 2000 à 2010 (Figura 10); e novo aumento do desmatamento nos anos de 2010 à 2020 (Figura 11). A cada 5 anos, a área florestal da bacia foi reduzida em 33,002 ha, ou seja, em média 1,104% da sua área total foi desmatada (Tabela 1).

Áreas de pastagem da bacia São Pedro apresentaram decréscimo médio de 88,768 ha a cada 5 anos, o equivalente à 2,972% da área total da bacia (Tabela 1). Destaca-se que algumas áreas de pastagens da bacia deram lugar a empreendimentos, como a construção do Expominas (centro de convenções e exposições) Juiz de Fora em 2005 (face oeste do mapa) (Figura 10) e do Loteamento Alphaville em 2015 (face oeste do mapa) (Figura 11). Segundo Oliveira Junior (2007), a implantação desses empreendimentos só reforça a forte tendência de urbanização da região da bacia nos próximos anos.

Ao se relacionar percentuais de declínio ou expansão das áreas de pastagem (redução de 2,97%), formação florestal (redução de 1,1%) e urbanização (crescimento de 3,5%), observa-se que o somatório da taxa de redução das áreas de pastagem e floresta correspondem ao percentual de aumento da área ocupada por empreendimentos imobiliários (Tabela 1).

Variações na área do “rio-lago” nos períodos estudados (Tabela 1) estão relacionadas à sazonalidade (SÁ JUNIOR, 2009), com maiores precipitações nos meses de outubro a abril e menor presença de chuva no período de maio a setembro; e ao assoreamento da represa em decorrência de mudanças no uso do solo (OLIVEIRA-JUNIOR, 2007). Dentre as interferências antrópicas que alteram as variáveis hídricas da represa estão desmatamentos, represamento da

água para criação de peixes ou simples ornamentação de sítios e chácaras, impermeabilização do solo por loteamentos, vias, construções, esgoto, lixo e rodovias (MACHADO, 2010).

O uso e ocupação do solo em regiões classificadas como “mosaico de pastagem e agricultura” e “outras áreas não vegetadas” não variaram de forma significativa ao longo dos anos (Figuras 8, 9, 10 e 11; Tabela 1).

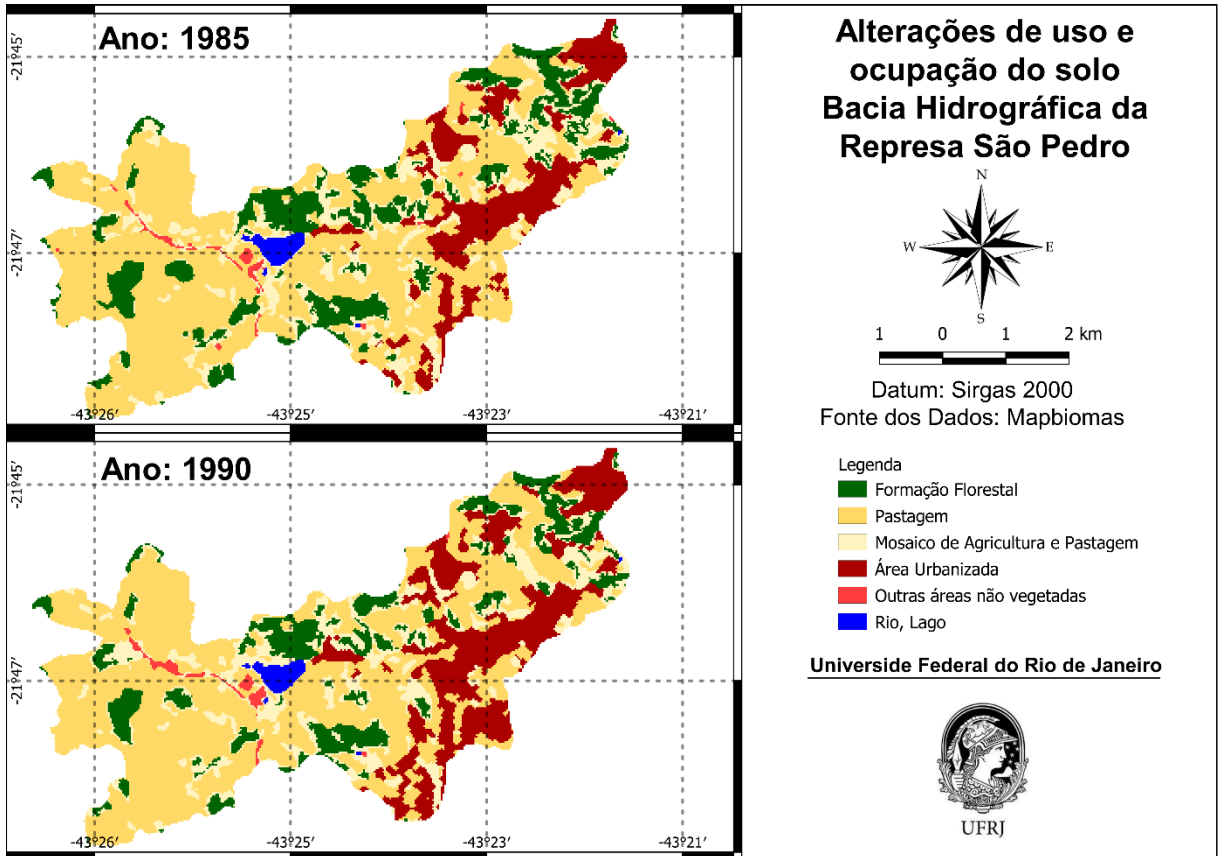


Figura 8. Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa São Pedro nos anos 1985 e 1990.

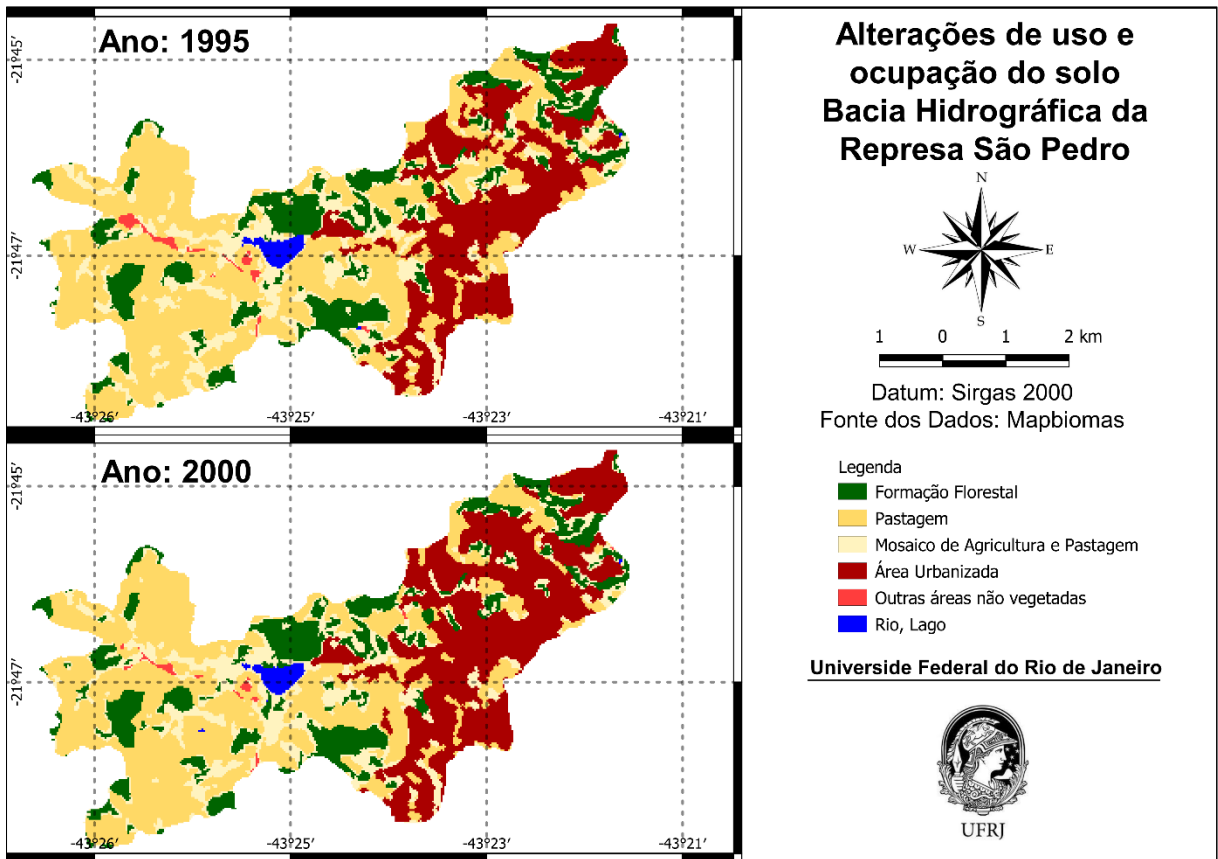


Figura 9. Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa São Pedro nos anos 1995 e 2000.

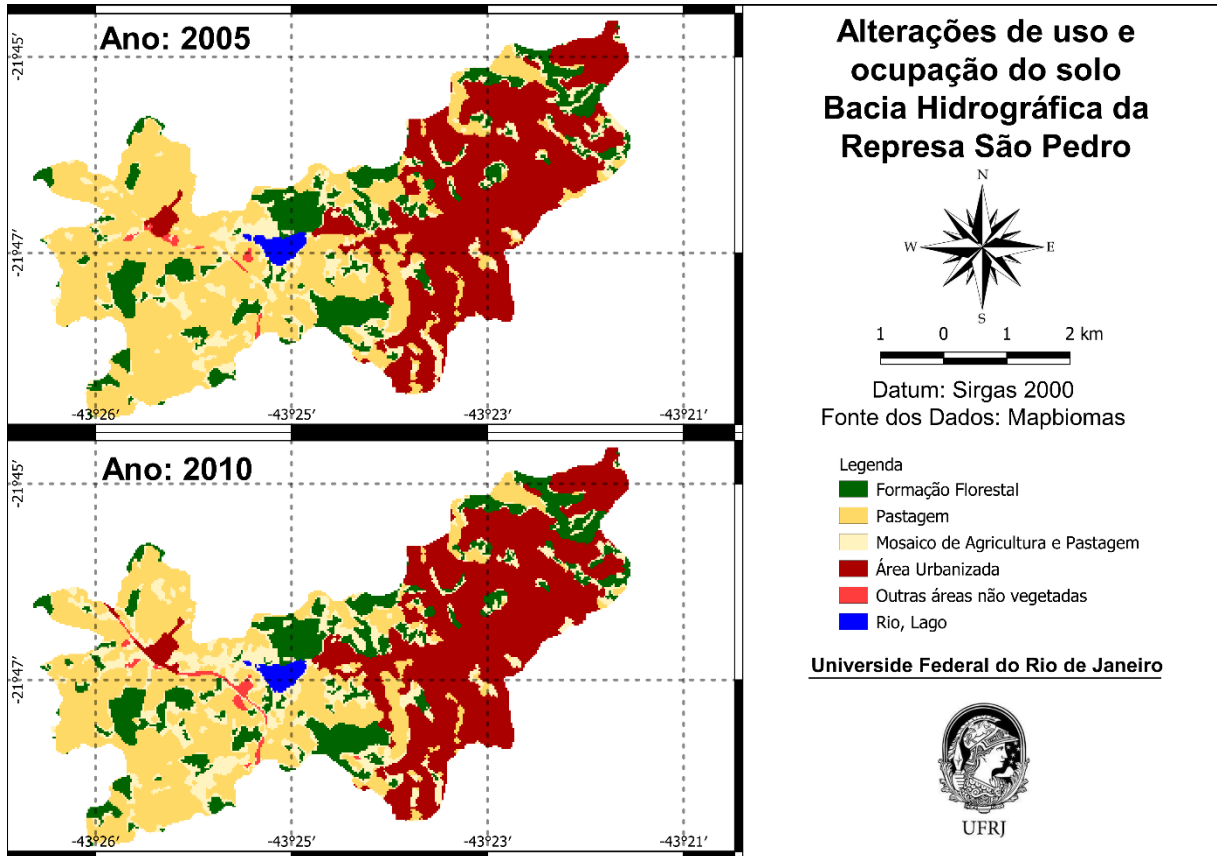


Figura 10. Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa São Pedro nos anos 2005 e 2010.

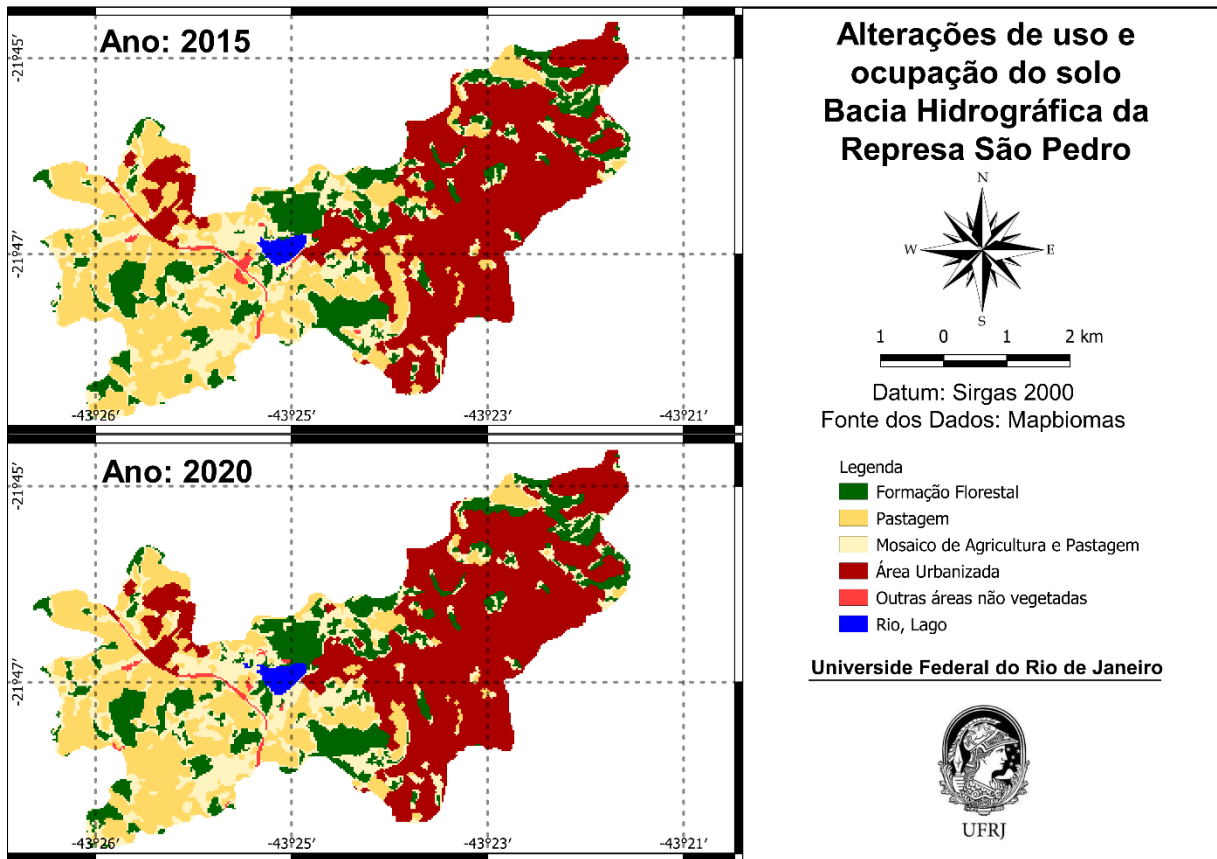


Figura 11. Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa São Pedro nos anos 2015 e 2020.

Tabela 1. Uso e ocupação do solo da bacia São Pedro entre os anos 1985 e 2020.

<i>Ano</i>	<i>Pastagem</i>		<i>Mosaico de Agricultura e Pastagem</i>		<i>Formação Florestal</i>		<i>Área Urbanizada</i>		<i>Rio, Lago</i>		<i>Outras áreas não vegetadas</i>	
	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>
1985	1605,749	53,632	476,187	15,905	459,625	15,351	395,200	13,200	31,384	1,048	25,890	0,865
1990	1547,366	51,608	484,473	16,158	369,370	12,319	538,964	17,976	30,107	1,004	28,028	0,935
1995	1395,611	46,547	508,418	16,957	348,131	11,611	696,662	23,235	28,610	0,954	20,876	0,696
2000	1326,506	44,242	465,003	15,509	320,252	10,681	847,043	28,251	27,779	0,926	11,727	0,391
2005	1292,219	43,098	361,706	12,064	317,770	10,598	985,444	32,867	28,444	0,949	12,725	0,424
2010	1136,145	37,893	463,919	15,473	309,587	10,325	1037,509	34,603	26,365	0,879	24,784	0,827
2015	1032,596	34,439	507,329	16,921	274,242	9,147	1136,486	37,904	24,535	0,818	23,121	0,771
2020	984,373	32,831	544,755	18,169	228,611	7,625	1195,161	39,861	26,531	0,885	18,879	0,630

A Figura 12 A relaciona as diferentes variáveis de uso e ocupação do solo na região da bacia São Pedro. Resultados para “mosaico de pastagem e agricultura”, “outras áreas não vegetadas” e “rio, lago” oscilaram pouco ao longo dos anos de estudo (Figura 12 A). Já as variáveis “área urbanizada”, “formação florestal” e “pastagem” apresentaram alterações consideráveis de 1985 até 2020 (Figura 12 A).

No ano de 2020, ao final de 35 anos de estudo, a antropização no entorno da Represa São Pedro resultou na urbanização de 799,961 ha da área total da bacia, um crescimento de 26,661% em relação a 1985 (Figura 12 B). Esse crescimento foi diretamente proporcional à redução de 20,801% das áreas de pastagem, já que seus 621,376 ha deram lugar a empreendimentos imobiliários e outras formas de antropização (Figura 12 B); somado a uma supressão de 231,014 ha de floresta, ou seja, 7,726% da vegetação existente na região da bacia São Pedro foi desmatada até o ano de 2020 (Figura 12 B).

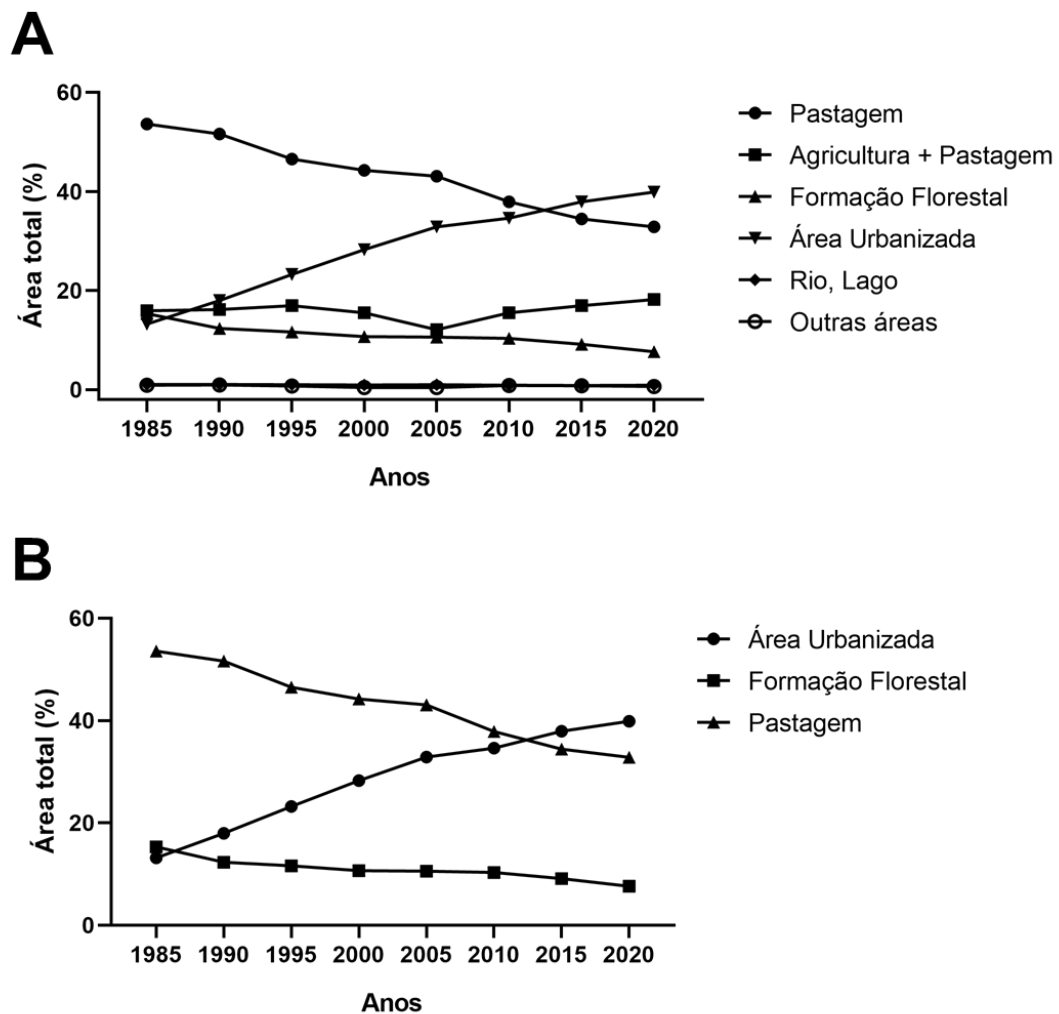


Figura 12. Relação entre diferentes formas de uso e ocupação do solo na bacia da Represa São Pedro entre os anos 1985 e 2020 (A). Relação entre área urbanizada, formação florestal e pastagem (B).

Segundo Santos e Hernandez (2013), áreas urbanas, má conservação do solo (pastagens degradadas) e reduzidas áreas de matas influenciam diretamente na qualidade e na disponibilidade hídrica. Essas formas de uso do solo e as perspectivas futuras de ocupação da bacia São Pedro apontam para a degradação de suas águas. Tal cenário está atrelado à falta de restrições ambientais para a região da bacia, restrições vitais para o ordenamento de uma cidade e para a definição de parâmetros urbanísticos. O município de Juiz de Fora não possui legislação específica para proteção da bacia São Pedro, ficando esta área à mercê das leis estaduais e federais. A falta de empenho do governo municipal em restringir uso e ocupação da região da bacia está associada à sua forte especulação imobiliária (FREITAS et al., 2015). Nessa região, o solo dos espaços urbanizáveis é disputado por agentes capitalistas, o que gera especulação de valores e consequente ocupação da área, mesmo que não seja de forma justa, racional e ambientalmente correta (ROCHA et al., 2019c).

No Brasil, a conversão de florestas naturais em campos agrícolas ocorre através do estabelecimento de pastagens em larga escala (MELLO, 2020), cenário que também se repetiu na região de Juiz de Fora antes de 1985. Após esse período e com a crescente valorização imobiliária da região da bacia São Pedro, áreas de pastagem foram sendo substituídas pela urbanização (ROCHA e COSTA, 2015; COSTA, 2016). Além disso, fragmentos florestais ainda existentes continuaram a ser desmatados para comportar a expansão da mancha urbana (ROCHA e COSTA, 2015).

Toda mata presente no entorno dos corpos hídricos (APP) funciona como uma barreira física, crucial para protegê-lo de processos erosivos do solo, do assoreamento dos corpos d'água e da lixiviação de matéria orgânica e contaminantes (ROCHA et al., 2015). A supressão dessa vegetação pode afetar, em qualidade e quantidade, as água da bacia São Pedro. O trabalho de Rocha et al. (2022) revela que, até 2020, a mata remanescente da bacia hidrográfica só correspondia a uma pequena parcela da ocupação do solo, situada ao redor da represa.

A construção de rodovias também contribuiu para a supressão de fragmentos florestais no entorno das bacias de Juiz de Fora. A rodovia BR-440 foi construída na região da Represa São Pedro (entre 2010 e 2011), área já consideravelmente impactada pela duplicação da BR-040 (em 2007). Estudo de Rocha et al. (2022) identificou a perda de áreas vegetadas nas APP de margens do reservatório para a passagem de maquinário utilizado na construção da BR-440. Ainda segundo os autores, passados anos da obra, a mata ciliar ainda não se regenerou o suficiente para proteger o manancial. A implantação da BR-040 foi a intervenção mais significativa na área da bacia São Pedro, uma vez que movimentações de terra, cortes e aterros resultaram em processos erosivos e consequente aumento do assoreamento, que foi o maior

responsável pela perda substancial da capacidade armazenadora do manancial (MACHADO, 2010). Estudos apontam interferências da duplicação da BR-040 e da construção da BR-440 na qualidade da água da Represa São Pedro, que alcançou “Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE)” negativo durante as obras (ROCHA et al., 2022).

Além das rodovias, a instalação de empreendimentos imobiliários também impacta negativamente a bacia São Pedro. Nessa região, loteamentos e condomínios ocupam as margens da represa e as áreas de recarga hídrica da bacia, localizadas nos topos de morro (ROCHA et al., 2018a). Dentre os empreendimentos existentes na área da represa, destacam-se o Centro de Convenções Expominas e o Condomínio Alphaville, pela proximidade com o principal corpo d'água da bacia e pela extensa área ocupada pelo condomínio. Mapas elaborados por Rocha et al. (2022) sobre uso e cobertura da terra, mostram que as áreas ocupadas por condomínios, como Passos Del Rey e Alphaville, quando somadas, quase se igualam ao que restou de fragmento de mata em toda bacia São Pedro.

Estudos apontam que muitas edificações despejam esgoto nos córregos ou diretamente na Represa São Pedro e que a predominância de pastagens nas suas margens contribui para a lixiviação de contaminantes (ROCHA e COSTA, 2015). Análises limnológicas da Represa São Pedro identificaram a presença de grupos sólidos na água (resultantes de escoamento superficial e processos erosivos), esgoto doméstico (edificações sem fossa lançam esgoto na água), excremento de animais e fertilizantes (lixiviados das pastagens) (FREITAS et al., 2015; ROCHA e COSTA, 2015). Pesquisas apontam que intervenções na área a bacia durante o período de duplicação da BR-040, da construção da BR-440 e do Condomínio Alphaville afetaram a qualidade da água, alterando seu padrão de ICE (COSTA, 2016; ROCHA et al., 2019b).

5.2. Uso e ocupação do solo da bacia Dr. João Penido

Análises de uso e ocupação do solo na bacia da Represa Dr. João Penido revelaram que a formação florestal foi a principal variável alterada entre os anos de 1985 e 2020 (Figuras 13, 14, 15 e 16). Foram desmatados, em média, 98,269 ha da bacia a cada 5 anos, o corresponde à 1,388% da sua área total (Tabela 2). Enquanto a vegetação da bacia foi diminuindo ao longo dos anos, a área de pastagem aumentou 140,321 ha a cada 5 anos (1,973%) (Tabela 2). Nesse sentido, destaca-se a presença de um grande fragmento de mata na região nordeste da bacia (Figura 13) no ano de 1985 e seu total desaparecimento no ano de 2000 (Figura 14). Segundo Rocha et al. (2018a), esse fragmento florestal apresentava, em 1985, cerca de 453,16 ha, valor superior ao de outros dois importantes fragmentos de mata de Juiz de Fora - a Mata do Krambeck (292,89 ha) e a Reserva Biológica Municipal Poço D'antas (277 ha). Esses autores registraram o total desaparecimento do fragmento no ano de 2017.

Já a área urbanizada da represa Dr. João Penido não apresentou crescimento significativo ao longo de 35 anos (Figuras 13, 14, 15 e 16; Tabela 2), o que pode ser justificado pelo fato de chácaras ocuparem a região da represa, mas sem adensamento populacional em uma mesma área (TASCA, 2010). As glebas dos chacreamentos possuem, em média, 0,2-2 ha, mas a ausência de adensamento faz com que as imagens de satélite não sejam capazes de identificar as áreas como sendo urbanizadas. Essas chácaras estão instaladas nas áreas identificadas como “pastagem”, o que explica o seu crescimento ao longo dos anos, chegando a ocupar cerca de 74% da área da bacia no ano de 2020 (Tabela 2).

Conforme já descrito para a Represa São Pedro, sazonalidade e assoreamento (OLIVEIRA-JUNIOR, 2007; SÁ JUNIOR, 2009) são fatores que influenciam os valores “rio-lago” da Represa Dr. João Penido (SÁ JUNIOR, 2009). Além disso, áreas relacionadas à “mosaico de pastagem e agricultura” e “outras áreas não vegetadas” se mantiveram estáveis ao longo dos anos (Figuras 13, 14, 15 e 16).

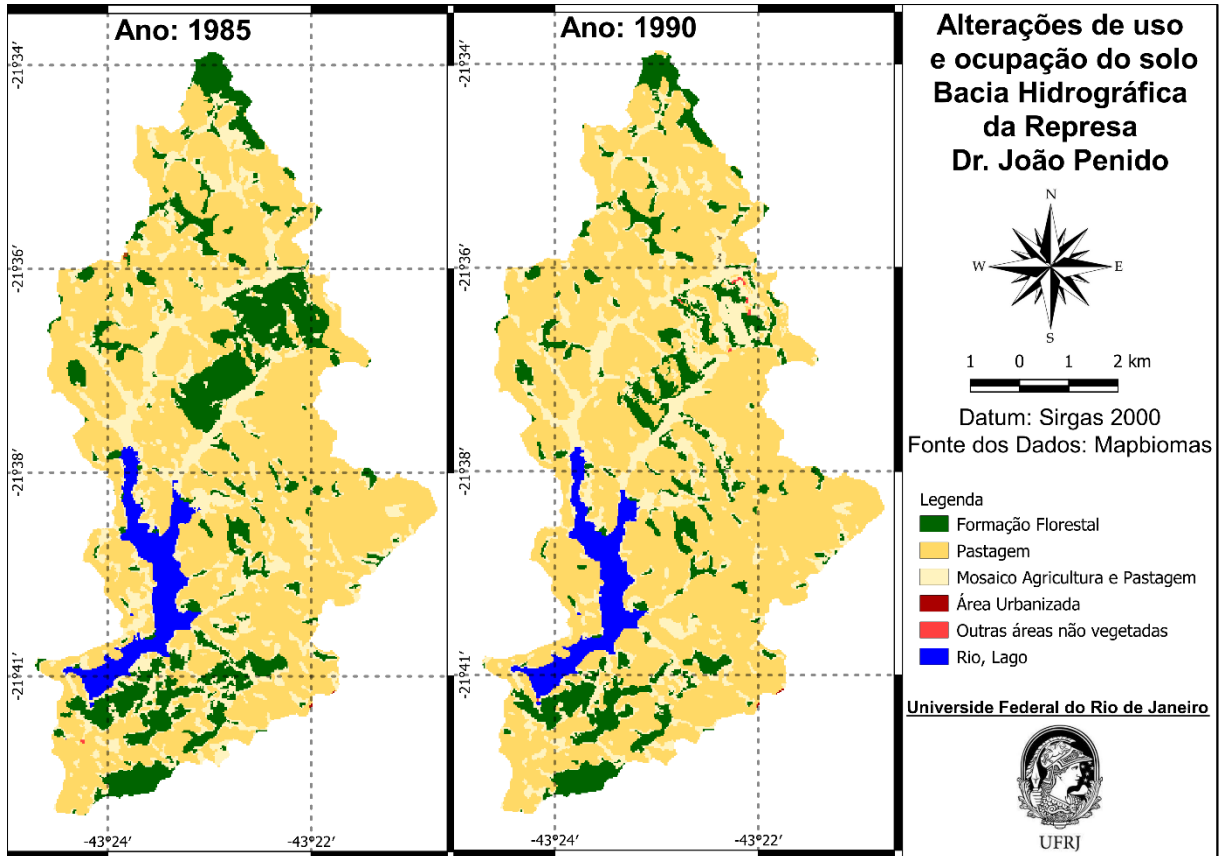


Figura 13. Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa Dr. João Penido nos anos 1985 e 1990.

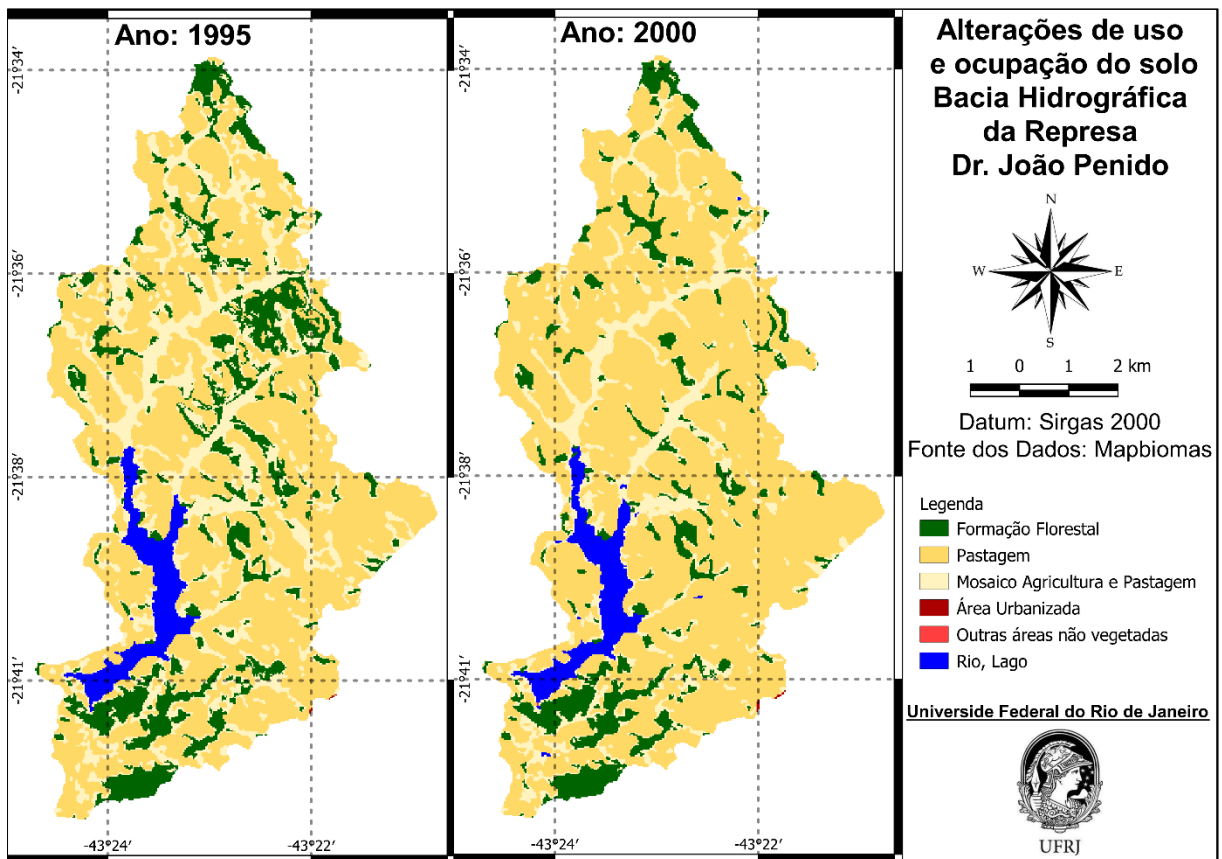


Figura 14. Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa Dr. João Penido nos anos 1995 e 2000.

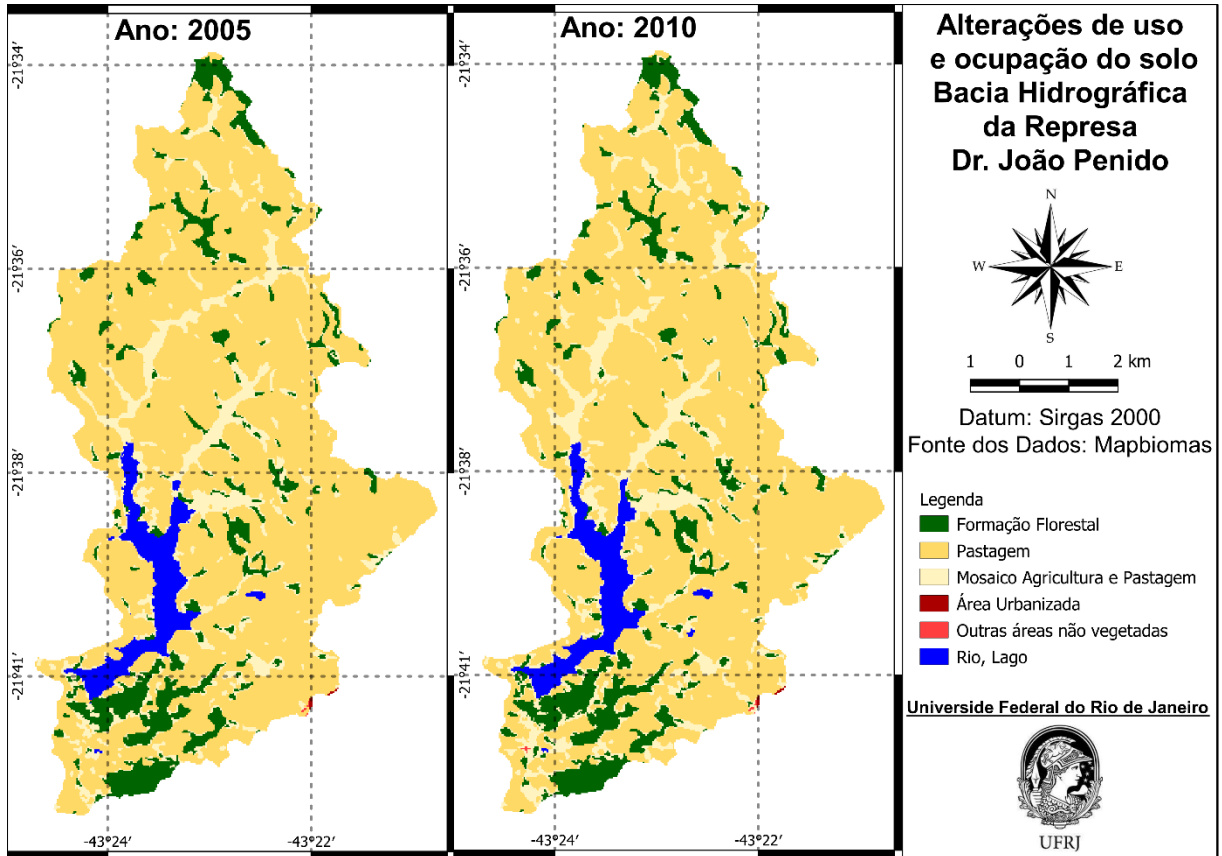


Figura 15. Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa Dr. João Penido nos anos 2005 e 2010.

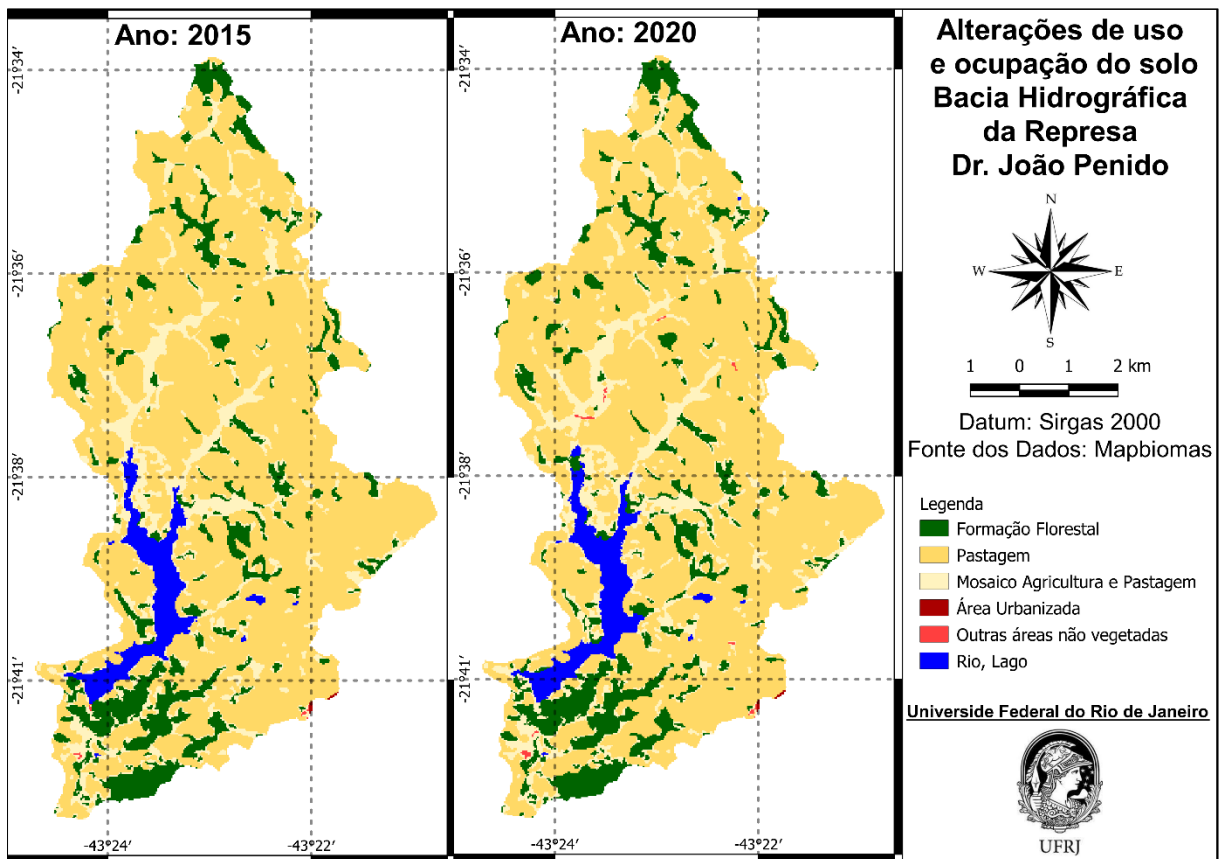


Figura 16. Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa Dr. João Penido nos anos 2015 e 2020.

Tabela 2. Uso e ocupação do solo da bacia Dr. João Penido entre os anos 1985 e 2020.

<i>Ano</i>	<i>Pastagem</i>		<i>Mosaico de Agricultura e Pastagem</i>		<i>Formação Florestal</i>		<i>Área Urbanizada</i>		<i>Rio, Lago</i>		<i>Outras áreas não vegetadas</i>	
	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>
1985	4271,745	60,297	1287,688	18,176	1195,400	16,873	0,583	0,008	328,449	4,636	0,666	0,009
1990	4639,106	65,482	1268,671	17,908	869,197	12,269	0,999	0,014	300,813	4,246	5,746	0,081
1995	4333,670	61,171	1698,931	23,981	748,768	10,569	1,099	0,016	296,818	4,190	5,244	0,074
2000	4977,239	70,255	1140,790	16,103	671,681	9,481	2,247	0,032	292,406	4,127	0,166	0,002
2005	5235,006	73,893	923,821	13,040	601,332	8,488	2,247	0,032	319,958	4,516	2,165	0,031
2010	5241,555	73,986	974,493	13,755	551,604	7,786	2,330	0,033	310,053	4,376	4,495	0,063
2015	5288,941	74,602	960,851	13,553	531,085	7,491	2,414	0,034	286,995	4,048	19,245	0,271
2020	5253,995	74,109	1009,388	14,238	507,518	7,159	2,497	0,035	302,977	4,274	13,155	0,186

Na bacia da Represa Dr. João Penido, formas de uso e ocupação do solo classificadas como “mosaico de pastagem e agricultura”, “outras áreas não vegetadas” e “rio, lago” apresentaram percentuais estáveis ao longo de 35 anos de estudo (Figura 17 A). Já o crescimento da urbanização da bacia Dr. João Penido foi pouco significativo (Figura 17 A e B), o que pode estar atrelado ao baixo índice de adensamento da região, além de restrições ambientais (ROCHA et al., 2018d). Por outro lado, a “formação florestal” da bacia Dr. João Penido foi drasticamente reduzida após 35 anos de estudo. Cerca de 687,882 ha de floresta foram desmatados, o que representa 9,714% da bacia (Figura 17 B). Resultados similares foram encontrados por Rocha et al. (2018b), ao investigar a supressão de um grande fragmento de mata na bacia Dr. João Penido entre 1985 e 2017.

De forma inversa à redução da vegetação está o crescimento, em 13,812% (982,250 ha), das pastagens na região da represa (Figura 17 B). Na bacia Dr. João Penido, parte do que é classificado como “pastagem” é, na verdade, área de chacreamento. Essas propriedades ficam instaladas, na maioria das vezes, nas margens da represa e são utilizadas para a criação de animais e como área de lazer (ROCHA et al., 2018a).

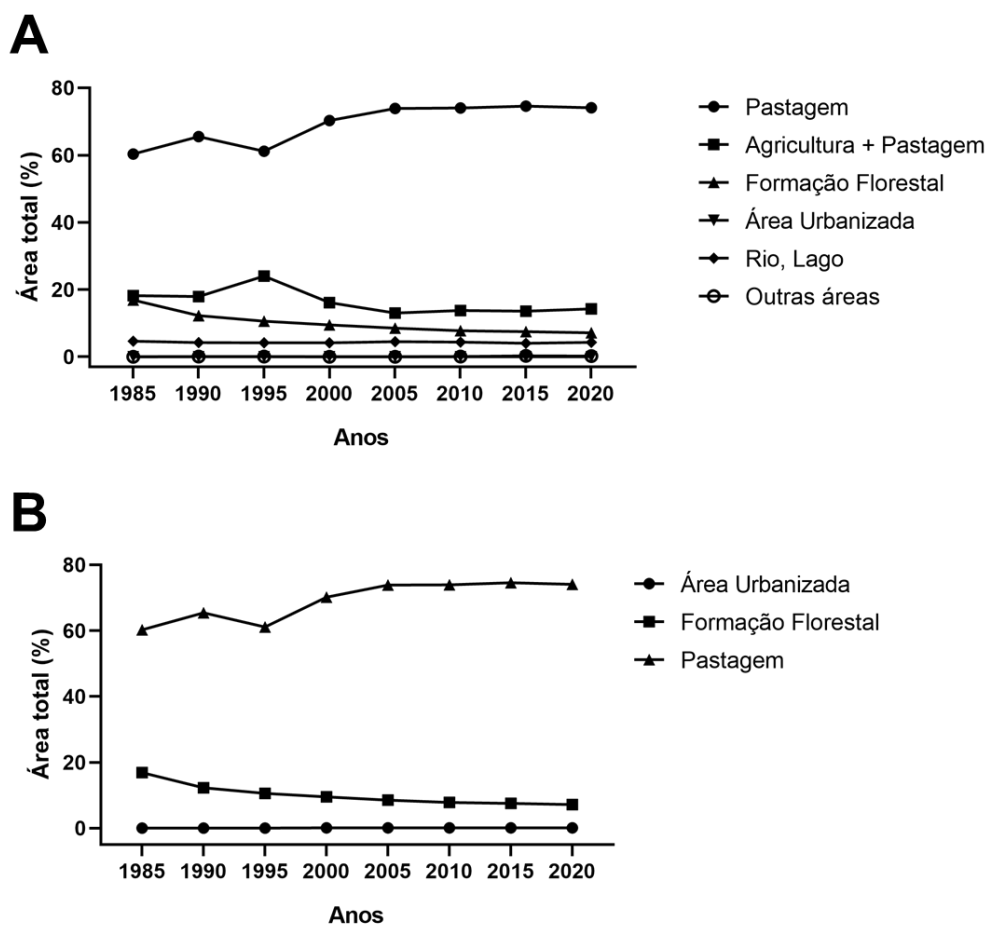


Figura 17. Relação entre diferentes formas de uso e ocupação do solo na bacia da Represa Dr. João Penido entre os anos 1985 e 2020 (A). Relação entre área urbanizada, formação florestal e pastagem (B).

O atual cenário da bacia Dr. João Penido é marcado pela especulação imobiliária e por conflitos envolvendo a tomada de decisão do município em relação a interesses coletivos e particulares. A bacia da Represa Dr. João Penido é protegida por leis municipais mais restritivas (ROCHA et al., 2018d), mas falta rigor do governo local na implementação eficaz da legislação e no monitoramento do uso e ocupação irregular do solo na região da bacia. Esses fatores contribuíram para a conversão de uma área predominantemente rural com vários fragmentos florestais em uma área antropizada (SILVA et al., 2019; EDUARDO et al., 2020; LANA et al., 2021), altamente impactada pelo desmatamento (ROCHA et al., 2018b) e poluição (BUCCI e OLIVEIRA, 2014; BUCCI et al., 2015b).

Acredita-se que a supressão de florestas naturais da bacia Dr. João Penido tenha sido motivada, inicialmente, para o estabelecimento de pastagens e áreas de cultivo agrícola. Recentemente, pequenos fragmentos florestais têm sido desmatados para a implantação de empreendimentos imobiliários (chacreamentos), construção de áreas de lazer e criação de animais (ROCHA et al., 2018b). A construção da rodovia AMG-3085, que quase dividiu a bacia ao meio, também contribuiu para a supressão da vegetação (ROCHA et al., 2018b). Estima-se que 54% das APPs hídricas da bacia Dr. João Penido estão ocupadas com pastagem e que menos 20% estão ocupadas com Mata Atlântica (ROCHA et al., 2019c).

O desmatamento aliado à ocupação antrópica só intensifica a poluição de um manancial. Na região da Represa Dr. João Penido, essa ocupação antrópica ocorre na forma de chacreamentos, sem adensamento populacional, e com edificações instaladas em áreas inicialmente classificadas como “pastagem”. A área de pastagem ocupada por sítios e chácaras despejam lixo e esgoto na água (ROCHA et al., 2018b). Rocha et al. (2018b) observaram que a perda de pastagem para a urbanização ocorre próximo ao espelho d’água da represa, o que pode ser atribuído à beleza cênica do local e sua utilização para esportes náuticos.

Já a pastagem destinada à criação de gado, polui a água com fertilizantes e excrementos de animais (BUCCI et al., 2015a). Diversos estudos mostraram que o escoamento superficial transporta material orgânico para a Represa Dr. João Penido, comprometendo a qualidade da água; e que a matéria orgânica lixiviada é composta por esgoto doméstico, resíduos da criação de animais (bovinos, suínos e aves) e fertilizantes de pastagens e áreas agrícolas (ROCHA et al., 2014, 2016, 2019a; ROCHA e PEREIRA, 2016). Frequentes oscilações nos parâmetros de qualidade (ICE) da água da represa são atribuídas à presença desses materiais (OLIVEIRA et al., 2018).

5.3. Atualização do uso e ocupação do solo das bacias São Pedro e Dr. João Penido para o ano de 2021

Diante da necessidade de uma constante atualização das informações espaço-temporais, para que tendências de uso e ocupação do solo sejam detectadas, analisou-se a última atualização do Projeto MapBiomass para as bacias das represas São Pedro e Dr. João Penido, que ocorreu em 2021.

A atualização dos dados de uso e cobertura do solo mostraram que de 2020 para 2021 a urbanização avançou para a região oeste da bacia São Pedro (Figura 18), passando a ocupar 62,904 ha, ou seja, 2,097% da área da bacia (Tabela 3; Figura 19). Em apenas um ano, a expansão da mancha urbana resultou na supressão de 4,770 ha de floresta (0,159% da área da bacia) e ocupou 41,392 ha de pastagem (1,381% da área da bacia) (Tabela 3; Figura 19).

Entre 2020 e 2021, a cobertura vegetal da bacia Dr. João Penido continuou sendo desmatada (Figura 19), o que levou a perda de 9,504 ha de área florestal (Tabela 4; Figura 20). Em contrapartida, observou-se crescente avanço da urbanização em áreas desmatadas e, principalmente, em áreas de pastagem (Figura 19). Diferente do observado até 2020, a mancha urbana passou a ocupar 0,599% da área da bacia, o equivalente a 42,449 ha; enquanto 38,685 ha de pastagem (0,545% da área da bacia) apresentaram alteração no uso do solo (Tabela 4; Figura 20).

Com exceção do crescimento urbano na região da Represa Dr. João Penido, as duas bacias estudadas mantiveram suas tendências de uso e ocupação do solo ao longo dos 36 anos de estudo.

Em resumo, mudanças no padrão de uso e cobertura do solo nos mananciais de abastecimento de Juiz de Fora têm impulsionado sua degradação. O desmatamento e a urbanização são as principais fontes dessa degradação.

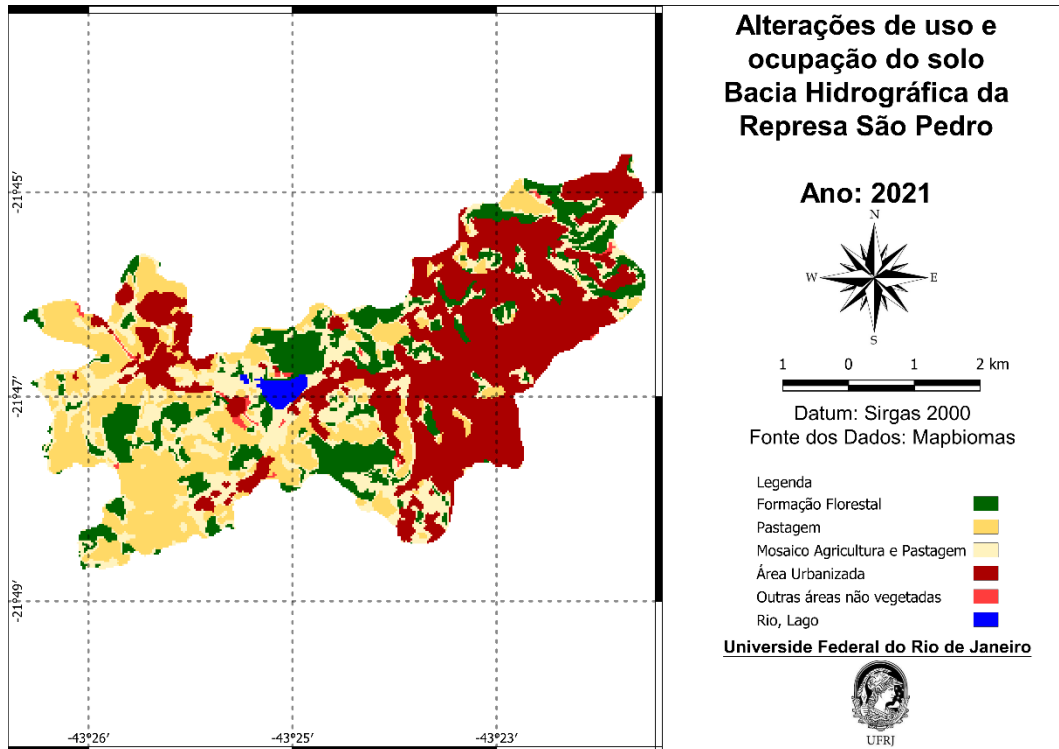


Figura 18. Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa São Pedro no ano de 2021.

Tabela 3. Uso e ocupação do solo da bacia São Pedro no ano de 2021.

<i>Descrição</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>
<i>Pastagem</i>	942,9806	31,450
<i>Mosaico de Agricultura e Pastagem</i>	529,4265	17,658
<i>Formação Florestal</i>	223,840	7,466
<i>Área Urbanizada</i>	1258,065	41,959
<i>Rio, Lago</i>	28,444	0,949
<i>Outras áreas não vegetadas</i>	15,553	0,519

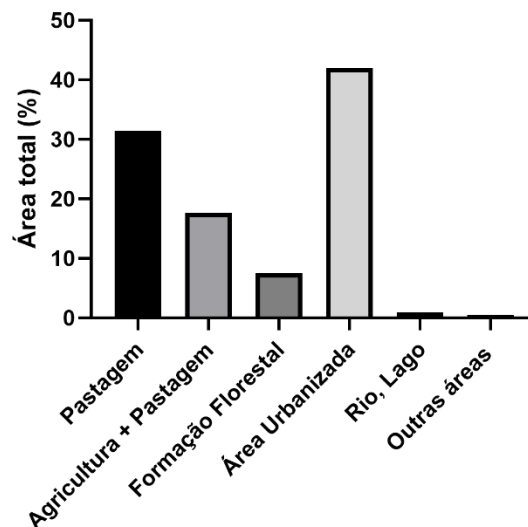


Figura 19. Diferentes formas de uso e ocupação do solo na bacia da Represa São Pedro no ano de 2021.

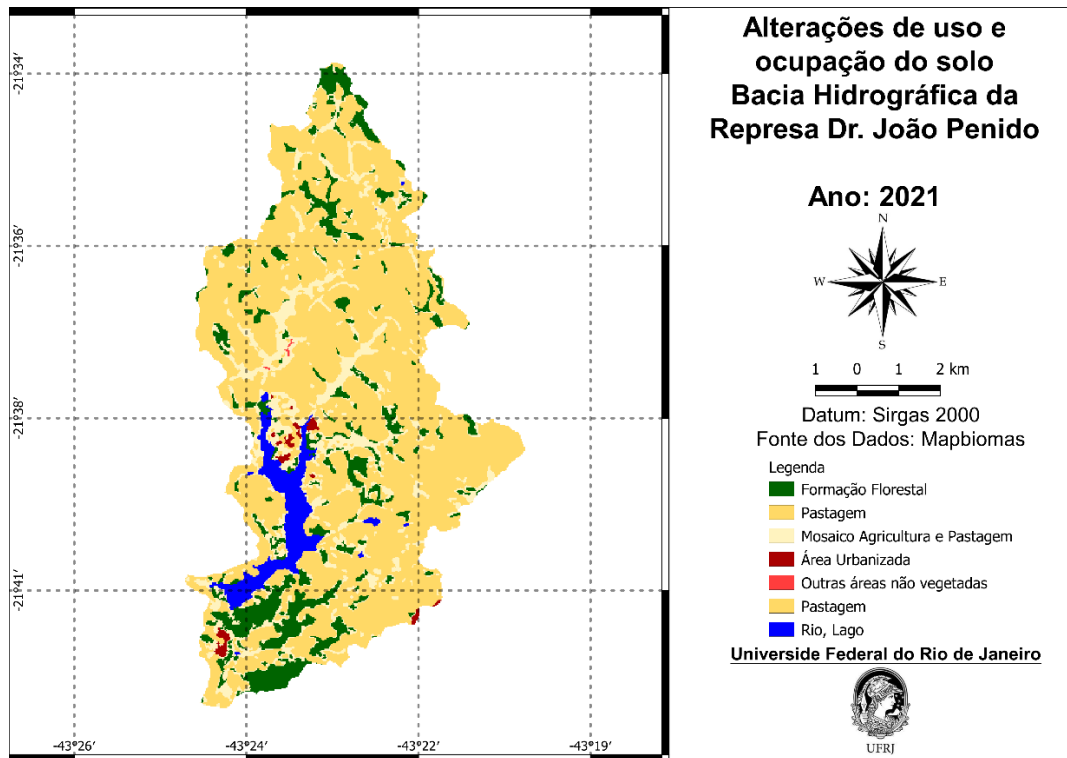


Figura 20. Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa Dr. João Penido no ano de 2021.

Tabela 4. Uso e ocupação do solo da bacia Dr. João Penido no ano de 2021.

<i>Descrição</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>
<i>Pastagem</i>	5215,311	73,564
<i>Mosaico de Agricultura e Pastagem</i>	1015,124	14,319
<i>Formação Florestal</i>	498,014	7,025
<i>Área Urbanizada</i>	44,946	0,634
<i>Rio, Lago</i>	307,971	4,344
<i>Outras áreas não vegetadas</i>	8,164	0,115

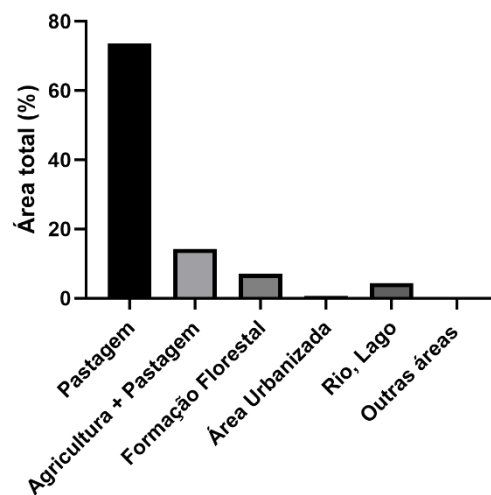


Figura 21. Diferentes formas de uso e ocupação do solo na bacia da Represa São Pedro no ano de 2021.

5.4. Medidas para mitigação de impactos nos mananciais de abastecimento

Usos antropogênicos do solo influenciam a qualidade da água globalmente (MELLO, 2020), a exemplo da crescente pressão exercida sobre a floresta pela urbanização (MELLO et al., 2018). Nesse sentido, compreender as relações entre padrões de uso do solo e qualidade hídrica é essencial para uma gestão eficiente das bacias hidrográficas e planejamento do uso da terra (MELLO, 2020). Isso parece lógico e simples, mas não é o que acontece na prática. Como apresentado no presente trabalho, mesmo diante de um amplo arcabouço legal brasileiro, no que tange às questões ambientais, são frequentes as ações irregulares que interferem negativamente nos corpos hídricos do país (SOUZA, 2015). E todas essas ações apresentam algo em comum: os interesses da especulação imobiliária se sobrepõem aos princípios legais, morais e éticos. Cenário que se estende para o município de Juiz de Fora, onde a legislação ambiental, incluindo medidas municipais mais restritivas, não foi capaz de frear a degradação de seus mananciais de abastecimento.

É importante destacar que flexibilizar a legislação ambiental e sua aplicação não solucionam o problema, só ameaçam, ainda mais, a proteção dos recursos hídricos (MELLO, 2020). Se o sistema legislativo atual já é insuficiente quanto à tomada de decisões ligadas à conservação ou fiscalização de mananciais (EDUARDO, 2020), flexibilizá-lo é abrir mão dos interesses coletivos em prol dos particulares.

A principal forma de proteger os mananciais é simples e se reduz a cumprir o que a legislação ambiental determina (RIBEIRO, 2009) e, se preciso, criar leis mais restritivas no âmbito municipal. Para fazer valer a lei, a Prefeitura de Juiz de Fora, e outros órgãos, devem intensificar a fiscalização nas áreas de mananciais a fim de reduzir a implantação de empreendimentos irregulares, construção de moradias e lançamento de esgoto nos cursos d'água (BUCCI, 2011). Além disso, existe uma desarticulação entre leis de proteção dos recursos hídricos e planejamento do uso do solo, marcado pela irregularidade e a informalidade na ocupação do entorno das bacias São Pedro e Dr. João Penido. Nesse sentido, o município precisa adotar critérios rígidos de uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas dos mananciais de abastecimento (RIBEIRO, 2009; EDUARDO, 2020). Esses critérios devem estar estabelecidos no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do município, documento básico da política municipal de desenvolvimento urbano e que deve nortear a atuação de agentes públicos e privados de Juiz de Fora (ROCHA et al., 2019c).

A cobertura florestal das bacias hidrográficas é fundamental para manutenção e melhoria da qualidade da água. Por isso, sua presença deve ser preservada e incentivada através de reflorestamento com espécies nativas adequadas e recuperação de matas ciliares (BUCCI,

2011). A vegetação do manancial controla erosão, escoamento superficial e seu assoreamento (BUCCI, 2011)

Um governo municipal ativo e capaz de colocar em prática as medidas aqui citadas conseguirá atender as atuais e futuras demandas por água de boa qualidade.

6. CONCLUSÃO

A partir da análise do histórico de ocupação do solo nas áreas dos mananciais de abastecimento público do município de Juiz de Fora entre 1985 e 2021, verificou-se diversos usos inadequados do solo na região das bacias São Pedro e Dr. João Penido. Desmatamento e urbanização são as principais fontes de degradação dos recursos hídricos da região. Se faz necessária a adoção de medidas, como o reflorestamento, para a recuperação das bacias hidrográficas. Destaca-se as represas Dr. João Penido e São Pedro representam, respectivamente, 50% e 8 % do abastecimento público de água do município de Juiz de Fora.

Existe considerável arcabouço legal que versa sobre temas relativos à proteção ambiental, onde estão incluídas as áreas de mananciais de abastecimento público. É necessário empenho dos gestores em cumprir e fazer cumprir as normas vigentes; é preciso maior empenho na gestão do espaço urbano, que deve seguir critérios técnicos para a gestão de uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas dos mananciais de abastecimento.

Diante das interferências antrópicas observadas, deve-se criar mecanismos para melhoria dos sistemas de fiscalização, para o correto monitoramento e preservação das áreas de mananciais.

O mapeamento elaborado para as áreas estudadas comprova que a interferência antrópica vem causando significativa alteração das áreas de mananciais, dessa forma mudanças comportamentais e de visão de mundo são necessárias para a construção de cidades sustentáveis. O crescimento econômico é sim importante para o desenvolvimento da sociedade, contudo, esse crescimento deve ser corretamente disciplinado, respeitando a legislação e as áreas prioritárias para conservação.

A partir da coleta de dados para realização do trabalho observou-se que o município de Juiz de Fora possui abundante oferta de recursos hídricos, o que resulta em menor atenção quanto a preservação das suas áreas de mananciais. Essas atitudes violam os preceitos definidos na Constituição Federal, onde deve-se preservar a natureza não somente para as gerações atuais, mas ter ciência do aumento populacional e do consumo, e preservar os recursos para as futuras gerações. Diante desse cenário, considerando a necessidade de maior cuidado e preservação das áreas de mananciais de abastecimento, torna-se imprescindível o uso de ferramentas tecnológicas e humanas para a preservação dos recursos naturais do município.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.

ARAÚJO, M. H. S. **Fundamentos de geoprocessamento aplicados à mineração**. Cruz das Almas: UFRB, 2017.

BARUQUI, F. M. **Inter-relações solo-pastagem nas regiões Mata e Rio Doce do estado de Minas Gerais**. 1982. 119 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1982.

BRANDT MEIO AMBIENTE. **Estudo de Impacto Ambiental: Implantação de Dois Altos Fornos**. Juiz de Fora: Belgo, 2004.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Congresso Nacional do Brasil, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 17 ago. 2022.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 13 jun. 2022.

BRASIL. Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984compilado.htm>. Acesso em: 17 ago. 2022.

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/112651.htm>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 302 de 20 março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=275>>. Acesso em: 13 ago. 2022.

BUCCI, M. H. S.; DE OLIVEIRA, L. F. C. de. Índices de qualidade da água e de estado trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 1, p. 130-148, 2014.

BUCCI, M. H. S.; DELGADO, F. E. F.; DE OLIVEIRA, L. F. C. Water quality and trophic state of a tropical urban reservoir for drinking water supply (Juiz de Fora, Brazil). **Lake and Reservoir Management**, v. 31, n. 2, p. 134-144, 2015a.

BUCCI, M. M. H. S. **Caracterização da Qualidade da Água na represa Dr. João Penido (Juiz de Fora)**. 2011. 161 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

BUCCI, M. M. H. S.; DELGADO, F. E. F.; SANTOS, D. S.; OLIVEIRA, L. F. C. Análise de metais, agrotóxicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas águas da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora, MG. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 4, p. 804-824, 2015b.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. I. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CARRARA, A. A.; ZAIDAN, R. T.; PAULA, L. P. Geoprocessamento aplicado à história agrária: o vínculo da Jaguará. **Revista de História**, n. 177, a05017, 2018.

CASTRO, N. P. **Avaliação de indicadores de alteração hidrológica na bacia hidrográfica do Rio Madeira: grandes obras hidráulicas, sedimentos e os possíveis impactos na dinâmica fluvial**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2019.

CEIVAP - COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Diagnóstico das Fontes de Poluição. Relatório do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**, maio. 2014. Disponível em: <<http://ceivap.org.br/conteudo/rp-04-diagnostico-das-fontes-de-poluicao-revisao-final.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

CESAMA - COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL. **Mananciais**. Disponível em: <<http://www.cesama.com.br/mananciais/>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Setor de Recursos de Solos. **Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CETEC, 1983.

CHANKSELIANI, M.; MCCOWAN, T. Higher education and the Sustainable Development Goals. **High Educ**, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2021.

COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; LIMA, E. R. V. de; RIBEIRO NETO, A.; MOURA, G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 64-72, 2014.

COSTA, H. F. 2016. **Monitoramento de qualidade da água e do uso e cobertura da terra na bacia de contribuição da represa de São Pedro, Juiz de Fora (MG) no período de 2005 a 2015**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

CRUZ, N.; MIERZWA, J. C. Saúde pública e inovações tecnológicas para abastecimento público. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 29, n. 1, 2020.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; GRECO, M. B.; VIEIRA, F. **Biota Minas: Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no Estado de Minas Gerais - Subsídio ao Programa Biota Minas**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 622 p.

DUARTE, B. P.; HEILBRON, M.; NOGUEIRA, J. R.; TUPINAMBÁ, M.; EIRADO, L. G.; VALLADARES, C.; ALMEIDA, J. C. H.; ALMEIDA, C. G. Geologia das Folhas Juiz de Fora e Chiador. In: PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M. (Org.). **Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Mineiro**. 1 ed. Belo Horizonte: Projeto Sul de Minas, 2003.

EDUARDO, C. C.; SILVA, T. M.; FELIPPE, M. F. Transformações geomorfológicas na bacia Ribeirão dos Burros (Juiz de Fora/MG). **Revista da ANPEGE**, v. 15, n. 26, p. 89-113, 2020.

FREITAS, F. A. **Qualidade da água e uso da terra na bacia de contribuição da Represa de São Pedro, Juiz de Fora - MG**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

FUNDAÇÃO COPPETEC. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo Consolidado**. Rio de Janeiro: Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, 2007. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-RE-012-R1.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. IBGE Estados, Minas Gerais. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/?lang=&coduf=31&search=minas-gerais>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 2012. 276 p.

JUIZ DE FORA, Prefeitura Municipal de. Secretaria de Meio Ambiente. **Processo nº 3027/2017**. Juiz de Fora, 2017.

JUIZ DE FORA. Decreto do Executivo n. 14.794, de 05 de outubro de 2021. Suspende, em caráter temporário, a emissão de licenças e autorizações nas áreas que menciona. Disponível em: <<https://jfl legis.pjf.mg.gov.br/norma.php?chave=0000048297>>. Acesso em: 17 ago. 2022.

JUIZ DE FORA. Deliberação Normativa COMDEMA nº 49/2018, de 27 outubro de 2018. Estabelece normas e procedimentos relativos ao licenciamento ambiental de parcelamentos do solo urbano, caracterizados como loteamentos, conforme definido na Lei de parcelamento do solo e dá outras providências. 2018c. Disponível em: <https://www.pjf.mg.gov.br/e_atos/e_atos_vis.php?id=64754>. Acesso em: 31 de ago. 2022.

JUIZ DE FORA. Deliberação Normativa COMDEMA nº 58/2022, de 08 abril de 2022. Estabelece normas e procedimentos relativos ao licenciamento ambiental de loteamentos, condomínios de edificações horizontais e condomínios de lotes e dá outras providências. Disponível em: <https://www.pjf.mg.gov.br/e_atos/e_atos_vis.php?id=93573>. Acesso em: 31 de ago. 2022.

JUIZ DE FORA. Lei Complementar n. 082, de 03 de julho de 2018. Dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Urbano e Territorial, o Sistema Municipal de Planejamento do Território e a revisão do PDP/JF de Juiz de Fora conforme o disposto na Constituição Federal e no Estatuto

da Cidade e dá outras providências. 2018b. Disponível em: <<https://jflegis.pjf.mg.gov.br/norma.php?chave=0000042423>>. Acesso em: 17 ago. 2022.

JUIZ DE FORA. Lei n. 11.817, de 4 de agosto de 2009. Altera a Lei Municipal nº 6.087, de 04 de dezembro de 1981, e dá outras providências. 2009. Disponível em: <<https://jflegis.pjf.mg.gov.br/norma.php?chave=0000031733>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

JUIZ DE FORA. Lei n. 13.672, de 15 de março de 2018. Proíbe a utilização dos mananciais do Município para os fins incompatíveis com a sua destinação. 2018a. Disponível em: <<https://jflegis.pjf.mg.gov.br/norma.php?chave=0000041995>>. Acesso em: 17 ago. 2022.

JUIZ DE FORA. Lei n. 6.087, de 4 de dezembro de 1981. Dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo, na área da bacia hidrográfica da Represa Dr. João Penido, em Juiz de Fora e dispõe outras providências. 1981. Disponível em: <<https://jflegis.pjf.mg.gov.br/norma.php?chave=0000017564>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

LANA, J. N.; OLIVEIRA, M.; PAULA, V. R.; ROCHA, C. H. B. Impact of Changes in Land Use and Land Cover in the Contribution Basin of Doutor João Penido Water Supply Reservoir of Juiz de Fora, MG, Brazil. **Journal of Management and Sustainability**, v. 11, n. 1, p. 108-108, 2021.

MACHADO, P. J. O. **Diagnóstico físico-ambiental da bacia hidrográfica do córrego São Pedro: um exercício acadêmico de gestão dos recursos hídricos**. Ubá: Ed. Geographica, 2010.

MARTINS, S.V. **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 371 p.

MARTINS, V. A. C.; FERNANDES, L. A.; ROCHA, G. C. Avaliação de Risco a Rompimento da Represa de São Pedro, Juiz de Fora - MG, por meio dos Métodos de Árvore de Falhas e Causa e Consequência. **Geografia**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 143-162, 2020.

MELLO, K.; TANIWAKI, R. H.; PAULA, F. R.; VALENTE, R. A.; RANDHIR, T. O.; MACEDO, D. R.; LEAL, C. G.; RODRIGUES, C. B.; HUGHES, R. M. Multiscale land use impacts on water quality: assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 270, 110879, 2020.

MELLO, K.; VALENTE, R. A.; RANDHIR, T. O.; VETTORAZZI, C. A. Impacts of tropical forest cover on water quality in agricultural watersheds in southeastern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 93, p. 1293-1301, 2018.

MENDOZA, M. E.; GRANADOS, E. L.; GENELETTI, D.; PÉREZ-SALICRUP, D. R.; SALINAS, V. Analysing land cover and land use change process at watershed level: A multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003). **Applied Geography**, v. 31, p. 237-350, 2011.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Copam nº 217, de 6 de dezembro de 2017. **Diário Oficial de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 08 dez. 2017.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Copam nº 74, de 9 de setembro de 2004. **Diário Oficial de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 09 set. 2004.

MINAS GERAIS. Departamento de Estradas de Rodagem. DER/MG. **Relatório de Controle Ambiental para o Acesso Rodoviário ao Aeroporto Regional da Zona da Mata**. Minas Gerais: Departamento de Estradas de Rodagem, novembro de 2009. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/lc/2008/1590820070012008/6904072009.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2022.

MINAS GERAIS. Lei n. 10.793, de 2 de julho de 1992. Dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no Estado. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=63>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

MINAS GERAIS. Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestais e de proteção à biodiversidade no Estado. 2013a. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>>. Acesso em: 13 ago. 2022.

MINAS GERAIS. Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Parecer Único nº 087/2008**. Minas Gerias: Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 14 maio 2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/lc/2006/0290620040012006/2766312008.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2022.

MINAS GERAIS. Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Parecer Único nº 59954/2010**. Minas Gerias: Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 29 jan. 2010. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/lc/2008/1590820070012008/0599542010.pdf>> Acesso em: 26 ago. 2022.

MINAS GERAIS. Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Parecer Único nº 860920/2011**. Minas Gerias: Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 16 nov. 2011. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/lc/2011/0290620040022011/8609202011.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2022.

MINAS GERAIS. Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Parecer Único nº 2135446/2013**. Minas Gerias: Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 04 nov. 2013. 2013b. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/lc/2013/0290620040032013/21354462013.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2022.

MINAS GERAIS. Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Parecer Único nº 0872118/2017**. Minas Gerias: Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 08 ago. 2017. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/lc/2016/0119020090022016/7833882018.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

MINAS GERAIS. Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Parecer Único nº 0783388/2018**. Minas Gerias: Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 14 nov. 2018. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/lc/2016/0119020090022016/7833882018.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2022.

NAÇÕES UNIDAS. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: <<https://sdgs.un.org/2030agenda>>. Acesso em: 6 jan. 2023.

OLIVEIRA JUNIOR, T. G. **Delimitação do Microcorredor Ecológico na parte Sudeste da Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro, Juiz de Fora, MG.** 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada à Conservação e manejo de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

OLIVEIRA, M.; ROCHA, S. H. B.; VELEZ, J. G. A.; SOUZA, L. V. Qualidade da água e índice de conformidade ao enquadramento da represa Dr. João Penido, Juiz de Fora (MG), Brasil. In: III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 2018, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: UFJF, 2018. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/srhps/files/2018/09/Anais-III-SRHPS.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2023.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; CARVALHO, L. M. T. (Coords.). Definição e delimitação de domínios e subdomínios das paisagens naturais do Estado de Minas Gerais. In: SCOLFORO, J. R. S.; CARVALHO, L. M. T. (Eds.). **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais.** Lavras: Editora UFLA, 2006. p. 21-35.

OLIVEIRA-FILHO, A.T., TAMEIRÃO-NETO, E., CARVALHO, A.C., WERNECK, M., BRINA, A.E., VIDAL, C.V., REZENDE, S.C.; PEREIRA, J. A. A. Análise florística do compartimento arbóreo de áreas de floresta Atlântica sensu lato na região das bacias do leste (Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro). **Rodriguésia**, v. 56, n. 87, p. 185-235, 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FONTES, M.A. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v.32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

PAIVA, R. V. E.; RIBEIRO, J. H. C.; CARVALHO, F. A. Estrutura, diversidade e heterogeneidade do estrato regenerante em um fragmento florestal urbano após anos de sucessão florestal. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 3, p. 535-544, 2015.

RIBEIRO, C. R. **Avaliação da sustentabilidade hídrica do Município de Juiz de Fora/MG: um subsídio à gestão sustentável dos recursos hídricos em âmbito municipal.** 2009. 380 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos.** Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda, 1997. 747 p.

ROCHA, C. H. B.; CASQUIN, A. P.; SILVA, T. M., DE FREITAS, F. A.; PEREIRA, A. M.; PAULA, I. F. M.; ALMEIDA NETO, J. O. Dinâmica de parâmetros limnológicos e uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas das represas Dr. João Penido e São Pedro, Juiz de Fora (MG). **Principia: Caminhos Da Iniciação Científica**, v. 18, n. 1, p. 1-10, 2018a.

ROCHA, C. H. B.; COSTA, H. F. Variação temporal de parâmetros limnológicos em manancial de abastecimento em Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 2, p. 543-550, 2015.

ROCHA, C. H. B.; DE OLIVEIRA, M.; DA CRUZ FERREIRA, R.; MARCELINO, G. W.; LEITE, M. A. Capacidade de suporte e resiliência de um manancial periurbano em Juiz de Fora (MG), Brasil. **Revista de Geografia**, v. 9, n. 1, p. 92-109, 2019b.

ROCHA, C. H. B.; DUARTE, R. L.; MATOSO, R. O. C.; SOUZA, L. V.; SILVEIRA, F. J.; MACHADO, M. M. M. Vulnerabilidades socioambientais associadas à implantação de rodovias às margens do reservatório de abastecimento público da Represa de São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 10, n. 1, p. 1-27, 2022.

ROCHA, C. H. B.; FREITAS, F. A.; CASQUIN, A. P. Conflitos de uso da terra nas APPs hídricas de manancial da Zona da Mata mineira, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 39, p. 1-22, 2019c.

ROCHA, C. H. B.; FREITAS, F. A.; SILVA, T. M. Alterações em variáveis limnológicas de manancial de Juiz de Fora devido ao uso da terra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 431-436, 2014.

ROCHA, C. H. B.; MACHADO, M. M. M.; SILVEIRA, F. J.; SOUZA, L. V.; FREITAS, F. A. Descumprimento e retrocesso na legislação ambiental: estudo de caso nas áreas de preservação permanente de margens da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora (MG), Brasil. In: III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 2018d, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: UFJF, 2018d. Disponível em: <<https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/76/C5015.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2023.

ROCHA, C. H. B.; OLIVEIRA, M.; MARCELINO, G. H.; FERREIRA, R. C.; COSTA, H. F.; VASCONCELOS, D.; CASQUIN, A. P. Qualidade da água bruta das represas de abastecimento Público de Juiz de Fora (MG), Brasil. In: III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 2018b, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: UFJF, 2018c. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/srhps/files/2018/09/Anais-III-SRHPS.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2023.

ROCHA, C. H. B.; PEREIRA, A. M. Análise multivariada para seleção de parâmetros de monitoramento em manancial de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Revista Ambiente & Água**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 176-187, 2016.

ROCHA, C. H. B.; SILVA, T. M.; FREITAS, F. A. Processos condicionantes de alterações em variáveis limnológicas: uma abordagem estatística na Represa de São Pedro, Juiz de Fora (MG). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 131-138, 2016.

ROCHA, C. H. B.; SOUZA, L. V.; MACHADO, M. M. M.; PINTO, F. P. Supressão de um grande fragmento de Mata: inconformidades no uso e cobertura da terra na Bacia de contribuição da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora (MG), Brasil. In: III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 2018b, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: UFJF, 2018a. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/srhps/files/2018/09/Anais-III-SRHPS.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2020.

ROCHA, C. H. B.; CASQUIN, A. P.; PEREIRA, R. O. Correlations chart: Tool to analyse the dynamics of water quality parameters. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 5, p. 383-390, 2019a.

RODRIGUES, A. C. J.; PALMIERI, D. A.; RODRIGUES, R. J. Uso do Geoprocessamento para planejamento, manejo, proteção de mananciais em áreas urbanas. **Tekhene e Logos**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 53-66, 2018.

SÁ JÚNIOR, A. **Aplicação da Classificação de Köppen para o Zoneamento Climático do Estado de Minas Gerais**. 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 60-68, 2013.

SILVA, G. R. D.; SILVA, N. R. D., CREMONESE, M. M. 2019. **Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica e entorno da represa Dr. João Penido - Juiz de Fora - Minas Gerais**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Faculdade Doctum de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

SOUZA, F. P. **Proposta para aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos em lagoas urbanas**. 2015. 232 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

TASCA, L. **As contradições e complementaridades nas leis urbanas de Juiz de Fora: dos planos aos projetos de intervenção**. 2010. 267 f. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

VALVERDE, O. Estudo Regional da Zona da Mata de Minas Gerais, **Revista Brasileira de Geografia**, v. 20, n.1, p. 3-79, 1958.

VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE-Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 123 p.

ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento Conceitos e Definições. **Revista de Geografia**, v. 7, n. 2, p. 195-201, 2017.

ZINN, G. K. **Áreas institucionais de condomínios horizontais fechados: um estudo de caso na cidade de Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil**. 2017. 272 f. Dissertação (Mestrado Interinstitucional) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2017.