

MUDANÇAS NA PAISAGEM DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NOVO, SÃO PAULO, BRASIL E IMPACTOS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS

CHANGES IN THE LANDSCAPE OF THE UPPER COURSE OF THE RIO NOVO
HYDROGRAPHIC BASIN, SÃO PAULO, BRAZIL AND IMPACTS ON WATER RESOURCES

CAMBIOS PAISAJÍSTICOS EN EL CURSO ALTO DE LA CUENCA DEL RÍO NOVO, SÃO
PAULO, BRASIL E IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Amanda Trindade Amorim¹

Edson Luís Piroli²

RESUMO: A intensificação do uso da água nas atividades antrópicas tem sido uma das principais características da relação sociedade/natureza nas últimas décadas. Na área do presente estudo este processo tem sido observado com intensidade crescente nas últimas décadas, sobretudo nos últimos anos. Neste contexto esta pesquisa buscou avaliar, usando imagens do satélite Sentinel 2, as mudanças do uso da terra ocorridas no período de dois anos e suas possíveis implicações com a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica estudada. Verificou-se que neste período, ocorreram mudanças em várias áreas da bacia, principalmente nos usos pastagem, cultura temporária e cultura permanente. Estas condições indicam a intensificação do uso da água, principalmente pela irrigação, que teve sua área ampliada no período estudado.

Palavras-chave: Água. Crise hídrica. Geotecnologias. Segurança hídrica. Uso da terra.

ABSTRACT: The intensification of water use in human activities has been one of the main characteristics of the society/nature relationship in recent decades. In the area of the present study, this process has been observed with increasing intensity in recent decades, especially in recent years. In this context, this research aimed to evaluate, using images from the Sentinel 2 satellite, the changes in land use that occurred in the two-year period and their possible implications for the water availability of the studied river basin. It was verified

1 Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Engenheira Ambiental, Mestra em Ciências Ambientais, Doutora em Geografia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7359-6859>. E-mail: amanda.amorim@unesp.br

2 Engenheiro Florestal. Livre Docente em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho UNESP. Doutor em Agronomia pela UNESP. Mestre em Engenharia Agrícola pela UFSM, Professor Associado da UNESP - Campus de Ourinhos e no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP de Presidente Prudente. Docente do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ANA/CAPES). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3350-2651>. E-mail: edson.piroli@unesp.br

that in this period, changes occurred in several areas of the basin, mainly in the pasture, temporary culture and permanent culture uses. These conditions indicate the intensification of water use, mainly by irrigation, which had its area expanded in the studied period.

Keywords: Water. Water crisis. Geotechnologies. Water security. Land use.

RESUMEN: La intensificación del uso del agua en las actividades humanas ha sido una de las principales características de la relación sociedad/naturaleza en las últimas décadas. En el ámbito del presente estudio, este proceso se ha observado con creciente intensidad en las últimas décadas, especialmente en los últimos años. En este contexto, esta investigación tuvo como objetivo evaluar, a partir de imágenes del satélite Sentinel 2, los cambios de uso de suelo ocurridos en el período de dos años y sus posibles implicaciones en la disponibilidad de agua de la cuenca hidrográfica estudiada. Se verificó que en este período ocurrieron cambios en varias áreas de la cuenca, principalmente en los usos de pasto, cultivo temporal y cultivo permanente. Estas condiciones indican la intensificación del uso del agua, principalmente por riego, que tuvo su área ampliada en el período estudiado.

Palabras clave: Agua. Crisis hídrica. Geotecnologías. Seguridad hídrica. Uso del suelo.

INTRODUÇÃO

O processo de ocupação do território brasileiro demonstrou que a terra tem sido utilizada de modo intensivo e, muitas vezes, até o limite de seu potencial (CASSETI, 1991). Com o tempo, as sociedades tornaram-se cada vez mais desenvolvidas, proporcionando transformações na paisagem e consequente impacto sobre os recursos naturais.

Para Passos (2013) a paisagem é o sinal sobre o terreno e o olhar das convulsões ambientais que sacodem o planeta. Trabalhar com a paisagem significa contemplar um paradigma de complexidade e de diversidade que transcende disciplinas e interdisciplinas. A ela é dada, como último recurso, a missão de interceder para sensibilizar sobre as questões do território, do meio ambiente, da ordenação e do desenvolvimento. Assim, partir da análise da paisagem para o planejamento e a gestão ambiental permite incorporar a visão holística, dialética e sistêmica, imprescindíveis como instrumentos de política ambiental (RODRIGUEZ, 2011).

Para Lopes et al. (2018) as transformações da paisagem são impulsionadas para suprir as necessidades econômicas da sociedade, levando ao declínio de áreas florestais a partir de conversões especialmente para áreas urbanizadas, agrícolas e pecuárias. Os impactos dessas alterações resultam em intensa fragmentação da vegetação natural, em diferentes tamanhos e graus de conservação, afetando diretamente as suas funções ecológicas e reduzindo de forma considerável a biodiversidade (OLIVEIRA et al., 2017; MORANDI et al., 2020).

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão, permite a implantação de planejamento integrado entre a sociedade e os usos da terra, visando a preservação e a manutenção dos recursos hídricos (BRASIL, 1997). Este recurso é indispensável

para todas as formas de vida e atividades econômicas da humanidade. Ferreira et al. (2017) evidenciam que a gestão imprópria dessas unidades territoriais tem ocasionado problemas de disponibilidade de água, tanto em níveis quantitativos quanto qualitativos, configurando em conflitos e crises hídricas.

As características estruturais da paisagem são observáveis, descritíveis, quantificáveis e, ao mesmo tempo, transformáveis (LANG; BLASCHKE, 2009). Isso torna-se possível através das Geotecnologias, em especial o Sensoriamento Remoto (SR) e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Tais técnicas permitem acompanhar as alterações e transformações da paisagem, mostrando-se como importantes ferramentas empregadas para a tomada de decisões, subsidiando os processos de planejamento e gestão de bacias hidrográficas (PIROLI, 2013; SILVA, 2016; LOPES et al., 2018; AMORIM et al., 2021).

Diante disso, este trabalho objetivou analisar as transformações da paisagem ocorrida no Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo, no Estado de São Paulo, em um curto período de tempo, de 2019 a 2021, a fim de identificar os principais setores transformadores da paisagem e avaliar as possíveis consequências sobre os recursos hídricos da área.

ÁREA DE ESTUDO

O Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo está localizado na região Centro/Sudoeste do Estado de São Paulo, abrange parte dos municípios de Avaré e Itatinga e possui área de 315,62 km² (Figura 1).

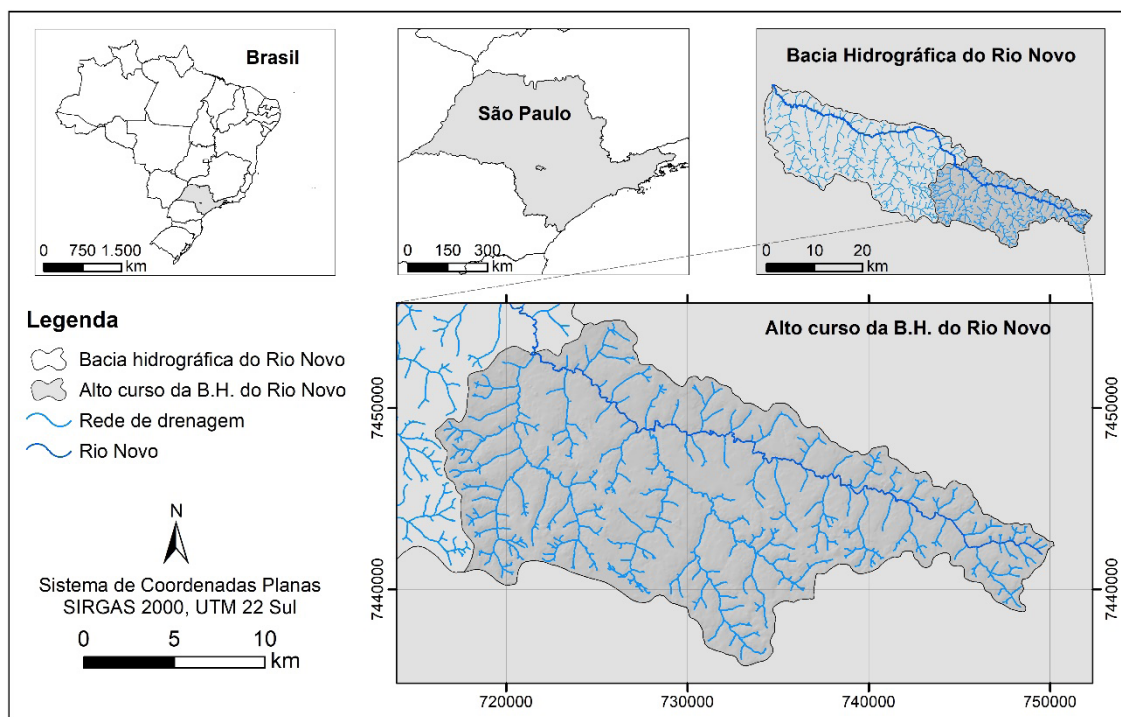


Figura 1. Localização da área de estudo.

O clima da região é caracterizado como subtropical, com inverno seco e verão úmido, com classificação climática Cwa (DUBREUIL et al., 2017). O solo predominante na área é o Latossolo Vermelho, caracterizado por ser solo mineral, muito profundo, bem drenado, permeável, friável e de fácil preparo para atividades agropecuárias (ROSSI, 2017; SANTOS et al., 2018).

Diante dessas características, a área de estudo é favorável para o atendimento das mais variadas demandas da sociedade, gerando intensas transformações na paisagem. Os seus solos são usados para produção intensiva de grãos e de criações de corte, e suas águas são utilizadas para abastecimento humano, dessedentação de animais, irrigação de culturas agrícolas e pastagens, e para atividades turísticas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O mapeamento do uso e cobertura da terra foi efetuado por meio de interpretação visual de imagens, em escala 1:10.000, no *software* ArcGIS, utilizando imagens do satélite Sentinel 2, cena T22KGV, de 09 de fevereiro de 2019 e de 23 de fevereiro de 2021, obtidas da plataforma *online* e gratuita *Earth Explorer*³. Foram feitas confirmações a campo e retificação, quando necessário, das classes mapeadas, a partir de imagens do *Google Earth Pro* (GOOGLE LLC, 2019).

As classes de uso e de cobertura da terra foram definidas a partir de adaptação das classes apresentadas no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), sendo: água, campestre, área degradada, cultura permanente, cultura temporária, cultura temporária (pivô central), infraestrutura, malha urbana, floresta, pastagem e silvicultura.

As transições de uso e cobertura da terra foram verificadas utilizando a ferramenta *Land Change Modeler* (LCM) do *software* Idrisi Taiga (CLARK LABS, 2009). Ambos os mapeamentos (de 2019 e de 2021) foram processados de forma comparativa, sendo identificadas as perdas e os ganhos de cada classe, bem como os locais onde ocorreram tais mudanças.

Posteriormente, para a análise espacial da evolução das culturas agrícolas temporárias irrigadas por pivôs centrais, foram adquiridos os arquivos vetoriais disponíveis relativos aos pivôs centrais no Brasil de 1985 a 2014, que foram mapeados pela Agência Nacional das Águas, em conjunto com a Embrapa (ANA; EMBRAPA, 2019) e são gerenciados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Para complementar essa análise, as áreas irrigadas por pivôs centrais de 2021 foram extraídas do mapeamento dos usos de cobertura da terra elaborados pelos autores desta pesquisa.

RESULTADOS

A Figura 2 apresenta o mapeamento do uso e cobertura da terra em 2019 e em 2021 no Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo e a Tabela 1 apresenta o tamanho da área abrangida por cada uso em cada ano estudado.

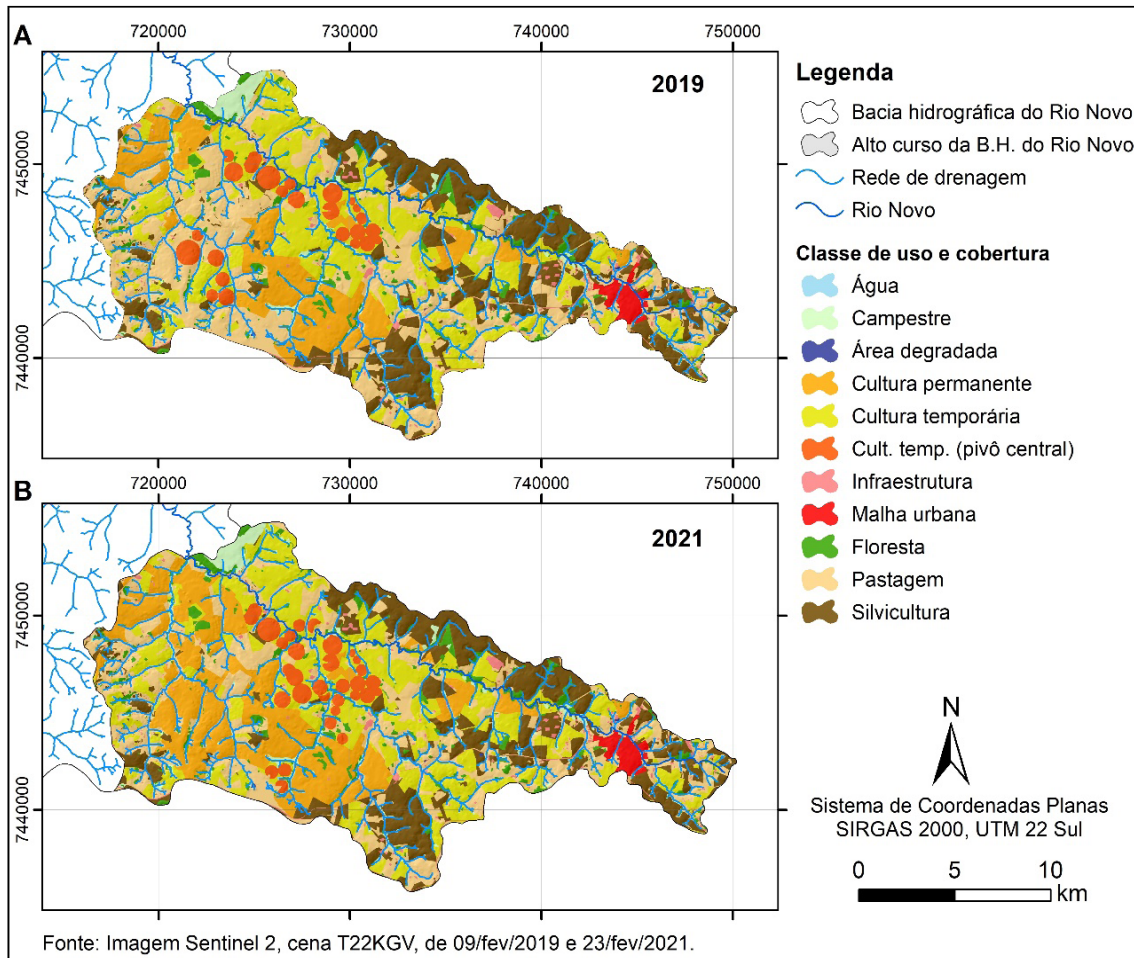


Figura 2. Uso e cobertura da terra em 2019 (A) e em 2021 (B) no Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

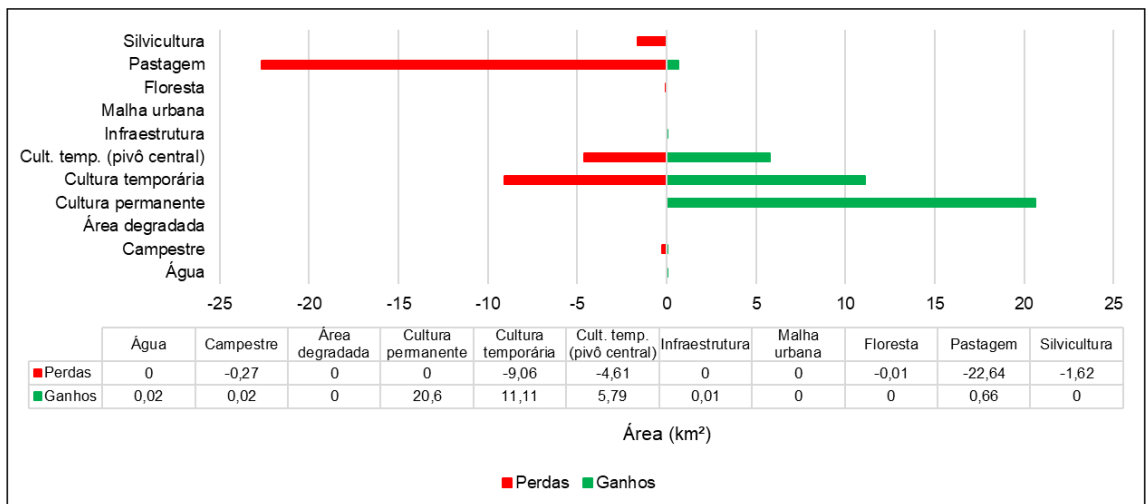
Conforme pode ser observado na Figura 2 e na Tabela 1 o uso da terra predominante na área no ano de 2019 era pastagem, que cobria 89,61 km², correspondente a 28,40% da bacia hidrográfica estudada. Dois anos depois, em 2021, esta classe de uso estava cobrindo 67,63 km² (21,43% da área). Essa redução de 21,98 km², na área ocupada por pastagem, dá uma dimensão da intensidade das mudanças na bacia, uma vez que as áreas passaram a ter outros usos agrícolas, principalmente com plantios de laranja, identificada neste trabalho como cultura permanente (IBGE, 2013). Esta situação corrobora com Pivetta (2019) que indica que as escolhas feitas pelo homem podem minimizar ou exacerbar as mudanças, que, por sua vez, levam a sociedade a novas decisões sobre como utilizar o solo, em um processo que se realimenta.

Tabela 1. Quantificação dos usos e cobertura da terra em 2019 e em 2021 no Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

| Classe de uso e cobertura da terra | 2019 | | 2021 | |
|------------------------------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|
| | Área (km ²) | Área (%) | Área (km ²) | Área (%) |
| Água | 1,21 | 0,38 | 1,23 | 0,39 |
| Área degradada | 0,14 | 0,04 | 0,14 | 0,04 |
| Campestre | 14,99 | 4,75 | 14,74 | 4,67 |
| Cultura permanente | 38,93 | 12,33 | 59,53 | 18,86 |
| Cultura temporária | 66,26 | 21,00 | 68,31 | 21,64 |
| Cult. temporária (pivô central) | 11,97 | 3,79 | 13,15 | 4,17 |
| Infraestrutura | 4,47 | 1,42 | 4,48 | 1,42 |
| Malha urbana | 3,62 | 1,15 | 3,62 | 1,15 |
| Floresta | 28,10 | 8,90 | 28,08 | 8,90 |
| Pastagem | 89,61 | 28,40 | 67,63 | 21,43 |
| Silvicultura | 56,32 | 17,84 | 54,71 | 17,33 |
| Total | 315,62 | 100 | 315,62 | 100 |

Fonte: Organização do autor.

A Figura 3 apresenta o quantitativo de perdas e ganhos e a Figura 4 apresenta as variações líquidas de cada classe de uso e cobertura da terra mapeada no Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo entre 2019 e 2021.

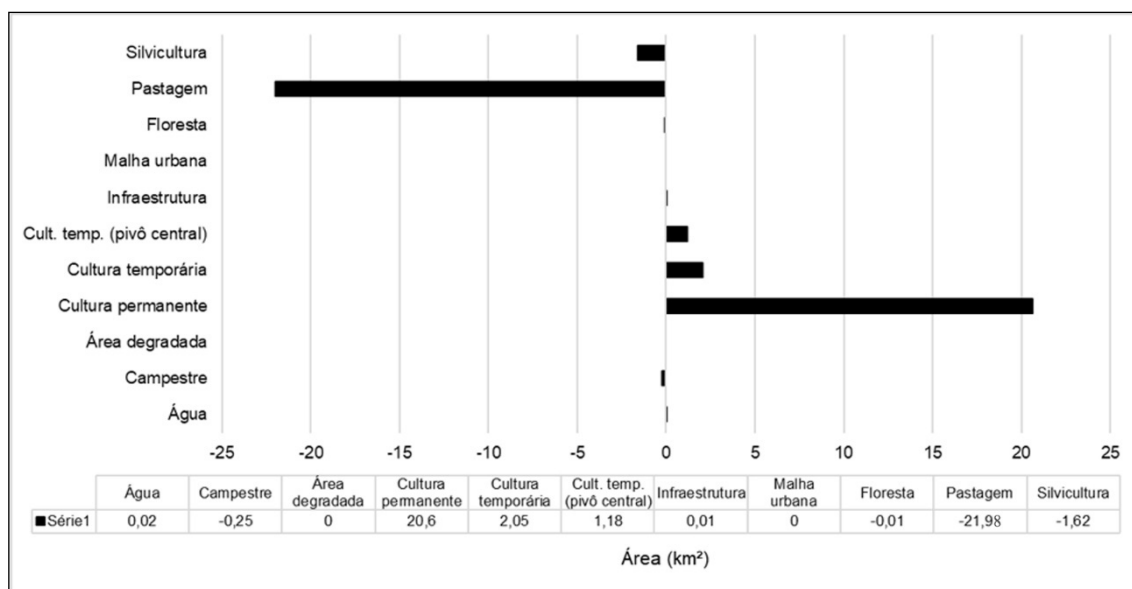


Fonte: Organização do autor.

Figura 3. Quantitativo de perdas e ganhos de cada classe de uso e cobertura da terra mapeada no Alto curso da Bacia Hidrográfica entre 2019 e 2021.

Na Figura 3 pode-se observar as perdas e os ganhos ocorrentes em cada categoria. Esta informação indica que uma mesma categoria pode perder áreas em algumas regiões da bacia e ganhar áreas em outras. A pastagem teve perda de 22,64 km² e ganho de 0,66 km², ou seja, um saldo líquido de 21,98 km² de perdas, o que fez com que sua área fosse reduzida na bacia. Já a categoria cultura temporária teve perda de 9,06 km² e ganho de 11,11 km² o que fez com que ela se ampliasse, em termos totais, em 2,05 km² no território da bacia. Da mesma forma, a cultura temporária com pivô central perdeu 4,61 km² de áreas pela bacia e ganhou 5,79 km² em áreas diferentes. Isso reforça o dinamismo das culturas temporárias na área estudada.

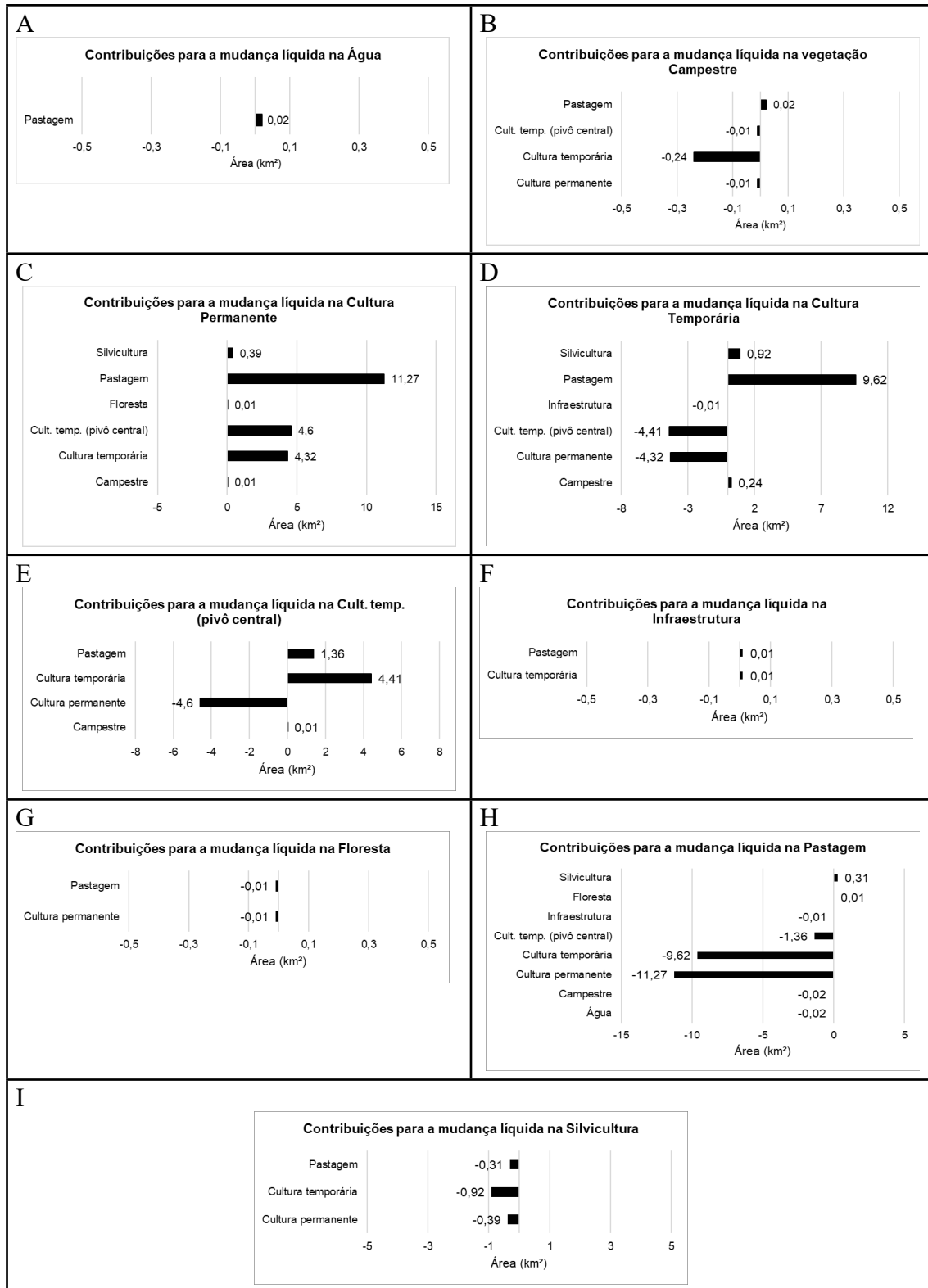
A cultura permanente (plantação de laranjas) surgiu na área da bacia durante o período analisado, ocupando 20,6 km² em apenas dois anos. Parte considerável desta área era ocupada pela categoria pastagem e o restante por outros usos. A Figura 4 mostra a variação líquida em cada classe de uso no período estudado.



Fonte: Organização do autor.

Figura 4. Variação líquida de cada classe de uso e cobertura da terra mapeada no Alto curso da Bacia Hidrográfica entre 2019 e 2021.

Na Figura 4 é possível ver a variação líquida de cada classe de uso da terra. Quanto ganhou no território da bacia (valores positivos) e quanto perdeu (valores negativos), facilitando a compreensão das mudanças ocorridas. A Figura 5 apresenta as contribuições para mudanças líquidas de cada classe de uso e cobertura da terra entre 2019 e 2021.



Fonte: Organização do autor.

Figura 5. Contribuições para mudança líquida por categoria de uso e cobertura da terra entre 2019 e 2021: (A) Água; (B) Campestre; (C) Cultura permanente; (D) Cultura temporária; (E) Cultura temporária (pivô central); (F) Infraestrutura; (G) Floresta; (H) Pastagem.

Na Figura 5 é possível observar que a classe de uso que perdeu espaço para a água (letra A) foi a pastagem (0,02 km²). Já a categoria campestre (letra B) ganhou 0,02 km² da pastagem e perdeu 0,01 km² para a cultura temporária (pivô central), 0,24 km² para cultura temporária e 0,01 km² para cultura permanente. A classe cultura permanente (letra C) ganhou áreas da silvicultura (0,39 km²), pastagem (11,27 km²), floresta (0,01 km²), cultura temporária (pivô central) (4,6 km²), cultura temporária (4,32 km²) e campestre (0,01 km²).

Observa-se ainda na Figura 5 que a categoria cultura temporária ganhou áreas da silvicultura (0,92 km²), pastagem (9,62 km²) e campestre (0,24 km²), e perdeu áreas para infraestrutura (0,01 km²), cultura temporária (pivô central) (4,41 km²) e cultura permanente (4,32 km²). A categoria cultura temporária (pivô central) ganhou áreas das classes pastagem (1,36 km²), cultura temporária (4,41 km²) e campestre (0,01 km²), e perdeu áreas para a cultura permanente (4,6 km²). A classe infraestrutura ganhou áreas da pastagem (0,01 km²) e da cultura permanente (0,01 km²).

O uso floresta perdeu áreas para pastagem (0,01 km²) e cultura permanente (0,01 km²), silvicultura perdeu áreas para pastagem (0,31 km²), cultura temporária (0,92 km²) e cultura permanente (0,39 km²). Já a categoria pastagem ganhou áreas da silvicultura (0,31 km²) e da floresta (0,01 km²) e perdeu áreas para infraestrutura (0,01 km²), cultura temporária (pivô central) (1,36 km²), cultura temporária (9,62 km²), cultura permanente (11,27 km²), campestre (0,02 km²) e água (0,02 km²).

Este conjunto de dados reforça a afirmação de autores como Luiz et al. (2010), Lawler et al. (2014), Dadashpoor et al. (2019), Soler et al. (2014), Bayer et al. (2020), Ren et al. (2022) e Yang et al. (2022) que dizem que as transformações nas paisagens tem ocorrido com velocidades cada vez maiores. Isso impacta os recursos naturais, sobretudo o solo e a água, esta com maior intensidade, porque além da agricultura e pecuária, tem usos múltiplos no território da área analisada e em toda a bacia do Rio Pardo, da qual o Rio Novo é tributário. A Figura 6 apresenta o mapeamento dessas transições ocorridas no Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo em 2019 e 2021

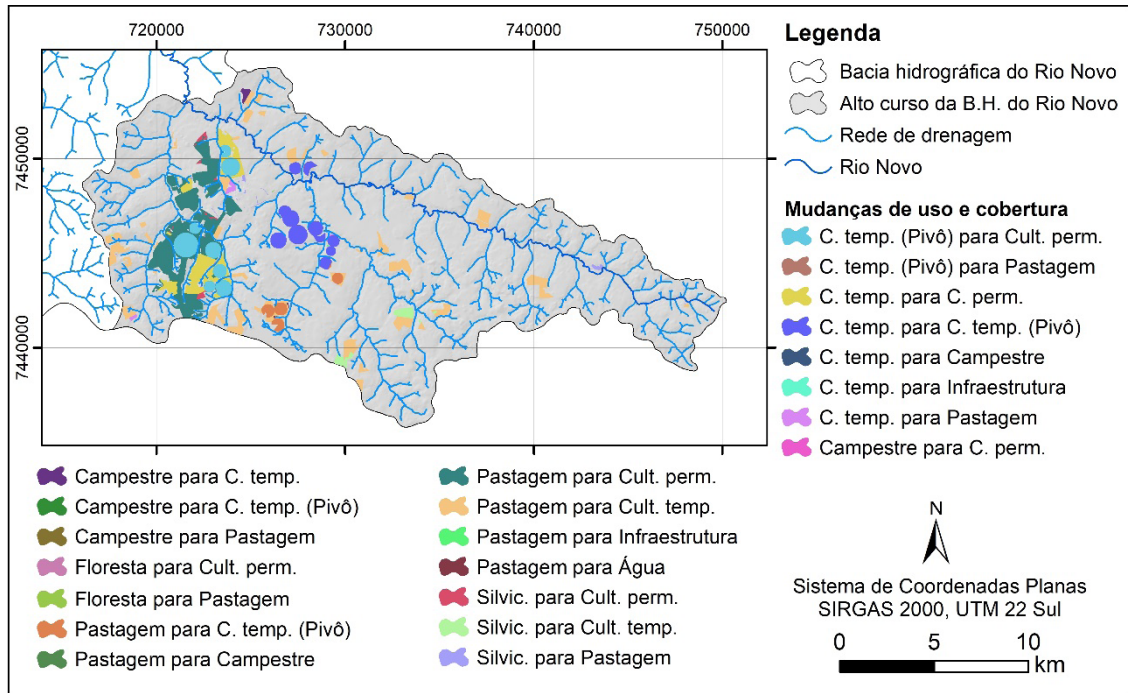


Figura 6. Mudanças de uso e cobertura da terra entre 2019 e 2021 Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

Observando-se a Figura 6 é possível verificar que em apenas dois anos houveram importantes modificações na área de estudo, com destaque para as mudanças nas categorias pastagem, cultura temporária, cultura permanente e cultura temporária (pivô). Esta última precisa ser monitorada em função dos grandes volumes de água usados e do aumento constante do número dos pivôs ocorrido na área ao longo dos últimos anos, conforme pode ser visto na Figura 7, que apresenta a evolução histórica dos pivôs centrais, que começaram a ser implantados a partir de 2005, segundo mapeamento realizado pela ANA e EMBRAPA (2019), no Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

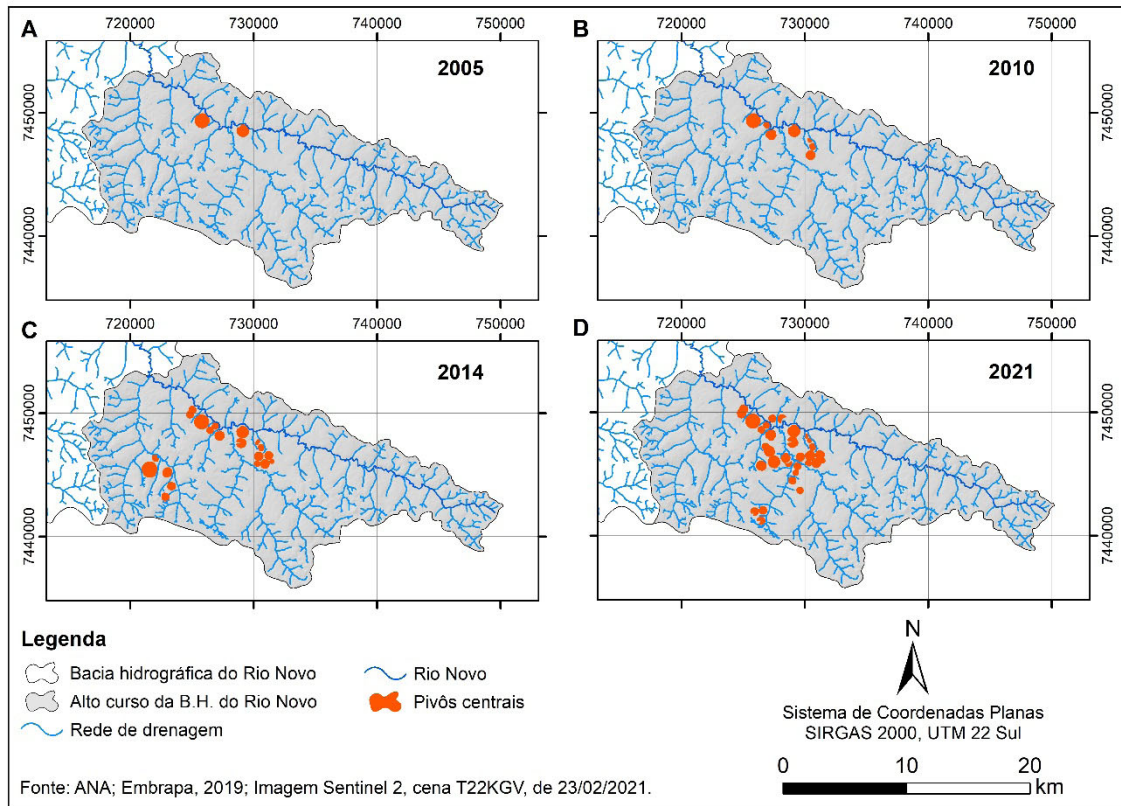


Figura 7. Evolução histórica dos pivôs centrais Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

A Tabela 2 mostra os dados referentes à evolução do número de pivôs e da área ocupada por eles a partir de 2005, conforme ANA e EMBRAPA (2019). Nela é possível observar que, em números absolutos, houve aumento de 30 pivôs centrais e ampliação de 11,18 km² de área irrigada no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo. Isto equivale a 1.118 hectares de culturas a mais do que em 2005, utilizando água proveniente de irrigação para seu desenvolvimento, principalmente nos períodos de estiagem, quando os corpos d'água estão com seu volume reduzido.

Tabela 2. Evolução do número de pivôs centrais e da área por eles irrigada no Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo.

| Ano | Número de pivôs | Área (km ²) |
|------|-----------------|-------------------------|
| 2005 | 2 | 1,97 |
| 2010 | 7 | 3,74 |
| 2014 | 21 | 9,24 |
| 2021 | 32 | 13,15 |

Fonte: Organização do autor.

Esta ampliação nas áreas irrigadas traz segurança para a produção agrícola e pecuária, mas aumenta a insegurança hídrica na área e à jusante no Rio Novo, bem como no Rio Pardo, do qual o Rio Novo é tributário. Destaca-se que esta tendência de aumento da irrigação ocorre em todas as demais sub-bacias do Rio Pardo, e as variações no nível do rio já tem sido observadas nas duas cidades maiores usuárias das águas do Rio Pardo à jusante da área de estudo, que são Santa Cruz do Rio Pardo e Ourinhos, que tem populações de mais de 160.000 habitantes dependentes da água do Rio Pardo.

Este contexto, alerta para o risco do aumento de conflitos pela água em função das demandas de seus usos múltiplos ao longo de toda bacia (RODRIGUES; CRUVINEL, 2022). Assim, a análise da paisagem a partir do uso de geotecnologias pode contribuir para gestores e legisladores adequarem normas e leis para a gestão racional do uso da terra e das águas das bacias hidrográficas visando a segurança hídrica para a produção de alimentos e para o fornecimento de água à população, proporcionando condições de qualidade de vida para a geração atual e para as futuras gerações, sendo este, um dos princípios do desenvolvimento sustentável.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, é possível concluir que as transformações da paisagem ocorridas no Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Novo, no Estado de São Paulo, em um curto período de tempo, de 2019 a 2021, foram intensas e estão relacionadas a uma tendência regional e global de substituição de culturas e criações por outras mais lucrativas em curtos períodos de tempo.

Verificou-se também que na área há tendência de ampliação das áreas irrigadas, o que aumenta a demanda por água, principalmente nos períodos em que ocorrem estiagens mais longas, quando os corpos d'água tem menos água armazenada e disponível para atendimento de todas as demandas na área e nos rios à jusante da bacia estudada.

As técnicas utilizadas, fundamentadas nas geotecnologias demonstraram ser possível monitorar e avaliar as mudanças ocorridas na área em períodos curtos de tempo, o que pode ser usado para ajustes nas políticas e normas de uso da terra e da água, visando a manutenção da produção de alimentos e a segurança hídrica da população.

NOTA

3 *Earth Explorer*: United States Geological Survey (USGS), Science for a changing world. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>.

REFERÊNCIAS

AMORIM, A. T.; LOPES, E. R. N.; SOUSA, J. A. P.; SILVA, R. C. F.; SOUZA, J. C.; LOURENÇO, R. W. Geomorphometric environmental fragility of a watershed: a

- multicriteria spatial approach. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, n. 850, p. 1-20, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09634-6>.
- ANA. Agência Nacional das Águas; EMBRAPA Milho e Sorgo. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. 2ª ed. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/e2d38e3f-5e62-41ad-87ab-990490841073>>. Acesso em: 02 de agosto de 2021.
- BAYER, M.; ASSIS, P. C.; SUIZU, T. M.; GOMES, M. C. Mudança no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Araguaia e seus reflexos nos recursos hídricos, o trecho médio do rio Araguaia em Goiás. **Confins**, n. 48, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.33972>.
- BRASIL. **Lei nº 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. Diário Oficial da União, Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em 15 de abril de 2019.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 147p.
- CLARK LABS. **Idrisi Taiga**. Worcester: Clark Labs, Clark University. 2009.
- DADASHPOOR, H.; AZIZI, P.; MOGHADASI, M. Land use change, urbanization, and change in landscape pattern in a metropolitan area. **Science of The Total Environment**, Volume 655, 2019, p. 707-719.
- DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 a 2015. **EchoGéo**, v. 41, p. 01-27, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4000/echogeo.15017>.
- FERREIRA, S. C. G.; LIMA, A. M. M.; CORRÊA, J. A. M. Zoneamento da bacia hidrográfica do rio Moju (Pará): usos da água e sua relação com as formas de uso e cobertura do solo. **Revista Ambiente e Água**, v. 12, n. 4., p. 180-193, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2069>
- GOOGLE LLC. **Google Earth Pro**, v. 7.3, Mountain View, 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>. Acesso em 13 de março de 2019.
- LANG, S., BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução Hemann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- LAWLER, J. J. Lawler, David J. Lewis, D.J., Nelson, E., Plantinga, A.J., Polasky, S., Withey, J.C., Helmers, D.P., Martinuzzi, S. Pennington, D., Radeloff, V.C. **Projected land-use change impacts on ecosystem services in the United States**. (2014). Disponível em: <https://www.pnas.org/content/111/20/7492>
- LOPES, E. R. N.; SALES, J. C. A.; SOUSA, J. A. P.; AMORIM, A. T.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; LOURENÇO, R. W. Losses on the Atlantic Mata vegetation induced by land use changes. **CERNE**, v. 24, n. 2, p. 121-132, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1590/01047760201824022512>.

MORANDI, D. T.; FRANÇA, L. C. J.; MENEZES, E. S.; MACHADO, E. L. M.; SILVA, M. D.; MUCIDA, D. P. Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. **Ecological Indicators**, v. 115, e. 106440, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106440>.

OLIVEIRA, S. N.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; MCMANUS, C.M. Deforestation analysis in protected areas and scenario simulation for structural corridors in the agricultural frontier of Western Bahia, Brazil. **Land Use Policy**, v. 61, p. 40-52, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.10.046>.

PASSOS, M. M. **Paisagem e meio ambiente (Noroeste do Paraná)**. Maringá: Eduem, 2013. PIROLI, E. L. **Geoprocessamento aplicado ao estudo do uso da terra das áreas de preservação permanente dos corpos d'água da bacia hidrográfica do rio Pardo**. 2013. 150f. Tese (Livre-docência), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ourinhos-SP, 2013.

PIVETTA, M. Uso do solo e as mudanças climáticas. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, 6 set. 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3hPMgan>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

REN, Y.; LI, Z.; LI, J.; LI, Y.; ALTANBAGANA, M. Comparative analysis of driving forces of land use/cover change in the upper, middle and lower reaches of the Selenga River Basin. **Land Use Policy**, v. 117, e. 108118, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106118>.

RODRIGUES, L. N., CRUVINEL, P. E. **A importância da gestão de recursos hídricos e da agricultura irrigada no nexo água e alimento**. 2022. Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/69094216/artigo-a-importancia-da-gestao-de-recursos-hidricos-e-da-agricultura-irrigada-no-nexo-agua-e-alimento>>. Acesso em 22 jun. 2022.

RODRIGUEZ, J. M. M. **Geografía de los paisajes: paisajes naturales**. La Habana: Editoria. Félix Varela, 2011.

ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado**. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. 118p. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2017/09/mapa-pedologico-do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/>>. Acesso em 07 de abril de 2020.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª edição, revisada e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>>. Acesso em 09 de abril de 2020.

SILVA, J. X. Geoprocessamento no apoio à decisão. **Revista Continentes**, n. 9, p. 105-115, 2016. Disponível em: <<http://www.revistacontinentes.com.br/continentes/index.php/continentes/article/view/106>>. Acesso em 23 de abril de 2020.

SOLER, L. S.; VERBURG, P. H.; ALVES, D. S. Evolution of Land Use in the Brazilian Amazon: From Frontier Expansion to Market Chain Dynamics. **Land**, n. 3, p. 981-1014, 2014.

VANZELA, L. S. *et al.* Influence of land use and occupation on water resources of the Três Barras stream (Marinópolis, SP, Brazil). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p.55-64, jan. 2010.

YANG, Y.; TIAN, Y.; ZHANG, Q.; TAO, J.; HUANG, Y.; GAO, C.; LIN, J.; WANG, D. Impact of current and future land use change on biodiversity in Nanliu River Basin, Beibu Gulf of South China. **Ecological Indicators**, v. 141, e. 109093, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109093>.