



## USO DE GEOTECNOLOGIAS COMO FERRAMENTA PARA DELIMITAÇÃO E MONITORAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO MUNICÍPIO DE BONITO - MS

## USE OF GEOTECHNOLOGIES AS A TOOL FOR DELIMITING AND MONITORING PERMANENT PRESERVATION AREAS IN THE MUNICIPALITY OF BONITO - MS

Lucas Candido Rodrigues Aranda<sup>1</sup>  
Noé Barroso dos Santos<sup>2</sup>  
Camila da Silva Dourado<sup>3</sup>

**Resumo:** As áreas de preservação permanente (APPs) têm um papel fundamental na manutenção da biodiversidade e na qualidade ambiental dos recursos naturais. A aplicação das técnicas de geoprocessamento para identificação e zoneamento das APPs, e para determinação aptidão do uso das terras possibilita uma melhor fiscalização e planejamento do uso racional dos recursos água e solo. Diante disto, o objetivo deste trabalho é identificar e delimitar e monitorar as áreas de preservação permanente de cursos d'água, bem como, a mudança do uso da terra da Bacia Hidrográfica do município de Bonito - MS, com vistas a sua ocupação racional e identificação de possíveis áreas de conflito do uso do solo e água. Para isto, foram utilizados dados de imagens orbitais, bases cartográficas, e edafoclimáticas, para gerar o mapeamento específico das APPs de cursos d'água, por meio de técnicas de geoprocessamento. Os resultados obtidos permitiram identificar e especializar as áreas de preservação permanente, bem como os diferentes usos do solo para o período 1985 e 2020.  
**Palavras-chave:** Planejamento ambiental. Código florestal brasileiro. Cobertura e uso da terra. Geoprocessamento.

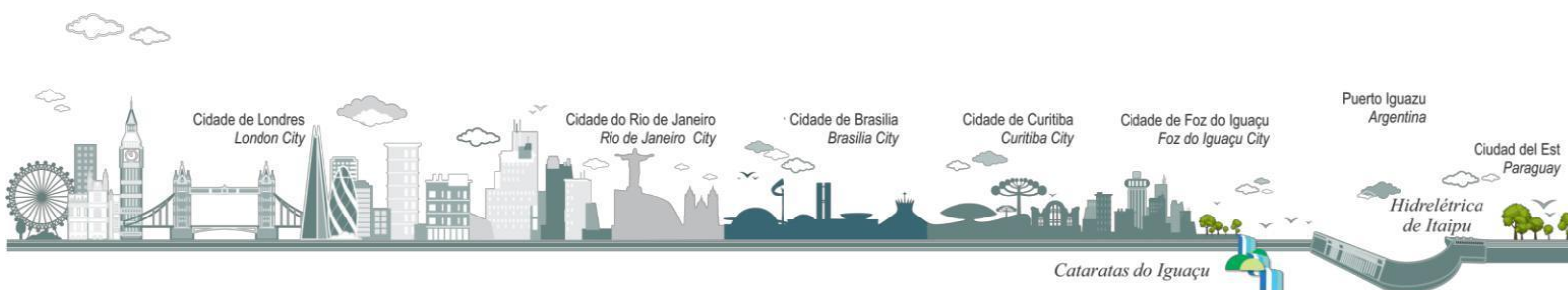
**Abstract:** Permanent preservation areas (APPs) play a fundamental role in maintaining biodiversity and the environmental quality of natural resources. The application of geoprocessing techniques for the identification and zoning of APPs and to determine the aptitude for land use, enables better inspection and planning of the rational use of water and soil resources. In view of this, the objective of this work is to identify, delimit and monitor the areas of permanent preservation of water courses, as well as the change in the land use of the Hydrographic Basin of the municipality of Bonito - MS, with a view to its rational and sustainable occupation. identification of potential land and water use conflict areas. For this, data from orbital images, cartographic bases, and edaphoclimatic data were used to generate the specific mapping of watercourse APPs, through geoprocessing techniques. The results obtained allowed the identification and spatialization of permanent preservation areas, as well as the different land uses for the period 1985 and 2020.

**Keywords:** Environmental planning. Software. Apps. Management by areas. Geoprocessing.

<sup>1</sup> Engenharia Agrônômica, Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP. lucascraranda@gmail.com

<sup>2</sup> Engenharia Agrônômica, Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP.

<sup>3</sup> Engenharia Agrônômica, Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP. Universidade Estadual de Campinas – CEPAGRI/UNICAMP.





## INTRODUÇÃO

As áreas de preservação permanente (APPs) são áreas protegidas por lei N° 12.651/2012, sendo cobertas por vegetação nativa, ou não, com grande relevância na manutenção dos recursos hídricos. Essas áreas desempenham uma função ambiental de extrema importância na manutenção da qualidade da água, estabilidade dos solos, regularização dos ciclos hidrológicos e conservação da biodiversidade.

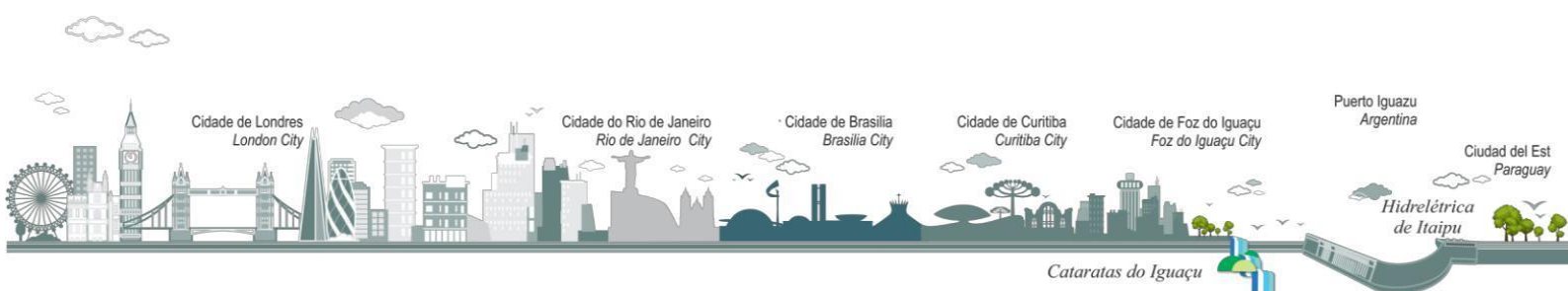
Segundo o Código Florestal, que visa a proteção da fauna e flora nativas, colocando limites na exploração dos recursos finitos, como forma de regras de uso, como áreas reservadas ao uso de produção rural, e área de reserva obrigatória, com a finalidade de preservar o ecossistema (BRASIL, 2012).

Para diferentes regiões do país, temos especificações nas regras de uso rural, tendo como base o bioma em questão, e de acordo com o Código, o número de módulos fiscais, que são unidades de medidas estabelecidas pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), medidas estas pré-estabelecidas com base na atividade de renda dos municípios e entre diversas outras particularidades.

As áreas de preservação são alicerçadas tanto na Constituição Federal promulgada em 5 de outubro de 1988, com alterações pelas Emendas Constitucionais de revisão, nº 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais, nº 1/92 a 91/2016, e pelo Decreto Legislativo, nº 186/2008. E no novo Código Florestal, lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 que altera as leis nº-s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Lei nº-s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e assim como a Lei Orgânica Municipal em sua Emenda nº5/2004 em seu Artigo 4; e dá outras providências.

Segundo o Artigo 4° do Código Florestal, delimita as Áreas Preservação Permanente:

- “I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
- a) 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;
  - b) 50 metros, para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
  - c) 100 metros, para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura;

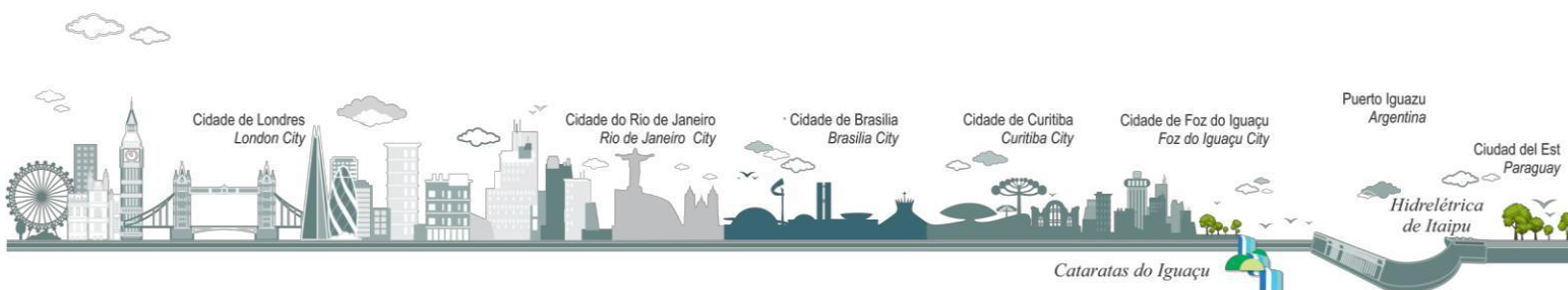




- d) 200 metros, para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura;
  - e) 500 metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros; II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
  - f) 100 metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 metros; b) 30 metros, em zonas urbanas;
  - III - As áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento, observado o disposto nos §§ 1º e 2º;
  - IV - As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 metros;
  - V - As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
  - VI - As restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
  - VII - Os manguezais, em toda a sua extensão;
  - VIII - As bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais;
  - IX - No topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo está definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
  - X - As áreas em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação;
  - XI - As veredas.
- § 1º Não se aplica o previsto no inciso III nos casos em que os reservatórios artificiais de água não decorram de barramento ou represamento de cursos d'água.
- § 2º No entorno dos reservatórios artificiais situados em áreas rurais com até 20 hectares de superfície, a área de preservação permanente terá, no mínimo, 15 metros.”

Segundo a Lei Orgânica de Bonito em complemento a Lei Federal:

Art. 4º. O art. 179, da Lei Orgânica Municipal, passa a vigorar com a seguinte redação: “Art. 179. Fica proibido o desmatamento, a descaracterização e qualquer outro tipo de degradação ao meio ambiente no trecho de cinquenta metros das margens de todos os rios e mananciais na área rural e de trinta metros das margens de todos os rios e mananciais na área urbana do Município”. (NR)





A aplicação de técnicas de geoprocessamento para a identificação e mapeamento da aptidão do uso de terras possibilita uma melhor fiscalização e planejamento do uso racional dos recursos água e solo, assim como o estudo temporal do agravamento ou melhoria das condições das Áreas de Preservação Permanentes (APPs). As ferramentas do Sistema de Informação Geográfico (SIG) têm sido utilizadas com êxito em trabalhos que visam o mapeamento, o zoneamento, o monitoramento e a proposta de redução de impactos ambientais negativos em bacias hidrográficas.

As geotecnologias surgem como uma ferramenta eficaz para auxiliar os órgãos regulamentadores no combate ao uso desenfreado de recursos naturais, agravados principalmente pela agropecuária extensiva, o qual tem longo histórico na região. Visto que a região do município possui como bioma o cerrado, marcado pelos cenários de desmatamento, muitas vezes ilegais, para a implementação principalmente das atividades pecuárias. O qual, este desmatamento, segundo Moraes (2010) em larga escala e sem controle é muito danoso ao ecossistema.

Neste sentido o objetivo deste trabalho o objetivo deste trabalho é identificar e delimitar e monitorar as áreas de preservação permanente de cursos d'água e nascentes, bem como, a mudança do uso da terra da Bacia Hidrográfica do município de Bonito - MS, com vistas a sua ocupação racional e identificação de possíveis áreas de conflito do uso do solo e água.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é o município de Bonito (Figura 1) conhecido como centro do ecoturismo no estado brasileiro de Mato Grosso do Sul e está localizado em meio a um dos vales de planalto da Bodoquena, cuja rocha principal é o calcário (DIAS, 2000). Sua população segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) é de aproximadamente 22 401 habitantes.

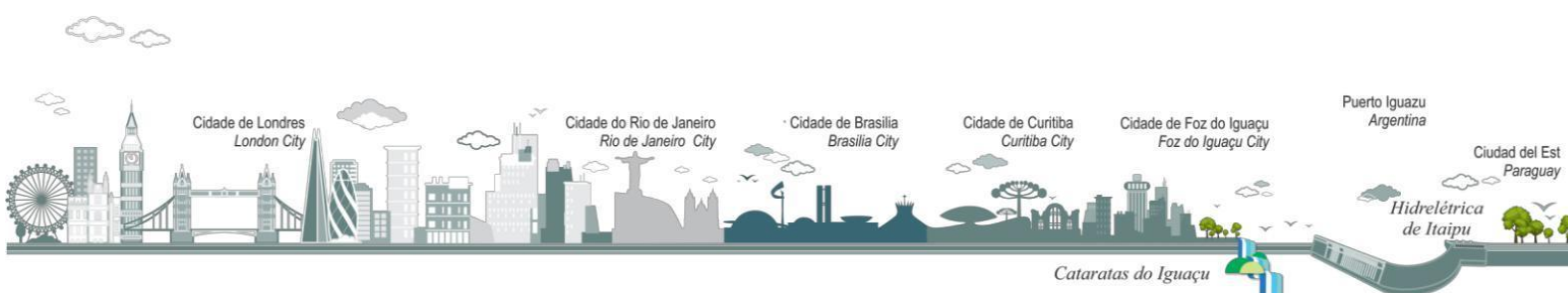
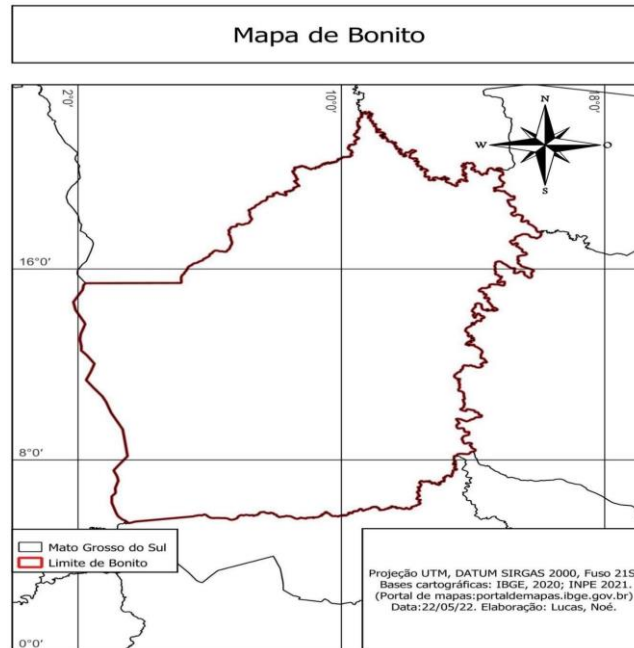




Figura 1 - Mapa da área de estudo: município de Bonito – MS.

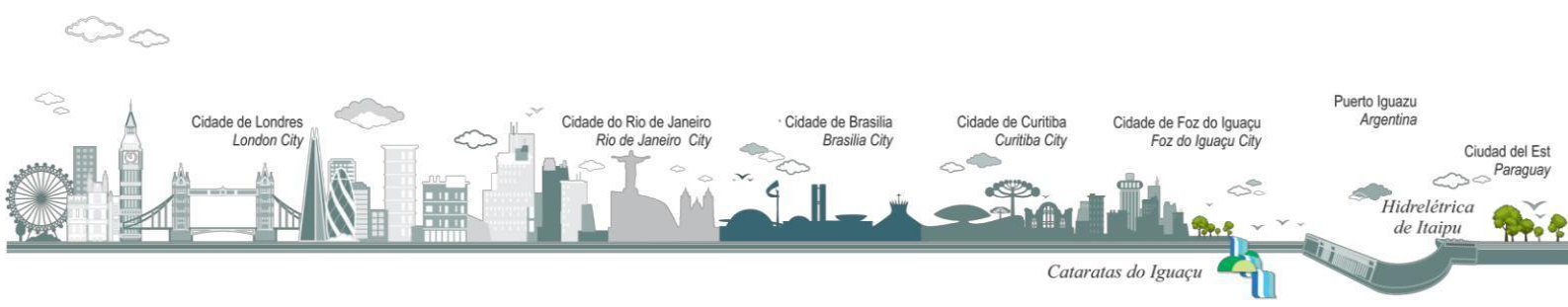


Fonte: autores, 2023.

Como suporte para elaboração dos produtos cartográficos foram utilizados dados vetoriais no formato *shapefile*, das informações relacionadas à área de contorno do município de Bonito, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, extraídos dos arquivos do censo de 2020. O Datum adotado foi o SIRGAS2000, sistema de coordenadas Latitude e Longitude, e sistema de projeção Universal Transversa de Mercator.

Foi utilizado como suporte para a determinação da bacia hidrográfica que abrange o município de Bonito dados fornecidos pelo site federal de dados abertos ([dados.gov.br](https://dados.gov.br)) e em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA).

Estes dados foram divididos em bacias Ottocodificadas, essa divisão foi feita em níveis, sendo o primeiro nível o mais abrangente, dividindo as principais bacias nacionais, e o segundo sendo subdivisão dessa primeira, seguindo assim até o nível 7, onde a divisão de bacias se torna intramunicipal, facilitando os estudos acerca de bacias, esses arquivos são disponibilizados em formas de arquivo GeoPackage, facilitando a utilização em Softwares da





área, como o QGIS. A seleção das bacias para região estudada, foi feita a partir de revisão de literatura sobre a temática e foi adotada a tabela de atributos para a bacia Otto codificada em nível 7 da região de Bonito, com abrangência nas áreas com a presença de rios importantes ao município, como os rios.

Para a caracterização do uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica foi extraído do mapeamento sistemático e anual do Projeto Mapbiomas (2021), recortado para a área de estudo a partir da mesma ferramenta “Extrair por máscara”. O mapeamento de classificação de uso da terra realizado por este projeto será baseado em imagens do satélite Landsat, cujo processo de classificação é completamente automático, utilizando-se do que há de mais recente em tecnologia de processamento e classificação de dados a partir da plataforma de sistema de informação geográfica Google Earth Engine (MAPBIOMAS, 2021). O tratamento de cores para distinguir as diferentes culturas encontradas pelo Mapbiomas nas regiões, foi de acordo com a tabela de cores fornecidas oficialmente pelo próprio Mapbiomas, assim como suas divisões de classe de uso de solos.

Para a delimitação das áreas de preservação permanentes (APP's), foi gerada uma camada vetorial para as nascentes e posteriormente foram gerados os *Buffer's* (áreas de influência). Estas camadas de rios e nascentes foram disponibilizadas pela ANA, em formas de Shapefile com a presença de toda a malha hidrográfica do país, sendo assim o recorte foi feito com a ferramenta Vetor → Recortar Vetor sobre camada, esses recortes são importantes para delimitar a área de estudo e obter uma organização.

Para determinação das áreas de influência, foram criadas para a camada das nascentes, onde a distância do *Buffer* foi estipulada de 50 m, respectivamente seguindo a determinação das diretrizes Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) e seguindo a Lei Orgânica originária do município.

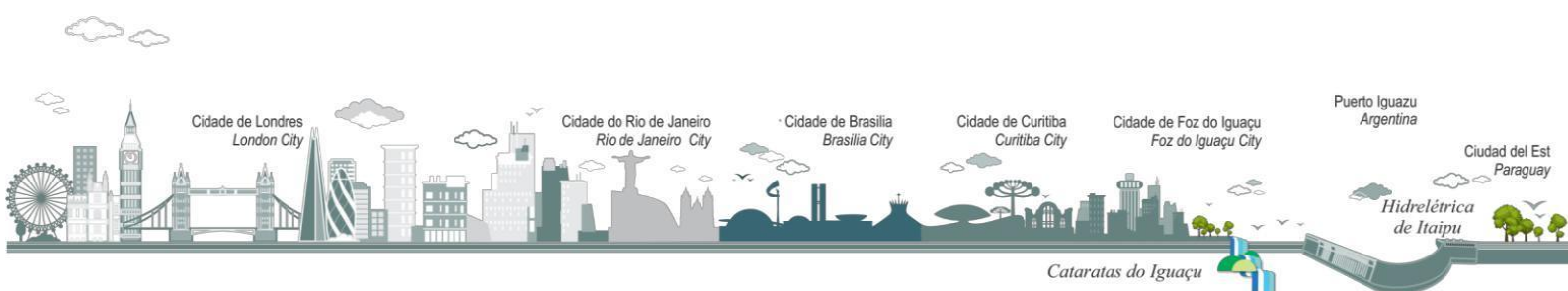




Figura 2 - Mapa hidrográfico de Bonito.

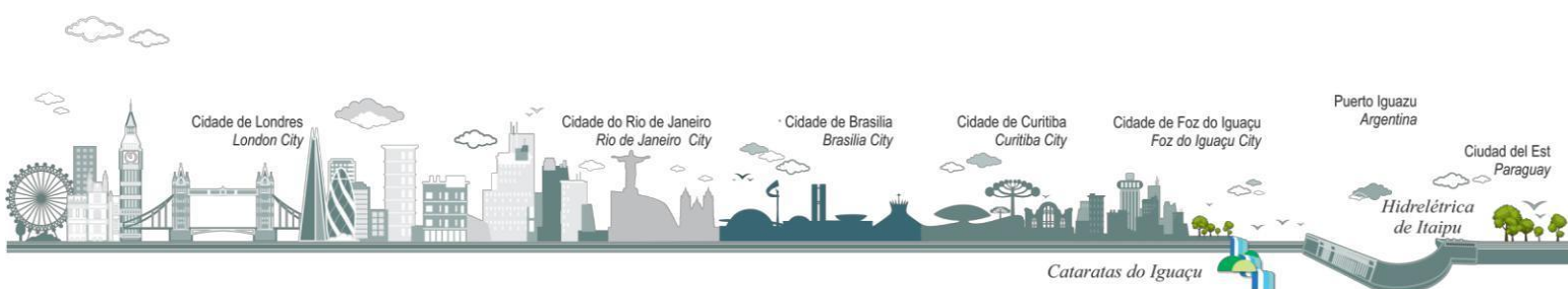


Fonte: autores, 2023.

A Figura 2, apresenta a espacialização e distribuição da rede fluvial do município de Bonito - MS. Pode-se destacar a alta concentração de rios nessa região, os quais são amplamente utilizados para favorecer e potencializar o turismo local.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação das técnicas de geoprocessamento possibilitou a delimitação das APPs, e mapeamento dos diferentes usos e cobertura das terras para a região estudada, de maneira mais específica e completa, demonstrando a diferença entre o mapa que será obtido e o mapa atualmente utilizado pelos órgãos gestores, fornecendo subsídio para a recomendação, reestruturação e fiscalização da legalização dos diversos usos dos recursos naturais na bacia hidrográfica do município de Bonito, com vistas a um cenário de sustentabilidade.

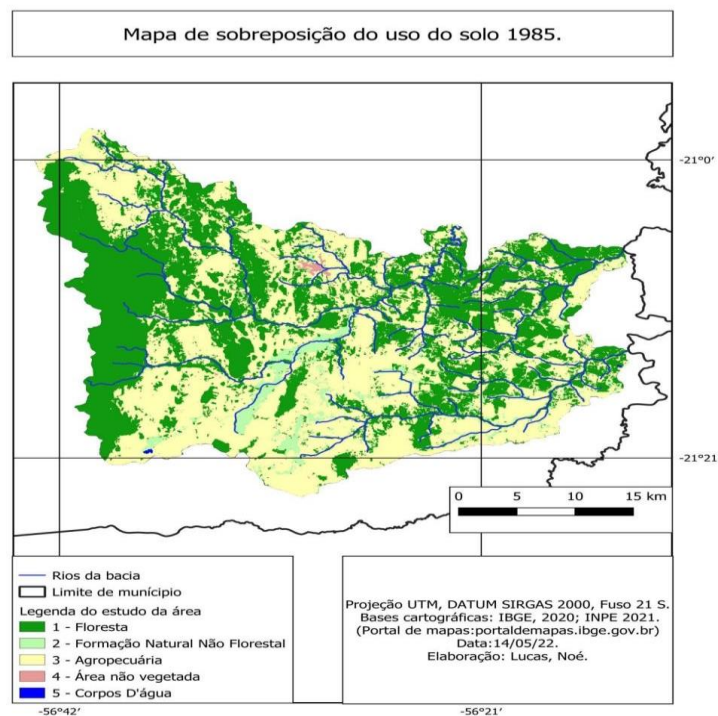




As bacias foram selecionadas a partir dos principais rios do município e seus arredores, rios onde tem alta incidência de passeios turísticos e grande importância econômica ao município, tais rios são o Rio Formoso, Rio Formosinho, Córrego Mutum, Córrego Coqueiro e vários afluentes em suas bacias.

As Figuras 3 e 4, respectivamente apresentam a integração dos dados de uso e cobertura da terra com os dados da delimitação das APPs de cursos d'água. Verifica-se que em ambos os cenários, anos de 1985 e 2020, parte dessas APPs estão em áreas classificadas como uso para agropecuária.

Figura 3 - Mapa de sobreposição do uso do solo em 1985.



Fonte: autores, 2023.

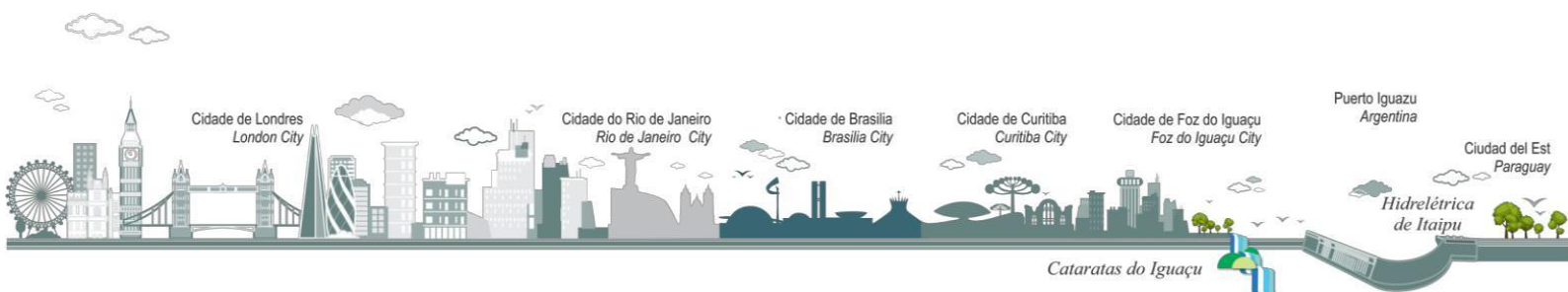
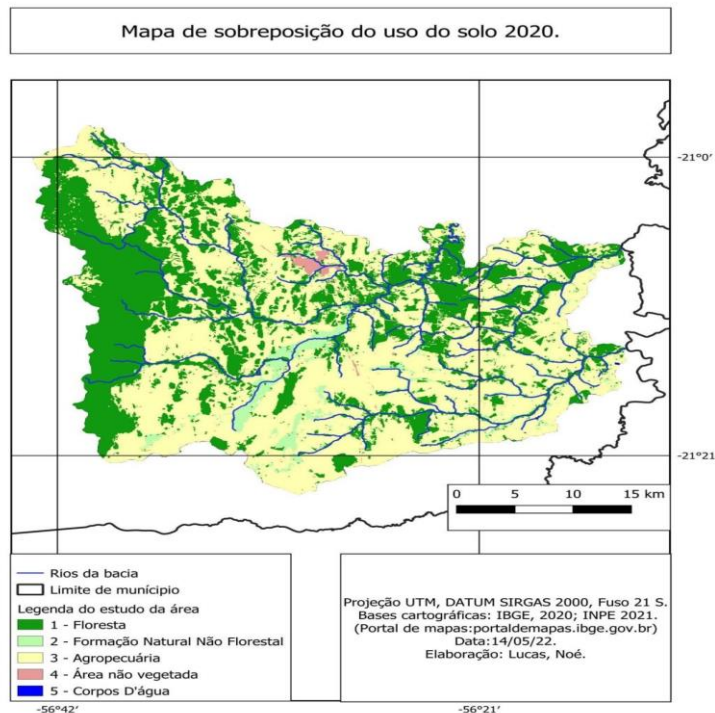






Figura 4 - Mapa de sobreposição do uso do solo em 2020.



Fonte: autores, 2023.

A comparação temporal auxilia na projeção do desenvolvimento da agricultura ao longo dos 35 anos, aumentando as terras utilizadas para produção, podendo assim inferir sobre uma supressão de vegetação nativa, nas classes “floresta” para as classes “agropecuária” e “área não vegetada”, por meio das ações antrópicas.

Observa-se na Figura 5 e 6, respectivamente a espacialização das diferentes classes de uso e cobertura da terra, tais como: Floresta, Formação natural não florestal, agropecuária e área não vegetada, nas áreas de APPs (rios e nascentes). Verifica-se que na região mais central da Bacia as áreas de APPs de rios tem presença mais marcante da atividade agropecuária. O que aponta como alerta para os órgãos gestores uma fiscalização e monitoramento maior nessas áreas.

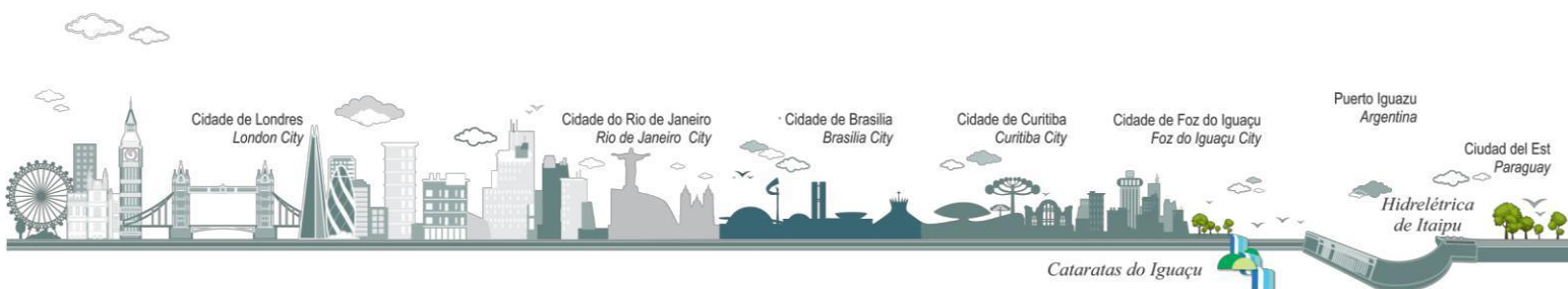
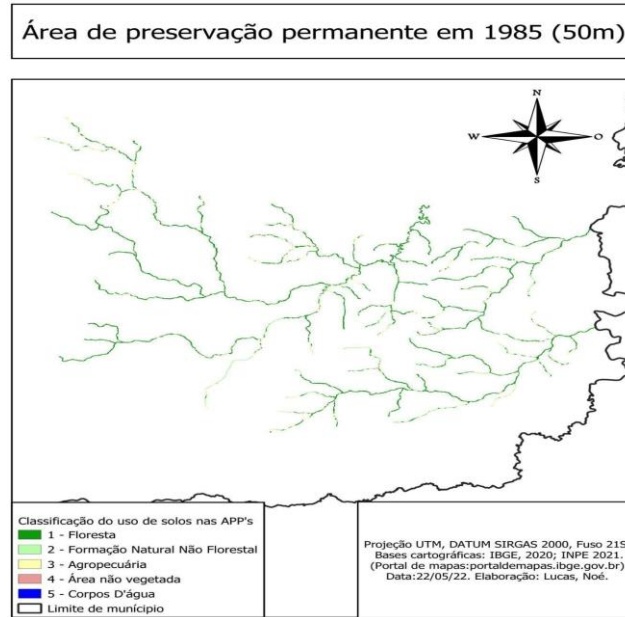


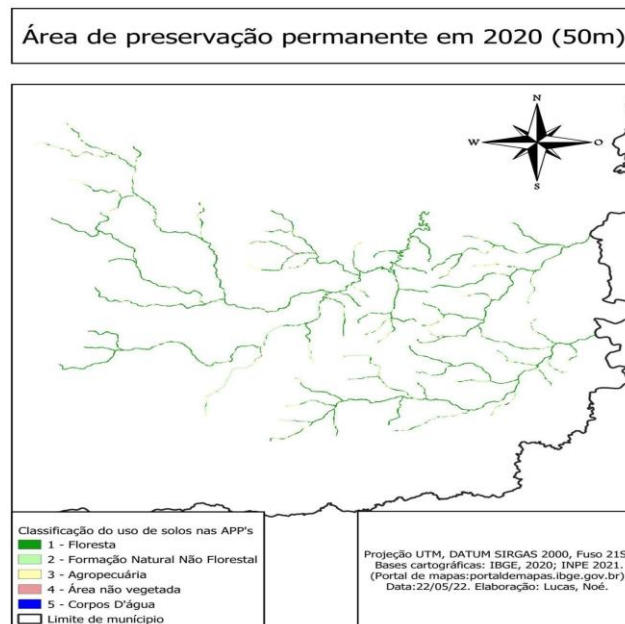


Figura 5 - Mapa com as áreas de preservação permanente em 1985.



Fonte: autores, 2023.

Figura 6 - Mapa com as áreas de preservação permanente em 2020.



Fonte: autores, 2023.





Conforme dispõe o Código Florestal, as APPs são fundamentais para preservar os recursos hídricos. Levando-se em conta que a gestão de Recursos Hídricos tem como objetivo garantir o acesso equitativo ao uso da água, assim como sua utilização sustentável, é imprescindível a obediência à Lei, conservando as APPs já que elas possuem relevante papel na manutenção do equilíbrio hidrológico.

As Tabelas 1 e 2 foram confeccionadas com o auxílio de ferramentas de SIG, onde foi gerado um arquivo extensão “.txt”, já separando as classes de uso dos solos, posteriormente transformado em tabela, auxiliando o entendimento das imagens das Figuras 5 e 6.

Tabela 1 - Porcentagem de usos dos solos nas APPs no ano de 1985.

Porcentagem do uso do solo nas APPs em 1985			
Descrição	Hectares		%
Floresta	3518,19	0,706468	70,65
Formação natural não florestal	476,91	0,095766	9,58
Agropecuária	974,16	0,195616	19,56
Área não vegetada	4,05	0,000813	0,08
Corpos D'água	6,66	0,001337	0,13
Total	4979,97		0

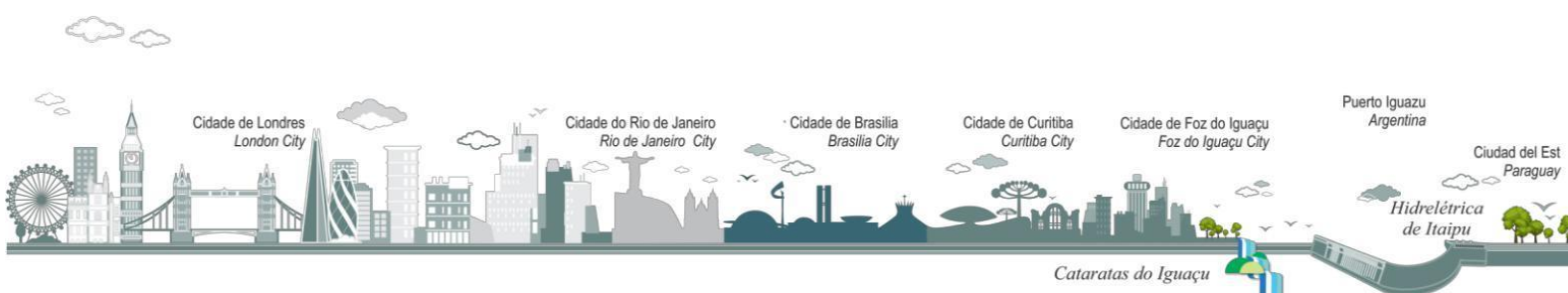
Fonte: autores, 2023.

Tabela 2 - Porcentagem de uso dos solos nas APPs no ano de 2020.

Porcentagem do uso do solo nas APPs em 2020			
Descrição	Hectares		%
Floresta	3543,93	0,71159824	71,16
Formação natural não florestal	448,65	0,09008602	9,00
Agropecuária	961,38	0,19303889	19,30
Área não vegetada	17,55	0,00352393	0,35
Corpos D'água	8,73	0,00175293	0,17
Total	4980,24		0

Fonte: autores, 2023.

Observa-se nas Tabelas 1 e 2, apresentam os valores em hectares e em porcentagem dos usos do solo em áreas de preservação permanente para os anos de 1985 e 2020, respectivamente. Nota-se que tanto no ano de 1985, quanto no ano de 2020 nas APPs existe





o uso da terra para as atividades agropecuária, com 19,56% da área em 1985 e 19,30% da área, aproximadamente 974 ha e 961 há, respectivamente.

Destaca-se também que houve um aumento no uso “Floresta” nestas APPs, podendo assim inferir que houve uma recomposição da mata ciliar nestas áreas. Sendo indispensável para a manutenção e conservação da vazão e qualidade dos rios da região. Visto que, boa parte da economia local é oriunda do ecoturismo e agroturismo.

O uso “Área não vegetada”, correspondendo a área urbana e solo exposto, apresentou um aumento de 0,08% para 0,35%. Destaca-se que esse aumento deve ser observado quais as causas, pois a vegetação do tipo mata ciliar é imprescindível para a manutenção e qualidade dos córregos d’água e nascentes.

## CONCLUSÕES

O mapeamento das áreas de preservação permanente (APPs) juntamente com a integração dos dados de uso e cobertura do solo no município de Bonito permitiu identificar os locais críticos onde deveria ser preservado, tem apresentado conflito de uso e discordância com a Legislação Ambiental Brasileira.

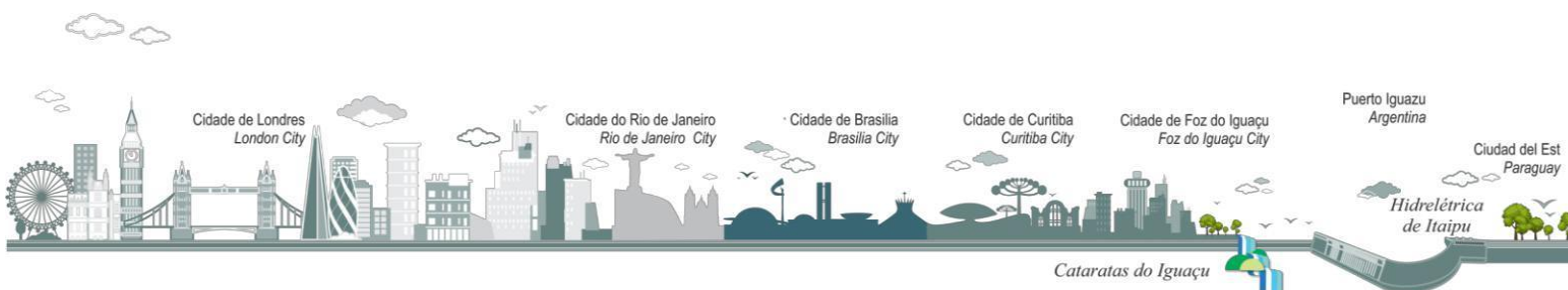
O estudo demonstrou que nas áreas de preservação permanente ocorrem atividades agropecuárias em mais de 960 hectares de terra. Além disso, a classe de uso da terra Áreas não vegetadas no ano de 2020 correspondem em aproximadamente 18 hectares, sendo que a presença da vegetação nessas áreas é fundamental para manutenção da vazão e qualidade da água dos rios e nascentes.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. M. S.; ROMERO, M. A. B. A importância das áreas ambientalmente protegidas nas cidades. In: XI Encontro Nacional De Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano E Regional - ANPUR. Salvador/BA, 2005. **Anais...** Salvador/BA, 2005. Acesso em: 28 set. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Normas e Regras**. [online] Disponível em: <https://www.normaseregras.com/normas-abnt/referencias/>. Acesso em: 10 mai. 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Senado, 1988. 168 p.





BRASIL. Lei n. 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. **Novo Código Florestal**. Disponível em: <http://saema.com.br/files/Novo%20Codigo%20Florestal.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022

COTA, M. DE; MOURA, A. C. M. Áreas de preservação permanente (APP) - estudo de caso sobre o parâmetro declividade e as divergências nos resultados de mapeamento em função das bases cartográficas e escalas e/ou softwares utilizados. In: XIV SBSR Seminário Brasileiro de Sensoriamento Remoto R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 3, p.640-649, jul/set. 2018.649 2009. Natal. **Anais...** Acesso em: 28 set. 2022.

FARINA, F. C. Abordagem sobre técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 4, n. 4, 2006. Acesso em: 28 set. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Geociências**. [online] Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 10 mai. 2022

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Malhas Cartográficas**. [online]. Disponível em: <http://www.inpe.br/>. Acesso em: 10 de maio 2022

IKEDA-CASTRILLON, S; MESQUITA, R.; SANAIOTTI, T.; FRIEIRO, F.; CASTRILLON, J. Simpósio Sobre Recursos Naturais E Socioeconômicos Do Pantanal, 5., 2010, Corumbá, MS. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal: UFMS; Campinas: ICS do Brasil, 2010. 1 CDROM SIMPAN 2010. Acesso em: 28 set. 2022.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção v. 6.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. 2022. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: 10 mai. 2022.

USGS - United States Geological Survey. **EARTHEXPLORER**. [online]. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 10 mai. 2022.

