

SOS Bonito

Análise e riscos das mudanças no uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda

Sumário Executivo

A Bacia Hidrográfica do Rio Miranda (BHRM), com destaque para o município de Bonito, Mato Grosso do Sul, é um dos principais pontos de biodiversidade e ecoturismo do Brasil. No entanto, a intensificação do uso da terra, especialmente pela expansão da soja e conversão de áreas naturais em pastagens, tem causado impactos ambientais significativos, como degradação da qualidade da água, perda de biodiversidade e ameaças ao ecoturismo.

Principais Destaques:

- Redução da Vegetação Nativa: Entre 1985 e 2023, houve uma redução acentuada das formações florestais e savânicas na BHRM, resultando em maior vulnerabilidade dos ecossistemas.
- Expansão do Cultivo de Soja: A área de soja na BHRM aumentou de 0,4% em 1985 para 7% em 2023, substituindo pastagens e intensificando a degradação ambiental.
- Impactos na Biodiversidade: A fragmentação de habitats e o uso intensivo de agrotóxicos impactam negativamente a fauna e flora locais, elevando os riscos de doenças zoonóticas e contaminação dos recursos hídricos.
- Comprometimento do Ecoturismo: A degradação ambiental e perda de biodiversidade comprometem a sustentabilidade do ecoturismo, vital para a economia de Bonito.

Principais Recomendações:

- Zoneamento Ecológico-Econômico: Implementar zoneamento para proteger áreas sensíveis, essenciais para o turismo e a biodiversidade.
- Proteção das APPs: Garantir a proteção rigorosa das Áreas de Preservação Permanente (APPs) conforme a legislação vigente.
- Monitoramento de Substâncias Tóxicas: Estabelecer monitoramento contínuo de agrotóxicos e metais pesados, avaliando seus impactos na saúde humana e ecossistemas.
- Novas Unidades de Conservação: Expandir áreas protegidas para preservar nascentes e zonas úmidas críticas.

- Revisão de Licenças Ambientais: Reavaliar licenças ambientais em áreas de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, conforme a Lei da Mata Atlântica.

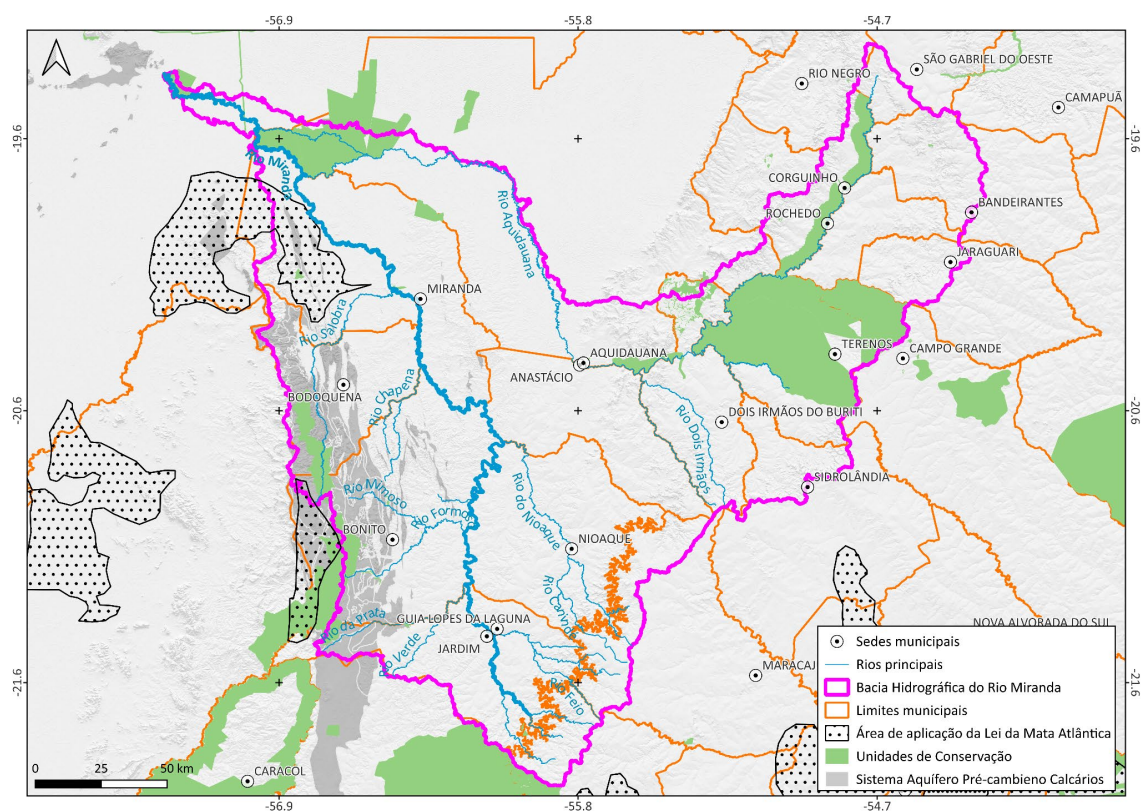
Introdução

O município de Bonito, localizado no sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul, é uma das áreas mais emblemáticas do Brasil em termos de beleza natural e biodiversidade. Reconhecida internacionalmente por suas águas cristalinas, cavernas e formações calcárias, esta região, com destaque para o município de Bonito, atrai milhares de turistas todos os anos, impulsionando uma economia fortemente baseada no turismo de natureza¹. A bacia hidrográfica do Rio Miranda (BHRM)² (Figura 1), que engloba 94% do município de Bonito, desempenha um papel crucial na manutenção desses serviços ecossistêmicos, sustentando não apenas a biodiversidade local, mas também a socioeconomia da região³. São 35 unidades de conservação que se sobrepõem total ou parcialmente na BHRM. Além disso, a porção oeste da BHRM abriga fragmentos de Bioma Mata Atlântica com a fitofisionomia de Floresta Estacional Decidual, com especial proteção regida pela Lei Federal 11.428, de 22 de dezembro de

2006, o que torna esta região ecologicamente ainda mais relevante sob o ponto de vista dos serviços ecossistêmicos^{4,5}.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo utilizada para esta Nota Técnica. Destaque para a Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, áreas de aplicação da Lei da Mata Atlântica e Unidades de Conservação.

No entanto, a crescente pressão na BHRM gerando mudanças no uso e cobertura do solo, especialmente apoiada no monocultivo de soja, tem acarretado uma série de impactos ambientais negativos, incluindo a degradação da qualidade da água, o aumento da erosão do solo, a perda de biodiversidade e a alteração dos regimes hidrológicos^{3,6,7}. Essas alterações têm colocado em risco ecossistemas sensíveis, como os sistemas cársticos predominantemente localizados na área do Sistema Aquífero Pré-cambriano Calcário (Figura 1), que são extremamente vulneráveis à degradação ambiental e encontrados principalmente na parte oeste da BHRM, influenciando importantes rios cênicos como o Prata e Formoso^{8,9}. Suas características geológicas e



hidrológicas tornam estas áreas particularmente especiais sob os aspectos do ecoturismo, mas também suscetíveis a processos erosivos e à contaminação das águas subterrâneas, exacerbando os impactos das mudanças de uso e cobertura do solo¹⁰.

O avanço da agricultura intensiva na BHRM traz consigo uma série de desafios ambientais¹¹. Um destes desafios passa pela fragmentação dos habitats, movida pela simplificação da paisagem com a substituição da vegetação nativa por monocultivos, e que acabam por aumentar a vulnerabilidade dos ecossistemas, comprometendo a biodiversidade regional e suas funções ecológicas e ecossistêmicas^{12,13}. Outro problema está ligado a contaminação ambiental por metais pesados, como cádmio, chumbo, cobre e zinco, que somados a intensificação do uso de agrotóxicos na paisagem, podem afetar diretamente não somente a saúde da fauna, flora e a fertilidade do solo, mas também representam um risco significativo à saúde humana através da bioacumulação ao longo da cadeia alimentar¹⁴.

Diante deste panorama, ou seja, eventos atrelados ao aumento nas mudanças de cobertura e intensificação do uso solo e o seu impacto sobre os serviços ecossistêmicos da BHRM, esta Nota Técnica tem por objetivo apresentar uma análise abrangente das mudanças no uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda entre o período de 1985 e 2023. Além de destacarmos os números, abordaremos os principais impactos da intensificação do uso do solo sobre os ecossistemas locais, com ênfase na qualidade da água, na biodiversidade e nas atividades ecoturísticas. Adicionalmente, esta Nota Técnica propõe uma série de recomendações para mitigar os impactos negativos identificados e de forma a promover a multifuncionalidade das paisagens e o uso sustentável dos recursos naturais na região.

Metodologia

A metodologia adotada para esta análise envolveu as seguintes etapas:

1. Seleção de Dados: Foram utilizados dados da Coleção 9.0 da MapBiomas, abrangendo o período de 1985 a 2023, como um período intermediário em 2005. Essa plataforma fornece informações detalhadas e robustas sobre as mudanças no uso e a cobertura do solo, sendo fundamentais para as análises das mudanças na paisagem¹⁵.
2. Área de estudo: Nossa análise se limita à área da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda (BHRM) que abrange uma área de 42 mil km² e representa aproximadamente 12% do território do Mato Grosso do Sul¹⁶. Esta bacia é de

vital importância tanto para o estado quanto para o bioma Pantanal, sendo um sistema essencial para a manutenção dos ecossistemas aquáticos da região. O rio que dá nome à bacia, o Miranda, tem sua nascente na Serra de Maracaju, na porção leste de sua bacia, a mais de 600 metros de altitude. Ele flui em direção ao oeste, desaguando na planície pantaneira, e ao longo de seu percurso, recebe contribuições significativas de seus afluentes. A bacia também abrange sub-bacias como a do Rio Aquidauana, e as emblemáticas com as dos rios Prata, Formoso e Salobra. A nível de municípios a BHRM abriga 23 do Mato Grosso do Sul, com destaque para Bonito, onde a bacia oferece benefícios ecossistêmicos essenciais na economia quanto para a conservação ambiental da região.

3. Análise de Mudanças na Paisagem: As mudanças na paisagem foram identificadas por meio da análise temporal entre os anos de 1985, 2005 até 2023.
4. Análise de substâncias contidas em espécies da fauna encontrados mortos (sangue e/ou órgãos)
5. Sobreposição com Áreas de Aplicação da Lei da Mata Atlântica: Para avaliar o impacto das mudanças de uso do solo em áreas de especial proteção, as transições de vegetação foram sobrepostas com as Áreas de Aplicação da Lei da Mata Atlântica considerando o período de 2007 a 2022. Esta sobreposição permitiu identificar áreas onde a conversão de vegetação nativa pode representar um potencial descumprimento à legislação vigente, fornecendo subsídios para recomendações e atuações mais pragmáticas.

Resultados

Nossos resultados são pautados em evidências sobre as mudanças nos usos e coberturas do solo na BHRM. A tabela 1 apresenta informações da proporção das áreas das classes mais representativas nos anos de 1985, 2005 e 2023. Podemos destacar a redução de 39 para 26% da formação florestal entre 1985 e 2023, representando uma redução de 562 mil hectares em termos absolutos em relação a BHRM. A classe de uso do solo “Pastagem” apresentou uma flutuação nos 38 anos de dados disponíveis. Inicialmente, 24% do território da BHRM era ocupado por pastagens, elevando para 45% em 2005 e reduzindo para 38% em 2023. Em termos absolutos, houve um acréscimo desta classe em mais de 600 mil hectares entre 1985 e 2023. Por fim, a classe “Soja”

chama a atenção pela grande diferença do início ao fim da série. Em 1985, apenas 0,4% da área da BHRM era ocupada por esta cultura, totalizando mais de 16 mil hectares. Em 2005, já havia saltado para 2.3% do território, ampliando em mais de 80 mil hectares. Em 2023, esta cultura atingiu 7% da área da bacia, ocupando 300 mil hectares. De 1985 para 2023, ocorreu um salto de mais de 280 mil hectares.

Esta região da BHRM está localizada majoritariamente sobre o município de Bonito (Figura 1), e circunda o Parque Nacional da Serra da Bodoquena, além de se sobrepor à região do Sistema Aquífero Pré-cambriano Calcário, diretamente relacionada a formações cársticas. (Figura 1).

Tabela 1. Área total e proporção relativa das maiores classes de uso e cobertura do solo nos anos de 1985, 2005 e 2023 para as escalas da Bacia do Rio Miranda e do Município de Bonito.

| Bacia Hidrográfica do Rio Miranda | | | | | | |
|-----------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| Classe | 1985 | Proporção | 2005 | Proporção | 2023 | Proporção |
| Formação florestal | 1669799.88 | 38.8% | 1164546.77 | 27.1% | 1107718.02 | 25.7% |
| Formação savânica | 220208.76 | 5.1% | 201397.07 | 4.7% | 185991.75 | 4.3% |
| Áreas úmidas | 367672.58 | 8.5% | 229720.04 | 5.3% | 326648.50 | 7.6% |
| Formação campestre | 167786.82 | 3.9% | 308674.09 | 7.2% | 212553.54 | 4.9% |
| Pastagem | 1015467.81 | 23.6% | 1951725.48 | 45.4% | 1619922.99 | 37.7% |
| Soja | 16766.99 | 0.4% | 97865.54 | 2.3% | 299434.77 | 7.0% |
| Outras lavouras temporárias | 3149.27 | 0.1% | 51962.89 | 1.2% | 19731.58 | 0.5% |
| Silvicultura | 0.00 | 0.0% | 1572.87 | 0.0% | 16112.17 | 0.4% |
| Mosaico de usos | 694237.77 | 16.1% | 259775.01 | 6.0% | 476466.95 | 11.1% |
| Corpos hídricos | 67833.71 | 1.6% | 18035.06 | 0.4% | 18031.62 | 0.4% |

Os resultados encontrados deixam claro que houve uma mudança substancial no uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda (BHRM). Em quase 40 anos de registro por imagem de satélite, fica evidente a redução dos remanescentes de vegetação nativa, seja ela de formação florestal, savânica ou áreas úmidas. A exceção é a formação campestre, que aumentou 1% em relação à área da BHRM neste período de análise. A Figura 2 apresenta de forma espacialmente explícita as mudanças ocorridas na paisagem.

A redução das classes Formação florestal e savânica ficam evidentes, se transformando em pastagens, sobretudo nos 20 anos iniciais. Contudo, nos últimos 18 anos, é perceptível o avanço da cultura da soja tanto na borda leste da BHRM, mas substancialmente na porção sudoeste da bacia. Além de evidenciarmos as mudanças e usos do solo entre 1985 e 2023, um meio de analisarmos o fluxo de mudanças entre as classes é utilizando Diagramas de Sankey.

A Figura 3 ilustra o fluxo das áreas entre as diferentes classes de uso e cobertura do solo, oferecendo uma visão qualificada das mudanças ocorridas ao longo do tempo. Observa-se que mais de 400 mil hectares de formações florestais foram convertidos em pastagens, representando uma significativa alteração no uso do solo. Além disso, destaca-se a conversão de aproximadamente 117 mil hectares de formações savânicas em pastagens ao longo dos últimos 38 anos. Um aspecto relevante é que a classe "soja" se expandiu principalmente sobre áreas anteriormente destinadas a pastagens, com cerca de 134 mil hectares sendo convertidos para a soja, o que indica que essa mudança ocorreu majoritariamente em áreas já antropizadas. Outros usos agropecuários contribuíram com a conversão de mais 97 mil hectares. Em contraste, a transformação direta de formações florestais em áreas de cultivo de soja foi limitada, abrangendo apenas 20 mil hectares.

Nossos resultados também sustentam que parte dos remanescentes de vegetação nativa foram convertidos para pastagens exóticas e que o avanço da agricultura, predominantemente da cultura da soja, ocorreu prioritariamente onde já havia pastagens. Adicionalmente, como apresentado na Figura 4, podemos visualizar que as conversões de vegetação nativa em uso antrópico também ocorreram onde sobreposição com as áreas de Aplicação da Lei da Mata Atlântica, que define que as supressões vegetais de remanescentes deste bioma só podem ocorrer em casos de interesse público, conforme art. 23, inciso II da Lei da Mata Atlântica¹⁷.

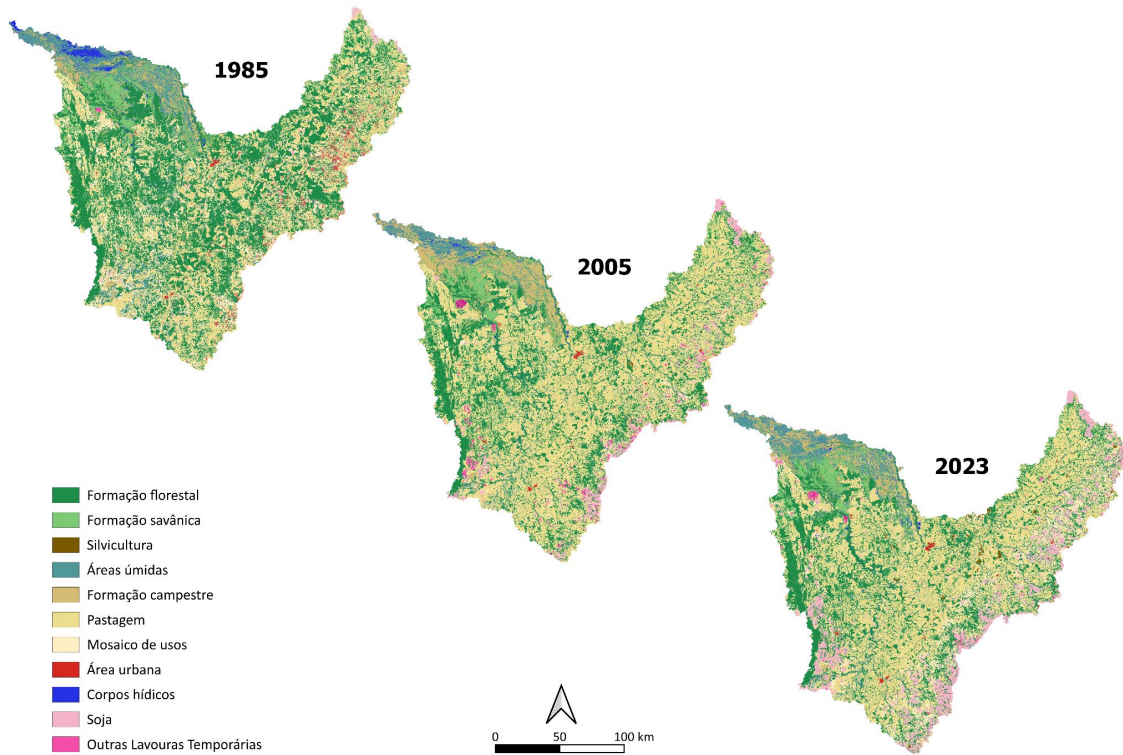


Figura 2. Representação do uso e cobertura do solo nos anos de 1985, 2005 e 2023 na escala da Bacia do Rio Miranda.

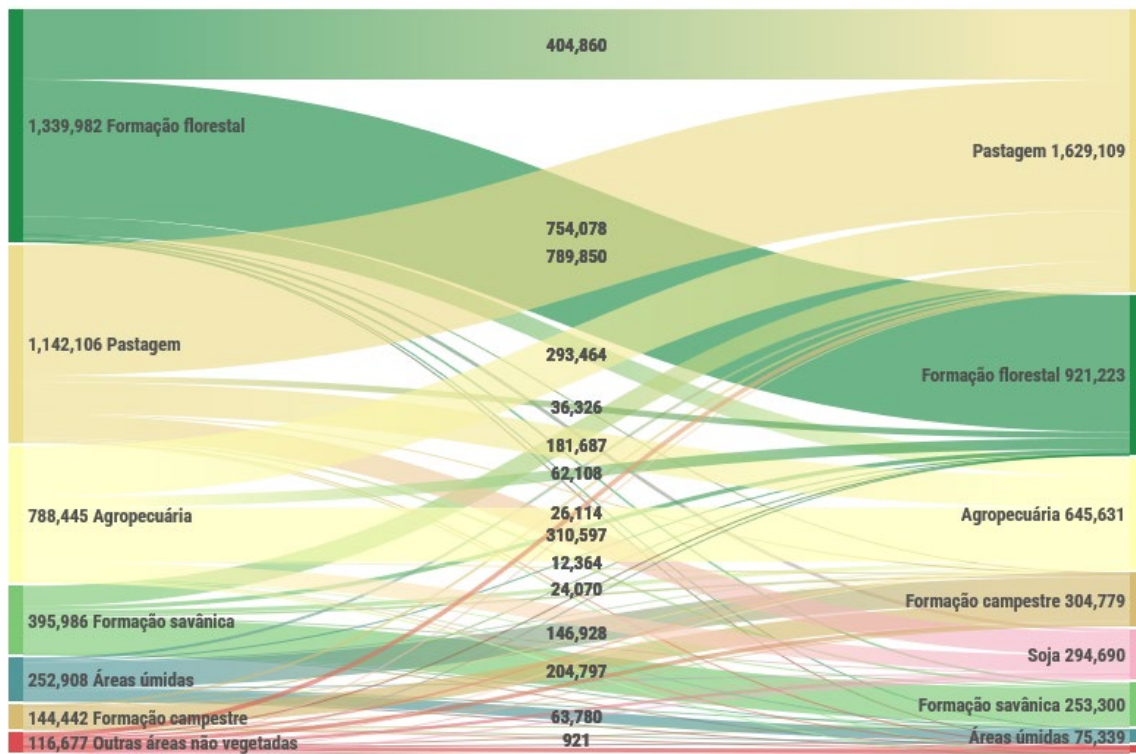


Figura 3. Diagrama de Sankey representando o fluxo e o tamanho da mudança das classes de uso e cobertura do solo para a Bacia Hidrográfica do Rio Miranda entre 1985 e 2022.

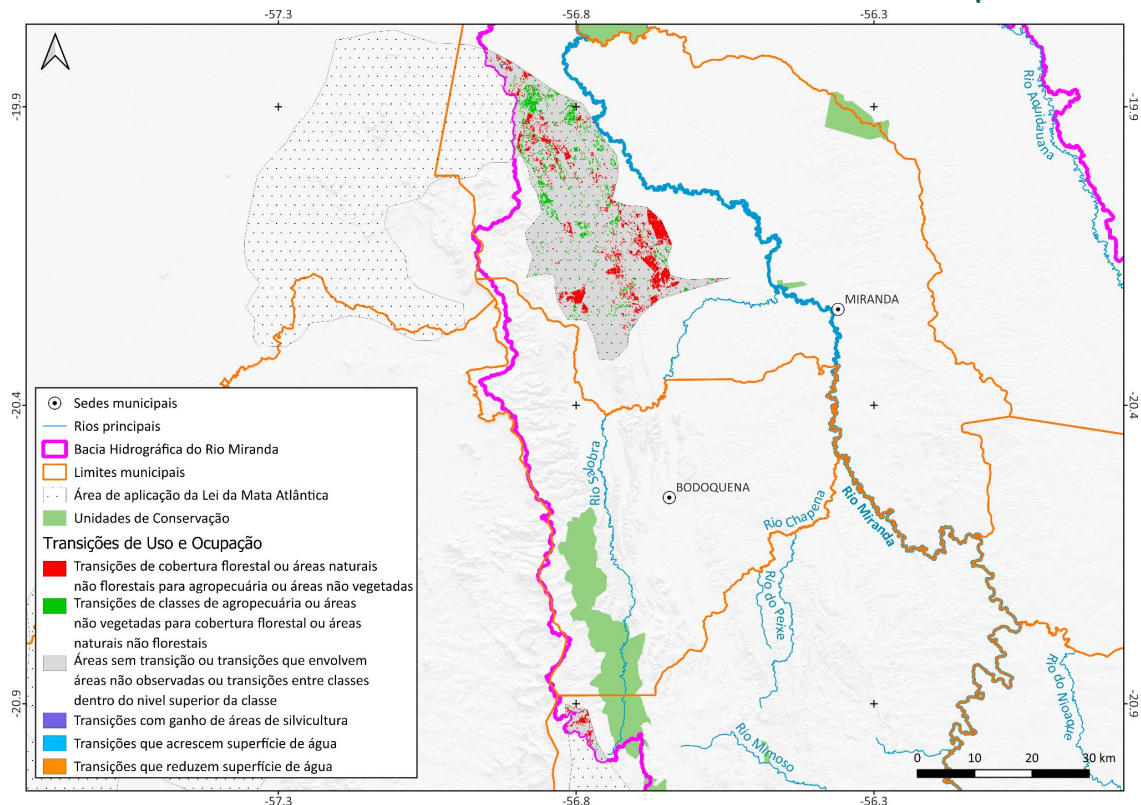


Figura 4. Áreas de sobreposição da aplicação da Lei da Mata Atlântica dentro da BHRM entre o período entre 1985 e 2023.

Impactos para a Fauna

O projeto Órfãos, do Instituto Tamanduá, surgiu em resposta aos grandes incêndios no Pantanal entre os anos 2019 e 2020, com a finalidade de abrigar e reabilitar filhotes órfãos de tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*). O processo de recebimento dos filhotes e o planejamento da soltura envolveram diversas etapas e após 2 anos de intenso cuidado, os indivíduos foram soltos, monitorados por coleite GPS/VHF, o que permitiu intenso monitoramento e identificação prontamente da causa mortis de 3 indivíduos.

O animal 1, uma fêmea com cerca de 26 meses de idade, liberada na região de Bonito/MS, veio a óbito de forma inesperada, pouco mais de 30 dias após sua reintrodução. Da mesma forma, o animal 2, também uma fêmea, liberada em Aquidauana/MS com aproximadamente 33 meses, veio a óbito repentinamente após 19 dias de sua reintrodução. O animal 3, macho, também em Aquidauana/MS, após 9 meses de soltura, foi encontrado morto somente 48 horas após o último avistamento pela a equipe.

Os exames necroscópicos com fragmentos de rins, fígado e conteúdo estomacal revelaram a presença de agrotóxicos como a causa provável do óbito, inclusive agrotóxicos proibidos no Brasil, além de metais pesados. Veja abaixo as conclusões das análises, e a tabela de substâncias encontradas nos respectivos animais (tabela 2).

- O Brasil é um dos países mais permissivos na liberação de agrotóxico, onde o uso destes compostos está muito vinculado às monoculturas. Porém, todos os animais monitorados percorreram somente áreas de pastagem natural e plantadas para a pecuária extensiva e matas ciliares, áreas onde o uso de agrotóxicos é menos evidente.
- O p.p' DDD, o aldicarb e o paration metílico são proibidos no Brasil.
- O monitoramento frequente seja pela observação diária de pontos GPS e a visualização dos animais a campo sustenta a hipótese de um quadro agudo de intoxicação
- Valores encontrados de malation, diazinon, aldicarb e carbaril são próximas das doses letais para bovinos e ratos. Não existem estudos para espécies selvagens.

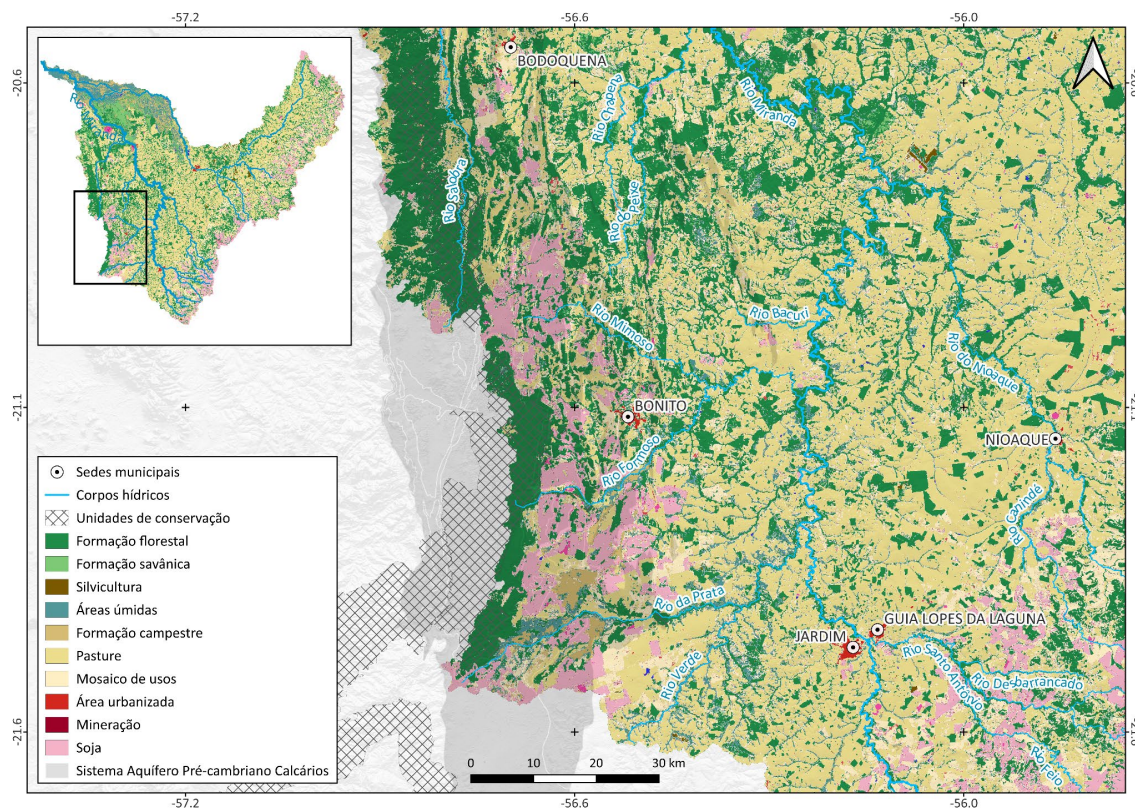
Tabela 2. Agotóxicos e metais pesados encontrados nos indivíduos de tamanduá-bandeira

| Animal 1 - Bonito/MS | | |
|--------------------------|-------------------|----------------|
| Organofosforado | Paration etílico | 13,39mcg/kg |
| Organofosforado | Diazinon | 9,92mcg/kg |
| Organofosforado | Malation | 51,66mcg/kg |
| Metal pesado | Arsênio | 0,045mg/kg |
| Metal pesado | Chumbo | 0,57 mg/kg |
| Animal 2 - Aquidauana/MS | | |
| Organofosforado | Paration Etílico | 28,56mcg//kg |
| Organofosforado | Paration Metílico | 8,86mcg/kg |
| Organoclorado | p.p' DDD | 9,891 mcg/ kg |
| Metal pesado | Mercurio | 0,009mg/kg |
| Animal 3 - Aquidauana/MS | | |
| Carbamato | Aldicarb | 54,915mcg/kg |
| Carbamato | Carbaril | 133,677mcg/ kg |

Dentre os praguicidas, os organofosforados e carbamatos estão entre as principais causas de intoxicação aguda, em situações acidentais ou não. Isto pode ser atribuído à alta toxicidade de alguns destes compostos, à facilidade de aquisição de produtos registrados para uso agrícola, veterinário ou doméstico contendo estas substâncias e também ao fato de que a fiscalização da comercialização dos praguicidas de uso proibido ou restrito é ineficiente. Em especial, cabe destacar o caso do aldicarb, um carbamato de alta toxicidade, que é vendido de forma clandestina e usado ilegalmente como raticida doméstico e no extermínio sobretudo de animais de companhia.

Discussão

Uma redução das áreas cobertas por remanescentes de vegetação nativa na BHRM foi evidenciada bem como uma expansão das pastagens sobre a vegetação nativa



e, mais recentemente, a substituição de áreas de pastagens em agricultura, majoritariamente de soja. A expansão das áreas de cultivo de soja na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda (BHRM) deve-se a uma combinação de fatores socioeconômicos, biofísicos e legislativos¹⁸. A necessidade de regenerar pastagens antigas e a busca por maior rentabilidade têm levado muitos agricultores a converterem essas áreas em campos de cultivo, apesar dos riscos associados ao cultivo de grãos¹⁹. Além disso, características biofísicas, como topografia e fertilidade do solo, determinam a viabilidade dessa conversão, com as áreas planas e férteis sendo preferidas para a agricultura, bem evidenciado no município de Bonito, no entorno do Parque Nacional da Serra da Bodoquena nos arredores de importantes rios cênicos, como o Prata, Formoso, Mimoso e Salobra (Figura 5).

Figura 5. Uso e ocupação do solo em destaque para a região de Bonito. A proximidade da soja no Parque Nacional da Serra da Bodoquena (oeste das manchas rosas) e a sobreposição destas áreas com formações cársticas frágeis (cinza sombreadas).

Impactos da redução da vegetação nativa e o avanço da soja

A perda de vegetação nativa na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda (BHRM), especialmente na região da Serra da Bodoquena, acarreta impactos críticos para a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos locais²⁰. A manutenção de uma cobertura florestal superior a 30% é crucial para assegurar a conectividade entre habitats e evitar a fragmentação severa dos ecossistemas^{4,21}. Abaixo desse limiar, ecossistemas cársticos, como os presentes na BHRM, começam a perder sua funcionalidade, comprometendo não apenas a biodiversidade local, mas também a sustentabilidade das atividades econômicas, como o ecoturismo. Esse processo de degradação pode resultar em uma perda acelerada de espécies e no colapso de funções ecológicas vitais, como a regulação do ciclo hidrológico e a proteção contra a erosão do solo.

Em relação à expansão da cultura da soja, na região tem ocorrido predominantemente em áreas de pastagens antigas (Figura 3)¹⁸. Embora essa conversão não tenha levado a uma perda significativa de vegetação nativa em nível de propriedade, ela pode impactar negativamente a estrutura da paisagem. A substituição de pastagens arborizadas por lavouras de soja tende a eliminar árvores isoladas e pequenos fragmentos florestais, essenciais para a manutenção da biodiversidade e da conectividade ecológica. Além disso, o uso intensivo de agrotóxicos, inerente à produção de soja, está associado a graves consequências ambientais, como a contaminação do solo e da água, ameaçando a saúde pública e a biodiversidade da região¹⁸.

Impactos sobre a biodiversidade

A resposta das espécies às mudanças no uso do solo varia amplamente, indicando que as estratégias de conservação devem ser adaptadas para atender às necessidades específicas de cada espécie, especialmente em regiões onde há um mosaico de Cerrado e Mata Atlântica, como na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda (BHRM). A cobertura florestal desempenha um papel crucial na preservação de espécies como o veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) e a anta (*Tapirus terrestris*), que dependem fortemente de habitats florestais para sua sobrevivência. A fragmentação dessas áreas leva à perda de conectividade ecológica, o que afeta negativamente a

distribuição e a abundância desses mamíferos herbívoros. Assim, não é apenas a presença de vegetação que importa, mas também a configuração espacial e a densidade dos fragmentos florestais, que são essenciais para a manutenção de uma biodiversidade robusta e resiliente²².

Além disso, a fragmentação de habitats e a perda de vegetação nativa estão associadas ao aumento dos riscos de doenças zoonóticas emergentes²³. A diminuição da cobertura vegetal facilita a ocupação de áreas degradadas por espécies que podem atuar como hospedeiros de patógenos, elevando o risco de transmissão de doenças entre a vida selvagem e as populações humanas. Esse cenário sublinha a conexão intrínseca entre a biodiversidade e a saúde pública, ressaltando a urgência de integrar práticas de conservação e saúde humana nas políticas de uso do solo.

A contaminação ambiental decorrente do uso de agrotóxicos na cultura da soja é outro impacto significativo sobre a biodiversidade, afetando organismos aquáticos e terrestres²⁴⁻²⁷. A deriva de agrotóxicos para áreas adjacentes representa um desafio contínuo, exacerbando os riscos ecotoxicológicos e reforçando a necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis²⁸. A utilização de produtos com menor impacto ambiental e a implementação de técnicas de manejo integradas são essenciais para mitigar esses efeitos negativos e proteger tanto a biodiversidade quanto a saúde dos ecossistemas²⁹.

Os resultados apresentados sobre a contaminação dos indivíduos de tamanduá-bandeira, ressaltam a necessidade da ampliação dos testes para identificação de compostos tóxicos na fauna silvestre, assim como a urgente necessidade de uma fiscalização e legislações mais rígidas para o uso destes compostos no país.

Impactos sobre o ecoturismo

A intensificação do uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda (BHRM), marcada pela supressão da vegetação nativa para a implantação de pastagens exóticas e pela conversão de antigas pastagens em cultivos de soja, tem acelerado os processos de degradação ambiental na região. Essa degradação afeta diretamente a infraestrutura

turística e compromete a atratividade visual da paisagem, que são elementos essenciais para o turismo na região de Bonito. Além disso, a poluição dos rios, resultante de práticas agrícolas incompatíveis, reduz a qualidade da água, impactando negativamente atividades aquáticas, como flutuação e mergulho, bem como a observação da vida selvagem, que são atrações-chave para os visitantes¹¹.

Os impactos sobre o ecoturismo são ainda agravados pela redução da biodiversidade, resultado da degradação ambiental. A diminuição na diversidade e na abundância de espécies observadas pelos turistas pode desvalorizar as experiências ecoturísticas, afetando negativamente a economia local, que é fortemente dependente dessas atividades³⁰. Essa contínua degradação do ambiente natural ameaça a capacidade da região de Bonito de manter seu status como um destino de ecoturismo de renome internacional. Ademais, a preservação da vegetação nativa e a implementação de práticas de manejo sustentável são estratégias plausíveis não apenas para a conservação dos ecossistemas locais, mas também para garantir a continuidade e o sucesso das atividades turísticas na região¹⁰.

Considerações finais

A Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, especialmente na região de Bonito, enfrenta desafios ambientais significativos decorrentes da intensificação do uso da terra e da expansão agrícola, particularmente do cultivo de soja. A perda de vegetação nativa e a substituição por monoculturas têm comprometido a integridade dos ecossistemas, resultando em impactos severos na qualidade da água, na biodiversidade e nas atividades de ecoturismo que são cruciais para a economia local.

A preservação dos remanescentes de vegetação e a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis são essenciais para mitigar os impactos negativos observados. A implementação de um zoneamento ecológico-econômico, a proteção rigorosa das Áreas de Preservação Permanente e o monitoramento contínuo de agrotóxicos e metais pesados são medidas fundamentais para garantir a sustentabilidade ambiental e econômica da região. Somente através de uma gestão integrada e consciente será possível preservar o patrimônio natural de Bonito e região e assegurar o futuro das atividades turísticas que dependem da saúde dos seus ecossistemas.

Recomendações

- **Estudos Técnicos Rigorosos:** Exigir estudos técnicos detalhados para o licenciamento de atividades em áreas de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, com revisão das licenças já emitidas, conforme a Lei Federal nº 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica).
- **Cumprimento das Leis Ambientais:** Garantir o respeito às leis que protegem áreas específicas, como a Lei Estadual nº 1871/1998 e a Lei Orgânica de Bonito, que estabelecem faixas de preservação ao longo dos corpos d'água.
- **Regularização de Unidades de Conservação:** Regularizar o Parque Nacional da Serra da Bodoquena e respeitar sua zona de amortecimento, disciplinando as atividades no entorno conforme o Plano de Manejo.
- **Novas Unidades de Conservação:** Continuar os estudos para criar Unidades de Conservação nas zonas úmidas, protegendo nascentes importantes como as dos rios Perdido e Prata.
- **Zoneamento Ecológico-Econômico:** Implementar o Zoneamento Ecológico-Econômico Municipal, considerando a fragilidade do relevo cárstico e a importância dos recursos hídricos e florestais para o turismo.
- **Monitoramento de Substâncias Tóxicas:** Estabelecer um sistema de monitoramento contínuo de agrotóxicos e metais pesados, incluindo estudos sobre sua presença em cadeias tróficas e impactos na saúde humana e animal.
- **Proteção à Fauna:** Criar um programa de proteção à fauna com ações educativas, fiscalização contra caça e pesca ilegais, e medidas para mitigar atropelamentos de animais silvestres.
- **Proteção à Flora:** Desenvolver um programa de proteção à flora, identificando e conservando áreas com espécies ameaçadas, e reforçando políticas de compensação ambiental.

Instituições autoras deste documento

- Instituto SOS Pantanal

- Instituto Tamanduá
- Instituto Libio
- Fundação Neotropical do Brasil
- SOS Mata Atlântica

Referências

1. Spanholi, M. L. & Young, C. E. F. How much is Bonito (MS, Brazil) worth: the contribution of forest conservation to the regional economy. *Revista Brasileira de Ecoturismo* **16**, 442–469 (2023).
2. Mendes, C. A. B. *et al.* *Bacia Hidrográfica Do Rio Miranda*. (2004).
3. Carvalho, W. dos S., Filho, F. J. C. M., Rodrigues, L. R. & Calheiros, C. S. C. Influence of Land Use and Land Cover on the Quality of Surface Waters and Natural Wetlands in the Miranda River Watershed, Brazilian Pantanal. *Applied Sciences (Switzerland)* **14**, (2024).
4. Valente-Neto, F. *et al.* Incorporating costs, thresholds and spatial extents for selecting stream bioindicators in an ecotone between two Brazilian biodiversity hotspots. *Ecol Indic* **127**, 107761 (2021).
5. Paz, F. N. Valoração do serviço ecossistêmico na Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. (UFGD, Dourados, 2022).
6. Chiaravalloti, R. M. *et al.* Rapid land use conversion in the Cerrado has affected water transparency in a hotspot of ecotourism, Bonito, Brazil. *Trop Conserv Sci* **15**, 194008292211270 (2022).
7. Leite, E. F., Berezuk, A. G. & da Silva, C. A. A vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Miranda, Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Geografia Física* **15**, 2613–2639 (2022).
8. Medeiros, R. B., Chávez, E. S., da Silva, C. A. & Berezuk, A. G. Geoecological diagnosis of landscapes of the Formoso River Watershed, Bonito/MS, Brazil. *Environ Earth Sci* **81**, 174 (2022).
9. Brugnolli, R. M. Zoneamento ambiental para o sistema cárstico da bacia hidrográfica do Rio Formoso, Mato Grosso do Sul. (UFGD, Dourados, 2020).
10. Dias, J. A região cárstica de Bonito, MS: uma proposta de zoneamento geoecológico a partir de unidades de paisagem. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde* **4**, 9–43 (2000).
11. Ribeiro, Â. F. do N. Challenges and conflicts in space production in the county of Bonito/MS: agriculture, tourism and appropriation of nature. (UFGD, Dourados, 2017).
12. Fahrig, L. Habitat fragmentation: A long and tangled tale. *Global Ecology and Biogeography* **28**, 33–41 (2019).
13. Fahrig, L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annu Rev Ecol Evol Syst* **34**, 487–515 (2003).

14. Alengebawy, A., Abdelkhalek, S. T., Qureshi, S. R. & Wang, M. Q. Heavy metals and pesticides toxicity in agricultural soil and plants: Ecological risks and human health implications. *Toxics* vol. 9 1–34 Preprint at <https://doi.org/10.3390/toxics9030042> (2021).
15. da Silva Arruda, V. L. *et al.* Assessing four decades of fire behavior dynamics in the Cerrado biome (1985 to 2022). *Fire Ecology* **20**, 1–20 (2024).
16. SEMAC, S. de E. de M. A. do P. da C. e T. e I. de M. A. de M. G. do S. *Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso Do Sul*. (Editora UEMS, Campo Grande, 2010).
17. Brasil. *Lei Nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006*. (Presidência da República, Brasil).
18. Blanco, J. *et al.* A novel ecosystem (dis)service cascade model to navigate sustainability problems and its application in a changing agricultural landscape in Brazil. *Sustain Sci* **17**, 105–119 (2022).
19. Blanco, J., Sourdril, A., Deconchat, M., Ladet, S. & Andrieu, E. Social drivers of rural forest dynamics: A multi-scale approach combining ethnography, geomatic and mental model analysis. *Landsc Urban Plan* **188**, 132–142 (2019).
20. Martins, C. de A. *et al.* Biodiversity responses to forest cover loss: taxonomy and metrics matter. *bioRxiv* 2023.05.21.541657 (2023) doi:10.1101/2023.05.21.541657.
21. Vasquez, I. M. Understanding the threshold of species loss by combining local knowledge with in-field data on mammal and bird species in the Cerrado Hotspot. (UFMS, Campo Grande, 2020).
22. Santos, C. C. Terrestrial herbivorous mammals in a mosaic of Cerrado, Atlantic Forest, and land-use changes. (2019).
23. Roque, F. de O. *et al.* Incorporating biodiversity responses to land use change scenarios for preventing emerging zoonotic diseases in areas of unknown host-pathogen interactions. *Front Vet Sci* **10**, 1229676 (2023).
24. Bueno, M. R. & Da Cunha, J. P. A. R. Environmental risk for aquatic and terrestrial organisms associated with drift from pesticides used in soybean crops. *An Acad Bras Cienc* **92**, e20181245 (2020).
25. Peruzzo, P. J., Porta, A. A. & Ronco, A. E. Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environmental Pollution* **156**, 61–66 (2008).
26. Fearnside, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environ Conserv* **28**, 23–38 (2001).
27. Oyebamiji, Y. O. *et al.* Impact of Pesticide Use in Agriculture. in *Environmental Pollution Impact on Plants* 91–123 (Apple Academic Press, New York, 2023). doi:10.1201/9781003304210-4.
28. Boudh, S. & Singh, J. S. Pesticide Contamination: Environmental Problems and Remediation Strategies. *Emerging and Eco-Friendly Approaches for Waste Management* 245–269 (2019) doi:10.1007/978-981-10-8669-4_12.
29. Ghasempour, A. & ahmadi, ebrahim. Evaluation of Environmental Effects in Producing Three Main Crops (Corn, Wheat and Soybean) Using Life Cycle Assessment. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* **20**, 126–137 (2018).

30. Lima, A. C., Assis, J., Sayanda, D., Sabino, J. & Oliveira, R. F. Impact of ecotourism on the fish fauna of Bonito region (Mato Grosso do Sul State, Brazil): ecological, behavioural and physiological measures. *Neotropical Ichthyology* **12**, 133–143 (2014).
31. MapBiomas – Coleção 9 da série anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em [18/08/2024] através do link: <https://brasil.mapbiomas.org/>