

Evolução do uso e ocupação do solo no município de João Monlevade – MG frente às pressões sobre os recursos hídricos

Evolution of Land use and occupancy in the municipality of João Monlevade – MG facing pressures on water resources

Evolución del uso y ocupación del suelo en el municipio de João Monlevade – MG enfrentando presiones sobre los recursos hídricos

Recebido: 13/06/2022 | Revisado: 29/06/2022 | Aceito: 06/07/2022 | Publicado: 14/07/2022

Gislene da Conceição Marcelino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0843-8114>
Universidade Federal de Itajubá, Brasil
E-mail: d2021102955@unifei.edu.br

Cristiano Martins da Costa Guerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3110-4374>
Universidade Federal de Itajubá, Brasil
E-mail: cristianoguerra31@gmail.com

Eliane Maria Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1749-6105>
Universidade Federal de Itajubá, Brasil
E-mail: elianevieira@unifei.edu.br

Resumo

As alterações no Uso e Ocupação do solo nas bacias hidrográficas em várias regiões do planeta tem acarretado na deterioração da qualidade e quantidade da água, superficial e subterrânea. Neste cenário os estudos da evolução do uso e ocupação são uma grande ferramenta para orientar políticas públicas e planos de gestão de bacias. Assim este trabalho teve como objetivo realizar, por meio das ferramentas de geoprocessamento, a evolução do Uso e Ocupação do solo para o município de João Molevade, localizado na bacia do rio Piracicaba, no estado de Minas Gerais. Empregou-se como base de dados o arquivo baixado do MapBiomas, dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020. Os dados foram recortados para o limite da área de estudos e reclassificados com as seguintes tipologias: Floresta, Formação Natural não Florestal, Agropecuária, Área não vegetada, Corpo d'água. No período estudo houve uma diminuição da tipologia Floresta e um incremento da tipologia Formação Natural não Florestal, estas se relacionam de forma direta, visto que as áreas de florestas foram ocupadas por pastagens, principalmente, e pela expansão da área urbana do município. Estas substituições contribuem para a redução da recarga dos aquíferos locais e para o aporte de sedimentos nos corpos hídricos superficiais, consequências intensificadas pelo relevo acidentado da região. Desta forma o presente trabalho se torna um importante subsídio para os gestores no planejamento do uso e ocupação da bacia, bem como serve de base para a elaboração de planos de manejo desta bacia.

Palavras-chave: Recarga hídrica; Geotecnologias; Geoprocessamento.

Abstract

Changes in the use and occupation of land in hydrographic basins in various regions of the planet have resulted in the deterioration of the quality and quantity of water, both surface and underground. In this scenario, studies on the evolution of use and occupation are a great tool to guide public policies and watershed management plans. Thus, this work aimed to carry out, through geoprocessing tools, the evolution of Land Use and Occupation for the municipality of João Molevade, located in the Piracicaba River basin, in the state of Minas Gerais. The file downloaded from MapBiomas, from the years 1990, 2000, 2010 and 2020 was used as a database. The data were cut to the limit of the study area and reclassified into the following typologies: Forest, Non-Forest Natural Formation, Agriculture, Unvegetated area, Water body. During the study period, there was a decrease in the Forest typology and an increase in the Non-Forest Natural Formation typology, these are directly related, since the forest areas were mainly occupied by pastures and by the expansion of the urban area of the municipality. These replacements contribute to reducing the recharge of local aquifers and to the contribution of sediments to surface water bodies, consequences intensified by the rugged relief of the region. In this way, the present work becomes an important subsidy for managers in planning the use and occupation of the basin, as well as serving as a basis for the elaboration of management plans for this basin.

Keywords: Water recharge; Geotechnologies; Geoprocessing.

Resumen

Los cambios en el uso y ocupación del suelo en las cuencas hidrográficas de diversas regiones del planeta han resultado en el deterioro de la calidad y cantidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas. En este escenario, los estudios sobre la evolución del uso y ocupación son una gran herramienta para orientar las políticas públicas y los planes de manejo de cuencas. Así, este trabajo tuvo como objetivo realizar, a través de herramientas de geoprocésamiento, la evolución del Uso y Ocupación del Suelo para el municipio de João Molevade, ubicado en la cuenca del río Piracicaba, en el estado de Minas Gerais. Se utilizó como base de datos el archivo descargado de MapBiomas, de los años 1990, 2000, 2010 y 2020. Los datos fueron recortados hasta el límite del área de estudio y reclasificados en las siguientes tipologías: Bosque, Formación Natural No Forestal, Agricultura, Área sin vegetación, Cuerpo de agua. Durante el periodo de estudio se presentó una disminución en la tipología Bosque y un aumento en la tipología Formación Natural No Forestal, estos están directamente relacionados, ya que las áreas forestales fueron ocupadas principalmente por pastizales y por la expansión de la zona urbana de la Municipalidad. Estos reemplazos contribuyen a reducir la recarga de los acuíferos locales y al aporte de sedimentos a los cuerpos de agua superficiales, consecuencias intensificadas por el accidentado relieve de la región. De esta forma, el presente trabajo se convierte en un importante subsidio para los gestores en la planificación del uso y ocupación de la cuenca, además de servir de base para la elaboración de los planes de manejo de esta cuenca.

Palabras clave: Recarga de água; Geotecnologías; Geoprocésamiento.

1. Introdução

Houve, nos últimos 30 anos no Brasil, um rápido crescimento das cidades. Em 1970 o país tinha 53% da sua população na área urbana, no início do século XXI já estava com 83% da população vivendo nas cidades (Mata et al., 2006). Esta expansão em sua maioria se dá de forma desordenada, o que agrava ainda mais os impactos causados. Uma forma de se minimizar tais impactos seria por meio de projetos de urbanização que considerem o conhecimento a respeito dos processos locais relacionados à infiltração da água que vai abastecer o aquífero. Para tanto, utilizam-se dados geomorfológicos, climáticos, pedológicos e de uso e ocupação do solo que irão subsidiar os cálculos do impacto da urbanização sobre a recarga dos aquíferos.

As alterações na recarga dos aquíferos pela ocupação não planejada ou sem controle vêm crescendo a cada ano e para ilustrar esta situação cita-se o trabalho de Martins Júnior et al. (2021), o qual afirma que mesmo protegidas pela legislação, as áreas verdes públicas não têm mantido a cobertura vegetal necessária ao solo. Esta afirmação é corroborada pelo trabalho de Seraphim e Bezerra (2019), que afirmam que nos últimos 15 anos as áreas de recarga do Distrito Federal vêm sofrendo diminuição da cobertura verde da área urbana de maneira que em 2016, 81,24% da área urbana estava sobreposta às áreas de recarga e 90% da cobertura vegetal estava desmatada com consequente diminuição da recarga provocada pelo desmatamento.

O Sensoriamento Remoto vem se desenvolvendo muito nos últimos 40 anos, inclusive no setor de sensores que passam a ser bem mais confiáveis e temáticos (Borges et al., 2015). Além disso, segundo Antunes e Ross (2018) é importante a inserção de metodologias e técnicas que permitem um estudo integrado do meio ambiente favorecendo uma melhor interpretação das inter-relações dos elementos formadores da paisagem. São vários os trabalhos e possibilidades de utilização do Sensoriamento Remoto no estudo ambiental de uma bacia hidrográfica: Santos e Lollo (2016), utilizaram imagens de satélite para caracterizar o uso e ocupação do solo identificando os diversos usos no ano de 2009 e comparou com a carta de uso e ocupação de 2001 verificando as modificações relacionadas com os processos de degradação; Rocha (2021), determinou a fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica por meio da análise multicritério, caracterizando-a quanto aos parâmetros físico-bióticos e as características morfométricas do relevo e da drenagem.

Contudo, para que se utilize as imagens destes equipamentos há necessidade de prepará-las, ou seja, analisá-las e interpretá-las. Segundo Gomes e Cubas (2021), o princípio básico consiste na análise dos dados armazenados nas imagens associado com imagens do que se conhece da paisagem.

Em estudos que envolvem imagens multiespectrais provenientes de sensores remotos, a classificação digital de imagens é uma metodologia bastante utilizada para elaboração de mapas temáticos. De acordo com Crósta (1992) apud Alvarenga e Moraes (2014), a classificação de imagens multiespectrais consiste em associar cada pixel da imagem a um “rótulo” descrevendo

um objeto real. Portanto, os valores numéricos definidos pelo pixel da imagem, que, por sua vez, é associado à informação espectral dos alvos captados pelo sensor, são identificados e associados a temas distintos, configurando assim regiões homogêneas.

Assim, pode-se usar imagens de satélite para verificação da alteração da cobertura vegetal da bacia hidrográfica, a qual, por si só, pode ser considerada como fonte de poluição, uma vez que influencia na resposta da bacia aos eventos de chuva, modificando seu comportamento hidrológico. Os efeitos destas alterações sobre a cobertura natural do solo da bacia podem resultar, em alteração do balanço hídrico vertical e horizontal, perda de vegetação ripária, elevação da temperatura, elevação do escoamento superficial e aumento da produção de sedimentos (Tucci, 2008).

Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi verificar a evolução das pressões antrópicas sobre a recarga dos aquíferos e na qualidade e quantidade das águas superficiais, no município de João Monlevade-MG, através de uma análise temporal entre o período de 1990 a 2020, tendo por base o mapa de uso e ocupação do solo. A área de estudo compreende o entorno da área urbana do município e objetivou-se verificar os impactos da pressão antrópica nesta e analisando se esta contribuiu para a degradação dos recursos hídricos.

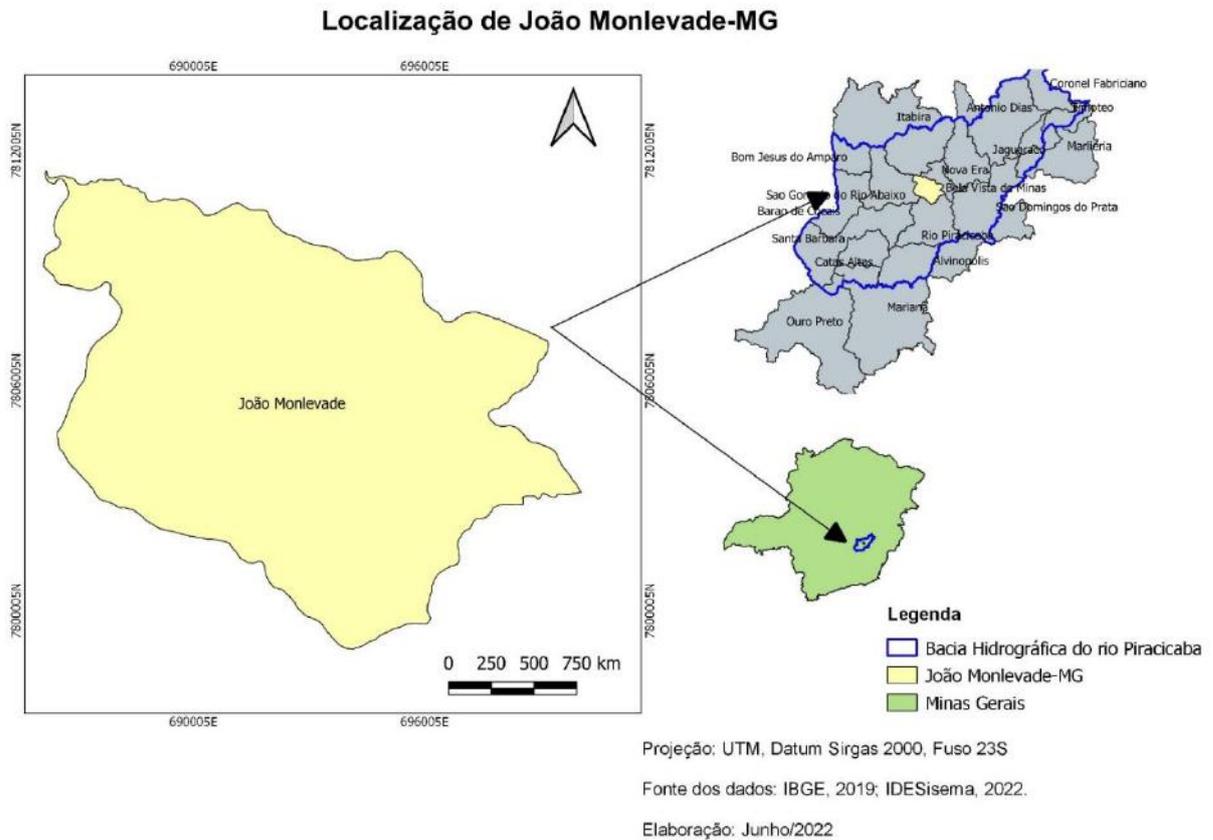
2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

A área de estudo da presente pesquisa, trata-se do município de João Monlevade, no estado de Minas Gerais (Figura 1). Segundo dados do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020), o município se estende por 99,158 km², contava com 80.416 habitantes no último censo realizado em 2020 e a densidade demográfica era de 742,35 hab/km² no território do município. João Monlevade é circundado pelos municípios de Itabira, Bela Vista de Minas e São Gonçalo do Rio Abaixo. João Monlevade pertence à bacia hidrográfica do rio Doce e à sub-bacia do rio Piracicaba e tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 19° 48' 33" Sul, Longitude: 43° 10' 26" Oeste.

A área de estudo, apresenta segundo dados do IBGE (2022), um Índice de Desenvolvimento Humano de 0,758 e a 71ª posição dos municípios de Minas Gerais em PIB per capita.

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Autores (2022).

2.2 Metodologia de trabalho

Para a obtenção do mapa de uso e ocupação do solo empregou-se os mapas da Coleção 6 do MapBiomias. Para o presente estudo, foram feitos download em formato GeoTiff dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020 (um mapa para cada ano) fazendo o recorte para o município de João Monlevade-MG. Os dados foram processados e manipulados em um sistema de informação geográfica (SIG) por meio do programa QGis 3.10.

Após o download, os rasters foram reprojetados para o sistema de coordenadas planas UTM, datum Sirgas 2000, fuso 23 S. Neste estudo optou-se pela reclassificação dos mapas em cinco categorias, conforme apresentado na Quadro 1

Quadro 1: Reclassificação das tipologias de uso do solo.

ID nativo do MapBiomias	Tipologia	Cor atribuída
1,3,4,5 e 49	Floresta	
10, 11,12, 13, 29 e 32	Formação Natural não Florestal	
9, 14, 15, 18, 19, 20,21, 36, 39, 40,41, 46, 47 e 48	Agropecuária	
22,23,24,25 e 30	Área não vegetada	
26, 31 e 33	Corpo d'água	

Fonte: Autores (2022).

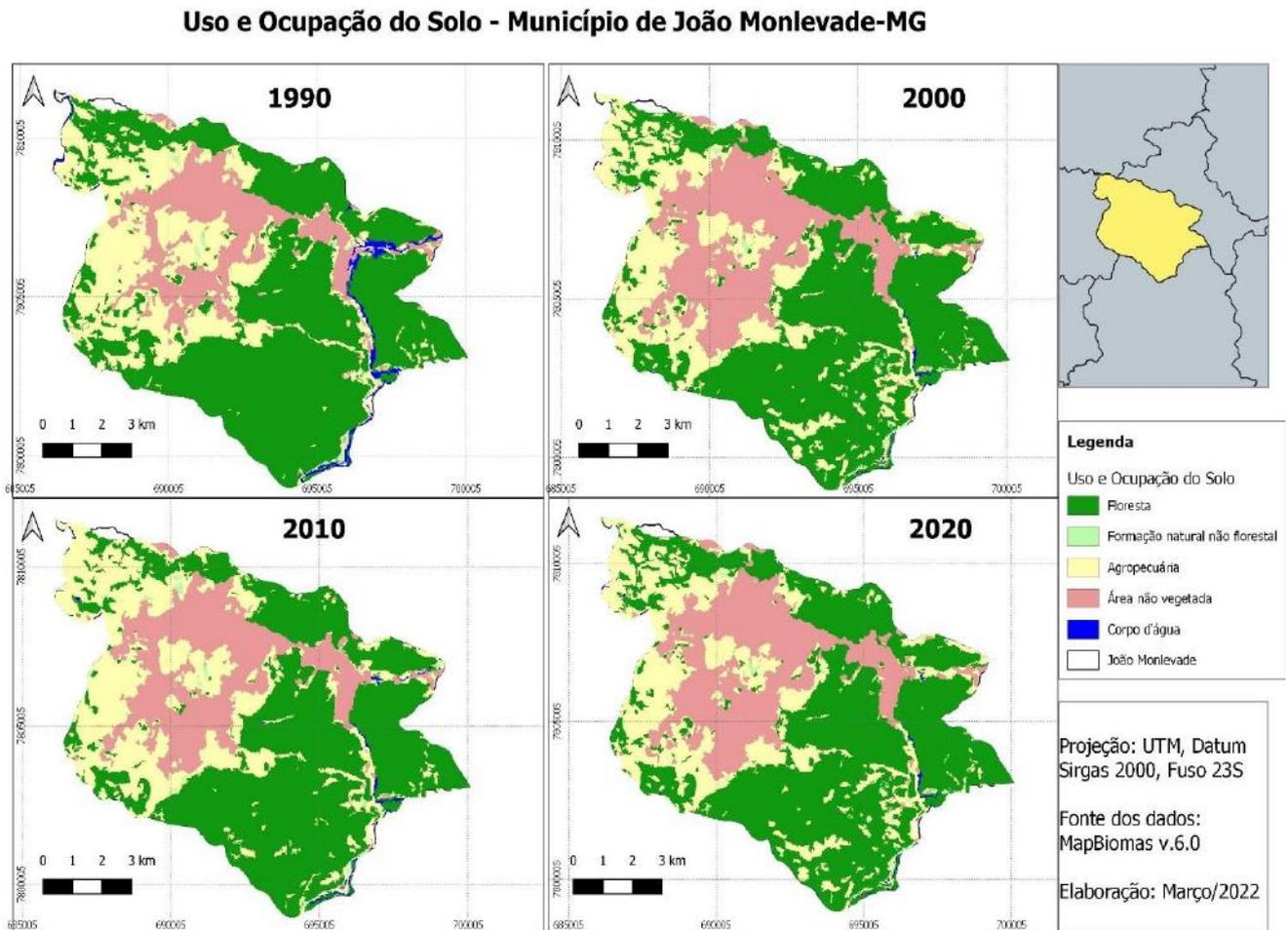
Após a reclassificação das tipologias dos mapas, foi extraída a tabela de dados para a quantificação das áreas de cada tipologia, através da ferramenta de análise de dados *raster*, reporta camada *raster* de valor único, no menu processar.

3. Resultados e Discussão

Foram gerados os mapas de uso e cobertura do solo do município de João Monlevade-MG para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020, apresentados na Figura 2, e as áreas de cada tipologia foram quantificadas (quadro 2).

O Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomias) criado em março de 2015, produz mapas anuais de cobertura da terra para todo o Brasil que permitem a recuperação do histórico nas últimas décadas (MapBiomias, 2022). Almeida et al. (2018) utilizou imagens do MapBiomias da versão 2.3 comparadas com imagens do sensor TM do satélite Landsat 5 para análise da variabilidade espacial de cobertura e uso do solo de uma bacia hidrográfica e obteve resultados semelhantes para as duas fontes. A utilização de imagens do MapBiomias dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2015 para avaliar a evolução do uso do solo na bacia do rio Itajaí-SC permitiu simular um mapa de uso do solo para o ano de 2027 (Preis et al., 2021).

Figura 2: Mapa de classificação de uso do solo.



Fonte: Autores (2022).

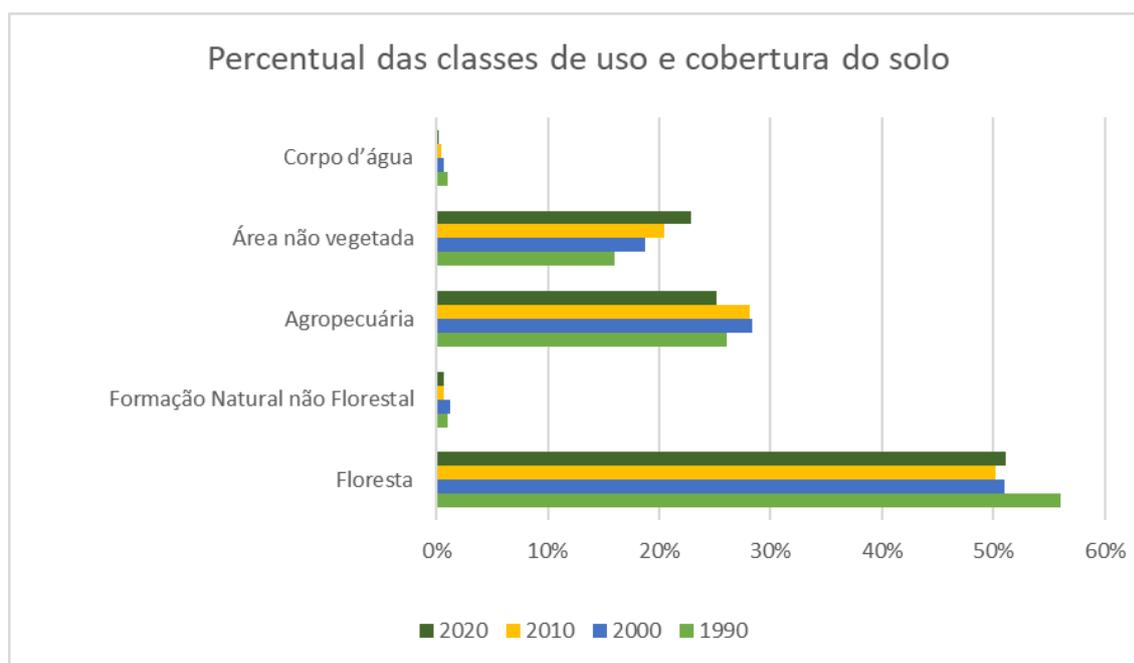
Quadro 2: Percentual das tipologias de uso e cobertura da terra para cada ano analisado.

Tipologia	1990		2000		2010		2020	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
Floresta	55.92	56%	50.95	50.93%	50.23	50.21%	51.08	51.05%
Formação Natural	0,72	1%	1,20	1,20%	0,72	0,72%	0,73	0,73%
Agropecuária	26,06	26%	28,37	28,36%	28,13	28,12%	25,18	25,17%
Área não vegetada	15,79	16%	18,80	18,79%	20,52	20,51%	22,83	22,82%
Corpo d'água	1,47	1%	0,72	0,72%	0,44	0,44%	0,22	0,22%

Fonte: Autores (2022).

Os dados quantificados também foram organizados em um gráfico com a finalidade de facilitar a análise da variação das tipologias na área de estudo ao longo dos anos (Gráfico 1).

Gráfico 1. Percentual das tipologias de uso e cobertura da terra.



Fonte: Autores (2022).

Como pode ser observado no Quadro 2 e Gráfico 1, há uma predominância da tipologia Floresta, que sofreu uma redução entre os anos de 1990 e 2000, se mantendo quase constante a partir de então, como verificado para os anos de 2010 e 2020.

Essa redução também foi constatada por outros estudos realizados no Brasil, como os trabalhos de Daniel et al. (2021), para uma bacia em São Pedro (SP), Rosário et al. (2021) em seu estudo no município de Novo Progresso no estado do Pará-Brasil, França et al. (2021), para a bacia do rio São Francisco, entre outros. Esta variação também é constatada em trabalhos realizados em outras regiões como o estudo realizado por Nnaji et al. (2021), em uma bacia no estado de Enugu (Nigéria) ou o trabalho realizado para a região de Hangzhou Bay na China por Zhao et al. (2021) e além disto, Arraz et al.(2022) utilizando imagens do sistema do MapBiomias para análise da dinâmica temporal do uso e ocupação do solo do município de Conceição do

Araguaia-PA, do período de 1985 a 2020, constataram uma redução de 15 Km² dos corpos d'água, provavelmente em função do desmatamento provocado pela expansão agropecuária.

Parte desta área perdida de Floresta foi ocupada por agropecuária, como constatado no gráfico pela expansão desta tipologia no ano de 2000, permanecendo este quantitativo no ano de 2010, e havendo uma redução em 2020.

A tipologia área não vegetada foi a que demonstrou um crescimento contínuo ao longo dos anos estudados. Esta tipologia engloba a área urbana e regiões desmatadas sem ocupação no momento da elaboração do mapa de uso e ocupação.

A classe formação natural não florestal sofreu redução a partir de 2010. Já a classe floresta apresentou diminuição principalmente na porção sudoeste do município. Provavelmente em função da ocorrência de desmatamento motivado pelo uso de pastagem, já que nesta região não há urbanização.

De fato, nos últimos 30 anos foi notável, pelos resultados aqui apresentados, o crescimento do tecido urbano. Contudo, isto não quer dizer que houve também um desenvolvimento no âmbito ambiental. Diante dos resultados obtidos pelo presente trabalho percebe-se que foi grande a pressão antrópica sobre a vegetação natural e consequentemente sobre os recursos hídricos, visto ser a área de vegetação natural a que mais favorece a recarga hídrica e contribui para a manutenção da qualidade da água nos rios. Este efeito é ainda mais evidente quando se utilizam espécies nativas adaptadas ao bioma de referência (OLIVEIRA, 2020)

A urbanização influencia negativamente na recarga dos aquíferos, quer seja na impermeabilização do solo, na diminuição da cobertura vegetal ou na degradação das qualidades físicas dos solos. Somando-se a esta questão, (SILVA et al., 2019) determinaram que a bacia hidrográfica do córrego Carneirinhos, que drena uma importante porção urbana do município, possui elevada amplitude altimétrica apresentando, assim, baixa taxa de infiltração da água no solo e consequentemente maior velocidade de escoamento, esta condição natural é agravada pelo processo de impermeabilização.

Segundo Barão et al. (2021), uma maior ou menor mobilização atribuída ao solo, relacionada ao uso, o expõe a diferentes graus de susceptibilidade à erosão e/ou às perdas produtivas, que em períodos de chuva acabam por impactar os recursos hídricos.

A topografia acidentada que predomina em todo o município não permite a mecanização e dificulta o manejo pecuário. Assim, a classe agropecuária teve pequena alteração, havendo até diminuição, quando se considera o início e o fim da observação, ou seja, o ano de 1990 e o ano de 2020.

4. Conclusão

Houve variação das tipologias ao longo dos anos estudados, sendo que a maior variação foi na tipologia Área não vegetada, com o maior incremento. Tal variação se relaciona com a diminuição da tipologia Floresta, o que demonstra uma possível redução do abastecimento dos lençóis freáticos na região e no aumento do aporte de sedimentos nos corpos hídricos superficiais.

O aumento da Área não vegetada, também se relaciona com a expansão urbana no município, ocorrido neste período, e também um fator que exerce forte influência na quantidade e qualidade dos recursos hídricos na região, seja pela impermeabilização do solo, pela movimentação deste ou mesmo pelo lançamento de efluentes.

Tais variações ainda são agravadas pela topografia da área de estudo que tende a aumentar os processos de carreamento de sedimentos. Assim, este estudo é de grande importância para o planejamento do uso e ocupação do solo na bacia, podendo ser subsídio para gestores e entidades governamentais na definição de diretrizes que possam minimizar os impactos sobre os recursos hídricos na bacia.

A constatação de que em um pequeno espaço temporal o crescimento urbano provocou um impacto significativo na diminuição da tipologia Floresta e um aumento da área não vegetada e a importância disto para a qualidade e quantidade da

oferta de água para a população, abre-se um precedente para que trabalhos futuros, principalmente na seara das pesquisas quantitativas, venham servir de subsídios para a motivação social na mudança de paradigma da gestão dos recursos hídricos, no âmbito do território.

Sugere-se que trabalhos analisando a qualidade da água e a geração de sedimentos na área de estudo sejam realizados de forma a complementar as informações para um planejamento eficiente do uso e ocupação da bacia, que pode ser complementado ainda com um estudo do potencial agrícola e vocacional do município, a fim de propiciar a sustentabilidade ambiental e econômica da região.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos-ProfÁgua, projeto CAPES/ANA AUXPE nº 2717/2015, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), à Agência Nacional de Águas (ANA) e à Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Campus Itabira.

Referências

- Almeida, D. N. O., Oliveira, L. M.M., Candeias, A. L. B., Bezerra, U. A. & Leite A. C. S. (2018). Uso e cobertura do solo utilizando geoprocessamento em municípios do Agreste de Pernambuco. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 4(1), 58-68. <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/95>.
- Alvarenga, A. S. & Moraes, M. F. (2014). *Utilização de imagens LANDSAT – 8 para caracterização da cobertura vegetal*. Website *MundoGeo*. <https://mundogeo.com/2014/06/10/processamento-digital-de-imagens-landsat-8-para-obtencao-dos-indices-de-vegetacao-ndvi-e-savi-visando-a-caracterizacao-da-cobertura-vegetal-no-municipio-de-nova-lima-mg/>.
- Antunes, R. L. S. & Ross, J. L. S. (2018). Interpretação das fisionomias da paisagem e sua fisiologia a partir do sensoriamento remoto no sul do Brasil. *GeoAmbiente*, 30, 74–96. <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/52828/25507>.
- Arraz, R. M., Marques, E. E. & Ribeiro, L. da S. (2022). Análise da dinâmica temporal do uso e ocupação do solo no município de Conceição do Araguaia-PA (1985-2020). *Research, Society and Development*, 11(8), e37911831026. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i8.31026>.
- Barão, W. N., Melloni, E. G. P., Pons, N. A. D. & Teixeira, D. L. S. (2021). Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao estudo do conflito de uso do solo em microbacias do município de Senador Amaral – MG. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 4 (01), 439-454. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/249759/38202>.
- Borges, M. B., Pachêco, A. P. & Santos, F. K. S. (2015) Sensoriamento Remoto: Avanços e perspectivas. *Revista de Geografia*, 32 (2), 267-292. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229116/23515>.
- Daniel, E., Vieira, B. C. & Martins, T. D. (2021). Implicações do Uso do Solo na Ocorrência de Feições Erosivas em São Pedro (SP). *Derbyana*, 42, 1-14. https://www.researchgate.net/profile/Tiago-Martins-6/publication/355641886_Implicacoes_do_uso_do_solo_na_ocorrencia_de_feicoes_erosivas_em_Sao_Pedro_SP/links/617948f5eef53e51e1f36387/Implicacoes-do-uso-do-solo-na-ocorrencia-de-feicoes-erosivas-em-Sao-Pedro-SP.pdf
- França, B. T., Andrade, M. P., Ribeiro, C. B. M. & Hippert, H. S. (2021). Dinâmica do uso do solo e alterações na vazão na bacia do Rio São Francisco no início do Séc. XXI. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 18 (11). <https://doi.org/10.21168/rega.v18e11>.
- Gomes, J. V. P. & Cubas, M. G. (2021). *Fundamentos do sensoriamento remoto*. (1. Ed.). Inter Saberes.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). *Estimativa da População – 2020*. https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2020/POP2020_20220419.pdf.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). *Cidades*. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/joao-monlevade/pesquisa/1/74454>.
- MapBiomias: *Coleções MapBiomias*. (2022). https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR.
- Martins Júnior, A. C. O., Cunha, S. L. R., Borges, R. S. Q., Campos, R. B. F., Gaede, E. P. S., Cunha, M. L. R. & Martins, P. C. S. (2021). Análise da distribuição da cobertura vegetal de Áreas Verdes Públicas em Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil. *Sociedade & Natureza*, 33, 1–13. <https://doi.org/10.14393/sn-v33-2021-57464>.
- Mata, D., Deichmann, U., Henderson, J. V. & Wang, H. G. (2006). Um exame dos padrões de crescimento das cidades brasileiras. *Texto para discussão núm. 1330*. Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (Ipea). https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=4322.
- Nnaji, C. C., Ogarekpe, N. M. & Nwankwo, E. J. (2021). *Temporal and spatial dynamics of land use and land cover changes in derived savannah hydrological basin of Enugu State, Nigeria*. *Environment, Development and Sustainability*, 29.
- Oliveira, A. da N. (2020). Cidade e natureza: urbanização em áreas de recarga e aquíferos. *Texto para discussão*. Companhia de planejamento do Distrito Federal

(CODEPLAN). *Website Codeplan*. <https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/TD-69-Cidade-e-Natureza-Urbaniza%C3%A7%C3%A3o-em-%C3%A1reas-de-recarga-de-aqu%C3%ADferos-2020.pdf>

Preis, C. M., Franco, D. & Varella, S. C. . (2021). Avaliação do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Itajaí e simulação para 2027. *Revista Geociências*, 40(2), 407- 414. <https://doi.org/10.5016/geociencias.v40i02.14321>.

Rocha, J. M. (2021). *Caracterização da bacia hidrográfica Rio Piracicaba-MG utilizando ferramentas de Geoprocessamento*. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Ouro Preto-UFOP. <https://monografias.ufop.br/handle/35400000/3508>.

Rosário, R. R., Barbosa, M. T., Carneiro, F. S. & Costa, M. S. S. (2021). Uso e ocupação do solo do município de Novo Progresso no Estado do Pará-Brasil. *Research, Society and Development*, 10 (1), 1–11. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12060/10811>.

Santos, F. M. & Lollo, J. A. (2016). Cartografia digital para estimativa de escoamento superficial visando ao planejamento urbano. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 21 (4), 663–675. <https://www.scielo.br/j/esa/a/CGrNxSKVKymfjbdKZsDtGRD/abstract/?lang=pt>.

Seraphim, A. P, A. C. C. & Bezerra, M. C. L. Identificação de áreas de recarga de aquíferos e suas interfaces com áreas propícias à urbanização. *Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo*, 23, 68–83. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/42764>.

Silva, J. J. R., Oliveira, G. A., Vieira, E. M. & Freitas, A. C. V. (2019). Influência da expansão urbana aliada às características morfométricas nas ocorrências de inundações: estudo de caso no município de João Monlevade-MG. *Research, Society and Development*, 9 (2), 1–23. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2101/1776>.

Tucci, C. E. M. (2008). Águas urbanas. *Estudos Avançados*, 22 (63), 97-112. <https://www.scielo.br/j/ea/a/SfqYWrhrvtkxybFsjYQt7v/?format=pdf&lang=pt>

Zhao, Y., Na, R., Xiong, N. Ou, D. & Jiang, C. (2021). *Spatio-Temporal Land-use/Land-Cover Change Dynamics in Coastal Plains in Hangzhou Bay Area, China from 2009 to 2020 Using Google Earth Engine*. *Land*, 10 (1149). <https://doi.org/10.3390/land1011149>.