

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Lara Fernandes de Moura Spá

**Análise temporal de Cobertura e Uso da Terra dos municípios do leste do  
Planalto da Bodoquena**

Dourados/MS  
2024

Lara Fernandes de Moura Spá

**Análise temporal de Cobertura e Uso da Terra dos municípios do leste do  
Planalto da Bodoquena**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Zefa Valdivina Pereira

DOURADOS, MS

2024

**Lara Fernandes de Moura Spá**

**Análise temporal de Cobertura e Uso da Terra dos municípios do leste do Planalto da Bodoquena**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, da Universidade Federal da Grande Dourados.

Orientador: Zefa Valdivina Pereira

Aprovado em: 03/12/2024

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 ZEFA VALDIVINA PEREIRA  
Data: 31/01/2025 15:57:51-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

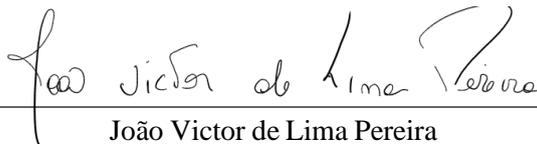
---

Zefa Valdivina Pereira  
Presidente

Documento assinado digitalmente  
 FERNANDO DE ALMEIDA LOUVEIRA  
Data: 31/01/2025 15:26:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Fernando de Almeida Louveira  
Membro



---

João Victor de Lima Pereira  
Membro

## **Resumo**

O Planalto da Bodoquena, localizado no sudoeste de Mato Grosso do Sul, abrange mais de 600 mil hectares e é caracterizado pela diversidade de florestas estacionais e savanas. A região, rica em biodiversidade, inclui importantes unidades de conservação e apresenta altitudes de até 800 metros com predominância de rochas calcárias, resultando em rios de águas cristalinas que favorecem o ecoturismo, especialmente em Bonito. Entretanto, enfrenta degradação ambiental devido à intensificação de atividades agropecuárias. Diante disso, este estudo visa analisar mudanças no uso da terra entre 1985 e 2022. A área de estudo, com mais de 1,5 milhão de hectares, abrange os municípios de Miranda, Bodoquena, Bonito e Jardim, caracterizados por diversos tipos de solo e vegetação. Utilizando dados raster do MapBiomas de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2022, as análises foram realizadas no software QGIS 3.36.2. Mapas, gráficos e tabelas foram gerados para quantificar as variações em diferentes classes de cobertura e uso da terra, incluindo comparações temporais e diagramas de Sankey para entender as transições entre classes e identificar os fatores influenciadores das mudanças na área. A análise temporal mostrou uma redução contínua da classe Floresta, com uma perda acumulada de 177 mil hectares (21,42%). A Formação Natural não Florestal perdeu 12 mil hectares, enquanto a Agricultura expandiu-se em 1.542%, incorporando 95 mil hectares. A Pastagem cresceu até 2005, mas depois diminuiu, totalizando um aumento de 160 mil hectares até 2022. A Silvicultura, ausente até 2005, aumentou significativamente a partir de 2015. O estudo revelou uma dinâmica de conversão de áreas naturais em áreas antropizadas, com a classe "Floresta" sofrendo redução significativa, principalmente convertida em pastagens. A agropecuária expandiu-se substancialmente, impulsionada por políticas e demanda crescente, resultando em desmatamento. A agricultura também cresceu, embora com menor extensão comparada à pastagem. A silvicultura começou a crescer a partir de 2005, enquanto as áreas não vegetadas e corpos d'água mostraram oscilações significativas, afetando a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. O estudo, portanto, destaca a alarmante conversão de áreas naturais em agropecuárias, afetando negativamente a biodiversidade e o ecoturismo. Os dados fornecem subsídios para políticas públicas e práticas de conservação sustentáveis.

## **Abstract**

The Bodoquena Plateau, located in the southwest of Mato Grosso do Sul, covers more than 600 thousand hectares and is characterized by the diversity of seasonal forests and savannas. The region, rich in biodiversity, includes important conservation units and has altitudes of up to 800 meters with a predominance of limestone rocks, resulting in rivers with crystal-clear waters that

favor ecotourism, especially in Bonito. However, it faces environmental degradation due to the intensification of agricultural activities. In view of this, this study aims to analyze changes in land use between 1985 and 2022. The study area, with more than 1.5 million hectares, covers the municipalities of Miranda, Bodoquena, Bonito and Jardim, characterized by diverse types of soil and vegetation. Using MapBiomas raster data from 1985, 1995, 2005, 2015 and 2022, the analyses were performed in the QGIS 3.36.2 software. Maps, graphs and tables were generated to quantify the variations in different land cover and use classes, including temporal comparisons and Sankey diagrams to understand the transitions between classes and identify the factors influencing the changes in area. The temporal analysis showed a continuous reduction of the Forest class, with a cumulative loss of 177 thousand hectares (21.42%). Non-forest Natural Formation lost 12 thousand hectares, while Agriculture expanded by 1,542%, incorporating 95 thousand hectares. Pasture grew until 2005, but then decreased, totaling an increase of 160 thousand hectares by 2022. Forestry, absent until 2005, increased significantly from 2015 onwards. The study revealed a dynamic of conversion of natural areas into anthropized areas, with the "Forest" class suffering a significant reduction, mainly converted to pasture. Agriculture expanded substantially, driven by policies and increasing demand, resulting in deforestation. Agriculture also grew, although to a lesser extent compared to pasture. Forestry began to grow in 2005, while non-vegetated areas and water bodies showed significant fluctuations, affecting biodiversity and ecosystem services. The study, therefore, highlights the alarming conversion of natural areas into agricultural areas, negatively affecting biodiversity and ecotourism. The data provide support for public policies and sustainable conservation practices.

## Introdução

O Planalto da Bodoquena está localizado no sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul (19°45' e 22°15'S, 57°30' e 56°15'O) e abrange mais de 600 mil hectares. Estende-se no sentido norte-sul por oito municípios: Corumbá, Miranda, Bodoquena, Bonito, Jardim, Porto Murtinho, Caracol e Bela Vista. É caracterizado pela diversidade fitofisionômica de florestas estacionais e savanas, além de fazer limite com a planície pantaneira sul-mato-grossense (DIAS, 2000). As unidades de conservação na região incluem o Parque Nacional da Serra da Bodoquena e a Reserva Biológica Marechal Cândido Mariano Rondon. Além disso, dentro do mosaico de áreas protegidas, incluem-se as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) e a Reserva Indígena Kadiwéu, que é adjacente à porção oeste do Planalto.

Quanto à geomorfologia, a região montanhosa pode atingir altitudes de até 800 metros, sendo composta basicamente por rochas de calcário calcítico (Formação Bocaina, Grupo Corumbá). Sua borda é formada por rochas calcárias antigas, que apresentam feições associadas (SALLUN-FILHO et al., 2004; SALLUN-FILHO et al., 2009; MARIA et al., 2018). Além disso, a região abriga uma paisagem cárstica de grande importância, que inclui aquíferos, dunas e nascentes (SALLUN-FILHO et al., 2004). Ademais, a significativa deposição de calcário em ambientes aquáticos resulta em rios de águas cristalinas, uma vez que a presença desse material faz com que as partículas em suspensão se depositem no bento dos rios (MEDINA-JÚNIOR, 2007).

Tais características fazem com que o Planalto da Bodoquena apresente uma alta taxa de diversidade de espécies, tornando-se um importante refúgio para a fauna ameaçada de extinção (TEHFI; DE OLIVEIRA, 2018). Inventários bióticos realizados em diferentes partes da região objeto deste estudo resultaram na identificação de 96 a 109 espécies de plantas (ZAVALA et al., 2017; SCREMIN-DIAS et al., 2018), 90 a 109 de vespas (TRAD et al., 2015; CARBONARI et al., 2009; AUKO; SILVESTRE, 2013; TRAD; SILVESTRE, 2017), 109 de abelhas (LIMA et al., 2010), 146 de borboletas (DE SOUZA; GUILLERMO-FERREIRA, 2015), 67 de odonatas (KOROIVA et al., 2017), 36 de peixes (CASATTI et al., 2010), 38 de anfíbios e 25 de répteis (UETANABARO et al., 2007), 353 de aves (PIVATTO et al., 1995), 56 de mamíferos (CÁCERES, 2007) e 30 especificamente de morcegos (ACERO-MURCIA; PROVETE; FISCHER, 2023), além de 53 espécies de aranhas amostradas em cavernas (DOLACIO et al., 2022).

Concomitantemente ao exposto, o ecoturismo é um fator intimamente relacionado ao Planalto da Bodoquena, especialmente no município de Bonito, onde aproximadamente 27% dos empreendimentos turísticos rurais oficiais de Mato Grosso do Sul estão localizados

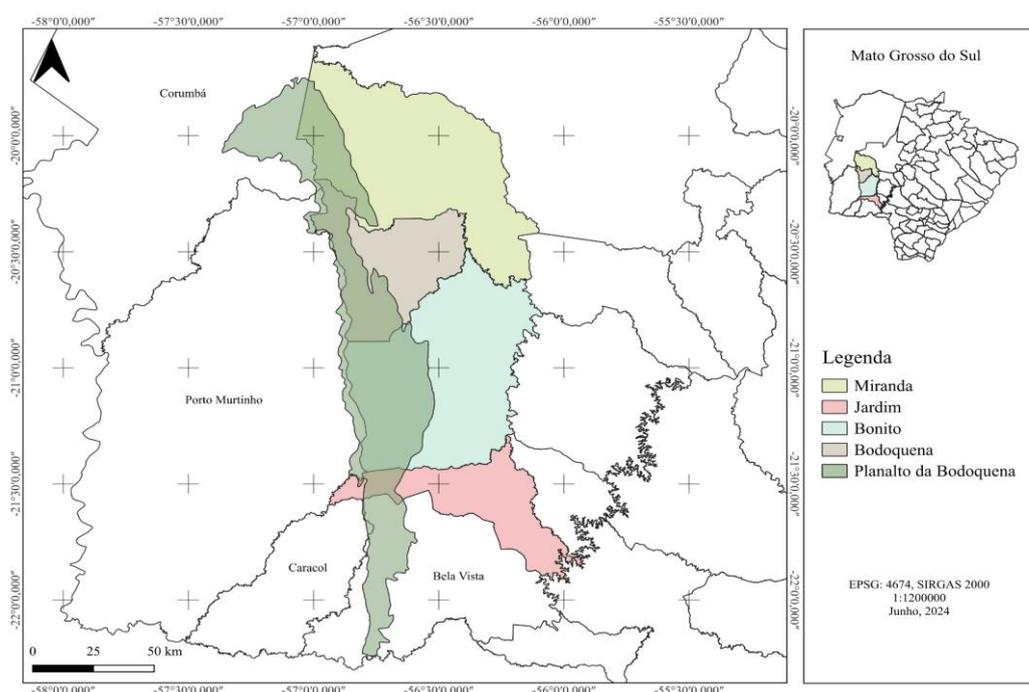
(MEDINA-JÚNIOR, 2007). Apesar da importância da conservação ambiental para a socioeconomia, a região enfrenta atualmente um acelerado processo de degradação ambiental, decorrente das atividades antrópicas adjacentes, com grande ênfase na agropecuária, que avança paralelamente ao turvamento dos rios. Isso ocorre porque a falta de cobertura do solo original, aliada à ocorrência de chuvas, resulta no carreamento de sedimentos para o leito dos rios (NEOTRÓPICA, 2021).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar as mudanças nas extensões territoriais das classes de uso e cobertura da terra em cinco marcos temporais (1985, 1995, 2005, 2015 e 2022) no leste do Planalto da Bodoquena, abrangendo as cidades de Miranda, Bodoquena, Bonito e Jardim. Essas localidades apresentam características singulares, como suas águas cristalinas e as regiões alagadas.

## Materiais e Métodos

### *Área de estudo*

A área delimitada para o estudo compreende os municípios de Miranda, Bodoquena, Bonito e Jardim (Figura 1), totalizando 1.556.251 hectares, situada entre as coordenadas 19°37'8.99" e 21°55'41.74"S, e 57°0'56.31" e 56°5'57.84"O. De acordo com o Mapa de Classificação Climática de Köppen, Miranda, Bodoquena e Bonito são classificados como Am, caracterizando-se por um clima tropical úmido ou subúmido, com um breve período de seca. Por outro lado, Jardim é classificado como Af, o que indica um clima úmido ou superúmido, sem período de seca (ALVARES et al., 2013).



**Figura 1:** Mapa dos municípios da área de estudo, bem como a delimitação do Planalto da Bodoquena. **Autoria:** Lara Spá.

A classificação pedológica do Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA) delimita o estudo aos principais tipos de solo, que incluem Chernossolo, Latossolo, Nitossolo, Argissolo e Neossolo (IBGE, 2023). De acordo com o BDIA, a vegetação da área é composta por florestas estacionais decíduas e semidecíduas, savanas arborizadas, florestadas e gramíneo-lenhosas, além de parques e estepes, incluindo também regiões de ecótonos (IBGE, 2023).

### *Análise dos dados*

Lançado em 2015, o Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, conhecido como MapBiomas, tem como objetivo fornecer dados sobre o uso e a cobertura da terra no país, além de apresentar os pontos de cicatrizes provocadas pelo fogo desde 1985 até 2022. Esses dados estão incluídos na “Coleção 8”, que contém mapas de cobertura e uso da terra de todo o Brasil (<https://brasil.mapbiomas.org/>). Serão extraídas imagens raster (arquivo GeoTIFF) dos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2022 da coleção, as quais serão projetadas no software de código aberto do sistema de informação geográfica Quantum GIS, versão 3.36.2 (QGIS).

O programa permite explorar e visualizar, com base nos bancos de dados fornecidos, relações geoespaciais, viabilizando a criação de mapas, cálculos, gráficos e tabelas (FLENNIKEN; STUGLIK; IANNONE, 2020). A partir do conjunto de imagens adicionadas ao programa, serão gerados cinco mapas que representam a união de todas as cidades selecionadas. Em seguida, será realizada a poligonização dos rasters e calculada a área para cada vetor gerado na calculadora da tabela de atributos ( $\$área/10000$ ). Com a planilha gerada para cada camada, será feita a soma do valor da área em hectares para cada ano das classes selecionadas, que incluem Floresta, Formação Florestal Não Vegetada, Pastagem, Agricultura, Silvicultura, Mosaico de Usos, Área Não Vegetada e Corpo D'Água (Tabela 1). Essa classificação é uma adaptação da legenda da Coleção 8, na qual as subclasses da classe Agropecuária foram agregadas, em vez de se considerar a classe como um todo, assim como ocorreu com as demais. Essa escolha visa permitir uma visualização detalhada das perdas e ganhos das extensões de uso antrópico.

Nas análises das Unidades de Conservação, foi realizada uma comparação direta entre os mapas de 1985 e 2022, quantificando as variações nas extensões de cada classe de cobertura e uso da terra nessas áreas.

Para analisar a dinâmica da cobertura e do uso da terra nos municípios entre 1985 e 2022, as imagens raster correspondentes a esses dois períodos foram processadas no software

QGIS 3.36.2. As classes foram reclassificadas exclusivamente para esta etapa em Floresta, Formação Florestal Não Vegetada, Agropecuária, Área Não Vegetada e Corpo d'Água, uma adaptação realizada para atender aos objetivos do estudo estatístico. A partir dos dados de área de cada classe para cada marco temporal, foram elaborados diagramas de Sankey. Os pacotes utilizados incluíram *raster*, *networkD3*, *dplyr*, *tidyr* e *ggplot2* no software R, versão 4.3.1, especificamente no ambiente RStudio, permitindo visualizar as transições entre as classes ao longo do tempo. A análise dos diagramas de Sankey, em conjunto com a análise espacial das imagens, possibilitou identificar as principais tendências de mudança no uso da terra e forneceu subsídios para a identificação dos fatores que influenciaram essas transformações.

## Resultados

A análise temporal das mudanças no uso e na cobertura da terra nos municípios de Jardim, Bodoquena, Bonito e Miranda foi inicialmente baseada em cinco mapas temáticos, um para cada ano de estudo (Figura 2), além de um gráfico de linhas que ilustra a dinâmica das áreas de cada classe ao longo dos cinco anos (Figura 3).

A classe Floresta apresentou uma redução contínua (Tabela 1), com uma perda acumulada de aproximadamente 177 mil hectares, o que equivale a 21,42% da área original. Destaca-se o acentuado declínio ocorrido entre 1985 e 2005.

A Formação Natural não Florestal apresentou uma perda mais moderada em comparação à classe anteriormente discutida; no entanto, essa perda ainda é alarmante, com uma redução superior a 10% em sua extensão, o que equivale a aproximadamente 12 mil hectares. Paralelamente, a atividade antrópica de Pastagem teve um aumento em sua extensão territorial até 2005. Contudo, a partir desse ano, observou-se uma tendência de redução, embora a área total tenha aumentado em 45,2% (cerca de 160 mil hectares) entre 1985 e 2022. Além disso, é importante ressaltar que, entre 1985 e 2005, a classe registrou um aumento superior a 260 mil hectares.

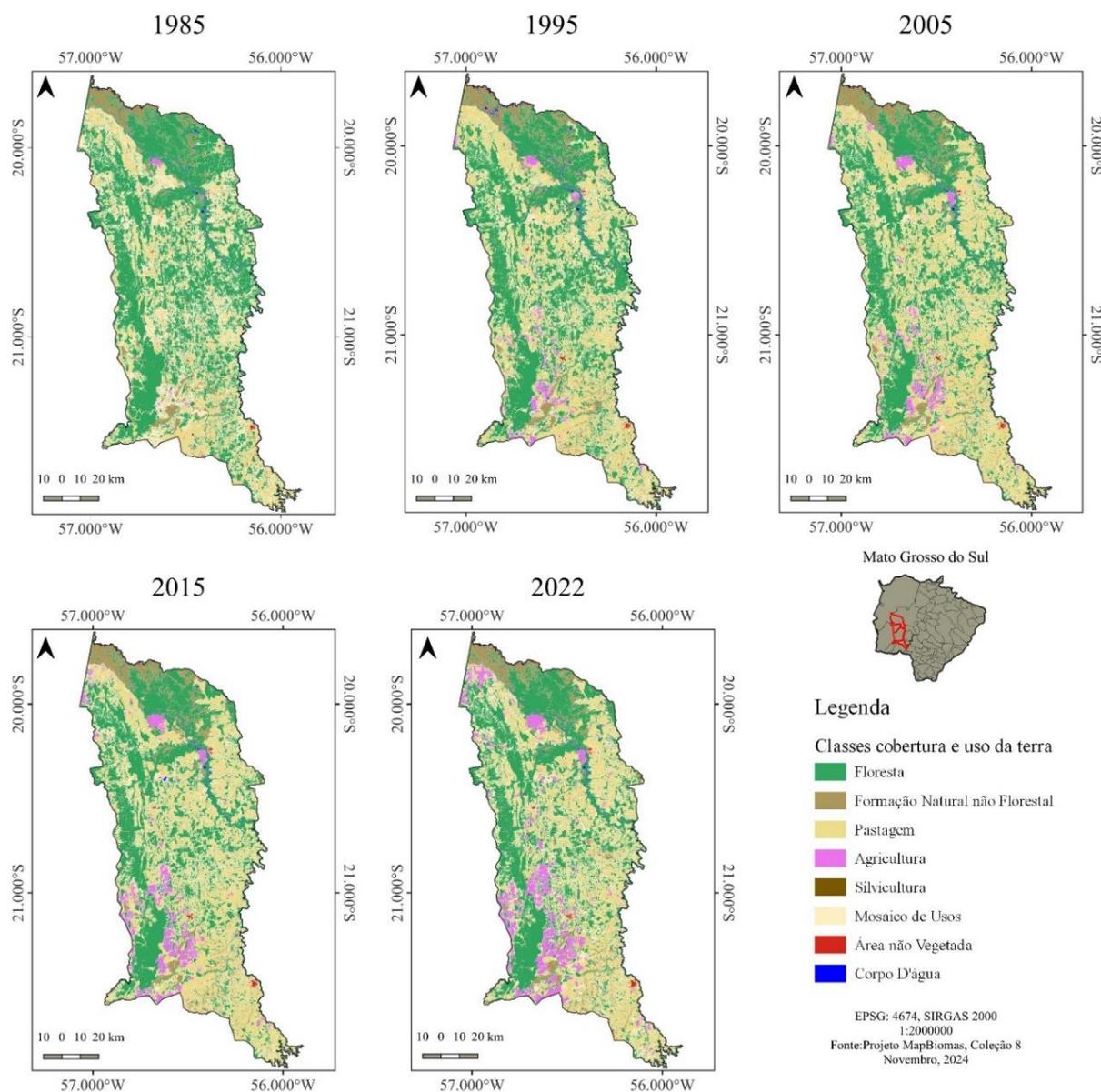
**Tabela 1:** Área total em hectares das classes de uso e cobertura da terra do estudo referente aos respectivos anos, bem como o valor da variação (seja ela negativa ou positiva) em porcentagem.

	1985	1995	2005	2015	2022	1985-2022 (%)
<b>Floresta</b>	825.070,8	742.165,6	666.518,2	651.369,9	648.287,8	-21,42
<b>Formação natural não florestal</b>	114.941,4	106.159,9	106.578,5	105.035,4	103.065,2	-10,37
<b>Pastagem</b>	354.218,9	524.160,4	620.699,3	579.725,6	513.990,2	+45,20
<b>Agricultura</b>	6.146,468	28.864,21	40.687,67	65.333,36	100.913,8	+1.542,00
<b>Silvicultura</b>	0	0	31,296	658,514	941,232	+941,23
<b>Mosaico de usos</b>	245.862,1	143.737,3	114.421,7	146.306,7	177.092,9	-28,00

<b>Área não vegetada</b>	4.274,305	2.887,429	3.145,682	3.036,482	7.183,532	+68,10
<b>Corpo d'água</b>	5.730,765	8.268,247	4.165,753	4.782,019	4.773,767	-16,69

Concomitante a isso, a Agricultura apresentou um crescimento exponencial no período analisado, expandindo-se em 1.542% e incorporando aproximadamente 95 mil hectares de novas áreas. Embora seu aumento tenha sido gradual, sua área total é consideravelmente inferior à da pastagem.

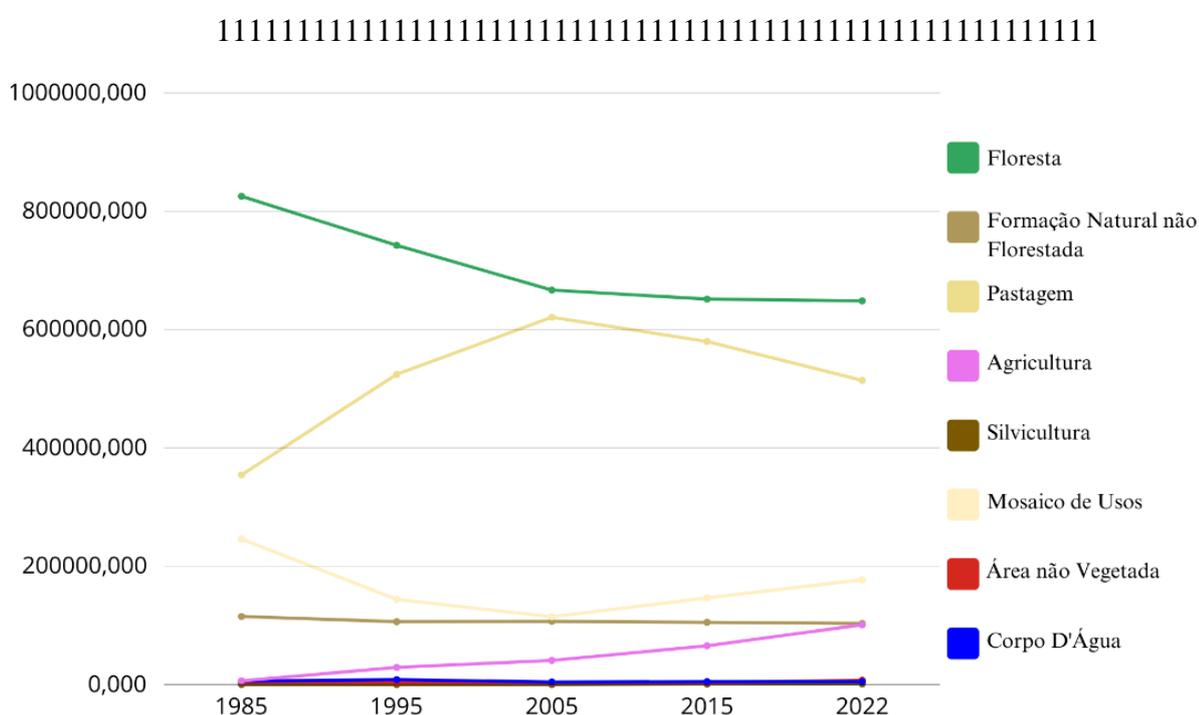
A classe de uso da terra Silvicultura não foi identificada nos mapas de cobertura e uso da terra de 1985 e 1995, o que indica a ausência ou a insignificância dessa atividade no período. A partir de 2005, observa-se o surgimento e a expansão dessa classe, com um acréscimo de aproximadamente 30 mil hectares. No entanto, o crescimento mais expressivo da Silvicultura ocorreu a partir de 2015, apresentando um aumento gradual até 2022.



**Figura 2:** Mapas de uso e cobertura da terra para a extensão da área de estudo correspondentes aos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2022. **Autoria:** Lara Spá.

O Mosaico de Usos apresentou uma queda abrupta entre os anos de 1985 e 2005, seguida por um aumento gradual. De forma direta, entre 1985 e 2022, os resultados indicaram uma variação negativa de 28%.

A classe de uso da terra Área não Vegetada apresentou uma dinâmica complexa ao longo do período analisado, com oscilações significativas entre os anos de 1985 e 2022. É importante destacar o expressivo aumento de 68,1% nessa classe no último ano avaliado. Da mesma forma, a classe corpo d'água também apresentou oscilações sinuosas, com ênfase na variação negativa (diminuição da extensão territorial), resultando em um decréscimo de 16,69%.



**Figura 2:** Gráfico de uso e cobertura da terra para a extensão da área de estudo correspondentes aos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2022 (ha). **Autoria:** Lara Spá.

Na análise da cobertura e uso da terra entre os anos de 1985 e 2022, com foco nas Unidades de Conservação inseridas na área de estudo, observaram-se pequenas variações negativas nas classes de Floresta (1,44%), Formação Natural não Florestal (1,05%), Pastagem (2,18%) e Mosaico de Usos (6,76%) (Tabela 2). A classe Corpo D'água apresentou uma redução significativa de aproximadamente 27 mil hectares, correspondendo a uma perda de 38,47%.

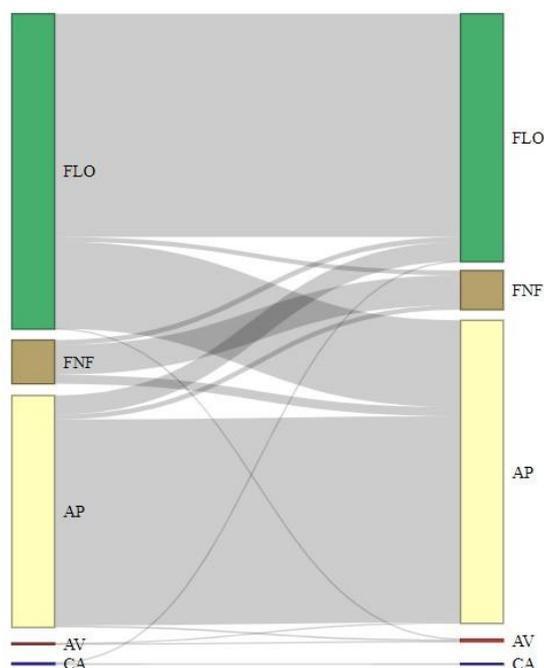
Das variações positivas, a Silvicultura apresentou um aumento de 0,59%, a Area não Vegetada 44,6% e, por fim, a Agricultura de mais de 1.400 hectares, o que representa um aumento territorial de 1.112,61%.

**Tabela 2:** Área total em hectares das classes de cobertura e uso da terra em recorte das Unidades de Conservação para os anos de 1985 e 2022, bem com como o valor da variação (seja ela negativa ou positiva) em porcentagem.

	Área em hectare (1985)	Área em hectare (2022)	1985-2022 (%)
<b>Floresta</b>	82.717,993	81.524,584	-1,44
<b>Formação natural não florestal</b>	1.727,339	1.709,168	-1,05
<b>Pastagem</b>	5.323,945	5.207,905	-2,18
<b>Agricultura</b>	127,320	1.543,926	+1.112,61
<b>Silvicultura</b>	0	0,588	+0,59
<b>Mosaico de usos</b>	956,126	891,486	-6,76
<b>Área não vegetada</b>	5,040	7,284	+44,60
<b>Corpo d'água</b>	70,091	43,118	-38,47
<b>Área total (ha)</b>	<b>90.928,06</b>		

O Diagrama de Sankey revelou mudanças significativas em diversas categorias ao longo do período analisado (Figura 3). A área de Floresta permaneceu predominantemente estável, com 583.130,68 hectares ainda classificados como Floresta. Pequenas áreas de Formação Natural não Florestal, Agropecuária e Corpo D'água foram convertidas em floresta, totalizando, respectivamente, 13.153,58 hectares, 50.272,82 hectares e 1.196,71 hectares.

**Diagrama de Sankey - Transições de Cobertura e Uso da Terra (1985-2022)**



**Figura 3:** Diagrama de transição de cobertura e uso de terra dos quatro municípios entre 1985 e 2022. **Legenda:** FLO= Floresta; FNF= Formação Natural não Florestada; AP= Agropecuária; AV= Área não Vegetada; CA= Corpo D'Água.

A Formação Natural não Florestal também apresentou estabilidade, mantendo 77.523,95 hectares e absorvendo 12.201 hectares de áreas de floresta. A Agropecuária, por outro lado, teve uma grande expansão, convertendo 227.306,71 hectares de Floresta (o maior nó de transição heterogênea), o que sugere um desmatamento significativo para atividades agrícolas e pecuárias. Além disso, 538.411,60 hectares da área destinada à agropecuária foram mantidos até o ano de 2022.

As áreas não vegetadas aumentaram ligeiramente, com a conversão de 1.173,87 hectares de floresta e 4.492,51 hectares de áreas agropecuaristas. Por fim, houve a conversão de 3.406,01 hectares de corpos d'água em floresta.

## Discussão

De modo geral, o estudo revela uma dinâmica baseada em estabilidades e conversões de áreas naturais em áreas antropizadas. A classe "Floresta" demonstrou uma contínua redução em sua extensão territorial, com a maior parte dessa perda sendo convertida em pastagens. Esse fenômeno está intimamente relacionado à expansão agropecuarista em larga escala, o que representa um fator crucial no aumento das taxas de desmatamento (LAURANCE; SAYER; CASSMAN, 2014).

Embora não resulte em uma redução significativa, áreas de formação natural não florestais desempenham um papel essencial na manutenção e composição da biodiversidade, sendo componentes indispensáveis para os serviços ecossistêmicos como um todo (OVERBECK et al., 2015; DA CONCEIÇÃO BISPO et al., 2024). Em contraste, as coberturas compostas por pastagens expandiram-se significativamente entre 1985 e 2005, possivelmente estimuladas por políticas nacionais e locais que incentivam práticas agropecuaristas, além do estímulo proveniente da falta e negligência nas fiscalizações e execuções de leis ambientais (WASSENAAR et al., 2007).

A agricultura registrou um aumento contínuo, refletindo a intensificação das práticas agrícolas e a crescente demanda por alimentos e bioenergia (TILMAN et al., 2011). Apesar desse crescimento gradual, a área total destinada à agricultura permanece consideravelmente menor do que a destinada à pastagem. Esse aumento pode ser atribuído na mesma dinâmica da pecuária, resultando em poluição por defensivos agrícolas tóxicos, assoreamento e exaustão hídrica, além da contaminação e exaustão edáfica e desmatamento em larga escala para plantio (DE DEUS; BAKONYI, 2012).

A ascensão da silvicultura a partir de 2005 sugere a influência de políticas de reflorestamento e a crescente demanda por produtos florestais sustentáveis (CANADELL; RAUPACH, 2008).

A classe "mosaico de usos" reduziu-se drasticamente entre 1985 e 2005, com uma variação negativa de 28% ao longo do período, indicando mudanças nas práticas de uso da terra (FOLEY et al., 2005). Essa redução abrupta pode ser atribuída à intensificação da conversão da vegetação nativa para áreas de agricultura e pecuária, especialmente no contexto de expansão da fronteira agrícola na região. Após 2005, observa-se uma tendência de aumento gradual dessa classe, sugerindo uma dinâmica mais complexa e heterogênea de uso da terra, com a coexistência de diferentes atividades em pequenas propriedades e áreas de transição entre diferentes usos.

A expansão de áreas não vegetadas pode estar associada a diversos fatores, incluindo a intensificação do uso do solo para atividades agrícolas, expansão urbana e eventos climáticos extremos como secas prolongadas, que podem levar à degradação das áreas vegetadas.

A classe de corpos d'água apresentou uma diminuição que pode ser atribuída a uma combinação de fatores naturais e antrópicos. Tal conversão favorece a compactação do solo que gera dificuldade de drenagem, aumentando o escoamento superficial e carreando sedimentos aos rios (GALDINO et al., 2002).

Análises da evolução temporal das classes de cobertura e uso da terra nas unidades de conservação (UCs) revelam um cenário complexo e dinâmico. A redução das classes de vegetação nativa pode estar associada à pressão antrópica sobre as áreas protegidas, à expansão das atividades agrícolas e pecuárias nas áreas adjacentes às UCs e a eventos climáticos extremos (BIRBEN, 2020; LI et al., 2024).

A expansão da silvicultura e da agricultura dentro das UCs pode estar relacionada a políticas de incentivo à produção, à fragilidade dos sistemas de gestão dessas áreas e à falta de fiscalização. A crescente demanda por alimentos e produtos florestais, juntamente com a valorização da terra, exerce uma pressão constante sobre as UCs, tornando-as vulneráveis à invasão e conversão para outros usos (BIRBEN, 2020; LI et al., 2024).

A perda de áreas de corpos d'água nas UCs é um problema grave, com impactos significativos sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. A redução dos recursos hídricos pode afetar a diversidade da fauna aquática, a regulação do clima local e a disponibilidade de água para as comunidades locais (VIEIRA, 2009).

Por fim, o diagrama de Sankey demonstra que a área de floresta exibiu relativa estabilidade, com pequenas áreas de formação natural não florestal, agropecuária e corpos d'água sendo convertidas em floresta. Essa dinâmica pode ser resultado de políticas de

conservação e recuperação de áreas degradadas, além de processos naturais de sucessão ecológica.

A formação natural não florestal também apresentou estabilidade, com uma pequena conversão de áreas de floresta. Essa classe de cobertura vegetal, geralmente composta por campos, savanas e áreas de transição, pode ser mais resiliente a perturbações e apresentar menor pressão de conversão para outros usos (BUISSON et al., 2019).

A agropecuária emerge como o principal motor de mudança no uso do solo, com uma expansão significativa em detrimento da área de floresta. A conversão de 227.306,71 hectares de floresta para agropecuária indica um processo de desmatamento intenso, impulsionado pela crescente demanda por produtos agrícolas e pecuários nacionais (SAATH; FACHINELLO, 2018).

A conversão de corpos d'água para floresta, por sua vez, é um processo menos comum e pode estar relacionada à recuperação de áreas úmidas degradadas ou a mudanças na dinâmica hídrica da região.

## **Conclusões**

As ferramentas computacionais são extremamente úteis para análises e cálculos referentes ao sensoriamento remoto, entretanto devem ser trabalhadas com cautela e validações, além de observações com a premissa de margens de erro.

De maneira ampla, as conversões da área total do estudo apresentaram transições alarmantes sobre conversões de áreas naturais em antropizadas, parcial ou total, com destaque direcionado ao grande aumento de extensão territorial agropecuário. Fator esse refletido em padrões nas mudanças de cobertura e uso de terra para unidades de conservação e para o diagrama, com aumento significativo de monocultura, ao contrário de corpos d'água e floresta, com redução preocupante.

Todo esse contexto reflete no aspecto ambiental contribuindo para a degradação e perda dos componentes bióticos e abióticos. Além disso, a região delimitada é conhecida nacionalmente pela importância ecoturística, ou seja, o turismo é com base na presença de ricas belezas naturais e originais. Portanto, evidencia a importância de conservação não só pelo quesito ambiental, mas também por razões sociais e econômicas locais.

Por fim, o presente estudo retrata informações fundamentais para subsidiar políticas públicas direcionadas, estratégias de manejo com objetivos de conservação e incentivos de práticas sustentáveis.

## Agradecimentos

Agradeço ao Programa de Educação Tutorial de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Grande Dourados e ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) pelas bolsas concedidas por disponibilizar todos os recursos, diretos e indiretos, disponíveis para a realização deste trabalho.

## Referências bibliográficas

- ACERO-MURCIA, Adriana et al. Morcegos da Serra da Bodoquena. 2023.
- ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's Climate Classification Map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- AUKO, Tiago Henrique; SILVESTRE, Rogério. Composição faunística de vespas (Hymenoptera: Vespoidea) na floresta estacional do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 1, p. 292-299, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1676-06032013000100028>.
- BIRBEN, Üstüner. The effectiveness of protected areas in biodiversity conservation: The case of Turkey. *Cerne*, v. 25, n. 4, p. 424-438, 2020.
- BUISSON, Elise et al. Resilience and restoration of tropical and subtropical grasslands, savannas, and grassy woodlands. *Biological Reviews*, v. 94, n. 2, p. 590-609, 2019.
- CÁCERES, Nilton C. et al. Mammals of the Bodoquena Mountains, southwestern Brazil: An ecological and conservation analysis. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n. 2, p. 426-435, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0101-81752007000200021>.
- CANADELL, Josep G.; RAUPACH, Michael R. Managing forests for climate change mitigation. *Science*, v. 320, n. 5882, p. 1456-1457, 2008.
- CARBONARI, Vander. Composição faunística de vespas (Hymenoptera: Apocrita) do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/254>.
- CASATTI, Lilian et al. Fish community structure along a conservation gradient in Bodoquena Plateau streams, Central West of Brazil. 2010. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/items/e26704b8-a158-4eaf-bbad-5dd6a32cccd3/full>.
- DA CONCEIÇÃO BISPO, Polyanna et al. Overlooking vegetation loss outside forests imperils the Brazilian Cerrado and other non-forest biomes. *Nature Ecology & Evolution*, v. 8, n. 1, p. 12-13, 2024.
- DE DEUS, Rafael Mattos; BAKONYI, Sonia Maria Cipriano. O impacto da agricultura sobre o meio ambiente. *Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 7, n. 7, p. 1306-1315, 2012.
- DIAS, Jailton. A região cárstica de Bonito, MS: Uma proposta de zoneamento geológico a partir de unidades de paisagem. *Ensaio E Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias E Da Saúde*, v. 4, n. 1, p. 9-43, 2000. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/5221>.
- DOLACIO, Thiago Augustho Dolacio. Diversidade alfa e beta no carste da Serra da Bodoquena: O turismo em cavernas tem influência sobre comunidades de aranhas? 2022. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/5221>.
- FLENNIKEN, Jeffry M. et al. Quantum GIS (QGIS): An introduction to a free alternative to more costly GIS platforms. *EDIS*, v. 2020, n. 2, p. 7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.32473/edis-fr428-2020>.
- FOLEY, Jonathan A. et al. Global consequences of land use. *Science*, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.
- FUNDAÇÃO NEOTRÓPICA DO BRASIL. O fenômeno de turvamento no Rio Formoso: Reconhecimento dos pontos de turvamento na bacia cênica do Rio Formoso. Bonito, 2021. Disponível em:

<https://www.bonitomais.com.br/wp-content/uploads/2021/05/Relatorio-Tecnico-Preliminar-Turvamento-do-Rio-Formoso.pdf>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Banco de Dados e Informações Ambientais. 2023. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>.

GALDINO, S. et al. Impactos da agropecuária nos planaltos sobre o regime hidrológico do Pantanal. 2002.

GUILLERMO-FERREIRA, Rhainer; SOUZA, Paulo Ricardo Barbosa de. Butterflies of the Bodoquena Plateau in Brazil (Lepidoptera, Papilionoidea). *ZooKeys*, v. 546, p. 105-124, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.546.6138>.

KOROIVA, Ricardo et al. Odonates from Bodoquena Plateau: Checklist and information about endangered species. *Biota Neotropica*, v. 17, n. 3, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2016-0310>.

LAURANCE, William F.; SAYER, Jeffrey; CASSMAN, Kenneth G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 29, n. 2, p. 107-116, 2014.

LI, Guangdong et al. Mixed effectiveness of global protected areas in resisting habitat loss. *Nature Communications*, v. 15, n. 1, p. 8389, 2024.

LIMA, Felipe Varussa de Oliveira. Abelhas do Parque Nacional da Serra da Bodoquena - (Hymenoptera: Apidae s. lato). 2010. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/808>.

MARIA, Vivian et al. Flora arbustivo-arbórea dos planaltos da Bodoquena e de Maracaju, na porção centro-sudoeste do estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia Serie Botanica*, v. 73, supl., p. 34-52, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21826/2446-8231201873s34>.

MEDINA JUNIOR, Paulino. Avaliação dos impactos da visitação pública no Rio Formoso, Bonito, MS, Brasil: Subsídios à gestão ambiental do turismo em áreas naturais. 2015. DOI: <https://doi.org/10.11606/t.18.2007.tde-07042008-145515>. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-07042008-145515/>.

OVERBECK, Gerhard E. et al. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Diversity and Distributions*, v. 21, n. 12, p. 1455-1460, 2015.

PIVATTO, Maria Antonietta et al. Aves do planalto da Bodoquena, estado do Mato Grosso do Sul (Brasil). 1995.

SAATH, Kleverton Clovis de Oliveira; FACHINELLO, Arlei Luiz. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 56, p. 195-212, 2018.

SALLUN FILHO, William et al. A deposição de tufas quaternárias no estado de Mato Grosso do Sul: Proposta de definição da formação Serra da Bodoquena. *Geologia USP. Série Científica*, v. 9, n. 2, p. 47-60, 2009. DOI: <https://doi.org/10.5327/z1519-874x2009000300003>.

SALLUN FILHO, William et al. Paisagens cársticas da Serra da Bodoquena (MS). *Geologia do Continente Sul-Americano*, v. 1, 2004.

SCREMIN-DIAS, Edna et al. Flora de campos úmidos calcários da Serra da Bodoquena. *Iheringia, Série Botânica*, v. 73, supl., p. 80-92, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21826/2446-8231201873s80>.

SOUZA JÚNIOR, Carlos. MapBiomas General Handbook. Dez. 2017, p. 1-23.

TEHFI, Nirlene. A expansão do agronegócio no município de Bonito-MS e seus desdobramentos socioambientais. *Anais do Enic*, v. 10, 2018.

TILMAN, David et al. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011.

TRAD, Bhrenno Maykon. Guildas de vespas esfeciformes (Hymenoptera: Sphecidae, Crabronidae) na Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/245>.

TRAD, Bhrenno Maykon; SILVESTRE, Rogério. Vespas spheciformes (Hymenoptera, Apoidea) do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 107, supl., 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017122>.

UETANABARO, Masao et al. Anfíbios e répteis do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 7, n. 3, p. 279-289, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1676-06032007000300030>.

VIEIRA, Fábio. Distribuição, impactos ambientais e conservação da fauna de peixes da bacia do rio Doce. *MG Biota*, v. 2, n. 5, p. 5-22, 2009.

WASSENAAR, Tom et al. Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. *Global Environmental Change*, v. 17, n. 1, p. 86-104, 2007.

ZAVALA, Carmen Beatriz Reiss et al. Análise fitogeográfica da flora arbustivo-arbórea em ecótono no planalto da Bodoquena, MS, Brasil. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 3, p. 907-921, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509828640>.