ESG - ENVIRONMENTAL,SOCIAL AND GOVERNANCE
SINGEURB
IV Simpósio Nacional de Engenharia Urbana

Rio de Janeiro, 22 a 24 de novembro de 2023

ANÁLISE DA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DA REPRESA SÃO PEDRO NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA-MG

ANALYSIS OF ANTHROPIC OCCUPATION IN THE SÃO PEDRO DAM HYDROGRAPHIC BASIN IN THE MUNICIPALITY OF JUIZ DE FORA-MG

ARRUDA, Michel do Carmo[1]; SANTOS, Lidiane Figueiredo[2]; PERTEL, Monica[3]

[1] Prefeitura Municipal de Juiz de Fora - MG, michel.arruda@poli.ufrj.br
[2] Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, lidianefigueiredosantos@hotmail.com
[3] Universidade Federal do Rio de Janeiro, monicapertel@poli.ufrj.br

RESUMO

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 um manancial 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 da bacia da represa São Pedro 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. Conclui-se que novos padrões de ocupação do solo na bacia da represa São Pedro estão promovendo a supressão de fragmentos florestais para comportar o avanço da urbanização sobre o manancial 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: Manancial de abastecimento, Represa São Pedro, Recursos Hídricos.

ABSTRACT

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 a supply source in the municipality of Juiz de Fora - MG regarding the impacts resulting from anthropic occupation in the areas of the contribution basins. For this, land use and land cover data for the São Pedro dam basin region 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 of the São Pedro basin were urbanized. It is concluded that new patterns of soil occupation in the basin of the São Pedro dam are promoting the suppression of forest fragments to accommodate the advance of urbanization on the supply source. 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**: Supply source, São Pedro Dam, Water Resources.*

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). 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).

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).

2 OBJETIVOS

Analisar a situação de um manancial de abastecimento do município de Juiz de Fora - MG quanto aos impactos decorrentes da ocupação antrópica na área da bacia de contribuição.

São objetivos específicos do trabalho:

– Realizar levantamento das formas uso e ocupação do solo da bacia da represa São Pedro nas décadas de 1980, 1990 até 2020.

– 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 2020.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

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.

O município 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 São Pedro, devido ao fato desta estar localizada próxima ao centro urbano e, consequentemente, estar mais suscetível a impactos ambientais (RIBEIRO, 2009; 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. A barragem faz parte da bacia do Rio Paraíba do Sul e ocupa uma área de 13 km^2, sendo os Córregos de São Pedro e Grota do Pinto seus principais afluentes. A barragem é composta por espelho d'água de 0,04 km^2 e possui 200 m de comprimento e 5 m de altura (CESAMA, 2022).

A represa São Pedro, bem como qualquer recurso hídrico, é protegida 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).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O geoprocessamento de dadostem influenciado cada vez mais análises ambientais, prospecção mineral, transportes e planejamento urbano (ARAÚJO, 2017). Essa geotecnologia pode ser definida como um conjunto de técnicas para

coleta, armazenamento, edição, processamento, análise de dados e informações com referência espacial geográfica (CARRARA et al., 2018).

No presente estudo, utilizou-se ferramentas de geoprocessamento para analisar o uso e a ocupação do solo na bacia da represa São Pedro.
Inicialmente, realizou-se uma 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".

As informações referentes as alterações do uso do solo foram obtidas através do Projeto MapBiomas. 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.

Os dados do MapBiomas foram obtidos através do *Google Earth Engine* 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.

As imagens *raster* (GeoTIFF) recortadas 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 MapBiomas.

O uso do solo na região 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.

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 gráficos que revelam o uso do solo na região da represa São Pedro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

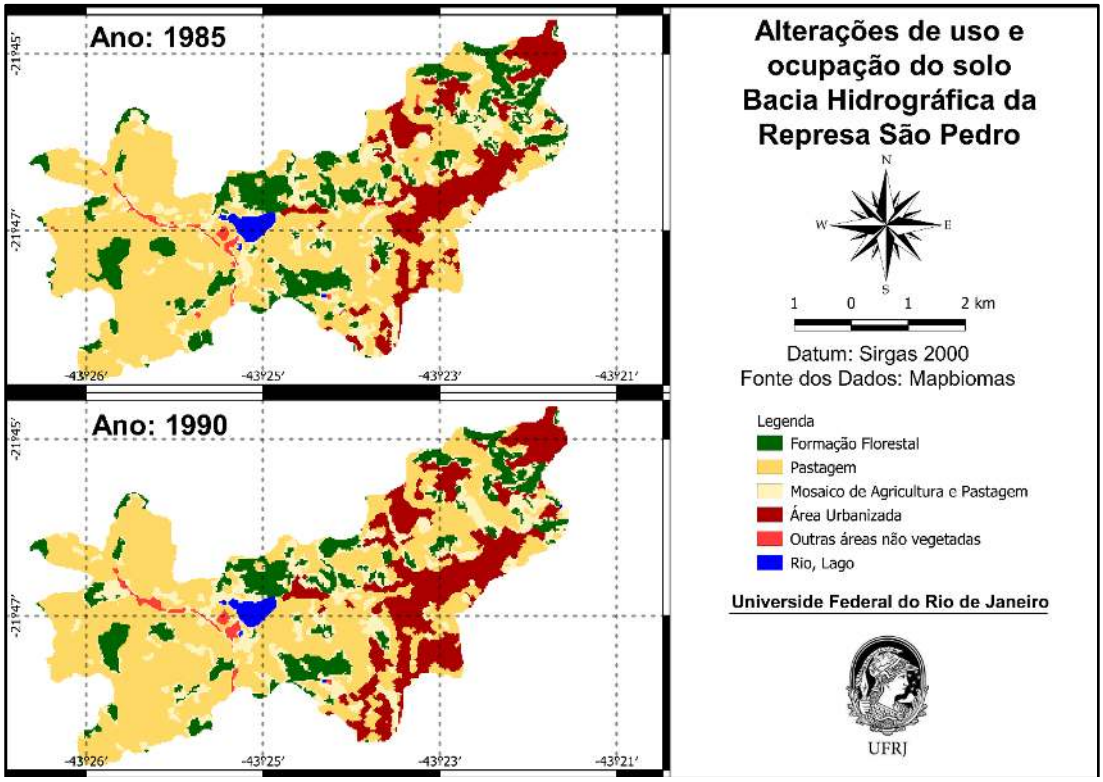
O uso e ocupação do solo na bacia da Represa São Pedro entre os anos de 1985 e 2020 revelou uma redução das áreas de pastagem e de formação florestal e sua substituição pela urbanização (Figuras 1, 2, 3 e 4). A expansão média da mancha urbana foi de 114,422 ha a cada 5 anos, o que corresponde à 3,808% da área total da bacia. A área urbanizada da Represa São Pedro segue um vetor de crescimento de leste para oeste (Figuras 1, 2, 3 e 4).

Observou-se declínio da área vegetada entre os anos 1985 e 2000 (Figuras 1 e 2); estabilização da supressão no período de 2000 à 2010 (Figura 3); e novo aumento do desmatamento nos anos de 2010 à 2020 (Figura 4). 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.

Áreas de pastagem da bacia São Pedro apresentaram decrescimento médio de 88,768 ha a cada 5 anos, o equivalente à 2,972% da área total da bacia. 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 3) e do Loteamento Alphaville em 2015 (face oeste do mapa) (Figura 4). Segundo Oliveira Junior (2007), a implantação

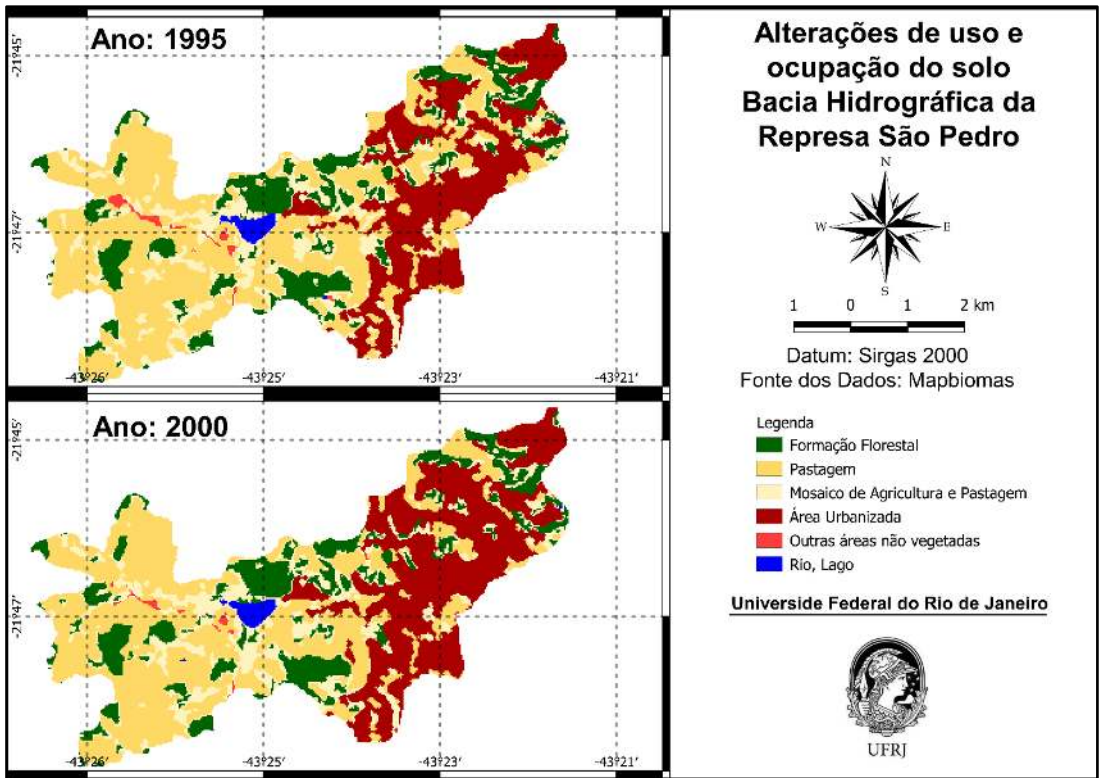
desses empreendimentos só reforça a forte tendência de urbanização da região da bacia nos próximos anos.

Figura 1 – Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa São Pedro nos anos 1985 e 1990



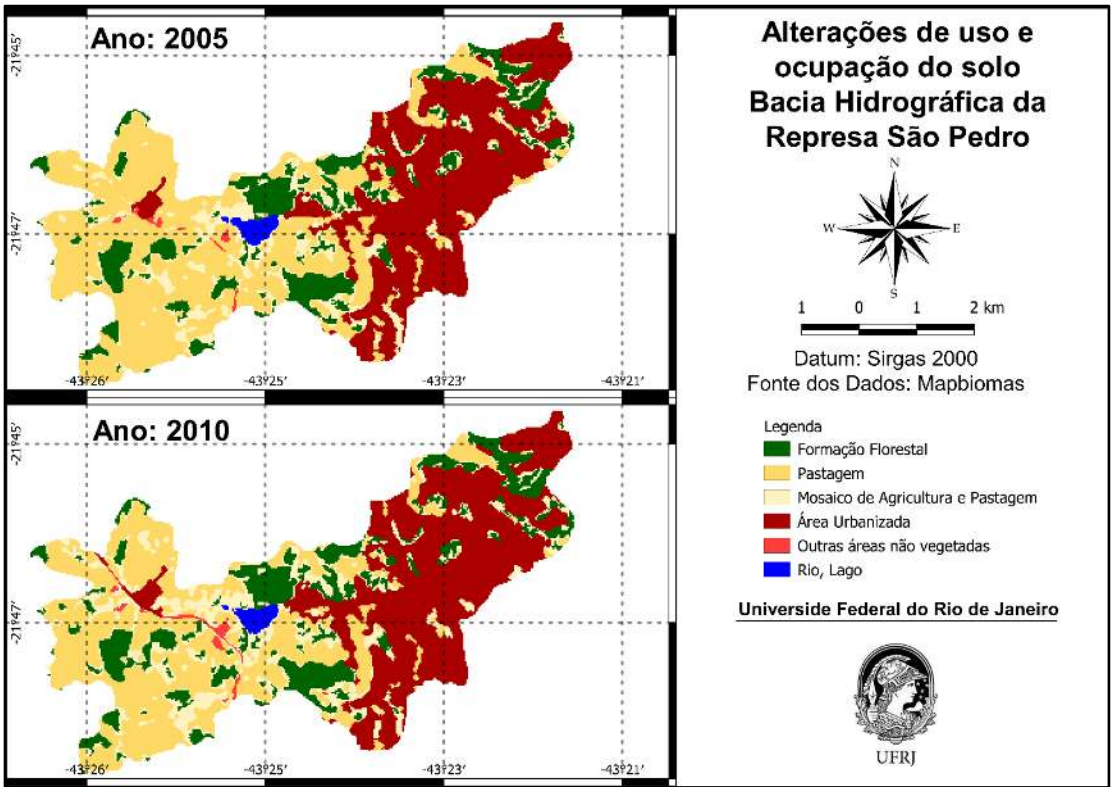
Fonte: Elaboração Própria (2023)

Figura 2 – Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa São Pedro nos anos 1995 e 2000



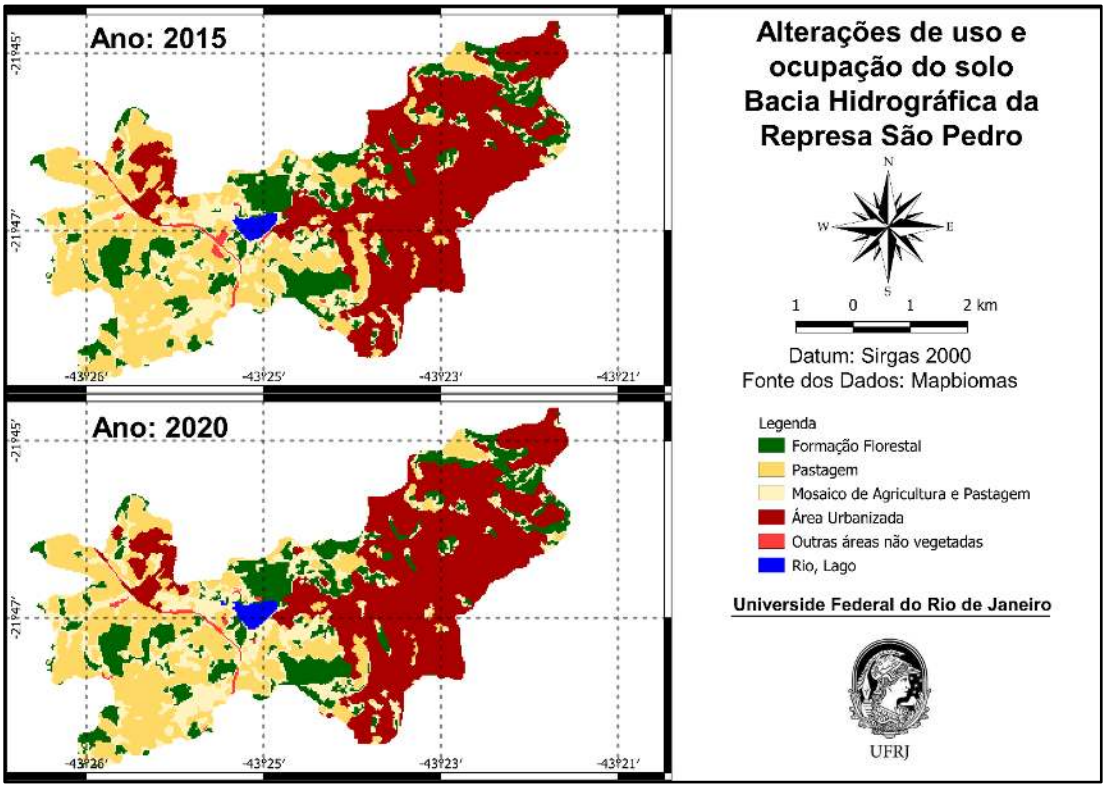
Fonte: Elaboração Própria (2023)

Figura 3 – Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa São Pedro nos anos 2005 e 2010



Fonte: Elaboração Própria (2023)

Figura 4– Alterações de uso e ocupação do solo da bacia da Represa São Pedro nos anos 2015 e 2020

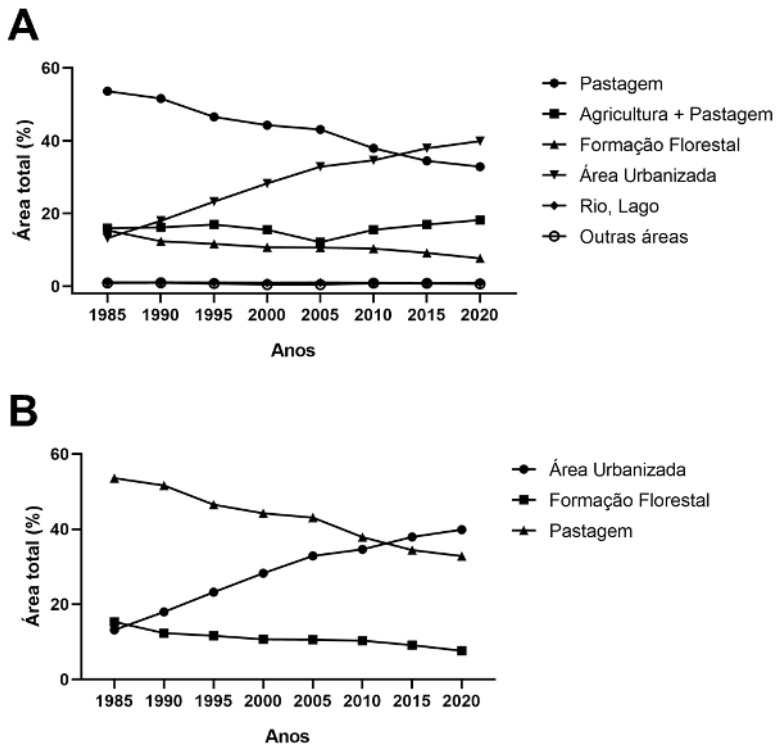


Fonte: Elaboração Própria (2023)

A Figura 5A relaciona as diferentes variáveis de uso e ocupação do solo na região da bacia São Pedro. As variáveis "área urbanizada", "formação florestal" e "pastagem" apresentaram alterações consideráveis de 1985 até 2020 (Figura 5A).

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 5B).

Figura 5 – 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).



Fonte: Elaboração Própria (2023)

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. 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).

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 áreas de preservação permanente (APP) de margens do reservatório para a passagem de maquinário utilizado na construção da BR-440. 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).

6 CONCLUSÃO

A partir da análise do histórico de ocupação do solo na área da Represa São Pedro entre 1985 e 2021, verificou-se diversos usos inadequados do solo na região da bacia. Desmatamento e urbanização são as principais fontes de degradação dos recursos hídricos da região. Dessa forma, é imprescindível a adoção de medidas para a recuperação dessa bacia hidrográfica.

É necessário empenho dos gestores em cumprir e fazer cumprir as normas vigentes, aprimorando a gestão do espaço urbano, que deve seguir critérios técnicos para definir formas de uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas dos mananciais. Além disso, devem ser criados mecanismos para melhoria dos sistemas de fiscalização, para o correto monitoramento e preservação dessas áreas.

O mapeamento elaborado para a área estudada comprova que a interferência antrópica vem causando significativa alteração das áreas de mananciais, dessa forma, mudanças são necessárias para a construção de cidades sustentáveis.

REFERÊNCIAS

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.

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.

CARRARA, A. A.; ZAIDAN, R. T.; PAULA, L. P. Geoprocessamento aplicado à história agrária: o vínculo da Jaguara. **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.

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

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

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.

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.

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.

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.

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.; 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.; 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.; 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, 2018c, 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.

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.

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.