



## **Paisagens fragmentadas: aspectos do processo de transformações da estrutura da paisagem na Bacia do Alto Rio Cuiabá (1985 e 2022)**

**Marcelo Luiz Perini Tarachuk**

Mestrando em Arquitetura e Urbanismo UNIVAG / PUC Campinas, Brasil  
ecoland@outlook.com

**Jeane Aparecida Rombi de Godoy**

Professora Doutora, UNIVAG, Brasil.  
jeane.rosin@univag.edu.br

**Diana Carolina Jesus de Paula**

Professor Doutora, UNIVAG, Brasil.  
diana.paula@univag.edu.br

**Natallia Sanches e Souza**

Professora Doutora, UNIVAG, Brasil.  
natallia@univag.edu.br

## RESUMO

A Bacia do Alto Rio Cuiabá (BARC) compreende uma importante fonte para o fornecimento de água da Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá e passou por grandes transformações no período compreendido entre os anos de 1985 e 2022, em especial a conversão do uso e ocupação do solo para atividades de caráter antrópico. Representa de forma contundente o modelo de ocupação adotado na porção mais ocidental do Cerrado Brasileiro e concomitantemente um polo por onde se disseminou a ocupação da Floresta Amazônica, em especial a região Norte do Estado de Mato Grosso. Este artigo tem por objetivo analisar as mudanças ocorridas na BARC ao fazer uma análise comparativa entre o mapa da série MapBiomas coleção 8 do início e do fim da série histórica disponível (1985-2022), através da comparação métrica da diversidade da estrutura da paisagem utilizando-se de programas baseados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Os objetivos específicos compreendem a elaboração de mapas temáticos contendo as classes de uso e ocupação do solo em imagem raster e a avaliação das métricas da paisagem utilizando-se o software Fragstats©. Para isso foram efetuadas análises das métricas com a utilização do programa Fragstats© sobre as imagens raster da BARC. Por fim concluiu-se que ocorreu um processo de conversão de formações Florestais e Savânicas que foram substituídas por culturas agrícolas e a expansão de áreas urbanizadas, alterando a composição da estrutura de paisagem através do processo de fragmentação e retalhamento das manchas naturais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise da paisagem, Baía do Alto Rio Cuiabá, Estrutura da paisagem.

## 1 INTRODUÇÃO

A Bacia do Alto Rio Cuiabá (BARC) é de fundamental importância para a Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá (RMVRC), pois nela se localizam as duas maiores cidades em termos populacionais no Estado de Mato Grosso; Cuiabá e Várzea Grande, uma conurbação que inclui a capital administrativa do Estado.

O abastecimento de água para a população, indústrias e geração de energia necessita ser preservado, o que somente é possível caso o Rio Cuiabá e seus afluentes sejam protegidos e manejados, objetivando garantir a prestação de importantes serviços ambientais. A preservação dos recursos ambientais são fundamentais para além da questão socioeconômica, principalmente para a manutenção da biodiversidade existente na BARC.

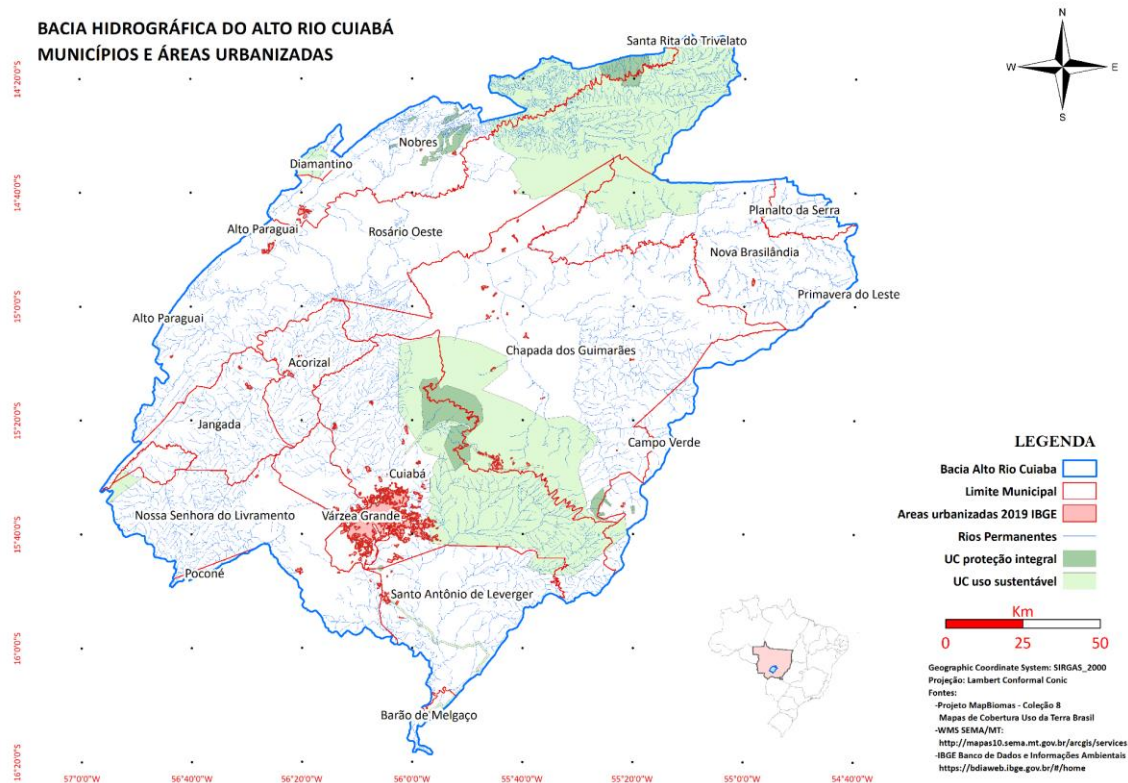
Contudo o processo de uso e ocupação do solo nas últimas 3 décadas e meia, gerou uma intensa modificação da paisagem regional, conforme apontado no caderno ambiental do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMVRC:

[...] A falta de tratamento de efluentes lançados e a degradação de áreas de preservação são preocupantes na Bacia do Rio Cuiabá em sua integralidade, o que afeta a qualidade e a quantidade de água disponível, trazendo prejuízos como o aumento dos custos para seu tratamento e o impedimento de usos que desde tempos remotos são praticados na região como a recreação e a pesca, por exemplo. (PDDI - IBAM, 2018, p. 202-203).

Uma das ferramentas para o diagnóstico das transformações ambientais é a análise estrutural da paisagem, segundo LANG *et al* (2009) as métricas relacionadas a estrutura da paisagem possuem vários exemplos de aplicação prática como: pesquisa de paisagem cultural, estudos de retalhamento da paisagem, análise da expansão de arbustos em locais de pastagens abandonadas, degradação de complexos de áreas úmidas, implantação de conceitos relacionados as espécies alvo para a conservação, planejamento de áreas verdes urbanas, análise da estrutura vertical florestal entre outros.

A bacia hidrográfica do vale do Rio Cuiabá possui aproximadamente 7.248,26 km<sup>2</sup>, compreende uma grande diversidade de usos e ocupações do solo que passaram por uma marcante transformação da estrutura da paisagem até os dias atuais. O mapa a seguir (Figura 1) representa os limites da BARC e os municípios que possuem área sob sua jurisdição que fazem parte da Bacia, incluindo as Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais, tanto de Proteção Integral (PI) como de Uso Sustentável (US). Pelo mapa verifica-se que muitas nascentes do Rio Cuiabá se localizam dentro de Unidades de Conservação de Uso Sustentável como a Área de Proteção Ambiental de Chapada dos Guimarães e Área de Proteção Ambiental Cabeceiras do Rio Cuiabá, ambas geridas pelo Estado de Mato Grosso e cuja categoria permite a posse e a propriedade de áreas por particulares.

Figura 1 – Bacia do Alto Rio Cuiabá



Fonte: WMS SEPLAN/MT (2024)

Considerando as APAs inseridas dentro dos limites da BARC, ressalta-se que o regramento para o uso e ocupação do solo destas áreas são regidas por normas específicas editadas pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA/MT). No caso da primeira há um macrozoneamento reconhecido pela Lei nº 9.449, de 19 de outubro de 2010 e da segunda área, existe um estudo ecológico rápido efetuado por ocasião das ações desenvolvidas pelo Programa de Desenvolvimento Agro Florestal (PRODEAGRO) no final da década de 1990, que fundamentou a criação da referida APA das Cabeceiras do Rio Cuiabá.

Neste contexto, compreender as transformações ambientais será de extrema relevância visto a emergência climática que nos encontramos, sendo possível repensar a

readequação da área urbana com a finalidade de aumentar a resiliência as mudanças climáticas, recompor a paisagem, identificar áreas prioritárias para conservação da natureza entre outras ações de planejamento territorial. Estas transformações podem ser avaliadas por meio de produtos disponibilizados pela iniciativa MapBiomass<sup>1</sup>, que de forma gratuita e aberta disponibiliza à comunidade científica uma série histórica com alto grau de acurácia.

Sendo assim, a compreensão da dinâmica de transformações pelas quais passaram a paisagem regional entre os anos compreendidos no período 1985 a 2022 na região de recorte da BARC, puderam ser analisadas pelos mapas de uso e ocupação do solo com o emprego de metodologias baseadas em programas de geoprocessamento associado a métricas específicas desenvolvidas para esta finalidade. Destacando que a localização da BARC possui um número relativamente grande de municípios que se encontram em parte ou toda a sua área dentro dos limites da Bacia Hidrográfica em estudo, o que em tese ocasiona uma necessidade de articulação entre os municípios para uma gestão eficiente da Bacia.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A ecologia da paisagem é uma matéria integrativa e fortemente dependente da escala em que se faz determinado estudo. Ao tratar da troca de materiais bióticos e abióticos entre os ecossistemas e incorporar as ações humanas no seu contexto de estudo, tem o potencial de embasar conceitos aplicáveis em outras disciplinas como arquitetura da paisagem, planejamento regional, ecologia da restauração e manejo de recursos ambientais (ODUM; BARRET, 2007).

Diversos autores se debruçaram sobre o tema da ecologia da paisagem, como McHarg (1969), Naveh e Lieberman (1984), Hansen e di Castri (1992) entre outros. A questão fundamental nos estudos da estrutura da paisagem segundo Odum (2007) é entender as causas e as consequências dos padrões espaciais na paisagem. Para isto, o autor propõe a adoção de elementos constituintes da paisagem que formariam o que se denomina mosaico da paisagem, composto por uma matriz de base, definida como a maior porção do mosaico na escala de estudo. Dentro da matriz encontram-se manchas que possuem uma homogeneidade, mas que diferem em sua tipologia da tipologia da matriz e por fim os corredores que interligam duas ou mais manchas. Desta forma o mosaico é identificado como uma área heterogênea que possui diversas manchas, inclusive de diferentes tipologias formado por comunidades ou ecossistemas distintos. Importante compreender o fato de que manchas ou mesmo matrizes podem ter origem natural ou antrópica e como apontado anteriormente podem variar dependendo da escala adotada. Em uma determinada escala o que é considerada uma matriz de base antropogênica, pode ser uma mancha em uma escala maior, ou vice-versa.

A partir de pesquisas envolvendo a necessidade de quantificar padrões de paisagem com a intenção de melhor estudar relações e processos envolvidos, vários autores desenvolveram métricas e índices referentes a composição dos mosaicos de paisagem, entre eles podemos citar O'Neill et al 1988, McGarigal e Marks, 1995 e Turner e Gardner, 1991. Os estudos sobre métricas da paisagem ganharam grande impulso a partir da obtenção de imagens geradas por sensoriamento remoto, em especial imagens de satélite bem como do avanço das tecnologias ligadas aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) computadorizados.

---

<sup>1</sup> Projeto MapBiomass – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em 29 de janeiro de 2024 através do link: <https://code.earthengine.google.com/5bd388e0ef72a0e9942632f321648205>

A BARC carece de um estudo ligado a estrutura da paisagem que permita verificar a evolução das mudanças estruturais ocorridas em um longo período, em especial das últimas décadas que foram caracterizadas por uma forte conversão do uso e ocupação do solo nesta Bacia Hidrográfica. Uma análise estruturada em SIG e um tratamento metodológico baseado em métricas da paisagem podem auxiliar no planejamento regional desta área que possui uma importância estratégica para o fornecimento de água para toda a Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá, onde se encontram quase um terço da população e as duas maiores cidades do Estado de Mato Grosso, incluindo a capital administrativa do Estado de Mato Grosso.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A coleção 8 do MapBiomias lançado em agosto de 2023 baseia-se nas imagens de satélite Landsat 5 e Landsat 8<sup>2</sup> com resolução de 30 m, processados pixel a pixel e abarcam um espectro de 29 classes de uso e ocupação do solo<sup>3</sup>. Todos os arquivos em formato raster, foram ajustados para o sistema de coordenadas WGS 1984 de forma a evitar deslocamentos, sendo que as imagens possuem uma acurácia de 84,7 % na série histórica de 1985 a 2022 para o Bioma Cerrado no nível 1 da legenda de classes<sup>4</sup>, cujas cores seguiram o padrão do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (Manual técnico de uso da terra – quadro 1). O recorte da região de estudo compreendeu os limites da Bacia do Alto Rio Cuiabá (BARC).

#### 3.1 Coleta de dados

Para a análise em ambiente SIG foi efetuado inicialmente o download da coleção 8 MapBiomias referente ao limite político administrativo do Estado de Mato Grosso, disponíveis na plataforma Google Earth engine<sup>5</sup> de toda a série histórica compreendida entre os anos 1985 a 2022. As imagens foram tratadas no software ArcGis 10.1<sup>®</sup> com a conversão das cores e legendas para o padrão adotado pela plataforma MapBiomias (Quadro 1) e efetuado o recorte espacial da Bacia do Alto Rio Cuiabá, definida conforme dados obtidos no Web Map Service (WMS)<sup>6</sup> da Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA/MT)<sup>2</sup>.

Foram selecionados os anos de 1985 e 2022, respectivamente o primeiro e o último ano disponível da série histórica da coleção 8 desenvolvida pelo projeto MapBiomias da região delimitada pela BARC. Após a aplicação do recorte espacial das imagens raster, restaram 5 níveis e 12 classes para o ano de 1985 e 5 níveis e 17 classes para o ano de 2022 de categorias classificadas pelas cores representativas apresentadas no Quadro 1.

---

<sup>2</sup> <https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/Cerrado-Appendix-ATBD-Collection-8.pdf>

<sup>3</sup> <https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/Legenda-Colecao-8-LEGEND-CODE.pdf>

<sup>4</sup> <https://brasil.mapbiomas.org/estatistica-de-acuracia/colecao-8/>

<sup>5</sup> <https://code.earthengine.google.com/>

<sup>6</sup> <http://mapas10.sema.mt.gov.br/arcgis/services>



Quadro 1- Legenda de classes

| Classe   | Sub classe | Descrição                             | Cor hexacode |  |
|----------|------------|---------------------------------------|--------------|--|
| <b>1</b> |            | <b>Floresta</b>                       | #32a65e      |  |
|          | 3          | Formação Florestal                    | #1f8d49      |  |
|          | 4          | Formação Savânica                     | #7dc975      |  |
|          | 6          | Floresta Alagável (beta)              | #026975      |  |
| <b>2</b> |            | <b>Formação Natural não Florestal</b> | #ad975a      |  |
|          | 11         | Campo Alagado e Área Pantanosa        | #519799      |  |
|          | 12         | Formação Campestre                    | #d6bc74      |  |
|          | 29         | Afloramento Rochoso                   | #ffaa5f      |  |
| <b>3</b> |            | <b>Agropecuária</b>                   | #FFFFB2      |  |
|          | 9          | Silvicultura                          | #e6ccff      |  |
|          | 15         | Pastagem                              | #edde8e      |  |
|          | 20         | Cana                                  | #db7093      |  |
|          | 21         | Mosaico de Usos                       | #ffefc3      |  |
|          | 39         | Soja                                  | #f5b3c8      |  |
|          | 41         | Outras Lavouras Temporárias           | #f54ca9      |  |
|          | 62         | Algodão                               | #ff69b4      |  |
| <b>4</b> |            | <b>Área não vegetada</b>              | #d4271e      |  |
|          | 24         | Área Urbanizada                       | #d4271e      |  |
|          | 25         | Outras Áreas não vegetadas            | #db4d4f      |  |
|          | 30         | Mineração                             | #9c0027      |  |
| <b>5</b> |            | <b>Corpo D'água</b>                   | #0000FF      |  |
|          | 33         | Rio, Lago                             | #2532e4      |  |

Fonte: MapBioma coleção 8.

Reforça-se que as cores seguiram os padrões estabelecidos no âmbito do projeto MapBiomas e possuem correlação com as classes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>7</sup>. Destacando que o aumento no número de classes entre os dois anos está relacionado a mudança do satélite utilizado, Landsat 5 (TM) utilizado em 1985 para o Landsat 8 (OLS) utilizado em 2022, foram tratados conforme o algoritmo de processamento utilizado pelo projeto MapBiomas para o Cerrado (Algorithm Theoretical Basis Document – ATBD)<sup>8</sup>.

### 3.2 Processamento dos dados

A partir dos arquivos em formato raster, foi aplicada a ferramenta nativa do programa ArcGis 10.1 (export data raster) para criar o arquivo em formato de imagem \*.img, com 16 bit e tamanho da célula quadrada de 29,539732576432 m, definidos no sistema de Coordenadas Projetadas WGS 1984 UTM 21 S, permitindo desta forma realizar o tratamento posterior da imagem no programa Fragstats<sup>9</sup> desenvolvida por Eduard Ene & Kevin Mcgarigal (2024) para avaliação das métricas da paisagem.

Posteriormente os arquivos de imagem dos respectivos anos de estudo foram carregados no software Fragstats © 4.3 e foi realizada a configuração do sistema para processar as métricas relativas à diversidade da paisagem, constantes no Quadro 2.

Quadro 2- Métricas da diversidade da paisagem baseadas em manchas - características

| Classe            | código | unidade | Faixa              |
|-------------------|--------|---------|--------------------|
| Riqueza de mancha | PR     | nenhum  | PR ≥ 1, sem limite |

<sup>7</sup> <https://brasil.mapbiomas.org/codigos-de-legenda/>

<sup>8</sup> Metodologia ATBD: disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/Cerrado-Appendix-ATBD-Collection-8.pdf>

<sup>9</sup> McGarigal K., SA Cushman, and E Ene. 2023. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors available at the following web site: <https://www.fragstats.org>

|                                             |       |              |                       |
|---------------------------------------------|-------|--------------|-----------------------|
| Densidade de riqueza de mancha              | PRD   | n.º / 100 ha | PRD > 0, sem limite   |
| Riqueza relativa da mancha                  | RPR   | %            | 0 < RPR ≤ 100         |
| Índice de diversidade de Shannon            | SHDI  | informação   | SHDI ≥ 0, sem limite  |
| Índice de diversidade de Simpson            | SIDI  | nenhum       | 0 ≤ SIDI < 1          |
| Índice de diversidade de Simpson modificado | MSIDI | nenhum       | MSIDI ≥ 0, sem limite |
| Índice de equidade de Shannon               | SHEI  | nenhum       | 0 ≤ SHEI ≤ 1          |
| Índice de equidade de Simpson modificado    | MSIEI | nenhum       | 0 ≤ MSIEI ≤ 1         |

Fonte: Fragstats - Eduard Ene & Kevin Mcgarigal (2024)

O objetivo principal foi realizar uma pesquisa quantitativa comparando as mudanças ocorridas entre os anos de 1985 e de 2022 nos indicadores da diversidade da paisagem. Estes indicadores foram utilizados pois encontram-se no nível de “paisagem”, ou seja, incorporam métricas de abundância proporcional de classe, riqueza, equidade e diversidade de manchas. As métricas estudadas encontram-se no escopo de análise que focam na composição da estrutura da paisagem.

Dentre as inúmeras métricas disponíveis para este estudo, as que foram utilizadas nesta análise são as disponíveis no programa Fragstats© 4.3, por ser uma ferramenta reconhecida pelos pesquisadores da área como um padrão de referência e pelo fato dos desenvolvedores incorporarem no programa as métricas cientificamente comprovadas pelos autores de referência nos estudos sobre ecologia da paisagem.

O Quadro 3, Quadro 4 e Quadro 5 descrevem respectivamente, o que o indicador representa na análise da estrutura da paisagem, as fórmulas empregadas e as legendas.

Quadro 3- Métricas da diversidade da paisagem baseadas em manchas - representatividade

| Classe                                              | representatividade                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PR - Riqueza de manchas                             | n.º de manchas presentes na paisagem                                                                                 |
| PRD - Densidade de riqueza de mancha                | n.º diferentes tipos de manchas dividido pela área total da paisagem a cada 100 ha                                   |
| RPR - Riqueza relativa da mancha                    | n. de diferentes tipos de manchas dividido pelo potencial máximo de tipos de manchas em %                            |
| SHDI - Índice de diversidade de Shannon             | Indica a diversidade de tipos de manchas. Quanto maior o número, maior a riqueza da paisagem.                        |
| SIDI - Índice de diversidade de Simpson             | Indica a diversidade de tipos de manchas, porém menos sensível a existência de manchas raras                         |
| MSIDI - Índice de diversidade de Simpson modificado | Índice aumenta a medida que o n.º de diferentes tipos de mancha (riqueza) aumenta de forma mais equitativa           |
| SHEI - Índice de equidade de Shannon                | Indica uma distribuição uniforme de área entre os tipos de manchas (soma das manchas / logaritmo manchas)            |
| MSIEI Índice de equidade de Simpson modificado      | Indica uma distribuição uniforme de área entre os tipos de manchas (logaritmo da soma das manchas/logaritmo manchas) |

Fonte: Fragstats© 4.3 - Eduard Ene & Kevin Mcgarigal (2024)

Quadro 4- Composição da Fórmula

| Classe                                              | Fórmula                                            |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| PR - Riqueza de manchas                             | $PR = m$                                           |
| PRD - Densidade de riqueza de mancha                | $PRD = \frac{m}{A} (10.000)(100)$                  |
| RPR - Riqueza relativa da mancha                    | $RPR = \frac{m}{m_{max}} (100)$                    |
| SHDI - Índice de diversidade de Shannon             | $SHDI = \sum_{i=1}^m (P_i \ln P_i)$                |
| SIDI - Índice de diversidade de Simpson             | $SIDI = 1 - \sum_{i=1}^m P_i^2$                    |
| MSIDI - Índice de diversidade de Simpson modificado | $MSIDI = -\ln \sum_{i=1}^m P_i^2$                  |
| SHEI - Índice de equidade de Shannon                | $SHEI = \frac{-\sum_{i=1}^m (P_i \ln P_i)}{\ln m}$ |
| MSIEI Índice de equidade de Simpson modificado      | $MSIEI = \frac{-\ln \sum_{i=1}^m P_i^2}{\ln m}$    |

Quadro 5- Legendas

| Símbolo   | significado                                                                                               |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>m</b>  | n.º de tipos de manchas (classes) presentes na paisagem excluindo a borda da paisagem se presente         |
| A         | Área total da paisagem                                                                                    |
| $m_{max}$ | n.º de tipos de manchas (classes) máximos presentes na paisagem excluindo a borda da paisagem se presente |
| $P_i$     | Proporção da paisagem ocupada pelo tipo de mancha (classe) i                                              |

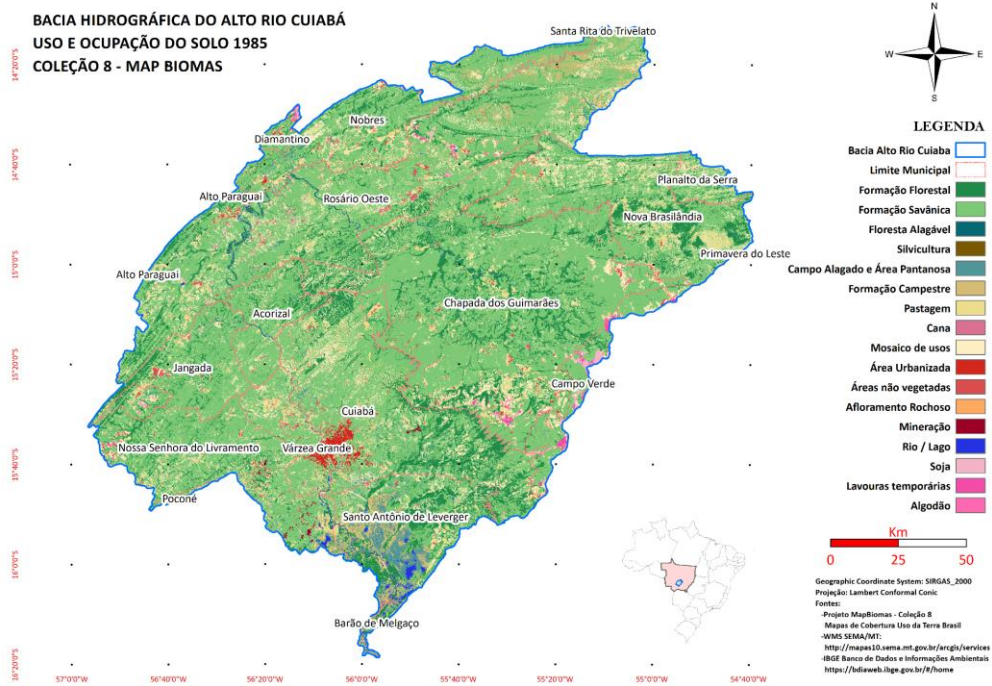
Com os resultados obtidos, foi organizada a tabela observando em recorte espacial a BARC nos anos de 1985 e 2022, com enfoque na avaliação das transformações ocorridas na diversidade da estrutura da paisagem.

### 3 RESULTADOS

Os seguintes mapas categóricos representam a situação da estrutura da paisagem nos anos 1985 (Figura 2) e 2022 (Figura 3) respectivamente:

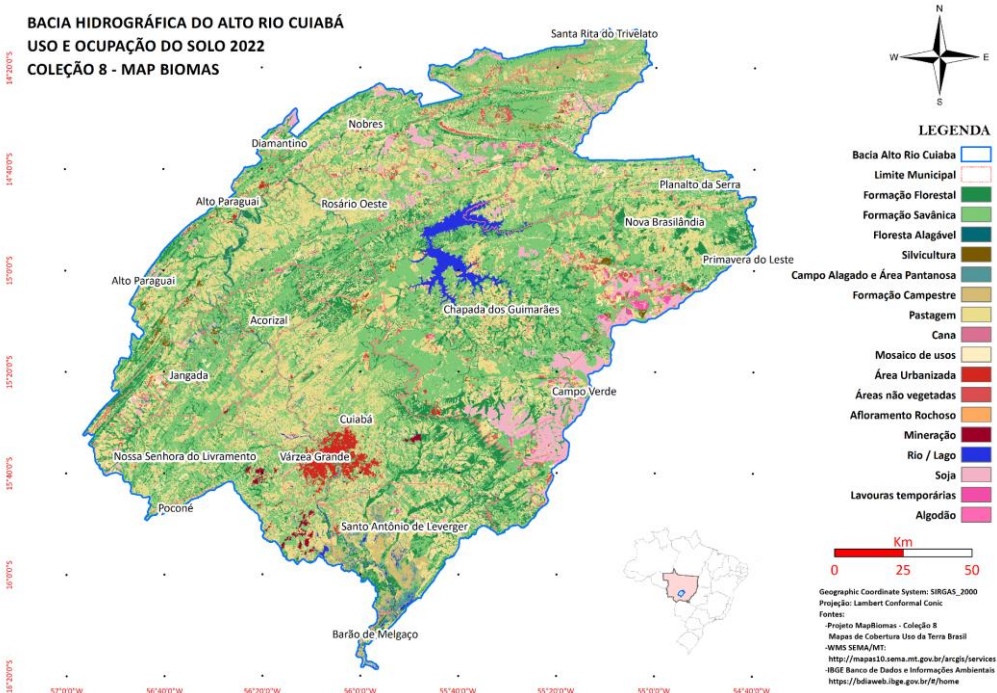


Figura 2 – Uso e ocupação do solo 1985 - BARC



Fonte de dados: coleção 8 MapBiomas 2024, mapa efetuado pelo autor

Figura 3 – Uso e ocupação do solo 2022 - BARC



Fonte de dados: coleção 8 MapBiomas 2024, mapa efetuado pelo autor

A partir dos dados constantes nas imagens em formato raster, as imagens foram inseridas no programa Fragstats© 4.3 e processados conforme descrito na seção 2 e obteve-se os resultados constantes na tabela 1.

Tabela 1 – Métrica de diversidade da paisagem da BARC 1985/2022

| MÉTRICA    | PR | PRD    | RPR     | SHDI   | SIDI   | MSIDI  | SHEI   | MSIEI  |
|------------|----|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>ANO</b> |    |        |         |        |        |        |        |        |
| 1985       | 12 | 0,0004 | 60,00 % | 1,2652 | 0,5667 | 0,8364 | 0,5092 | 0,3366 |
| 2022       | 15 | 0,0005 | 75,00 % | 1,6539 | 0,7289 | 1,3052 | 0,6107 | 0,4820 |

Fonte Fragstats 4.3

As análises indicaram um aumento na riqueza de manchas ou patches (**PR**), resultado que já era esperado uma vez que ocorreu um aumento no número de classes identificadas entre os anos de 1985 e 2022, decorrentes da diferença de tratamento das imagens obtidas por diferentes satélites, Landsat 5 e Landsat 8 respectivamente.

A densidade de Riqueza de Manchas (**PRD**) sofreu um aumento indicando um incremento de diferentes tipos de manchas presente nos limites da BARC. Este indicador tanto pode representar um aumento da diversidade de manchas como uma maior fragmentação da paisagem, com a formação de ilhas advindas do processo de retalhamento (Lang et al., 2007).

A riqueza Relativa da Mancha (**RPR**) é uma consequência direta do aumento do número de classes mapeadas entre os anos 1985 e 2022, pois representa o aumento do número de diferentes tipologias de manchas. No ano de 2022 foram acrescentados os dados de classes de uso e ocupação do solo referentes a Silvicultura, cultivo de Cana e de Algodão, que não estavam presentes no levantamento realizado em 1985.

O índice de Diversidade de Shannon (**SHDI**) sofreu um aumento que pode ser interpretado como uma distribuição mais proporcional da área de diferentes tipologias de classes. Uma redução da proporção de Formação Florestal e Formação Savânica e o aumento de outras classes, em especial as manchas relacionadas a atividades antrópicas, explicam a variação do índice.

O Índice de Diversidade de Simpson (**SIDI**) tem suas origens conceituais da ecologia de comunidades e tem como característica ser menos suscetível a presença de manchas raras, ou seja, aquelas manchas que possuem uma área insignificante quando comparadas as demais classes. No caso da BARC o índice corroborou a análise de que houve um aumento da distribuição proporcional das tipologias de manchas nos limites da região de estudo.

O aumento do Índice de Diversidade de Simpson Modificado (**MSIDI**) também indica um aumento da riqueza de manchas, porém o cálculo do índice o aproxima de uma outra classe de índice de diversidade da paisagem, a classe de Shannon.

O Índice de Equidade de Shannon (**SHEI**) e o índice de Equidade de Simpson Modificado (**MSIEI**), indicam a uniformidade de uma área, sendo que índices próximos a zero indicam a dominância de uma determinada tipologia de mancha e valores mais altos indicam uma equidade na distribuição das manchas, o que no contexto dos dados obtidos, se traduz em aumento de riqueza de tipologias.

A análise dos indicadores da estrutura da paisagem indicou que na comparação entre o ano de 1985 e o ano de 2022 ocorreu um aumento da equidade de tipologias de manchas, o que poderia ser considerado um aumento da riqueza em termos gerais. Porém como apontado por Lang (2007), há uma ambivalência em determinadas métricas pois um acréscimo pode, a

dependem do contexto de análise, serem consideradas mudanças positivas ou negativas em relação aos parâmetros de conservação da natureza

#### 4. CONCLUSÃO

Este estudo proporcionou uma análise detalhada das transformações ocorridas na Bacia do Alto Rio Cuiabá (BARC) de 1985 a 2022, com um enfoque particular na alteração da estrutura da paisagem causada pela atividade humana. Utilizando técnicas avançadas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e análise das métricas relacionadas a paisagens pelo software Fragstats®, foi possível quantificar a extensão e a natureza da fragmentação paisagística resultante da expansão agrícola e urbanização. Os resultados indicam não apenas um aumento na heterogeneidade paisagística, mas também um declínio substancial nas áreas de vegetação natural, com consequências importantes para a sustentabilidade ambiental e a resiliência ecológica da região.

O estudo revela uma correlação clara entre o crescimento das atividades antropogênicas e a perda de cobertura vegetal nativa. Esta transformação da paisagem, embora aumente a diversidade de manchas de uso do solo, sugere uma deterioração da integridade ecológica, manifestada pelo declínio das formações florestais e savânicas. Tais mudanças possuem implicações diretas para a biodiversidade local, os serviços ecossistêmicos e a qualidade de vida das comunidades dependentes destes recursos naturais. A partir do estudo realizado, será importante outras investigações para verificar por exemplo, os impactos dessas mudanças paisagísticas na fauna e flora locais. Estudos focados em espécies indicadoras podem ajudar a entender melhor as consequências ecológicas de longo prazo das alterações observadas. Importante também será a análise de políticas públicas existentes e o desenvolvimento de novas estratégias que enfatizem práticas sustentáveis de uso e ocupação do solo. Estudos que integrem avaliações socioeconômicas e ambientais poderão contribuir para o aprimoramento da gestão e planejamento territorial.

Ao sugerir esses caminhos para futuras investigações e intervenções, este artigo espera contribuir para o conhecimento científico na área de ecologia da paisagem e também oferecer um caminho para adoção de práticas sustentáveis que harmonizem as necessidades humanas com a preservação ambiental

## 5 REFERÊNCIAS

IBAM- Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Plano diretor de desenvolvimento integrado da região metropolitana do Vale do Rio Cuiabá**. Coordenação Alberto Lopes. Cuiabá, 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**, 2nd ed., IBGE: Rio de Janeiro, Brasil, 2012. pp.157-160

LANG, S. BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2009. 423 p.

MATO GROSSO. **Disponibilidade Hídrica de Mato Grosso**. Portal de Geometadados do Estado de Mato Grosso. Disponível em: <https://metadados.geo.mt.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/8fdb418a-ef00-4702-8e76-0733a5651f5d>. Acesso em: 23 Dez. 2023.

MATO GROSSO. **Áreas Protegidas**. Portal de Geometadados do Estado de Mato Grosso. Disponível em: <http://mapas10.sema.mt.gov.br/arcgis/services>. Acesso em 23 dez. 2023.

MATO GROSSO. **Recursos hídricos – usos existentes**. Portal de Geometadados do Estado de Mato Grosso. Disponível em: <https://metadados.geo.mt.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/21a7a7bb-cea1-45b2-8384-cc553e50f4ce>. Acesso em 23 dez. 2023.

MCGARIGAL, K. ENE, E. **FRAGSTATS v 4.3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps**. 2023. Disponível em: <https://www.fragstats.org>. Programa de computador.

ODUM, E. BARRET, G. **Fundamentos de ecologia**. 5. ed. São Paulo: Thomson Learning. 2007. 612 p.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. 2023. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: 20 Dez 2023.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. 2023. Disponível em: <https://code.earthengine.google.com/>. Acesso em: 20 Dez. 2023.