

## **USO DA TERRA E DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NOVO, UGRHI-17, SÃO PAULO, BRASIL: IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS SETORES CONSUMIDORES E CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DA ÁGUA**

Amanda Trindade Amorim<sup>1</sup>  
Edson Luís Piroli<sup>2</sup>

**Resumo:** A compatibilização do gerenciamento dos recursos hídricos com o uso da terra é fundamental para garantir condições de qualidade de vida para a população atual e futuras gerações. A presente pesquisa objetivou analisar o uso e cobertura da terra e da água em uma bacia hidrográfica do Estado de São Paulo, visando identificar os principais setores consumidores e contribuir para a gestão da água. Os mapeamentos foram elaborados utilizando imagens do satélite Sentinel-2. Foram levantados também os dados sobre o uso da água (formas de abastecimento, dados de outorga e evolução histórica espacial dos pivôs centrais utilizados para irrigação). O principal setor consumidor identificado é o agropecuário. Ressalta-se, porém, a dificuldade de adquirir dados quantitativos sobre a disponibilidade hídrica e a demanda de água na área estudada.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos. Segurança hídrica. Crise hídrica.

## **LAND AND WATER USE OF THE RIO NOVO HYDROGRAPHIC BASIN, UGRHI-17, SÃO PAULO, BRAZIL: IDENTIFICATION OF THE MAIN CONSUMER SECTORS AND CONTRIBUTIONS TO WATER MANAGEMENT**

**Abstract:** Compatibility between the management of water resources and land use is essential to guarantee quality of life conditions for the current population and future generations. This research aimed to analyze the use and coverage of land and water in a watershed in the State of São Paulo, so as to identify the main consumer sectors and contribute to water management. The mappings were elaborated by means of using images from the Sentinel-2 satellite. Data on water use were also surveyed (means of supply, data on grants and spatial historical evolution of center pivots used for irrigation). The main consumer sector identified is agriculture. However, it is important to highlight the difficulty of acquiring quantitative data on water availability and water demand in the studied area.

**Keywords:** Water resources. Water security. Water crisis.

## **USO DE SUELO Y AGUA DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO NOVO, UGRHI-17, SÃO PAULO, BRASIL: IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES SECTORES CONSUMIDORES Y CONTRIBUCIONES A LA GESTIÓN DEL AGUA**

**Resumen:** La compatibilidad entre la gestión de los recursos hídricos y el uso del suelo es fundamental para garantizar condiciones de calidad de vida para la población actual y las generaciones futuras. Esta investigación tuvo como objetivo analizar el uso y la cobertura de la tierra y el agua en una cuenca en el Estado de São Paulo, con

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geografia, Presidente Prudente - SP, Brasil, amanda.amorim@unesp.br, <http://orcid.org/0000-0002-7359-6859>.

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Tecnologia e Educação, Departamento de Geografia, Ourinhos - SP, Brasil, edson.piroli@unesp.br, <http://orcid.org/0000-0002-3350-2651>.

el fin de identificar los principales sectores consumidores y contribuir a la gestión del agua. Los mapeos fueron elaborados mediante el uso de imágenes del satélite Sentinel-2. También se relevaron datos sobre el uso del agua (medios de abastecimiento, datos sobre subvenciones y evolución histórica espacial de los pivotes centrales utilizados para el riego). El principal sector consumidor identificado es la agricultura. Sin embargo, es importante resaltar la dificultad de adquirir datos cuantitativos sobre la disponibilidad y demanda de agua en el área de estudio.

**Palabras clave:** Recursos hídricos. Seguridad hídrica. Crisis hídrica.

## Introdução

Ao se analisar o processo de ocupação do território brasileiro observa-se que a terra foi utilizada de modo intensivo e, muitas vezes, até o limite de seu potencial. A industrialização, a produtividade de bens materiais e o seu consumo se deu de forma bastante acelerada, e este processo desrespeitou a dinâmica dos recursos naturais (CASSETI, 1991; MENDONÇA, 1994).

No Brasil, extensas áreas de vegetação natural foram suprimidas e substituídas, gerando intensa fragmentação de ecossistemas em diferentes tamanhos e graus de utilização. Isso ocorreu principalmente porque historicamente as políticas públicas têm incentivado a agricultura, a pecuária e as monoculturas exóticas em seu território (OLIVEIRA *et al.*, 2017; MORANDI *et al.*, 2020; MITIDIERO JUNIOR; GOLDFARB, 2021).

A composição e configuração do uso e da cobertura da terra estão ligadas à qualidade e quantidade de água disponível para a humanidade (UUEMAA *et al.*, 2007; FERNANDES *et al.*, 2021; PIROLI, 2022). A água, que é fundamental para a sobrevivência de todos os seres vivos, sofre as consequências do uso inadequado da terra, que causa processos erosivos, assoreamento de rios e de nascentes, empobrecimento do solo, redução da biodiversidade e degradações ambientais de diversas naturezas, além de conflitos sociais e econômicos. Este cenário demonstra a necessidade de um planejamento eficaz tanto para a utilização da terra quanto da água.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) prevê a utilização da Bacia Hidrográfica como recorte espacial para o gerenciamento dos recursos hídricos

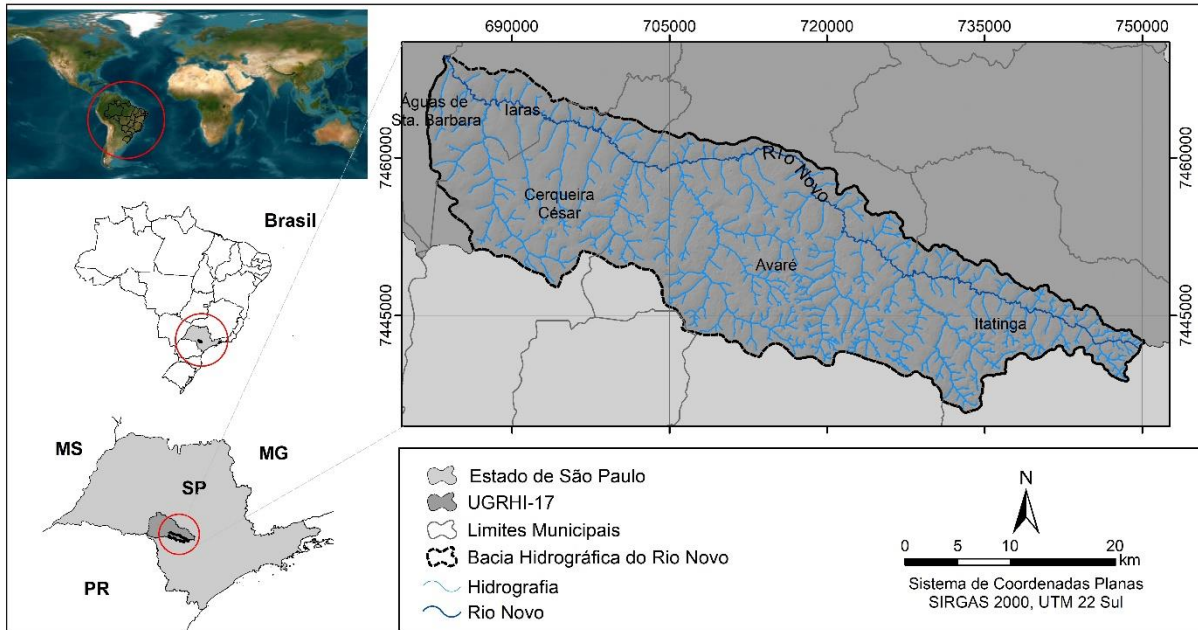
(BRASIL, 1997). Essa unidade é constituída por superfícies vertentes e redes de drenagem, formadas por cursos d'água, que convergem em um leito único, trazendo as informações de como ocorre a relação entre seus componentes naturais e do homem com estes.

Diante disso, temos que o uso e a cobertura da terra em uma bacia hidrográfica influenciam diretamente na qualidade e quantidade dos seus recursos naturais, modificando-os. Neste sentido, as políticas nacionais e estaduais de recursos hídricos, PNRH e PERH, respectivamente (SÃO PAULO, 1991; BRASIL, 1997) preveem a compatibilização do gerenciamento dos recursos hídricos com o desenvolvimento regional e com a proteção do ambiente. Para que isso ocorra, é fundamental a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso da terra.

Neste contexto, a presente pesquisa objetivou analisar o uso e a cobertura da terra e o uso da água da Bacia Hidrográfica do Rio Novo, localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 17 (UGRHI-17) do Estado de São Paulo, Brasil. Essa análise visou identificar os principais setores consumidores e contribuir para a gestão da água, para que este recurso cumpra o seu ciclo naturalmente, sem prejuízos de quantidade e qualidade, garantindo condições de vida para a população atual e para as futuras gerações, assim como previsto nas PNRH e PERH, e, por ser este um dos princípios do desenvolvimento sustentável.

### **Área de estudo**

A Bacia Hidrográfica do Rio Novo (BHRN) possui extensão territorial de 934,07 km<sup>2</sup>, está localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 17 (UGRHI-17), na região Centro/Sudoeste do Estado de São Paulo. Abrange áreas dos municípios de Iaras, Águas de Santa Bárbara, Cerqueira César, Avaré e Itatinga (CBH-MP, 2019). A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo.

**Figura 1-** Localização da BHRN, UGRHI-17, São Paulo, Brasil.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

O Rio Novo tem sua nascente principal no município de Itatinga e seu curso principal percorre 71 km até a divisa entre os municípios de Águas de Santa Bárbara e Iaras, onde deságua no Rio Pardo, que é um dos principais afluentes da margem direita do Rio Paranapanema.

Suas águas são utilizadas para o atendimento de diversos fins, como o abastecimento humano, dessedentação de animais, irrigação de culturas agrícolas, pastagens e para atividades turísticas. Seu trecho final está represado pela Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Ponte Branca, instalada no Rio Pardo.

A área da bacia possui classificação climática Cwa, caracterizada pelo clima subtropical com inverno seco e verão úmido (DUBREUIL *et al.*, 2017). Os solos predominantes são os Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos (ROSSI, 2017). O Bioma em que a área está inserida é o Cerrado, com vegetação característica de transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica (IBGE, 2004; 2019). A vegetação original foi quase totalmente substituída por atividades agrícolas, pastagens, silviculturas e áreas urbanizadas.

## **Materiais e Métodos**

### *Mapeamento do uso e cobertura da terra*

O mapeamento do uso e da cobertura da terra foi realizado por interpretação visual de imagens (PANIZZA; FONSECA, 2011), no software ArcGIS, a partir da sobreposição do arquivo vetorial do limite da bacia hidrográfica sobre um mosaico de imagens do satélite Sentinel 2.

Para isso foram adquiridas duas cenas das imagens, sem nuvens, sendo estas: T22KFV e T22KGV, ambas de 23 de fevereiro de 2021, com resolução espacial de 10 metros, obtidas da plataforma online e gratuita Earth Explorer (USGS, 2021). As cenas foram projetadas para o Datum SIRGAS 2000, coordenadas UTM 22 Sul, mosaicadas e compostas em composição colorida RGB (Red, Green, Blue), em coloração natural utilizando as bandas 4, 3 e 2 respectivamente.

Este mapeamento foi procedido em escala 1:10.000 e 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). Foram mapeadas 11 classes de uso e cobertura da terra: água, campestre, área degradada, cultura permanente, cultura temporária, cultura temporária (pivô central), infraestrutura, malha urbana, floresta, pastagem e silvicultura.

Confirmações e retificações das classes foram feitas a partir de imagens do Google Earth Pro (GOOGLE LLC, 2019), que permitem a visualização de imagens atuais com alta resolução da área de estudo e em melhor detalhe das classes. Além disso foram realizadas análises em campo nos locais onde haviam dúvidas sobre o uso da terra.

### *Análise do uso da água*

As análises do uso da água foram efetuadas a partir dos dados sobre as formas de abastecimento e demandas de uso, com o intuito de avaliar informações sobre quem usa, de onde usa e para quê, a fim de interpretar os possíveis conflitos, prejuízos para o abastecimento e crises hídricas atuais ou futuras.

Para isso, inicialmente foi realizado o levantamento das formas de abastecimento de água da população residente na bacia hidrográfica e, posteriormente, foram adquiridos os dados de outorga de uso da água e a evolução espacial dos pivôs centrais utilizados para irrigação.

Para o levantamento das formas de abastecimento de água, foi utilizada a base de informações do Censo Demográfico de 2010 por setor censitário do IBGE (2011a; 2011b). Para este levantamento foram adquiridas as informações disponíveis por setor censitário sobre a forma de abastecimento de água dos domicílios.

Cabe ressaltar que a base de dados do Censo Demográfico é realizada pelo IBGE a cada 10 anos, desde 1940, no entanto este levantamento não foi realizado no ano de 2020 em virtude da Pandemia Covid-19 e por razões de cortes de recursos governamentais, no ano seguinte. Estes dados estão previstos para serem coletados e atualizados nos anos de 2022 e 2023 e, devido a isto, nesta pesquisa, foram utilizados os dados do último censo, do ano de 2010. As variáveis analisadas e suas descrições estão apresentadas no Quadro 1.

Para espacializar estes dados, foram adquiridos os arquivos vetoriais dos limites georreferenciados dos setores censitários do Estado de São Paulo da base de dados cartográficos do IBGE (2011a) e selecionados os municípios em que a área de estudo está inserida. Posteriormente, as variáveis em análise foram organizadas em uma planilha e vinculadas à tabela de atributos do arquivo vetorial dos setores censitários em ambiente SIG.

As variáveis do censo referem-se ao total de ocorrência da respectiva variável em cada setor censitário. Para esta análise, as variáveis foram normalizadas pelo total do universo de cada setor e com isso, foi possível obter o percentual de ocorrência em cada setor censitário. O Quadro 2 apresenta os cálculos dos respectivos indicadores avaliados.

**Quadro 1-** Variáveis sobre a forma de abastecimento de água nos domicílios

<b>Arquivo Básico (Planilha: Básico_SP2)</b>		
<b>Código</b>	<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>
V002	Pessoas residentes em Domicílio particular permanente (DPP)	Número de pessoas residentes em domicílios particulares permanentes.
<b>Arquivo Domicílio, moradores (Planilha: Domicilio02_SP2)</b>		
<b>Código</b>	<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>
V012	Moradores em DPP com abastecimento de água da rede geral.	Quando o domicílio ou o terreno, ou a propriedade onde estava localizado, estava ligado a uma rede geral de distribuição de água.
V013	Moradores em DPP com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade.	Quando o domicílio era servido por água proveniente de poço ou nascente localizado no terreno ou na propriedade onde estava construído
V015	Moradores em DPP com outra forma de abastecimento de água.	Quando a forma de abastecimento de água do domicílio era proveniente de poço ou nascente fora da propriedade, carro-pipa, água da chuva armazenada de outra forma, rio, açude, lago ou igarapé ou outra forma de abastecimento de água, diferente das descritas anteriormente.

Fonte: IGBE (2011).

**Quadro 2-** Indicadores sobre a forma de abastecimento de água nos domicílios

<b>Indicador</b>	<b>Equação</b>
Porcentagem de moradores em DPP com abastecimento de água da rede geral	$(V012/V002) * 100$
Porcentagem de moradores em DPP com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade.	$(V013/V002) * 100$
Porcentagem de moradores em DPP com outra forma de abastecimento de água.	$(V015/V002) * 100$

Os dados de outorga de uso da água foram adquiridos na base de dados do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Estes dados são atualizados diariamente e podem ser baixados gratuitamente, por município (DAEE, 2021). A data de aquisição destes dados foi 04 de agosto de 2021.

Ao adquirir estes dados, as coordenadas geográficas dos pontos outorgados foram espacializadas em ambiente SIG para a análise das outorgas e suas respectivas finalidades de uso da água com relação à captação em nascentes, captação superficial e captação subterrânea das águas dentro dos limites da área de estudo.

Por fim, para a análise espacial da evolução dos pivôs centrais, foram adquiridos os arquivos vetoriais dos pivôs centrais no Brasil dos anos de 1985, 1990, 2000, 2005, 2010 e 2014, que foram mapeados pela Agência Nacional das Águas, em conjunto com a Embrapa (ANA; EMBRAPA, 2019) e que são gerenciados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Estes arquivos foram incorporados ao SIG e analisados aqueles que estão inseridos dentro dos limites da área de estudo. Para complementar, as áreas irrigadas por pivôs centrais de 2021 foram extraídas do mapeamento do uso e cobertura da terra elaborado neste estudo.

Cabe ressaltar a dificuldade de adquirir dados detalhados sobre o uso da água na área de estudo, no Estado de São Paulo e no Brasil. Os dados disponíveis permitem avaliar as fontes, as formas de abastecimento, quem usa, e para que usa. No entanto, a falta de informações concisas sobre o quantitativo de demanda de usos da água e a disponibilidade hídrica nas fontes, impedem uma análise mais robusta sobre a intensidade dos usos da água.

## **Resultados e discussão**

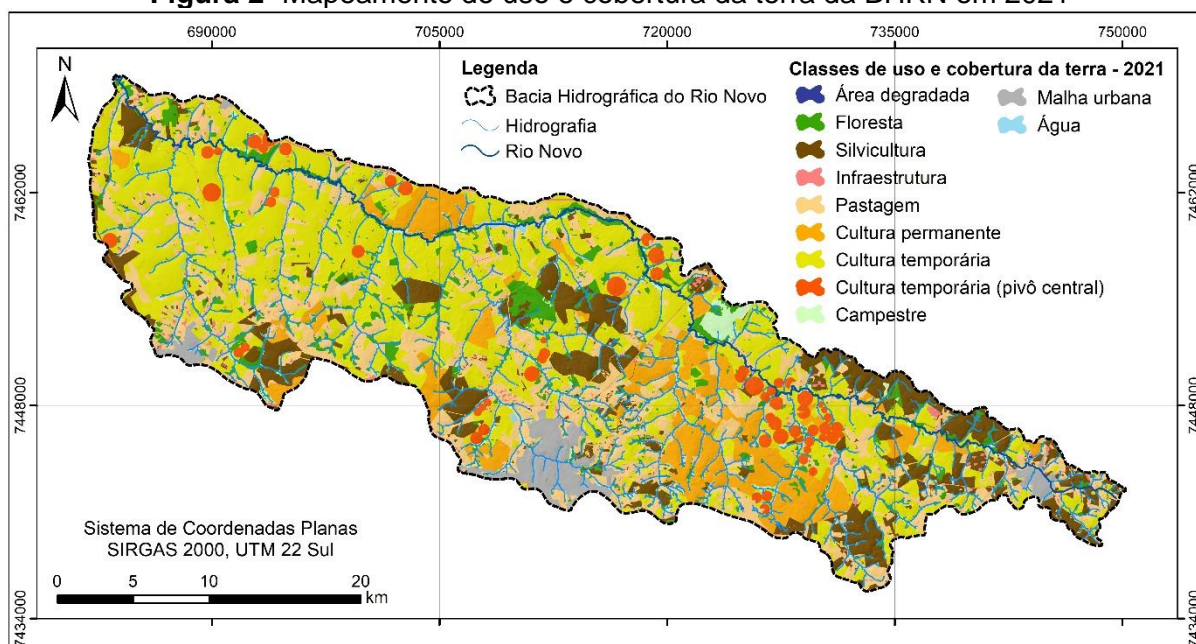
A Tabela 1 apresenta a quantificação das classes de uso e cobertura da terra mapeadas na BHRN em 2021 e a Figura 2 apresenta sua distribuição espacial.



**Tabela 1-** Quantificação das classes de uso e cobertura da terra da BHRN em 2021

Classes de uso e cobertura da terra - 2021	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Área degradada	0,31	0,03
Floresta	91,87	9,84
Silvicultura	113,79	12,18
Infraestrutura	12,67	1,36
Pastagem	199,61	21,37
Cultura Permanente	94,14	10,08
Cultura temporária	327,24	35,03
Cultura temporária (pivô central)	27,35	2,93
Campestre	33,36	3,57
Malha urbana	28,81	3,08
Água	4,92	0,53
Total	934,07	100,00

Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

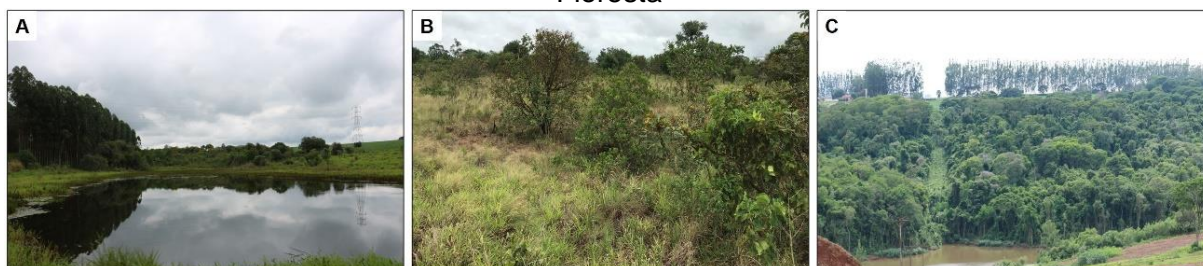
**Figura 2-** Mapeamento do uso e cobertura da terra da BHRN em 2021

Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

De acordo com IBGE (2013) a classe 'Água' inclui os corpos d'água continentais naturais e artificiais, tais como os rios, canais, lagos, lagoas, represas, reservatórios e açudes (Figura 3A). A classe 'Campestre' caracteriza-se por estratos predominantemente arbustivos, bastante espaçados entre si, sobre um estrato

gramíneo-lenhoso (também estão inseridas as formações de influência fluvial e/ou lacustre arbustiva e herbácea) (Figura 3B). A classe 'Floresta' compõe as formações arbóreas, incluindo os fragmentos florestais remanescentes em estágios iniciais, médio e avançados de evolução. Nesta classe estão incluídas as estruturas florestais com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior (Floresta Estacional Semidecidual, Floresta de Cerrado e as transições entre elas) (Figura 3C).

**Figura 3-** Imagens de campo representativas das classes (A) Água, (B) Campestre e (C) Floresta



Fonte: Acervo pessoal, 2021.

A classe 'Cultura permanente' corresponde aos cultivos agrícolas de longa duração (plantas que permanecem vinculadas ao solo e proporcionam colheitas em determinados períodos do ano) (Figura 4A). A classe 'Cultura temporária' corresponde aos cultivos agrícolas de curta ou média duração (que após a produção deixam o terreno disponível para o manejo do solo e novo plantio) (Figura 4B). A classe 'Cultura temporária (pivô central)' são os cultivos temporários irrigados por pivô central (Figura 4C).

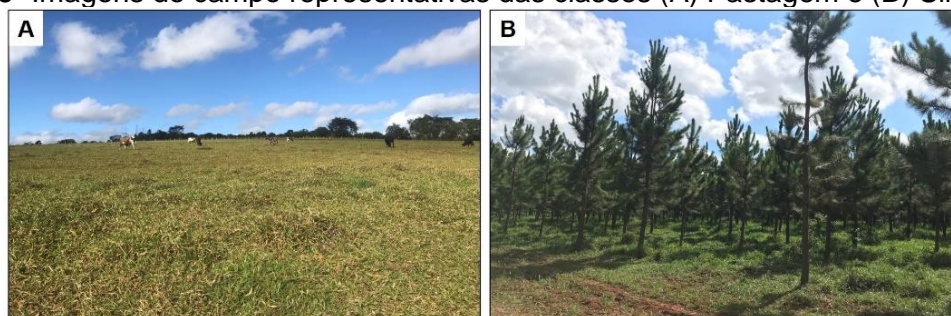
**Figura 4-** Imagens de campo representativas das classes (A) Cultura permanente, (B) Cultura temporária e (C) Cultura temporária (pivô central).



Fonte: Acervo pessoal, 2021.

A classe 'Pastagem' representa as áreas destinadas ao pastoreio de animais de pequeno, médio ou grande porte (com solo coberto por vegetação de gramíneas ou leguminosas) (Figura 5A). A classe 'Silvicultura' são áreas com plantios ou formações de maciços com espécies florestais exóticas (geralmente relacionado a ações de composição, trato e cultivo florestal, assegurando proteção, estruturando e conservando a floresta como fornecedora de matéria-prima para a indústria de madeira, papel e celulose) (Figura 5B).

**Figura 5-** Imagens de campo representativas das classes (A) Pastagem e (B) Silvicultura.



Fonte: Acervo pessoal, 2021.

A classe 'Infraestrutura' exhibe as áreas cobertas por edificações localizadas nas áreas rurais (Figura 6A). A classe 'Malha urbana' representa as áreas de usos intensivos densamente construídas, estruturadas por edificações (onde estão presentes os centros populacionais permanentes, com funções urbanas e políticas próprias) (Figura 6B). A classe de 'Área degradada' inclui as áreas com processos erosivos ou de assoreamento, indicando impacto ambiental grave (Figura 6C).

**Figura 6-** Imagens de campo representativas das classes (A) Infraestrutura (B) Malha urbana e (C) Área degradada.



Fonte: Acervo pessoal, 2021.

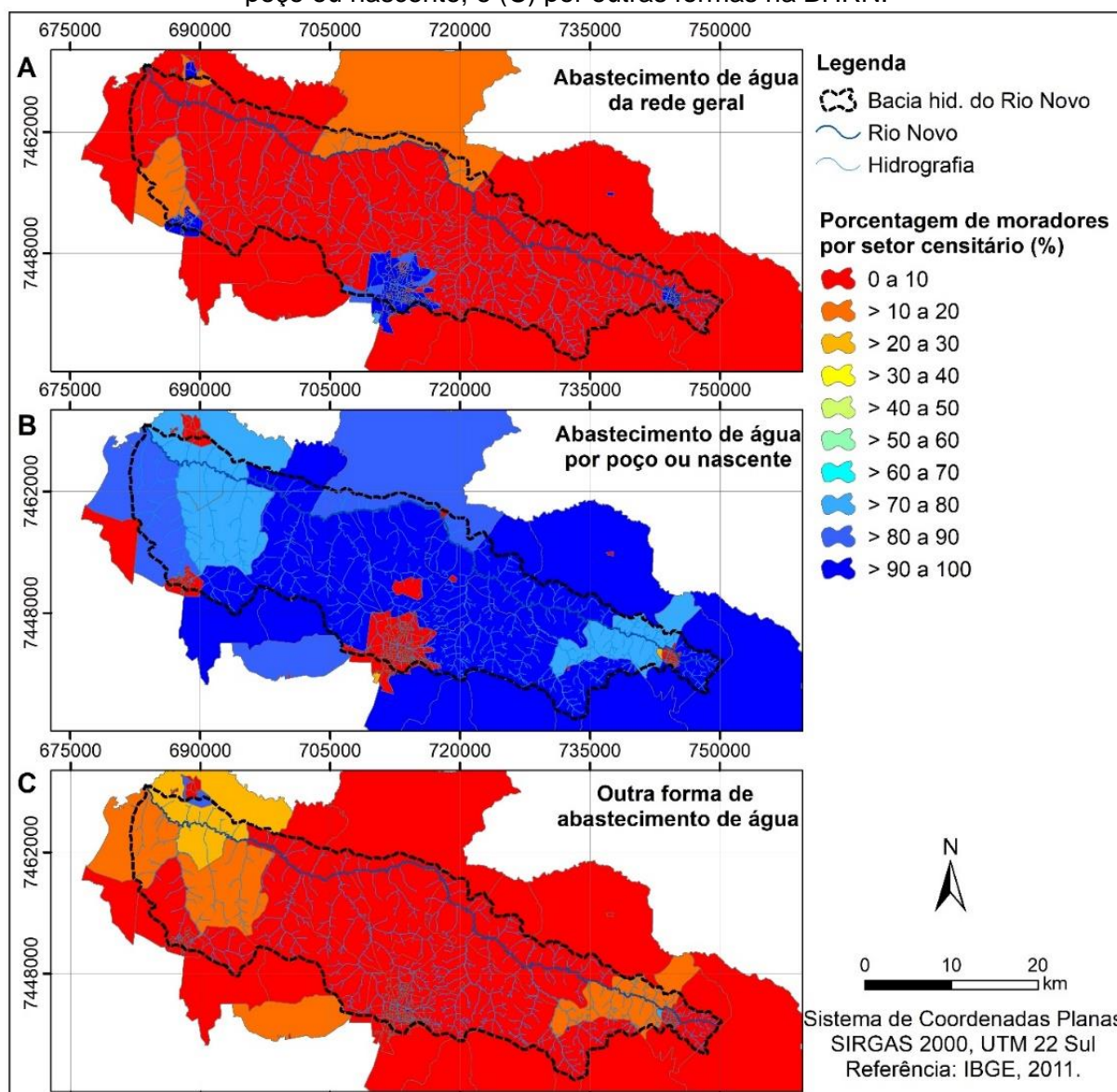
A gestão dos recursos hídricos para garantir a segurança hídrica da população atual e futuras gerações, tem preocupado as civilizações de todo mundo (DELLAPENNA; GUPTA, 2009; FERNANDES *et al.*, 2021). Com a expansão demográfica, as ameaças à qualidade e à quantidade dos recursos hídricos cresceram rapidamente, tornando-se um desafio atual para a governança global da água (WIEK; LARSON, 2012).

Fernandes e colaboradores (2021) apresentam que a qualidade e a quantidade das águas dependerão do planejamento do uso e da cobertura da terra em geral. Neste sentido, a preservação e a conservação das florestas são fundamentais para promover a perenidade dos recursos hídricos. Na área de estudo temos apenas 9,84% de toda a área da bacia hidrográfica coberta por florestas e 3,57% de vegetação campestre, que estão estrategicamente localizadas em pequenas reservas ao longo das margens dos cursos de água.

Essas áreas funcionam como barreiras para reter contaminantes e sedimentos transportados no escoamento superficial (NILSSON; SVEDMARK, 2002). No entanto, todo o uso e da cobertura da terra da bacia deve ser considerado (FOLEY *et al.*, 2005; FERNANDES *et al.*, 2021) dentro do planejamento e gestão dos recursos hídricos, para que a água cumpra o seu ciclo naturalmente, sem prejuízos de quantidade e qualidade, garantindo condições de vida para a população atual e para as futuras gerações.

A Figura 7 apresenta os dados referentes às formas de abastecimento de água, por setores censitários, da população residente na BHRN. Observa-se que as áreas rurais são predominantemente abastecidas por poços ou nascentes, enquanto as áreas urbanas são abastecidas em sua maioria pela rede geral de distribuição. Pequenas parcelas da área rural apresentam outras formas de abastecimento de água, seja por poços ou nascentes fora da propriedade, carros-pipa, água da chuva, rios, lagos, açudes ou córregos.

**Figura 7-** (A) Porcentagem de moradores com abastecimento de água da rede geral; (B) por poço ou nascente; e (C) por outras formas na BHRN.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Segundo a PNRH, a água é um recurso natural de domínio público, limitado e dotado de valor econômico. Este instrumento garante que a gestão dos recursos hídricos seja descentralizada, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, devendo proporcionar o uso múltiplo das águas (BRASIL, 1997). Dentre os múltiplos usos da água, podemos citar o abastecimento público, a dessedentação de animais, o uso industrial, a irrigação, a recreação, a navegação, a preservação da fauna e flora, a geração de energia elétrica, a diluição

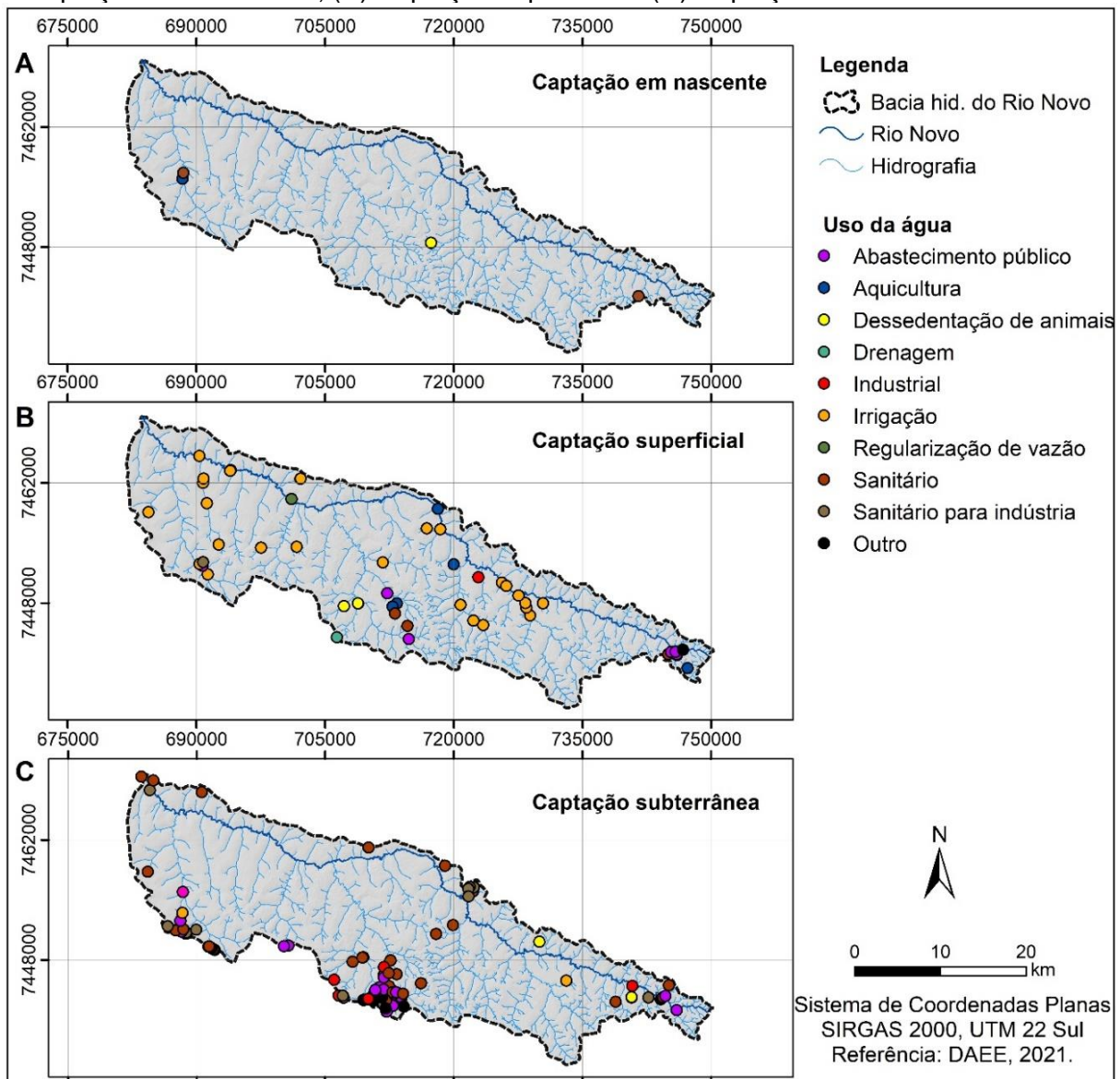
e afastamento de efluentes (MOTTA, 1995). No entanto, em situações de escassez, os usos prioritários são para o consumo humano e a dessedentação de animais (BRASIL, 1997).

Por serem considerados como bens públicos, todas as pessoas (físicas ou jurídicas) tem direito e acesso aos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), cabendo ao Poder Público a sua administração e controle, que é realizada através da concessão de outorga (DAEE, 2020). A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos é um dos instrumentos da PNRH (BRASIL, 1997) e toda pessoa (física ou jurídica) que quiser fazer uso das águas superficiais ou subterrâneas, seja para a captação de água para consumo sanitário, processo industrial ou irrigação, para o lançamento de efluentes industriais ou urbanos, ou ainda para a construção de obras hidráulicas como barragens, canalizações de rios ou execução de poços, deve solicitar a Outorga ao Poder Público (DAEE, 2020).

A Outorga é um instrumento que regula e autoriza a utilização direta do recurso hídrico e, para obtê-la, é preciso cumprir várias exigências e condições que buscam garantir a qualidade e o controle na sua utilização. Essas exigências são definidas a partir da avaliação da bacia hidrográfica, levando em consideração o volume de água disponível, como ele está distribuído na bacia, as necessidades de utilização, o número de usuários, as finalidades de uso, onde estão localizados e os potenciais usos futuros.

A Figura 8 apresenta a espacialização dos pontos de outorga e finalidade de uso da água de (A) Captação em nascentes, (B) Captação superficial e (C) Captação subterrânea na BHRN.

**Figura 8-** Espacialização dos pontos de outorga e finalidade de uso da água de (A) Captação em nascentes, (B) Captação superficial e (C) Captação subterrânea na BHRN.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Observa-se na Figura 8A que há 4 pontos outorgados para captações em nascentes, sendo: 2 para fins sanitários, 1 para aquicultura e 1 para dessedentação de animais.

As nascentes são áreas de descarga dos aquíferos e são grandes responsáveis, em conjunto com o relevo e o clima, pelo fluxo de água superficial que percorre a bacia hidrográfica nos córregos, riachos e rios. Ao utilizá-las para captação de água, é necessário estabelecer medidas que visem garantir sua perenidade e

proteção sanitária, como a proteção de potenciais fontes de contaminação, a recomposição da mata ciliar, além de práticas de manejo contra erosões e assoreamentos em toda a área da bacia hidrográfica (IRITANI; EZAKI, 2014). Cabe ressaltar que, excessos na captação das águas de nascentes podem causar a redução do volume de água superficial dos rios e até secá-los em períodos de estiagem.

Com o crescente aumento do número de autorizações para captação das águas subterrâneas e superficiais, ainda faltam informações quantitativas sobre a demanda e a disponibilidade hídrica. Ressalta-se a importância de implementar políticas ambientais e de recursos hídricos para reduzir os conflitos que envolvem o uso da terra e da água (FERREIRA; LIMA; CORRÊA, 2020). Neste sentido, Ngarava (2023) adverte que o planejamento do uso da terra deve incorporar os setores da água, da energia e da alimentação devido às competições entre eles.

Na Figura 8B observam-se 60 pontos outorgados para captações superficiais, sendo: 6 para abastecimento público, 5 para aquicultura, 2 para dessedentação de animais, 1 drenagem, 1 para uso industrial, 38 para irrigação, 1 para regularização de vazão, 3 para fins sanitários, 1 para uso sanitário na indústria e 2 para outros usos. Apesar dos múltiplos usos oriundos da captação superficial observados na área de estudo, tem-se que o uso da água predominante das captações superficiais é destinado à irrigação.

Para este tipo de captação, geralmente são construídas barragens no rio para acúmulo superficial e posterior extração da água. Esta atividade pode reduzir o volume de água do rio comprometendo os usos a jusante, principalmente quando utilizada sem o devido controle, conhecimento sobre as condições climáticas de precipitação e da estrutura geológica de formação do solo e subsolo.

Quanto à captação de águas subterrâneas (Figura 8C) há 103 pontos outorgados na bacia hidrográfica, sendo: 18 para abastecimento público, 3 para dessedentação de animais, 9 para uso industrial, 2 para irrigação, 1 para fins de paisagem e lazer, 47 para uso sanitário, 16 para uso sanitário de indústria e 7 para outros usos. Dentre as principais ameaças relacionadas às captações subterrâneas,



destacam-se a exploração intensiva ou descontrolada e potenciais fontes de poluição provenientes das atividades antrópicas (IRITANI; EZAKI, 2014).

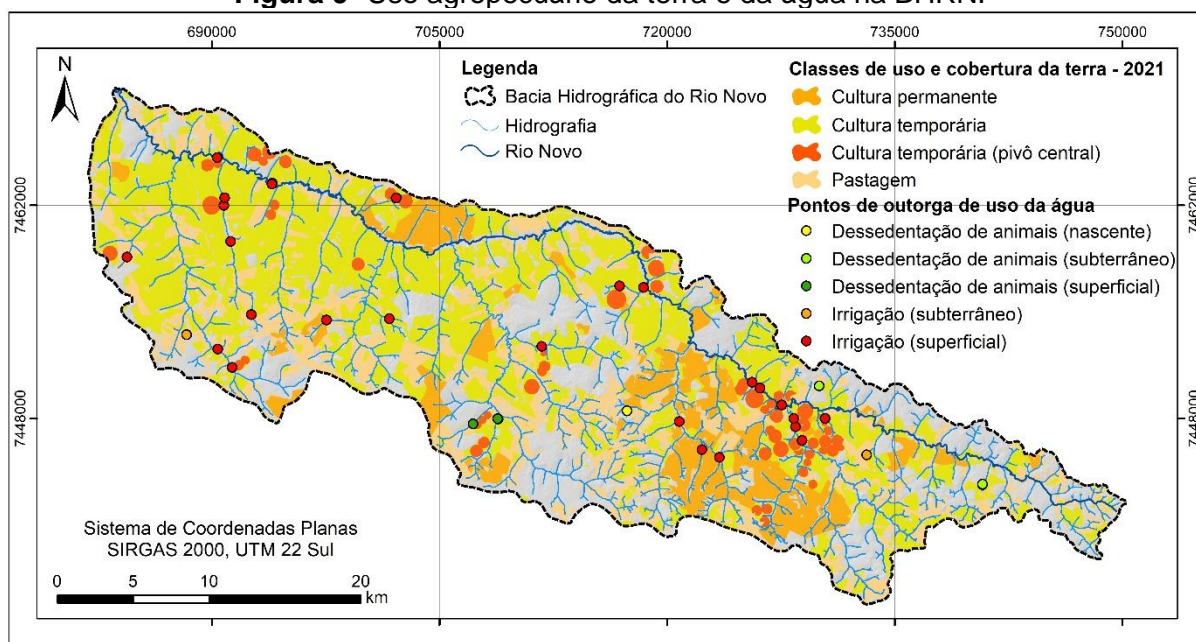
Quando a captação da água subterrânea é excessiva, pode exceder a capacidade de recarga natural do aquífero e essa água passará a ser encontrada em profundidades cada vez maiores, necessitando de elevado consumo de energia para bombeamento. Além disso, em períodos de estiagem, os aquíferos fornecem água para os rios e recarregam as nascentes e, quando essa água é captada de forma exacerbada, essa recarga é reduzida e pode até deixar de acontecer, comprometendo também o volume das águas superficiais. Cabe ressaltar ainda que a água que recarrega os aquíferos pode demorar semanas, meses, anos ou até séculos para se deslocar, dependendo da sua formação geológica, o que pode comprometer o armazenamento e a recarga de água (IRITANI; EZAKI, 2014; MANZIONE, 2015).

Outro risco que a água subterrânea da área corre é a poluição. Esta ocorre quando os agentes contaminantes atingem o solo e nele percolam através da zona não saturada até atingir os aquíferos, como no caso da infiltração de fertilizantes, defensivos agrícolas e até mesmo de vazamentos de tanques de combustível, da rede coletora de esgoto e fossas sépticas. Além dessas, a poluição das águas subterrâneas também ocorre quando os poluentes são lançados diretamente nos aquíferos, por meio de poços mal construídos ou aqueles desativados sem o devido tamponamento. Essas contaminações podem ter inúmeras causas e formas de ocorrência, sejam acidentais, intencionais ou por negligência e desconhecimento (IRITANI; EZAKI, 2014).

Segundo o Informe Anual da Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil de 2019, 66,1% do total de água consumida no Brasil é destinada para irrigação, 11,6% para uso animal, 9,5% para a indústria, 9,1% para o abastecimento urbano, 2,5% para o abastecimento rural, 0,9% para a mineração e 0,3% para termelétricas (ANA, 2019). Este relatório alerta que a demanda por uso da água no país é crescente, com um aumento estimado de cerca de 80% com relação às duas últimas décadas e que isso está relacionado ao desenvolvimento econômico e ao processo de urbanização do país.

Este cenário é bastante evidente na área de estudo uma vez que 68,41% do uso e cobertura da terra está relacionado ao setor agropecuário, sendo 48,04% para agricultura (35,03% para cultivos temporários, 2,93% para cultivos irrigados por pivôs centrais e 10,08% para cultivos permanentes) e 20,37% para pastagens. A Figura 9 apresenta o mapeamento dos usos agropecuários e os pontos de outorga relacionados a este setor.

**Figura 9-** Uso agropecuário da terra e da água na BHRN.



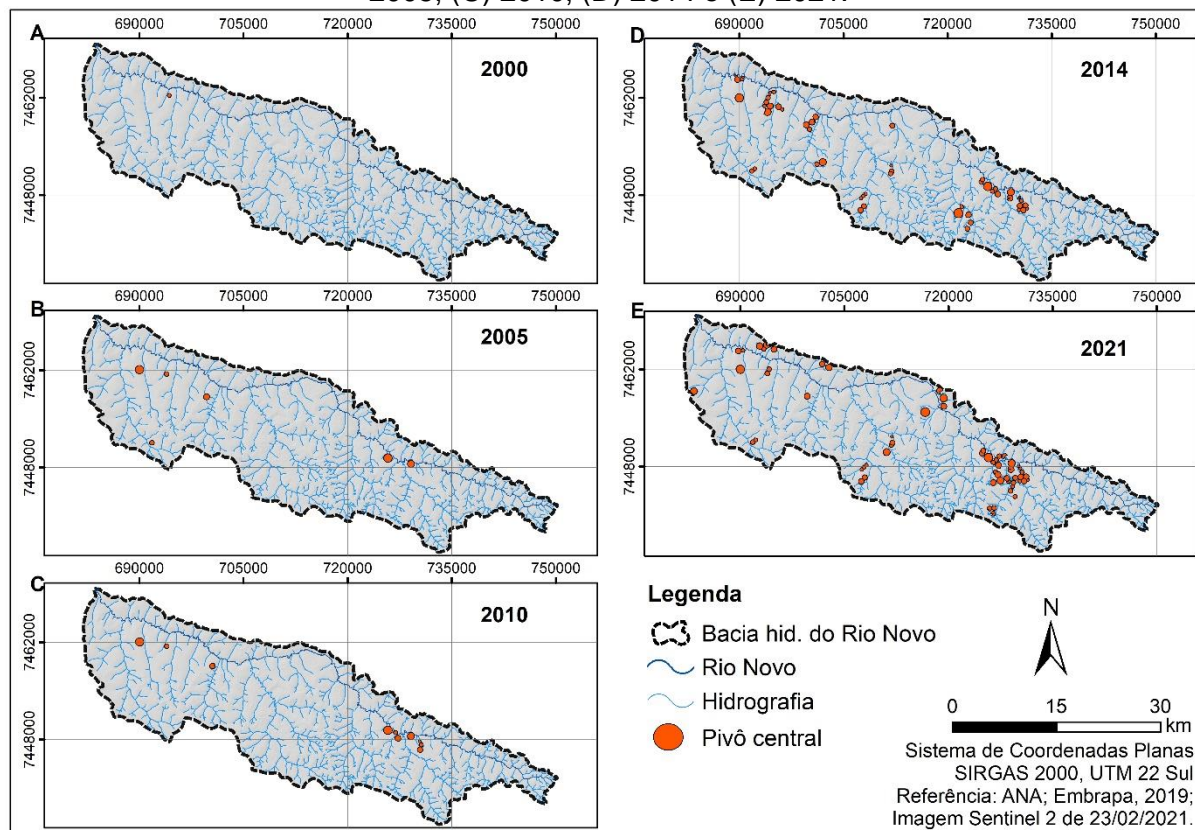
Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

As captações superficiais para irrigação, são as predominantes nesta área e relacionadas tanto aos cultivos permanentes, quanto aos cultivos temporários irrigados por pivôs centrais e cultivos temporários irrigados por outros mecanismos. No entanto, observa-se que a maioria dos pontos outorgados para captação superficial está associada aos pivôs centrais. Este tipo de irrigação vem crescendo muito no Brasil, sendo este o setor que mais cresceu no país de 2012 a 2018, segundo a Agência Nacional das Águas do Brasil (ANA, 2019).

A ANA, em conjunto com a Embrapa, mapeou os pivôs centrais no território brasileiro desde 1985 (ANA; EMBRAPA, 2019). Nestes mapeamentos, observou-se a ausência deste tipo de sistema de irrigação na área de estudo até os anos de 1990.

A partir de 2000 este sistema começou a ser implantado na área da bacia e a Figura 10 apresenta a evolução histórica dos pivôs centrais na BHRN dos anos (A) 2000, (B) 2005, (C) 2010, (D) 2014 e de (E) 2021.

**Figura 10-** Mapeamento da evolução histórica dos pivôs centrais na BHRN em (A) 2000, (B) 2005, (C) 2010, (D) 2014 e (E) 2021.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Observa-se que em 2000 (Figura 10A) havia apenas uma área irrigada por pivô central, abrangendo 26,4 hectares (ha), localizada próxima ao Rio Novo, em seu baixo curso. Em 2005 (Figura 10B), haviam 6 pivôs ocupando 444,3 ha; em 2010 (Figura 10C), haviam 10 pivôs, ocupando 575,5 ha; em 2014 (Figura 10D) haviam 54 pivôs por toda a bacia, ocupando 2.226,4 ha; e em 2021 (Figura 10E), foram mapeados 60 pivôs centrais, ocupando 2.835,4 ha.

Diante dessas análises é possível observar um acréscimo considerável deste sistema de irrigação na área de estudo, a partir de 2010. Cabe ressaltar, que existem pivôs centrais instalados em áreas próximas de nascentes e isso pode gerar impactos

ambientais graves, que podem afetar os ecossistemas e disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica (JAQUES, 2017). Isso ocorre, porque a disponibilidade hídrica no ambiente natural que está sob influências antrópicas e climáticas depende, em grande parte, da preservação dos canais de primeira ordem (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A utilização das áreas irrigadas por pivôs centrais é bastante dinâmica ao longo do ano, sendo que no período chuvoso, há menor necessidade de ativação dos pivôs, enquanto nos períodos mais secos essa demanda aumenta, coincidindo com as menores disponibilidades de água nos rios (ANA, 2019). Este cenário torna-se um grande desafio para a gestão dos recursos hídricos, principalmente porque o setor agrícola é a base da economia dessa região e o grande desafio é aumentar a produção de alimentos sem aumentar os impactos negativos ao ambiente, especialmente com relação ao desperdício, uma vez que parte do volume de água utilizado na irrigação é perdido pela evaporação.

Este desperdício causa prejuízos no balanço hídrico da bacia hidrográfica, tanto na redução do volume dos rios, quanto em crises no abastecimento de água, produção de energia e até mesmo para a própria irrigação. Além disso, parte da água usada na irrigação é exportada junto aos produtos colhidos, e a parte que infiltra no solo tende a demorar muito tempo para voltar às nascentes e aos corpos d'água superficiais.

A água é um dos recursos naturais mais impactados pelo modelo de desenvolvimento adotado no Brasil, estando isso relacionado à sensação generalizada de que a água é abundante no país. Além disso, essa sensação de abundância torna difícil o engajamento dos níveis de governo e obscurece os problemas reais de poluição, demanda, disponibilidade e conflitos relacionados à água (FERREIRA; LIMA; CORRÊA, 2020). Essa dificuldade é observada principalmente pela falta de dados detalhados e atualizados sobre o uso da água.

Quanto a qualidade das águas dessa região, o Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo de 2019, divulgado anualmente pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), apresenta que o Rio Novo possui o índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento público e o índice de qualidade de proteção da vida aquática considerados “Bons” e o índice de estado trófico “Mesotrófico” (CETESB, 2020).

Apesar de no geral apresentar boa qualidade de água, seu estado mesotrófico merece atenção, pois é característico de produtividade intermediária de fósforo e nitrogênio, que são indicativos relacionados, principalmente, ao lançamento de efluentes domésticos e por atividades agropecuárias, sendo esta última muito presente na área em estudo.

A composição e configuração do uso e da cobertura da terra estão ligadas à qualidade e quantidade de água disponível para a humanidade (UUEMAA *et al.*, 2007; FERNANDES *et al.*, 2021; PIROLI, 2022). Qualquer pressão sobre a terra tende a afetar a segurança em água, energia e alimentos e isto tem sido agravado pelo crescimento da população mundial e pelo aumento da pressão sobre os recursos hídricos, energéticos e alimentares (TIRUMALA; TIWARI, 2022; NGARAVA, 2023).

As características da paisagem, como o clima, o declive, o solo e a rocha, afetam na qualidade e na quantidade dos recursos hídricos. No entanto, diversos autores reconhecem que o uso e a cobertura da terra, em especial as áreas agrícolas e as superfícies artificiais, proporcionam impactos negativos às águas superficiais e subterrâneas (SHI *et al.*, 2017; GU *et al.*, 2019; FERNANDES *et al.*, 2021; O'DONOGHUE *et al.*, 2021). Wei e colaboradores (2020) apresentam que as áreas agrícolas são fontes de fertilizantes e pesticidas para a terra, que lixiviam para as massas de água, e com o crescimento do uso destes compostos químicos esperados, agravaram-se as preocupações e os problemas relacionados à qualidade das águas no futuro.

As áreas urbanizadas, dada a abundância de superfícies impermeáveis, reduzem a infiltração e tendem a acumular contaminantes na superfície do solo durante as estações secas e a drená-los para o ambiente durante os períodos chuvosos (WEI *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2020; PIROLI, 2022). Por fim, as áreas ocupadas com florestas são vistas como reservas de água de boa qualidade e proporcionam a perenidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, contribuindo com a segurança hídrica da população (CLÉMENT *et al.*, 2017; PIROLI, 2022). Além disso, os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas florestas, quando livres da influência e perturbação humana, são ainda maiores (MAXWELL *et al.*, 2019; SHAPIRO *et al.*, 2023).

## Considerações Finais

Os usos e a cobertura da terra predominantes na área estudada em 2021 são os cultivos agrícolas temporários (37,96%), seguidos de pastagens (21,37%), silviculturas (12,18%) e cultivos agrícolas permanentes (10,08%), enquanto os menores percentuais são de áreas degradadas (0,03%), infraestruturas (1,36%), malhas urbanas (3,08%), vegetação campestre (3,57%) e apenas 9,84% de cobertura florestal. Apesar da ligação intrínseca entre a qualidade e a quantidade dos recursos naturais, em especial a água, as áreas de vegetação natural continuam sob constante ameaça de perturbação e conversão para outros usos da terra.

Quanto ao uso da água, foi possível diagnosticar o crescimento acentuado de áreas irrigadas por pivôs centrais, especialmente a partir de 2010, e observa-se que o principal setor consumidor das captações superficiais é destinado à irrigação nas áreas rurais, enquanto nas áreas urbanizadas há o predomínio de captações subterrâneas para uso sanitário. Sendo o setor agropecuário predominante na área de estudo, alerta-se sobre os futuros riscos relacionados à qualidade e à quantidade de água disponível e recomenda-se a implementação de políticas adequadas para a utilização da terra.

A qualidade e a quantidade dos recursos hídricos disponíveis são afetadas por uma combinação de fatores geomorfológicos (tipo de solo, declive, elevação), climáticos e antropogênicos. Apesar da multiplicidade de fatores que influenciam a relação entre o uso da terra e da água em bacias hidrográficas, o número de estudos que abordam estes fatores é escasso.

Do ponto de vista político e de gestão do uso do solo, estudos holísticos deste tipo são úteis para a compreensão panorâmica da bacia hidrográfica, e fornecem dados sobre o uso da terra e da água para o suporte ao planejamento e à gestão deste meio. Assim, o presente estudo é uma contribuição importante para expor as interações ocorridas na BHRN e que pode orientar estudos futuros, planejadores e gestores do território.

Ressalta-se a dificuldade de adquirir dados qualitativos e quantitativos detalhados sobre a disponibilidade hídrica e a demanda de água na área estudada e

no Brasil, como um todo. Apesar dos dados coletados permitirem a identificação de fontes, de quem usa, de onde usa e para que usa a água, a ausência de valores quantitativos de demanda e de disponibilidade hídrica, inviabiliza análises mais robustas sobre seu uso, bem como a identificação de possíveis conflitos.

Por fim, destaca-se ainda a importância da atualização e manutenção do Censo Demográfico do IBGE a cada 10 anos, devido à sua riqueza de dados e informações estatísticas de todo o território brasileiro. O Censo Demográfico é o mais complexo levantamento estatístico realizado no Brasil, quando são investigadas as características da população e dos domicílios em todo território nacional. Ele permite múltiplas possibilidades de análise e investigações dentro do processo científico e a sua defasagem, bem como a falta de investimentos para sua atualização, dificulta e impede diversas análises que contribuem com o planejamento e a gestão do território.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional das Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2019**: informe anual. Brasília: ANA, 2019. 110p. 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](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 11 de agosto de 2021.

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.

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](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.

CBH-MP (Comitê de Bacias Hidrográfica do Médio Paranapanema). **Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – 17**. Disponível em: <<http://cbhmp.org/ugrhi-17/>>. Acesso em 03 de março de 2019.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**: 2019. São Paulo: CETESB, 2020. 336p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/Relatorio-da-Qualidade-das-Aguas-Interiores-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf>>. Acesso em 03 de agosto de 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2<sup>o</sup> edição. São Paulo: Blücher, 1980. 188p.

CLÉMENT, F.; RUIZ, J.; RODRÍGUEZ, M. A.; BLAIS, D.; CAMPEAU, S. Landscape diversity and forest edge density regulate stream water quality in agricultural catchments. **Ecological Indicators**, v. 72, p. 627-639, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.09.001>.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Governo do Estado de São Paulo. **Pesquisa de Dados dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. 2021. Disponível em: <<http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/fchweb.html>>. Acesso em 04 de agosto de 2021.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Governo do Estado de São Paulo. **O que é Outorga?**. 2020. Disponível em: <<http://www.dae.sp.gov.br/site/outorga/>>. Acesso em 04 de agosto de 2021.

DELLAPENNA, J. W.; GUPTA, J. The evolution of the law and politics of water. **Evol. Law Polit. Water**, p. 3-19, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9867-3>.

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>.

FERNANDES, A. C. P.; MARTINS, L. M. O.; PACHECO, F. A. L.; FERNANDES, L. F. S. The consequences for stream water quality of long-term changes in landscape patterns: Implications for land use management and policies. **Land Use Policy**, v. 109, 105679, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105679>.

FERREIRA, S. C. G.; LIMA, A. M. M.; CORRÊA, J. A. M. Indicators of hydrological sustainability, governance and water resource regulation in the Moju river basin (PA) – Eastern Amazonia. **Journal of Environmental Management**, v. 263, 2020, e110354. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110354>.

FOLEY, J. A.; DEFRIES, R.; ASNER, G.P.; *et al.* Global Consequences of Land Use. **Science**, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1111772>.



GOOGLE LLC. **Google Earth Pro**, v. 7.3, Mountain View, 2019.

GU, Q.; HU, H.; MA, L; *et al.* Characterizing the spatial variations of the relationship between land use and surface water quality using self-organizing map approach. **Ecological Indicators**, v. 102, p. 633-643, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.03.017>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do Censo Demográfico 2010**: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro, 2011b. 201p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Bases e referências. Bases cartográficas. Malhas digitais. **Setor Censitário 2010**. 2011a. Disponível em: [ftp://geofpt.ibge.gov.br/organizacao do territorio/malhas territoriais/malhas de setores censitarios divisoes intramunicipais/censo 2010/](ftp://geofpt.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_de_setores_censitarios_divisoes_intramunicipais/censo_2010/)>. Acesso em 16 de abril de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Informações ambientais. Vegetação. Base de Dados Espacial 1:250.000, Brasil. **Mapa da Vegetação Brasileira**. 2019. Disponível em: [ftp://geofpt.ibge.gov.br/informacoes ambientais/vegetacao/vetores/escala 250 mil/versao 2019/](ftp://geofpt.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/vetores/escala_250_mil/versao_2019/)>. Acesso em 06 de abril de 2020.

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.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil**, 2004. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomas.html?=&t=downloads>>. Acesso em 06 de abril de 2020.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo**. 3ª ed. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 2014. 106p.

JAQUES, J. L. **Análise geográfica integrada do uso da água: a oferta e demanda da Bacia do Rio São Domingos**. 2017. 202f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, 2017.

MANZIONE, R. L. **Águas Subterrâneas**: Conceitos e Aplicações sob uma Visão Multidisciplinar. Jundiaí: Paco Editorial: 2015. 388 p.

MAXWELL, S. K.; EVANS, T.; WATSON, J. E. M.; *et al.* Degradation and forgone removals increase the carbon impact of intact forest loss by 626%. **Science Advances**, v. 5, n. 10. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax2546>.

MENDONÇA, F. de A. **Geografia e meio ambiente**. 2ª edição. São Paulo: Contexto, 1994. 80p.

MITIDIERO JUNIOR, M. A.; GOLDFARB, Y. **Mudança climática, energia e meio ambiente**: o agro não é tech, o agro não é pop e muito menos tudo. São Paulo: Associação Brasileira de Reforma Agrária; Friedrich-Ebert-Stiftung. 2021. 40p. Disponível em: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/brasilien/18319-20211027.pdf>>. Acesso em 15 de março de 2022.

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>.

MOTTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2.ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 200p.

NGARAVA, S. Implications of land restitution as a Transformative Social Policy for Water-Energy-Food (WEF) insecurity in Magareng Local Municipality, South Africa. **Land Use Policy**, v. 133, 106878, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106878>.

NILSSON, C.; SVEDMARK, M. Basic Principles and Ecological Consequences of Changing Water Regimes: Riparian Plant Communities. **Environmental Management**, v. 30, p. 468–480, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2735-2>.

O'DONOGHUE, C. BUCKLEY, C.; CHYZHEUSKAYA, A. *et al.* The spatial impact of rural economic change on river water quality. **Land Use Policy**, v. 103, 105322, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105322>.

OLIVEIRA, S. N.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; *et al.* 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>.

PANIZZA, A.; FONSECA, F. Técnicas de interpretação visual de imagens. **GEOUSP Espaço e Tempo**, v. 15, n. 3, p. 30-43, 2011. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2011.74230>.

PIROLI, E. L. Água e bacias hidrográficas: Planejamento, gestão e manejo para enfrentamento das crises hídricas. São Paulo: Editora UNESP, 2022, 141 p.

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.

SÃO PAULO. **Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991**. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. São Paulo, 1991. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/alteracao-lei-7663-30.12.1991.html>. Acesso em 15 de abril de 2019.

SHAPIRO, A. D'ANNUNZIO, R.; DESCLÉE, R., *et al.* Small scale agriculture continues to drive deforestation and degradation in fragmented forests in the Congo Basin (2015–2020). **Land Use Policy**, v. 134, 106922. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106922>.

SHI, P.; ZHANG, Y.; LI, Z.; *et al.* Influence of land use and land cover patterns on seasonal water quality at multi-spatial scales. **CATENA**, v. 151, p. 182-190, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.12.017>.

TIRUMALA, R. D.; TIWARI, P. Importance of Land in SDG Policy Instruments: A Study of ASEAN Developing Countries. **Land**, v. 11, n. 22, 218, p. 1-34, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/land11020218>.

USGS. United States Geological Survey. Science for a changing world. **Earth Explorer – Home**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

UUEMAA, E.; ROOSAARE, J.; MANDER, Ü. Landscape metrics as indicators of river water quality at catchment scale. **Hydrology Research**, v. 38, n. 2, p. 125-138, 2007. DOI: <https://doi.org/10.2166/nh.2007.002>.

WEI, W.; GAO, Y.; HUANG, J.; GAO, J. Exploring the effect of basin land degradation on lake and reservoir water quality in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 268, 122249, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122249>.

WIEK, A.; LARSON, K. L. Water, People, and Sustainability—A Systems Framework for Analyzing and Assessing Water Governance Regimes. **Water Resources Management**, v. 26, p. 3153–3171, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0065-6>.

ZHANG, J.; LI, S.; JIANG, C. Effects of land use on water quality in a River Basin (Daning) of the Three Gorges Reservoir Area, China: Watershed versus riparian zone. **Ecological Indicators**, v. 113, 106226, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106226>.

## NOTAS DE AUTOR

### CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

**Amanda Trindade Amorim** – Concepção, Coleta de dados, Análise de dados, Elaboração do manuscrito, revisão e aprovação da versão final do trabalho

**Edson Luís Piroli** – Orientação, Participação ativa da discussão dos resultados, Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

### CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

### APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

### CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

### LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

**HISTÓRICO**

Recebido em: 17-04-2023

Aprovado em: 21-10-2023